

[965]

YERSEL FOTOGRAMETRİ İLE MİNYATURK ÇANAKKALE ŞEHİTLERİ ANITI 3 BOYUTLU MODELLEME

Duygu ARICAN¹, Fatih GÖKCEN², Melis UZAR³, İbrahim ÇETİN⁴

¹Harita Mühendisi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 34349, İstanbul, duyguaricann@gmail.com ²Harita Mühendisi, Yıldız Teknik Üniversitesi fatihgokcen93@gmail.com

³Yrd.Doç. Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 34220, Esenler, İstanbul, auzar@yildiz.edu.tr

⁴Uzm., Yıldız Teknik Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 34220, Esenler, İstanbul, icetin@yildiz.edu.tr

ÖZET

Teknolojinin geliştirilmesi ile fotogrametrik yöntemlerin 3B modellemede kullanımı oldukça yaygınlaşmış ve kolaylaşmıştır. Fotogrametrik yöntemler sadece haritacılık için kullanılmakla sınırlı kalmayıp arkeoloji, mimari, deformasyon, tıp, tersine mühendislik uygulamaları ve daha bir çok farklı alanlarda kullanılmaktadır.

Yersel fotogrametri yöntemleri ile 3B nesne modellemesi özellikle sayısal fotoğrafların kullanılması ile kolaylaşmıştır. Fotoğraflar üzerinden nokta bulutu üretimi, kontrol noktaları kullanılarak veya kullanılmaksızın 3B model üretimi gibi yöntemlerle oldukça kaliteli sonuç ürünler üretilebilmektedir.

Bu çalışmada, İstanbul Büyükşehir Belediye'sine bağlı Miniaturk açık hava müzesinde bulunan Çanakkale Şehitleri Anıtı'nın fotoğraf alımı gerçekleştirilerek, ışın desteleri yöntemi ile görüntü dengelemesi yapılarak 3B modelleme yapılmıştır. Fotoğraf alımı fotoğraflar Nikon D3100 fotoğraf makinesi AF-S NIKKOR 50 mm f/1.8 G lens ile alınmış, kalibre edilmesi ve ışın desteleri yoluyla görüntülerin dengelenmesi için PhotoModeler yazılımı kullanılmıştır. Modelleme sonucu doğruluk analizine göre, nokta hassasiyeti maksimum 0.4 cm, minimum 0.0412 cm, tüm noktaların da ortalama 0.11 cm olarak elde edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: 3B Modelleme, Işın Desteleri ile Dengeleme, Yersel Fotogrametri

ABSTRACT

3D MODELLING OF MONUMENT TO THE MARTYRS OF ÇANAKKALE IN MINIATURK WITH TERRESTRIAL PHOTOGRAMMETRY

The implementation of photogrammetric methods in 3D modelling with the development of technology has become quite widespread and much easier. Photogrammetric methods are not limited to be used only for mapping but also used in archeology, architecture, deformation, medicine, reverse engineering applications and so on.

3D object modelling through terrestrial photogrammetric methods has become easier to apply by using the digital photos. The derivation of point clouds from photos could provide high quality outputs which could be also obtained by 3D model generation with ground control points or not.

In this study, photogrammetry and terrestrial photogrammetry methods are described; 3D modelling has been carried out with bundle adjustment method. Taking of Monument to the Martyrs of Çanakkale's photographs, has been realized for study in Miniaturk open air museum that is associated with Istanbul Metropolitan Municipality. Photos have been taken with Nikon D3100 camera and AF-S NIKKOR 50 mm f/1.8 G lens, Photo Modeler software was used for calibration and bundle adjustment. Based upon to the results of modeling, the point precision were obtained 0.4 and 0.0412 cm as maximum and minimum value, respectively. Also the precision of all points were obtained 0.11 cm on average.

Keywords: 3D Modeling, Bundle Adjustment, Terrestrial Photogrammetry

1.GİRİŞ

Günümüzde 3B modelleme çok çeşitli çalışma alanlarında kullanılmaktadır. Mimarlıkta bina ve arazilerin gösterilmesi, Tıp alanında organların detaylı modellenmesi, sinema endüstrisinde karakter ve objelerin canlandırılması gibi örnekler mevcuttur. Mühendislik alanındaki çalışmalarda 3B modellemenin önemi farklı objelerin tasarımları uygulamaları ile artmıştır.

Fotogrametri bir objenin konum ve biçiminin bir veya birden fazla fotoğraftan ölçümü ve yorumlama yöntemlerini kapsamaktadır. Prensipte olarak, fotogrametrik yöntemler, ölçülmüş objenin fotografik olarak kaydedilebilir olduğu her durumda uygulanabilir. Fotogrametrik ölçümün birincil amacı, bir objenin sayısal formda (koordinatlar ve geometrik elemanlar) ya da grafik formda (görüntüler, çizimler, haritalar) yeniden inşasıdır. Fotoğraf veya görüntü, herhangi bir zamanda yeniden ulaşılabilen bir bilgi deposu sağlar (Luhmann, T. vd., 2006).

Yersel fotogrametri, alım uzaklığının (kamera ile ölçülecek nesne arasındaki uzaklık) yakın alan içinde sınırladığı

bir yöntemdir. Söz konusu alanın kabaca mikroskop gözlemlerinde olduğu gibi mikrometre mertebesinde yaklaşık 300 metreye uzandığı kabul edilir (Yılmaz, H.M. vd., 2000). Yersel fotogrametride resimler çift resim ya da tek resim alım kameraları ile çekilir. Çoğu kez 25 metreye kadar olan uzaklıkta stereometrik kameralarla çift fotoğraf alımı yapılır. Bu uzaklıktan sonra tek resim alımı için tek resim alım kameraları veya geçmişte olduğu gibi fototeodolitler kullanılır. 25 metreye kadar olan çekim uzaklıklarında uygulanan fotogrametriye “Yakın Mesafe Fotogrametrisi” adı verilir (Yılmaz, H.M. vd., 2000).

Yakın mesafe fotogrametrisi diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında, düşük maliyet ve kullanım kolaylığı, kısa zamanda veri toplanması ve işlenmesi sebebiyle birçok uygulama alanına sahiptir ve bu alanlar giderek büyümektedir. Yakın mesafe fotogrametrisinin ilginç ve iyi bilinen bazı uygulamalara örnek olarak;3 boyutlu yeniden yapım insan yüzü modelleme, deformasyon ölçümleri, deformasyon izleme, endüstriyel metroloji (otomobil ve havacılık endüstrileri), implant tasarımı ve plastik cerrahi, CAD modellemesi için sayısallaştırma, büyüme hızı araştırması verilebilir (Zamirroshan, A.).

Cardenal, J., vd., (2008)’deki çalışmasında yakın mesafe fotogrametrisi ile heyelan alanlarının izlenmesine dair bir uygulama yapmıştır. Püschel, H., vd., (2008)’deki çalışmasında yersel ve hava fotoğrafları ile Landenberg gâto’sunun 3B modelini oluşturmuştur. Aguilar, M.A., vd., (2008)’deki çalışmasında domates bitkisinin 3B yüzey modelini oluşturmuştur. Jechev, D., Yakın mesafe fotogrametrisinin amatör kamera ile uygulamasını yaparak ± 2.2 cm karesel ortalama hata ile sonuç almıştır. Sönmez, E., ve İker, D.Z., (2014) İzmir Havagâzi Fabrikası 4 nolu idari binasını ışın desteleri ile dengeleme yaparak 3 boyutlu modelini yapmıştır. Çatal, H., (2010) yüksek lisans bitirme tezinde balerinlerin ayak kemiklerindeki ortopedik değişikliklerin analizini yapmak için MDBT görüntüleri kullanarak 3B modellemesini yapmıştır.

Bu çalışmada, kontrol noktası kullanılmaksızın 3B model üretimi hedeflenmiştir. Yersel fotogrametri yöntemlerinden stereo görüş olmaksızın birden fazla fotoğraf yardımı ile değerlendirme yapılmış, ışın desteleri ile görüntü dengelemesi yapılarak 3 boyutlu model elde edilmiştir.

2.ÇALIŞMA ALANI VE KULLANILAN VERİLER

Bu çalışma, İstanbul büyükşehir Belediyesi’ne bağlı Miniatürk açık hava müzesinde gerçekleştirilmiştir. 22 ay gibi kısa bir sürede tamamlanan Miniatürk, dünyanın en geniş maket alanına sahip ve en kısa sürede tamamlanan minyatür kentidir. Türkiye ve Osmanlı coğrafyasından seçilmiş eserlerin 1/25 ölçekli maketlerinin yer aldığı Miniatürk’te, 59 eser İstanbul’dan, 57 eser Anadolu’dan 12 eser ise bugün Türkiye sınırları dışında kalan Osmanlı coğrafyasından olmak üzere 128 maket eser sergilenmektedir (Şekil.1a).



(a)

(b)

Şekil 1. Miniatürk genel görünüm (a) Çanakkale gëhitleri Anıtı, Miniatürk (b)

Modellenecek obje olarak Miniatürk’teki Çanakkale gëhitleri Anıtı’nın modeli seçilmiştir (Şekil.1b). Bu anıt Çanakkale’de, Morto Koyu önündeki Hisarlık Tepe üzerindedir. Çanakkale’de Şehit olan 250 bin askerin anısına yaptırılmıştır. Tarihi eser veya alanları koruma; eser veya alanlara ait ilk teknik dokümanları üretmeyi ve bu dokümanları oluşturabilmek için gerekli plan ve çalışmalarını organize edebilmeyi gerekli kılar. Elde edilen bu dokümanlar yardımıyla tarihi eser veya alanlarda yapılacak herhangi bir çalışma için istenilen her türlü bilgiye kolaylıkla ulaşabilmek olanaklı olacaktır (Duran, Z. Ve Toz, G.). Bu nedenle, tarihi ve kültürel eserlerin korunması için eserlere zarar verilmeden teknik dökümanların oluşturulmasında en iyi yöntem olan fotogrametrik yöntem uygulanmıştır. Fotoğraf alımında kullanılan ekipmanlar Çizelge. 1’de verilmiştir.

Çizelge1. Fotoğraf alımında kullanılan ekipmanlar

Fotoğraf Makinesi	Lens	Odak Uzaklığı
Nikon D3100	AF-S DX NIKKOR 18-55 mm 1:3.5-5.6 G VR	18 mm
Nikon D3100	AF-S NIKKOR 50 mm f/1.8 G	50mm

3.UYGULAMA

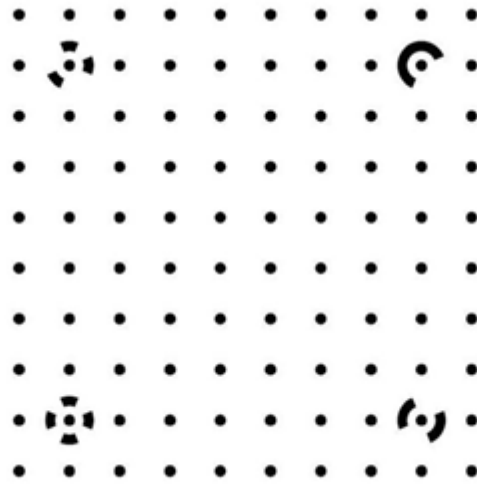
Bu çalışmada yer kontrol noktası kullanılmadan 3B fotogrametrik model üretilmiştir. Modelin oluşturulması için stereo görüş olmadan birden fazla fotoğraf yardımı ile değerlendirme yapılmıştır. Buradaki temel mantık, fotoğraf üzerinde üç boyutlu koordinatların belirlenecek her nokta koordinatların en az iki fotoğraf da yapılan ölçüler yardımıyla kestirilmesidir. Çekilen bu fotoğraflar konvergent olarak çekilmiş bindirmeli fotoğraflardır. Modellemede izlenen işlem adımları şekil.2’de verilmiştir. Kamera kalibrasyonu, fotoğraf çekimi işlem adımlarından sonra ışın desteleri ile dengeleme, doku oluşturma ve ölçeklendirme işlemlerini kapsayan fotoğrafların değerlendirme aşaması ile işlem adımları tamamlanmıştır. Bu bölümde bu işlem adımları detaylı bir şekilde verilmiştir.

**Şekil 2.** İşlem adımları

3.1.Kamera Kalibrasyonu

Bu çalışmada objeye ait 3 boyutlu modellerin oluşturulabilmesi için kamera kalibrasyonu yapılmıştır. Bu adım ile nesnelerin fotoğraflarını çeken kameranın uygunluğu test edilmiştir. Kalibrasyon işlemi için ilk olarak yatay bir düzlem üzerine sabitlenen kalibrasyon gridinin (şekil 3) dört kenarından üç farklı fotoğraf çekilmesi sağlanmıştır. Bu fotoğrafların alımı sırasında fotoğraf makinesi ile ilk olarak normal şekilde dört kenardan fotoğraf alımı yapılmıştır. Ardından fotoğraf makinesi 90 derece sola yatırılarak dört kenardan fotoğrafları alınmış ve bir sonraki adımda ise 90 derece daha sola yatırılarak, dört kenardan fotoğraf alımı işlemi gerçekleştirilmiştir. Fotoğraf alımı sırasında fotoğrafların, kameranın asal ekseninin düşeyde belirli bir açıyla alımı gerçekleştirilmesine dikkat edilmiştir.

Fotoğraf alımı gerçekleştirildikten sonra fotoğraflar bilgisayara aktarılarak bilgisayar ekranından tekrar kontrol edilmiştir. Bu kontrol işlemi sırasında çekim sırasında fotoğraf makinesinin diyafram açıklığının düşük tutulması sonucu grid üzerinde bulanık alanlar gözlemlenmiştir. Bu bulanık alanlardaki noktalar kalibrasyon projesinde yazılım tarafından algılanamayacağı için fotoğraf çekimi diyafram açıklığına dikkat edilerek tekrarlanmıştır. Kalibrasyon işlemi tamamlandıktan sonra kalibrasyon raporundan RMS değerleri kontrol edilmiştir (şekil4). RMS değerlerinin düşük olması, doğruluğu artırır. Kalibrasyon raporunda tüm RMS değerlerinin 1 pikselin altında olduğu görülmüştür.



Şekil 3. Kalibrasyon gridi



Şekil 4. Kalibrasyon raporu görüntüsü

3.2.Fotoğraf Çekimi

Fotoğraf çekimi aşamasında ilk olarak Nikon D3100 fotoğraf makinesi ve AF-S DX NIKKOR 18-55 mm 1:3.5-5.6 G VR lens ile görüntüler konvergent alım yöntemi ile alınmıştır. Ancak daha sonra modelleme için bu fotoğraflarla detaylı olarak referanslandırma yapılamadığı için bu görüntülerin kullanılmasından vazgeçilmiştir. Ayrıca vazgeçilmesindeki bir diğer husus da AF-S DX NIKKOR 18-55 mm 1:3.5-5.6 G VR lens ile fotoğraf alımı gerçekleştirildiği sırada havanın bulutlu olmasından kaynaklı olarak görüntü kalitesinin normalde olduğundan daha kötü olduğu görülmüştür. Lensin değişken odaklı lens (zoom lens) olmasından dolayı da fotoğraf alımında zoom ayarı 18 mm'ye sabitlenmiş olmasına rağmen çekim sırasında yanlışlıkla oynatılabileceği durumundan dolayı bu fotoğraflardan çok fazla sağlıklı sonuçlar alınamayacağına karar verilmiştir. Sonuç olarak fotoğraf çekimi AF-S NIKKOR 50 mm f/1.8 G lens ile tekrarlanmış, kalibrasyon işlemi bu lens için tekrarlanmış, bir önceki çekimde oluşan sıkıntılardan birisi detaylı olarak referanslandırma olduğu için fotoğraf sayısı artırılmış, bazı kısımlarda detaylı olarak referanslandırmanın yapılabilmesi için yakın çekim fotoğraflara başvurulmuştur. Havanın güneşli olmasından dolayı görüntü kalitesinin önceki lensten çok daha iyi olduğu görülmüştür (şekil.5). Ayrıca objektife parasoley (lens hood) ve UV filtre takılmasından dolayı, istenmeyen ışınların objektife girmesi engellenerek görüntü kalitesi daha da arttırılmıştır. Objektifin sabit odaklı (prime lens) olmasından dolayı odak uzaklığına olan güven artmıştır.

Fotoğraf alımında dikkat edilmesi gereken bir nokta da modelin üzerindeki her noktanın en az iki fotoğraftan görülebilir olmasıdır. Bunun için bazı noktalarda, özellikle modelin arkasındaki çalıların oradan yapılan fotoğraf alımlarının tekrarlanması gerekmiştir. Bu nedenle alınan görüntülerle modelleme tamamlanamadığı için ek görüntü alımına ihtiyaç duyulmuştur. Modellemede jeodezik kontrol noktası kullanılmadığı için fotoğraf sayısının fazla olmasına doğruluğun yüksek olması için önem verilmiştir. Çalışma 40 adet fotoğraf üzerinden yapılmıştır.



(a)

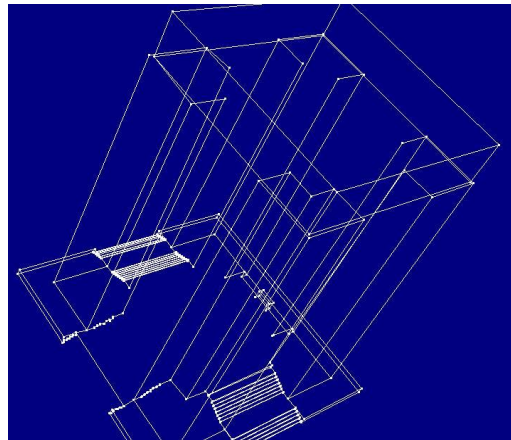
(b)

Şekil 5. Değişken odaklı lens (a), sabit odaklı lens (b) ile alınan görüntüler

Fotoğraf alımında dikkat edilmesi gereken bir nokta da modelin üzerindeki her noktanın en az iki fotoğraftan görülebilir olmasıdır. Bunun için bazı noktalarda, özellikle modelin arkasındaki çalılardan oradan yapılan fotoğraf alımlarının tekrarlanması gerekmiştir. Bu nedenle alınan görüntülerle modelleme tamamlanamadığı için ek görüntü alımına ihtiyaç duyulmuştur. Modellemede jeodezik kontrol noktası kullanılmadığı için fotoğraf sayısının fazla olmasına doğruluğun yüksek olması için önem verilmiştir. Çalışma 40 adet fotoğraf üzerinden yapılmıştır.

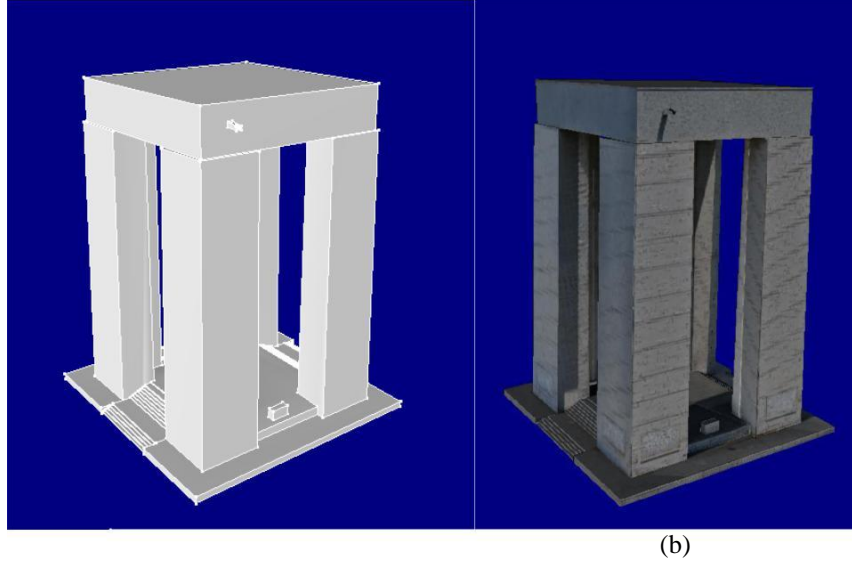
3.3. Fotoğrafların Değerlendirilmesi

Fotoğrafların değerlendirilmesi, ışın desteleri ile dengeleme, doku oluşturma ve ölçeklendirme işlemlerini kapsamaktadır. Fotoğrafların değerlendirme işlemi photomodeler Scanner yazılımı ile yapılmıştır. Çalışma aynı noktaların, kalibre edilmiş fotoğraflarda işaretlenmesi ile 3 boyutlu bilgi elde edilmesi temeline dayanmaktadır. Çalışmada kullanılacak fotoğraflar seçilmiş ve kontrol noktası kullanılmadığı için görüntülerdeki noktalar referanslandırılırken sık sık noktaların doğru referanslandırılması için JPEG görüntüler açılıp kontrol edilmiştir. Kameranın kalibrasyonunu daha önceki aşamada yapıp programa kayıt edildiği için fotoğrafların düzeltmeleri kayıtlı olan kamera kalibrasyon bilgilerine göre yapılmıştır. Kalibrasyon raporuna bakıldığında bazı bilgilerin standartlardan farklı olduğu görülmüştür. Örneğin lensin odak uzaklığı 50 mm olarak bilinmesine rağmen kalibrasyon sonucunda 56.7820 mm olarak hesaplanmıştır. Odak uzaklığındaki bu değişim; sıcaklık, basınç gibi dış nedenlerden kaynaklanmaktadır. Zamanla kalibrasyon değerleri dış etkenlerden dolayı değişebilmektedir. Bu nedenle fotogrametride kullanılan kameraların belirli zaman aralıklarında kalibrasyonunun yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Fotoğraflar açılarak çizim ve referanslandırma yapılarak görüntülerin eşlenmesi sağlanmıştır. Tüm noktalar işaretlendikten sonra 3 boyutlu çizim elde edilmiştir (Şekil.6). Ancak çizimde bazı noktalar perspektiften dolayı en az iki fotoğraftan görüntülenemediği için 3 boyutlu olarak çizilememiştir.



Şekil 6. 3B çizim

Çizilemeyen noktaların çözümü için tekrardan fotoğraf alımına gidilmiş, fotoğraf alımında görülmeyen noktaların da görülmesi sağlanarak fotoğraf alımı yapılarak projeye ilave edilmiştir. Eklenen bu görüntülerin de referanslandırılması yapılarak doğrultulmuştur. Çizim tamamlandıktan sonra, modelin üzerinde yüzeyler oluşturulmuş (Şekil.7a), doku oluşturma işlemi yüksek kaliteli olarak yapılmıştır. Doku oluşturma işleminde kullanılan fotoğraflarda, modelin bir yüzeyinde fotoğraf alımı sırasında objenin önündeki çalılırların obje dokusunda görülmüştür. Obje yüzeyi için dokunun seçildiği fotoğraflar yazılımda değiştirilerek bu problem çözülmüştür (Şekil.7b).



Şekil 7. Yüzey oluşturma (a), Doku oluşturma (b)

Modelin doğruluğunun kontrolü için ölçeklendirme işlemi yapılmıştır. Ölçeklendirme için objenin tüm ayaklarının uzunlukları 134.5 cm olarak çelik Şerit metre ile ölçülmüştür. Bu değer, projeye girildikten sonra nokta doğruluğu tüm model için 0.11 cm, maksimum 0.4 cm ve minimum 0.04 cm olarak elde edilmiştir. Bu değerler Şekil.8'de proje raporu görüntüsünde verilmiştir.

```

Point Marking Residuals
  Overall RMS: 2.695 pixels
  Maximum: 4.991 pixels
    Point 14 on Photo 36
  Minimum: 0.592 pixels
    Point 652 on Photo 7
  Maximum RMS: 4.405 pixels
    Point 681
  Minimum RMS: 0.575 pixels
    Point 652
Point Tightness
  Maximum: 0.56 cm
    Point 545
  Minimum: 0.041 cm
    Point 1281
Point Precisions
  Overall RMS Vector Length: 0.11 cm
  Maximum Vector Length: 0.4 cm
    Point 652
  Minimum Vector Length: 0.0412 cm
    Point 12
  
```

Şekil 8. Proje raporu görüntüsü

4.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Objelerin modellenmesi konusunda fotogrametri diğer yöntemlere göre daha gerçeğe yakın ve doğruluk analizi açısından da gelişen teknoloji ile birlikte yüksek doğruluklu sonuçlar elde edilen bir yöntemdir. Fotogrametrinin diğer bir avantajı da fotoğraf üzerinden çalışıldığı için arazi çalışmalarını oldukça az olduğu, uygun koşullarda,

doğru ekipman ve tecrübe ile kısa sürede ürün elde edilen bir yöntemdir. Bu çalışmada Miniaturk'te bulunan Çanakkale şehitleri Anıtı'nın modellenmesi gerçekleştirilmiştir. Uygulama sonucu değerlendirildiğinde; photomodeler yazılımı ile objeler 3 boyutlu olarak kontrol noktası kullanmadan ve herhangi bir koordinat sistemine bağlı olmaksızın, 40 adet fotoğrafla gerçek boyutlarına oldukça yakın bir şekilde 3 boyutlu modellenenilmektedir. Modelleme sonucu, nokta hassasiyeti maksimum 0.4 cm, minimum 0.0412 cm, tüm noktaların da ortalama 0.11 cm olarak elde edilmiştir.

Çalışma boyunca karşılaşılan durumlardan önemli bazı noktalara dikkat edilmesi gerektiği tespit edilmiştir; bu hususlardan ilki kamera kalibrasyonu için fotoğraf alımında diyafram açıklığının küçük değerlerde tutulduğu taktirde, belirli bir kısma fotoğraf makinesinin odaklanmasından dolayı kalibrasyon gridi üzerinde bulanık kısımlar oluştuğu görülmüştür. Bu kısımların oluşması photomodeler programında kalibrasyon sırasında noktaların algılanmamasına neden olmuştur. Bu tür sorunla karşılaşılması için çekim sırasında kameranın diyafram değerinin büyük bir değerde olması gerektiği tespit edilmiştir. İkinci bir husus da fotoğraf alımı sırasında havanın kapalı olması nedeniyle görüntü kalitesinde bozulmanın olduğu görülmüştür. Bu nedenle havanın güneşli olduğu bir gün fotoğraf alımının gerçekleştirilmesinin gerekliliği tespit edilmiştir. Bir diğer husus ise fotoğraf sayısının artması ve modelleme için detay fotoğraflarının eklenmesi, modelin doğruluğunu artırmış, fakat fazla veri ile işlem yapıldığı için programı yavaşlattığı görülmüştür. Fotoğraf alımı sırasında köşe noktaların en az iki fotoğraf tarafından görülmediği taktirde modelin 3boyutlu çiziminde görülmeyen kısımların çizdirilemediği tespit edilmiştir. Doku oluşturma işleminde ise program fotoğrafların seçimi için her yüzeyde, yüzeyin fotoğraf merkezinde veya merkeze yakın olan fotoğrafların seçilerek oluşturulduğu görülmüştür. Modellenecek obje keskin geometrik hatlara sahip olduğu için noktaların tespitinin kolay olması sebebiyle diğer objelere kıyasla daha kolay modellendiği görülmüştür. Ancak model üzerinde özellikle basamak gibi detayların çok fazla olması modellemeyi güçleştirmiştir.

KAYNAKLAR

- Aguilar, M.A., vd.** (2008), "3D Surface Modelling of Tomato Plants Using Close-Range Photogrammetry", The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences Vol. XXXVII. Part B5. Beijing
- Cardenal, J., vd.** (2008), "Close Range Digital Photogrammetry Techniques Applied to Landslides Monitoring", The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol XXXVII. Part B8. Beijing
- Çatal, H.**, (2010), "Balerinlerin Ayak Kemiklerindeki Ortopedik Değişikliklerin Fotogrametrik Teknikleri ile Metrik Analizi", Danışman: ÖzŞen ÇORUMLUOĞLU, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Harita Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya
- Duran, Z., Toz, G.**, (2003), "Tarihi Eserlerin Fotogrametrik Olarak Belgelenmesi ve Coğrafi Bilgi Sistemlerine Aktarılması", İtü Dergisi/ Mühendislik Cilt:2, Sayı:6, 19-30
- Jechev, D.**, "Close Range Photogrammetry with Amateur Camera", Sofia, Bulgaria
- Luhmann, T., Robson, S., Kyle, S., Harley, I.**, (2006), Close Range Photogrammetry, Whittles Publishing, Scotland, UK
- Miniaturk**, <http://www.miniaturk.com.tr>, Erişim: 15.05.2015
- Püschel, H., vd.**, (2008), "A 3D Model of Castle Landenberg (CH) from Combined Photogrammetric Processing of Terrestrial and UAV-Based Images", The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences Vol. XXXVII. Part B6b. Beijing 2008
- Sönmez, E., Şeker, D.Z.**, (2014), "İzmir Havagazı Fabrikası 4 Nolu İdari Binasının Yersel Fotogrametri Yöntemiyle Modellenmesi", 5. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (UZAL-CBS 2014), 14-17 Ekim 2014, İstanbul
- Yılmaz, H.M., Karabörk, H., Yakar, M.**, (2000), "Yersel Fotogrametrinin Kullanım Alanları", Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 4 Sayı 1, (2000), 18-28
- Zamirroshan, A.**, (2012) "Designing Software for 3D Object Modelling Using Digital Close Range Photogrammetry