

## Arkeolojik kalıntıların belgelenmesinde yersel ve İHA fotogrametrisinin birlikte kullanımı

Yunus Kaya\*<sup>1</sup>, Nizar Polat<sup>1</sup>, Halil İbrahim Şenol<sup>1</sup>, Abdulkadir Memduhoğlu<sup>1</sup>, Mustafa Ulukavak<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye

### Anahtar Kelimeler

İHA  
Yersel Fotogrametri  
Kültürel Miras  
Belgeleme

### ÖZ

Eski dönemlere ait birçok arkeolojik alanı ve kültürel miras yapılarını içinde barındıran Şanlıurfa, Şuayip Peygamber'in yaşadığı yer olduğuna olan inançtan dolayı Şuayip Şehri olarak bilinen arkeolojik alanı da bünyesinde barındırmaktadır. Arkeolojik alanlar ve bu alanlarda gün yüzüne çıkarılan yapılar hem kültür turizmi açısından hem de bilimsel anlamda önem taşımaktadır. Bu çalışmada yersel fotogrametri ve İnsansız Hava Aracı (İHA) fotogrametrisi kullanılarak Şuayip Şehri'nde bulunan bir yapıya ait üç boyutlu model üretilmiştir. İki farklı veri setinin de kendilerine has dezavantajlarından dolayı birleşik veri setiyle yoğun nokta bulutu ve üç boyutlu model üretimi gerçekleştirilmiştir. İHA'dan elde edilen fotoğrafların yapının üst kısmını, yerden çekilen fotoğrafların ise yapının cephelerini tam olarak içermesinden dolayı birleşik model münferit kaynaklardan elde edilen modellere göre daha anlamlı oluşturulmuştur. 216 adet yerden ve 26 adet İHA'dan elde edilen fotoğraf ile nokta bulutu üretimi ve modelleme işlemi yapılmıştır. İki farklı veri setindeki koordinat sistemleri farklı olduğu için İteratif En Yakın Nokta (İEYN) yöntemiyle noktalar arasında dönüşüm yapılmıştır. Çalışma sonucunda yerden çekilen fotoğraflardan yaklaşık 7.6 milyon, İHA'dan çekilen fotoğraflardan ise yaklaşık 2.2 milyon nokta üretilmiştir.

## Using terrestrial and UAV photogrammetry in documentation of archaeological artifact

### Keywords

UAV  
Terrestrial Photogrammetry  
Cultural Heritage  
Documentation

### ABSTRACT

Şanlıurfa, which contains many archaeological sites and cultural heritage structures belonging to ancient times, also includes the archaeological site known as the City of Şuayip (Şuayip Şehri) due to the belief that it is the place where the Prophet Şuayip lived. Archaeological sites and the structures unearthed in these areas are of importance both in terms of cultural tourism and in scientific literature. In this study, a three-dimensional model of an artifact in the City of Şuayip was produced using terrestrial and Unmanned Aerial Vehicle (UAV) photogrammetry. Due to the unique disadvantages of both different data sets, dense point cloud and three-dimensional model production has been realized with the combined data set. The combined model was more meaningful than the models obtained from individual sources since the photographs obtained from the UAV include the upper part of the artifact and the photographs taken from the ground completely include the facades of the artifact. Point cloud and modeling process were carried out with 216 terrestrial and 26 UAV photographs. Since the coordinate systems in the two different data sets are different, a conversion was made between points with the Iterative Closest Point (ICP) method. As a result of the study, approximately 7.6 million points were produced from the photographs taken from the ground and approximately 2.2 million points from the photographs taken from the UAV.

### \*Sorumlu Yazar

\*yunuskaya@harran.edu.tr) ORCID ID 0000-0003-2319-4998  
(nizarpolat@harran.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-6061-7796  
(hosenol@harran.edu.tr) ORCID ID 0000-0003-0235-5764  
(akadirm@harran.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-9072-869X  
(mulukavak@harran.edu.tr) ORCID ID 0000-0003-2092-3075

### Kaynak Göster:

Kaya Y, Polat N, Şenol H İ, Memduhoglu A & Ulukavak M (2021). Arkeolojik kalıntıların belgelenmesinde yersel ve İHA fotogrametrisinin birlikte kullanımı. Türkiye Fotogrametri Dergisi, 3(1), 09-14

## 1. GİRİŞ

Arkeolojik alanlarda gün yüzüne çıkarılan kültürel miraslar geçmiş medeniyetler hakkında bilgi edinmemize ve o dönemlerdeki maneviyatı mevcut zamanda yaşayabilmemize olanak sağlamaktadır (Eskikurt, 2003; Yakar vd., 2015; Kaya vd., 2021). Ayrıca geçmiş medeniyetlere ait eserlerin gelecek nesillere aktarılması da bir yükümlülüktür. İnsanoğlunun varoluşundan bu yana yaşadığı yerlere bir iz bırakma çabaları uzun yıllar sonra bu eserlere ulaşabilmemizi mümkün kılmaktadır. Kültürel miras alanları hem kültür turizmi açısından hem de bu alanlarda devam eden bilimsel çalışmalar açısından büyük öneme sahiptir. Kültürel miraslar somut, soyut ve doğal miraslar olarak üç başlık altında incelenebilir (Ulvi vd., 2019). Resim, heykel, bina, giysi ve objeler gibi somut kültürel miraslar sayesinde, geçmişte yaşamış toplulukların günlük yaşamları ve medeniyetlerin ne ölçüde ilerlediği görülebilmektedir. Arkeolojik alanlarda bulunan objelerin elde edildiği malzemeler o günün şartlarını bizlere aktarırken resim, heykel gibi sanatsal yapılar da geçmiş yüzyıllardan bugüne bir mesaj niteliğindedir.

Kültürel miraslar doğal ya da beşerî faktörlerden dolayı zaman içerisinde tahrip olma veya tamamen yıkılma tehlikesi altındadır (Cömert vd., 2012; Tercan, 2017). Teknolojinin gelişmesine paralel olarak kültürel mirasın belgelenmesi hız kazanmıştır. Kültürel mirasların belgelenmesi, hem obje özelliklerinin daha detaylı incelenebilmesine, hem de kayıt altına alınarak gelecekte oluşabilecek afet ve kazalara karşı bir önlem alınabilmesine olanak sağlayacaktır. Kültürel miras olarak sayılan küçük objeler veya büyük yapıları belgelendirmek için birçok yöntem kullanılmaktadır. Ancak literatürdeki çalışmalar incelendiğinde fotoğraf çekmenin diğer yöntemlere göre daha kolay olduğu görülmektedir (Ulvi vd., 2019a). Günümüzde dijital fotoğraf makinelerinin nispeten ucuz ve portatif olması nedeniyle fotogrametri yöntemi kültürel mirasın belgelenmesinde sıklıkla kullanılmaktadır (Ulvi vd., 2019b). Diğer yandan İnsansız Hava Araçlarının (İHA) yaygınlaşmasıyla yersel fotogrametri ile modellenemeyen yüksek yapıların üst kısımları rahatlıkla görüntülenebilmektedir. Ayrıca geniş alanlara yayılmış arkeolojik alanların modellenmesi ve ortofoto üretiminde İHA'lar yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Kültürel mirasın belgelenmesinde fotogrametri tekniği geleneksel yöntemlere kıyasla zaman, maliyet ve hassasiyet açısından avantaj sağlamaktadır (Kaya ve Yiğit, 2020). Bu avantajların yanında arkeolojik kalıntılara ait detay noktalarının önemli olmasından dolayı fotogrametri tekniği yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Hedef objeye ait bindirmeli fotoğraflar fotogrametri teknikleriyle eşleştirilerek nokta bulutu, katı model ve üç boyutlu model gibi ölçekli ve koordinatlı sonuç ürünler elde edilmektedir. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde farklı karakteristik özelliklere sahip tarihi yapı ve arkeolojik buluntular için çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Ulvi ve Yiğit (2020), tarihi Gülük Camii'nin (Kayseri) modellenmesinde yersel fotogrametri tekniğini kullanmışlardır. Çalışmada caminin duvarları modellenmesine rağmen üst kısmı fotoğraf eksikliğinden dolayı modellenememiştir.

Ulukavak vd. (2019a), Şanlıurfa Kalesi'nin modellenmesinde; Çelik vd. (2020) ise Gözne Kalesi (Mersin) kültürel mirasın belgelenmesinde İHA fotogrametrisi kullanmışlardır. Hamal vd. (2020), Pompeiopolis (Mersin) kültürel mirasının belgelenmesi için yersel lazer tarama, İHA ve yersel fotogrametriyi bir arada kullanmışlardır ve birleştirilmiş verilerden elde edilen üç boyutlu modelde karesel ortalama hata  $\pm 0.97$  cm bulunmuştur.

Bu çalışmada literatürde Şuayip Şehri olarak bilinen arkeolojik alanda bulunan bir yapı yersel fotogrametri ve İHA fotogrametrisi ile üç boyutlu modellenmiştir. Çalışmaya konu olan yapının hem ön cephesinin hem de üst cephesinin modellenmesi için yerden ve havadan çekilen fotoğraflar kullanılmıştır. Bu sayede yersel fotogrametri ve İHA fotogrametrisinin güçlü yanları birleştirilmiştir. İki farklı koordinat sisteminde bulunan noktalar İteratif En Yakın Nokta (İEYN) yöntemiyle çakıştırılmış ve yoğun nokta bulutu ile üç boyutlu model oluşturulmuştur.

## 2. YÖNTEM

Çalışma alanıyla ilgili bilgiler, kullanılan ekipman ve metodoloji bu bölümde açıklanmıştır. Çalışmada kullanılan sayısal el kamerası ve İHA'nın özellikleri verilmiştir. Yersel fotogrametri ve İHA fotogrametrisiyle üç boyutlu model oluşturma aşamaları açıklanmıştır.

### 2.1. Çalışma Alanı ve Önceki Çalışmalar

Şuayip Şehri adıyla bilinen antik yerleşim yeri, Şanlıurfa'nın 80 km güneydoğusunda, Tektek dağlarında yer almaktadır (Şekil 1). Yerleşimin kayalık, alçak bir tepe ve eteklerine yayıldığı anlaşılmaktadır. Yerleşimin antik dönemlerdeki adıyla ilgili çeşitli öneriler bulunmasına rağmen (Sinclair, 1990) kesin adı bilinmemektedir. Şuayip Peygamber'in burada yaşadığına inanılmasından dolayı "Şuayip Şehri" olarak anılmaktadır (Sarıoğlu vd., 2017). Sinclair (1990)'ın belirttiğine göre, alanda yer alan yapıların bir kısmı Geç Antik Döneme aittir. Bazı yapıların ise Arap istilasında (VII. yy) inşa edilmiş olabileceği bildirmiştir. Arkeolojik alan incelendiğinde ana kayaya oyma yazılar ve kesme blok taşlardan oluşturulmuş yapılar olmak üzere iki farklı mimari anlayış söz konusudur. Çalışma alanına konu olan ve belgelendirilen yapı taş blokların bir araya getirilmesiyle oluşturulmuştur (Şekil 2).



Şekil 1. Çalışma alanı



**Şekil 2.** Çalışma alanında bulunan arkeolojik kalıntılara ait örnekler

Şanlıurfa ilinde bulunan arkeolojik alanlar sayesinde şehrin adı sadece ülke genelinde değil dünya çapında da popüler hale gelmiştir. Göbeklitepe (Kurt ve Göler, 2017), Karahantepe (Çelik, 2011), Harran Şehri (Green, 1992), Soğmatar (Albayrak ve Çelik, 2019) ve diğer önemli arkeolojik alanlar sayesinde bölge yerli ve yabancı turistlerin dikkatini çekmektedir. Bu alanlarda geçmişten günümüze pek çok arkeolojik kazı ve akademik çalışma yapılmıştır. Şenol vd. (2020), Kızılkoyun Kaya Mezarları'nı modellemek için yersel lazer tarayıcı ve insansız hava aracı verilerini kullanmışlardır. Polat vd. (2020), Harran ören yerinde çıkarılan küçük objeleri fotogrametri yöntemiyle modellemişler ve sayısal ortama ölçekli ve hassas bir şekilde aktarmışlardır. Şenol vd. (2017), yaptıkları bir çalışmada Harran şehrini modellemek için yersel lazer tarama yöntemini kullanmışlardır. Ulukavak vd. (2019b), Harran Harabeleri'ni fotogrametrik yöntemle modellemişlerdir. Literatürde Göbeklitepe ve Harran Şehri ile ilgili akademik çalışmalar ön plana çıkarken Şuayip şehrine ait kısıtlı sayıda akademik çalışma bulunmaktadır.

## 2.2. Ekipman

Arkeolojik alanın yersel fotogrametri ve İHA fotogrametrisi tekniğiyle belgelenmesi ve 3 boyutlu modelin elde edilmesi için yapının tamamını kapsayacak şekilde bindirmeli fotoğraflar gerekmektedir. Çalışmada, Canon EOS 2000D model DSLR fotoğraf makinesi (URL 1) ve DJI Mavic 2 Pro İHA (URL 2) kullanılmıştır (Şekil 3). Kullanılan sayısal fotoğraf makinesi ilişkin bilgiler Tablo 1'de, İHA'ya ilişkin bilgiler ise Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Kullanılan fotoğraf makinesinin teknik özellikleri

Özellik	Değer
Mega piksel	24.1
Maksimum Görüntü Çözünürlüğü	6000 x 4000
Ağırlık	475 g
Boyut	129 x 101.3 x 77.6 mm
Sensör Boyutu	22.3 x 14.9 mm



**Şekil 3.** Çalışmada kullanılan fotoğraf makinesi ve insansız hava aracı

**Tablo 2.** Kullanılan İHA'nın teknik özellikleri

Özellik	Değer
Uçuş Süresi (Rüzgarsız hava)	31 dakika
Maksimum Uçuş Mesafesi (Rüzgarsız hava)	18 kilometre
Maksimum Hız (Deniz seviyesi yakınında, rüzgarsız hava)	72 km/s
GNSS	GPS+GLONASS
Sensör	1" CMOS (Aktif piksel sensörü - Complementary Metal Oxide Semiconductor)
Etkili Piksel	20 milyon
Fotoğraf Boyutu	5472 x 3648 piksel

## 2.3. Metodoloji

Fotogrametri, nesnelere fiziksel temasta bulunmaksızın yüzey ve nesne özellikleri hakkında güvenilir bilgi elde etme ve bu bilgileri ölçme ve yorumlama bilimidir (Öksüz vd., 2011; Yiğit ve Uysal, 2020; Alptekin ve Yakar, 2020). Fotogrametri arkeoloji, mimarlık ve tıp başta olmak üzere birçok alanda kullanılmaktadır (Kaya vd., 2021; Şenol vd., 2020; Alptekin vd., 2019a; 2019b; Yiğit vd., 2020). Yersel fotogrametri, genellikle birkaç metreden 200 metreye kadar olan obje-kamera arası mesafelerde geçerlidir. Hedef objenin farklı odak noktalarından, bindirmeli ve birbirine bağlı fotoğrafları çekilerek nesne ve nesne yüzeyine ilişkin lokal veya global koordinat belirleme, yoğun nokta bulutu üretimi ve üç boyutlu modelleme yapmak mümkündür. Özellikle arkeolojik alanlar, tarihi ve kültürel yapılar gibi varlığı önemli eserlerin belgelenmesi hem sayısal ortamda korunabilmesi hem de gerçek ölçülerde sayısal gösterim yapılabilmesi açısından önemlidir. Küçük yapıların modellenmesinde yersel fotogrametri yeterlidir, ancak bina, minare gibi büyük tarihi yapıların modellenmesinde yersel fotogrametri tek başına yetersiz kalmaktadır. Bu sebeple son yıllarda hemen hemen her alanda kullanılan İHA, kültürel yapıların modellenmesinde de aktif olarak kullanılmaktadır (Sarı vd., 2020).

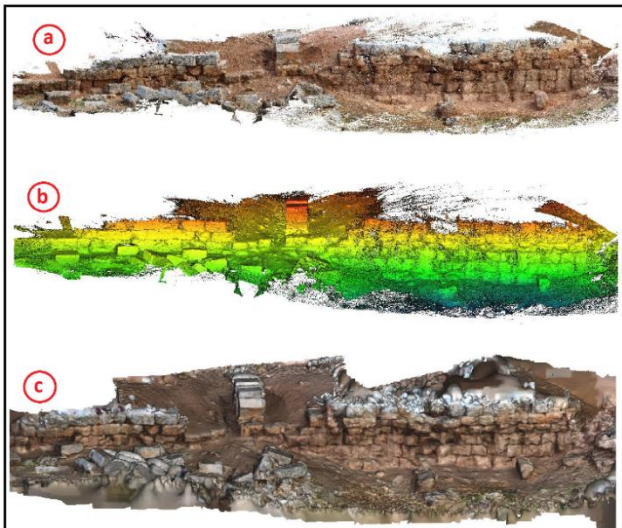
Yersel fotogrametri ve İHA fotogrametrisinin birleşmesiyle yapıların hem üst kısmı hem de yan kısmı görüntülenmekte ve modellenebilmektedir. İHA'dan ve yerden çekilen fotoğraflar ile model üretebilmek için iki farklı fotoğraf makinesinin koordinat sistemini



birleştirmek gerekir. Aynı objeye ait iki farklı koordinatın bir koordinata taşınması gerekir. Bu taşıma için genellikle küresel konumlama sistemi (GPS) ve ataletsel ölçüm birimi (IMU) kullanılır. Ancak bu sistemler küçük hatalar içerdiğinden bir objeyi temsil eden iki farklı koordinatın birleştirilmesinde bağdaştırma işlemi kullanılır (Hebel ve Stilla, 2007). Bağdaştırma, bir veri setinin referans alındığı ve diğer setlerin bu referansa göre ötelenmesini içeren bir işlemdir (Rajendra vd., 2014). Üç boyutlu nokta bulutunun birleştirilmesinde en çok kullanılan yöntem İEYN (Iterative Closest Point-ICP) (Besl ve Mckay, 1992; Zhang, 1993) yöntemidir (Polat ve Uysal, 2018). İEYN yöntemi; yüzeyler arasında yaklaşık bir benzerlik ilişkisi kurulduktan sonra iki işlemin iteratif bir şekilde çalışmasından oluşur. Yöntemde farklı kümelerdeki noktalar arasındaki en kısa uzaklık hesaplanır ve iki veri setindeki bağlantılı noktalar kullanılarak hareket tahmin edilir (Çevik ve Bilge, 2007). İlk yaklaşık değerler çok iyi seçildiğinde yöntem oldukça etkilidir (Altuntaş ve Yıldız, 2008). Dönüşüm işlemi referans ve dönüştürülecek veri seti arasındaki Öklid mesafesi yöntemiyle en kısa mesafeli eşlenik noktalarla yapılır. Bu çalışmada Canon EOS 2000d ile çekilen fotoğraflar ile İHA kamerası ile çekilen fotoğrafları birleştirmek için yapı üzerinden İEYN yöntemiyle koordinat eşlemesi yapılmıştır. Çalışmada iki farklı veri setindeki nokta bulutu yoğunluğu farklı olduğu için nokta bazlı koordinat eşleme yerine İEYN yöntemiyle koordinat eşleme yapılmıştır.

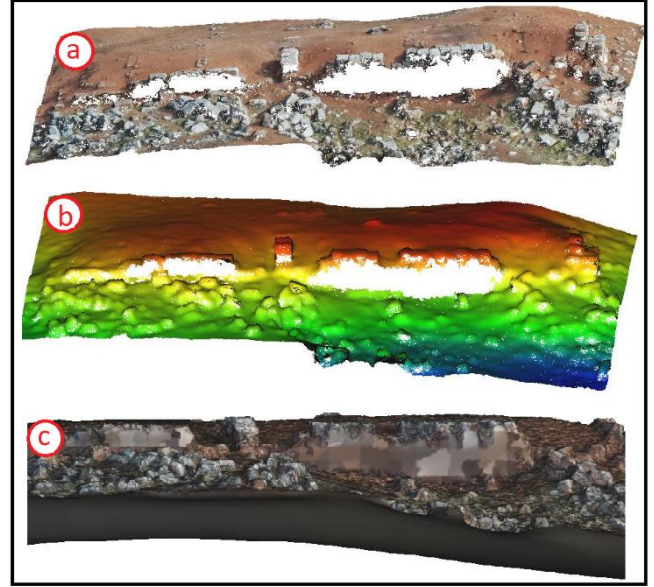
### 3. BULGULAR

Arkeolojik yapının üç boyutlu modellenmesi için bindirmeli olarak 216 adet fotoğraf çekilmiştir. Fotoğrafların işlenmesi Agisoft PhotoScan yazılımında gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanının fotoğrafları işlenerek yoğun nokta bulutu ve model üretilmiştir. Yersel fotogrametri tekniğiyle yapılan modelde yaklaşık 7.6 milyon adet nokta üretilmiştir. Ancak yersel fotogrametride yapının üstünün fotoğrafları eksik olduğu için üst kısımda anlamlı bir nokta bulutu üretilmemiştir. Bu şekilde gerçekleştirilen modelde de doğal olarak boşluklar meydana gelmiştir (Şekil 4).



**Şekil 4.** Yersel fotogrametri ile üretilen veri: (a) nokta bulutu (b) nokta bulutunun yükseklik farklarına göre gösterimi (c) Üç boyutlu model

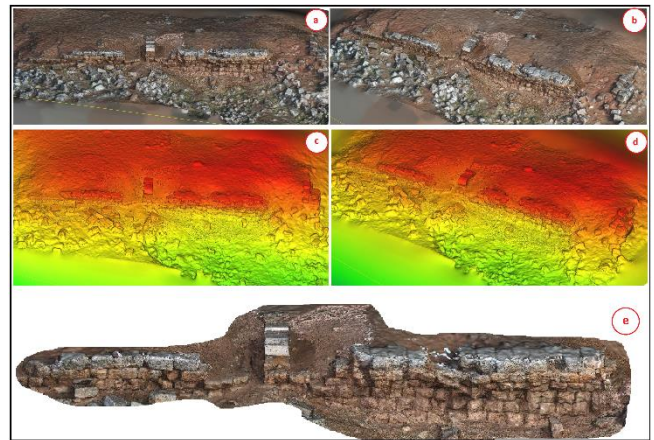
İHA ile çekilen 26 adet fotoğraf verisi tek başına kullanıldığında ise yapının yalnızca üst kısımları net bir şekilde görüntülenmiştir. İHA ile çekilen fotoğraflardan yaklaşık 2.2 milyon adet nokta üretilmiştir. Ön cephede yer alan detaylar fotoğraflarda gözükmediği için nokta bulutu ve katı model üretilmemiştir (Şekil 5).



**Şekil 5.** İHA fotogrametrisi ile üretilen veri: (a) nokta bulutu (b) nokta bulutunun yükseklik farklarına göre gösterimi (c) Üç boyutlu model

Yerden ve İHA ile çekilen fotoğraflar farklı koordinat sisteminde olduğu için iki farklı veri setindeki koordinat bilgileri birbirleriyle bağdaştırılmıştır. Bağdaştırma işlemi, İEYN yöntemi ile yapılmıştır.

Yerden ve İHA ile çekilen fotoğrafların birleştirilmesi sonucu yaklaşık 9.8 milyon adet nokta üretilmiş olup yapının hem üstü hem ön cephesi için yoğun nokta bulutu oluşturulmuştur. Yapıya ilişkin katı model ve yüzey giydirilmiş model oluşturulmuştur. Noktaların yükseklikleri bilindiği için zeminden, orta kısımdan ve tepeden alınan kesitler renklendirilerek yükseklik farklarına göre gösterim yapılmıştır (Şekil 6).



**Şekil 6.** Birleştirilmiş veri: (a-b) Yapının üç boyutlu görünümü (c-d) Yükseklik farklarına göre renklendirilmiş üç boyutlu model (e) Üç boyutlu model

#### 4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, Şuayip Şehri Arkeolojik Kazı Alanı'nda bulunan tarihi yapının fotogrametrik yöntemlerle modellenmesi gerçekleştirilmiştir. Yapıya ait yersel fotogrametri ve İHA fotoğraflarından ayrı ayrı modelleme yapılarak iki yöntemin de avantajları ve dezavantajları üzerinde durulmuştur. Özellikle yüksek yapıların modellenmesinde en uygun çözümlerden biri olan yersel fotogrametri ve İHA fotogrametrisinin entegrasyonu ile her iki yöntemin de avantajları birleştirilmiş ve yoğun nokta bulutu ile üç boyutlu model oluşturulmuştur. İHA ve yersel verilerin farklı koordinat sisteminde olmasından dolayı nokta bağdaştırma yapılarak farklı objeler aynı koordinat sistemine getirilmiştir. Bu bağdaştırma işlemi için İEYN yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda yersel fotogrametri ile yaklaşık 7.6 milyon, İHA ile yaklaşık 2.2 milyon nokta üretilmiştir. Yerden çekilen fotoğraflarda yapının üst kısmı, İHA'dan elde edilen fotoğraflarda da yapının ön cephesi modellenememiştir. Birleştirilmiş veride ise nokta bulutu ve üç boyutlu model üretimi gerçekleştirilmiştir. İki farklı veri setindeki nokta bulutları çok yoğun olduğu için eşleme noktalarının doğruluğu belirlenememiştir. Gelecek çalışmalarda bu amaca yönelik noktalar önceden belirlenerek gerekli hesaplamalar yapılacaktır. Oluşturulan modelde verilerin farklı kaynaklardan elde edilmesinden kaynaklı renk farklılığı oluşmuştur. Bu renk farklılığını gidermek için ileriki çalışmalarda radyometrik düzeltmeler denenebilir. Ayrıca farklı kaynaklardan geldiği için veri setinin her yerinde nokta yoğunluğu aynı değildir. Bu sorunun çözümü için de gelecek çalışmalarda noktalar arası mesafeyi dikkate alan bir veri azaltma yaklaşımı denenebilir.

#### ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI

Yazarlar bu araştırma makalesine eşit katkı sunmuşlardır.

#### ÇATIŞMA BEYANI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

#### KAYNAKÇA

- Albayrak Y & Çelik B (2019). Soğmatar Çevresi Kaya Mezarları. *Karadeniz Uluslararası Bilimsel Dergi*, (43), 255-261.
- Alptekin A & Yakar M (2020). Mersin Akyar Falezinin 3B modeli. *Türkiye Lidar Dergisi*, 2(1), 5-9.
- Alptekin A, Çelik M Ö, Doğan Y & Yakar M (2019a). Mapping of a rockfall site with an unmanned aerial vehicle. *Mersin Photogrammetry Journal*, 1(1), 12-16.
- Alptekin A, Çelik M Ö, Kuşak L, Ünel F B & Yakar M (2019b). Anafi Parrot'un Heyelan Bölgesi Haritalandırılmasında Kullanımı. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 1(1), 33-37.

- Altuntaş C & Yıldız F (2008). Yersel Lazer Tarayıcı Ölçme Prensipleri ve Nokta Bulutlarının Birleştirilmesi. *Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi*, (98), 20-27.
- Besl P & McKay N (1992). A Method for Registration of 3-D Shapes. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 14: 239-256.
- Cevik O & Bilge H S (2007). Face Recognition With 3 Dimensional Profile by Using Iterative Closest Point Algorithm. *In 2007 IEEE 15th Signal Processing and Communications Applications (pp. 1-4)*.
- Cömert R, Avdan U & Şenkal E (2012). İnsansız Hava Araçlarının Kullanım Alanları ve Gelecekteki Beklentiler. *IV. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu (UZAL-CBS 2012)*, 16-19, Zonguldak.
- Çelik B (2011). Karahan Tepe: A New Cultural Centre in the Urfa Area in Turkey. *Documenta Praehistorica*, 38, 241-254.
- Çelik M Ö, Yakar İ, Hamal S N G, Oğuz G M & Kanun E (2020). SfM Tekniği ile Oluşturulan 3B Modellerin Kültürel Mirasın Belgelenmesi Çalışmalarında Kullanılması: Gözne Kalesi Örneği. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 2(1), 22-27.
- Eskikurt A (2003). Anadolu Medeniyetleri ve Coğrafya. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Green T M (1992). The City of the Moon God: Religious Traditions of Harran. *Brill, Köln*.
- Hamal S N G, Sarı B & Ulvi A (2020). Using of Hybrid Data Acquisition Techniques for Cultural Heritage A Case Study of Pompeiopolis. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 2(2), 55-60.
- Hebel M & Stilla U (2007). Automatic Registration of Laser Point Clouds of Urban Areas. *In ISPRS Symposium, Munich, 21 September, 13-18*.
- Kaya Y & Yiğit A Y (2020). Dijital El Kameraları Kullanılarak Kültürel Mirasın Belgelenmesi. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 2(2), 33-38.
- Kaya Y, Yiğit A Y, Ulvi A & Yakar M (2021). Arkeolojik Alanların Dokümantasyonunda Fotogrametrik Tekniklerinin Doğruluklarının Karşılaştırmalı Analizi: Konya Yunuslar Örneği. *Harita Dergisi*, 165, 57-72.
- Kurt A O & Göler M E (2017). Anadolu'da İlk Tapınak: Göbeklitepe. *Cumhuriyet İlahiyat Dergisi*, 21(2), 1107-1138.
- Öksüz M, Yıldırım Ç, Sağlam Ö, Karaarslan Y, Görmüş K & Kutoğlu Ş H (2011). Zonguldak Kozlu Bölgesi'nin Su Baskınlarına Yönelik Risk Araştırması. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı. Ankara*.
- Polat N, Önal M, Ernst F B, Şenol H İ, Memduhoğlu A, Mutlu S, Mutlu S İ, Budan M A, Turgut M & Kara H Harran Ören Yeri Arkeolojik Kazı Alanınının Çıkarılan Bazı Küçük Arkeolojik Buluntuların Fotogrametrik Olarak 3B Modellenmesi. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 2(2), 55-59.
- Polat N & Uysal M (2018). An Experimental Analysis of Digital Elevation Models Generated with Lidar Data and UAV Photogrammetry. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 46(7), 1135-1142.
- Rajendra Y D, Mehrotra S C, Kale K V, Manza R R, Dhupal R K, Nagne A D & Vibhute A D (2014). Evaluation of

- Partially Overlapping 3D Point Cloud's Registration by Using ICP Variant and Cloudcompare. *In ISPRS Symposium, Hyderabad, 12 December, 891-897.*
- Sarı B, Hamal S N G & Ulvi A (2020). Documentation of Complex Structure Using Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Photogrammetry Method and Terrestrial Laser Scanner (TLS). *Türkiye Lidar Dergisi, 2(2), 48-54.*
- Sarıoğlu S, Işın Z, Ursavaş S & Keçeli T (2017). Evaluation of Bryophyte Diversity in National Parks of Turkey. *Anatolian Bryology, 3(2), 103-115.*
- Sinclair T A (1990). Eastern Turkey: An Architectural and Archaeological Survey, Volume IV, *Pindar Press.*
- Şenol H İ, Erdoğan S, Önal M, Ulukavak M, Memduhoğlu A, Mutlu S, Ernst F B & Yılmaz M (2017). 3D Modeling of A Bazaar in Ancient Harran City Using Laser Scanning Technique. *International Archives of the Photogrammetry. Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 42.*
- Şenol H İ, Memduhoglu A & Ulukavak M (2020). Multi Instrumental Documentation and 3D Modelling of an Archaeological Site: A Case Study in Kizilkoyun Necropolis Area. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi, 11(3), 1241-1250.*
- Tercan E (2017). İnsansız Hava Aracı Kullanılarak Antik Kent ve Tarihi Kervan Yolunun Fotogrametrik Belgelenmesi: Sarıhaçlar Örneği. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 5(3), 633-642. DOI: 10.21923/Jesd.315232.*
- Ulukavak M, Memduhoğlu A, Şenol H İ & Polat N (2019a). Excavation Monitoring with UAV in Şanlıurfa Castle Archaeological Site. *Mersin Photogrammetry Journal, 1(1), 23-26.*
- Ulukavak M, Memduhoğlu A, Şenol H İ & Polat N (2019b). The Use of UAV and Photogrammetry in Digital Documentation. *Mersin Photogrammetry Journal, 1(1), 17-22.*
- Ulvi A & Yiğit A Y (2020). 3D Study of Modelling and Animation of Kayseri Gülük Mosque. *Mersin Photogrammetry Journal, 2(2), 33-37.*
- Ulvi A, Yakar M, Yiğit A Y & Kaya Y (2019b). 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. DOI: 10.13189/Ujes.2019.070303.*
- Ulvi A, Yiğit A Y & Yakar M (2019a). Modeling Of Historical Fountains by Using Close-Range Photogrammetric Techniques. *Mersin Photogrammetry Journal, 1(1), 1-6.*
- Yakar M, Orhan O, Ulvi A, Yiğit A Y & Yüzer M M (2015). Sahip Ata Külliyesi Rölöve Örneği. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 10
- Yakar M & Dogan Y (2018). 3d Reconstruction Of Residential Areas with SfM Photogrammetry. *In Conference of the Arabian Journal of Geosciences (pp. 73-75). Springer, Cham.*
- Yiğit A Y & Uysal M (2020). Automatic Road Detection from Orthophoto Images. *Mersin Photogrammetry Journal, 2(1), 10-17.*
- Yiğit A Y, Orhan O & Ulvi A (2020). Investigation of The Rainwater Harvesting Potential at The Mersin University, Turkey. *Mersin Photogrammetry Journal, 2(2), 64-75.*
- Zhang S (1993). Numerical Algorithms in C Language. *Haiyang Press, China.*
- URL 1. <https://www.canon.com.tr/cameras/eos-2000d/>  
URL 2. <https://www.dji.com/mavic-2>



© Author(s) 2021. This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>