

## AKSARAY SULTANHANI'NIN YERSEL FOTOGRAMETRİK YÖNTEM İLE MODELLENMESİ VE NOKTA KONUM HASSASİYET ARAŞTIRMASI

M. Yakar<sup>a</sup>, A. Ulvi<sup>b</sup>, O.Orhan<sup>c</sup>, Ö.Mutluoğlu<sup>d</sup>, M.Kök<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği, 42031 Selçuklu/Konya(yakar@selcuk.edu.tr)

<sup>b</sup> Selçuk Üniversitesi, Hadim Meslek Yüksek Okulu, Hadim/Konya(aliulvi@selcuk.edu.tr)

<sup>c</sup> Selçuk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği, 42031 Selçuklu/Konya(osmanorhan44@gmail.com)

<sup>d</sup> Selçuk Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Selçuklu/Konya(omerutluoglu@selcuk.edu.tr)

**ANAHTAR KELİMELE:** Sultanhanı, Yersel Fotogrametri, Röleve

### ÖZET:

Bu çalışma Aksaray ilinde yapılmıştır. Çalışmada Aksaray Sultanhanı'nın yersel fotogrametrik yöntemle eserin 3 boyutlu modelinin çıkarılması amaçlanmıştır. Yersel fotogrametri tekniği yıllardır arkeolojik ölçmeler ve tarihi eserlerin dökümantasyonu için kullanılan bir yöntemdir. Dijital tekniklerin gelişimiyle birlikte fotogrametri, mimari eserlerin dökümantasyonu ve korunmasında daha verimli ve ekonomik bir yöntem haline gelmiştir.

Çalışmamızın sonunda tüm bu gelişmelerden yararlanılarak tarihi eserlerin fotogrametrik olarak belgelenmesi, yapılacak restorasyon planlarına daha hassas bir altlık oluşturulması ve farklı disiplinler arasında veri alış verişi sağlanacağı amaçlanmış ve istenilen sonuca varılmıştır. Ayrıca araziden çekilen resimler dengelendikten sonra resim üzerinde belirlenen noktaların konum hassasiyet çalışması yapıp bütün noktaların test değerlerinin sınır değerinin altında kaldığı görülmüştür.

**KEY WORDS:** Sultanhanı, Terrestrial Photogrammetry, Architectural Monuments

### ABSTRACT:

The study is done in Aksaray. It is aimed to generate 3D model of Aksaray Sultanhanı with the terrestrial photogrammetry method in this study. The terrestrial photogrammetry method has been used for the documentation of historical artifact and the archaeological measurements for years. The photogrammetry has become more efficient and economical method in documentation and preservation of architectural monuments with the development of digital techniques.

It is seen that the terrestrial photogrammetry method can be used for Photogrammetric documentation of the historical monuments, providing more sensitive datas for the restoration plans and inter disciplinary exchange of data at the end of this study. It is also seen that all points were below the test values after taken photo from territory were balanced and were made location precision work.

### 1. GİRİŞ

Fotogrametrinin ilk uygulamaları Yersel Fotogrametri alanında olmuştur. Fotoğrafın bulunuşundan kısa bir süre sonra 1858 yılında Alman Meydenbauer, fotoğrafın nesnel içeriğini ölçme tekniği ile bütünleştirerek, yıkılan bir kilisenin eldeki mevcut resimlere göre onarımını gerçekleştirmiştir(Yılmaz H.M. vd.,2000) Mimarlık, tıp, arkeoloji,sanayi gibi alanlarda yersel fotogrametrik alımlar için metrik kameralar yerine ucuz, basit ve kolayca bulunabilen metrik olmayan kameraların kullanımı için yoğun çalışmalar yapılmaktadır.Tarihi kültür varlıklarında kalıcılık ve sürekliliğin sağlanması için gerçekleştirilmesi gereken en önemli iş, bu varlıklara ait envanter (doküman) bilgilerin oluşturulması ve arşivlenerek korunmasıdır. Belirleme ve belgeleme çalışmaları doküman bilginin oluşturulması olarak isimlendirilebilir. Doküman bilgilerin oluşturulması:

- Kaybolan eserlerin tekrar yerlerine konulması,
- Yıpranmış eserlerin bakımlarının yapılması,
- Başka yerlere kaçırılan eserlerin yerlerinin nereye ait olduklarının bilinmesi, öz niteliklerinin korunarak tekrar orijinal yerlerine yerleştirilmeleri açısından çok önemlidir. (Demirkesen, A.C, 2005)

Alınan fotoğrafların değerlendirilmesi grafik veya sayısal olarak yapılabilir. Bu sayede bilinen ölçme metotları ile elde edilecek detayla kıyaslanmayacak sayıda çok bilgi bulunabilir. Tarihi yapılarda bulunan karmaşık şekil ve motiflerin ölçekli çizimleri klasik metotlarla çoğu kez yapılamazken, fotoğrafik metotlar bu şekilleri gerçek konumlarında ve bütün ayrıntıları ile istenen ölçekte vermektedir(TÜDEŞ,T.,1996).

Yersel fotogrametrinin mimari röleve çalışmalarında en yoğun olarak kullanıldığı yer, tarihi yerlere ait cephelerin restorasyon ve belgeleme amaçlı planlarının çıkarılmasıdır(URL-1).

### 2. YERSEL FOTOGRAMETRİNİN ÖNEMİ

Kültürel mirasın çeşitli fiziksel, sosyal, ekonomik kültürel, tarihsel yönlerine ilişkin çeşitli nitelik ve ölçekte bilgi üretilmesi yanında, üretilen çok miktardaki verinin işlenmesi ve kullanılabilir bilgiye dönüştürülmesi de koruma açısından vazgeçilemez bir gerekliliktir (URL-2).

Belgeleme çalışmalarında kullanılan en etkin verimli tekniklerden biride fotogrametrik yöntemdir. Fotogrametrik yöntem klasik yöntemlerden 100-130 kat daha verimli, grafiksel açıdan 2-5 kat daha avantajlı ve doğruluk açısından da 10 kat daha hassastır (Sağıroğlu, 2004).

Günümüzde ulusal ve uluslararası birçok çalışmalar dijital yersel fotogrametri ile bağlantılı olup mimarlık gibi birçok alanda kullanılarak kullanım alanları genişlemiştir. Dijital yersel fotogrametri

- Binaların tarihi ve arkeolojik değerlerinin tespitinde
- Cephe ölçüm ve çizimlerinde,
- Uygulama ve koruma planların hazırlanmasında kullanılmaktadır (Yılmaz H.M vd ,2000).

### 3. ÇALIŞMA ALANI

Konya-Aksaray yolu üzerinde Aksaray'dan 42 km. Aksaray iline bağlı Sultan Hanı Kasabası'nın içindedir Sultan Hanı'nın kitabelerinde çok açık bir şekilde I.Gıyaseddin Keyhüsrev oğlu I.Alaaddin Keykubat tarafından inşasına H.626 M.1228-29 yılında başlamak suretiyle yapılmış olduğu kesindir.

Sultan Hanı açık ve kapalı kısımları avlunun ortasında bulunan köşk mescidi ile "Sultan Hanı" tipindeki kervansarayların en büyüklerinden biridir(URL-3)



Şekil 1.Sultanhanı dünya üzerindeki konumu

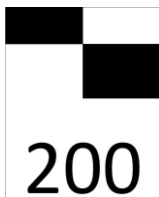
### 4. MATERYAL METOD

Yersel fotogrametri çalışması arazi ve ofis çalışması olmak üzere iki aşamada tamamlanmıştır. Arazi çalışması çalışma öncesi hazırlık, kağıt hedeflerin ölçülecek alana yapıştırılması, kağıt hedeflerin elektronik uzaklık ölçer ile ölçülmesi ve alanın fotoğraflanması aşamalarından oluşmuştur.

#### 4.1.Arazi Çalışması

##### 4.1.1.Çalışma öncesi hazırlık

Arazi çalışmasına başlamadan önce çalışmada kullanılacak kağıt hedefler(Şekil2), Elektronik Uzaklık ölçer(Şekil3) ve Dijital kamera(Şekil4) temin edilmiştir.



Şekil 2. Kağıt Hedef(Target)



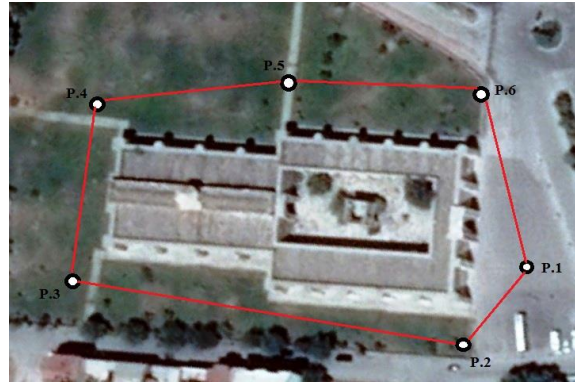
Şekil 3.Topcon GPT 3007



Şekil 4. Nikon Coolpix L310

#### 4.1.2. Ölçüm ve fotoğraflama

Kağıt hedefler Hanın duvarlarına homojen olarak kapsayacak biçimde yapıştırılmıştır. Bu işlemten sonra Hanın etrafını çevreyecek şekilde yüzey üzerinde detay noktalarını ölçmek amacıyla kapalı poligon güzergahı tesis edilmiştir.



Şekil 5.Sultanhanı Poligonların konumu

Çizelge 1. Poligon Koordinatları

| N.N | Y       | X       | Z       |
|-----|---------|---------|---------|
| P.1 | 300.000 | 400.000 | 100.000 |
| P.2 | 245.470 | 357.699 | 100.111 |
| P.3 | 184.272 | 328.229 | 100.379 |
| P.4 | 184.704 | 414.433 | 99.778  |
| P.5 | 230.448 | 456.309 | 99.598  |
| P.6 | 300.000 | 463.448 | 99.471  |

Arazi çalışmasında 6 adet poligon aracılığı ile Han duvarları üzerinde toplam 247 adet detay noktası ölçülmüştür. Bu noktaların 125 adet resimlerin dengelenmesi işleminde kullanılmıştır.

Noktaların koordinatlandırılması işleminden sonra fotoğraflama çalışmasına geçilmiştir. Hanın etrafı 360° dönülerek 350 adet fotoğraf çekilmiştir. Fotoğrafları çekerken dikkat edilen hususlar :

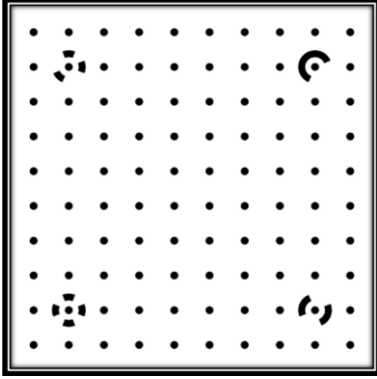
- Her fotoğraf çekiminde yer değiştirildi.
- Bütün objeyi kapsayacak şekilde bindirmeli olarak fotoğraflar çekildi.
- İki fotoğraf arasındaki açı minimum 30° olması zorunluluğu göz önünde bulunduruldu.
- Fotoğraf makinesinin zoom ayarı ile oynamadan kalibrasyonu hangi ayarda yapıldıysa fotoğraflar da aynı ayarda çekildi.

## 4.2 Ofis çalışması

TOPCON GPT 3007 total elektronik uzaklık ölçerden ham veriler alınıp NETCAD programı ile noktaların XYZ koordinatları hesap edilip txt formatında kaydedilmiştir.

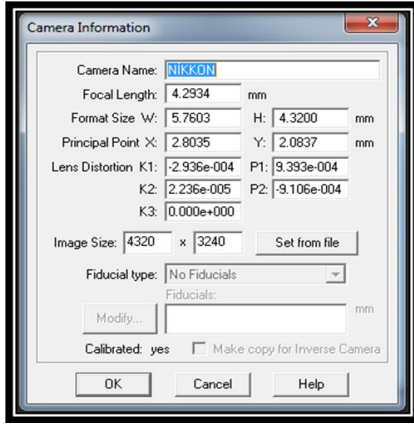
Araziden elde edilen fotoğraflar ise bilgisayara aktarılıp kullanılmaya hazır hale getirilmiştir.

Projenin çizim işlerinin yapılacağı Photomodeler yazılımı açılıp fotoğraf çekiminde kullanılan dijital kameranın kalibrasyon değerlerinin hesabı yapılmıştır.

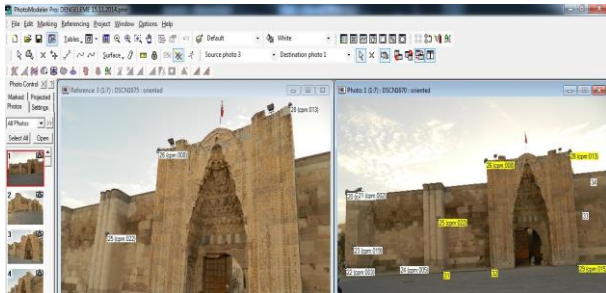


Şekil 6. Kalibrasyon kağıdı

Kalibrasyon sonucu elde edilen değerler (Şekil 7) de gösterilmiştir.

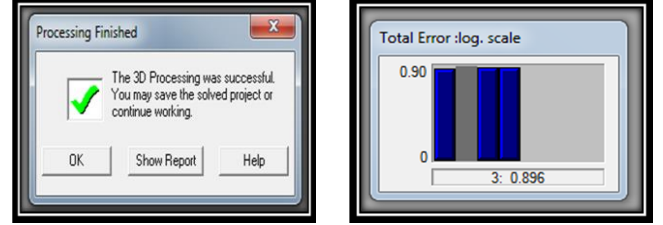


Şekil 7. Nikon Coolpix L310 kalibrasyon değerleri



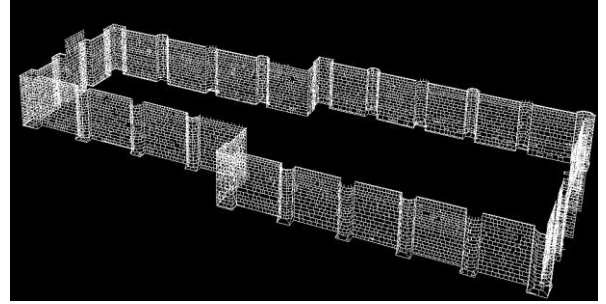
Şekil 8. Resimlerin tanıtımı ve dengelenmesi

Kamera kalibrasyon işlemi bitirildikten sonra, resimler Photomodeler yazılımına tanımlanıp dengeleme işlemi yapılmıştır. Resimlerin doğru bir şekilde dengelendiğini ve hata olmadığını gösteren proje raporu da çizimden önce görüntülenmektedir.



Şekil 9. Dengeleme işleminin başarılı olduğunu gösteren rapor

Dengeleme işleminden sonra Hanın çizimlerine geçilmiştir. Çizim işlemi duvardaki taşların tek tek çizilmesi ile tamamlanmıştır.



Şekil 10. Hanın duvar çizimleri yapılması

Duvar çizimlerinin bitirilmesinden sonra dengelemede kullanılan resimler çizimlerin üzerine giydirilmiştir.



Şekil 11. Çizimlere resimlerin giydirilmesi

### 4.2.1 Hassasiyet araştırması

Yapılan çizimlerin doğruluğunun araştırılması işleminde, Han duvarları üzerinden arazide 30 adet detay noktası belirlenmiştir. Bu noktaların koordinatları elektronik uzaklık ölçer ile hesaplanmıştır. Bu koordinatlar kesin koordinatlar olarak kabul edilmiştir. Aynı noktalara ait resim üzerinden elde edilen koordinat değerlerinden farkları hesaplanıp noktaların karesel ortalama hataları bulunmuştur.

Çizelge 2. Arazi, resim koordinatları ve farkları

| N.<br>N | Total Station<br>(Kesin Koordinatlar) |         |         | Resimden elde edilen<br>Koordinatlar |         |         | Farklar |       |       |
|---------|---------------------------------------|---------|---------|--------------------------------------|---------|---------|---------|-------|-------|
|         | Y                                     | X       | Z       | Y                                    | X       | Z       | Y(m)    | X(m)  | Z(m)  |
| 1       | 299.659                               | 424.082 | 109.273 | 299.649                              | 424.077 | 109.262 | 0.010   | 0.005 | 0.011 |
| 2       | 298.457                               | 425.213 | 109.261 | 298.446                              | 425.206 | 109.252 | 0.011   | 0.007 | 0.009 |
| 3       | 299.601                               | 423.962 | 100.692 | 299.596                              | 423.951 | 100.682 | 0.005   | 0.011 | 0.010 |
| 4       | 292.634                               | 427.840 | 102.477 | 292.628                              | 427.830 | 102.469 | 0.006   | 0.010 | 0.008 |
| 5       | 293.138                               | 427.337 | 100.592 | 293.132                              | 427.332 | 100.585 | 0.006   | 0.005 | 0.007 |
| 6       | 285.818                               | 434.174 | 102.871 | 285.813                              | 434.165 | 102.861 | 0.005   | 0.009 | 0.010 |
| 7       | 290.379                               | 432.664 | 108.477 | 290.371                              | 432.656 | 108.466 | 0.008   | 0.008 | 0.011 |
| 8       | 285.332                               | 438.772 | 110.766 | 285.324                              | 438.768 | 110.754 | 0.008   | 0.012 | 0.012 |
| 9       | 284.016                               | 439.664 | 111.185 | 284.008                              | 439.658 | 111.176 | 0.008   | 0.006 | 0.009 |
| 10      | 282.845                               | 440.403 | 109.430 | 282.835                              | 440.398 | 109.422 | 0.010   | 0.005 | 0.008 |
| 11      | 285.002                               | 439.054 | 100.130 | 284.996                              | 439.046 | 100.118 | 0.006   | 0.008 | 0.012 |
| 12      | 281.080                               | 441.955 | 110.760 | 281.068                              | 441.945 | 110.748 | 0.012   | 0.010 | 0.012 |
| 13      | 277.537                               | 445.975 | 110.777 | 277.530                              | 445.964 | 110.766 | 0.007   | 0.011 | 0.011 |
| 14      | 277.831                               | 445.693 | 110.284 | 277.823                              | 445.684 | 110.277 | 0.008   | 0.009 | 0.007 |
| 15      | 277.531                               | 445.928 | 99.776  | 277.525                              | 445.917 | 99.769  | 0.006   | 0.011 | 0.007 |
| 16      | 284.433                               | 435.432 | 100.985 | 284.425                              | 435.422 | 100.980 | 0.008   | 0.010 | 0.005 |
| 17      | 289.428                               | 433.419 | 105.732 | 289.419                              | 433.413 | 105.724 | 0.009   | 0.006 | 0.008 |
| 18      | 285.985                               | 434.020 | 105.996 | 285.975                              | 434.010 | 105.984 | 0.010   | 0.010 | 0.012 |
| 19      | 298.810                               | 424.819 | 103.059 | 298.802                              | 424.808 | 103.049 | 0.008   | 0.011 | 0.010 |
| 20      | 293.489                               | 427.036 | 106.824 | 293.478                              | 427.027 | 106.813 | 0.011   | 0.009 | 0.011 |
| 21      | 290.290                               | 432.726 | 100.983 | 290.281                              | 432.715 | 100.971 | 0.009   | 0.011 | 0.012 |
| 22      | 289.640                               | 433.200 | 105.405 | 289.632                              | 433.190 | 105.393 | 0.008   | 0.010 | 0.012 |
| 23      | 281.941                               | 441.153 | 109.835 | 281.934                              | 441.142 | 109.825 | 0.007   | 0.011 | 0.010 |
| 24      | 282.217                               | 440.890 | 107.257 | 282.209                              | 440.883 | 107.249 | 0.008   | 0.007 | 0.008 |
| 25      | 278.772                               | 444.504 | 106.750 | 278.761                              | 444.498 | 106.743 | 0.011   | 0.006 | 0.007 |
| 26      | 277.951                               | 445.546 | 99.767  | 277.946                              | 445.540 | 99.756  | 0.005   | 0.006 | 0.011 |
| 27      | 280.060                               | 442.904 | 107.765 | 280.048                              | 442.897 | 107.755 | 0.012   | 0.007 | 0.010 |
| 28      | 279.355                               | 443.626 | 104.159 | 279.348                              | 443.619 | 104.148 | 0.007   | 0.007 | 0.011 |
| 29      | 283.774                               | 441.439 | 99.626  | 283.764                              | 441.431 | 99.614  | 0.010   | 0.008 | 0.012 |
| 30      | 271.050                               | 450.462 | 108.710 | 271.040                              | 450.452 | 108.701 | 0.010   | 0.010 | 0.009 |

Çizelge 3. Noktaların karesel ortalama hataları

| Vx(cm) | Vy(cm) | Vz(cm) | VxVx(cm) | VyVy(cm) | VzVz(cm) |
|--------|--------|--------|----------|----------|----------|
| 1.0    | 0.5    | 1.1    | 1.00     | 0.25     | 1.21     |
| 1.1    | 0.7    | 0.9    | 1.21     | 0.49     | 0.81     |
| 0.5    | 1.1    | 1.0    | 0.25     | 1.21     | 1.00     |
| 0.6    | 1.0    | 0.8    | 0.36     | 1.00     | 0.64     |
| 0.6    | 0.5    | 0.7    | 0.36     | 0.25     | 0.49     |
| 0.5    | 0.9    | 1.0    | 0.25     | 0.81     | 1.00     |
| 0.8    | 0.8    | 1.1    | 0.64     | 0.64     | 1.21     |

|       |     |     |       |       |       |
|-------|-----|-----|-------|-------|-------|
| 0.8   | 1.6 | 1.2 | 0.64  | 1.44  | 1.44  |
| 0.8   | 0.6 | 0.9 | 0.64  | 0.36  | 0.81  |
| 1.0   | 0.5 | 0.8 | 1.00  | 0.25  | 0.64  |
| 0.6   | 0.8 | 1.2 | 0.36  | 0.64  | 1.44  |
| 1.2   | 1.0 | 1.2 | 1.44  | 1.00  | 1.44  |
| 0.7   | 1.1 | 1.1 | 0.49  | 1.21  | 1.21  |
| 0.8   | 0.9 | 0.7 | 0.64  | 0.81  | 0.49  |
| 0.6   | 1.1 | 0.7 | 0.36  | 1.21  | 0.49  |
| 0.8   | 1.0 | 0.5 | 0.64  | 1.00  | 0.25  |
| 0.9   | 0.6 | 0.8 | 0.81  | 0.36  | 0.64  |
| 1.0   | 1.0 | 1.2 | 1.00  | 1.00  | 1.44  |
| 0.8   | 1.1 | 1.0 | 0.64  | 1.21  | 1.00  |
| 1.1   | 0.9 | 1.1 | 1.21  | 0.81  | 1.21  |
| 0.9   | 1.1 | 1.2 | 0.81  | 1.21  | 1.44  |
| 0.8   | 1.0 | 1.2 | 0.64  | 1.00  | 1.44  |
| 0.7   | 1.1 | 1.0 | 0.49  | 1.21  | 1.00  |
| 0.8   | 0.7 | 0.8 | 0.64  | 0.49  | 0.64  |
| 1.1   | 0.6 | 0.7 | 1.21  | 0.36  | 0.49  |
| 0.5   | 0.6 | 1.1 | 0.25  | 0.36  | 1.21  |
| 1.2   | 0.7 | 1.0 | 1.44  | 0.49  | 1.00  |
| 0.7   | 0.7 | 1.1 | 0.49  | 0.49  | 1.21  |
| 1.0   | 0.8 | 1.2 | 1.00  | 0.64  | 1.44  |
| 1.0   | 1.0 | 0.9 | 1.00  | 1.00  | 0.81  |
| [VV]= |     |     | 21.91 | 23.20 | 29.54 |

$$m = \pm \sqrt{\frac{[v \cdot v]}{n-1}}$$

|      |      |      |
|------|------|------|
| 0.87 | 0.89 | 1.01 |
|------|------|------|

$$m_{xyz} = 1.60$$

## 5. SONUÇ

Türkiye üzerinde bulunduğu coğrafya dolayısı ile geçmişten günümüze önemli ticaret yolları üzerinde olmuştur. Buna bağlı olarak bu coğrafya bir çok kültüre ev sahipliği yapmıştır. Her kültürün kendine has mimari yapısı bulunmaktadır. Mimari yapılar en çok saray ve hanlarda göz önüne çıkmaktadır. Sultanhanı da bunlardan bir tanesidir. Sultanhanı Selçuklu devletinin mimari yapısını yansıtmaktadır. Dolayısı ile bu yapı kendi kültürümüzü temsil etmektedir. Bu çalışmada Sultanhanı'nın üç boyutlu modeli yapılmış ve yeterince hassas sonuçlar elde edilmiştir. Yersel fotogrametrik çizimler sonucunda belirlenen 30 adet noktanın hassasiyet araştırmasında y, x ve z koordinatlarında ortalama konum hatası  $\pm 1.62$  cm bulunmuştur. Noktaların koordinat farkları Çizelge 2 incelendiğinde y, x ve z eksenlerinde ortalama konum hatası değerinin altında kaldığı görülmüştür.

Elde edilen dijital veriler kültürel mirasımızın korunmasında, yapı üzerinde zaman içerisindeki değişikliklerin incelenmesinde, daha sonra yapılacak restorasyon projelerine altlık teşkil etmesinde meslek insanlarına çok yardımcı olacaktır.

#### REFERANSLAR

Demirkesen, A.C., M.T. Özlüdemir ve H. Demir, 2005, “Kapadokya Örneğinde Tarihî ve Kültürel Mirasın Korunması ve Bu İşlemlerde Harita Mühendislerinin Yetki ve Sorumlulukları”, 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 28 Mart - 1 Nisan 2005, Ankara.

H.Murat YILMAZ , Hakan KARABÖRK , Murat YAKAR, Yersel Fotogrametrinin Kullanım Alanları, Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 4 Sayı 1,2000

Sarioğlu, Ö., 2004, Yersel Fotogrametrik Rölöve Ölçüm Tekniğinin Ömer Duruk Evi Örneği Üzerinde Uygulanması. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara

TÜDEŞ,T.(1996) “Yersel Fotogrametri” KTÜ Mühendislik – Mimarlık Yayınları, Fakülte Yayın No:34, Trabzon.

URL-1, Documenta Arctectural Photogrammetry, (<http://www.asfonud.Com/documenta/TechOverview.html>)

URL-2, 2007, Odtü Mimarlık Fakültesi Araştırma, Tasarım, Planlama ve Uygulama Merkezi  
[http://matpum.arch.metu.edu.tr/index.php?option=com\\_content&task=view&id=31&Itemid=69](http://matpum.arch.metu.edu.tr/index.php?option=com_content&task=view&id=31&Itemid=69)

URL-3,<http://www.aksaraykulturturizm.gov.tr/TR,63658/hanlar-ve-kervansaraylar.html>