



Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi

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

e-ISSN 2687-6094



Yüksek çözünürlüklü İHA verilerinden bina tespiti

Adem Kabadayı*¹, Murat UYSAL²

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

² Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye

Anahtar Kelimeler

İHA
Bina Tespiti
Fotogrametri
Nesne Tabanlı sınıflandırma

ÖZ

Bu çalışmada İnsansız hava aracı (İHA) verilerinden üretilen Ortofoto, Sayısal Yüzey Modeli (SYM) ve Sayısal Arazi Modeli (SAM) verilerin otomatik bina çıkarımı için bir yaklaşım ortaya konmuştur. Yaklaşım, İsviçre'nin Yverdon-les-Bains kentindeki Technology Park alanda test edilmiştir. Görüntülerden otomatik eşleme tekniği ile SYM ve ortofoto üretilmiştir. Oluşturulan ortofotonun nesne-tabanlı yöntemle bölütlemesi ve sınıflandırması yapılmıştır. Sınıflandırmada işleminde çeşitli morfolojik işlemler uygulanarak binaların tespiti yapılmıştır. Mevcut binalar sayılarak tespit edilen binalar karşılaştırılmış ve %89 başarı oranı tespit edilmiştir.

Building detection from high resolution UAV data

Keywords

UAV
Remote Sensing
Photogrammetry
Object-Based Classification

ABSTRACT

In this study, an approach for automatic building extraction of Orthophoto, Digital Surface Model (DEM) and Digital Terrain Model (SAM) data generated from unmanned aerial vehicle (UAV) data is presented. The approach has been tested at the Technology Park site in Yverdon-les-Bains, Switzerland. DEM and orthophoto were generated from the images using automatic matching technique. The buildings were determined by segmentation and classification of the orthophoto created by object-oriented method. The buildings were identified by applying various morphological processes in the classification process. The buildings identified by counting the existing buildings were compared and 89% success rate was determined.

1. GİRİŞ

Günümüzde hızlı nüfus artışı, köyden kente göçlerin yaşanması, yaşam standartlarının iyileşmesi vb. sebeplerden dolayı şehirlerdeki bina sayılarında hızlı bir şekilde artış görülmektedir. Bu artışlar sonucunda haritaların sıklıkla revize edilmesi gerekmektedir. Kadastro işlemleri klasik yöntemlerle uzun ve maliyetli olmaktadır. Teknolojinin gelişimi ile birlikte kullanılmaya başlanan dijital görüntülerden elde edilen sonuç ürünler klasik veri toplama yöntemlerine göre hızlı, kolay, hassas ve daha ekonomiktir. Dijital veri toplama yönteminin birçok avantajı olmasına karşın dezavantajları da bulunmaktadır. Bu dezavantajlar; toplanan verilerin yüksek boyutlu olması, her verinin istenen kalitede olmaması, veri kümelerinin yoğunluğu, yoğun verilerin ayıklanmasının gerekliliği ve bu işlemler için yüksek donanımına sahip bilgisayar sistemlerine ihtiyaç duyulmasıdır. Gerekli bilgisayar ve teknolojik imkânlarla sahip olduktan sonra veri toplama ve harita üretimi, üreticiye birçok açıdan kolaylık sağlayacağı aşikârdır. Üretilen sayısal ortamdaki haritalar üzerinde yapılacak düzenlemeler ve çalışmalar için görüntü işleme tekniklerinin kullanılması önem arz etmektedir. Böylece veri boyutları istenen düzeye indirgenecek ve veri işleme adımı kısa sürede ve daha ucuza mal edilebilecektir. Teknolojinin getirdiği yeniliklerin ve kolaylıkların, zaman ve maliyet açısından harita üreticisine; doğru ve güvenilir bilgiler açısından da kullanıcılara büyük katkısı olmuştur.

Fotogrametri, arazi, bitki örtüsü ve arazi örtüsü kentsel özellikler gibi insan yapımı ve doğal nesnelere hakkındaki bilgileri donatmak için uygun bir araçtır. Fotogrametri ve dijital görüntü tabanlı işleme teknikleri, görselleştirme teknolojisini pratik hale getirmek ve geleneksel ve jeodezik araştırmalara kıyasla düşük maliyetli iş akışı sağlamak için önemli bir role sahiptir (Yakar vd., 2018; Yiğit vd., 2020). Fotogrametrik süreç, geleneksel arazi ölçme yöntemlerine göre çeşitli faydalar sunmaktadır. Herhangi bir proje verisinin gerektirdiği hassasiyeti sağlaması, daha kısa sürede veri üretilmesi, üretilen verilerin uzun süre kullanılabilir ve çok daha düşük maliyetlerde üretilebilmektedir. Ayrıca üretilen dijital görüntülerden daha yüksek çözünürlüklü veriler; SYM, SAM ve ortofoto üretilebilmektedir.

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte İHA'lar fotogrametrik veri üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır (Kaya vd., 2019; Ulukavak vd., 2019; Ulvi vd., 2019; Ulvi & Yiğit, 2019). Tarihi yapıların modellenmesinde, kubaj hesaplamalarında, 3 boyutlu model yapımı ve küçük alanların haritalandırılmasında zaman ve maliyet açısından önem arz etmektedir (Yakar et al., 2016; Ulvi vd., 2020; Erdoğan & Mutluoğlu, 2020).

İHA ile elde edilen SAM ve ortofoto görüntülerden yararlanarak nesne tabanlı yaklaşımla bina çıkarımı çalışmaları hız kazanmıştır. Nesne tabanlı yaklaşımda görüntü objelerinin sınıflandırma işleminin gerçekleştirilmesinde

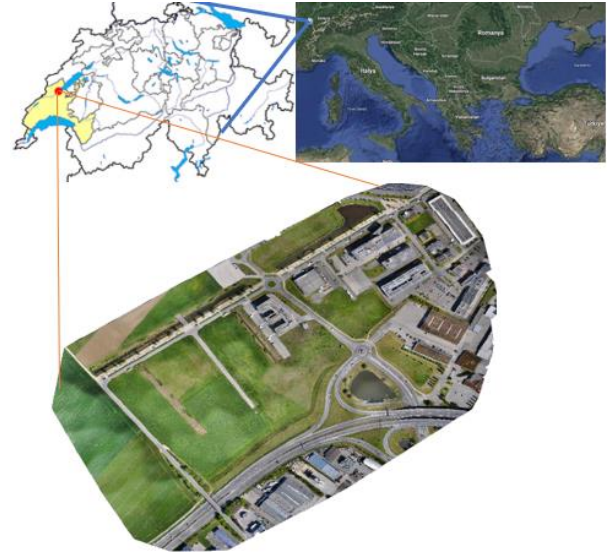
geleneksel sınıflandırıcı olarak bilinen en yakın komşuluk algoritması yoğun bir kullanıma sahiptir. Literatürde parametrik sınıflandırıcıların yüksek çözünürlüklü görüntülerde olduğu gibi karmaşık yapıdaki veri setlerinin sınıflandırılmasında yetersiz kaldığı ifade edilmektedir (Kavzoglu & Reis, 2008). Piksel tabanlı sınıflandırmada birçok çalışmada başarısı ifade edilen sınıflandırma algoritmalarının, nesne tabanlı sınıflandırmada önemli bir araştırma konusunun haline gelmiştir (Qian vd., 2015).

Bu çalışmada, İHA ile 235 adet fotoğraf çekilerek fotogrametrik yöntemler ile değerlendirmesi yapılmıştır ve ortofoto SYM üretilmiştir. Üretilen veriler nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi ile değerlendirilerek yapıların tespiti yapılmıştır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak İsviçre'nin Yverdon-les-Bains kentindeki Technology Park alanına ait veri kullanılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma Bölgesi

2.2. Kullanılan Veri ve Özellikleri

Bu çalışma eBee Plus sabit kanatlı İHA kullanılmıştır (Şekil 2). 106m yükseklikten 235 adet fotoğraf çekilmiştir. Resim çekimleri Sensefly SODA kamera ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 3). Kamera özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Elde Edilen görüntünün boyutu 5472x3648 pikseldir. Bir pikselin arazide kapladığı alanı ifade eden konumsal çözünürlük ise 0.026 metre / piksel olup tüm görüntülerin yerde kapladığı toplam alan yaklaşık olarak 45.9 hektardır.



Şekil 2. eBee Plus İHA (URL 1)



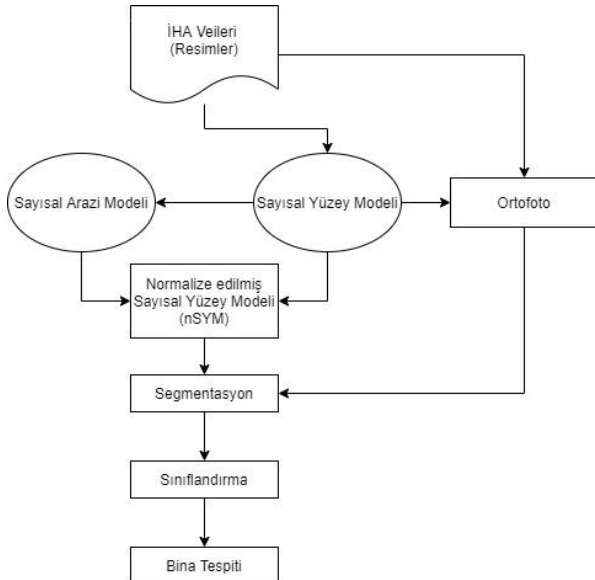
Şekil 3. SODA Kamera (URL 2)

Tablo 1. Sensefly SODA kamera özellikler

Özellik	Değer
Sensor	1"
RGB lens	F/10,6 mm
RGB çözünürlüğü	5.472 x 3.648 piksel (3: 2)
ISO aralığı	125-6400
RTK / PPK desteği	Evet

3. YÖNTEM

Temel işlem adımları Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. İş akışı

Fotogrametrik değerlendirmede araziye tesis edilen 9 adet yer kontrol noktası(YKN) ile yapılmıştır. İHA ile elde edilen görüntüler ve YKN'ler fotogrametrik dengelemede kullanılarak oluşan model arazi koordinat sistemine dönüştürülmüştür. Tablo 1'de YKN'lerin hata değerleri ve ortalama

hataları, Tablo 2'de YKN'lerin konum hataları gösterilmiştir. Fotogrametrik ürün olarak Sayısal yüzey modeli (SYM), ortofoto ve Sayısal Arazi Modeli (SAM) üretilmiştir. Üretilen ortofotonun yer örneklem aralığı (GSD) 2.64 cm/piksel'dir.

Tablo2. YKN'lere ilişkin Pix4D Yazılımından elde edilen X,Y,Z Koordinatlarının Hata Değerleri

N.N	Vi Farklar (cm)			Vi Vi Farklar cm ²		
	Vx	Vy	Vz	VxVx	VyVy	VzVz
1	-1,2	-0,8	-2,2	1,4	0,6	4,8
2	-0,2	3,0	-3,5	0,0	9,0	12,3
3	-1,9	0,4	-0,5	3,6	0,2	0,3
4	-0,9	-3,7	-5,6	0,8	13,7	31,4
5	2,2	-2,2	0,5	4,8	4,8	0,3
6	1,0	-4,5	1,0	1,0	20,3	1,0
7	0,6	-4,3	-7,3	0,4	18,5	53,3
8	-0,8	-1,8	0,5	0,6	3,2	0,3
9	1,6	2,7	-5,7	2,6	7,3	32,5

Tablo 3. Pix4D yazılımından elde edilen YKN koordinatlarının konum hatası (cm)

	Vx (cm)	Vy (cm)	Vz (cm)
Vort	0,04	-1,24	-2,53
RMS	0,21	2,94	3,89
mxyz	4,90		

Daha sonra üretilen ürünler eCognition yazılımında nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi kullanılarak bina çıkarımı yapılmıştır. SYM ve SAM ile normalize edilmiş Sayısal Yükseklik Modeli (nSYM) elde edilmiştir. Üretilen görüntüler segmentasyon yapılmıştır. Görüntü sınıflandırma işlemi yapılmıştır. Sınıflandırılmış görüntü üzerinde morfolojik işlemler uygulanarak binalar tespit edilmiş ve analizi yapılmıştır.

3.1. Ortofoto Oluşturma

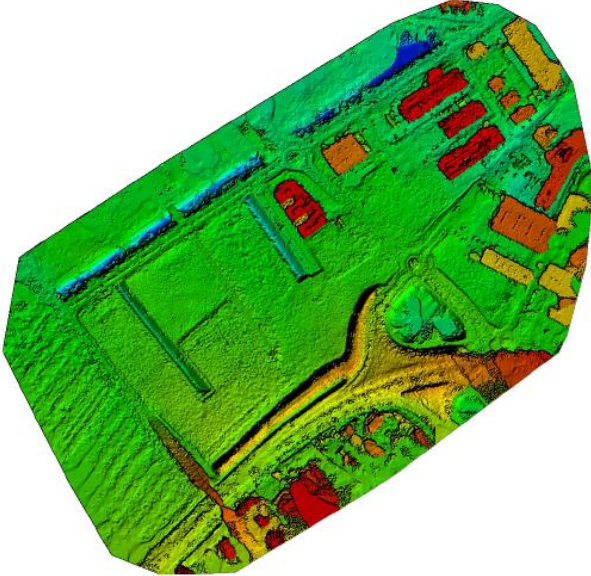
Pix4D yazılımında, İHA yardımıyla 106m yükseklikten elde edilen 235 adet fotoğraf, görüntü eşlemesi yapılarak ışın demetleriyle blok dengelemesi sonucu SAM üretilmiştir. Daha sonra piksel boyutu 0.026 m x 0.026 m olan ortofoto (Şekil 5) oluşturulmuştur. Ortofotonun yer örnekleme aralığı 2.64 cm/piksel'dir. Üretilen veride karesel ortalama hatalar RMSEX: 1.29 cm, RMSEY: 2.94 cm, RMSEZ: 3.88 cm olarak bulunmuştur.



Şekil 5. Ortofoto Görüntüsü

3.2. Sayısal Yüzey Modeli Oluşturma

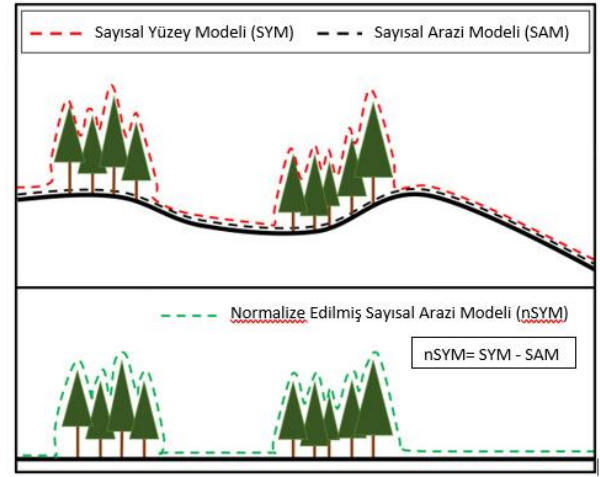
Sayısal yükseklik modeli (SYM), yapay (elektrik hattı, binalar, kuleler vs.) ve doğal (ağaçlar ve diğer bitki örtüsü türleri) unsurları kapsamayan, çıplak dünyayı temsil eden raster gridlerden oluşan modeldir. Çalışmada üretilen SYM görüntüsü Şekil 6'da verilmiştir. Üretilen SYM'nin dikey doğruluğu 3.88cm olarak tespit edilmiştir.



Şekil 6. SYM görünümü

3.3. Normalize Edilmiş Sayısal Yükseklik Modeli Oluşturma

Normalize edilmiş sayısal yüzey modelinde (nSYM), üretilen SYM ve SAM farkından elde edilmektedir. Matematiksel olarak $nSYM = SYM - SAM$ olarak gösterilir. Yani nSYM verisinde çıplak arazi yüzeyi haricindeki bitki ve insan yapımı objeleri içeren yükseklik verisi bulunmaktadır (Wilson & Gallant, 2000; Hashemi, 2008; Yiğit & Uysal, 2019) (Şekil 7).



Şekil 7. Normalize edilmiş Sayısal Yüzey Modeli

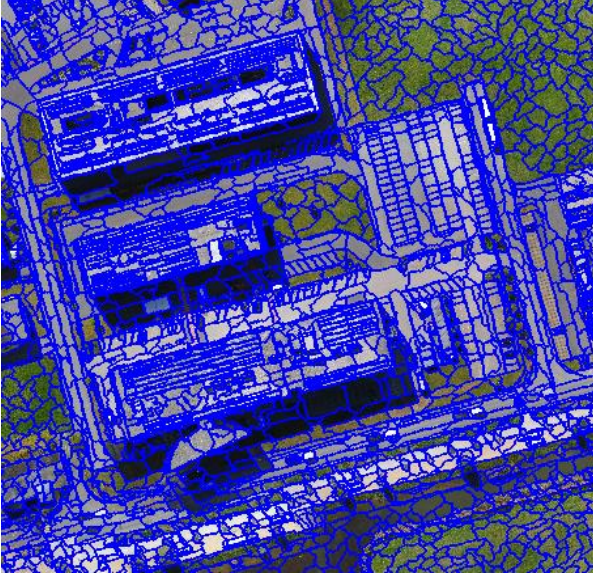
3.4. Segmentasyon

Nesne tabanlı sınıflandırmanın ilk adımı olarak karşımıza segmentasyon çıkmaktadır. Segmentasyon, nesnelere gibi varlıkları daha küçük anlamlı bölümlere ayırmak anlamına gelmektedir. Çalışmada kullanılan eCognition yazılımı içerisinde kullanıcılara sunulan farklı segmentasyon algoritması bulunmaktadır. Bu algoritmalar iki ana prensibe göre segmentasyon işlemlerini gerçekleştirmektedirler. Ortaya çıkarılacak nesnelere çok ölçekli sonuçları göz önüne alındığında küçük nesnelere, anlamsal bir hiyerarşi oluşturan daha büyük nesnelere yapılandırma için birleştirilebilir. Aynı şekilde büyük bir nesne, nesne analizinin iki ana yaklaşımına yönelik küçük nesnelere bölünebilir (Şekil 8). Nesne tabanlı sınıflandırma yönteminde eCognition yazılımının sunduğu küçük nesnelere benzer spektral ve mekânsal özelliklerine göre daha büyük anlamlı nesnelere üretmek için çok çözünürlüklü segmentasyon (multi resolution segmentation) kullanılmıştır. Nesnelere homojen hale getirmek için piksellerin komşuluk ilişkilerinden faydalanılarak benzer spektral ve mekânsal özellikler değerlendirilmede ölçüt olarak alınır (Trimble, 2014; Yiğit & Uysal, 2020).

Segmentasyon işleminde ölçek, şekil ve yoğunluk parametrelerine dikkat edilmektedir. Bu parametrelerden en önemlisi ölçek parametresidir. Ölçek parametresi deneme yanılma yöntemi ile bulunur. Sınıflandırılmak istenilen veriyi en iyi temsil eden ölçek değeri seçilmelidir. Yani bina, yol, ağaç, araç vs. verilerin sınıflandırılmasında farklı ölçek parametreleri tercih edilebilmektedir. Bu çalışmada üretilen sonuçlar yorumlanarak binaların sınıflandırılmasında en uygun olan 200 ölçek değeri belirlenmiştir. Daha önceki yapılan çalışmalar incelendiğinde şekil ve ölçek parametresi için 0.2 ve 0.5 olarak kullanılmasının daha başarılı sonuç verdiği görülmüştür (Suarez, 2003; Shiba vd., 2006). Çalışmada kullanılan parametre değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Segmentasyon Parametresi

Parametre	Değer
Ölçek	200
Şekil	0.2
Yoğunluk	0.5

**Şekil 8.** Segmentasyon görünümü

3.5. Sınıflandırma

Çalışma kapsamında üretilen görüntü nesnelere sınıflandırılması için eCognition yazılımında nesne tabanlı kurallar tanımlanarak sınıflandırma işlemi uygulanmıştır. Sınıflandırma işleminde ortofoto görüntüsünün spektral bantlarından (Tablo 3), SAM ve SYM verilerinin türevlerinden, geometrik ve şekilsel özelliklerden faydalanılmıştır. Sınıflandırma bina ve bina dışı objeler olarak iki sınıfa ayrılmıştır (Şekil 9).

Tablo 3. Sınıflandırmada kullanılan parametreler

$GRI = (Green / (Red + Green + Blue)) \times 100$
$RRI = (Red / (Red + Green + Blue)) \times 100$
$GRVI = ((Green - Red) / (Green + Red))$
$nSYM = SYM - SAM$
$GLI = ((2 * Green) - Blue - Red) / ((2 * Green) + Blue + Red)$
$RRI = Red / (Blue + Green + Red)$

**Şekil 9.** Sınıflandırılmış görüntü

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, kentleşmenin az olduğu İsviçre Technology Park test verisi olarak seçilmiştir. İHA ile elde edilen veriler kullanılarak bina çıkarımı irdelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda İHA ile 106m yükseklikten çekilen 235 adet görüntü ve 9 adet YKN ile Pix4D yazılımında değerlendirilerek SYM, SAM ve ortofoto verileri üretilmiştir. Ortofotonun yer örnekleme aralığı 2.64 cm/piksel'dir. Üretilen veride karesel ortalama hatalar RMSEX: 1.29 cm, RMSEY: 2.94 cm, RMSEZ: 3.88 cm olarak bulunmuştur.

Nesne tabanlı yaklaşımda görüntü objeleri için tanımlanacak yüzlerce özellikten oluşan veri setinin sınıflandırılmasında büyük bir başarı sağladığı görülmektedir. Sınıflandırma işleminde SYM ve SAM verileri detay tespitinde kolaylık sağladığı görülmüştür. Aynı zamanda binaların geometrik yapısının düzgün olması, ağaç ile binaların yapışık olamaması tespitinde olumlu etki sağladığı gözlemlenmiştir. SYM ve SAM verilerinin doğruluğu binaların tespitini direkt etkilemektedir.

Çalışma alanı olarak seçilen yerleşim alanında 19 adet bina bulunmaktadır. 17 adet bina başarılı bir şekilde tespit edilerek başarı oranı %89 olarak belirlenmiştir.

KAYNAKÇA

Erdoğan A & Mutluoğlu Ö (2020). İnsansız Hava Araçları ile Harita Üretim Çalışmalarında Farklı Yüksekliklerde Yapılan Uçuşların Konum Doğruluğuna Etkisi. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 2 (1), 28-35.

Hashemi S A M (2008). Automatic peaks extraction from Normalized Digital Surface Model (NDSM). The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXVII. Part B3a.

Kavzoglu T & Reis S (2008). Performance analysis of maximum likelihood and artificial neural network classifiers for training sets with mixed pixels. *GIScience & Remote Sensing*, 45 (3), 330-342.

- 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.
- Shiba M & Itaya A (2006). Using eCognition for improved forest management and monitoring systems in precision forestry, Proceedings International Precision Forestry Symposium, Stellenbosch University, South Africa.
- Suarez J C (2003). Tree counting analysis using eCognition.
- Trimble (2014). eCognition Developer Reference Book.
- Ulukavak M, Memduhoğlu A, Şenol H İ & Polat N (2019). The use of UAV and photogrammetry in digital documentation. *Mersin Photogrammetry Journal*, 1(1), 17-22.
- 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 (2019). Kültürel mirasın dijital dokümantasyonu: Taşkent Sultan Çeşmesinin Fotogrametrik Teknikler Kullanarak 3B Modelinin Yapılması. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 1 (1), 1-6.
- Qian Y G, W Q Zhou, J L Yan, Li W F & L J Han (2015). Comparing Machine Learning Classifiers for Object-Based Land Cover Classification Using Very High Resolution Imagery. *Remote Sensing*, 7 (1), 153-68.
- Wilson J P & Gallant J C (2000). Terrain analysis: principles and applications, John Wiley and Sons, Inc.: New York.
- Yakar M, Kabadayı A, Yiğit A Y, Çıkıkcı K, Kaya Y & Catin S S (2016). Emir Saltuk Kümbeti Fotogrametrik Rölöve Çalışması ve 3 Boyutlu Modellenmesi. *Geomatik*, 1 (1), 14-18.
- Yakar M, Ulvi A, Varol F, Yiğit A Y Kaya Y, Kabadayı A, & Catin S S (2018). 3D Model Production by Using UAV and Terrestrial Photogrammetric Techniques: The Example Of Erzurum Three Kumbets. III. ICCHT sempozyumu, Bişkek, Kırgızistan.
- 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.sensefly.com/drone/ebee-plus-survey-drone/>
- URL 2: <https://www.sensefly.com/camera/sensefly-soda-photogrammetry-camera/>



© Author(s) 2020.

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