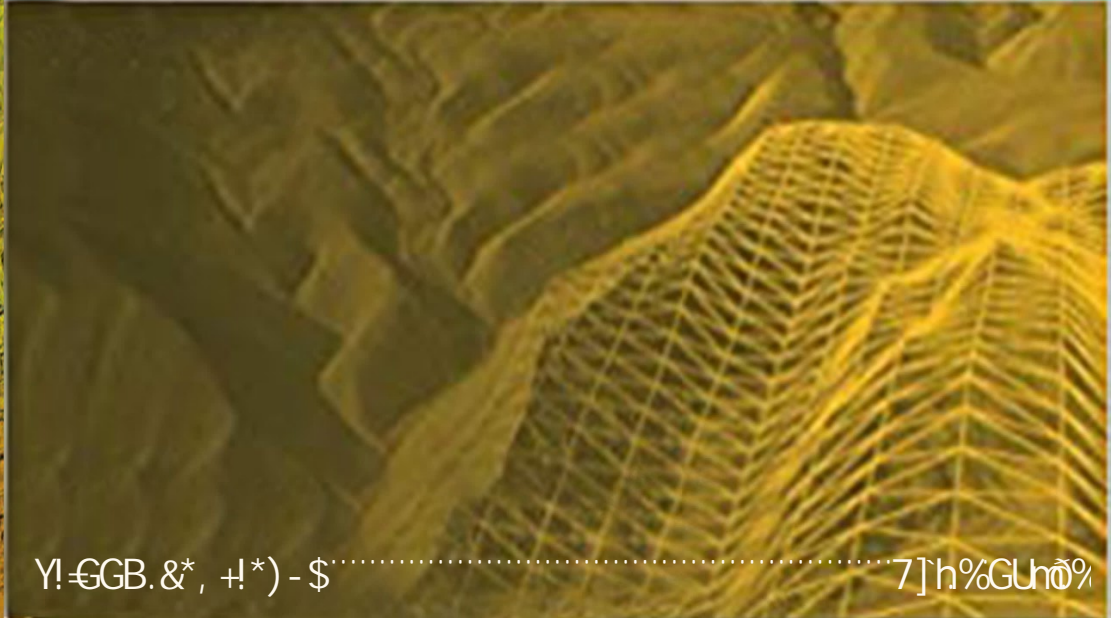


Türkiye FOTOGRAMETRİ Dergisi



Dergi Hakkında	Türkiye Fotogrametri Dergisi bilim ve teknolojiadaki gelişmelere paralel olarak Fotogrametri alanındaki yeniliklerle ilgili yapılan çalışmaları yayınlayan bir dergidir.
Amaç & Kapsam	<p>Türkiye Fotogrametri Dergisi 2019 yılından beri yayın hayatını sürdüren ulusal hakemli TÜRKÇE yayın yapan bir dergi olup hakem değerlendirme sistemi mevcuttur. Fotogrametri alanına ait kuramsal ve uygulamalı araştırma, tarama-inceleme, bildiri, vaka çalışması, kısa rapor ve editöre mektup niteliklerinden birine uygun eserler hakem değerlendirmesinden yayınlanabilir olduğuna dair karar verildikten sonra yayımlanır. Yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan eser, dergi editörlüğünce değerlendirme için hakemlere gönderilir. Türkiye Fotogrametri Dergisinde KÖR HAKEMLİK uygulaması mevcuttur. Yayınlanmasına, hakemlerin görüşü doğrultusunda Dergi Editör ve Yayın Kurulu karar verir. Gönderilen makaleler yayınlansın veya yayınlanmasın iade edilmez. Dergimizde yayınlanan yazıların her türlü sorumluluğu (bilimsel, mesleki, hukuki, etik v.b.) yazarlara aittir. Yayınlanan yazıların telif hakkı dergiye aittir ve referans gösterilmeden aktarılamaz. Araştırmacılar arasındaki bilimsel iletişimi oluşturmak amacıyla aşağıda nitelikleri açıklanan, başka bir yerde yayımlanmamış makaleler Türkçe olarak kabul edilmekte ancak özetinin İngilizce de basılması zorunluluğu vardır.</p> <p>Türkiye Fotogrametri Dergisinin kapsamı;</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Hava Fotogrametrisi✓ Yersel Fotogrametri✓ İnsansız hava araçları (IHA) uygulamaları✓ Mobil haritalama uygulamaları✓ Fotogrametrik sensor kalibrasyonu✓ 3D sensor teknolojisi✓ Fotogrametrik amaçlı Görüntü işleme (Görüntü eşleme, detay çıkarma, radyometrik yöntemler, sınıflandırma)✓ 3D modelleme ve yeniden oluşturma✓ Nokta bulutu işleme✓ Sanal Gerçeklik✓ Fotogrametrik Ürün elde etmede Arazi/obje modellemesi✓ Fotogrametrik Yöneltilme işlemleri✓ Havai Nirengi✓ 3D amaçlı veri tabanı modellemesi✓ Sensörlerin geometrik modeller✓ Sınıflandırma
Yayınlanma Sıklığı	Yılda 2 sayı (Haziran-Aralık)
e-ISSN	2687-6590
WEB	https://dergipark.org.tr/tr/pub/tufod
İletişim	myakar@mersin.edu.tr

EDİTÖR

Prof. Dr. Murat YAKAR
Mersin Üniversitesi,
Mersin

EDİTÖR YARDIMCILARI

Dr. Öğr. Üyesi. Ali ULVİ
Mersin Üniversitesi,
Konya

EDİTÖR KURULU

- **Prof. Dr. Bülent BAYRAM**, Yıldız Teknik Üniversitesi
- **Prof. Dr. Erkan BEŞDOK**, Erciyes Üniversitesi
- **Prof. Dr. Gönül TOZ**, İstanbul Teknik Üniversitesi
- **Doç. Dr. Sultan KOCAMAN**, Hacettepe Üniversitesi
- **Prof. Dr. Cem GAZİOĞLU**, İstanbul Üniversitesi
- **Prof. Dr. Fevzi KARSLI**, Karadeniz Teknik Üniversitesi
- **Prof. Dr. Çiğdem GÖKSEL**, İstanbul Teknik Üniversitesi
- **Prof. Dr. Semra ALYILMAZ**, Atatürk Üniversitesi
- **Prof. Dr. İbrahim YILMAZ**, Afyon Kocatepe Üniversitesi
- **Prof. Dr. Ömer MUTLUOĞLU**, Konya Teknik Üniversitesi
- **Doç. Dr. Ozan ARSLAN**, Kocaeli Üniversitesi
- **Doç. Dr. Tekin SUSAM**, Gaziosmanpaşa Üniversitesi
- **Doç. Dr. Zaide DURAN**, İstanbul Teknik Üniversitesi
- **Doç. Dr. Bahadır ERGÜN**, Gebze Teknik Üniversitesi
- **Doç. Dr. Cevdet Coşkun AYDIN**, Hacettepe Üniversitesi
- **Doç. Dr. Arzu ERENER**, Kocaeli Üniversitesi
- **Doç. Dr. Güler YALÇIN**, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi
- **Doç. Dr. Murat UYSAL**, Afyon Kocatepe Üniversitesi
- **Doç. Dr. Eminnur Topsakal AYHAN**, Karadeniz Teknik Üniversitesi
- **Doç. Dr. Aycan Murat MARANGOZ**, Bülent Ecevit Üniversitesi
- **Doç. Dr. Ferruh YILMAZTÜRK**, Aksaray Üniversitesi
- **Doç. Dr. Tarkan TÜRK**, Cumhuriyet Üniversitesi
- **Doç. Dr. Ali Özgün OK**, Hacettepe Üniversitesi
- **Doç. Dr. Taner ÜSTÜNTAŞ**, Kocaeli Üniversitesi
- **Doç. Dr. Cumhur ŞAHİN**, Gebze Teknik Üniversitesi
- **Dr. Öğr. Üyesi, Nizar POLAT**, Harran Üniversitesi
- **Dr. Öğr. Üyesi, Ahmet Emin KARKINLI**, Niğde Ömer Halis Demir Üniversitesi
- **Dr. Öğr. Üyesi, Mehmet Güven KOÇAK**, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi
- **Dr. Öğr. Üyesi, Mahir Serhan TEMİZ**, Uşak Üniversitesi
- **Dr. Öğr. Üyesi, Lütfiye KARASAKA**, Konya Teknik Üniversitesi
- **Dr. Öğr. Üyesi, Mustafa DİHKAN**, Karadeniz Teknik Üniversitesi
- **Dr. Öğr. Üyesi, Sefa BİLGİLİOĞLU**, Aksaray Üniversitesi
- **Dr. Öğr. Üyesi, Hatice Çatal REİS**, Gümüşhane Üniversitesi

DANIŞMA KURULU

- **Prof. Dr. Dursun Zafer Şeker**, İstanbul Teknik Üniversitesi
- **Prof. Dr. Hacı Murat YILMAZ**, Aksaray Üniversitesi
- **Prof. Dr. Cengiz ALYILMAZ**, Atatürk Üniversitesi
- **Prof. Dr. Abdurrahman Geymen**, Erciyes Üniversitesi
- **Prof. Dr. Ferruh YILDIZ**, Selçuk Üniversitesi

DİL EDİTÖRÜ

- **Prof. Dr. Cengiz ALYILMAZ**, Uludağ Üniversitesi

İÇİNDEKİLER

CİLT 1 / SAYI 1

ARAŞTIRMA MAKALELERİ

** Kültürel Mirasın Dijital Dokümantasyonu: Taşkent Sultan Çeşmesinin Fotogrametrik Teknikler Kullanarak 3B Modelinin Yapılması

Ali Ulvi, Abdurahman Yasin Yiğit 1

** Hacim Hesaplarında İHA Kullanımı: Osmanbey Kampüsü Örneği

Yunus KAYA, Halil İbrahim ŞENOL, Abdulkadir MEMDUHOĞLU, Şeyma AKÇA,
Mustafa ULUKAVAK, Nizar POLAT 7

** İnternet Tabanlı Veri Kullanımıyla Yerleşim Alanlarının Modellenmesi: Çiftlikköy Kampüsü Örneği

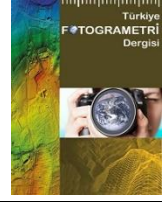
Halil İbrahim Şenol, Yunus Kaya 11

** Nesne Tabanlı Sınıflandırma Yaklaşımı Kullanılarak Yolların Tespiti

Abdurahman Yasin Yiğit, Murat Uysal 17

** Mobil Telefonlar Kullanılarak Elde Edilen 3 Boyutlu Modellerin Kültürel Mirasın Korunması Kapsamında Kullanılabilirliği: III. Ahmet Çeşmesi Örneği

İrem Yakar, Serdar Bilgi 25



Kültürel Mirasın Dijital Dokümantasyonu: Taşkent Sultan Çeşmesinin Fotogrametrik Teknikler Kullanarak 3B Modelinin Yapılması

Ali Ulvi*¹, Abdurahman Yasin Yiğit²

¹ Selçuk Üniversitesi, Hadim Meslek Yüksek Okulu, Konya

² Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği A.B.D. Afyon

Anahtar Kelimeler

Fotogrametri
3B Model
Turizm
Kültürel Miras

ÖZ

Günümüzde kaynaklar incelendiğinde kültür kavramı tarih, din, mimari yapı, sanat, dil vb. birçok alanı içine alan geniş bir kavramdır. Kültür bir toplumun uzun yıllar sonunda oluşan yaşanmışlıkların bir birikimidir ve nesilden nesile aktararak devam etmektedir. Bir toplumun kültürüne sahip çıkması demek, sanatına, tarihine, tarihi eserlerine ve kültürel mirasına sahip çıkması demektir.

Taşkent Sultan çeşmeside geçmişten günümüze kalan bir kültürel mirastır. Bu mirasın gelecek nesillere aktarılması bizlerin tarihi bir görevidir. Günümüzde Kültürel miras dokümantasyonunda çok farklı teknikler kullanılmaktadır. Bunlardan bir tanesinde Yersel Fotogrametri tekniğidir. Bu amaçla Taşkent Sultan Çeşmesinin Yersel fotogrametrik teknikler kullanarak 3B modeli oluşturulmuştur. Elde edilen bu model daha sonra yapılabilecek restorasyon çalışmalarında altlık olarak kullanılabilir. Ayrıca Çeşmenin turizm açısından tanıtılabilmesi için sayısal veriler Turizm bilgi Sistemi oluşturulmasında kullanılabilir.

Digital Documentation of Cultural Heritage: 3D Modeling of Taşkent Sultan Fountain using Photogrammetric Techniques

Keywords

Photogrammetry
3D Model
Tourism
Cultural Heritage

ABSTRACT

Today, when the sources are examined, the concept of culture includes history, religion, architectural structure, art, language and so on. is a broad concept that encompasses many areas. Culture is an accumulation of experiences that occur at the end of many years of a society and continues to be transferred from generation to generation. To protect the culture of a society means to protect its art, history, historical monuments and cultural heritage.

Taşkent Sultan Fountain is a cultural heritage from the past to the present. The transfer of this heritage to future generations is a historical duty of us. Today, many different techniques are used in the documentation of cultural heritage. One of these is the close range Photogrammetry technique. For this purpose, 3D model of Taşkent Sultan Fountain was created using close range photogrammetric techniques. This model can be used as a base for later restoration works. In addition, digital data can be used to establish Tourism Information System in order to introduce the fountain in terms of tourism.

*Sorumlu Yazar

{aliulvi@selcuk.edu.tr} ORCID ID 0000 -0003 -3005 -8011
{abdurahmanyasinyigit@gmail.com} ORCID ID 0000 - 0002 -9407 -8022

Araştırma Makalesi
DOI: XXXXXXXXXXXX

Kaynak Göster (APA)

ULVİ, A., YİĞİT, A. (2019). Kültürel Mirasın Dijital Dokümantasyonu: Taşkent Sultan Çeşmesinin Fotogrametrik Teknikler Kullanarak 3b Modelinin Yapılması. Türkiye Fotogrametri Dergisi, 1 (1), 1-6.
Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tufod/issue/50271/629596>

Geliş Tarihi: Gün04/10/2019; Kabul Tarihi: 31/10/2019

1. GİRİŞ

Mevcut tarihi yapıların ve nesnelerin 3 boyutlu modellerinin oluşturulması, tarihi eserlerin korunmasında, tarihimizin sürdürülmesinde ve gelecek nesillere aktarılmasında büyük öneme sahiptir. İnce geometrik görünümüleri ve detayları yakalamak ve dijital olarak modelleme için uygun bir yöntem tanımlamak önemlidir. Halen devam eden savaşlar, doğal afetler ve iklim değişiklikleri nedeniyle kültürel varlıklarımızı dijital olarak kaydetmek, belgelemek ve korumak gerekir. Tarihi eserlerin orijinal biçimini ve yerini, yüksek kaliteli görüş ve detaylarla dijital medyada kalıcı olarak saklamanın, farklı projeler için temel oluşturmanın ve gerektiğinde kullanıma hazır hale getirmenin en basit yolu, eserleri 3 boyutlu olarak modellemektir. Tarihsel eserlere verilen önemin artmasıyla buna paralel olarak belgelemenin önemi ve çeşitliliği de artmaya başlamıştır. Mevcut dokümantasyon yöntemleri arasında metrik (ölçüm yoluyla), görsel (fotoğrafçılık) ve dijital (bilgisayarlı) ortamlarda çalışmaya uygun, zaman, alan ve maliyet açısından optimum olan yöntem fotogrametridir.

Fotogrametri yöntemi ile belgelenen eserler dijital ortamda arşivlenmesi ile tarihin şahitleri olan kültür varlıkları hızlı ve ücretsiz olarak erişilebilirlikte imkânı sağlanmaktadır. Dijital platformda geliştirilen yöntem ile hem tarihi eserlerin özgün formları korunmakta hem de sanal müzeler oluşturulmaktadır. Ayrıca dokümantasyon, hasar görmesi durumunda eserin yeniden inşası için temel teşkil eder ve eserde meydana gelen değişiklikleri incelemeye ve analiz etmeye olanak sağlar.

Ülkemiz, tarih boyunca çok sayıda uygarlığa ev sahipliği yapmış ve kültürel açıdan önemli özellikleri barındıran bir coğrafyada bulunmaktadır. Bu yüzden, medeniyetlerin beşiği Anadolu topraklarında çok sayıda kültürel miras yer almaktadır. Dolayısıyla bu eşsiz topraklar birçok toplumdaki beslenerek doğal zenginliklerinin haricinde kültürel zenginliklere de sahip olmuştur. Şu anda Anadolu topraklarına ev sahipliği yapan Türkiye Cumhuriyeti genelinde Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü tarafından 2018 yılı sonunda 108.813 adet taşınmaz kültür varlıkları tescil edilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. 2018 Yılı Sonu Türkiye’de yer alan Taşınmaz Kültür varlıklarının Dağılımı (URL-1)

TÜRKİYE GENELİNDE TESCİLLİ TAŞINMAZ KÜLTÜR VARLIKLARI	TAŞINMAZ SAYISI
SİVİL MİMARLIK ÖRNEĞİ	69.104
DİNSEL YAPILAR	10.147
KÜLTÜREL YAPILAR	12.53
İDARİ YAPILAR	2.985
ASKERİ YAPILAR	1.252
ENDÜSTRİYEL VE TİCARİ YAPILAR	4.171
MEZARLIKLAR	5.169

ŞEHİTLİKLER	307
ANIT VE ABİDELER	375
KALINTILAR	2.702
KORUNMAYA ALINAN SOKAKLAR	71
TOPLAM	108.813

Bu kültürel mirasları korumak ve yeni nesillere aktarmak insanlığın ortak görevlerinden biridir. Bu yüzden birçok döneme ait ve gelecek nesillere aktarılması gereken binlerce yıllık bilgiyi içeren kültürel varlıkların belgelenmesi ve korunması vazgeçilmez unsurlardır (Uslu ve ark., 2016).

2. YERSEL FOTOGRAMETRİ YÖNTEMİ İLE BELGELEME

Fotogrametri, doğruluk, esneklik ve pratiklik özellikleri ön planda olan başarılı bir belgeleme yöntemidir. Restorasyon projelerinin vazgeçilmez parçası olan mevcut durumla ilgili çizimler (saptama çizimleri) fotogrametrik yöntemle hassas ve güvenilir bir şekilde, kısa zamanda elde edilebilir. Bu yöntem, ayrıca analitik belgeleme (malzemeler, bozulmalar, özgünlük, vb. çalışmalar) için de kullanılabilir.

Yersel fotogrametri tekniği, yıllardır arkeolojik ölçmeler ve tarihi eserlerin dokümantasyonu için kullanılan bir yöntemdir. Dijital tekniklerin gelişimiyle birlikte fotogrametri, mimari eserlerin dokümantasyonu ve korunmasında daha verimli ve ekonomik bir yöntem haline gelmiştir. Son yıllarda dijital fotogrametri ve bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler sonucu binaların 3 boyutlu olarak tekrar oluşturulması güncel araştırma konuları içinde yer almıştır. 3 boyutlu bina modelleri, şehir planlama ve turizm için gittikçe zorunlu hale gelmektedir. (Suveg ve Vosselman, 2000).

3. ÇALIŞMA ALANI



Şekil 1. Sultan Suyu Çeşmesi Konumu

Taşkent, Orta Toros Dağları'ndaki Taşeli Yaylası'ndaki Göksu Vadisi kanyonlarında yer alan küçük bir kasabadır. Akdeniz'in yaklaşık 100 km güneyinde, Konya ilinin 135 km uzağında, Akdeniz bölgesinde yer almaktadır. Sultan Suyu Çeşmesi N 36 ° 55'17.5 "E 32 ° 29'25.7" koordinatlarında bulunur (URL-2). Konya Eski Eserler Müzesi'nde (URL-3) bulunan zamanın resmî gazetesi olarak 1203 yılında yayınlanan "Mecmuatül Tevarî-ül Mevleviye" dergisinin 110. sayfasındaki Sultan Suyu Çeşmesi hakkında bilgi mevcuttur. Ayrıca, yerel

halktan edinilen farklı bilgiler de mevcuttur. Bu bilgiye göre, çeşmenin ilk durumu Anadolu Selçuklu Sultanı Alaeddin Keykubad (1192-1237) döneminde yapılmıştır. Daha sonra, 1982'de, fiskiyenin ortasındaki tek kemerli bölümün inşa edildiği ve 1998'de mevcut durumun yapıldığı öğrenilmiştir.

4. MATERYAL METOD

Donanım olarak Nikon D3100 kamera (Şekil 2), Cygnus Topcon KS-102 reflektörsüz elektronik uzaklık ölçer (Şekil 3) ve fotoğraf verilerinden nokta bulutu üreterek 3B modelleme imkânı sağlayan AgisoftPhotoscan yazılımı kullanılmıştır. Nikon D3100 kamerasının teknik özellikler tablo 2'de aktarılmıştır.



Şekil 2. Nikon D3100 (URL-4)

Tablo 1. Nikon D3100 Teknik özellikler (URL-4)

Sensor size	23,1 x 15,4 mm
Total megapixels	14.80
Max. image resolution	4608 x 3072
Weight	505 g
Dimensions	124 x 96 x 75 mm
Pixel density	3,99 MP / cm ²



Şekil 3. Cygnus topcon ks-102 elektronik uzaklık ölçer

Dijital fotogrametrik yöntemle 3B modelleme yapmak için fotoğraflama (Şekil 4.) ve planlı jeodezik ölçüm (Şekil 5.) yapılmalıdır. Fotogrametrik değerlendirmede kullanılacak tarihi eserler üzerindeki kontrol noktalarının jeodezik ölçümü için, öncelikle bu tür yersel fotogrametrik ve modelleme çalışmalarında nesneyi tüm yönleriyle tamamen kapsayan bir jeodezik ağ oluşturulmalıdır. Bu bağlamda, tarihi yapıyı her yönden tamamen kapsayacak şekilde yerel koordinat sisteminde jeodezik bir ağ kurulmuştur. Ölçüm cihazının kurulacağı kontrol noktalarının seçiminde, yapıyı tamamen görecek yerler tercih edilir. Yapının yüzeyinin fiziksel özellikleri göz önüne alındığında,

keskin çizgiler ve net kontrol noktalarının seçimine dikkat edilmelidir. (Uysal ve ark., 2015).



Şekil 4. Sultan Suyu Çeşmesi'nin fotoğraf çekimi

Tarihi çeşmenin fotoğraflarını çekme aşaması, her bir çekim noktası için en az dört fotoğrafın dâhil olduğunu dikkate alarak, yakınsak çekim ilkelerine göre farklı açılardan yapılmıştır. Fotoğraflar, yapının ve havanın uygun olduğu günlerde ve zamanlarda farklı açılardan, çift resim değerlendirmesi yöntemiyle, her fotoğraf ortak hedef noktalara sahip diğer fotoğraflarla bindirmeli ve birbirlerine referans olacak şekilde çekilmiştir.



Şekil 5. Planlı Jeodezik Ölçüm

5. YÖNTEM

Fotogrametrideki veri işleme, koordinat hesaplamaları ve bir 3B model üretmekten oluşur. Nokta koordinatları, yerel bir sistemde ölçme ve tesviye ile hesaplanır. Temel olarak, Elektronik uzaklık ölçer ile ölçülen yapının tüm detay noktaları bilgisayara aktarılır. Vektör veri işleme yazılımında, noktanın 3B koordinatları hesaplanır. Saha çalışmasında, farklı poligon noktalarından aynı detay noktası gözlemlendiğinden detay noktalarını kontrol etmek için bazı araştırmalar yapılır. Tüm hesaplamalar ve kontrollerin sonunda, noktaların koordinatları .txt formatında kaydedilir (Uysal ve ark., 2013).

Noktaların kontrolü yapıldıktan sonra Agisoft PhotoScan yazılımında fotogrametrik değerlemeye geçilir. Agisoft PhotoScan yazılımı yöntem olarak Hareket ile Nesne Oluşturma (Structure from Motion-SFM) yöntemini kullanmaktadır. SFM, fotoğraflanan nesneyi yeniden oluşturmak için birçok konum ve yönden üst üste binen iki boyutlu

fotoğraflardan bir özellik veya topografyanın üç boyutlu modellerini oluşturmak için kullanılan fotogrametrik bir yöntemdir. Bu teknoloji 1979'dan bu yana çeşitli biçimlerde var olmuştur (Ullman, 1979), ancak 2000'lerin başlarına kadar uygulamalar yaygın değildi. SFM tekniği, üç boyutlu bir nesnenin farklı açılardan çekilmiş çok sayıda görüntülerini kullanılarak, nesneyi sayısal ortamda üç boyutlu olarak modelleyebilen bir yöntemdir.

Geleneksel fotografik teknikler geometrik modelleme için kamera ve kontrol noktalarının hassas 3 boyutlu konum ve oryantasyon bilgilerine ihtiyaç duyarken, SFM yönteminde model geometrisi ve kamera pozisyon ve oryantasyon bilgisi aynı anda ve otomatik olarak hesaplanabilir (Snaveley ve ark., 2008; Önal ve ark., 2017).

SFM'nin uygulamaları, birçok jeoloji alt alanından (jeomorfoloji, tektonik, yapısal jeoloji, jeodezi, madencilik) arkeolojiye, mimarlığa ve tarıma kadar geniş bir yelpazededir. Ortorektife edilmiş görüntülere ek olarak, SFM, havadan veya karasal lidar tarafından üretilenlere benzer şekilde yoğun bir nokta bulutu veri kümesi üretir.

İlk olarak yazılıma fotoğraflar eklenmiştir (46 adet). Yazılımın eklenen fotoğrafları algılaması için hizalama işlemi (Align Photos) yapılmıştır. Hizalama işleminde program, fotoğrafların modellenecek olan çeşmeye uzaklıklarını ve çekim konum noktalarının hesaplanmasına yardımcı olacak olan bağ noktaları kümesini (Tie Points-32,122 adet) oluşturur. Bu işlemden sonra çeşme üzerinden alımı gerçekleştirilen 18 adet detay noktası işaretlenmiştir. Detay noktaları ile beraber 3 boyutlu olarak çeşmenin nokta bulutu oluşturulmuştur (Build Dense Cloud-18,283,461 adet). Çeşmenin nokta bulutu oluşturulduktan sonra 3 boyutlu yüzeyler oluşturulur (Build Mesh-3,656,692 yüzey). Son olarak oluşturulan 3 boyutlu yüzeylere Sultan Suyu Çeşmesi'nin fotoğrafları kaplanır (Texture-8196*8196 piksel). Yapılan işlemler sonucunda Sultan Suyu Çeşmesi'nin 3 boyutlu modeli 2.61 mm/pixel yer örneklem aralığı (GSD/) ile elde edilmiştir.



Şekil 6. Yoğun Nokta Bulutu (18,283,461 Point)



Şekil 7. 8196x8196 Piksel Kalitede 3 Boyutlu Model (Sultan Suyu Çeşmesi)

6. DOĞRULUK ANALİZİ

Elde edilen 3 boyutlu modele yönelik konumsal hatayı tespit etmek için doğruluk analizi yapılmıştır. Bu işlem için jeodezik ölçme aleti ile elde edilen arazi koordinatları ile 3 boyutlu model üzerinden alınan test verileri değerlendirilmiştir. Ölçme aleti ile alınan koordinatlar kesin koordinat olarak kabul edilmiştir. Aynı koordinat değerleri yazılımda değerlendirilip farkları hesaplanarak noktaların x,y,z yönündeki karesel ortalama hataları hesaplanmıştır. Tablo 2'de jeodezik ölçüm koordinatları ile Agisoft PhotoScan yazılımına ilişkin değerler verilmiştir. Tablo 3'te ise yazılıma ait hata değerleri verilmiştir. Elde edilen modelin karesel ortalama hataları dikkate alındığında x,y,z koordinatlarında ortalama konum hatası; Agisoft yazılımında ± 5.27 cm olarak bulunmuştur (Tablo 4).

Tablo 2. Jeodezik Ölçüm Koordinatları ile Agisoft Photoscan Yazılımına İlişkin Değerler

N.N	Elektronik Uzaklık Ölçer (Kesin Koordinatlar)			N.N	Fotoğraflar ile elde edilen 3B üzerinden okunan Koordinatlar		
	X (m)	Y (m)	Z (m)		X (m)	Y (m)	Z (m)
3	1009.287	2006.750	102.063	3	1009.310	2006.768	102.058
6	1009.021	2013.562	101.189	6	1009.029	2013.577	101.185
7	1009.284	2013.591	101.345	7	1009.205	2013.476	101.345
8	1009.285	2012.389	101.179	8	1009.293	2012.387	101.156
9	1009.667	2010.809	101.192	9	1009.689	2010.845	101.177
10	1009.681	2010.798	100.476	10	1009.704	2010.835	100.474
11	1009.281	2012.346	100.452	11	1009.310	2012.381	100.453
12	1009.722	2008.935	101.115	12	1009.741	2008.949	101.129
13	1009.530	2007.590	101.611	13	1009.543	2007.598	101.625
14	1009.326	2006.250	101.136	14	1009.337	2006.254	101.146
16	1009.605	2007.579	100.473	16	1009.628	2007.590	100.468
17	1009.812	2008.917	100.486	17	1009.834	2008.939	100.473
19	1008.873	2004.779	100.869	19	1008.871	2004.776	100.859
20	1011.135	2010.934	103.291	20	1011.165	2010.953	103.323
22	1010.912	2000.501	100.969	22	1010.830	2000.484	100.964
23	1006.543	1998.928	100.520	23	1006.525	1998.909	100.498
26	1010.246	2008.330	102.021	26	1010.258	2008.376	102.054

Tablo 3. Agisoft Photoscan Yazılımına Ait X,Y,Z Koordinatlarının Ortalama Konum Hatası

N.N	3B Hata Değerleri						
	Vi Farklar (cm)			Pix	Vi Vi Farklar cm ²		
Vx	Vy	Vz	VxVx		VyVy	VzVz	
3	2.3	1.8	-0.5	1.5	5.3	3.2	0.2
6	0.8	1.5	-0.4	0.8	0.7	2.3	0.2
7	-7.9	-11.5	0.0	0.8	62.5	131.2	0.0
8	0.8	-0.2	-2.3	0.5	0.7	0.0	5.2
9	2.2	3.6	-1.5	0.8	5.0	12.8	2.2
10	2.3	3.7	-0.2	0.8	5.3	13.8	0.0
11	2.9	3.5	0.1	0.4	8.3	12.6	0.0
12	1.9	1.4	1.4	1.9	3.8	2.1	2.0
13	1.3	0.8	1.4	2.4	1.8	0.7	2.0
14	1.1	0.4	1.0	1.8	1.1	0.2	1.0
16	2.3	1.1	-0.5	1.0	5.4	1.2	0.3
17	2.2	2.2	-1.3	0.9	4.7	5.0	1.7
19	-0.2	-0.3	-1.0	1.4	0.0	0.1	1.0
20	3.0	1.9	3.2	0.7	9.1	3.5	10.0
22	-8.2	-1.7	-0.5	0.5	67.9	2.9	0.2
23	-1.8	-1.9	-2.2	0.9	3.3	3.5	4.9
26	1.2	4.6	3.3	1.4	1.3	20.8	10.9

Tablo 4. Agisoft PhotoScan yazılımından elde edilen koordinatların konum hatası

	Vi farklar (cm)		
	Vx	Vy	Vz
Vmin	0.2	0.2	0.0
Vmax	8.2	11.5	3.3
Vort	2.5	2.5	1.0
m	3.4	3.7	1.6
mxyz	5.27		

7. SONUÇLAR

Tarihi ve kültürel mirasın belgelenmesinde ileri teknolojilerden yararlanılması hem doğru ve yüksek hassasiyette hem de hızlı ve etkin sonuç elde edebilmek için gerekmektedir.

Tarihi yapıların belgelenmesinde ve mimari ölçümlerde yapıya ait bütün detayların toplanabilmesi için vektörel çalışma her zaman yeterli olmamaktadır. İleri belgeleme teknikleri, tarihi yapılarda karşılaşılan karmaşık geometri (kubbe, kemer, fiskiye vb.) Bölümlerin rölövesinin kesin doğrulukla çıkarılmasına olanak sağlamaktadır.

Tarihi, özellikle taş yüzeyle, yüksek, iskele kurularak çalışılabilecek yapıların belgelenmesinde ve değerlendirilmesinde uzun ve zahmetli ölçmeler gerektiren geleneksel yöntemler yerine, fotogrametrik yöntemlerin kullanılması avantaj sağlamaktadır. Tarihi yapıların fotogrametrik olarak belgelenmesinde yapı üzerinde bulunan tüm detaylar, bir arada ve bütün olarak ele alınabilmektedir. Bu da özellikle tarihi yapıların

gelecek kuşaklara aktarılması ve belgelenmesi için gerekli altlıkları üretme konusunda büyük kolaylıklar sağlamaktadır.

Fotogrametrik yöntemlerle üç boyutlu vektör veri yanı sıra, aynı zamanda texture (doku) veri de sağlanır. Bu veriler yeniden üç boyutlu olarak oluşturulacak cisimlere gerçek görünüm vermesi ve kullanıcının kavrayışını artırması açısından oldukça önemlidir. Bu texture (doku) veriler üç boyutlu cisimlerin geometrik özelliklerini yansıtır; metrik özellikler vektör veriyle çakıştırılmış olur. Bu dokular yapının kendi fotoğraflarından alındığı için, daha gerçekçi modeller oluşturmaktadır.

Fotogrametrik teknikler kullanılarak üretilen üç boyutlu modellerin restorasyon projelerinde altlık olarak kullanılabilirdiği ve bu modelin farklı uygulamalarda kullanılmak üzere VRML formatını da dışa aktarabildiği görülmektedir (Carry ve Bell, 1997).

KAYNAKÇA

Carey, R. and Bell, G. (1997). "The Annotated VRML 2.0 Reference Manuel", Addison Wesley Developers Press

Dorffner, L. and Forkert, G. (1998). "Generation And Visualization Of 3D Photo-Models Using Hybrid Block Adjustment With Assumptions On The Object Shape" *ISPRS Journal Photogrammetry and Remote Sensing*, Vol.53, pp.369-378

Önal, O., Bozdağ, Ö. ve Ersoy, A. (2017). İzmir Agorası'ndaki Roma Dönemine Ait Hamam Yapısının SFM Tekniği ile 3 Boyutlu Katı Modelinin Oluşturulması. *Uluslararası Katılımlı 6. Tarihi Yapıların Korunması ve Güçlendirilmesi Sempozyumu*.

Snavely, N., Seitz, S.M., ve Szeliski, R. (2008). Modeling the World from İnternet Photo Collections. *International Journal of Computer Vision* 80, 189-210

Suveg, I. And Vosselman, G. (2000). 3D Reconstruction of Building Models Â", *IAPRS*, Vol. XXXIII, Amsterdam, 2000.

Ullman, S. (1979). The interpretation of structure from motion. Sydney Brenner The interpretation of structure from motion203Proc. R. Soc. Lond. Bhttp://doi.org/10.1098/rspb.1979.0006

Uslu, A., Polat, N., Toprak, A., & Uysal, M. (2016). Kültürel Mirasın Fotogrametrik Yöntemle 3BModelenmesi Örneği. *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 8(2), 165-176.

Uysal, M., Toprak, A.S., and Polat N. (2013). "Photo realistic 3d modeling with uav: gedik ahmet

pasha mosque in afyonkarahisar". *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume XL-5/W2, 2013 XXIV International CIPA Symposium, 2 - 6 September 2013, Strasbourg, France

Uysal, M., Uslu, A., Toprak, A.S. and Polat, N. (2015). "Arkeolojik Eserlerin Fotogrametrik Yöntemle 3 Boyutlu Modellenmesinde Menagas Mezarı Steli Örneği." *TUFUAB VIII. Teknik Sempozyumu*, pp: 252-254, Konya.

URL-1

<https://www.cekulvakfi.org.tr/proje/cekulun-kulturel-miras-anlayisi>

[Erişim tarihi: 21 Eylül2019]

URL-2

<http://konya.com.tr/portfolio-item/taskent/>

[Erişim tarihi: 21 Eylül2019]

URL-3

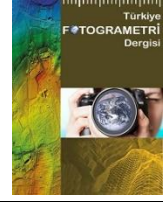
http://kazancihaber.com/haber_detay.asp?haberID=2642

[Erişim tarihi: 21 Eylül2019]

URL-4

https://www.digicamdb.com/specs/nikon_d3100/

[Erişim tarihi: 21 Eylül2019]



Hacim Hesaplarında İHA Kullanımı: Osmanbey Kampüsü Örneği

Yunus KAYA*¹, Halil İbrahim ŞENOL¹, Abdulkadir MEMDUHOĞLU¹, Şeyma AKÇA¹,
Mustafa ULUKAVAK¹, Nizar POLAT¹

¹Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Harita Mühendisliği, Şanlıurfa, Türkiye

Anahtar Kelimeler

Hacim hesabı
İHA
Fotogrametri
SYM

ÖZ

Büyük alanlara ilişkin alan ve hacim hesapları uzun zamandır klasik yöntemlerle yapılmaktadır. Ancak klasik yöntemlerle hacim hesabı çalışmalarındaki arazi uygulamalarında genellikle üç veya daha fazla kişiye ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca klasik yöntemle ulaşılması uzak veya riskli bölgelerin ölçülmesi zordur ve büyük alanlarda homojen nokta verisi elde etmek daha güçtür. Fotogrametrik yöntemlerin gelişmesiyle birlikte birçok alanda olduğu gibi alan ve hacim hesaplarında da bu yöntem, klasik yöntemlere göre daha kolay ve hızlı çözümler sunmaktadır. Büyük alanlarda bile tek kişiyle kısa sürede ölçüm yapmak mümkündür. Yapılan bu ölçümler klasik yöntemlerle eşit doğruluk sağlamakla birlikte yapılan işin maliyetini de düşürmektedir. Bu çalışmada Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsü'nde bulunan bir göletin toplam kapasitesi ve su hacmi belirlenmiştir. Ölçümler ve hesaplar hem jeodezik hem de fotogrametrik yöntemle yapılmış ve sonuçlar zaman ve doğruluk açısından karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda arazi ve ofis çalışmaları klasik yöntemde 3 saat 30 dakika sürerken fotogrametrik yöntemle 1 saat 45 dakika sürmüştür. Ayrıca ölçüm işleminin tek kişiyle yapılabilmesi iş gücünü büyük oranda azaltmıştır.

UAV Usage in Volume Calculations: The Case of Osmanbey Campus

Keywords

Volume calculation
UAV
Photogrammetry
DEM

ABSTRACT

Area and volume calculations for large areas have been made by classical methods for a long time. However, three or more people are generally needed in field applications in volume calculation studies with classical methods. In addition, it is difficult to measure distant or risky areas with the classical method and it is more difficult to obtain homogeneous point data in large areas. With the development of photogrammetry methods, photogrammetric method provides easy and fast solutions in area and volume calculations as well as in many other fields. Measurement in a short time with one person is possible even in large areas. These measures provide higher accuracy compared to classical methods, but also reduce the cost of the work done. In this study, the capacity and water load of a pond at Harran University Osmanbey Campus were determined. Measurements and calculations were made by both geodetic and photogrammetric methods and the results were compared in terms of time and accuracy. As a result of the study, field and office studies took 3 hours 30 minutes in classical method and 1 hour 45 minutes in photogrammetric method. In addition, the fact that the measurement process can be performed with one person has greatly reduced the labor force.

*Sorumlu Yazar

*yunuskaya@harran.edu.tr) ORCID ID 0000-0003-2319-4998
(hsenol@harran.edu.tr) ORCID ID 0000-0003-0235-5764
(akadirm@harran.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-9072-869X
(seymakca@harran.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-7888-5078
(mulukavak@harran.edu.tr) ORCID ID 0000-0003-2092-3075
(nizarpolat@harran.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-6061-7796

Kaynak Göster (APA)

KAYA, Y., ŞENOL, H., MEMDUHOĞLU, A., AKÇA, Ş., ULUKAVAK, M., POLAT, N. (2019). Hacim Hesaplarında İHA Kullanımı: Osmanbey Kampüsü Örneği. Türkiye Fotogrametri Dergisi, 1 (1), 7-10

1. GİRİŞ

Mühendislik projelerinde hacim hesaplamaları nemli bir yere sahiptir. Hacim hesaplamaları genel olarak enkesitlerden, prizmalardan, yüzey nivelman ölçülerinden ve eş yükseklik eğrili haritalardan yararlanılarak yapılır (Yakar ve ark., 2009). Havuz, baraj, gölet vb. yapılarda da su hacmini hesaplamak için geçmişten beri klasik yöntemler kullanılmaktadır. Klasik yöntem uzun yıllardır bu alandaki ihtiyacı karşılama da günümüzde teknolojinin de gelişmesiyle daha hızlı ve ekonomik alternatiflerin oluşması klasik yöntemlerin kullanımını azaltmıştır.

Fotogrametrinin gelişmesiyle birlikte haritacılıkla ilgili birçok alanda klasik yöntem yerini fotogrametrik yöntem bırakmıştır. Fotogrametri; kültürel mirasın 3B modellenmesi (Uslu ve ark., 2016; Yakar ve ark., 2016), tarihi alanların haritalanması (Şenol ve ark., 2017; Henderson ve ark., 2013), kazı alanlarındaki toprak hacminin belirlenmesi (Ulvi, 2018), geniş alanlara ait haritaların ve sayısal yükseklik modelinin oluşturulması (Butler ve ark., 2003) ve alan-hacim hesaplamaları gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Bunların yanında, fotogrametrik yöntemin temel avantajlarından biri örneklemeye boyutunun saha koşullarına göre ayarlanabilmesidir (Bauer ve ark., 2014).

20. yüzyılın başlarında askeri amaçlarla kullanılan insansız hava araçları (İHA) zaman içinde sivil amaçlı tarımsal çalışmalar, haritacılık uygulamaları ve kültürel uygulamalar gibi çeşitli alanlarda yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Yakar ve ark., 2015).

Yakar ve ark. (2010) kazı alanlarındaki hacim hesaplamaları için jeodezik yöntem, yakın resim fotogrametrisi ve lazer tarama yöntemlerini kullanmışlar ve farklı geometrik özelliklere sahip alanlar için farklı yöntemlerin kullanılmasının daha doğru sonuçlar vereceğini belirtmişlerdir. Bügler ve ark. (2014) yeraltı inşaat sahalarındaki kazılan toprak hacmini belirlemek için belirli aralıklarla elde ettiği fotoğrafları kullanarak 3B nokta bulutu oluşturmuşlardır. Bu nokta bulutu üzerinden kazı alanını kaplayan üçgen prizmalar oluşturarak kazı alanının hacmini belirlemişlerdir.

Bu çalışmada Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsü'nde bulunan göletin su hacmi fotogrametrik ve jeodezik yöntemle elde edilen verilerle ayrı ayrı hesaplanmıştır. Ayrıca Harran Üniversitesi Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı'ndan gölet ile ilgili sayısal bilgiler elde edilmiş ve referans verisi olarak hesaplanan verilerle karşılaştırılmıştır. Bunun yanında, fotogrametrik yöntemle elde edilen veriler zaman ve doğruluk açısından jeodezik yöntemle elde edilen verilerle karşılaştırılmış ve her iki yöntemin avantajları ve dezavantajları değerlendirilmiştir.

2. MATERYAL METOT

Çalışma alanı olarak Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsü'nde bulunan gölet seçilmiştir. Harran Üniversitesi Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı'ndan alınan verilere göre göletin taban alanı 16092,05 metrekaredir. Göletin maksimum derinliği 1,70 metre ve idarenin uygun gördüğü su yüksekliği 1,40 metredir (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma Alanı

Çalışmada yaklaşık 20 dakika uçuş süresine sahip, 8 pervaneli ve üzerinde 20,2 megapiksel kompakt bir kamera bulunan TURKUAV marka insansız hava aracı kullanılmıştır. Uygulama sırasındaki jeodezik ölçmeler için yatayda 8 mm+1 ppm, düşeyde ise 15 mm + 1 ppm ölçü hassasiyetine sahip STONEX marka GPS kullanılmıştır (URL-1).

Çalışma kapsamında temizlik amacıyla boşaltılan havuzda CORS yöntemiyle GPS ölçümü yapılmıştır. Bu kapsamda gölete ait tüm kırık noktalar hem taban hem üst seviye üzerinden ölçülmüştür. Ayrıca göletin tabanına homojen dağılım sağlayacak şekilde 30 noktanın koordinat alımı yapılmıştır. Toplamda, göletin hacmini hesaplama amacıyla 59 noktada ölçümler yapılmıştır.

Çalışma kapsamında İHA ile boş gölete ait 247 adet fotoğraf çekilmiş ve bu fotoğraflardan uygun olanları seçilerek değerlendirme yazılımına aktarılmıştır. Pix4d yazılımında işlenen fotoğraflardan çalışma bölgesine ait dokuz milyondan fazla nokta içeren veri seti elde edilmiştir.

Çalışmada her iki veri setindeki koordinatlar kullanılarak göletin sayısal yüzeyleri ayrı ayrı oluşturulmuştur. Sayısal yükseklik modeli 25 santimetre mekânsal çözünürlükte olup boş kalan hücreler enterpole edilmiş, diğer hücrelerde ise ortalama değer alınmıştır. Böylelikle çalışma alanının yükseklik bilgisini içeren ve boş hücresi olmayan bir yükseklik modeli elde edilerek, hacim hesabında temel metot olan " $V = \text{Taban alanı} \times \text{yükseklik}$ " yaklaşımı kullanılmıştır (Şekil 2).

Çalışma kapsamında hacim her iki veri seti için, ikişer kez hesaplanmıştır. İlk hesaplamada göletin üst sınırı olan 1,70 metre yüksekliği dikkate alınmıştır. Fakat gölet, yönetmelikler ve güvenlik gerekçesi ile tam doldurulamamaktadır. Bu sebeple ikinci yükseklik olan 1,40 metreye göre yeniden hesaplama yapılmıştır. Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı'ndan temin edilen gölet hacmi de bu yüksekliğe göre hesaplanmıştır. Hacim hesapları açık kaynak kodlu yazılımlar kullanılarak yapılmıştır.

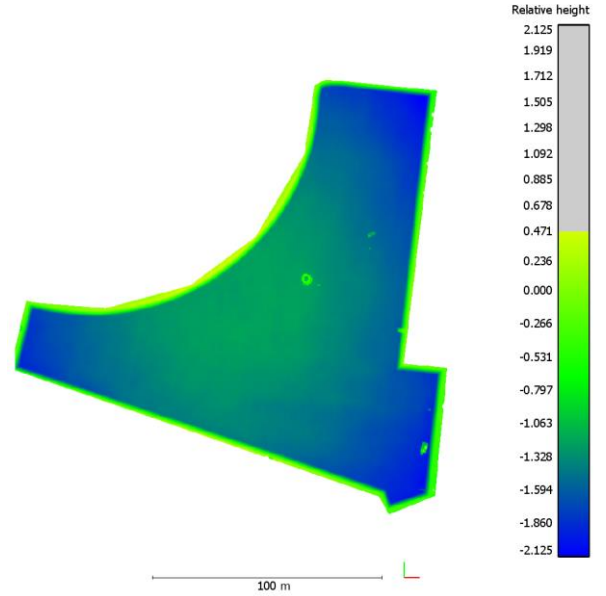


Şekil 2a Üstten görünüm **2b.** Eğik Görünüm **2c.**Yükseklik Farkı

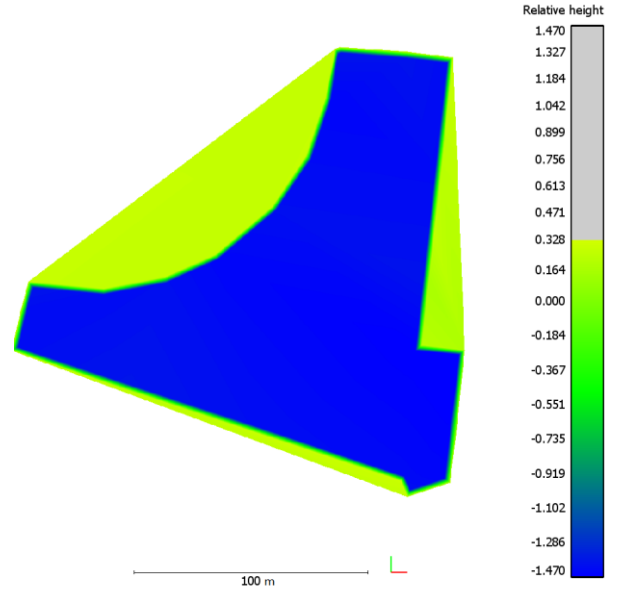
3.ANALİZ

Çalışma kapsamında jeodezik ve fotogrametrik yöntemler ilk olarak zaman açısından karşılaştırılmıştır. Bu kapsamda, jeodezik ölçümler ile kırık noktaların ve taban noktaların koordinatları 3 saatte elde edilmiştir. Koordinatların yazılıma aktarılması, değerlendirilmesi ve hacim hesabının yapılması 30 dakika sürmüştür. Jeodezik yöntemdeki arazi ve ofis çalışması toplamda yaklaşık 3,5 saat sürmüştür. Fotogrametrik yöntemde ise fotoğraf çekim süresi 15 dakika, görüntülerin yazılımda işlenmesi, nokta bulutunun oluşturulması ve hacim hesaplama işlemi 1,5 saat olmak üzere arazi ve ofis çalışması toplamda yaklaşık 1 saat 45 dakika sürmüştür.

Çalışma kapsamında yapılan ikinci analiz hacim hesabına yöneliktir. Bu nokta yapılan analizlere göre fotogrametrik yöntemde 9.550.057 adet noktadan oluşan nokta bulutu üretilmiş ve havuzun toplam su tutma kapasitesi 28.932,310 metreküp olarak tespit edilmiştir. Jeodezik yöntemde ise toplam 59 adet nokta kullanılmış ve havuzun toplam kapasitesi 28.619,099 metreküp olarak bulunmuştur. Ancak hesaplanan bu iki hacim değeri de göletin derinliği olan 1,70 metreye göre yapılmıştır. Kurumdan alınan referans veride göletin toplam su tutma kapasitesi belirtilmemiştir. Bunun yerine havuzun planlanan su yüksekliği olan 1,40 metre için hacmi belirtilmiştir. Bu şekilde belirtilen hacim ise 23.430,09 metreküptür. Programda taban kotundan itibaren su yüksekliği kadar eklenerek su yüzeyi belirtilmiş ve bu yüzeye kadar olan hacim fotogrametrik yöntemde 23.547,669 metreküp (Şekil 3), jeodezik yöntemde ise 22.476,313 metreküp (Şekil 4) olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3. Fotogrametrik yöntemle hesaplanan derinlik



Şekil 4. Jeodezik yöntemle hesaplanan derinlik

Sonuçlar incelendiğinde gerçek hacim değeri ile fotogrametrik yöntemle elde edilen hacim değeri arasında %0,50, jeodezik yöntemle elde edilen değer arasında ise %4,07 fark bulunmaktadır (Tablo 1).

Tablo 1. Hacim değerleri

	Toplam su hacmi (m ³) (1,70m için)	Toplam su hacmi (m ³) (1,40m için)	Fark (%) (1,40m için)
Referans		23.430,090	
Fotogrametrik yöntem	28.932,310	23.547,669	0,50
Klasik yöntem	28.690,208	22.476,313	4,07

4. SONUÇLAR

Fotogrametrik yöntem hem mühendislik çalışmalarında hem başka disiplinlerde birçok konuda pratik çözümler sunmaktadır. Hacim hesaplamaları da mühendislik projelerinde önemli bir yer tutmakla birlikte zaman, maliyet ve iş yükü açısından dikkat edilmesi gereken uygulamalardandır. Yapılan bu çalışmada hacim hesaplamalarında jeodezik ve fotogrametrik yöntem ayrı ayrı değerlendirilerek her ikisinin de avantajları ve dezavantajları incelenmiştir.

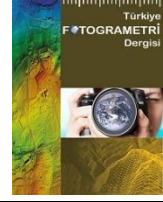
Çalışmada fotogrametrik yöntemin klasik yöntemle oranla zaman açısından %50 avantajlı olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca klasik yöntemde üç kişiyle yapılan işlem fotogrametrik yöntemde bir kişiyle yapılabildiği için iş gücü açısından da avantaj sağlanmaktadır. Hassasiyet açısından bakıldığında ise fotogrametrik yöntemin üstün olduğu görülmektedir. Bu çalışmada olduğu gibi, seçilen küçük bir alanda dahi fotogrametrik yöntemin klasik yöntemle olan üstünlüğü görülebilmektedir. Daha büyük mühendislik projelerini içeren alanlarda yapılan çalışmalarda ise zaman, maliyet ve iş gücü açısından çok daha büyük avantajlar sağlayacağı açıktır. Fotogrametrik yöntemin bir başka avantajı ise yapılan çalışmada araziye ait koordinat ve görüntü verileri toplandığı için daha sonra yapılacak çalışmalarda tekrar araziye çıkma zorunluluğunu ortadan kaldırmasıdır.

KAYNAKÇA

- Bauer, T., Strauss, P., & Murer, E. (2014). A Photogrammetric Method for Calculating Soil Bulk Density. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 177(4), 496-499.
- Butler, J.B., Lane, S.N., & Chandler, J. H. (1998). Assessment of DEM quality for characterizing surface roughness using close range digital photogrammetry. *The Photogrammetric Record*, 16(92), 271-291.
- Bügler, M., Ogunmakın, 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.*
- Henderson, J., Pizarro, O., Johnson-Roberson, M., & Mahon, I. (2013). Mapping submerged archaeological sites using stereo-vision photogrammetry. *International Journal of Nautical Archaeology*, 42(2), 243-256.
- Şenol, H.I., Erdoğan, S., Onal, M., Ulukavak, M., Memduhoğlu, A., Mutlu, S., & Yılmaz, M.

(2017). 3D Modelling of A Bazaar In AncientHarran City Using Laser Scanning Technique. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences*, 42.

- Ulvi, A. (2018). Analysis of the Utility of the Unmanned Aerial Vehicle (UAV) in Volume Calculation by Using Photogrammetric Techniques. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 3(2), 43-49.
- Uslu, A., Polat, N., Toprak, A. S., & Uysal, M. (2016). Kültürel Mirasın Fotogrametrik Yöntemle 3B Modellenmesi Örneği. *Electronic Journal of Map Technologies*, 8(2), 165-176.
- Yakar, M., Toprak, A.S., Ulvi, A., & Uysal, M. (2015, Mart). Konya Beyşehir Bezariye Hanının (Bedesten) İHA ile Fotogrametrik Teknik Kullanılarak Üç Boyutlu Modellenmesi. *Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.*
- Yakar, M., Yılmaz, H.M., & Mutluoğlu, Ö. (2016). Close range photogrammetry and robotic total station in volume calculation. *International Journal of Physical Sciences*, 5(2), 86-96.
- Yakar, M., Yılmaz, H. M., & Mutluoğlu, Ö. (2009). Hacim Hesaplarında Lazer Tarama ve Yersel Fotogrametrinin Kullanılması. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12.Türkiye Harita Bilimsel Teknik Kurultayı, Ankara.*
- 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. *Geomatik1(1)*, 14-18.
- URL-1, Erişim Adresi:
<https://dogaelektronik.com.tr/>



İnternet Tabanlı Veri Kullanımıyla Yerleşim Alanlarının Modellenmesi: Çiftlikköy Kampüsü Örneği

Halil İbrahim Şenol^{*1}, Yunus Kaya¹

¹Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye

Anahtar Kelimeler

3B Şehir Modeli
CityEngine
Modelleme

ÖZ

3B şehir modeli temel olarak şehrin sayısal ortamda gerçeğe yakın bir modeli olarak tanımlanabilir. Son yıllarda teknolojinin ilerlemesiyle birlikte 3B şehir modelleri afet yönetimi, mekânsal veri altyapılarının ve belediye imar planlarının oluşturulması gibi birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır. 3B şehir modellerinin oluşturulmasında klasik tekniklerin yanında modern teknikler de kullanılmaktadır. Ancak klasik yöntemde modellenecek şehre ilişkin çok sayıda bina ve model bulunduğu için zaman ve maliyet açısından olumsuzluklar yaşanmaktadır. ESRI şirketi tarafından geliştirilen CityEngine yazılımı, uzun ve zahmetli olan modelleme işleminin çok daha hızlı bir şekilde yapılmasını mümkün kılmayı başarmıştır. Ayrıca yazılımda oluşturulan 3B modellere; binalara ilişkin orijinal dokuların kaplanması sayesinde gerçekçi bir model elde edilebilmektedir. Yüksek hassasiyet gerektirmeyen büyük alanların 3B modellenmesinde herhangi bir arazi çalışması gerektirmeden, yalnızca internet tabanlı veriler kullanılarak modelleme yapmak mümkündür. Bu çalışmada Mersin Üniversitesi Çiftlikköy Kampüsü'nün 3B modellenmesi yapılmıştır. Çalışmada kullanılan görüntülerin tamamı internet ortamından elde edilmiş ve CityEngine yazılımı yardımıyla kampüs alanının 3B modeli oluşturulmuştur. Çalışmanın amacı yalnızca internet üzerinden elde edilen ücretsiz verilerle herhangi bir yerin 3B modelinin oluşturulabileceğini ve bu modelin farklı amaçlardaki çalışmalara altlık oluşturabileceğini belirtmektir.

Modeling of Settlement Areas by Using Internet Based Data: The Case of Çiftlikköy Campus

Keywords

3D City Model
CityEngine
Modelling

ABSTRACT

The 3D city model can basically be described as a realistic model of the city on digital platforms. With the development of technology in recent years, 3D city models have been used in many areas such as disaster management, spatial data infrastructures and municipal zoning plans. In addition to classical techniques, modern techniques are used in the creation of 3D city models. However, when modeling by classical method, because of the large number of buildings in the modeled city, there are problems in terms of time and cost. The CityEngine software developed by ESRI makes it possible to perform the long and laborious modeling process much faster. In addition, 3D models created in the software; a realistic model can be achieved by covering the original textures of buildings. In 3D modeling of large areas that do not require high sensitivity, it is possible to model using only Internet-based data without requiring any fieldwork. In this study, 3D modeling of Mersin University Ciftlikkoy Campus was created. All of the images used in the study were obtained from the internet and 3D model of the campus area was created by using CityEngine software. The aim of the study is to indicate that a 3D model of any place can be created only with free data obtained over the internet and this model can serve as a basis for studies with different purposes.

*Sorumlu Yazar

(hsenol@harran.edu.tr) ORCID ID 0000-0003-0235-5764
(yunuskaya@harran.edu.tr) ORCID ID 0000-0003-2319-4998

Kaynak Göster (APA)

ŞENOL, H, KAYA, Y. (2019). İnternet Tabanlı Veri Kullanımıyla Yerleşim Alanlarının Modellenmesi: Çiftlikköy Kampüsü Örneği. Türkiye Fotogrametri Dergisi, 1 (1), 11-16
Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tufod/issue/50271/630438>

Araştırma Makalesi
DOI: XXXXXXXXXXXX

Geliş Tarihi: 07/10/2019; Kabul Tarihi: 12/11/2019

1. GİRİŞ

Şehir planlama ve planlamaya uygun alanların belirlenmesi (Sevgen, 2018) yerel belediyelerin ürettiği imar planlarının oluşturulmasında önemlidir. Tabii ki imar planları oluşturulurken ve şehrin gelecekteki kaderi belirlenirken mümkün olduğunca hassas bir biçimde çalışmak gereklidir. Bu doğrultuda yeryüzü verileri doğru bir biçimde kayıt altına alınmalı ve işlenmelidir. Fakat her ne kadar hassas kayıt işlemleri yapılsa da iki boyutlu planların üzerinden konuşmak ve gelecek planı yapmak gerçekçi değildir.

Son yıllarda bilim dünyasındaki gelişmeler ve teknolojik ilerlemelerle birlikte çeşitli sorunların üstesinden gelinmektedir. 2B planlama, bina alanının sınıflandırılması, bina kullanımı, alan kullanımını, yeşil alanlar ve bina türü gibi çeşitli bilgileri içerir fakat yalnızca 3B model kullanılarak yapılacak planlama bunları görmemizi sağlar (Radiés, 2013). Bu doğrultuda şehir planlama ve imar planları için teknolojik gelişmeler düşünüldüğünde, 3B bina modelleme ve Bina Bilgi Modeli (BIM) sistemlerinin etkin bir biçimde kullanımı kaçınılmazdır. Buna rağmen şehirlerin 3B modellenmesindeki zorluk hala aşılması gereken bir problemdir (Jazayeri, 2012). Bu bağlamda kullanılacak çeşitli 3B model oluşturma teknikleri mevcuttur. Bunlar klasik yöntemler ve modern yöntemler olarak ayrılabilir. Klasik yöntemlerde şehir planlarının oluşturulmasında modellenecek çok sayıda bina ve modellerken kullanılacak çok fazla doku vardır. Detayın artmasından dolayı yapılması düşünülen 3B şehir modelini oluşturmak zaman ve maliyet kaybına neden olmaktadır. Bununla birlikte, prosedürel modelleme (Choei ve Jeon, 2016; Antunes, 2013) ile oluşturulan tasarımlar şehir planlarının ve master planların önceden görüntülenmesi ve karar aşamasının kolaylaştırılmasında yardımcı olurlar (Ulmer ve ark., 2007, Kunze ve ark., 2012). Prosedürel modellemenin yapılabilmesi ve kullanılabilir bir hale getirilmesi için CGA kural dosyaları (Edvardsson, 2013) oluşturulur ve bu kural dosyaları içine elde edilen bilgiler işlenir.

Son yıllarda ise ESRI tabanlı bir yazılım olan CityEngine, uzun ve zahmetli bir sürece sahip modelleme işlemini prosedürel modelleme metodunu kullanarak çok daha hızlı bir biçimde sonuçlandırabilmektedir. Klasik metodlar kullanıldığında, model üretimi çok fazla zaman ve para kaybına neden olurken CityEngine modelleme tekniği bu sorunu ortadan kaldırmaktadır (Jin ve ark., 2015). Yazılım kullandığı coğrafi altyapısı ve kullanım kolaylığı sebebiyle etkili sonuçlar üretmektedir (Arnold ve Lafreniere, 2018). CityEngine kullandığı coğrafi altyapısıyla hem coğrafi doğruluğu yüksek hem de kaliteli modeller üretebilmektedir. Bununla birlikte, bina içi modelleme ve rota görüntüleme ile 3B bina içi rota belirleme uygulamaları yapılabilir (Kim ve Wilson, 2015).

CityEngine yazılımının kullanımı ile oluşturulan parametreler ile 3B kent alanları ve bu alanlardaki değişimler izlenebilir (Botica ve ark., 2015). Yazılım aracılığıyla oluşturulan modeller modern kent planlarında kullanılabileceği gibi tarihi şehirlerin (Richards-Rissetto ve Plessing, 2015) yeniden gün yüzüne çıkarılmasını da sağlayabilir (Dylla ve ark., 2008, Saldana ve Johanson, 2013). Gerek bireysel olarak çekilen fotoğraflar gerekse sayısal olarak üretilen yüzeyler ile şehir modeli üretimi gerçekçi, kolay ve hızlı bir biçimde gerçekleştirilebilir (Singh ve ark., 2014, Jia ve Liao, 2017). Yapıların yüzeyleri fotoğraf çekilerek oluşturulacağı gibi, yapı şekilleri ve çatıları da uydu fotogrametrisi yöntemiyle elde edilebilir (Müller Arisona ve ark., 2013)

Web tabanlı uygulamalar ile yeni şehir projelerinin oluşturulması ve sunulması bu süreçteki işlemleri hızlandıracaktır (Schaller ve ark., 2015). Ayrıca akıllı şehirler fikir altyapısı kapsamında 3B şehir modelleri sanal gerçeklik ortamına aktarılarak sanal bir yaşam ortamı oluşturulabilir (Prendinger ve ark., 2013). Ayrıca CityEngine aracılığıyla 3B modeller üzerinden yapılacak simülasyon ile çevresel gürültünün grafik tanımlaması yapılabilir (Liu ve ark., 2014). Bununla birlikte oyun ve filmlerde de üretilen şehir modelleri kullanılabilir. Bunlara örnek olarak Zootopia filmi ve altyapısında kullandığı şehir modeli verilebilir.

Bu çalışmada ise internet üzerinden elde edilen verilerle bir coğrafi doğruluğu yüksek bir biçimde kampüs modelinin oluşturulması konu alınacaktır. Bununla birlikte yapılan model web ortamında yayınlanarak en temel seviye CBS kullanıcılarının dahi anlayabileceği bir forma sokulacaktır. Bu sayede, bir kent planının hazırlanması sonrası oluşturulan modeller aracılığıyla karar vericilerin yapılan teknik işlemleri çok daha kolay bir şekilde anlaması sağlanabilecektir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada Mersin Üniversitesi Çiftlikköy Kampüsü (Şekil 1) ele alınmış ve tamamen internet üzerinden sağlanan veriler üzerinde çalışılmıştır. Yapılan uygulamada amaç, kullanılan yöntem ile internet üzerinden elde edilen ücretsiz verilerle dahi herhangi bir yerin 3B tanımlanabileceğini ve elde edilen modelin fiziki çalışmalara altlık oluşturabileceğini belirtmektir. Yapılan uygulama iki temel adımla tanımlanabilir.



Şekil 1. Çalışma alanı



Şekil 2. Modelleneyecek kampüs alanı

2.1. Verilerin Elde Edilmesi

Prosedürel modelleme yönteminde kullanılacak veriler çeşitli yöntemlerle elde edilebilir. Altık olarak kullanılacak arazi modeli fotogrametrik yöntemle elde edilebileceği gibi internet üzerinden indirilebilecek arazi model verileri de kullanılabilir. Burada önemli olan elde edilecek modelin hassasiyetine göre karar vermektir. Bu doğrultuda, yapılan uygulama zaman ve maddi olarak daha avantajlı olan ücretsiz verilerle elde edilebilecek bir kampüs modelinin uygunluğunu ortaya koymaya yöneliktir.

2.1.1. Arazi modelinin oluşturulması

Dünya üzerinde ücretsiz coğrafi veri sağlayan çeşitli platformlar mevcuttur. Bununla birlikte, bu çalışmada Open Street Map (OSM) platformu üzerinden elde edilen veriler kullanılmıştır. OSM verilerinin kullanılmasındaki en temel üç neden;

- 1-Platformun sunduğu ücretsiz verilerin temel bir coğrafi altyapı ve öznitelik bilgisine sahip olması,
- 2-Normal şartlarda çeşitli kurumlardan elde edilmesi gereken ve işlemleri uzatan kullanım alanları verilerinin bir kısmının da olsa platform üzerinden elde edilebilmesi,
- 3-Çalışmanın uygulandığı CityEngine platformunun OSM veri desteğine sahip olması gösterilebilir.

OSM üzerinden çeşitli çözünürlük değerlerine sahip veriler elde edilebilir ve bu sayede gerçeğe uygun bir arazi modeli elde etmek mümkün olacaktır (Şekil 2).

Elde edilen arazi modelinin hassasiyeti uygun projeksiyon sisteminin seçilmesiyle artırılabilir. Projeksiyon seçimi ile daha sonra internet üzerinden yayınlayacağımız verinin Web Mercator projeksiyonu üzerinde doğru yere yerleşmesini sağlayabiliriz. Bu sayede veri üzerindeki denetim ve doğruluk kontrollerinin hassasiyeti artacaktır.

Arazi modeli oluşturulurken öncelikle kampüs alanının modelleneyecek olan kısmından bir kesit ayrılmıştır ve OSM üzerinden arazi verisi, doku verisi ve bunlara ek olarak bina ve yol taban alanı verileri indirilmiştir.

2.1.2. Altık verilerin elde edilmesi

Bir diğer önemli husus ise arazi kullanım alanlarının belirlenmesidir. Arazi kullanımının çalışmanın yapıldığı bölgeye gitmeden ya da oradan bir veri alınmadan doğru bir biçimde belirlenmesi her ne kadar mümkün olmasa da imkânsız değildir. Özellikle sadece görselleştirme amaçlı veya durum tespiti amacıyla yapılacak modellerde internet üzerinden elde edilecek verilerin öznitelik bilgileri kullanılarak arazi kullanım alanları belirlenebilir. Bununla birlikte, günümüzde oldukça güncel olan ve sürekli denetlenen web harita sistemleri kullanılarak, doğruluğu zayıf olsa da modelin kullanılacağı temel projelerde yeterli seviyede doğru sonuçlar elde edilebilir.

2.1.3. Modeli oluşturulacak yapıların fotoğflanması

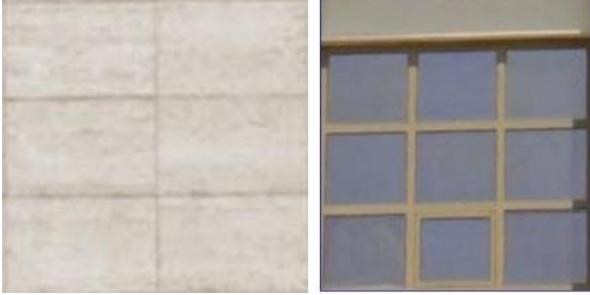
Günümüzde her ne kadar model oluşturmada fotogrametrik yöntemin kullanıldığı çeşitli uygulamalar olsa da bunların birçoğu arazide birebir uygulama gerektirmektedir. Bununla birlikte önereceğimiz yöntem ile arazi üzerinde hiç çalışma yapmadan gerekli veriler elde edilerek yapı modelleri oluşturulabilir. Yapı modellemesi için kullanılacak yöntemlerden bahsedecek olursak;

- 1-İnsansız Hava Aracı (İHA) fotogrametrisiyle elde edilen fotoğrafların çeşitli yazılımlar (Pix4d, Agisoft vb.) aracılığıyla modellenmesi,
- 2-Yersel fotogrametrik yöntem kullanılarak kalibrasyon ayarları bilinen veya metrik bir fotoğraf

makinesiyle çekilen fotoğraflar ile yapı modellemesi ve,

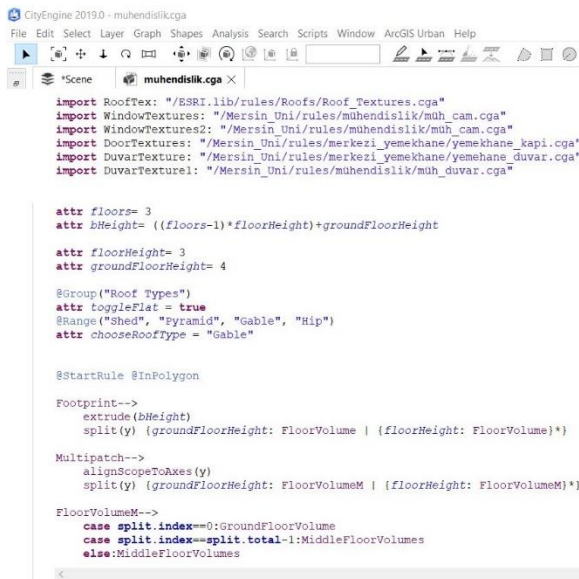
3-Sadece bina yüzeyine ait fotoğrafları çekerek CityEngine yazılımı üzerinde kullanılan blok model üzerine "cga" kural dosyası tanımlamalarıyla yapı modellemesi yöntemleri kullanılabilir.

Yukarıda sıralanan yöntemlerden sonuncusunun dikkat çekici yanı ise arazi üzerinde birbirine benzeyen yapılardan yalnızca birine ait doku fotoğraflarının çekilerek yüzey modellemesinin yapılabilmesidir (Şekil 3). Bu sayede tek tek yapılacak bina modellemesinin oluşturacağı zorlukların önüne geçilebilir. Literatürde buna prosedürel modelleme denmektedir.



Şekil 3. Farklı yüzeylere ilişkin fotoğraflar

Prosedürel modelleme tekniği aracılığıyla arazi üzerinde elde edilen birkaç yapı fotoğrafı ile büyük bir şehrin modelini oluşturabilmeniz mümkündür. Çünkü prosedürel modelleme kural dosyaları (cga rule files) tanımlamalarıyla çalışır ve bu sayede birden fazla bina ayak izi seçilerek sadece bir bina için oluşturulan model altyapısı kullanılır (Şekil 4). Bu sayede büyük bir şehir gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra saniyeler içerisinde modellenilebilir.



Şekil 4. CGA kural dosyası

2.2. Kampüs Binalarının ve Kullanım Alanlarının Modellenmesi

Çalışmada kampüs gibi çok sayıda bina içeren büyük alanların kolayca modellenebilmesi için CityEngine yazılımından faydalanılmıştır. Modellemesi yapılacak alandaki binalara ilişkin internet üzerinden alınan doku fotoğrafları yazılıma, kural dosyası şeklinde tanıtılmış ve bu kurallar aynı dokuya sahip tüm binalar için uygulanmıştır. Bu sayede birbirine benzeyen çok sayıda binanın modellenmesi için dokuya ait kural kodunun programa bir kez yazılması yeterlidir. Yazılımda bina şekli, kat adeti, kat yüksekliği, kapı ve pencere boyutları gibi parametreler kural olarak kodlanabildiği için gerçek boyutlara çok yakın bir görünüm elde etmek mümkündür.

Yazılıma bina özelliği ve doku fotoğrafları tanımlandıktan sonra 3B bina modelleri elde edilmiştir (Şekil 5). Oluşturulan bu modeller web haritalama sistemlerinden temin edilen altlıklar üzerine konumlandırıldığından kampüs alanının gerçeğe yakın görünümü ve 3B modeli bilgisayar ortamında sunulabilmektedir (Şekil 6).



Şekil 5. Elde edilen 3B bina modelleri



Şekil 6. Kampüs alanının 3B modeli

3. BULGULAR

Kampüs gibi çok sayıda binanın bulunduğu büyük yerleşim alanlarının 3B modellenmesi ileride yapılacak çalışma ve projelerde altlık olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda büyük bir gelişme gösteren 3B modelleme yöntemlerinin avantajları ve dezavantajları mevcuttur. Büyük alanların 3B modellemesinin oluşturulmasında karşılaşılan zorluklardan bir tanesi de fazla sayıda binanın 3B modellemesini oluşturmak ve oluşturulan modellere doku kaplanmasının çok zaman almasıdır.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada araziye gitmeden, yalnızca internet üzerinden elde edilen verilerle Mersin Üniversitesi Çiftlikköy Kampüs alanının bir kısmının 3B modellenmesi yapılmıştır. Çalışmada binalara ilişkin öznitelikler yazılıma kural dosyası şeklinde tanıtıldığı için binalar orijinal boyut ve özelliktedir. Ayrıca çalışmada birbirine benzeyen binaların dokularının bir kez yazılıma tanıtılması ve tüm binalara aynı şekilde uygulanmasıyla zaman açısından büyük tasarruf edilebileceği gösterilmiştir. Bu uygulamada yüksek hassasiyet gerektirmeyen modelleme işlemlerinin internet tabanlı verilerle prosedürel modelleme tekniğini kullanarak zaman ve maliyet açısından büyük avantajlar sağlanabileceği gösterilmiştir. Yapılan bu çalışmada prosedürel modelleme yönteminin küçük alanlarda başarılı bir şekilde uygulanabileceği gösterilmiştir. Daha büyük yerleşim yerleri için de bu yöntemin büyük kolaylıklar sağlayacağı öngörülmektedir.

KAYNAKÇA

- Antunes, S. C. (2013). Virtual campus for the university of jaume I, castelló, spain: 3D modelling of the campus buildings using CityEngine (*Doctoral dissertation*).
- Arnold, J. D. M., & Lafreniere, D. (2018). Creating a longitudinal, data-driven 3D model of change over time in a postindustrial landscape using GIS and CityEngine. *Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development*, 8(4), 434-447.
- Botica, N., Martins, M., Ribeiro, M. D. C. F., & Magalhães, F. (2015). 3D representation of the urban evolution of Braga using the CityEngine tool. *Managing archaeological heritage: past and present*, 132-143.
- Choei, N. Y., & Jeon, S. H. (2016). Procedural Modeling of a Residential Site Using the Interoperability between the GIS and CityEngine: An Adaptation of the Radburn Type Cul-de-sac Roadsystem and Housing. *GSTF Journal of Engineering Technology (JET)*, 3(4), 4.
- Dylla, K., Frischer, B., Müller, P., Ulmer, A., & Haegler, S. (2008). Rome reborn 2.0: A case study of virtual city reconstruction using procedural modeling techniques. *Computer Graphics World*, 16(6), 62-66.
- Edvardsson, K. N. (2013). 3D GIS modelling using ESRI's CityEngine: a case study from the University Jaume I in Castellon de la Plana Spain (*Doctoral dissertation*).
- Jazayeri, I. (2012). Trends in 3D land information collection and management. Centre for Spatial Infrastructures, Land Administration, Department of Infrastructure Engineering, University of Melbourne.
- Jia, G., & Liao, K. (2017, March). 3D modeling based on CityEngine. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1820, No. 1, p. 050001). AIP Publishing.
- Jin, X., Wang, F., Hao, L., Duan, Y., & Chen, L. (2015). Analysis of the Modeling Method and Application of 3D City Model based on the CityEngine. In *International Conference on Advances in Mechanical Engineering and Industrial Informatics*. Atlantis Press.
- Kim, K., & Wilson, J. P. (2015). Planning and visualising 3D routes for indoor and outdoor spaces using CityEngine. *Journal of Spatial Science*, 60(1), 179-193.
- Kunze, A., Dyllong, J., Halatsch, J., Waddell, P., & Schmitt, G. (2012). Parametric Building Typologies for San Francisco Bay Area: A conceptual framework for the implementation of design code building typologies towards a parametric procedural city model. *Digital Physicality: Proceedings of the 30th eCAADe Conference, Czech Republic*, 187-193.
- Liu, X. L., Yang, X. Y., & Zhu, T. (2014). The Method Research of Environmental Noise 3D Graphic Expression based on CityEngine. In *Advanced Materials Research* (Vol. 989, pp. 4945-4948). Trans Tech Publications
- Müller Arisona, S., Zhong, C., Huang, X., & Qin, R. (2013). Increasing detail of 3D models through combined photogrammetric and procedural modelling. *Geospatial Information Science*, 16(1), 45-53.
- Prendinger, H., Gajananan, K., Zaki, A. B., Fares, A., Molenaar, R., Urbano, D., ... & Gomaa, W. (2013). Tokyo virtual living lab: *Designing smart cities based on the 3d internet*. IEEE Internet Computing, 17(6), 30-38.
- Radies, C. (2013). Procedural random generation of building models based Geobasis data and of the urban development with the software CityEngine. *Bernburg, Germany*, 175-184.
- Richards-Rissetto, H., & Plessing, R. (2015). Procedural modeling for ancient Maya cityscapes initial methodological challenges and solutions. *Digital Heritage* (Vol. 2, pp. 85-88). IEEE.
- Saldana, M., & Johanson, C. (2013). Procedural modeling for rapid-prototyping of multiple building phases. International Archives of the

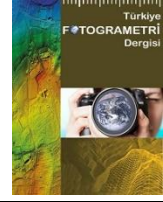
Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 5, W1.

Schaller, J., Ertac, O., Freller, S., Mattos, C., & Rajcevic, Z. (2015). Geodesign Apps and 3D Modelling with CityEngine for the City of Tomorrow. *Digital Landscape Architecture*, 59-70.

Sevgen, S. C. (2018). Airborne Lidar Data Classification in Complex Urban Area Using Random Forest: A Case Study of Bergama, Turkey. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 4(1), 45-51.

Singh, S. P., Jain, K., & Mandla, V. R. (2014). Image based Virtual 3D Campus modeling by using CityEngine. *American Journal of Engineering Science and Technology Research*, 2(1), 01-10.

Ulmer, A., Halatsch, J., Kunze, A., Müller, P., & Gool, L. V. (2007). Procedural design of urban open spaces. *In: Proceedings of eCAADe 2007, Frankfurt*, pp 351–358.



Nesne Tabanlı Sınıflandırma Yaklaşımı Kullanılarak Yolların Tespiti

Abdurahman Yasin Yiğit*¹, Murat Uysal¹

¹Afyonkocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye

Anahtar Kelimeler

Nesne Tabanlı
Sınıflandırma
Detay Çıkarımı
Segmentasyon
İHA
Yol Tespiti

ÖZ

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte gelişen veri toplama yöntemleri yer yüzeyine dair daha fazla bilgi elde etme imkânı sunar. Elde edilen verilerdeki yoğunluk, bu veriler içindeki anlamlı olanlarının çıkarımını mecbur kılmıştır. Daha önceleri istenilen detayların çıkarımı operatörler tarafından manuel bir şekilde gerçekleşmekteydi. Bu durum zaman ve maliyet açısından olumsuz yansımaktaydı. Gelişen detay çıkarımı yöntemleri sayesinde ihtiyaç duyulan nesnelerin otomatik bir şekilde tespiti daha hızlı ve kolay hale gelmiştir. Yüksek çözünürlüklü uydü görüntüleri ve İnsansız Hava Aracı (İHA) ile edinimi gerçekleştirilen görüntülerden bilgi elde etmek için, bir nesnenin ve çevresinin mekânsal ve bağlamsal bilgisini kullanmamız gerekir. Bu gibi uzaktan algılanan verilerden bilgi elde etmek için piksel tabanlı yaklaşımlar uygulanırsa, yalnızca spektral bilgiler kullanılır. Bu nedenle, Piksel tabanlı yaklaşımlar yüksek çözünürlüklü uydü görüntü sınıflandırmasını karşılayamaz ve bilgi çıkarma sadece gri seviye eşikleme yöntemlerine dayanır, böylece bu büyük veri fazlalığı elde edilir. Bu durumu aşmak için nesne yönelimli bir yaklaşım uygulanmaktadır. Bu makalede, Definiens eCognition yazılımı kullanılarak nesne yönelimli bilgi kavramı ortaya konmuştur. Nesne tabanlı yaklaşım metodu ile mekânsal, spektral ve bağlamsal bilgiler gibi farklı nesne özelliklerine dayalı olarak uzaktan algılanan verilerin sınıflandırılmasının mümkün olduğu gösterilmiştir. Ayrıca çalışmada, İHA ile toplanan verilerin fotogrametrik tekniklerle değerlendirilmesi ve obje tabanlı sınıflandırma yaklaşımı ile yolların tespiti yapılmıştır. Daha sonra jeodezik yöntemle çizilmiş vektör veri ile tespiti yapılan yolların karşılaştırılması yapılmıştır.

Determination of Roads by Using Object-Oriented Classification

Keywords

Object Based
Classification
Detail Extraction
Segmentation
UAV
Road Detection

ABSTRACT

Data collection methods developed with the development of technology provide more information about the ground surface. The intensity of the data obtained mandatory the extraction of meaningful ones. Previously, the extraction of the required details was done manually by the operators. This situation has a negative effect on time and cost. Automatic detection of the required objects has become faster and easier thanks to improved detail extraction methods. To obtain information from high-resolution satellite imagery and imagery acquired with a UAV, we need to use the spatial and contextual knowledge of an object and its surroundings. If pixel-based approaches are used to obtain information from such remotely sensed data, only spectral information is used. Therefore, pixel-based approaches cannot meet high-resolution satellite image classification, and information extraction is based solely on gray-level thresholding methods, resulting in complex large data sets. To overcome this situation, an object-oriented approach is applied. In this article, the concept of object-oriented information is introduced by using Definiens eCognition software. With the object-oriented approach method, spatial, spectral and contextual information can be explained according to similar characteristics. In addition, the data collected by UAV were evaluated with photogrammetric techniques and the roads were determined by using an object-based classification approach. Then, the comparison of the roads determined by vector data drawn by the geodetic method was made.

*Sorumlu Yazar

(abdurahmanyasinyigit@gmail.com) ORCID ID 0000-0002-9407-8022
(muysal.aku.edu.tr) ORCID ID 0000-0001-5202-4387

Kaynak Göster (APA)

YİĞİT, A., UYSAL, M. (2019). Nesne Tabanlı Sınıflandırma Yaklaşımı Kullanılarak Yolların Tespiti. Türkiye Fotogrametri Dergisi, 1 (1), 17-24. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tufod/issue/50271/631154>

Araştırma Makalesi
DOI: XXXXXXXXXXXX

Geliş Tarihi: 09/10/2019; Kabul Tarihi: 04/11/2019

1. GİRİŞ

Hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri dışında diğer veri toplama metotları ile gerekli bilgilerin toplanması, değerlendirilmesi ve güncellenmesi zaman alıcı ve daha maliyetli olmaktadır. Hava fotoğrafları ve uydu görüntülerinde bulunan veriler, uzun zamandır geleneksel metotlarla ve operatörler tarafından manuel bir şekilde tespit edilmektedir. Bu tespitlerin otomatik olarak yapılması proje sürecinin hızını arttırmakta ve harcanan masrafların azalmasına katkı sağlamaktadır.

Kent planlaması, meteoroloji, ormancılık, tarım jeolojisi ve peyzaj tespiti gibi birçok alanda yüksek çözünürlüklü görüntülerde mevcut olan bilgilere/verilere çeşitli amaçlar doğrultusunda ihtiyaç duyulmaktadır. Bu verilerin tam değerini araştırmak için yararlı bilgilerin standart bir biçimde çıkarılması gerekir. Temeli görüntü işleme tekniklerine dayanan yarı ve tam otomatik yaklaşım metotları ile görüntü analizleri için çeşitli obje çıkarımı ve sınıflandırma teknikleri kullanılmaktadır.

Detay çıkarımı ve obje sınıflandırılması çalışmaları için literatürde birçok yöntem vardır. Son zamanlara kadar yapılan çalışmaların birçoğunda piksel tabanlı sınıflandırma metodu kullanılmıştır.

Tapan ve ark. (2015) çalışmalarında 30 cm çözünürlüğe sahip kızılötesi dijital hava fotoğrafları kullanılarak, ormanlık alanlardaki yolları eğitilmiş bir sınıflandırma yöntemi ile otomatik olarak belirlemeye çalışmışlardır. Çalışma alanına ait 7 adet (orman, toprak/çılak arazi, ota kaplı arazi, daimi araç yolu, yaz araç yolu, patika, sert zeminli yol sınıfları) eğitim sınıfı belirlemişlerdir. Eğitim alanlarının toplanmasında çalışma alanındaki detayların yoğunluğunu dikkate almışlardır. Sınıflandırma işlemi en büyük benzerlik yöntemi kullanılarak tamamlanmıştır. Sınıflandırma işlemi için piksel tabanlı sınıflandırma metodunu tercih etmişlerdir. Sınıfların doğruluk analizi, fotogrametrik yöntemlerle operatörler tarafından elle sayısallaştırılan vektör verileri kullanılarak yapılmış. Uygulamada, sonucu etkileyen en önemli etmenlerden birinin edinim sırasındaki görüntünün koşulları olduğu belirlenmiştir. Buna en açık örnek, görüntüdeki nesnelere gölgeleri belirtilmiş. Örneğin, bir ağacın gölgesindeki bir yol elle sayısallaştırıldığında operatör tarafından tanımlanabilir, oysa piksel bazlı sınıflandırmada yanlış sınıfta tanımlandığı aktarılmış. Uygulama alanının ormanlık alan olması ve bundan dolayı ağaçların; sıklık, seyreklik, boy vb. özelliklerinin sonucu etkilendiği tespit edilmiş. Kızılötesi ortofoto görüntülerde yapılan piksel tabanlı sınıflandırmanın ormanlık alanlarda operatör yardımcı olabileceği ve geometrik şekli düzgün alanlarda daha anlamlı sonuçlar verebileceği değerlendirilmiştir.

Piksel tabanlı yaklaşımlar her bir piksel üzerinde çalışır ve ayrıca yalnızca spektral bilgilere dayanarak uzaktan algılanan verilerden bilgi alır (Gupta ve Bhaduria, 2014). Bu metodun temel

amacı arazi öz niteliklerine göre görüntüdeki her bir pikseli otomatik olarak bir araya getirmektir. Piksel tabanlı yaklaşımların karşılaştığı sorunlar, nesne tabanlı görüntü sınıflandırmasıyla aşılmaktadır. Nesne Tabanlı bilgi, bir görüntüyü yalnızca tek piksele göre değil, aynı zamanda anlamlı görüntü nesnelerinde ve karşılıklı ilişkileri de yorumlar. Nesneye dayalı bilgi çıkarımı sadece spektrum karakterine değil, aynı zamanda geometri ve yapı bilgisine de bağlıdır (Wei ve ark., 2005).

Marangoz ve ark. (2005) çalışmalarında, geleneksel sınıflandırma yöntemlerinden olan piksel tabanlı sınıflandırma yönteminin sadece piksellerin gri değerine dayandığı için yalnızca spektral bilgi sınıflandırma aşamasında kullanılmasından dolayı nesne tabanlı sınıflandırma yöntemini kullandıklarından bahsetmişlerdir. Kullandıkları yöntem olan nesne tabanlı sınıflandırma ile görüntüyü önce segmentlere ayırdıklarından daha sonra da spektral, uzaysal ve yapısal bilgilerden yararlanılarak sınıflandırma ve obje çıkarımı yaptıklarından bahsetmişlerdir. Sonuç olarak nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi ile otomatik bir şekilde detay çıkarımının başarılı olduğundan ve elde edilen verilerin coğrafi bilgi sistemlerine entegre edilebileceğine değinmişlerdir.

Kalkan ve Maktav 2010 yılındaki çalışmalarında uydu görüntülerinde mekânsal çözünürlük artmasından dolayı piksel tabanlı yöntem ile nesne tabanlı sınıflandırma yöntemini karşılaştırmışlardır. Piksel tabanlı sınıflandırma kapsamında hem kontrollü hem de kontrolsüz sınıflandırma yöntemlerini kullanmışlardır. Sınıflandırma aşamasında 8 tematik sınıf ataması yapmışlar. Kontrollü sınıflandırmada seçilen örneklemelerin sınıflandırmanın sonucunu etkilediğinden bahsedilmiş. Daha sonra nesne tabanlı sınıflandırmada en önemli aşama olan segmentasyon aşamasının önemine ve segmentasyon aşamasından önce girilen değerlere değinilmiş. Segmentasyondan önce girilen değerlerin deneme yanılma yoluyla projeye en uygun değerlerin bulunması gerektiği aktarılmış. Nesne tabanlı sınıflandırmada da 8 adet sınıf hiyerarşisi belirlenmiş. Sınıflandırma sonucunda her iki yöntem içinde doğruluk analizi aktarılmış. Seçilen çalışma alanının küçük olmasından dolayı her iki yöntem ile de başarılı sonuçlar alınmış fakat nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi ile daha anlamlı sonuçların elde edildiğini belirtmişlerdir.

Ortofoto ve uydu görüntüleri verilerinden otomatik olarak yollar ve diğer nesnelere sınıflandırmak için birçok farklı yöntem kullanılmaktadır. Literatürde uzun yıllar boyunca, piksel tabanlı yaklaşım yöntemi projelerde sıkça kullanılmıştır. Bu yöntemlerin literatürdeki doğruluğunu etkileyen en önemli faktör ortofotonun çözünürlüğüdür. Görüntü çözünürlüğü, yolları ve diğer nesnelere belirlemede önemli ve güçlü bir etkiye sahiptir. Yüksek çözünürlüklü ortofotolarda tanımlanabilecek nesnelere düşük çözünürlüklü ortofotolarda net bir şekilde tanımlanamayabilir.

Özellikle yüksek çözünürlüklü görüntülerde, yollar belirli bir genişliğe sahiptir ve ağaçlar, binalar ve araçların etkisiyle yollar kesintiye uğrar. Bu ve diğer nedenlerden dolayı, nesne tabanlı sınıflandırma yaklaşımı; sık yapıların bulunduğu yerleşim alanlarına ait yüksek çözünürlüklü görüntülerden nesne çıkarımı için piksel tabanlı sınıflandırmaya göre daha iyi sonuçlar verebilmektedir.

Nesneye yönelik bilgi çıkarımı, bölümlendirme/bölütleme (segmentasyon) ve sınıflandırma olmak üzere iki ana adımdan oluşur. Başarılı bir segmentasyon adımı için çalışma alanına ait görüntü verilerinde birkaç test uygulaması gerçekleştirilir. Segmentasyon adımından sonra, kullanılan görüntü verisi için farklı parametreler ayarlanarak sınıflandırma yapılır ve istenilen detay çıkarımı gerçekleştirilir.

Literatür de daha çok yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinden detay çıkarımı mevcuttur. Havai yöntemler ile çekilen fotoğraflardan üretilen ortofotolardan detay çıkarımında ise sayısal yüzey modeli (SYM), sayısal arazi model (SAM) gibi ek fotogrametrik ürünlerden yararlanılmıştır. Bazı çalışmalarda ise SYM ve SAM gibi ek ürünler kullanılmadığı fakat RGB (Red-Green-Blue) bantlarına ek olarak yakın kızılötesi (YKÖ/NIR) band kullanılarak farklı algoritmalarından yararlanıldığı görülmektedir.

Bu çalışmada ise İHA ile elde edilen RGB banda sahip görüntü verileri, fotogrametrik olarak değerlendirilmiş ve büyük alanlarda sadece ortofoto kullanılarak nesne tabanlı sınıflandırma yöntemiyle yol detaylarının çıkarımı uygulamalı olarak araştırılmıştır.

2. ÇALIŞMA ALANI VE VERİ TOPLAMA YÖNTEMİ

Bu çalışma Afyon Kocatepe Üniversitesi Ahmet Necdet Sezer Kampüsü'nde belirlenen bir alanda yapılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma Alanı

Son yıllarda ihtiyaç duyulan konumsal verilerin elde edilmesi amacıyla benimsenen yöntemlerden biri de insansız hava araçlarının kullanımınıdır (Yılmaz ve ark., 2018). Teknolojinin gelişmesi ile özellikle harita alanında İHA teknolojisi gün geçtikçe daha etkin bir şekilde kullanılmaktadır. İnsansız hava araçları özel amaçlar için tasarlanmış, herhangi bir alandan kalkış ve iniş yapabilen, uzaktan kumandalı, yarı otomatik veya tam otomatik uçuş yeteneğine sahip araçlardır. Bu araçlar uçuş yeteneklerine göre uçak, helikopter veya zeplin olabilir (Eisenbeiss, 2009; Cömert ve ark., 2012).

Çalışma alanına ait fotoğraf verileri İHA yardımıyla elde edilmiştir.

Çalışma alanı yaklaşık 252 hektarlık bir alandan oluşmaktadır. Çalışma alanına ait havai fotoğraflar İHA (Şekil 2) ile 120 metre yükseklikten farklı açılardan ve bindirmeli olarak çekilmiştir. Çekilen toplam 820 fotoğraftan uygun görülen 808 tanesi çalışmada kullanılmıştır.



Şekil 2. Phantom 3 Professional İHA (url-1)

3. YÖNTEM

Yapılan çalışmanın iş akış şeması Şekil 3'de gösterilmiştir.



Şekil 3. İş Akış Şeması

Araziye 6 adet yer kontrol noktası (YKN) tesis edilmiş olup yer kontrol noktalarının ölçümü GPS ile gerçekleştirilmiştir.

İHA yardımıyla toplanan fotoğrafik veriler, Pix4D yazılımı aracılığıyla fotogrametrik olarak dengelemesi yapılmıştır. Dengeleme sonunda araziden ölçümü yapılan yer kontrol noktaları kullanılarak arazi koordinatlarına dönüştürülmüştür. Daha sonra çalışma alanının ortofotosu üretilmiştir. Üretilen ortofotoların yer örneklem aralığı (GSD) 3,7 cm çözünürlüğe sahiptir. Çalışma alanına ait ortofoto Şekil 4'te gösterilmiştir.

Paket yazılımda fotogrametrik değerlendirme yapıldıktan sonra Omega, Phi, Kappa değerleri sırasıyla 0.533-0.854-6.839 elde edilmiştir.



Şekil 4. Çalışma Alanına Ait Ortofoto Görüntüsü

Elde edilen 3 boyutlu modele yönelik konumsal hatayı tespit etmek için doğruluk analizi yapılmıştır. Bu işlem için GPS cihazı ile elde dengelemede kullanılan koordinatları ile dengeleme sonucu elde edilen YKN değerleri değerlendirilmiştir. Ölçme aleti ile alınan koordinatlar kesin koordinat olarak kabul edilmiştir. Aynı koordinat değerleri yazılımda değerlendirilip farkları hesaplanarak noktaların x,y,z yönündeki karesel ortalama hataları hesaplanmıştır. Tablo 1’de YKN’lere ait hata değerleri, tablo 2’de ortalama hatalar ve tablo 3’te YKN koordinatlarının konum hatası gösterilmiştir.

Tablo 1. GPS ile Elde Edilen YKN Koordinatları ile Pix4D Yazılımına İlişkin YKN Koordinat Değerler

GPS ile Elde Edilen Değerler (Kesin Koordinatlar)				Fotogrametrik Dengeleme Sonucu Elde Edilen Koordinatlar			
N.N	X (m)	Y (m)	Z (m)	N.N	X (m)	Y (m)	Z (m)
1	546313.585	4298465.768	1009.063	1	1009.310	2006.768	102.058
2	546294.945	4297772.252	1008.189	2	1009.029	2013.577	101.185
3	546207.040	4298061.561	1011.345	3	1009.205	2013.476	101.345
4	547075.644	4297516.556	1010.179	4	1009.293	2012.387	101.156
5	546336.895	4297669.194	1008.192	5	1009.689	2010.845	101.177
6	546437.571	4298334.185	1009.476	6	1009.704	2010.835	100.474

Tablo 2. YKN’lere ilişkin Pix4D Yazılımından elde edilen X,Y,Z Koordinatlarının Hata Değerleri

Fotogrametrik Dengeleme Sonucu Elde Edilen Koordinat Hata Değerleri							
N. N	Vi Farklar (cm)			Pix	Vi Vi Farklar cm ²		
	Vx	Vy	Vz		VxVx	VyVy	VzVz
1	2.6	1.8	-0.8	1.6	6.76	3.24	0.64
2	-0.2	-0.1	0.4	0.9	0.04	0.01	0.16
3	-8.9	-13.0	0.2	0.9	79.21	169	0.04
4	0.0	-1.9	2.3	0.8	0	3.61	5.29
5	1.3	2.5	1.8	0.9	1.69	6.25	3.24
6	0.9	2.6	0.0	0.7	0.81	6.76	0

Tablo 3. Pix4D yazılımından elde edilen YKN koordinatlarının konum hatası

	Vi farklar (cm)		
	Vx	Vy	Vz
Vmin	0.0	0.1	0.0
Vmax	8.9	13.0	2.7
Vort	1.9	2.4	1.0
m	3.1	3.9	1.3
mxyz	5.20		

Daha sonra üretilen ortofoto üzerinden Definiens eCognition yazılımı yardımı ile nesne tabanlı sınıflandırma metodu kullanılarak detay çıkarımı işlem adımları gerçekleştirilmiştir.

3.1. Nesne Tabanlı Sınıflandırma

Piksel tabanlı sınıflandırmanın aksine nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi direkt olarak tekil pikseller üzerinde çalışmaz. Bu yöntem, görüntüyü anlamlı bir şekilde segmentasyon işlemi ile gruplandırılmış, birçok pikselden oluşan objeler üzerinden çalışır. Daha sonra sınıflandırma ögesi olarak pikseller yerine bu objeleri kullanır (Carleer ve Wolff, 2006). Homojen olarak oluşturulan bu objeler; “objeleri” spektral, şekil, boyut, doku gibi özellikleri ile birbirleri arasındaki ilişkileri kullanarak sınıflandırma işlemini gerçekleştirir. Kural-bazlı işlem kabiliyetiyle sınıflandırma ağacı kullanarak daha doğru sonuçlar elde edilebilir (Blaschke ve ark., 2011). Piksel tabanlı sınıflandırma yöntemlerinde kullanılan spektral ve dokusal bilginin yanında şekil karakteristiklerini ve komşuluk ilişkilerini kullanırlar. Ayrıca obje tabanlı sınıflandırma yöntemi piksel tabanlı sınıflandırma yönteminden farklı olarak bulanık mantık sınıflandırmasına olanak sağlar. Bu durumda her bir obje birden fazla sınıf üyeliğine sahip olabilir. Sınıf

üyelikleri 0 ile 1 arasında değişkenlik gösteren bir rakam ile ifade edilir. Bu değer ölçeğinde 1 değeri pikselin o sınıfa ait tam üyeliğini temsil ederken, 0 değeri hiçbir üyeliğinin olmadığını göstermektedir. 0 ile 1 değerleri arasında değerler ise büyüklükleri oranında üyeliğin olacağını gösterir (Boyacı, 2012).

Nesne tabanlı yöntemin tercih edilmesindeki bir başka sebep ise çoğu görüntü analizi uygulamasında beklenen sonuç, objelerin gerçek sınıfa atanması ve gerçek şekillerinde olmasıdır. Bu beklenti alışılmış piksel tabanlı yaklaşımlarla sağlanamaz (Hofmann, 2001).

Ayrıca nesne tabanlı yaklaşım, pikselleri segmentasyon aşamasında gruplandırarak bu segmentlerin renk, sıklık ve komşuluk gibi birçok özelliğini kullanmasından dolayı piksel tabanlı yaklaşıma göre tematik sınıf için daha anlamlı ve olumlu sonuçlar vermektedir. Aynı zamanda nesne tabanlı sınıflandırma işlemi, kullandığı karar seti (ruleset) ya da bulanık mantık (fuzzy logic) algoritmaları ile devamlı olarak güncellenebilir bir yapıya sahiptir. En çok kullanılan nesne tabanlı görüntü analizi yazılımı olan Definiens eCognition yazılımı sahip olduğu en yakın komşuluk (nearest neighbour) sınıflandırma yöntemi ile de piksel tabanlı yaklaşıma benzer bir yaklaşım sunmakta ve aynı anlamlı sonuçları daha pratik bir şekilde vermektedir (Kalkan ve Maktav, 2010).

4. UYGULAMA

Nesne tabanlı sınıflandırmada en önemli ve ilk aşama segmentasyon aşamasıdır. Segmentasyon, benzer spektral özelliklere sahip piksellerin gruplandırılması ve görüntü objelerinin oluşturulması işlemidir. Segmentasyonun amacı; görüntünün birbirinden farklı alt bölümlere ayrılması ve görüntüden anlamlı nesnelere yaratılmasıdır (Baatz ve Schape, 2000). Ayrıca, çoğu durumda belirli bir görev için bir görüntüde ilgilenilen, istenilen nesnelere otomatik olarak çıkarılmasının mümkün olması da segmentasyonun amaçları arasındadır. Segmentasyon işlemi, yukarıdan-aşağıya (topdown) ve aşağıdan-yukarıya (bottom-up) olmak üzere iki farklı yöntem olarak işlenmektedir (Definiens, 2012).

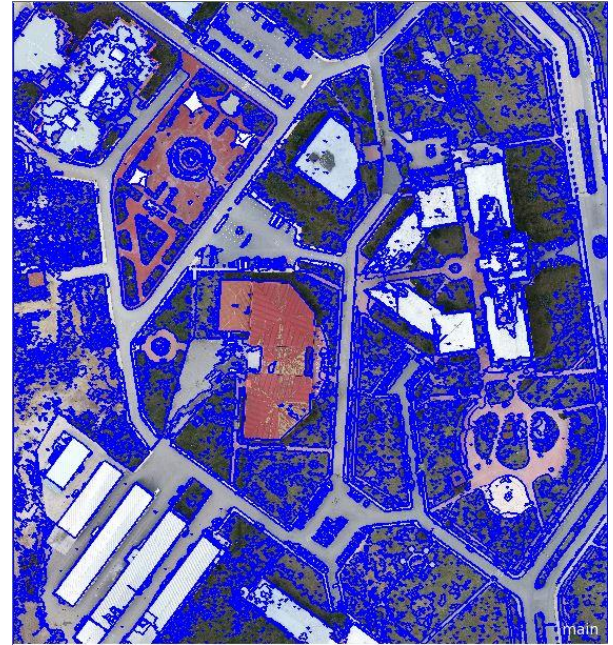
Yukarıdan aşağıya yönteminin temelinde bütünün en küçük parçalara ayrılması işlemi vardır. 3 farklı yukarıdan aşağıya segmentasyon metodu bulunmaktadır. Bunlar; satranç tahtası segmentasyon (chessboard segmentation), dörtlü ağaç tabanlı segmentasyon (quadtree-based segmentation) ve kontrast bölümlenmesi 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 ark., 2004).

Çoklu çözünürlüklü segmentasyon algoritmasında parametreler kullanıcı tarafından belirlenir. Bu parametreler ölçek, renk/şekil ve yumuşaklık/yoğunluk parametreleridir. Parametreler mümkün mertebe gerçeğe en yakın değerlerde girilmelidir. Girilen 3 parametre içinde en önemlisi ölçek parametresidir. Yumuşaklık/yoğunluk ve Renk/şekil parametreleri birbirini 1'e tamamlar.

Çoklu çözünürlüklü segmentasyon, nesne yönelimli sınıflandırmanın temelidir. Ölçek, şekil ve kompaktlık/yoğunluk parametrelerini ayarlayarak çokgen nesnelere üretmek için görüntüyü herhangi bir ölçekle bölümlere ayırabiliriz.

Definiens eCognition yazılımında ilk olarak segmentasyon işlemi uygulanmaktadır. Segmentasyon işlemi uygulanarak kullanılan görüntü verisinden anlamlı nesnelere oluşturulur. Segmentasyon algoritması için sıklıkla tercih edilen çoklu çözünürlüklü segmentasyon yaklaşımı kullanılmıştır. Segmentasyon işlemine başlamadan önce; ölçek, yumuşaklık/yoğunluk ve renk/şekil parametresi girilir.

Segmentasyon aşamasında girilen parametreler farklı kriterlerde test edilmiş olup test sonucunda ölçek parametresi için 20, yumuşaklık/yoğunluk parametresi için 0.8 ve renk/şekil parametreleri için 0.2 seçilmiştir. Seçilen parametreler sonucu oluşan segmentasyon sonucu şekil 5, 6 ve 7'de gösterilmiştir.



Şekil 5. Segmentasyon



Şekil 6. Sınıflandırılmış Segmentasyon



Şekil 7. Çalışma Alanının Tamamına Ait Segmentasyon

Segmentasyon işleminden sonra Definiens eCognition yazılımında sınıflandırma işlemine başlanmıştır. Yazılımda iki temel sınıflandırma mevcuttur.

Bunlar bulanık üyelik (fuzzy membership) ve en yakın komşuluk (nearest neighbour) fonksiyonlarıdır. En yakın komşu sınıflandırma fonksiyonunda kullanıcı her sınıf için örnek nesnelere kullanarak sınıfları tanımlar. Bulanık üyelik

sınıflandırma fonksiyonunda ise nesnelere belirli bir sınıfa ait olduğu veya ait olmadığı yerdeki özelliklerine ait aralıklar tanımlanır.

Sınıflandırma aşamasında ilk olarak yol sınıfına ait değerler belirlenmiş daha sonra bu sınıfa ait olmayan nesnelere ait özellikler belirlenerek yol sınıfından ayıklanması suretiyle yollar tespit edilmiştir. Gerekli parametreler tanımlandıktan sonra detay çıkarımı yapılan objeler ait oldukları sınıfa atanmıştır. Çalışma alanı genel olarak yol, stabilize yol, yeşil alan ve diğer objeler olmak üzere 4 sınıfa ayrılmıştır.

Yollar tespit edildikten sonra yol sınıfında olması gereken bazı segmentlerin yol sınıfına atanmadığı görülmüştür. Yol sınıfında olması gereken nesnelere için yeni bir aralık tayin edilerek ait olduğu sınıfa atanması sağlanmıştır. Yol sınıfına atamalar tamamlandıktan sonra birleştirme (merge) işlemi ve sınır düzeltme (border reshape) işlemleri uygulanmıştır. Sınıflandırma sonucu şekil 8 ve şekil 9'da gösterilmiştir.



Şekil 8. Ortofoto Üzerinde Tespiti Gerçekleştirilen Yollar



Şekil 9. Tek sınıf halinde Tespiti gerçekleştirilen yollar

Definiens eCognition yazılımında detay çıkarımı gerçekleştirilen veriler ile çalışma alanına ait jeodezik yöntemlerle üretilen vektör verilerin görsel olarak karşılaştırılması Şekil 10'da gösterilmiştir. Çalışma alanına ait vektör veri ile detay çıkarımı yapılan yolların alan bazlı sayısal karşılaştırılması bölüm 5 sonuçlar kısmında değinilmiştir.



5. SONUÇLAR

Çalışmamızdan, sınıflandırma ve detay çıkarımının nesne yönelimli yaklaşımla büyük ölçüde başarılı olduğu görülebilir. Ayrıca, aşağıdaki nedenlerden dolayı nesne tabanlı yaklaşımının verimli ve uygulanabilir olduğu söylenebilir. İlk olarak, spektrum, şekil, doku, gölge, bağlam ve mekânsal konum dâhil olmak üzere nesnenin çoklu özelliğinin kullanılması. İkincisi, nesneye yönelik bilgi çıkarma yaklaşımı yüksek çözünürlüklü görüntü bilgilerinden tam olarak yararlanılarak sınıflandırma doğruluğunu garantilemiş olur. Üçüncüsü, farklı parametrelerin manuel olarak ayarlanmasıyla çok ölçekli, görüntü nesnesi çözünürlüğünü belirli gereksinimler, veriler ve görevler için uyarlanabilir hale getirebilmesi gibi nedenler sayılabilir.

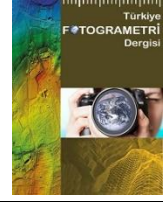
Uzun yıllardır kullanılan piksel tabanlı yaklaşımın yerini alan nesne tabanlı yaklaşım algoritması kullanılarak segmentasyon işlemi yapılması neticesinde nesnelerin sınıflandırılması büyük ölçüde başarılı bir şekilde yapılmaktadır. Nesne tabanlı sınıflandırma yazılımı olan Definiens eCognition ile yapılan sınıflandırma süreci daha hızlı ve güncellenebilir bir şekilde gerçekleşmektedir. Ayrıca yapılan yanlışlar ya da hatalı sınıf atamaları hızlı bir şekilde düzeltilebilir, sınıflandırma sonucu vektör formata çevrilerek coğrafi bilgi sistemleri ile entegre edilebilir.

Uygulama kısmında Şekil 10'da gösterilen görsel karşılaştırmaya ek olarak yolların alan bazlı sayısal karşılaştırılması yapılmıştır. Çalışma alanına ait üretilen ortofoto yaklaşık 252 hektarlık bir alan kaplamaktadır. Jeodezik yöntem ile alana ait üretilen vektör haritada yollar 29.40 hektarlık bir alan kaplamaktadır. Definiens eCognition yazılımında nesne tabanlı sınıflandırma yaklaşımında tespit edilen yollar ise 24.19 hektarlık bir alan kaplamaktadır. Bu verilere göre alan bazlı karşılaştırma yaklaşık olarak %82'lik doğruluk yakalanmıştır. Aradaki fark daha çok çalışma alanında bulunan otoparklardaki araçlardan dolayı yanlış sınıf atamalarından kaynaklanmaktadır. Fark etki eden bir başka önemli detay ise kaldırımların ve kırmızı parke döşenmiş olan yolların hatalı sınıf atamalarından kaynaklanmaktadır.

Sonuç olarak nesne tabanlı yaklaşım ile nesnelerin sınıflandırılması başarılı bir şekilde yapıldığı gözlemlenmiş olsa da her algoritma gibi eksiklikleri mevcuttur. Örneğin yollar ile yakın özneliklere sahip kaldırımların ayırt edilmesi konusunda zorluklar yaşanmıştır. İleriki çalışmalarda bu eksiklikler ve karşılaşılan zorlukları ortofotolara ek olarak sayısal yükseklik modeli (SYM) ile sayısal arazi modeli (SAM) gibi verilerin kullanılması ile giderilebilir. Veyahut araziden görüntü verileri toplanırken RGB (Red-Green-Blue) bantlarına ek olarak yakın kızılötesi (YKÖ/NIR) banda sahip görüntü verilerinin kullanılması karşılaşılan problemlerin giderilmesine katkı sağlayabilir.

KAYNAKÇA

- Baatz M., Schape A., 2000, Multi resolution segmentation: an optimization approach for high quality multi scale image segmentation. Proceedings of Twelfth Angewandte Geographische Informations verarbeitung'ın İçinde, (J. Strobl, T. Blaschke, G. Griesebner Ed.), Wichmann-Verlag, Heidelberg, ss.12-23.
- 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
- Blaschke, T., Geoffrey, J. H., 2011. Qihao Weng ve Bernd Resch, Collective Sensing: Integrating Geospatial Technologies to Understand Urban Systems-An Overview, Remote Sensing, 2011, 3, 1743-1776.
- Boyacı, D., 2012. Cbs-Uzaktan Algılama entegrasyonu ve örnek uygulama: uydu görüntülerinden detay ve otomatik öznitelik tespiti, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Harita Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- Carleer, A. P. ve Wolff, E., 2006. Region-Based classification potential for landcover classification with very high spatial resolution satellite data, in Proceedings of 1st International Conference on Object-based ImageAnalysis, Austria, Vol. XXXVI, ISSN 1682-1777, 4-5.
- Cömert R., Avdan U., ve Şenkal E. (2012). İnsansız Hava Araçlarının Kullanım Alanları Ve Gelecekteki Beklentiler. IV. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu (UZAL-CBS 2012), 16-19.
- 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).
- Eisenbeiss, H. (2009). UAV Photogrammetry. ETH Zurich for the degree of Doctor of Science, ISSN 0252-9335 . ISBN: 978-3-906467-86-3.
- Hofmann, P., 2001. Detecting Buildings and Roads from Ikonos Data Using Additional Elevation Information, GIS Geo-Information-System.
- Kalkan, K. ve Maktav, D. (2010). Nesne Tabanlı ve Piksel Tabanlı Sınıflandırma Yöntemlerinin Karşılaştırılması (IKONOS Örneği). III. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu Ocak 2010.
- Marangoz, A.M., Karakış, S., Oruç, M., Büyüksalih, G., (2005). Nesne-Tabanlı Görüntü Analizi Ve Ikonos Pan-Sharpned Görüntüsünü Kullanarak Yol Ve Binaların Çıkarımı. Tmmob Harita Ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel Ve Teknik Kurultayı 28 Mart - 1 Nisan 2005, Ankara
- Neha Gupta and H.S Bhadauria, " Object Based Information Extraction from High Resolution Satellite Imagery using eCognition", International Journal of Computer sciences Issues, Vol. 11, Issue 3, No. 2, pp. 139-144, May 2014.
- 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
- Wenxia WEI, Xiuwan Chen and Aina Ma, "Object-Oriented Information Extraction and Application in High-Resolution Remote Sensing Image", IEEE International Geoscience & Remote Sensing, Vol. 6, pp. 3803-3806, 2005.
- Yılmaz, H.M., Mutluoğlu, Ö., Ulvi, A., Yaman, A., Bilgilioğlu, S.S., 2018, İnsansız Hava Aracı İle Ortofoto Üretimi Ve Aksaray Üniversitesi Kampüsü Örneği. Geomatik Dergisi 2018; 3(2);103-110
- URL-1 <https://www.dji.com/phantom-3-pro> [Erişim Tarihi: 10.10.2019]



Mobil Telefonlar Kullanılarak Elde Edilen 3 Boyutlu Modellerin Kültürel Mirasın Korunması Kapsamında Kullanılabilirliği: III. Ahmet Çeşmesi Örneği

İrem Yakar*¹, Serdar Bilgi¹

¹İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

Anahtar Kelimeler

3 Boyutlu Modelleme
Fotogrametri
Kültürel Miras
Tarihi Eserler
Dokümantasyon

ÖZ

Kültürel miras, bir toplumun yüzyıllar içerisinde oluşturmuş olduğu medeniyetin somut veya soyut olarak ortaya koyulduğu değerlerin tümünün bir ifadesidir. Kültürel miras içerisinde sayılabilecek somut kavramlardan önemli bir tanesi de tarihi eserlerdir. Ancak bu tarihi eserler, yapılarının üzerinden geçen yüzyıllar içerisinde çeşitli faktörler nedeniyle deformasyona uğrayabilmekte veya tamamen yıkılabilmektedir. Fotogrametrik yöntemler kullanılarak oluşturulacak 3 boyutlu modeller (3B) üzerinden çeşitli geometrik bilgilerin de üretilebilmesi nedeniyle, bu modeller gerek tamamen yıkılmış, gerekse de deformasyona maruz kalmış tarihi eserlerin restorasyon çalışmaları için oldukça önem arz etmektedir. Diğer yandan, söz konusu 3B modellerin, yüksek doğrulukla ve hızlı sonuç veren bir yöntem kullanılarak üretilmesi de oldukça önemlidir. Bu bağlamda, mobil telefonlar hem hızlı hem de ekonomik bir çözüm sunmaları ile öne çıkmaktadırlar. Bu çalışmada mobil telefonlar kullanılarak elde edilen 3B modellerin, kültürel mirasın korunması çalışmalarında kullanılıp kullanılmayacağı ve bu modellerin doğrulukları, III. Ahmet Çeşmesi örneğinde incelenmiştir. Çalışma, Agisoft Photoscan yazılımında, bir mobil telefon ile çekilmiş fotoğraflar kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

The Applicability of 3-D Models Obtained By Using Mobile Phones for The Protection of Cultural Heritage: A Case Study of III. Ahmet Fountain Example

Keywords

3 Dimensional Modelling
Photogrammetry
Cultural Heritage
Historical Artifacts
Documentation

ABSTRACT

Cultural heritage is an expression of all the tangible and intangible values in which the civilization of a society has created over the centuries. Historical artifacts can be shown as one of the most important tangible values in cultural heritage. However, these historical artifacts can be deformed or completely be destroyed due to various factors over the centuries. Due to the fact that various geometric information can be obtained through 3D models that can be produced by using photogrammetric methods, these models are of great importance for the restoration works of both historical buildings that have been completely destroyed and subjected to deformation. On the other hand, it is also very important that these 3D models are produced using a method with high accuracy and fast results. In this context, mobile phones stand out with their fast and economical solutions. In this study, whether the 3D models obtained by using mobile phones can be used in the restoration studies of cultural heritage and the accuracy of these models are examined as a case study of III. Ahmet Fountain. The study was carried out in Agisoft Photoscan software by using photographs taken with a mobile phone.

1. GİRİŞ

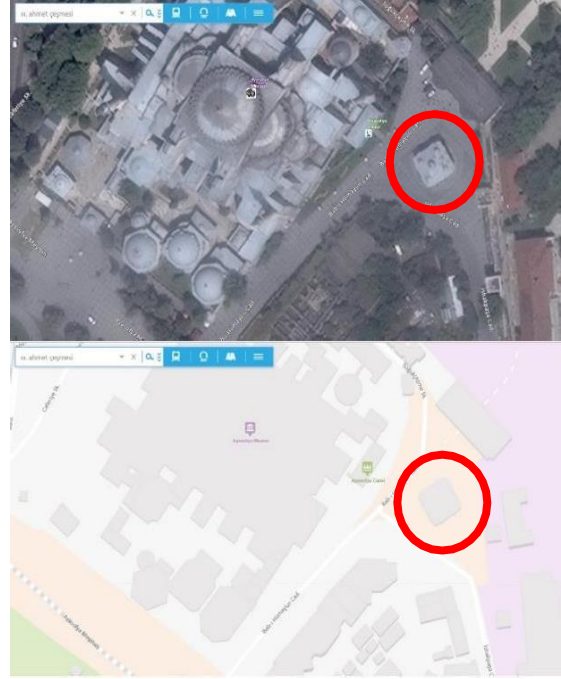
Bir toplumun kültürünü koruması ve devamını sağlayabilmesi açısından kültürel miras öğeleri oldukça önem arz etmektedir. Kültürel mirasın gelecek kuşaklara aktarılması için en önemli konulardan biri kuşkusuz bu kültürel miras öğelerinin hassas bir şekilde belgelenmesidir (Varol vd., 2018).Günümüze kadar uzanan süreçte, kültürel mirasın belgelenmesi alanında, gelişen teknoloji ile birlikte pek çok değişim yaşanmış ve modern belgeleme teknikleri hızla gelişim göstermiştir. Kültürel mirasın önemli bileşenleri olan yapıların mevcut durumlarının ve zamanla oluşan deformasyonlarının belirlenmesi ile tarihi yapıların çizimlerinin hazırlanmasında modern yöntemler, klasik yöntemlere göre daha çok tercih edilmeye başlanmıştır (Yılmaz vd., 2007).

Günümüzde, yersel fotogrametri, hava fotogrametrisi, yersel lazer tarama gibi modern yöntemler tarihi eserlerin 3 boyutlu (3B) modellerinin elde edilmesi amacıyla sıklıkla kullanılmaktadır. Yersel fotogrametri, özellikle dijital teknolojilerin gelişmesine paralel olarak kültürel miras çalışmalarında klasik yöntemlere göre önemli bir konuma gelmiştir. Öte yandan, mimari ve arkeolojik fotogrametrik çalışmalar , 1960'lardan beri yersel fotogrametrinin gelişimi sürecinin bir parçası olmuş ve yersel fotogrametrinin çeşitli uygulama alanları içerisinde öne çıkar hale gelmiştir (Yıldız vd., 2011). Eser resimleri üzerinden ölçme yapılmasının mümkün olması sebebi ile ölçme süresinin kısa olması, dolayısı ile ekonomik olması gibi avantajlarından dolayı yersel fotogrametri, klasik yöntemlere göre daha çok tercih edilmektedir. Ayrıca, yersel fotogrametri ile arşivlenen verilere kolayca ulaşılabilmektedir (Yakar and Mohammed, 2016). Yersel fotogrametrik yöntemlerle elde edilecek 3B modellere alternatif bir araç sunabilmek adına, bu çalışmada örnek bir uygulama olarak seçilen tarihi eserin fotoğraf çekimleri mobil telefonlar kullanılarak gerçekleştirilmiş, elektronik takeometre kullanılarak arazide gerçekleştirilen ölçmeler ile model üzerinde alınan ölçmelerin karşılaştırılması ile elde edilen modellerin doğrulukları incelenmiş ve sonuçlar paylaşılmıştır.

2. ÇALIŞMA ALANI

Tarihi eserler göz önüne alındığında, görece, daha küçük bir kütle oturma alanına sahip olması sebebi ile çalışmaya konu edilen III. Ahmet Meydan Çeşmesi, dönemin Sadrazamı Nevşehirli Damat İbrahim Paşa'nın önerisiyle Sultan III. Ahmet tarafından Mimar Ahmet Ağa'ya 1729 yılında yaptırılmıştır (Fatih Kaymakamlığı, 2019). III. Ahmet Meydan Çeşmesi, Topkapı Sarayı'nın Bab-ı Hümayun kapısı önünde konumlanmıştır. Her bir cephesinin ortasındaki çeşmeler ve köşelerinde bulunan sebiller ile simetrik bir yapıya sahiptir. Geniş saçakları, taş ve bronz işçiliği, zengin ve renkli dekorasyonu ile Lale

Devri'ni yansıtan en önemli eserlerden biri olduğu söylenmektedir (Kültür ve Turizm Bakanlığı, 2019). III. Ahmet Meydan Çeşmesinin İBB Şehir Rehberi haritası ve uydu görüntüsü üzerindeki gösterimi Şekil 1'de sunulmuştur.



Şekil 1. Çalışma alanının harita ve uydu görüntüsü üzerinde gösterimi (İBB Şehir Rehberi,2019)

3. YÖNTEM

Tarihi eserlerin yersel fotogrametrik yöntemle belgelenmesi iki aşamada gerçekleştirilmektedir. Bu aşamalardan ilki, arazi ölçmeleri ve fotoğraf çekimlerini içeren arazi çalışması aşaması, ikincisi ise çekilen fotoğraflar ve gerçekleştirilen ölçmeler kullanılarak 3B modellerin oluşturulduğu büro aşamasıdır.

3.1 Arazi Çalışması

Çalışmanın bu aşamasında, arazide gerçekleştirilen takeometrik ölçmeler, bazı teknik özellikleri Tablo 1'de verilen Pentax R- 1505N model elektronik takeometre (Şekil 2) kullanılarak, 3B modelleme amacıyla kullanılacak fotoğraflar ise Samsung A5 model mobil telefon kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ölçmelerde, eser üzerinde karakteristik detay noktaları belirlenerek elektronik takeometrenin lazeri kullanılarak açı ve mesafe ölçmeleri yardımı ile koordinatlar belirlenmiştir. Ölçülen detay noktaları karakteristik yapıda olan noktalardan seçilmiştir. Eser üzerinde bulunan çerçeve köşeleri noktaları, saçak altları, çeşme

kenarları gibi noktalardan seçilmiş olan detay noktalarının çekildiği cepheler Şekil 3’de, konumları ise Şekil 4’de gösterilmiştir. Takeometrik ölçmeler sırasında öncelikle çeşme etrafında poligon noktaları tesis edilerek lokal koordinatlı bir kapalı poligon güzergâhı oluşturulmuştur. Seçilen detay noktaları, elektronik takeometre ile yapılan ölçmeler sonucunda koordinatlandırılarak eserin daha önce çekilmiş cephe fotoğrafları üzerinde işaretlenmiştir. Toplamda 52 adet detay noktası ölçülmüştür. Eser üzerinden alınan bu detay noktaları, oluşturulan 3B modelin hassasiyetinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Arazi aşamasında, detay ölçmelerinden sonra fotoğraf çekimlerine geçilmiştir. Fotoğraflar, eserin tüm cephelerindeki yüzeyleri kapsayacak şekilde, 3B modelin oluşabilmesi için uygun bindirme oranlarında çekilmiştir. Ardışık fotoğraflar arasındaki açının minimum 30° olmasına dikkat edilmiştir. 3B modelin oluşturulmasında toplam olarak 205 fotoğraf kullanılmıştır. Diğer yandan, eserin çatısının fotoğrafları yükseklik sebebiyle elde edilemediği için böylesi durumlarda İHA fotogrametrisi etkili bir çözüm yolu olabilir.

Tablo 1. Pentax R-1505N bazı teknik özellikleri

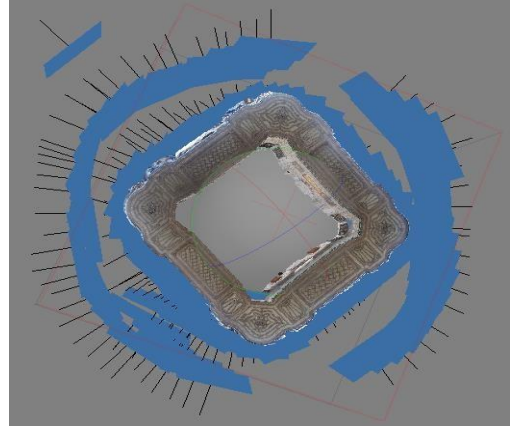
Ölçme Mesafeleri (*3) / Reflektörsüz (*1) /	: 1.5 ~ 500m
Ölçme Mesafeleri / Kağıt Reflektör (*2)	: 1.5 ~ 800m
Hassasiyet / Reflektörlü Kağıt	: $\pm(3+2 \text{ ppm} \times D)\text{mm}$
Hassasiyet / Reflektörsüz	: 2~200m: $\pm(3+2 \text{ ppm} \times D)\text{mm}$ 200~300m: $\pm(5+2 \text{ ppm} \times D)\text{mm}$ 300~500m: $\pm(10+2 \text{ ppm} \times D)\text{mm}$
Açı Hassasiyeti (ISO 17123-3)	: 1" 2" 3" 5"

Tablo 2. Samsung A5 mobil telefon özellikleri

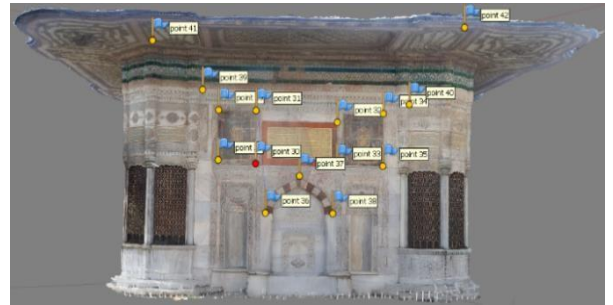
Kamera Çözünürlüğü	13 MP
Ön Kamera Çözünürlüğü	5 MP
Optik Görüntü Sabitleyici	Yok
Ekran Boyutu	5.0 inç
Ekran Çözünürlüğü	720 X 1280 (HD) Piksel
Piksel Yoğunluğu	294 PPI
Ekran Çözünürlüğü Standardı	HD



Şekil 2. Pentax R-1505N elektronik takeometre



Şekil 3. Fotoğrafların çekildiği konumlar



Şekil 4. Eserin bir yüzünden alınan bazı detay noktası örnekleri

3.2 Büro Çalışması

Elektronik takeometre ile elde edilen poligon ve detay noktalarına ait lokal koordinatlar Netcad yazılımında txt formatında kaydedilmiştir. 3B modelin oluşturulmasında, Agisoft LLC tarafından üretilen, dijital fotogrametri teknikleri ile görüntü işleme algoritmalarında gelişmiş özellikleri olan Agisoft Photoscan yazılımı kullanılmıştır. Fotoğrafların sıralanması sonucunda, 121.989 adet nokta elde edilmiştir. Yoğun nokta bulutu (dense cloud) üretimi aşamasından sonra ise katı model üretilmiştir (Şekil 5). Büro çalışmasının son adımında eserin 3B dokulu (textured) modeli oluşturulmuştur (Şekil 6).



Şekil 5. 3B yoğun nokta bulutu



Şekil 6. Eserin 3B textured modeli

4. DOĞRULUK ANALİZİ

Doğruluk analizi yapmak amacıyla öncelikle, arazide ölçmesi yapılan detay noktalarından seçilen noktalar arasındaki uzunluklar hesaplanmıştır. Daha sonra bu hesaplanan uzunluklar Agisoft Photoscan yazılımına girilerek model üzerinden hesaplanan uzunluklarla karşılaştırılmış ve toplam bir hata değeri elde edilmiştir (Şekil 7). Eserin farklı yüzlerinden alınan toplam 44 uzunluk, model üzerinden ölçülen uzunluklarla karşılaştırılmış ve modelin hassasiyeti ± 2.56 cm bulunmuştur.

Scale Bars	Distance (m)	Accuracy (m)	Error (m)
<input checked="" type="checkbox"/> point 43...	6.159000	0.001000	0.032825
<input checked="" type="checkbox"/> point 43...	5.991000	0.001000	0.045716
<input checked="" type="checkbox"/> point 43...	2.402000	0.001000	0.007545
<input checked="" type="checkbox"/> point 44...	5.965000	0.001000	0.034480
<input checked="" type="checkbox"/> point 44...	3.459000	0.001000	0.019099
<input checked="" type="checkbox"/> point 46...	2.439000	0.001000	0.020706
<input checked="" type="checkbox"/> point 46...	2.439000	0.001000	0.020706
<input checked="" type="checkbox"/> point 47...	2.162000	0.001000	0.017528
Total Error			
Control scale ...			0.025589
Check scale b...			

Şekil 7. Doğruluk analizinin belirlenmesi

5. SONUÇ

Kültürel miras öğelerinin korunabilmesi ve gelecek kuşaklara aktarılabilmesi açısından, bu öğelerin belgelenmesi oldukça önem arz etmektedir. Bu bağlamda, pek çok farklı yöntem kullanılmıştır. Yersel fotogrametri, bu yöntemlerin başlıcalarındandır. Bu çalışmada yersel fotogrametri tekniği ile mobil telefon kullanılarak elde edilmiş fotoğraflar kullanılarak III. Ahmet Çeşmesi'nin 3B modeli elde edilmiş ve elde edilen modelin doğruluğu irdelenmiştir. Eserin doğruluğunu incelemek amacıyla, elektronik takeometre ile ölçülen detay noktaları arasındaki uzunluklar hesaplanmış ve model üzerinden elde edilen uzunluklarla karşılaştırılmıştır. Modelin hassasiyeti ± 2.56 cm olarak bulunmuştur.

Elde edilen 3B modelin kültürel mirasın belgelenmesi ve korunması çalışmalarında altlık olarak kullanılabileceği görülmüştür. Bu modeller,

restorasyon çalışmalarında, tarihi eserler üzerinde oluşacak deformasyonların belirlenmesinde ve söz konusu eserler üzerinde meydana gelen değişimlerin izlenmesinde önemli rol oynamaktadır.

Ülkemiz tarih boyunca çok sayıda medeniyete ev sahipliği yapması dolayısıyla kültür öğeleri bakımından önemli bir yere sahiptir (Uslu vd., 2016). Bu nedenle bu zenginliğin hızlı ve etkin bir biçimde belgelenmesi elzemdir. Bu bağlamda, mobil telefonların kültürel mirasın belgelenmesi ve korunması çalışmalarında kolay erişilebilirliği, kullanımının kolay olması, erişilebilen doğruluk nedenleri ile 3B modellemede alternatif bir araç olabileceği öngörülmektedir. Öte yandan, mobil telefonların, özellikle geniş bir kullanıcı kitlesi olması ve kullanımının uzmanlık gerektirmemesi nedeniyle pek çok kültürel miras eserinin belgelenmesine katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Buna ek olarak, bu çalışma ile düşük maliyetli yersel fotogrametrik yöntemlerin 3B model üretme potansiyeli ortaya konmuş, dijital veri elde etme araçlarının çeşitlenmesi ile birlikte, hızlı ve gerçekçi modeller üretilebileceği görülmüştür.

KAYNAKÇA

- İstanbul Büyükşehir Belediyesi Şehir Rehberi. (2019). Sultanahmet, İstanbul, Türkiye.
- T.C. Fatih Kaymakamlığı Resmi Web sitesi (2019). III. Ahmet Çeşmesi. Alınan yer <http://www.fatih.gov.tr/iii-ahmet-cesmesi> [15.03.2019]
- T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Resmi Web Sitesi (2019). Çeşmeler.<http://www.istanbulkulturturizm.gov.tr/TR-209433/cesmeler.html> [15.03.2019].
- Uslu, A; Polat, N; Toprak, A.S. & Uysal, M. (2016). Kültürel Mirasın Fotogrametrik Yöntemle 3B Modellenmesi Örneği. Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi Cilt: 8, No: 2, 2016 (165-176)
- Varol, F.; Ulvi, A. & Yakar, M. (2018). Kültürel mirasın dokümantasyonunda yersel fotogrametri tekniğinin kullanılması: Sazak Köprüsü Örneği. Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi. Cilt: 11. Sayı: 57 <http://dx.doi.org/10.17719/jisr.2018.2508>
- Yakar, M. & Mohammed, O. (2016). Yersel fotogrametrik yöntemle ibadethanelerin modellenmesi. Selçuk-Teknik Dergisi. Cilt: 15. Sayı: 2
- Yıldız, F.; Yakar, M.; Kocaman, E.; Zeybek, M.; Pınar, K. & Telci, A. (2011). Kızıl Minare fotogrametrik 3 boyutlu modelleme örneği

Yılmaz, H.M., Yakar, M., Gulec, S.A., Dulgerler, O.N.
Importance of digital close-range photogrammetry in documentation of cultural heritage, *Journal of Cultural Heritage*, Volume 8, Issue 4, 2007, Pages 428-433, ISSN 1296-2074.