

# BEYŞEHİR TAŞ KÖPRÜNÜN FOTOGRAMETRİK ÖLÇÜM TEKNİKLERİ İLE MİMARİ RÖLÖVESİNİN HAZIRLANMASI VE 3 BOYUTLU MODELLENMESİ

M. Yakar, L. Karasaka, A. Metin, F. Uray, İ. Kahya, H. Tanık

Selçuk Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Harita Mühendisliği, 42031 Selçuklu/Konya  
(yakar,lutfiye,metin,uray,kahya,tanik@selcuk.edu.tr)

**Anahtar kelimeler:** Fotogrametri, Rölöve, Beyşehir, PhotoModeler

## ÖZET:

Anadolu'da tarih öncesinden bu yana yaşayan insanlar, ulaşım amacıyla bir takım yapılar inşa etmişlerdir. Bunlardan en önemlileri yollar üzerindeki geniş sulardan geçebilmek amacıyla yapılan köprüler olmuştur. Yüzyıllardır yıkılmadan günümüze kadar gelmiş çok sayıda köprü bulunmaktadır. Bu köprüler Türk kültür varlıkları arasındaki önemli yerlerini korumaktadır ve sağlam yapıları sayesinde korumaya da devam edecektir. Taş köprü'nün yapımı 1908-1914 yılları arasında tamamlanmıştır. Osmanlı Devleti'nin kurduğu ilk sulama projesidir. Köprü aynı zamanda baraj görevi de yapmaktadır. Kuzey güney yönünde uzanmış olup, 15 tane gözü vardır. Göze hoş gelen bir yapı olup, oldukça dayanıklıdır. Taş köprü'nün uzunluğu 40.70 metre, eni ise 6.35 metredir. Batısında 14 sütun, üzerine oturan 15 gözlü köprü üstü kemeri vardır.

Bu çalışmada Konya'nın Beyşehir ilçesinde bulunan Taş köprü'nün fotogrametrik yollarla ölçülmesi, modellenmesi ve deformasyon bilgilerinin elde edilmesi amaçlanmıştır. Özellikle köprü ayaklarının ölçülmesinin zorluğu nedeniyle bu yöntemin kullanılabilirliği araştırılmıştır. Restorasyon projesine altlık oluşturulacak röleve projesi hazırlanması ve 3 boyutlu nokta verilerinin oluşturulması amacıyla total station ile kontrol noktaları ölçülmüştür. Köprü'nün fotoğrafları kalibrasyonu yapılmış yüksek çözünürlüklü bir fotoğraf makinesi ile çekilmiştir. 3 boyutlu modelin oluşturulması Photomodeler yazılımında gerçekleştirilmiştir.

## 1. GİRİŞ

Türkiye her bölgesinde, her şehrinde çok büyük tarihi ve kültürel değerlere sahip bir ülkedir. Anadolu coğrafyası birçok medeniyete ev sahipliği yapmıştır. Kültür ve Turizm Bakanlığı'nın 2002 yılı kayıtlarına göre Türkiye'de tek yapı ölçeğinde tescilli 66.251 adet kültür ve tabiat varlığı mevcuttur. Bunların 7.186 tanesi Akdeniz bölgesi sınırları içerisinde (KTB, 2005). Bu önemli değerlerin belgelenmesi, korunması ve gerektiğinde restore edilmeleri insanlık tarihi açısından oldukça önemlidir.

(Georgopoulos ve Ioannidis 2004) bir kültürel mirasın belgelenmesi işlemi şu şekilde tanımlar: Tarihi veya kültürel bir yapının belirlenen üç boyutlu bir uzayda mevcut durumunun yani boyutunun, şeklinin ve konumunun belirlenmesi için gerekli olan ölçme, değerlendirme, kayıt ve sunum işlemleridir. Tarihi ve kültürel mirasların belgelenmesinde kullanılan bazı belgeleme yöntemleri vardır (Böhler ve Heinz, 1999). Bu yöntemler kültürel mirasların korunması için vazgeçilmez araçlardır. Bu yöntemler klasik elle gerçekleştirilen belgeleme yöntemi, topoğrafik yöntemler, fotogrametrik yöntemler ve tarama yöntemleridir (Bohler ve Heinz 1999, Scherer 2002).

Sayısal yersel fotogrametri bu mirasların belgelenmesinde çok etkili ve faydalı bir yöntemdir. Bu yöntem diğer kullanım alanlarının yanında, yapıların tarihi ve arkeolojik değerlerinin belirlenmesinde, yapı cephelerinin ölçekli çizimlerinin yapılmasında, kentsel koruma planlarının hazırlanması ve uygulanmasında, çatlaklıklar, anormallikler, bozulma analizleri, zarar değerlendirmesi ve deformasyon belirleme çalışmalarında, restorasyon öncesi ve sonrasında yapıların durum kontrolünde ve mimari çalışmalarda belirlenen

koordinatlar yardımıyla bir yapının sayısal olarak elde edilmesinde yoğun olarak kullanılmaktadır. (Yılmaz vd 2000, Sienz vd 2000).

Bu çalışmada da Beyşehir Taş Köprüye ait belgeleme çalışmaları yersel fotogrametrik yöntemle yapılmıştır.

## 2. BEYŞEHİR TAŞ KÖPRÜNÜN KONUMU

Beyşehir Taş Köprü Konya ilinin Beyşehir ilçesinde bulunmaktadır.(Şekil 1). Coğrafi konum; fert, toplum ve devlet hayatını şekillendiren en etkili faktörlerden biridir. Beraberinde birçok avantaj veya dezavantajı da getirebilir. Beyşehir bu açıdan oldukça şanslı bir konuma sahiptir. İlçe, Batı Toroslar arasında yer alan, çukur alandadır. Bu çukurun büyük kesimini Beyşehir Gölü kaplar. Çukurluk gölün güneydoğusunda, Beyşehir ovası devam eder. Toroslar, batıdan ve güneybatıdan yüksek sarp dikliklerle ovaya inerler. Beyşehir 'deki düzlük alanlar bozkırlar halinde uzanır. Çevredeki dağlar ise, ormanlarla kaplıdır. Topraklar verimlidir. Akdeniz Bölgesi 'nin Göller Yöresinde yer alan Beyşehir, önemli bir geçit noktasında da bulunmaktadır. En güney ucu baz alındığı zaman Akdeniz 'e olan uzaklığı 65 km civarındadır. Bir set misali araya giren Toroslar, yöreyi Akdeniz'den ayırmaktadır. Doğusunda Konya, kuzeyinde Doğanhisar, Hüyük ve Ilgın, kuzey doğusundan Derbent,kuzey-batısında Şakirkarağaç ve Eğirdir ilçe ve illeri bulunmaktadır.



Şekil 1. Beyşehir Taş Köprü ve Konumu

### 3. BEYŞEHİR TAŞ KÖPRÜ

Konya Ovasını sulamaya yönelik olarak yapılmıştır. Bu konuyla ilgili bilinen ilk proje Kanuni zamanında ortaya konmuştur. Dönemin vezirlerinden Koca Haydar Paşa tarafından hazırlanan sulama projeleri içinde: "Beyşehir ve Suğla Göllerini bir kanala birleştirmek Suğla Gölü suyunu muhtelif kanallarla Çumra Ovası'na akıtılarak, Konya Ovası'nın sulanmasını temin etmek." gibi bir planın varlığı görülür. Doğanbey'de nahiye müdürlüğü yapan ve Hayıroğlu Köyü'nden olan Kurukafa Mehmet Efendi çaydaki su kaçağını görünce gölün kuzeyinden yeni bir kanal açmayı planlar. Kurukafa ve köylülerden Hasan Eğin'in yaptığı çalışma, arazi üzerindeki bazı olumsuzluklardan dolayı yarıda kalmıştır. Kurukafa Projesi ile ilgili çalışma sürerken, o sırada Konya valisi olan Avlonyalı Ferit Paşa da bilgi sahibi olmuştur.

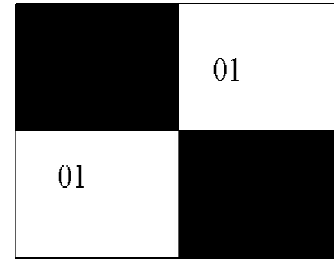
Daha sonra sadrazam olan Avlonyalı Ferit Paşa 1898'de bu meseleyi gündeme getirir. Anadolu-Bağdat demiryolu inşaat şirketi namına Holzman'ın edüterine dayanarak Anadolu Osmanlı Demiryolu Ortaklığında 1907'de ihale edilir. Yapımı da 1908-1914 yılları arasında tamamlanır ve 850000 altına mal olur. Osmanlı Devleti'nin kurduğu ilk sulama projesidir. Köprü aynı zamanda baraj görevi de yapar. Taş körünün uzunluğu 40.70 metre, eni ise 6.35 metredir. Batısında 14 sütun, üzerine oturan 15 gözlü köprü üstü kemeri vardır. Göze hoş gelen bir yapı olup, oldukça dayanıklıdır. Yeni köprü'nün 1997'de açılması üzerine taş köprü taşıt trafiğine kapatılmıştır. Regülatörden Çarşamba Çayına dökülen sular, 216 km civarında bir mesafe kat ederek Konya Ovası'na ulaşır. Kanal vasıtasıyla gölden ortalama 500 milyon m<sup>3</sup> su alınmakta olup, bu suyla 70000 hektar arazi sulanmaktadır.

## 4. FOTOGRAMETRİK ÇALIŞMALAR

Tarihi ve kültürel mirasların fotogrametrik yöntemle belgelenmesi çalışmalarının iki aşamada yapılmaktadır. Bunlar arazi ve büro çalışmalarıdır. Arazi çalışmalarında objenin tanımlanacağı koordinat sistemi tanımlanmakta, obje üzerinde kontrol noktaları ölçülmekte ve objeye ait resimler çekilmektedir. Büro çalışmalarında ise kamera kalibrasyonu, resimlerin bilgisayara aktarılması ve fotogrametrik yazılımlarla değerlendirme ve çizim işlemleri yapılmaktadır. Bu çalışmada yapılan çalışmalar aşağıda açıklanmıştır.

### 4.1. Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmalarında önce Taş Köprüyü çevreleyen yerel bir poligon ağı oluşturuldu. Oluşturulan bu ağdaki poligon noktalarına başlangıç koordinatı verilerek noktalar jeodezik ölçme aleti Topcon GPT 3007 ile koordinatlandırıldı. Objeye ait resimleri dengeleyebilmek ve çekildikleri konuma getirilebilmek için obje üzerinde koordinatları (X,Y,Z) bilinen kontrol noktalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu amaçla 10x10 cm boyutlarında ve resimler üzerinde rahatça görülüp ölçü yapılabilecek renk ve biçimde hazırlanan 95 adet hedef işaretleri kullanıldı.



Şekil 2. Çalışmada kullanılan hedef işareti



Şekil 3. Hedef işaretlerinin obje yüzeyine tesisi

Taş köprü üzerine yüksek olduğu için çıkılamadığından ve köprü ayaklarının suya yakın olan yerlerine hedef işaretleri yapıştıramadığından itfaiye aracından ve balıkçı teknelerinden yararlanılmıştır.



Şekil 4. Nokta tesisi

Nokta tesisi işlemi tamamlandıktan sonra reflektörsüz ölçme yapabilen Topcon GPT 3007 jeodezik ölçme aleti ile köprü üzerindeki kontrol noktalarına koordinat verildi. Kullanılan bu ölçme aletinin ölçme doğruluğu  $\pm(2 \text{ mm}+2 \text{ ppm})$  dir. Kontrol noktaları iki farklı poligondan koordinatlandırılarak ölçme doğruluğu test edildi. 17 noktada yapılan kontrol okumaları ile kontrol noktalarındaki karesel ortalama hatalar  $m_x= 1.1 \text{ mm}$ ,  $m_y= 1.0 \text{ mm}$  ve  $m_z= 0.9 \text{ mm}$  olarak hesaplandı.

Daha sonra 10 Mp çözünürlüğe sahip NIKON D200 ve Fuji A235 dijital kameraları ile köprü'nün her cephesinin farklı konumlardan fotogrametrik esaslara göre 64 adet resmi çekildi. Değerlendirme sırasında en uygun olan resimler kullanıldı. Arazi çalışmaları araziye ulaştıktan sonra rahat bir çalışma temposu ile 5 saatte tamamlandı.

#### 4.2. Büro Çalışmaları

Objelere ait resimlerin değerlendirilmesi ve sonuç ürünlerin elde edilmesi fotogrametrik yazılımlarla yapılmaktadır. Bu çalışmada windows tabanlı Eos System tarafından geliştirilen PhotoModeler fotogrametrik yazılımı kullanılmıştır. Bu yazılım sayısal görüntülerden bir objenin üç boyutlu modelinin ve metrik ölçülerinin elde edilmesi için kullanılmaktadır. 3 boyutlu model uzaysal noktalar, köşeler ve/veya eğrilerin bir setinden oluşmaktadır. Dokusal veriler ve cepheler veya yüzeyler gerçek katı modeli oluşturmak için temel modele daha sonra ilave edilebilmektedir. Yazılımda mesafe ölçmeleri ve diğer metrik işlemler kolaylıkla yapılabilmektedir. Üç boyutlu modeller dxf (2D ve 3D) veya 3D studio, Wavefront OBJ, WRML (1 ve 2), Raw ve Microsoft DirectX gibi formatlarda aktarılabilir.

Çalışmada kamera kalibrasyonu Photomodeler yazılımında yazılımla birlikte verilen kalibrasyon test aşında gerçekleştirildi. Objenin farklı açılardan alınmış olan 64 adet

fotoğrafi programa aktarıldı. Fotoğraflar tek tek açılarak 79 adet kontrol noktası fotoğraflar üzerinde işaretlendi ve aynı noktalar fotoğraflar üzerinde tespit edilerek bu noktalar referans noktası olarak alındı. Arazi ve resim noktaları işaretlendikten sonra koordinat değerlerine göre dengeleme işlemi yapıldı ve kaba hata olan noktalar elemine edildi. Dengeleme işleminden sonra köprü detayların çizimine geçildi. Değişik açılardan çizilmiş olan tüm resimlerin detayları çizildi.

#### 5. SONUÇ

Günümüzde tarihi ve kültürel mirasların korunması insanlık tarihi için önemli konulardan biridir. Bunların korunması ve restore edilebilmeleri için belgeleme çalışmalarının yapılması ve sayısal bir kültürel miras arşivinin oluşturulması gerekmektedir.

Sayısal yersel fotogrametri kültürel mirasların belgelenmesinde etkili ve oldukça verimli bir yöntemdir. Tarihi ve kültürel mirasa konu objelerin istenilen ölçeklerde çizimleri, çerçeve ve üç boyutlu modelleri hızlı ve hassas bir şekilde yapılabilmektedir. Belgelenen üç boyutlu objelerin üzerlerine doku verileri de ilave edilerek üç boyutlu fotomodelleri elde edilebilmektedir. Fotogrametrik yöntemle elde edilen belgeler dayanıklıdır ve değiştirilemez ve böylece restorasyon çalışmaları ve objelerde oluşabilecek bozulmaların takibinde referans veriler olarak kullanılabilir.

Dünya da olduğu gibi ülkemizde de birçok tarihi ve kültürel mirasımız doğal etkenler ve bakımsızlıklar nedeniyle yok olma tehlikesi ile karşı karşıyadır. Bunların korunmasına yardımcı olacak belgeleme çalışmaları fotogrametrik yöntemle kısa zamanda ve ekonomik bir şekilde tamamlanabilir. Bu yöntem sadece matematiksel denklemleri ve objelere ait resimleri kullanmaktadır. Diğer yöntemlerde var olan ölçme riski fotogrametrik yöntemde yoktur. Bütün bu özellikleri ile fotogrametrik yöntem bu tür belgeleme ve üç boyutlu modelleme çalışmalarında rahatlıkla kullanılabilir bir yöntemdir.

#### Kaynaklar

GEORGOPOULOS, A. IOANNIDIS, G., Photogrammetric And Surveying Methods For The Geometric Recording of Archaeological Monuments, Archaeological Surveys, FIG Working Week 2004 Athens, Greece, May 22–27, 2004.

BÖHLER, W.. HEINZ, G Documentation, Surveying, Photogrammetry, XVII CIPA Symposium. Recife, Olinda. Brazil, 1999.

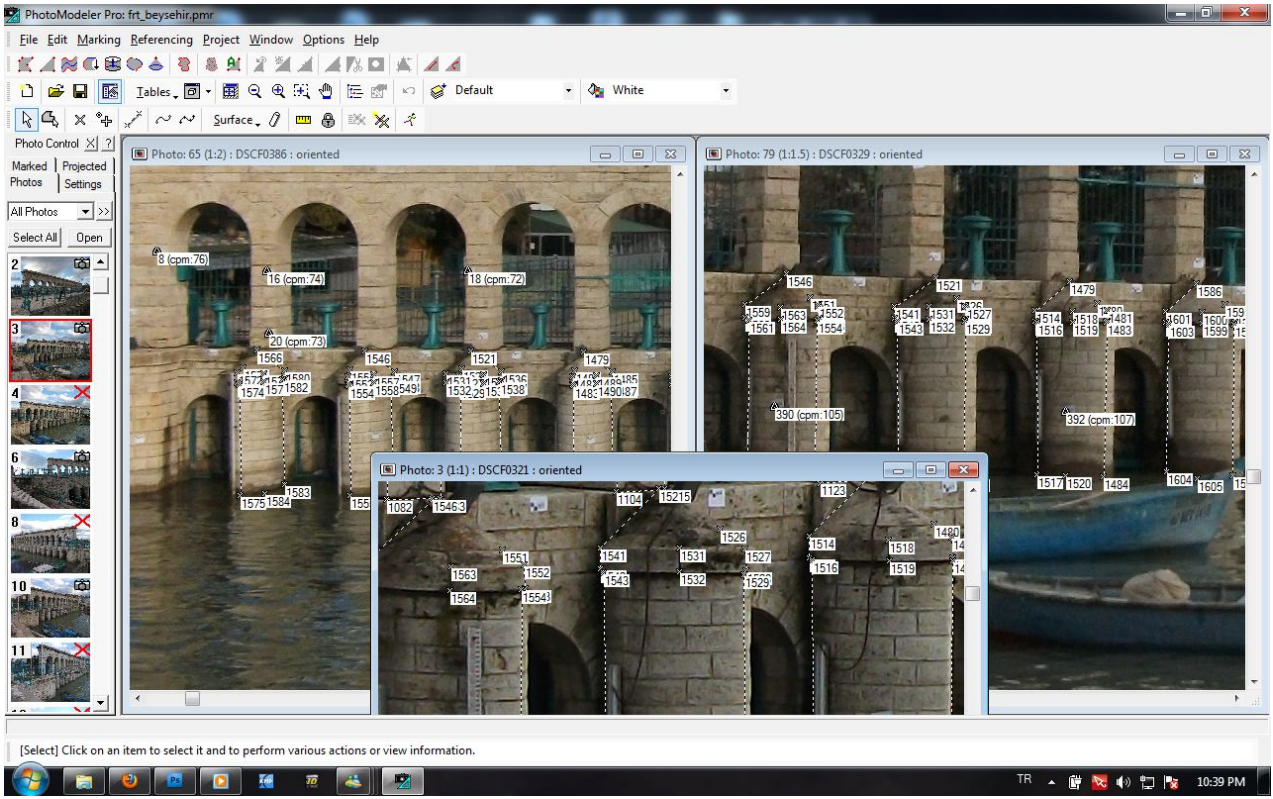
H.M. Yılmaz, H. Karabork, M. Yakar, Yersel Fotogrametrinin Kullanım Alanları, Nigde Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi 4 (1) (2000) 1828.

SIENZ, J. SZARVASY, I. HİNTON, E. ANDRADE, M.L., Computational Modelling of 3D Objects by Using Fitting Techniques and Subsequent mesh Generation, Computers and Structures 78 (2000) 397–413.

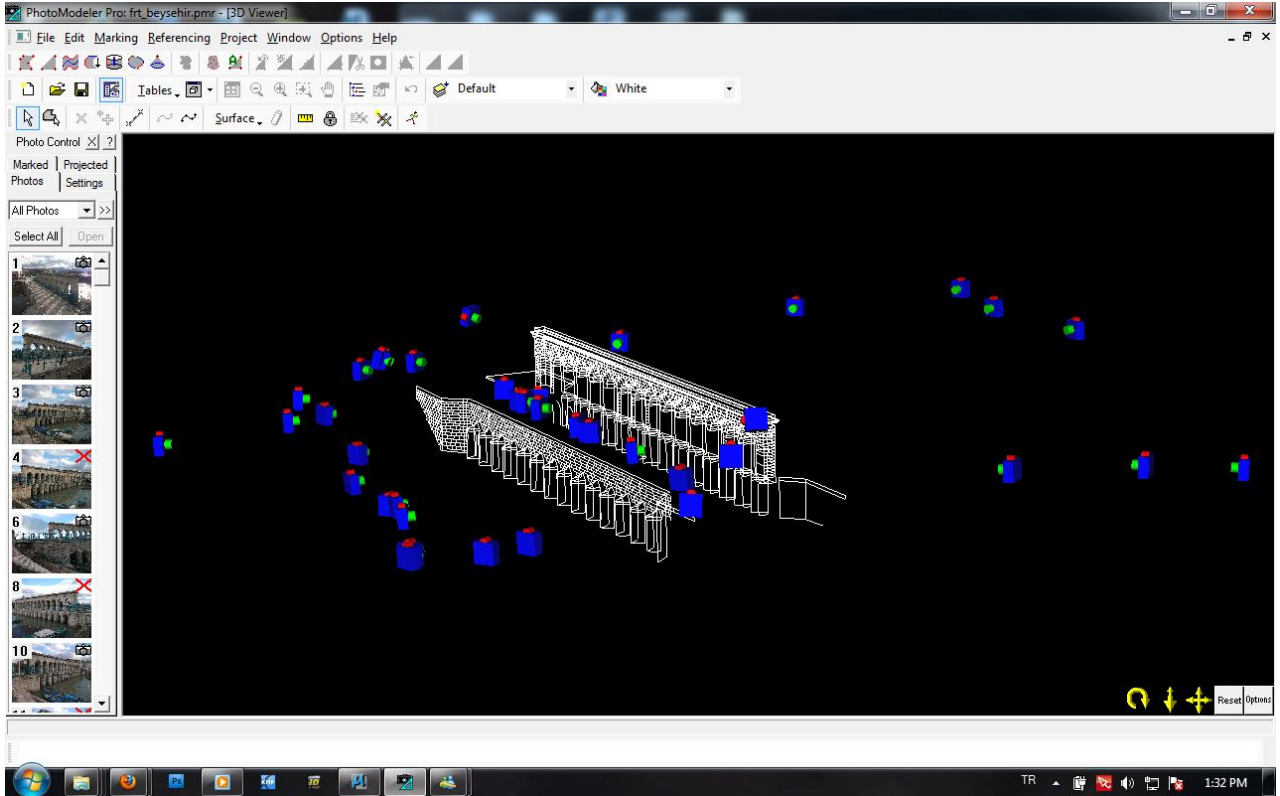
SCHERER, M. ,About the synthesis of different methods in surveying, XVIII International Symposium of CIPA, Potsdam, Germany, 2002.

YILMAZ, H.M. KARABORK, H. YAKAR, M., Yersel Fotogrametrinin Kullanım Alanları, Nigde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi 4 (1) (2000) 18-2

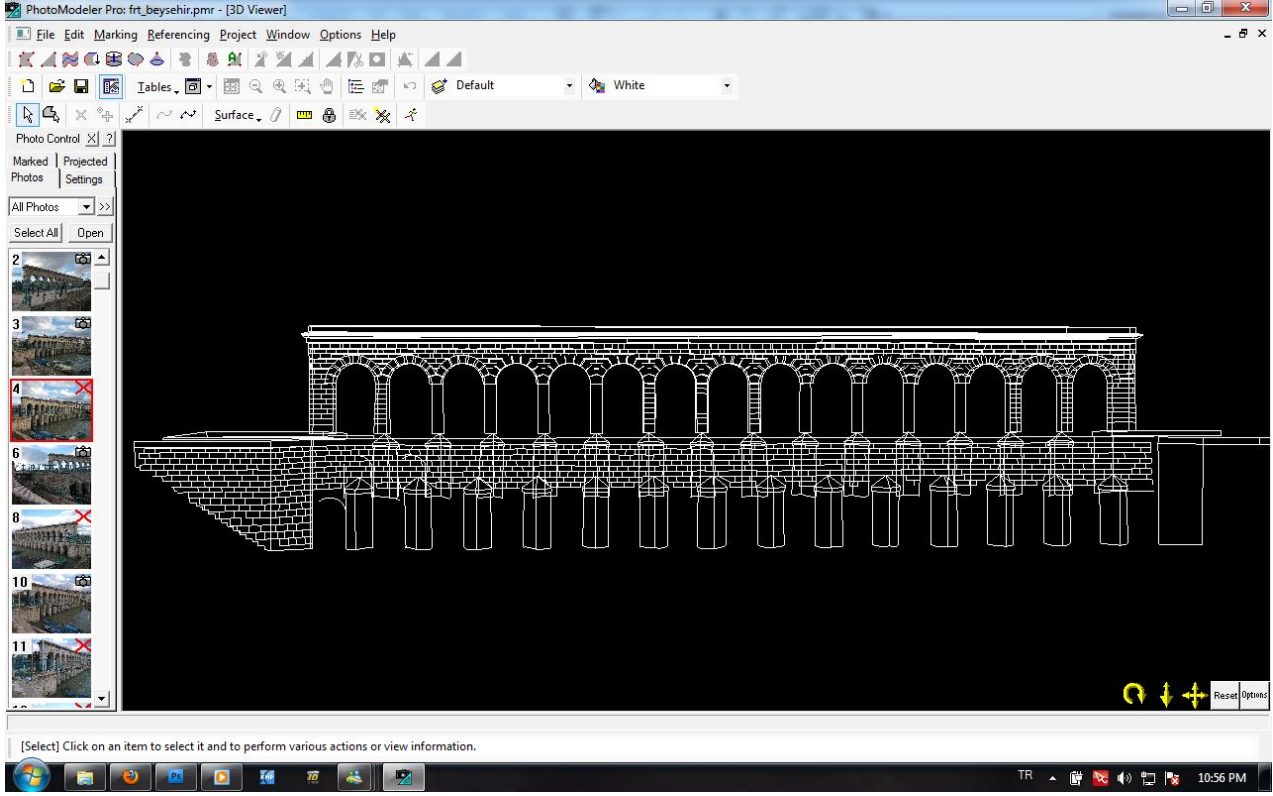




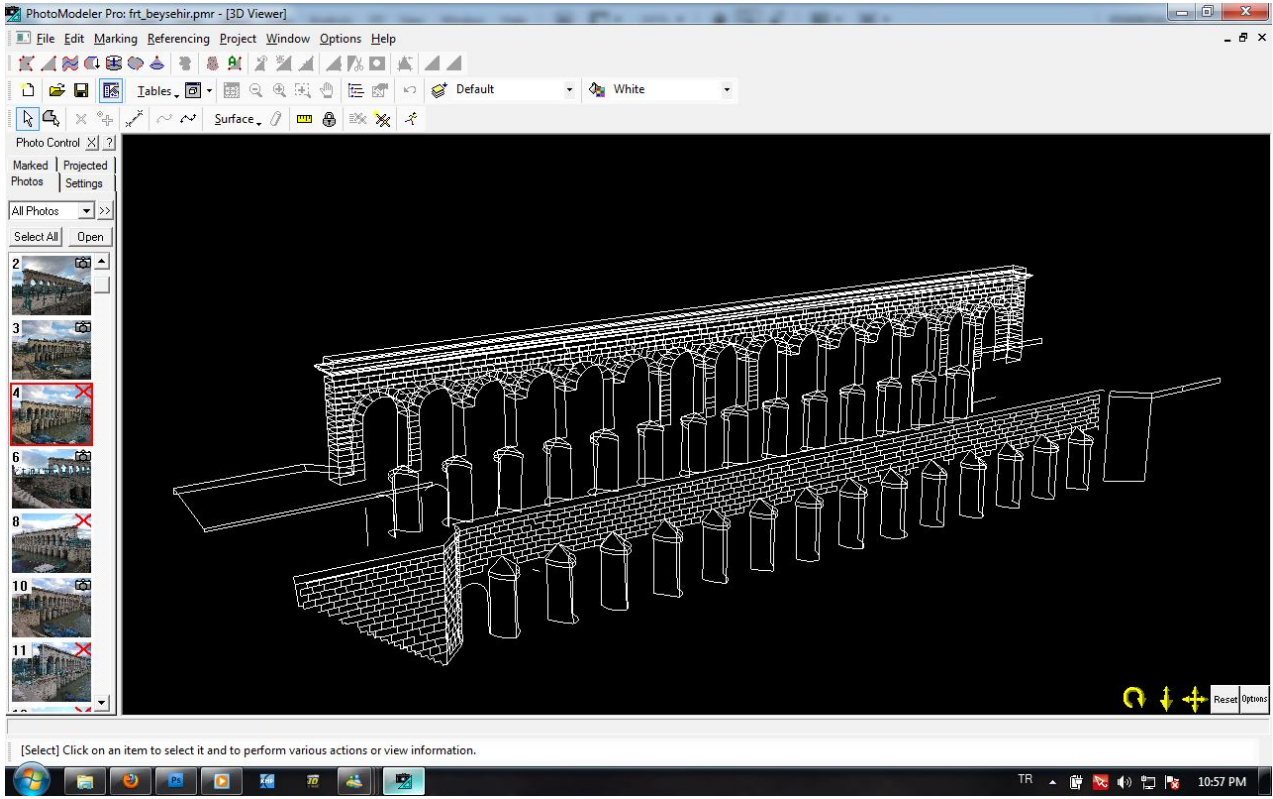
Şekil 5. Kontrol noktalarının işaretlenmesi



Şekil 6. Kamera konumları



Şekil 7. Photomodeler yazılımında köprü detay çizimi-ön yüzü



Şekil 8. Detay çizimi