

# APOLLO SMINTHEUS TAPINAĞININ YERSEL FOTOGRAMETRİ YÖNTEMİYLE MODELLENMESİ

E. Ö. Avşar, Z. Duran, O. Akyol, G. Toz

İTÜ, İnşaat Fakültesi, 34396 Maslak, İstanbul, Türkiye

(avsarem, duranza, tozg)@itu.edu.tr, onur\_akyol@yahoo.com

**ANAHTAR KELİMELER:** yakın resim fotogrametrisi, modelleme, kültürel miras

## ÖZET:

Harita üretimi amaçlı olmayan fotogrametrik uygulamaların çoğunluğu mimarlık fotogrametrisi uygulamalarıdır. Mimarlık Fotogrametrisinin en genel kullanımı yapıların restorasyon projeleri için rölevellerinin hazırlanması amaçlıdır. Veri elde etme (CCD kameralar, foto-tarayıcılar), veri işleme (computer vision), değerlendirme ve görselleştirme (CAD, simülasyon, animasyon, görselleştirme), depolama ve analiz (mekansal bilgi teknolojileri) konularında ortaya çıkan güncel teknolojiler ve teknikler, sonuçların elde edilmesinde önemli katkılara sahip yeni sistemlerdir. Son yıllarda Digital Fotogrametri ve Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler sonucu, yapıların 3 boyutlu olarak tekrar oluşturulması güncel araştırma konuları içinde yer almıştır. 3 boyutlu yapı modelleri, şehir planlama ve turizm için gittikçe zorunlu hale gelmektedir. Uygarlık tarihi içerisinde insanın doğrudan veya doğa ile birlikte yarattığı ve bugün “kültür mirası” olarak adlandırılan eserlerin korunması, çağımızda insanlığın ortak çabası haline gelen bir olgudur. İletişim araçlarının hızlı gelişimi, farklı toplumların her gün biraz daha kaynaşmasına neden olmaktadır. Bunun sonucunda ortak mirasa sahip çıkma fikri güçlenmekte ve buna paralel olarak bu mirası yerleşimleri üzerinde bulunduran halkların sorumluluğu da artmaktadır. Bu çalışmada; Çanakkale sınırları içinde bulunan Apollon Smintheus tapınağının yersel fotogrametrik tekniklerle digital olarak elde edilen fotoğraflarından 3 boyutlu oluşturulması ve görselleştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla farklı uzaklıklardan tapınak kalıntıları resimleri Canon EOS 350D digital kamera ile çekilmiştir. Çekilen resimlerden yapının değerlendirilmesi yapılmış ve çeşitli ölçeklerde rölevelleri, noktasal, analog ve 3 boyutlu modelleri üretilmiştir. Ayrıca, yapıyı oluşturan kolonların yüzey modelleri görselleştirme amacıyla üretilmiştir. Bu model geleneksel yöntemlerle çok zor ve zaman alıcı olan kültürel mirasın korunması ve dokümantasyonun yapılması çalışmalarının, bu çalışmada belirtilen tekniklerle yapılmasının avantajlarını ortaya koymaktadır.

## 1. GİRİŞ

Türkiye, geçmişten günümüze uzanan tarihi değerlere sahip az sayıda ülkelerden biridir. Tarih öncesi çağlardan günümüze kadar uzanan, Anadolu toprakları üzerinde zengin uygarlık izleri bırakan, değişik kültürlerden kalan birçok eser, tarihi miras olarak günümüze kadar gelmiştir. Bu nedenle, miras olarak devraldığımız kültür varlıkları, gelecek kuşaklara da sağlıklı biçimde ulaştırılması gereken bir hazinedir. Bu hazine ne denli sağlıklı ve doğru kullanılırsa, ülkemizin dünya üzerindeki saygınlığı o oranda artacaktır. Bizden öncekilerden devraldığımız bu mirası, sanat ve kültür objeleri olarak, yerli ve yabancı ziyaretçilere sunacağımız gibi, gelecek kuşaklara da sağlıklı ve sağlam biçimde devretme bilinci ve sorumluluğunu taşımak gerekmektedir. Korumaya ait girişimler günümüzdeki mevcut teknolojik araçlar vasıtasıyla desteklenmektedir. Bu araçların kullanılmasıyla kültürel mirasın korunması daha kolay ve etkin bir şekilde yapılabilmektedir.

Yersel fotogrametri bu alanda kullanılan en önemli teknik olarak ortaya çıkmaktadır. Uygulama alanları arasında arkeoloji, endüstri, madencilik, tıp, suç araştırmaları, trafik kazaları olan bu disiplinin en yaygın kullanım alanı mimarlık fotogrametrisidir. Bu çalışmalar daha çok tarihi yapıların restorasyon projelerinde kullanılan rölevellerin hazırlanması amacıyla yapılmaktadır. Klasik yöntemlerle çok zaman alan ve istenilen konumsal doğruluğa ulaşamayan çalışmaların gerçekleştirilmesinde fotogrametri kullanılabilecek en iyi teknoloji olarak kabul görmektedir (Avşar, 2006).

Bu çalışmada; Apollon Smintheus tapınağının her bir kolonunun yersel fotogrametrik tekniklerle digital olarak elde edilen fotoğraflarından 3 boyutlu modellerinin oluşturulması ve görselleştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla farklı uzaklıklardan tapınak kalıntıları resimleri Canon EOS 350D digital kamera ile çekilmiştir. Çekilen resimlerden yapının değerlendirilmesi

yapılmış ve çeşitli ölçeklerde rölevelleri, noktasal, analog ve 3 boyutlu modelleri üretilmiştir. Ayrıca, yapıyı oluşturan kolonların yüzey modelleri görselleştirme amacıyla üretilmiştir. Bu model geleneksel yöntemlerle çok zor ve zaman alıcı olan kültürel mirasın korunması ve dokümantasyonun yapılması çalışmalarının, bu çalışmada belirtilen tekniklerle yapılmasının avantajlarını ortaya koymaktadır.

## 2. APOLLO SMINTHEUS TAPINAĞI

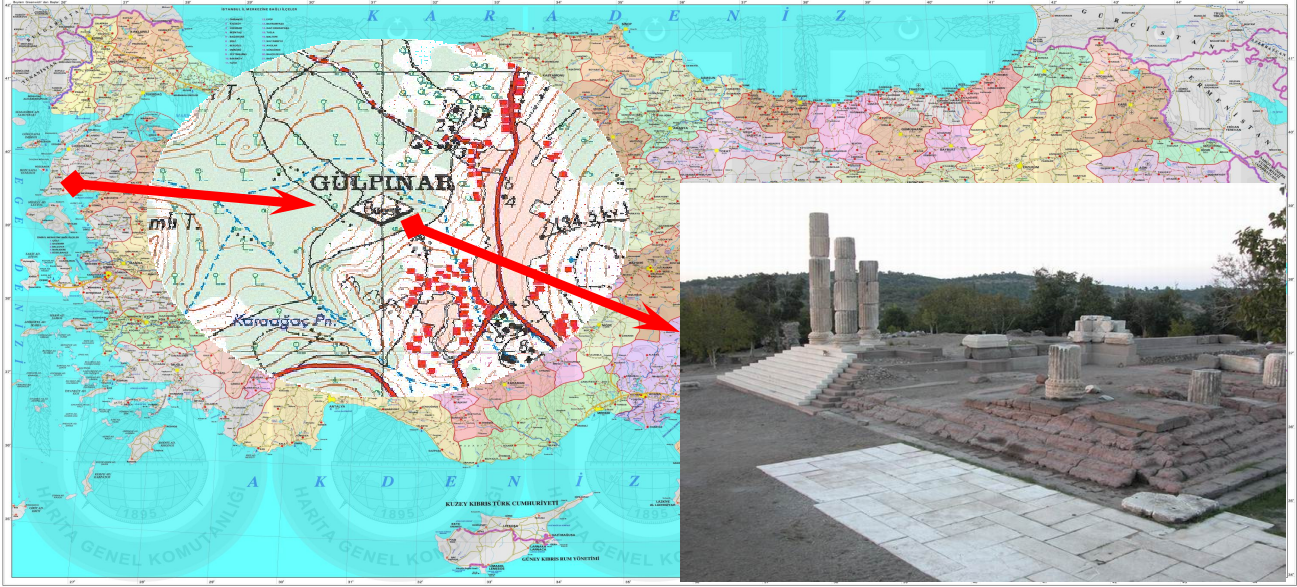
Apollon Smintheus kutsal alanı; Biga yarımadasının güneybatı ucunda, Çanakkale ili sınırları içinde, eski adıyla Külahlı olarak bilinen Gülpınar Beldesi'nde yer almaktadır. Jeolojik açıdan bölge bir “Volkanik Plato” olarak tanımlanmaktadır.

Anadolu'nun en önemli antik bölgelerinden olan Troas'ta yer alan Apollon Smintheus kutsal alanı bölgenin bilinen en önemli kültür merkezidir. Kutsal alan, beldenin kuzey batısı ile kuzey doğusu arasında kalan vadinin başlangıç eteklerinde “Bahçeleriçi” olarak adlandırılan mevkide yer almaktadır. Su yönünden zengin olan bu yöre yer altı kaynak suları ile beslenmekte, antik çağlarda oluşturulan yer altı kanalları ile toplanan su günümüzde de belde halkı tarafından kullanılmaktadır. Su, Apollon kültürü için vazgeçilmezdir. Anadolu'daki Apollon kutsal alanlarının hemen hepsi kaynak sularının üzerine kurulmuşlardır. Mitolojik yaklaşımda Tanrı Apollon kehanette bulunmak için her zaman için suya gereksinim duymuştur. Kutsal alanın bu yörede kurulmuş olması da bu nedenden kaynaklanmaktadır.

Jean Baptista Le Chevalier 1785 yılında Lektum-Babakale'den Alexandria Troas'a giderken kutsal alanda yer alan tapınağın toprak üstünde kalan kalıntılarını görmüş ve arkeoloji dünyasına ilk kez Apollon Smintheus tapınağını duyurmuştur. 1853 yılında yöreye harita çalışması için gelen İngiliz Amiral R. N. Spratt, yöre halkının verdiği bilgiler ışığında tapınağın

kalıntılara ulaşmıştır. Spratt bulduğu yapının Apollon'a ait, İon düzeninde yapılmış önemli bir tapınak olduğunu görmüş ve Tapınak alanında gördüğü bir yazıt aracılığı ile tapınağın Fare-Smintheus kültüne ait olduğunu bilim dünyasına duyurmuştur. 1980 yılından bu yana ise Gülpınar-Apollon Smintheus kutsal alanı ve yakın çevresinde kazı, sondaj ve restorasyon

çalışmaları; Kültür Bakanlığı adına Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Arkeoloji Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Coşkun Özgünel'in başkanlığında, ODTÜ Mimarlık Fakültesi Restorasyon Ana Bilim Dalı ve MSÜ Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Ana Sanat Dalı öğretim üyeleri, öğrencileri ve yöre halkının özverileri ile sürdürülmektedir.



Şekil 1. Apollo Smintheus Tapınağının bulunduğu bölge

Tapınak milattan önce ikinci yüzyılda yapılmıştır. Antik Yunan'ın en ünlü ozanı olan Homeros'un İlyada Destanından alıntuları anlatan kabartmalarla kaplı olan tapınak, İyonik mimarinin Troya bölgesindeki tek örneğidir. Tapınakta Hellenistik çağ Anadolu mimarlığına imzasını atan mimar Hermogenes'in uyguladığı pseudo-dipteros (yalancı iki sıralı sütun) plan tasarımı kullanılmıştır. Tapınak ön ve arka cepheleri sekizer ve yan cepheleri ise ondörder olmak üzere toplam 44 sütündan oluşmaktadır. Tapınağın ölçüleri; dar yüzeyler 23.20 m, uzun kenarlar ise 41.65 m olarak belirlenmiştir. Mimari ve yapırcısı bilinmeyen tapınağın; yapılan kazılar sonucunda sütünlara yapı parçalarının büyük bir bölümü çıkarılmış ancak günümüzde sadece üç kolunun ve bazı taban bölümlerinin birleştirilmesi yapılmıştır. Kazı sonucu çıkarılan parçalar, açık hava müzesi olarak ve de bölgede bulunan depo müzede sunulmaktadır.



Şekil 3. Tapınağın 3 boyutlu rekonstrüksiyonu



Şekil 2. Hektor'un eşinin matemini gösteren kabartma

### 3. UYGULAMA

Kültürel mirasın dokümantasyonunda, Fotogrametri çok önemli rol oynar. Fotogrametri, tarihi eserlerin dokümantasyonu için gerekli olan 3B koordinatların elde edilmesinde en etkili ve en ekonomik tekniktir. Diğer teknikler arasında kültürel mirasın dokümantasyonu için en uygun teknik Yakın Resim Fotogrametrisidir.

Bu çalışmada, tapınağın kolonlarına ait 150'den fazla resim farklı uzaklıklardan 28 mm sabit lensli Canon EOS 350D digital kamera ile çekilmiştir. Kullanılan kamera 8 megapiksel çözünürlüktedir. Çalışma öncesinde; resim çekme makinesi İTÜ Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü Fotogrametri Laboratuvarında bulunan test alanı kullanılarak kalibre edilmiştir. Kalibrasyon sonucu elde edilen değerler aşağıda verilmektedir.



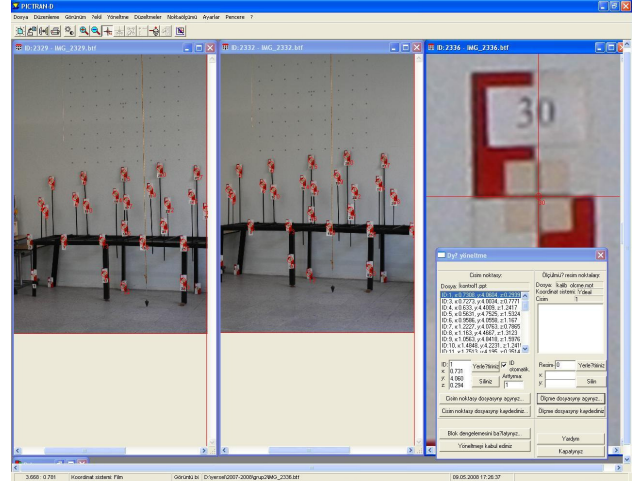
$$X_0 = -0.037358 \text{ mm}$$

$$Y_0 = -0.107110 \text{ mm}$$

$$C = 28.709788 \text{ mm}$$

Distorsiyon Parametreleri:	
$A_1 = -0.165073e-03$	$A_4 = -0.730537e-04$
$A_2 = 0.557400D-06$	$A_5 = 0.277451e-05$
$A_3 = 0.397814e-04$	$A_6 = -0.249675e-05$

Tablo 1. Kalibrasyon sonuçları



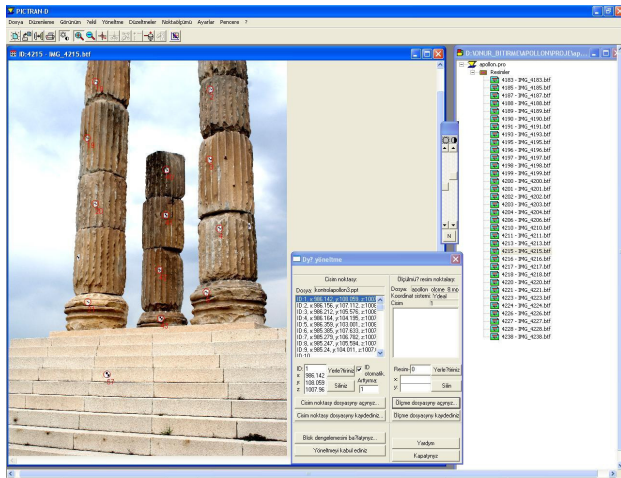
Şekil 4. Test Alanı ve Kalibrasyon



Kamera	Canon EOS 350D
Sensör	22.2 x 14.8 mm CMOS sensor, RGB Color Filter Array
Çözünürlük	8.2 milyon toplam piksel
Resim Boyutları	3456 x 2304 (L), 2496 x 1664 (M), 1728 x 1152 (S)
Format	RAW, RAW + JPEG Large/Fine *, JPEG (EXIF 2.21) - Fine, Normal
Lens	Canon EF / EF-S lens, 1.6x field of view crop
ISO Duyarlılığı	ISO 100, 200, 400, 800, 1600
Ağırlık	Gövde (batarya hariç): 490 g (1.1 lb)

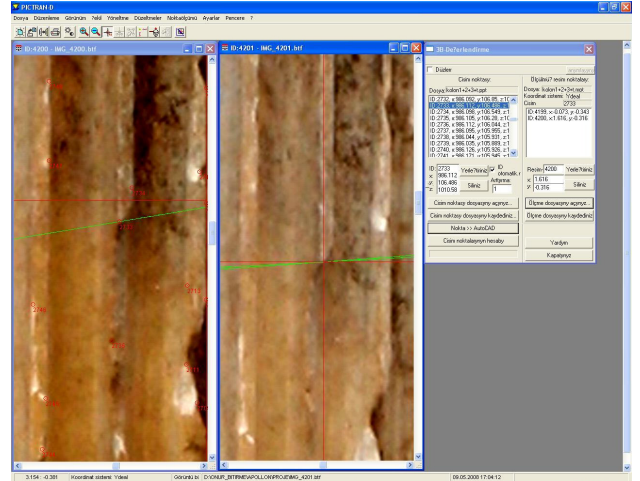
Tablo 1. Canon EOS 350D Kameranın teknik özellikleri

Yapı yüzeyine homojen yapıda 60 adet kontrol noktası tesis edilmiştir. Kontrol noktalarının koordinatlarını hesabi için lokal koordinat sisteminde tanımlanan 5 noktadan oluşan bir kapalı poligon ağı tesis edilmiştir. Kontrol noktalarının koordinatları bu ağıya bağlı olarak ileriden kestirme yöntemiyle belirlenmiştir.



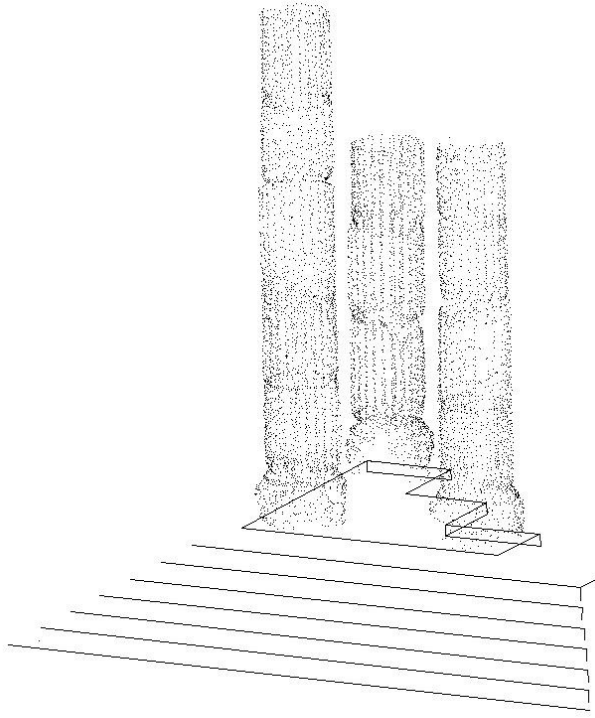
Şekil 5. Kontrol Noktaları

Arazi çalışmasında çekilen çok sayıda resimden 34 adet resim projede kullanılmak üzere seçilmiştir. Fotogrametrik değerlendirme işlemleri için Pictran digital fotogrametrik yazılımı kullanılmıştır.



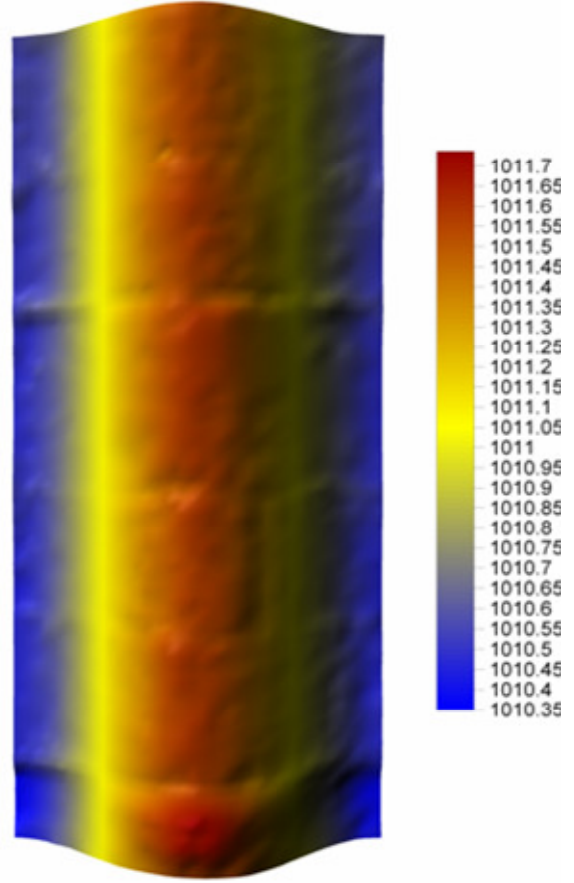
Şekil 6. Değerlendirme işlemleri

Değerlendirme aşamasında yapı üzerindeki detay noktaları (köşe noktaları, çatlaklar, kırık noktalar gibi...) manuel olarak ölçülmüştür. Ayrıca kırıklar çizgi olarak, çatlaklar ise kapalı olarak grafik cisimler olarak oluşturulmuştur. Yapılan uygulamada 8530 detay noktası ölçülmüştür. Daha sonra elde edilen model üzerinde gerekli düzenlemeler AutoCAD yazılımında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 7. Noktasal ve çizgisel model

Çalışmada arkeologlardan gelen istekler üzerine Apollon Tapınağı'na ait dikili konumdaki kolonlar düzleme açılmıştır. Bu işlem için öncelikle koordinat dönüşümü için gerekli algoritma ve hesap cetveli oluşturulmuştur. Öncelikle X ve Z koordinat eksenlerinde merkezin koordinatları, kolonun detay noktalarının koordinatlarından hesaplanmıştır. Daha sonra, detay noktalarının merkeze olan uzaklığından ortalama yarıçap belirlenmiştir. Ortalama yarıçap, merkez nokta ve her detay noktasının X ve Z koordinatından yararlanılarak seçilen bir referans noktasından itibaren her iki yönde detay noktaları X eksenine üzerine iz düşürülmüştür.



Şekil 8. Düzleme açılmış yüzey modeli

#### 4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Gelişen bilgisayar teknolojisi ile birlikte kültürel mirası belgelenmesinde yeni tekniklerin kullanım olanağı oluşmuştur. Fotogrametri, kültürel mirasın belgelenmesinde en etkili tekniktir. Doğru koordinat değerleri fotogrametrik değerlendirme sonucu diğer tekniklere göre daha hızlı elde edilebilmektedir. Resimlerin içerdiği limitsiz bilgi ile tarihi yapıların bugünkü durumu hakkında bilgi elde edilebilmektedir. Gelişen teknoloji ile birlikte görselleştirme teknikleri ile üretilmiş 3 boyutlu modeller kültürel mirasın belgelenmesinde ve sunulmasında yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır.

Apollon Tapınağı'nın 3 boyutlu modellenmesi çalışmasında; arazi çalışmaları sırasında merdivenler ve kaidelerden bazı ölçüler alınmıştır. Bu ölçüler AutoCAD ortamındaki 3 boyutlu model üzerinde alınan aynı ölçüler ile tutarlılık göstermiş, farkın 5 mm'yi aşmadığı belirlenmiştir.

Ayrıca; arazi işlerinin kısa sürmesi, maliyet ve çalışma süresi açısından düşünüldüğünde yersel fotogrametrik yöntemin diğer yersel yöntemlere göre daha ekonomik ve hızlı olduğu görülmüştür. Ancak unutulmamalıdır ki jeodezik çalışmalar yersel fotogrametrik çalışmaların ayrılmaz bir parçasıdır. Çünkü elde edilen modelin doğruluğu, arazide yapılan ölçmelerin doğruluğuna bağlıdır.

Apollon Smintheus Tapınağı'nda yapılan çalışma sırasında olumsuz hava koşulları ve kuvvetli rüzgâr çalışmayı yer yer zorlaştırmış, bazen de tehlikeye sokmuştur. Bu yüzden arazi çalışmaları planlanırken hava koşulları dikkatlice takip edilerek planlama yapılmalıdır.

Jeodezi ve Fotogrametri Mühendislerinin temel görevi konum bilgisi üretmektir ancak bu tür çalışmalarda çoğu zaman üretilen konum bilgisinin paylaşımı mimarlar ve arkeologlar gibi farklı meslek gruplarından kişilerle olmaktadır. Anlaşmazlıklara yol açmamak için veri üretmeden önce veriyi talep edenlerin beklentilerini çok iyi anlamak gerekir. İyi bir planlama ve programlı çalışma ile ne kadar büyük ya da ne kadar uzun süreli olursa olsun yersel dijital fotogrametrik yöntemlerle tarihi eserlerin belgelenmesi işlerinin üstesinden kolaylıkla gelinebilir.

## 5. KAYNAKLAR

- Avşar E. Ö., Aydar U., Şeker D. Z., Virtual Reconstruction of a Semi Destroyed Historical Bridge, Fifth Turkish – German Joint Geodetic Days, Technical University Berlin, Germany: 28-31 March, 2006.
- Carey, R., Bell, G., The Annotated VRML 2.0 Reference Manual, Addison Wesley Developers Press, 1997.
- 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.
- Duran, Z., 2003. Tarihi Eserlerin Fotogrametrik Olarak Belgelenmesi Ve Coğrafi Bilgi Sistemine Aktarılması, *Doktora Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Grussenmeyer, P., Hanke, K., Strelein, A. Architectural photogrammetry. Chapter in «Digital Photogrammetry», edited by M. KASSER and Y. EGELS, Taylor & Francis (2002), pp. 300-339.
- Guarnieri A., Remondino F., Vettore A., Digital photogrammetry and TLS data fusion applied to Cultural Heritage 3D modeling International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXVI, part 5. ISPRS Commission V Symposium, Dresden, Germany, 2006.
- Kersten, T., Pardo, C.A., Lindstaedt, M., 3D acquisition modelling and visualization of north German castles by digital architectural Photogrammetry, Proc. ISPRS XXth Congress, Istanbul, Turkey, 2004.
- Ogleby, C.L., 1999. From Rubble to Virtual Reality: Photogrammetry and the Virtual World of Ancient Ayutthaya, Thailand, *Photogrammetric Record*, 16(94): 651–670.
- Patias P., Cultural Heritage Documentation. International Summer School “Digital Recording and 3D Modeling”, Aghios Nikolaos, Crete, Greece, 24-29 April 2006.
- Slama C. C. (Ed.), 1980. Manual of Photogrammetry. Fourth Edition, ASPRS, Falls Church, Virginia, pp.196-207.

www.babakale.com