



Rölövede Yersel Lazer Tarayıcının Katkısı Üzerine Bir Örneklem; Tarihi Yarımada'daki Sarnıçlı Han ve Avlusundaki Sarnıç

*Contribution of Terrestrial Laser Scanners in Surveying:
Sarnıçlı Han in the Historical Peninsula and the Cistern in its Yard*

Gülhan BENLİ,¹ Eylem GÖRMÜŞ EKİZCE²

ÖZ

Gelişen teknolojik ve bilimsel çalışmaların katkısıyla eski eser yapıları belgeleme sürecinde, 3 boyutlu lazer tarama teknolojileri hızlı ve doğru veri alma olanağı sağladığından, son yıllarda Türkiye'de de tercih edilir duruma gelmiştir. Mimarlık disiplinine dahil olan korunması gerekli tarihi yapı ya da kültürel ve doğal miras bölgelerinin çeşitli boyut ve farklı mimari özellikler göstermesi nedeniyle, üzerinde yapılacak belgeleme ve rölöve çalışmalarında, farklı ölçeklerde çeşitli detaylara ihtiyaç duyulmaktadır. Rölöve elde edilme süreçlerinde, ileri belgeleme teknik ve teknolojilerinin kullanımı, kaynakların etkin ve verimli kullanılmasına imkan tanır. İstanbul'un gözbebeği olan Kapalıçarşı'nın bitişiğindeki Sarnıçlı Han ve hana ismini veren, avlunun altında yer alan Bizans dönemine ait sarnıcın belgelenmesinde, lazer tarama teknolojisinden yararlanılmıştır. Bu yazı kapsamında Sarnıçlı Han ile avlunun altında yer alan sarnıcın, konumu ve mimari özellikleri, yersel lazer tarama teknolojisinin rölöve sürecine olan katkısı, rölöve aşamaları, belgeleme esnasında karşılaşılan sorunlar ve sayısal ortamda gerçekleştirilen vektörel çizim süreci aktarılacaktır.

Anahtar sözcükler: İleri belgeleme teknikleri; nokta bulutu verisi; sayısal rölöve; yersel lazer tarama teknolojisi.

ABSTRACT

With the contribution of developing technological and scientific studies, as 3D laser scanning technologies has been providing the opportunity to obtain fast and precise data, they have also become preferable in the documentation of old structures in Turkey. As the historic structures to be protected or the cultural and natural heritage sites included in the architectural discipline vary in terms of size and architectural design, a variety of details with different scales is required for the documentation and survey studies to be conducted. During survey processes, using advanced documentation techniques and technologies facilitates the effective and efficient use of resources. Laser scanning technologies were used during the documentation of Sarnıçlı Han, located next to Grand Bazaar—the most valuable spot in Istanbul—and the cistern dating from the Byzantine Period in its yard, after which it was named. In the scope of this paper, the location and the architectural features of Sarnıçlı Han and its cistern, the contribution of terrestrial laser scanning technologies to the surveying process, the stages of survey, the problems encountered during documentation, and the process of vectorial drawing realized in a digital environment will be discussed.

Keywords: Advanced surveying techniques; point cloud data; digital surveying; terrestrial laser scanning technology.

¹Istanbul Medipol Üniversitesi Güzel Sanatlar Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, İstanbul

²MDM Mimarlık Ltd., İstanbul

Başvuru tarihi: 01 Kasım 2016 - Kabul tarihi: 04 Temmuz 2017

İletişim: Gülhan BENLİ. e-posta: gbenli@medipol.edu.tr

© 2017 Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi - © 2017 Yıldız Technical University, Faculty of Architecture

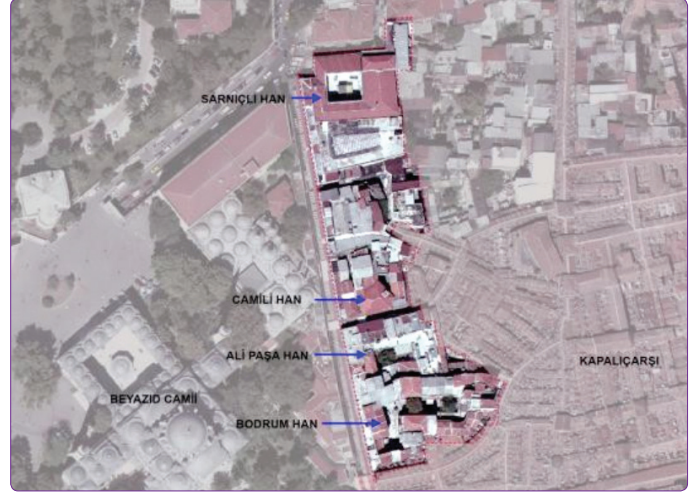
Çalışmanın Gerekliği ve Önemi

Kapalıçarşı ve çevresi, 2005 yılında yürürlüğe giren “Yıpranan Tarihi ve Kültürel Taşınmaz Varlıkların Yenilenerek Korunması ve Yaşatılarak Kullanılması Hakkında Kanun” kapsamında, Bakanlar Kurulunun 26.11.2007 tarih ve 2007/12893 Sayılı kararı ile “Yenileme Alanı” ilan edilmiştir.¹ Kapalıçarşı ve çevresindeki Osmanlı Dönemi ticari hanlarının korunması, yeniden işlev verilerek kullanılması ve bölgenin sağlıklılaştırılması amacı ile 2009 yılında Fatih Belediyesi bir proje hazırlatmayı amaçlamıştır. Bu proje ile bölgede yaşam kalitesinin yükseltilmesi, tarihi ve geleneksel dokunun koruma altına alınması, sahip olunan tarihi, kültürel ve geleneksel değerlerin yeniden gün ışığına çıkarılarak canlandırılmasına yönelik, mekansal düzenlemelerin yapılabilmesi hedeflenmiştir. Bu doğrultuda projenin çıkış noktasında,

- Korunması gerekli kültür varlığı yapıların korumaya değer olmayan eklentilerinden arındırılması,
- Bölgenin Osmanlı dönemine ait mimari dokusunun korunması,
- Hanların içinde bulunan patlayıcı ve yanıcı imalatların binalardan çıkartılması,
- Bölgedeki yapıların gerçekleşmesi beklenen olası İstanbul depremine karşı gerekli güçlendirmelerinin yapılarak deprem güvenliğinin sağlanması,
- Köhnemiş, kullanılmayan kapalı depolara dönüşmüş üst kattaki han odalarının, geleneksel ticareti yaşatan mekanlar olarak bölgenin canlı ticaret hayatına katılımının sağlanması,
- Hanları yeniden işlevlendirilmesinde ticari işlevlerin yanında kültürel işlevlere (kent müzesi, el işçiliği atölyeleri vs.) de yönelerek kamusal yarar oluşturulması,
- Hanların üst katlarında bulunan sıra odalarda görülen çok sayıda sahiplilik yerine tek bir idare altında yönetilebilmeleri gibi önemli temel prensipler yer almaktadır.

2009 yılında, 1.Etabı Kapalıçarşı'nın kendisiyle başlayan bu çalışma doğrultusunda, Sarnıçlı Han ve çevresinin rölöve, restitüsyon ve restorasyon projelerinin hazırlanması, 2011 yılında 3. Etap işler kapsamına alınmıştır (81699 no, 23.06.2011 onay tarihli ihale).² Bu iş kapsamında 1048 m² taban alanı, 2095 m² toplam kullanım alanı olan Sarnıçlı Han ile han avlusunun altında yer alan yaklaşık 65 m²'lik bir alana oturan sarnıcın, rölövelerinin yapılması gerekliliği doğmuştur.

İstanbul Tarihi Yarımada'da inşa edilmiş Osmanlı devri hanlarının büyük kısmı Kapalıçarşı çevresinde toplanmıştır.



Şekil 1. Sarnıçlı Han'ın uyu fotoğrafı kullanılarak belirtilen konumu (Kaynak: MDM Mimarlık Ltd.).

Günümüzde “Hanlar Bölgesi” olarak adlandırılan bu alan, liman bölgesinden güneye Kapalıçarşı'ya kadar uzanan, yaklaşık 50 hektarlık (500.000 m²) bir bölgeyi tanımlar. Osmanlı İmparatorluğu Döneminde 15. yüzyıl ortasından 20. yüzyıl ilk çeyreğine kadar uzanan süreçte, bu alanda yaklaşık 300 adet han yapıldığı bilinmekle birlikte, günümüzde bu hanlardan yaklaşık 110 adeti ayakta durmaktadır.³ Çalışma konusu olan Sarnıçlı Han'ın ismi, hanın altında Bizans döneminden kalan bir sarnıcın var olduğunun bilinmesine dayanır. Ancak toprak kotunun altında olan bu sarnıç, aynı zamanda çok uzun yıllar su ile dolu olduğundan tamamen gizli kalmış, literatürde yer almamıştır. Kapalıçarşı ve çevresinin yaşam kalitesinin yükseltilmesi girişimleri kapsamında, Sarnıçlı Han ile birlikte hanın altında bulunan sarnıcın rölövesinin elde edilmesi gerekliliği olduğundan, bu süreçte elde edilen rölöve çalışması ile Sarnıcın ilk defa gün yüzüne çıkmış olması, çalışmanın önemini daha da arttırmaktadır.

Sarnıçlı Hanın Mimari Özellikleri ve Belgeleme Esnasındaki Durumu

Sarnıçlı Hanın Konumu ve Mimari Özellikleri

Sarnıçlı Han, İstanbul Beyazıd Bölgesinde, dünyanın en büyük ve eski çarşılarından biri olan Kapalıçarşı'nın batısında, Çadırcılar Caddesi ile Mühürdar Sokağı'nın kesiştiği köşede yer almaktadır (Şekil 1). Sarnıçlı Han'ın her iki cephesinde yer alan ana girişlerden girildiğinde iç avluya ulaşılır. Gayrimenkul Eski Eserler ve Anıtlar Yüksek Kurulu'nun 13.05.1972 tarih ve 6373 sayılı kararı incelendiğinde, 1972 yılında onaylanan restitüsyonu sonrasında han yapısının, değişikliğe uğramakla birlikte, ilk yapısı 19. yüzyılda inşa edildiği ve o yüzyıldaki orijinal durumuna benzetilerek yenilendiği bilgisine ulaşılmaktadır.

Avlu, sokak kotuna göre yaklaşık 2.00 metre yukarıda-

¹ Daha geniş bilgi için bkz; <http://www.fatih.bel.tr/icerik/7643/kapalicarsi-yenileme-alani>

² www.ekap.com, www.ihale.com.tr

³ Benli, 2007, s.92-97.

dır. Bu kot farkı Çadırcılar caddesinde bulunan ana girişten avluya ulaşmak için oluşturulan 6 adet basamakla çözülmüştür. Yerinde yapılan incelemelerde, kot farkının avlunun altında bulunan sarniç nedeniyle oluşturduğu anlaşılmaktadır.

Han yapısı, avlu kotunda aşağıda bir bodrum kata ve avlu kotundan yukarıya doğru 2 normal kata sahiptir. Caddeden avluya girilen Sarnıçlı Han'da, avludan revaklara, revaklardan da odalara geçildiği görülür. Odaların yoldan girişi yoktur. Her katta birbirine bitişik konumlanmış sıra odalar yaklaşık 4x5 mt. boyutlarındadır (Şekil 2). Avluya bakan cephelerde zemin katta 36 adet, birinci katta 31 adet oda (hücre) mevcuttur. Odalarda genellikle ikişer adet pencere yer alır. Pencere taş söveli ve üstleri sivri kemerlidir. Geçmişte avluya bakan bu odaların bazılarında üretim, bazılarında satış yapıldığı bilinmektedir. Avluya bakan bodrum kat odalarının ise çoğu da depo olarak kullanılmaktadır.

Hanların ön cephesini oluşturan yine herbiri yaklaşık 3x4 mt. boyutlara sahip, sıra dükkanların ise sadece yoldan girişi olup, iç avludan girişleri bulunmaz. Sarnıçlı Han mimarisine göre zemin katta Çadırcılar Caddesine bakan cephede 6 adet dükkan, Mühürdar Sokağa bakan cephede 5 adet dükkan, bodrum katta ise 19 adet dükkan bulunmaktadır. Handaki tüm dükkan ve odalarda üretilen ve satılan ürünler ayakkabı, dış giyim, bakır eşya, elektronik eşya, ev eşyası gibi çeşitlilik göstermektedir.

Sarnıçlı Han'ın Belgeleme Esnasındaki Durumu

Günümüze kadar olan süreçte müdahale gördüğü ve bazı eklentiler yapıldığı anlaşılabilen han yapısının Mart 1972 yılındaki fotoğrafı ile 2016 yılı günümüz fotoğrafı karşılaştırıldığında, avludaki revak düzeninin bozulmadığı, taşıyıcı ayak, pencere ve kapı oranlarının korunarak yeniden yapıldığı gözlenmektedir (Şekil 3 ve 4). Aynı zamanda pencere sövelerinin ve kat silmelerinin de aynen uygulandığı izlenebilmektedir.



Şekil 2. Sarnıçlı Han, zemin kat rölövesi, 2012 (Kaynak: MDM Mimarlık Ltd.).



Şekil 3. Mart 1972 (kaynak:G.E.A.Y.K. 6373 sayılı karar eki).



Şekil 4. Eylül 2016 (kaynak: E.G. Ekizce).

Sarnıçlı Han'ın Çadırcılar Caddesi boyunca uzanan cephesinde, sivri kemerli pencereler ve düzenli aralıklarla plastırlar yer alır. Az sayıda da olsa birkaç özgün demir doğramanın bulunduğu pencerelerin hepsinde demir parmaklık mevcuttur. Cephedeki silmelerde kısmi bozulmalar görülmekle birlikte, çatı hizasındaki silmelerde genellikle kararmalar ve yüzey kayıpları oluşmuştur. Cepheye eklenmiş olan çanak antenler, klima dış üniteleri gibi ek cihazlar ise cephe mimarisinin okunmasına engel olmaktadır.

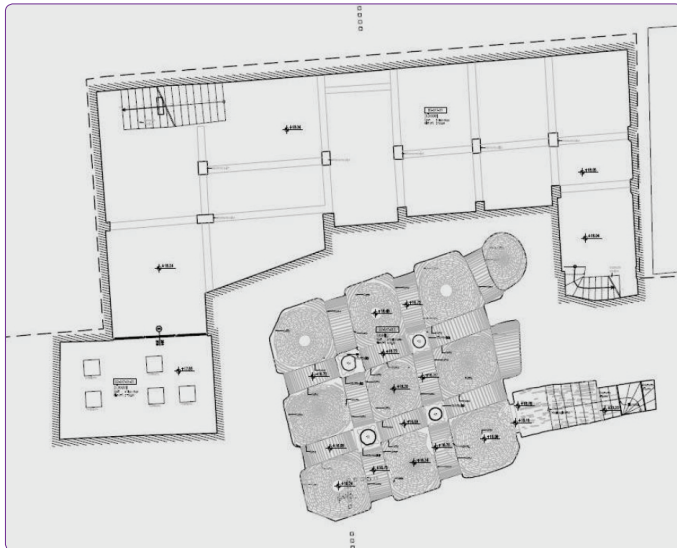
Sarnıçlı Han'ın Mimari Özellikleri ve Belgeleme Esnasındaki Durumu

Topoğrafyası nedeniyle temiz suyu, kaynağından kent merkezine götürme problemi her dönemde var olan İstanbul'da, tarihte yaşamış medeniyetler bu duruma pek çok çare üretmişlerdir. Romalılar iskan yerlerine yakın kaynakları tespit ettikten sonra buradan kemerler ve çeşitli tesisler vasıtasıyla aldıkları suyu şehir merkezlerine dağıtmışlardır. Bu tesisler, şüphesiz Bizanslılar tarafından da kullanılmıştır. Konstantin I tarafından geliştirilen su yolları 5. yüzyıldan itibaren farklı biçimlerde su toplama

havuzlarına, yani sarnıçlara bağlanmıştır. Bunların bazıları duvarlarla çevrili fakat üzeri açık iken, bazıları da farklı büyüklükte üstü kapalı sarnıçlardır. Kapalı sarnıçlar genellikle dikdörtgen veya kare planlıdır. Sarnıçlar, kamu ve özel yapılara su temin etmesinin yanısıra engebeli arazinin bir ölçüde düzlenmesini ve kentsel ölçekte düz kotların oluşmasını sağlamıştır. Sarnıcın konumu ve mimari özellikleri Han avlusunun altında yer alan sarnıç yapısına, yine avlunun zemininde yer alan metal bir kapaktan ulaşılır, başka bir yerden ulaşma imkanı yoktur. Rölöve çalışmalarının başladığı esnada, sarnıcın varlığından handa çalışan çok az sayıda esnafın haberdar olduğu farkedilmiştir. Zemindeki metal kapak görülmekle birlikte, altında böylesi tarihi bir yapının var olması, handa yaklaşık 30 yıldır çalışanları bile şaşırtmıştır. Sarnıcın büyüklüğüne ait başlangıçta herhangi bir veri bulunamadığından, boyutları ve üzerindeki han yapısı ile olan ilişkisi ancak rölöve sürecinde belirlenebilmiştir.

Rölövenin tam ve doğru alınması amacıyla yapının her noktasına ulaşmak gerekliliği bulunduğundan, avlu zemininde sarnıca ulaşan kapak açıldığında, bir dizi basamak ile karşılaşılmıştır. İlk açıldığında sarnıcın içi su dolu olduğundan bu basamakların sadece 4-5 adeti görülebilmekteydi (Şekil 5). İçindeki suyun boşaltılmasının ardından, sarnıcın taban kotuna ulaşan ve toplamda 17 adet taş basamağı bulunan bir merdiven ortaya çıkmıştır. Basamaklarda devşirme taşlar kullanılmıştır. İki bölümlü olan merdivende 12 basamaklı ilk kısmın üzeri beşik tonoz örtülü olup, devamındaki basamakların sarnıcın ana mekanının içine doğru indiği görülmektedir.

İlk girişte yer alan sahanlıkta, od taşından söveli ve yay kemerli kapı açıklığı ve bu açıklığı örten oldukça paslanmış ve yıpranmış demir bir kapı kanadı bulunmaktadır. Sarnıç, kareye yakın ancak yamuk planlı taban oturumuna sahiptir



Şekil 5. Sarnıçlı Han bodrum kat planı ile Sarnıç tavan planı, 2012 (Kaynak: MDM Mimarlık Ltd.).

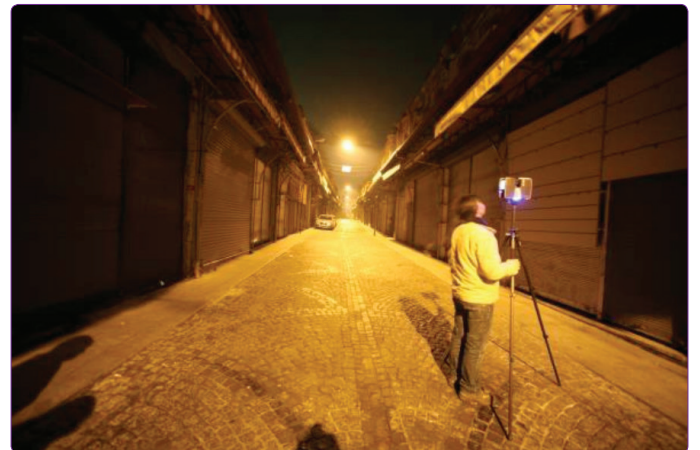
ve kenarları 8.00 x 8.00 x 8.30 x 9.80 mt. ölçülerindedir. Sarnıç içerisinde bulunan 4 adet sütun, çevre duvarlara tuğla kemerler ile bağlanmıştır. Tüm mekanı örten 9 adet kubbe ve merdiven üzerini örten 1 adet tonoz bulunmakta olup, sarnıç zemininden kubbe merkezine olan yükseklik 7.10 mt. (en yüksek yeri) olarak ölçülmüştür (Sekil 6 ve 7).

Sarnıcın Belgeleme Esnasındaki Durumu

İçi su dolu olan sarnıç, ilgili idarenin yönetim ve denetiminde birkaç kez vidanjör yardımı ile boşaltılmış ve sonrasında dipte kalan çamur el ile temizlenmiştir. Dokuz adet tuğla kubbeye örtülen sarnıcın kemer hizasından aşağısı sıvalıdır. Sütunlardaki başlıkların bir kısmının özgün durumda da hasarlı olduğu görülmüştür ancak yerinde yapılan detaylı



Şekil 6. Sarnıç, 2012 (Kaynak: MDM Mimarlık Ltd.).



Şekil 7. Sarnıçlı Han dış cephesinde yersel lazer tarama cihazı ile yapılan gece taraması, 2012 (Kaynak: MDM Mimarlık Ltd.).

incelemeler sonucu, bu hasarların zaman içinde oluşmadığı, sütun başlıklarının ilk kullanıldıkları dönemde zaten hasarlı olduğu görüşüne varılmıştır. Yekpare sütunların boyları farklı olmasından dolayı bir tanesinin altında yer alan korant başlık, dikkat çekicidir ve kaide yerine kullanıldığı görülmüştür. Yuvarlak kemerlere oturan kubbeler geçiş, pandantiflerle sağlanmıştır. Kubbeler içten tuğla örgü şekliyle koni biçimlidir. Doğu batı doğrultusunda orta akstaki kubbelerin ortasındaki tuğlalar haç motifi oluşturacak biçimde yerleştirilmiştir. Üst örtüyü oluşturan kubbelerin bir kısmı küre değil eliptik formdadır. Ancak tüm bu deformasyonların özgün olduğu düşünülmektedir. Sarnıcın kısaca tarif edilen iç mimarisine ait rölovesinin geleneksel yöntemler kullanılarak çıkartılması oldukça büyük hata payı taşıdığından, lazer tarama cihazı ile belgeleme yapılmasına karar verilmiştir.

Yersel Lazer Tarama Teknolojisi İle Belgeleme ve Rölove Süreci

Ülkemizde kültürel miras ve sit alanlarının belgelenmesinde, son yıllarda geleneksel, topoğrafik, fotogrametrik ölçme yöntemlerinin yanısıra lazer tarama teknolojileri, model uçak ya da model helikopterlerin de kullanıldığı teknolojilerden faydalanılmaya başlanmıştır.⁴ Tekil bir yapının belgeleme sürecinde, yersel lazer tarayıcılardan elde edilen veriler, milimetre düzeyinde doğruluk sağladığından, mimari cephe taramalarında yakın mesafe tarama cihazları sıklıkla tercih edilmektedir. Lazer tarama cihazlarından, çok kısa sürede ve istenilen sıklıkta elde edilebilen 3 boyutlu noktalar (x, y, z koordinatlarına sahip), ölçme alanına ait veriyi temsil etmektedir. Nokta gruplarından oluşan veri “nokta bulutu” ya da “nokta kümesi” gibi isimler ile tanımlanmaktadır. Bu veriler sayesinde çok kısa sürede rölovesi zor olan obje ya da yapıların, 3 boyutlu koordinatlı verileri elde edilebilmektedir.⁵

Ofis Ortamında Yapılan Çalışmalar Ekip Oluşturulması

Sarnıçlı Han’ın içinde bulunduğu bölgenin halihazır haritaları ilgili Belediyesi’nden temin edilerek, hem Sarnıçlı Han’a ait parsel sınırları hem de çevresinde bulunan diğer parsellerin sınırları elde edilmiştir. Bu arada 2 kişilik öncü bir ekip Sarnıçlı Han’a gönderilerek, deneme mahiyetinde tarama verileri elde edilmiştir. Ön çalışmalarda çalışma yüzey alanı (m²), atılan nokta sayısı (milyon/saniye) ve teknik eleman adedi yaklaşık olarak belirlenmiştir. Bu örneklerden yola çıkılarak genel bir iş programı oluşturulmuştur. Bu programa bağlı olarak hem Sarnıçlı Han’da hem de sarnıcın içerisinde çalışma yapmak üzere 3’er kişiden oluşan 2 ekip oluşturulmuştur. Bu ekipler içerisinde mimar, restoratör ve harita mühendisi yer almıştır.

Tarama Programı Yapılması

Sarnıçlı Hanın rölovesine yönelik yapılan iş programı gereği, han yapısının kat planlarının çıkartılması ve dış cephe ölçümlerinin yapılması öncelikli iş kalemi olarak belirlenmiştir. Han, Kapalıçarşı’ya 2 adet cephesinden bitişik konumda bulunduğu için, sadece 2 adet dış cephesi bulunmaktadır. Ancak avuya sahip olması nedeniyle, avluya bakan 4 adet iç cephesi daha mevcuttur. 1048 m² taban alanlı Sarnıçlı Han’ın 3 adet katna ait plan krokilerinin hazırlanabilmesi için uzunluk, açı ve yükseklik ölçmeye yarayan elektronik ölçüm cihazı (total station) kullanılması planlanmıştır. Kat planları incelendiğinde her bir katta yaklaşık 30 adet oda bulunduğu görülmektedir. Bu odaların her birinin sahibinin farklı kişiler olduğu düşünülürse, rölove sürecinde oda sahiplerinden randevu alınması gereği ortaya çıkmıştır. Hazırlanan iş programında, kapalı odaların açtırılması, içindeki eşyaların boşaltılması ve ardından rölovelerin alınması için oda sahipleri ile görüşülerek sahada çalışma takvimi belirlenmiştir.

Belgeleme Aşamaları

Sarnıçlı Han kapsamında alınan röloveler iki aşamada tamamlanmıştır. Birinci aşamada, yapılan iş programına sadık kalmaya çalışılarak Sarnıçlı Han’ın röloveleri elde edilmiştir. İkinci aşamada, toprak altında olup, uzun yıllardır içi su dolu olan ve mimarisi net olarak bilinmeyen sarnıç yapısı için yeni iş programı hazırlanarak rölovesi elde edilmiştir.

Tarama Yöntemi ve Tercih Edilen Yazılım⁶

Yüzey taramalarında uygulanacak tarama sıklığı ve tarama açısı, proje ölçeği ile doğrudan ilişkilidir. Lazer ışınının yüzeye gidiş açısı, yapının cephesindeki mimari öğelerin iç bükey ya da dış bükey kıvrımlarının net ve detaylı olarak okunabilmesinde ise önemli bir etkidir. Bu nedenle belgeleme çalışmalarında GPS (küresel konumlama sistemi : global positioning system) donanımına da sahip olan FARO Focus 3D yersel lazer tarayıcı kullanılmıştır. Veriler AutoDesk nokta bulutu aracı sayesinde doğrudan CAD ortamına transfer edilebilmiştir. Bu durum pahalı harici veri işleme yani farklı arayüz programları için yapılan hizmet alımına ait gereksinimini ortadan kaldırarak, tarama verisinin son kullanıcı tarafından kolaylıkla düzenlenebilmesine imkan sağlamıştır. Tarama açıları olarak yatayda 360 derece, düşeyde 305 derece saha görüşü kullanılmıştır. Mesafe hassasiyeti +/- 2 mm. olmuştur. Örneğin Sarnıç yapısının özelinde saniyede 536 milyon nokta kaydedilebilmiştir. Çizim aracı olarak AutoCAD 2012, Google SketchUp 8 ve ArcGIS 10.1 yazılımları kullanılmıştır. Detaylı görselleştirmeler için ise çeşitli yazılım çözümleri kullanılmıştır. FARO SCENE yazılımı kaydedilmiş veri için fotoğraf gerçekliğinde görüntü oluşturduğundan, bazı durumlarda fotoğraf desteğine bile

⁴ Kersten T., Büyüksalih G. ve Jacobsen K, 2009, s. 122-124.

⁵ Benli, 2015, s. 383-385.

⁶ Temizel et. Al., 2013, s. 624, 625.

ihtiyaç duyulmamıştır. Ayrıca nokta bulutu verisi AutoDesk Navisworks'da da okutularak lazer taramadan alınacak verinin diğer kaynaklardan elde edilen veriler ile birleştirilebilmesi mümkün olmuştur.

Birinci Aşama; Sarnıçlı Han

Sarnıçlı hanın geleneksel yöntemler ile rölövesinin gerçekleştirilmesi uzun bir zaman dilimini ve zahmetli bir süreç gerektirdiğinden, çalışmanın başında doğru yöntem ve tekniğin belirlenmesi için benzeri çalışmalara yönelik geniş kapsamlı araştırmalar yapılmıştır. Han mimarisi olarak her katta birçok sıra odanın bulunması, cephede yine çok sayıda sıra dükkanın bulunması rölöve sürecini en çok uzatacak faktörlerden biri olarak tespit edilmiştir. Ortaya çıkan sonuçta göre Sarnıçlı Han için geleneksel, fotogrametrik ve yersel lazer tarama desteğinin birarada kullanılması ile rölöve alımına karar verilmiştir. İş planına göre öncelikle lazer ölçümlerinin Sarnıçlı hanın dış cephesinden başlaması planlanmıştır. Ancak han cephesinde yer alan dükkanların satış malzemelerini cephelere asması, lazer tarama yapılmasına imkan tanımadığından, tarama işlemi gece saatlerinde ve tüm dükkanlar kapatıldıktan sonra gerçekleştirilmiş ve ölçüm 2 gece süre almıştır (Şekil 7). Sarnıçlı Han avlu cephesi ve katlarda yapılacak ölçümler, dış cephe ölçümlerinden sonraki bir tarihe planlanmıştır. Han yapısının dış cepheleri ile avluya bakan 1 adet revak cephesi 3 boyutlu lazer tarama cihazı ile belgelenmiştir. Bodrum, zemin kat ve birinci katta bulunan yaklaşık 30 adet han odaları ve revak cepheleri ise geleneksel ve fotogrametrik yöntemin bir arada kullanılması ile ölçümlenmiştir.

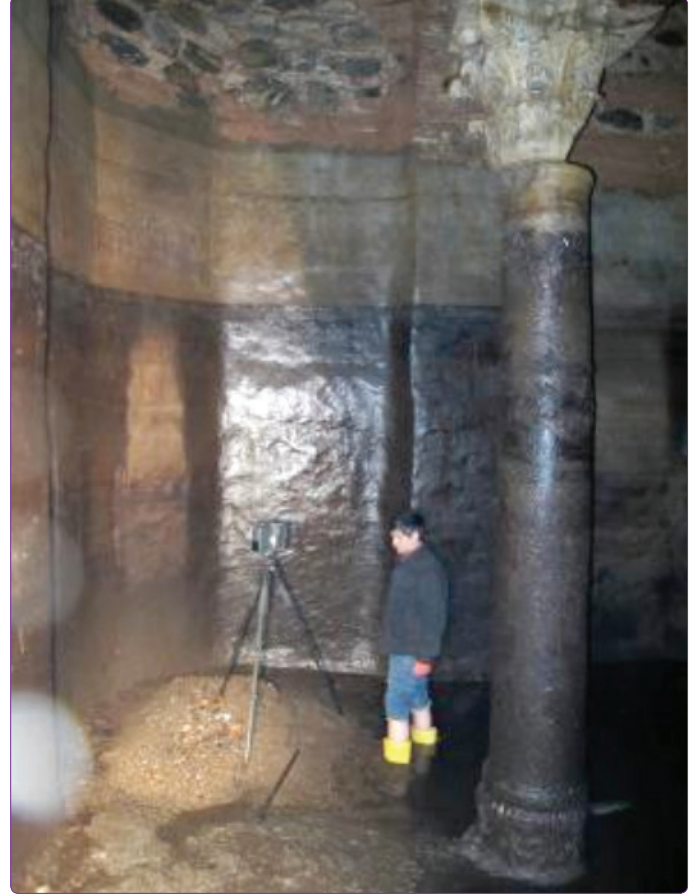
Lazer tarama cihazından elde edilen 3 boyutlu nokta bulutu verileri, ofis ortamında kullanılan ara yüz programında diğer yersel ölçümler ile birleştirilmiştir. Belgeleme ve alanda rölöve için ölçüm yapılması aralıklı olarak yaklaşık 1 ay süre almıştır. Sarnıçlı Han'ın belgeleme ve rölöve çalışmaları, 1 adet yüksek mimar restorasyon uzmanı, 2 adet restoratör ve 2 adet harita mühendisi tarafından gerçekleştirilmiştir.

Aynı zamanda 3 boyutlu lazer tarama cihazının kendi içerisinde bulunan fotoğraf çekme imkanı sayesinde taraması yapılan cephe ve yüzeylerde bulunan, döşeme, saçak ve çatı kotları ile profilli kat silmeleri, bazı kapı ve pencere söveleri, merdiven, korkuluk gibi yapı elemanlarının ölçümleri maximum doğruluk ile elde edilmiştir.

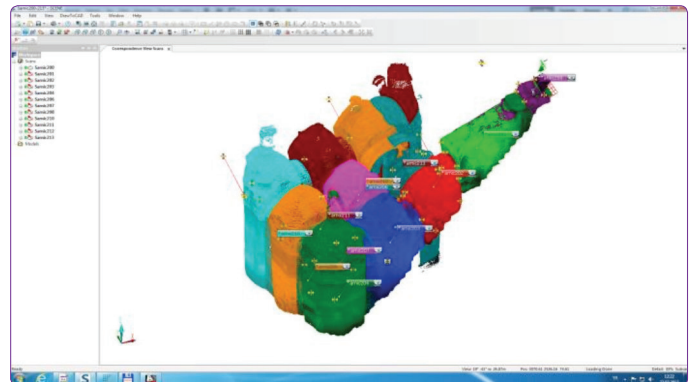
İkinci Aşama; Sarnıç

Sarnıçın belgelenmesinde yapıya en az zarar verecek teknik ve teknolojilerin kullanılması yönünde büyük hassasiyet gösterilmiştir. Danışmanlar ile birlikte yapılan çalışmalar neticesinde, doğruluğu milimetre düzeyde olabilecek 3 boyutlu lazer tarama cihazları ile veri alımına ve arkasından CAD çizim programlarından birinde rölövelerin hazırlanmasının doğru olacağı yönünde karar verilmiştir. Sarnıçın belgeleme çalışmalarında tümüyle lazer tarama teknolojisi kullanılmıştır (Şekil 8).

Sarnıçın içerisindeki her kubbe altında ve merdiveninde kurulumlar yapılarak, toplamda 15 adet oturma (istasyon kurulumu) ile nokta bulutu verisi elde edilmiştir (Şekil 9). Lazer tarama cihazından karşısındaki yüzeye gönderilen ışın, bilgisayar ortamına milyonlarca nokta verisi olarak geri döndüğünde, bu noktaların her birinin 3 boyutlu koordinatlara (x, y, z değerlerine) sahip olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla lazer taraması yapılan bir cephenin, taranan kısmının görüntüsü, birkaç dakika içerisinde milyonlarca 3 boyutlu koordinat değerlerine sahip nokta olarak bilgisayar



Şekil 8. Sarnıçın içinde lazer tarayıcı cihaz ile tarama yapılması, 2012 (Kaynak: MDM Mimarlık Ltd.).



Şekil 9. Sarnıç tarama planı, 2012 (Kaynak: MDM Mimarlık Ltd.).

ekranında görülebilmektedir. Bu yüzey artık yüksek doğrulukta ve gerçek boyutlarında sayısal bir görüntüdür. Aynı zamanda zemin kotuna göre koordinatlandırılmış olduğundan, istenilen çizim programına taşınabilir. Her bir tarama verisi istasyon ismi ile numaralandırılarak arşivlenmiştir. Her tarama aşamasında bir önceki tarama yüzeyinden bir kısmı, tarama yapılacak yeni yüzeye dahil olacak biçimde taramalar tamamlanmıştır. Sarnıcın sayısal ortamda belgelenmesine yönelik alan çalışması sadece 1 gün sürmüştür. Sarnıcın yerinde belgeleme çalışmaları, 1 adet yüksek mimar restorasyon uzmanı, 2 adet restoratör ve 1 adet harita mühendisi tarafından gerçekleştirilmiştir.

Ofis ortamında Faro Scene yazılımı kullanılarak tüm 3 boyutlu nokta bulutu verileri tek bir dosyada birleştirilmiştir. Sarnıç içerisinde yapılan nokta bulutu verilerinin birleştirilmiş görüntüsü Şekil 10'de yer almaktadır. Artık 3 boyutlu bu veri, her noktası doğru kot ve ölçüde, sayısal bir rölövedir.

Sarnıca ait nokta bulutu verisinin rölöve taslak paftası olarak kullanılması amaçlandığından, dosya boyutunun büyük olmasından dolayı, sayısal ortamda verinin işlenmesi oldukça zaman almıştır. Bu nedenle sarnıca ait nokta bulutu verisinin ekranda hareket edebilmesi için 50% oranında hafifletilmesi gerekmektedir.

Sarnıçlı Han cephesinde, avluda ve sarnıçta yapılan lazer taramadan elde edilen nokta bulutu verilerini birleştirmek



Şekil 10. Sarnıca ait birleştirilmiş nokta bulutu verisi, 2012. (Kaynak: MDM Mimarlık Ltd.).

için en az üç ortak nokta seçilmesine dikkat edilmiştir. İşlemler sonucu nokta bulutu verilerinin birleştirme işlemi kontrol edilmiş ve hata vektörleri incelenerek gerekli hassasiyete ($\pm 2\text{mm}$) ulaşıldığına kanaat getirilerek birleştirme işlemi tamamlanmıştır. Sarnıcın nokta bulutu verileri avluda ve Sarnıçlı Han'ın dış cephelerine yapılan nokta bulutu verileri ile aynı koordinat sistemine getirilerek, birbirine bağlanmıştır.

Sayısal Ortamda Gerçekleştirilen Vektörel Çizimler

Çadırcılar Caddesi cephesini oluşturan giriş kapıları, pencereler, kat silmeleri, çatı kalkan duvarı gibi mimari detaylar sayısal ortamda nokta bulutları üzerinden çizilerek, cepheye ait sonuç ürün olarak sayısal rölöve paftaları üretilmiştir (Şekil 11).

Sarnıçlı Han yapısı özelinde, oda ve dükkan cephelerinin önünde bulunan ve kaldırılmayan tabela ve eşyaların arkasında kalan cephelerde, bazı karanlık kısımlar oluşmuştur. Sarnıçlı Hanın cephelerinin yüzeyindeki girinti-çıkıntılarının net olarak görülemediği durumlarda ile karanlık kısımlar için kalibreli kamera ile çekilmiş fotoğraf üzerinden bilgi edinilmiş ve rölöveler tamamlanmıştır.

Sarnıçlı Han'da ayrıca objektifleri 50 mm. de sabitlenmiş kalibreli fotoğraf makineleri kullanılarak fotoğraf çekimleri de yapılmıştır. Kalibreli makineler ile çekilen fotoğraflar, gerekli koordinatlara getirilerek nokta bulutları ile eşleştirilmiştir. Böylece ayrıntı ve detay çalışma gerektiren yerler, detaylı fotoğraflar üzerinden de kontrol edilebilmiştir. Rölövelerin üzerine işlenecek olan yüzeydeki bozulmalar, cephedeki kopuk kısımlar ve çatlakların yeri ve miktarı da çekilen bu fotoğraflar sayesinde doğru işlenebilmiştir. Kat silmesi, çatı silmesi gibi zor ulaşılan yerlerdeki ölçüm ve çizimler, lazer nokta bulutları üzerinden yapılarak, sayısal rölöveye aktarılmıştır.

3 boyutlu lazer tarama cihazından elde edilen milyonlarca noktadan oluşan nokta bulutu verisindeki her bir noktanın kendi koordinat değeri bulunduğundan, bu noktaların oluşturduğu keskin hatlar yakalanarak ve birleştirilerek,



Şekil 11. Sarnıçlı Han ve Sarnıcın birlikte yer aldığı kesit, 2012 (Kaynak: MDM Mimarlık Ltd.).

fotoğraf verisinden de alınan destek ile, sayısal ortamda ki rölöveler, ofis ortamında toplamda 2 ay gibi bir sürede üretilmiştir. Ofis ortamında, farklı teknikerler tarafından üretilen rölöveler, sorumlu mimar ve y. mimar restorasyon uzmanı tarafından kontrol edilmiştir. Cephelerin üzerindeki herhangi bir nokta ya da çizgi, nokta bulutu verisi içerisinde kendi gerçek kot ve ölçüsüne sahip olduğundan, o yüzeydeki her yapı elemanı gerçek boyutlarına sahiptir. Böylelikle mevcut cephe görüntüsü yüksek doğrulukta ve milimetrik hassasiyette hem okunabilmiş, hem de nokta bulutu üzerinden çizimi gerçekleştirilebilmiştir. Örneğin zemin ve esas katı ayıran kat silmesinin yerden yüksekliği, silmeyi oluşturan profillerin girinti-çıkıntıları, pencereleri çevreleyen sövenin tüm boyutları nokta bulutu üzerinden okunabilmektedir. Ancak çatı örtüsü üzerine lazer tarama cihazı çıkartılmadığından, çatı ölçümü hanın karşı cephesinde bulunan daha yüksek bir kottan (Sarnıçlı Hanın karşısında yer alan İstanbul Üniversitesi bahçe duvarı üzerinden) yapılarak yer koordinatına göre tanımlanmış ve cephe taramaları ile birleştirilmiştir. Çatı kırılma noktaları ve saçak konturları, çakıştırılan bu veri üzerinden rölöveye aktarılmıştır. Tamamlanamayan mahya hizaları için total station ile okuma ve ölçüm işlemleri gerçekleştirilerek, rölövelere eklenmiştir.

Ülkemizde eski eser projelerine onay veren ilgili koruma kurullarının talebi doğrultusunda rölöveler sadece 2 boyutlu kabul edildiğinden, sayısal rölöveler ilgili mercilere 2 boyutlu çizimler halinde takdim edilmiştir (Şekil 12).

Belgeleme Esnasında Karşılaşılan Sorunlar

Sarnıçlı Han ve altındaki sarnıcın lazer tarama ile yapılan belgeleme esnasında birçok sorunla karşılaşmıştır. Bu sorunlardan bazıları aşağıda belirtilmiştir;

- Sokak cephesinde mevcut olan dükkanların çalışma saatleri 08.00-20.00 arasında olduğundan, dükkan sahipleri tarafından, müşteri geliş gidişine engel olan lazer tarama işlemine haftanın 6 günü izin verilmiştir, dolayısıyla o yüzeye ait taramalar, sadece Pazar günleri gerçekleştirilebilmiştir.



Şekil 12. Sarnıçlı Han Çadircılar Caddesi cephe rölövesi, 2012 (Kaynak: MDM Mimarlık Ltd.).

- Sarnıçlı Hanın her katında bulunan yaklaşık 30'ar adet odanın içlerinde bulunan büyük boyutlu eşya ve makinelerin bazıları boşaltılmadığından, birçok odanın ölçümlerinde geleneksel yöntemler tercih edilmek zorunda kalmıştır. Kapalı tutulan odaların açtırılabilmesi için, sahiplerine tek tek ulaşılması ek iş yükü getirmiştir.
- Handa çalışan esnafın ve günlük ziyaretçilerin, lazer tarama cihazı ile yapılan tarama işine karşı oluşan merak ve yoğun ilgisi, zaman zaman sıkıntı yaratmıştır.
- Sarnıcın $\frac{3}{4}$ 'ünün su ile dolu olması ve yetkili idareden yönlendirilen vidanjör ile bu su tahliye edilme gerekliliği, vidanjör hizmetinin randevu tarihine uymaması nedeniyle kısa süreli gecikmelere sebep olmuştur.
- Sarnıcın boşaltılmasının ardından dipte kalan çamur ise yaklaşık 10 adet işçinin dönüşümlü günlerde el aletleri ile bu çamuru boşaltmasıyla çözümlenebilmiştir. Ancak bu temizlik aşamasında öngörülemeyen başka bir sorun ise, sarnıcın uzun süre kapalı kalmasından dolayı çamurun temizlenmesi esnasında ortaya çıkan zehirli gaz olmuştur. Bazı çalışanlarda yaşanan sağlık problemlerinin ardından, koruyucu kıyafet ve ekipmanlar kullanılarak çamur boşaltılabilmektedir. Yine de kısmi bir alanda özgün zemine ulaşılabilmiştir.

Bu sorunların bir kısmı kısa süreli yani 3-5 gün gecikmeye, bazıları ise uzun süreli yani 5-15 gün gecikmeye neden olmuştur. Ofis ortamında yapılan tarama programında arazide çalışılacak gün sayısı 28 gün olarak belirlenmiştir. Ancak arazide karşılaşılan ve öngörülemeyen bazı sorunlardan dolayı belgeleme süresi yaklaşık 3 ay'a uzamıştır.

Nokta Bulutu Verisinin Rölöveye Olan Katkısı ve Sonuç

Lazer tarama cihazı ile nokta bulutu taraması yapılan ve sayısal ortamda tüm bu noktaların birleştirildiği data, tüm dış cephelerin ve avluya bakan iç cephelerin mimari özelliklerini bir arada görme, değerlendirme ve yorumlama imkanı sunmuştur. Arazide rölöve alımında gözden kaçan mimari detaylar (kapı sövesinin kırık olması, kat silmesinin kopuk olması gibi), sayısal ortamda birarada görülebildiğinden, ofis çalışmaları sırasında nokta bulutu üzerinden tamamlanabilmiştir. Yapıya ilişkin birleştirilmiş nokta bulutu verisi üzerinden istenilen noktadan kesit alma ve rölöveye aktarma imkanı bulunmuştur. Sarnıçlı Han-Avlu-Sarnıç ilişkisi görülebildiğinden, sarnıcın han yapısının temellerine olan mesafesi görülebilmektedir. Hanın ve sarnıcın kesitini bir arada görme ve değerlendirme imkanı bulunmuştur. Hanın ve sarnıcın hızlı ve etkin bir biçimde ölçülmesi sağladığından, bu iki tarihi eserin arasındaki konum, mesafe, yükseklik ilişkisini bütüncül olarak değerlendirilebilmiştir.

Sarnıçlı Han ve avlusu altında yer alan sarnıcın belgelenmesinde yersel lazer tarama teknolojisinin kullanılmasıyla

aşağıdaki kazanımlar elde edilmiştir;

- Yersel lazer tarama yöntemi diğer mevcut ölçme yöntemleriyle birlikte kullanılabilmiş ve ölçüler diğer ölçme verileriyle entegre edilebilmiştir.
- Yersel lazer tarayıcı ölçüleri, tarayıcı alet merkezli 3 boyutlu nokta bulutu şeklinde olduğundan, yapının tek bir noktadan taranamadığı durumlarda, farklı noktalardan yapılan taramalarda, bir önceki taramada görülemeyen yüzeylerin görünememesiyle, eksik kalan çizimler tamamlanabilmiştir.
- Farklı günlerde gerçekleştirilen taramalar, yüksek kapasiteli bilgisayar ortamında birleştirilebildiğinden, yapının bütününe ilişkin bilgi veren görüntüler alınabilmiştir.
- belirli ve tanımlı bir alanın lazer tarama verisinin alınması, iş akışını süre, kalite ve doğruluk açısından olumlu etkilemiştir. Bu olumlu etki, hedeflenen sürede projenin bitirilebilmesini sağlamıştır.
- Hızlı ve optimum maliyetle, yapının bütünü hakkında eksiksiz 3 boyutlu geometrik ve görsel bilgiye ulaşmak, lazer tarama teknolojisinin sunduğu imkanlar ile gerçekleşmiştir.
- Yüzeyle temas etmeden ölçüm yapılabildiğinden, tarihi esere zarar vermeden belgeleme yapılabilmesi ise üzerinde durulması gereken başka bir olumlu sonuçtur.

Aynı zamanda önceleri sadece nokta bulutu verisi sağlayan lazer tarama cihazlarına son yıllarda eklenen renkli fotoğraf entegrasyonu, tarama yapılan yapı ya da yapılar grubundan oluşan alana ilişkin, kütle, hacim, renk, malzeme, doku, desen gibi tüm mimari özellikler ve mekansal bilgileri 3 boyutlu olarak sağlayabildiğinden, planlama ya da yeni tasarım konusunda çalışacak uzmanlara, çalışma alanını kısa zamanda ve bütün olarak kavrama ve algılama pratiği de kazandırmaktadır.

Teşekkür

Ocak - Nisan 2012 tarihlerinde uhdelerinde gerçek-

leştirilen, rölöve işi kapsamında üretilmiş olan görselleri bu makalede kullanılması için izin veren MDM Mimarlık Ltd.'ne teşekkür ederiz.

Gülhan BENLİ, Sarnıçlı Han ve çevresinin rölöve, restitüsyon ve restorasyon projelerinde danışman Dr. Mimar Restorasyon Uzmanı olarak görev yapmıştır.

Kaynaklar

- Abmayr T., Härtl F., Reinköster M., Fröhlich C. (2005) "Terrestrial Laser Scanning- Applications In Cultural Heritage Conservation And Civil Engineering", Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures, Mestre-Venice, Italy: ISPRS.
- Benli, G. (2007) "İstanbul Tarihi Yarımada'da Bulunan Han Yapıları ve Avlulu Hanların Koruma Sorunları", basılmamış doktora tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Rölöve-Restorasyon Anabilim Dalı.
- Benli, G., (2015). "The Advantages of Using Laser Scanners in Surveying in Protected Sites: A case Study in Historical Peninsula in İstanbul" Handbook of Research on Emerging Digital Tools for Architectural Surveying, Modeling and Representation, chapter 13, ISBN 978-1-4666-8379-2, DOI:10.4018/978-1-466-8379- 2.ch013, Hershey PA, USA, s. 382-402.
- İstanbul Büyükşehir Belediyesi, (2003). 1/5000 ölçekli Tarihi Yarımada (Eminönü- Fatih) Koruma Amaçlı Nazım İmar Planı Raporu, İstanbul, Türkiye, s. 128-424.
- Kersten, T., Büyüksalih G., Jacobsen K. (2009) "Documentation of Istanbul Historic Peninsula by Kinematic Terrestrial Laser Scanning", The Photogrammetric Record Conference, Massachusetts, USA, s. 112-138.
- Temizer, T., Nemli, G., Ekizce, E., Ekizce, A., Demir, S., Bayram, B., Aşkın, F.H., Çobanoğlu, A.V., ve Yılmaz, H. F. (2013). "3D Documentation of A Historical Monument Using Terrestrial Laser Scanning case study: Byzantine Water Cistern", International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, International CIPA Symposium, Strasbourg, France, s. 623-628.

İnternet Kaynakları

- <http://www.fatih.bel.tr/icerik/7643/kapalicarsi-yenileme-alani> (Erişim tarihi 10 Eylül 2016)
- www.ekap.com (Erişim tarihi 10 Eylül 2016)
- www.ihale.com.tr (Erişim tarihi 10 Eylül 2016)