

ÜST ÖRTÜ BELGELEME ÇALIŞMALARINDA YERSEL LAZER TARAYICILARIN KULLANIMI: İSTANBUL KADIRGA SOKOLLU MEHMET PAŞA CAMİSİ ÖRNEĞİ

S. TUNCER¹, R. ÇÖMERT², U. AVDAN³

¹Anadolu Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Anabilim Dalı, Mimari Koruma Bilim Dalı, 26555, Eskişehir, serhantuncer@anadolu.edu.tr

²Anadolu Üniversitesi, Uydu ve Uzay Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, 26555, Eskişehir, rcomert@anadolu.edu.tr

³Anadolu Üniversitesi, Uydu ve Uzay Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, 26555, Eskişehir, uavdan@anadolu.edu.tr

Özet

Günümüzde antik tapınaklar, tiyatrolar gibi pek çok taşınmaz kültür varlığı işlevinden koparılıp, sadece sergileme amacıyla kullanılmaktadır. Ancak halen aktif şekilde kullanılan tarihi camiler için bu durum geçerli değildir. Bu yapılar günümüzde de ilk inşa edildikleri dönemki işlevleriyle kullanılmaktadırlar. Dolayısıyla yapılacak belgeleme ve ölçümleme çalışmaları, yapının işlevini engellemeyecek şekilde, mümkün olduğu kadar hızlı ve etkin bir biçimde gerçekleştirilmelidir.

Osmanlı ve dünya mimarlık tarihindeki önemi tartışılmaz olan Mimar Sinan'ın inşa ettiği dini yapıların hemen hepsi günümüzde aktif ve yoğun bir biçimde kullanılmaktadır. Dolayısıyla bu yapılarda da yapılacak çalışmaların hızlı ve etkin bir şekilde gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Sinan'ın mimariye yaptığı yenilikçi katkıları kapsamında, yapı akustiği ile ilgili sorunları da gözettilen ve bu doğrultuda Sinan camilerinin tasarımında, akustiğin de bir belirleyici olduğunu söylemek mümkündür.

Bu çalışmada Sinan camilerindeki iç bükey üst örtü elemanlarının, hacim akustiğine olan etkisi açısından, ileri teknolojiler kullanılarak belgelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma alanı olarak Sokollu Mehmet Paşa Camisi seçilmiştir. Cami, üst örtüdeki iç bükey elemanlarda bulunan, yayınlarda ses kabı olarak geçen kapların ağızlarının açıkta olması sebebiyle tercih edilmiştir. Bu ses kaplarının buldukları konum itibarıyla ulaşılabilir olmaması ve boyutlarının oldukça küçük olması, iskele kurmadan ölçümleme yapılmasını imkansız hale getirmektedir. İskelenin kurulması, sökülmesi ve ölçümleme süreci, caminin uzun süre işlevini yitirmesine sebep olacaktır. Bu nedenle belgelemenin çok daha hızlı bir uzaktan algılama yöntemi olan yersel lazer tarayıcı ile yapılmasına karar verilmiştir.

Yapılan belgeleme çalışması sonucunda, yayınlarda ana kubbedeki rezonatör ağızları olarak geçen 36 adet anomalinin delik olmadığı görülmüş, bunlar dışında yapıda toplam 163 adet delik tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda yersel lazer tarayıcıların, kültür varlıklarının belgelenmesinde, konvansiyonel yöntemlere göre çok daha hızlı ve hassas sonuçlar verdiği ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Yersel Lazer Tarama, Mimar Sinan, Mimari Koruma, Belgeleme, Rezonatör

USING TERRESTERIAL LASER SCANNERS IN DOCUMENTATION OF THE CEILINGS: CASE OF ISTABUL KADIRGA SOKOLLU MEHMET PASA MOSQUE

Abstract

Nowadays numerous immovable cultural assets like ancient temples and theaters are used for exhibition in comparison with their original function. But historical mosques are not the same. People are still use most of these buildings with their original function. Attendantly documentation and measurements on these buildings has to be done fast and effective.

Mimar Sinan is the most impressive and important architect of the world and most of his buildings are used actively today. Besides his numerous innovative contributions to architecture, Sinan drew significant attention to the acoustics of mosque design.

This study aims to document the acoustics aspects of domes and semi-domes in Mimar Sinan's mosques, using advanced technologies. Kadirga Sokollu Mehmet Paşa Mosque has been selected due to its optimum reverberation time and resonators which are openly observable in the domes enabling direct measurements. Measurements with conventional methods on these resonators require building a scaffold which consumes considerable time and inhibits mosque's function. Because of these reasons, a terrestrial laser scanner has been used for documentation of the entire dome structure.

As a result of this study, it was revealed that 36 of the anomalies measured in the main dome are actually not cavities although they are referred as resonators. In total, 163 cavities spotted in all concave structure in the ceiling. Another result of the study is; terrestrial laser scanners are more effective than conventional measurement methods in documentation of cultural heritage.

Keywords: Terrestrial Laser Scanner, Mimar Sinan (The Architect), Architectural Conservation, Documentation, Resonator

1. Giriş

Dünya mimarlık tarihindeki önemi tartışılmaz olan Mimar Sinan'ın, mimaride akustik sorununa bakışı ve yarattığı çözümler, Sinan'ın diğer pek çok özelliği gibi tüm dünyada araştırmalara konu olmaktadır. Bu araştırmalarda camilerin akustik özelliklerini tespit etmek için çeşitli ölçme yöntemleri kullanılmıştır (Karabiber, 2000). Ancak akustiğe yönelik belgeleme yöntemleri ile ilgili detaylı bir çalışma yapılmamıştır. Mimar Sinan'ın dini yapılarının hemen hepsi günümüzde aktif şekilde işlevlerini yerine getirdiği için, kapsamlı onarım çalışmaları dışında, bu yapılarda konvansiyonel belgeleme çalışmaları yapmak mümkün olmamaktadır. Günümüzde, teknolojideki gelişmeler sayesinde mimari ölçümlerler, pek çok farklı yöntemle, oldukça hassas, doğru, hızlı ve düşük maliyetlerde gerçekleştirilebilmektedir. Bu nedenle akustiğe yönelik mimari belgeleme çalışmalarında da ileri teknoloji uygulamalarının kullanımı daha fazla önem kazanmaktadır (Çabuk v.d., 2009).

Çalışmanın amacı; Mimar Sinan camilerinde, üst örtüde bulunan ve hacim akustiğine etki etme amacıyla kullanıldığı düşünülen, rezonatör adı verilen ses kaplarının belgelenmesi ve belgeleme sonuçlarının ileri teknoloji belgeleme yöntemleri üzerinden değerlendirilmesidir. Çalışma alanı olarak seçilen Kadırga Sokollu Mehmet Paşa Camisi'nde çıplak gözle tespit edilebilen ve rezonatör ağzı olduğu düşünülen anomalilerin bugüne kadar yapılan çalışmalardan farklı olarak, ileri teknolojiler yardımıyla, konum ve boyutlarının tespit edilmesi planlanmaktadır.

2. Çalışma Alanı

Bugüne kadar Mimar Sinan camilerinde yapılmış akustiğe yönelik çalışmalarda Kadırga Sokollu Mehmet Paşa Camisi'nin, günümüz koşullarında yapılan ölçümlere göre optimum akustik özelliklere sahip olduğu ortaya çıkmaktadır (Kayılı, 1988; Fausti v.d., 2003). Ayrıca yapının üst örtüsünde rezonatör olduğu düşünülen delikler gözlemlenmiştir. Bu koşulların yanı sıra, yapının tipinin de ölçümlemeye uygun olması nedeniyle, Kadırga Sokollu Mehmet Paşa Camisi çalışma alanı olarak seçilmiştir.

İstanbul Kadırga semtinde bulunan cami Sokollu Mehmet Paşa'nın eşi Esmehan Sultan tarafından 1571-72 yıllarında tamamlanmıştır. 433,84 m²'lik bir iç alana sahip, iç hacmi 5700 m³ olan caminin ana kubbesi yerden 22,8 metre yükseklikte, kubbe çapı ise 13 metredir. Kubbe güneyde beden duvarıyla, kuzeyde iki payeyle, doğu ve batıda ise diyagonal ikişer yarım kubbeyle desteklenir. Caminin minberi, pandantifleri ve mihrap duvarının orta bölümü İznik çinileriyle kaplıdır. Mihrap ise mermerdendir. Cami 1940'lı yıllarda onarım görmüştür (Kuran, 1986)

3. Yöntem

Çalışmada üst örtü, yersel lazer tarayıcının yanı sıra çözünürlüğü ve yakınlaştırma özelliği yüksek fotoğraf makinasıyla belgelenmiştir. Çalışma kapsamında veri toplamak için Riegl LMS Z-390i model 3B lazer tarayıcı kullanılmıştır. Fotoğraf makinası ile yapılan belgelemede ise Nikon D5100 fotoğraf makinası, Nikkor 18-300mm lens ile birlikte kullanılmıştır (Şekil 1). Lazer tarayıcı ile yapıya gidilerek 7,5 saat süren bir ölçümleme gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Çalışmada kullanılan ekipman

Alanda toplanılan veriler, ofis ortamında değerlendirilmiştir. Bunun için 6 çekirdekli Xeon işlemcili, işlemci hızı 2.67GHz olan, 64GB RAM'e sahip HP marka masaüstü bilgisayar kullanılmıştır. Riscan Pro yazılımında birleştirilen nokta bulutları Geomagic yazılımına aktarılmış, bu yazılımda üçgenleme tekniği kullanılarak katı modeller elde edilmiştir. Sonuç ürünleri ise AutoCAD 2015 yazılımında işlenmiştir.

4. Bulgular

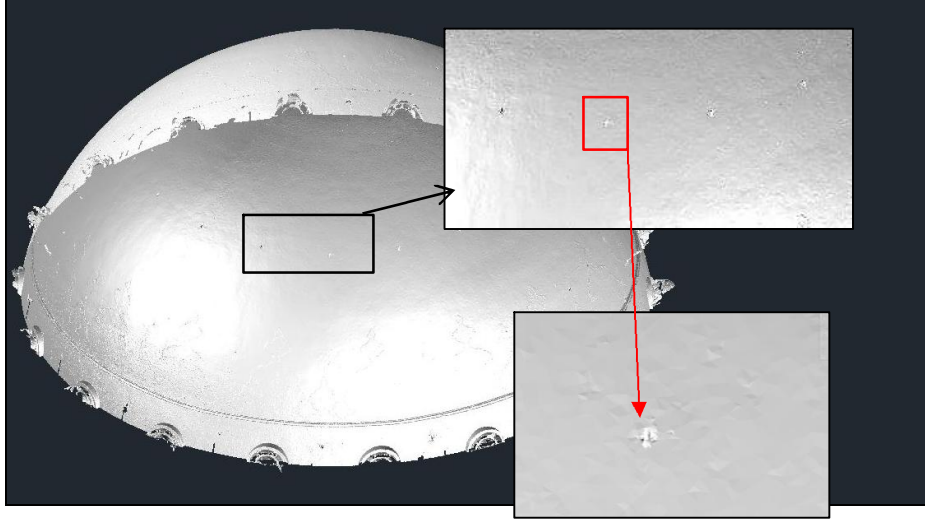
Cami ile ilgili yapılan yayınlarda, yapı akustiğini kontrol edebilmek için kullanıldığı söylenen rezonatörlerin ağız açıklıklarının konumları, ana kubbede iki ayrı çemberde 18'er tane, toplamda 36 tane olarak tespit edilmiştir (Kayılı, 1988) (Şekil 2).



Şekil 2. Ana kubbedeki anomaliler

Ön gözlemin ardından lazer tarayıcı ile yapılan ölçümlemede de bu rezonatör olabilecek anomaliler kubbe yüzeyinde, iç içe geçmiş iki sıra halinde 36 adet olarak tespit edilmiştir. Ancak lazer tarayıcıdan elde edilen veriler daha detaylı şekilde incelendiğinde, Şekil 3'te görüldüğü gibi ana kubbedeki bahsedilen

yapıların delik değil, dışarı doğru yani mekanın içine doğru çıkıntı yapmış malzemeler olduğu fark edilmiştir.



Şekil 3. Ana kubbedeki anomalilerin katı modeldeki detay görüntüsü

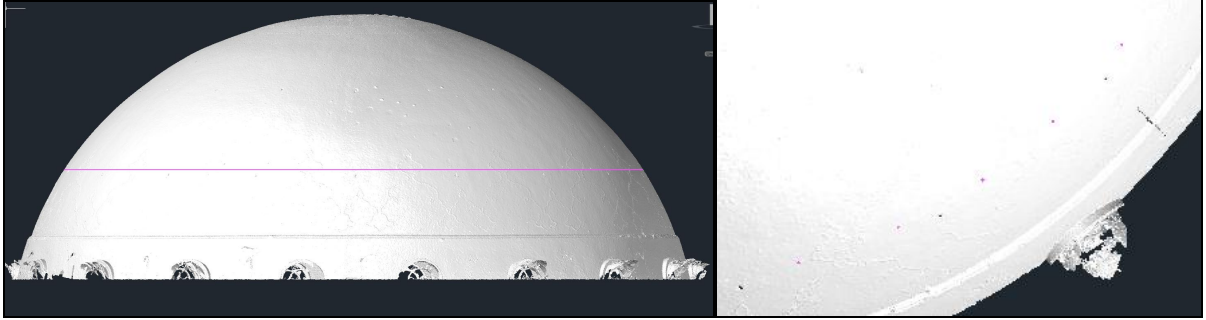
Lazer tarama sonucunda elde edilen veriler ışığında ana kubbedeki, yapının içine doğru gelişmiş anomalilerin ne olduğunun tespit edilmesi için, yüksek çözünürlüklü ve görüntüyü 16.7 kat büyütebilen fotoğraf makinası ile yapıya tekrar gidilmiştir. Yapılan bu belgeleme ışığında ana kubbedeki bu anomalilerin iç içe geçmiş demir halkalar olduğu açık bir biçimde görülebilmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Halkaların yüksek yakınlaştırma özellikli fotoğraf makinasından elde edilen detay görüntüsü

Yapılan belgelemelerde elde edilen bulgular sonucunda lazer tarama ile oluşturulmuş nokta bulutları ve katı modelin yeniden analiz edilmesine ihtiyaç duyulmuştur. Yapılan bu analizde ana kubbede, kubbe eteğine yakın tek hatta, yarım kubbelerdeki deliklere benzeyen, çapı yaklaşık 1.8 cm olan 36 adet delik

bulunmuştur (Şekil 5). Son bulgularla birlikte Kadirga Sokollu Mehmet Paşa Camisi kubbelerinde farklı katmanlarda toplamda 163 adet delik tespit edilmiştir.



Şekil 5. Ana kubbedeki deliklerin model üzerindeki yeri ve detay görüntüsü

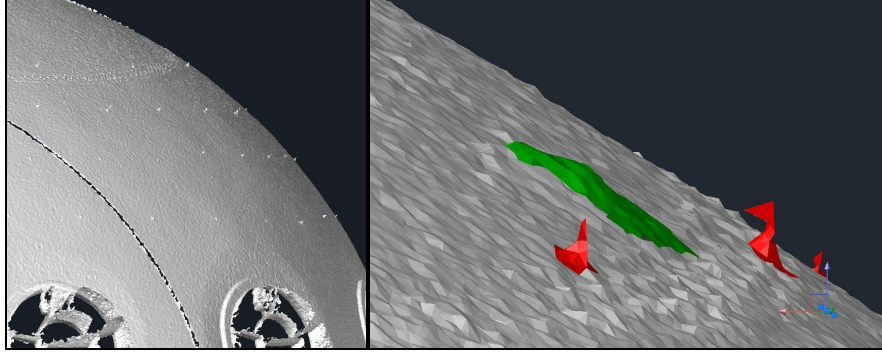
5. Sonuç

Kadirga Sokollu Mehmet Paşa Camisi'nde yapılan belgeleme çalışmasında, yapının akustik özelliklerine doğrudan etki eden üst örtünün, ileri teknolojiler kullanılarak belgelenmesi amaçlanmıştır. Cami ile ilgili bugüne kadar yapılmış yayınlarda, üst örtüde, iç bükey yapılarda, akustiği düzenlemek için kullanılmış kaplar bulunduğu bahsedilmiştir. Ancak yapılan literatür taramasında bu kapların yerleri, sayısı ve fiziki özellikleri ile ilgili hiçbir ölçümlenme yapılmadığı görülmüştür. Yapılacak belgeleme çalışmasıyla, bu kapların konumları ve boyutları ile ilgili veri elde edilmesi amaçlanmıştır.

Çalışma sonucunda açıkça görülmüştür ki bir ileri teknoloji uygulaması olan lazer tarayıcılar, karmaşık geometrik özelliklere sahip bir yapıda dahi oldukça etkili bir belgeleme yöntemidir. Yaptığımız çalışma sonucunda hiçbir ek ekipman kullanmadan, caminin işlevini sürdürmesini, çalışanları ve cemaati engellemeden, harim zemininden 22,8 m yükseklikteki üst örtü, yüksek bir hassasiyetle ve oldukça kısa bir sürede sayısal ortama aktarılabilmiştir. Bu belgeleme işlemi sonucunda, üst örtüdeki anomalilerin tipleri çözümlenebilmiş, literatürde delik olarak geçen yapıların aslında delik olmadığı ortaya konulmuş, lazer ışınlarının iç bükey yüzeylerde bile, ağız açıklığı minimum 1.8 cm olan deliklerden içeri girebildiği görülmüştür (Şekil 6).

Lazer tarayıcıyla yapılan belgelemede elde edilen veriler doğrultusunda bu deliklerin, yapının akustik özelliklerini etkileyecek yeterli boyutlara sahip olmadığı görülmüştür. Bu nedenle ileride yapılacak

çalışmalarda bu deliklerin farklı ölçümleme yöntemleriyle belgelenmesi ve işlevlerin araştırılmasının gerekli olduğu düşünülmektedir.



Şekil 6. Kubbedeki deliklerin kubbe kabuğu arkasından görünümü

Kaynaklar

- Çabuk, A., Tatal, O., Avdan, U., Tün, M., Deveci, A., Özmert, Ç., (2009), “Mimari Koruma Çalışmalarında Lazer Tarama Tekniği Uygulaması”, *Kültür Varlıklarının Belgelenmesi*. (Ed: Çabuk, A., Alanyalı, F.), Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir, 56-74.
- Fausti, P. Pompoli, R Prodi, N., (2003), “Comparing the Acoustics of Mosques and Byzantine Churches”, CIPA XIXth International Symposium, Antalya.
- Karabiber, Z., (2000), “Avrupa Birliği 5. Çevre Programı Kapsamında Sinan Camileri Üzerine Bir Araştırma: CAHRISMA Projesi,” *Tasarım*, 102, 74-83.
- Kayılı, M., (1988), “Mimar Sinan'ın Camilerindeki Akustik Verilerin Değerlendirilmesi. ” *Mimarbaşı Koca Sinan : Yaşadığı Çağ ve Eserleri*, (Ed: S. Bayram), Vakıflar Genel Müdürlüğü, İstanbul, 545-554.
- Kuran, A., (1986), *Mimar Sinan*, Hürriyet Vakfı Yayınları, İstanbul.