



Kültürel Mirasın Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinden Yararlanarak Restorasyonu: II. Kılıçarslan Köşkü Örneği

Öğr. Gör. Dr. Ahmet Cihat ARI

Yozgat Bozok Üniversitesi, Akdağmadeni Meslek Yüksek Okulu, Mimari Restorasyon Programı, Yozgat/Türkiye
e-mail: a.cihat.ari@bozok.edu.tr
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4690-8968>

ÖZET

Konya kentinde yer alan Alaaddin Tepesinde Roma, Selçuklu ve Osmanlı dönemlerine ait yapılar bulunmaktadır. Bu yapılardan biri olan II. Kılıçarslan Köşkünün, şehrin kültürel ve mimari dokusunda önemli etkisinin olması, yapının restorasyonuna yönelik çalışmaların yapılmasına neden olmuştur. Kültürel mirasın restorasyonunda günümüzde teknolojinin önemli etkisi olmaktadır. Teknolojik gelişmelerden biri olan artırılmış gerçeklik teknolojisi de günümüzde kültürel mirasın restorasyonunun belgelenmesine ve korunmasına yardımcı olmaktadır. Ayrıca artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanılarak yapılan sanal projenin tarihi yapının çevresinin, kompozisyonunun ve araziye uygunluğunun değerlendirilmesinde sağladığı yararlar nedeniyle restorasyon çalışmalarında önem kazanmaktadır.

Bu çalışmada, II. Kılıçarslan Köşkünün restorasyonunda artırılmış gerçeklik teknolojisinin sağladığı avantajların incelenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca II. Kılıçarslan Köşkünün restorasyon süreci tartışılmış ve geleneksel yöntemlere göre, günümüzde gelişen teknolojilerin sağladığı yararların neler olduğu açıklanmaya çalışılmıştır. Çalışmada, kültürel mirasın restorasyonunda artırılmış gerçeklik teknolojisinin kullanımının sağladığı avantajların incelenmesinde; literatür araştırması yapılmıştır. Çalışma kapsamında incelenen veriler doğrultusunda, II. Kılıçarslan Köşkünde artırılmış gerçeklik teknolojisiyle yapılan üç boyutlu modeller, hasar durumunun anlaşılmasında yararlı olmuştur. Ayrıca bu köşkün restorasyonunda artırılmış gerçeklik teknolojisinin kullanılmasıyla, farklı onarım seçeneklerinin değerlendirilmesine imkan sağlamıştır. Bununla birlikte bu teknolojinin kültürel mirasın restorasyon uygulamasında ve sanal projenin gerçek ortamda test edilmesinde sağladığı katkılardan dolayı mimara yardımcı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Artırılmış gerçeklik, kültürel miras, II. Kılıçarslan Köşkü, restorasyon

Restoration of Cultural Heritage Using Augmented Reality Technology: The Example of II. Kılıçarslan Mansion

Abstract

There are structures from the Roman, Seljuk and Ottoman periods on the Alaaddin Hill in the city of Konya. II. Kılıçarslan Mansion, which is one of these structures, has a significant impact on the cultural and architectural texture of the city, which has led to studies for the restoration of the building. Nowadays, technology plays an important role in the restoration of cultural heritage. Augmented reality technology, which is one of the technological developments, also helps to document and protect the restoration of cultural heritage nowadays. In addition, the virtual project, which is made using augmented reality technology, gains importance in restoration studies due to the benefits it provides in evaluating the environment, composition and suitability of the historical building.

In this study, it is aimed to examine the advantages of augmented reality technology in the restoration of II. Kılıçarslan Mansion. In addition, the restoration process of II.

Kılıçarslan Mansion has been discussed and it has been tried to explain what the benefits of nowadays developing technologies are according to the traditional method. In the study, examining the advantages of using augmented reality technology in the restoration of cultural heritage; literature research was conducted. In line with the data examined within the scope of the study, three-dimensional models made with augmented reality technology in II. Kılıçarslan Mansion were useful in understanding the damage situation. Moreover, the use of augmented reality technology in the restoration of this mansion allowed the evaluation of different repair options. Additionally, it has been concluded that this technology helps the architect due to its contribution to the restoration of the cultural heritage and the testing of the virtual project in the real environment.

Keywords: Augmented reality, cultural heritage, II. Kılıçarslan Mansion, restoration

1. GİRİŞ

Kültürel mirasın, günümüze ve gelecek kuşaklara aktarılabilmesi için restorasyonu yapılmaktadır. Restorasyonun yapılması tarihi yapının hasar durumuna göre gerçekleşmektedir. Tarihi yapıdaki hasar durumuna bağlı olarak, sağlamlaştırmadan rekonstrüksiyona kadar farklı teknikler uygulanmaktadır. Hasar durumunun artmasına bağlı olarak, yapıdaki bazı bölümler yitirmekte ve bu da kültürel mirasın rekonstrüksiyonu yapılmasına neden olmaktadır (Ahunbay, 1999). Kültürel mirasın bölümlerinin onarılmasında gelişen teknolojiler yardımcı olmaktadır. Bu teknolojilerden biri olan artırılmış gerçeklik sistemleri, kültürel mirasın restorasyonunda kullanılmaktadır. Günümüzde kültürel mirasın restorasyon işlemlerinde artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanılarak, yapının onarım seçeneklerinin değerlendirilmesinde sağladığı yararları dolay tercih edilmektedir. Ayrıca bu teknoloji, tarihi yapının ve çevresinin aslına uygun şekilde restorasyonun yapılmasına da katkı sağlamaktadır.

Artırılmış gerçeklik teknolojisinin kültürel mirasın restorasyon uygulamaları, tarihi yapının veya çevrenin özelliklerine göre farklı şekilde yapılmaktadır. Bu teknoloji kullanılarak, kültürel mirasın rekonstrüksiyonun gerçekleştirilmesinde veya tarihi yapının dış cephesinin modellenmesi yapılarak, çevresi ve kent ortamındaki ilişkisinin araştırılmasında yardımcı olmaktadır (Ferdani vd. 2020, Kolivand vd. 2018, Maiwald vd. 2019). Ayrıca artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanarak, arkeolojik alanın üç boyutlu modelleri yapılarak, kalıntıların geçmiş durumları hakkında bilgi vermekte ve bu teknolojiyle arkeolojik alanın görsellerine, kişilerin erişmesini mümkün hale getirmektedir (Çevik, 2019). Bununla birlikte teknolojik cihazların ve yazılımların gelişmesiyle hem artırılmış gerçeklik sistemlerinde gerçekçi ortam şartlarının oluşturabilmesi için gelişmiş efektlerin verilebilmesini sağlamakta, hem de kültürel mirasın yapı elemanlarının, detay profillerinin ve süsleme özelliklerinin üç boyutlu modellerinin çıkarılabilmesini sağlayarak, yapının restorasyonunda yararlı olmaktadır (Kolivand vd. 2018, López vd. 2017).

Tarihi yapılar ve anıtlar toplumların kültürel geçmişini oluşturmaktadır. Ayrıca bu yapılar ülkeler için turizm faaliyetleri açısından yarar sağlamakta ve ülkelerin ekonomisinin gelişmesine katkı sunmaktadır. Bu nedenle tarihi yapıların belgelenmesi ve korunması gerekmektedir (Albourae vd. 2017). Günümüzde tarihi yapıların belgelenmesinde, korunmasında ve görselleştirilmesinde kullanılan dijital teknolojiler önemli bir yere sahiptir. Kültürel mirasın üç boyutlu modellerin hazırlanmasında fotogrametri ve lazer tarama gibi dijital teknolojiler tarihi yapıların dijital olarak belgelenmesini sağlamaktadır. Ayrıca bu teknolojiler tarihi binaların korunmasında ve restorasyon işleminde kullanılarak tarihi yapının çevreyle uyumlu olmasını sağlamaktadır. Dijital teknolojilerle yapılan çizimlerin geleneksel çizimlere göre farklı türde bir veriyi bütünsel olarak iletebilen ve modeli farklı disiplin sektörlerine yönlendirebilen dijital iş akışlarını elde etmesini sağlaması nedeniyle yararları bulunmaktadır (Banfi vd. 2019).

Bu çalışmada, II. Kılıçarslan Köşkünün restorasyon uygulamalarında artırılmış gerçeklik teknolojisinin sağladığı avantajlar incelenmiştir. Bu köşkün restorasyon uygulamalarında

artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanılarak, yapılan sanal projenin; tarihi yapının çevresine, kompozisyonuna ve araziye uygunluğu araştırılmıştır. Bununla birlikte, II. Kılıçarslan Köşkünün restorasyon projesi incelenerek bu projenin artırılmış gerçeklik teknolojisinin tarihi yapının restorasyon işlemlerine olan etkisi açıklanmıştır. Çalışma kapsamında artırılmış gerçeklik teknolojisinin, kültürel mirasın restorasyon uygulamaları için önemine değinilmiştir. Çalışmada, artırılmış gerçekliğin tanımı, tarihsel gelişimi ve artırılmış gerçeklik teknolojisinde kullanılan cihazlar incelenmiştir. Ayrıca çalışmada, artırılmış gerçeklik teknolojisinin tarihi yapıda; tarihi yapının korunması, belgelenmesi ve görselleştirilmesindeki etkisinin, yurt içi ve yurt dışında yapılan örnek uygulamaları verilmiştir.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Bu bölümde kavramsal çerçeve ve literatür araştırmasına yer verilmiştir. Ayrıca bu bölümde, artırılmış gerçeklik teknolojinin tanımı ve tarihsel gelişimi açıklanmıştır. Kavramsal çerçeve kapsamında, artırılmış gerçeklik teknolojisinde kullanılan cihazlar incelenmiştir.

2.1. Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Mimari Alanda Kullanımına Genel Bakış

Artırılmış gerçeklik teknolojisinin mimari alanda kullanımına yönelik yapılan araştırmaların bazıları aşağıda verilmiştir.

Magnenat-Thalmann ve Papagiannakis (2005) tarafından yapılan çalışmada, Roma dönemine ait Pompeii kentinin arkeolojik kalıntılarını, artırılmış gerçeklik teknolojisini kullanarak incelemişlerdir. Çalışmada, tarihi arkeolojik kalıntıların sanal ortamlarda simülasyonları yapılarak gerçek ortamlara uyumlu olması için metodoloji geliştirilmiştir. Çalışmada artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanılarak Roma döneminde yaşayan insanların davranışları, kentin doğal ortamı ve sosyal durumları açıklanmıştır. Drettakis vd. (2007) tarafından yapılan çalışmada, mimari tasarım sürecinde yapılan sanal projenin kullanıcı merkezli tasarım anlayışı geliştirmeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla çalışmada, sanal projenin gerçek ortam uygulamasının kullanışlı olması için artırılmış gerçeklik teknolojisi, grafikler, görsel ve işitsel teknikler uygulanmıştır. Çalışmada kullanıcıların tasarım aşamalarına dahil etmenin sanal projenin gerçek ortama uygulanabilirliğini arttırdığını göstermiştir.

Calisi vd. (2012) tarafından yapılan çalışmada, tarihi yapıların restorasyon projelerinde kullanılmasında ve belgelenmesinde dijital olarak arşivlenmesinde, veri tabanı geliştirilmesini araştırmışlardır. Çalışmada geliştirilen veri tabanı ile tarihi yapının restorasyonun çalışan teknisyen işlerini hızlandırmanın yanı sıra yapının tarihsel araştırmayla ilgilenen kullanıcılara yarar sağlamıştır. Dore ve Murphy (2012) tarafından yapılan çalışmada, tarihi yapıların dijital olarak belgelenmesinde üç boyutlu modelleme ve tarihi bina bilgi modelleme olmak üzere iki yeni yaklaşım geliştirmişlerdir. Çalışmada geliştirilen modelleme yöntemleriyle tarihi yapıların plan, kesit ve görünüş gibi çizimleri otomatik olarak yapılarak restorasyon işlemlerinde kolaylık sağlamıştır. Ayrıca bu çalışmada geliştirilen modelleme yöntemleriyle tarihi yapıların bakımında, korunmasında ve onarımında gerekli veriler sağlayarak etkili bir şekilde yönetimi ve analizinin yapılmasına yardımcı olmuştur.

Martínez vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada, İspanya'nın Valladolid şehrinde bulunan Roma dönemine ait tarihi yapının rekonstrüksiyonu yapmışlardır. Çalışmada tarihi yapının rekonstrüksiyon yapılmasında artırılmış gerçeklik teknolojisini kullanarak bu teknolojiyle arkeolojik yerlerin sanal olarak inşa edilmesinde ve iç mekanların keşfinde yararlanılmıştır. Kolivand vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada, tarihi yapılarda aydınlatma ve gölge gibi görsel efektlerin artırılmış gerçeklik teknolojisini geliştirmeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla çalışma kapsamında geliştirilen yazılımlar, gölge konumlandırma ve gökyüzü aydınlatılması gibi görsel efektleri Portekiz Malacca tarihi

yapısında test edilmiştir. Ayrıca çalışmada geliştirilen 'ReVitAge' adlı cihazla tarihi yapıların geçmişteki durumları insanların zihninde canlandırılması sağlanmıştır.

Statham (2019) tarafından yapılan makalede, tarihi yapıların üç boyutlu görselleştirilmesinde kullanılan uygulamaların uluslararası topluluklar oluşturduğu restorasyon ilkelerine göre uyumlu olup olmadığını değerlendirmeyi amaçlamıştır. Bu amaçla çalışmada, UNESCO ve ICOMOS gibi uluslararası toplulukların restorasyon ilkeleri ile tarihi yapıların üç boyutlu görselleştirilmesinde kullanılan uygulamaların uyumunun karşılaştırılması yapılmıştır. Çalışmada ayrıca, tarihi yapıların üç boyutlu görselleştirilmesinde kullanılan uygulamaların bilimsel açıdan avantajlarını ve dezavantajlarını açıklamıştır. Domínguez-Ruiz vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada, tarihi yapıların dijital olarak belgelenmesi ve korunması amacıyla Miras Bilgi Sistemi adında dijital bir veritabanı geliştirmişlerdir. Tarihi yapının dijital olarak belgelenmesinin İspanya'nın tarihi yapılardan bir olan La Cultura del Agua üzerinde çalışma yapılmıştır. Çalışmada geliştirilen yeni yaklaşımla; tarihi yapıların analizinde, korunmasında ve yeniden kullanımında verimli bir şekilde olduğu belirlenmiştir.

Lee vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada, artırılmış gerçeklik sisteminin mimari tasarım açısından incelemesini yapmışlar ve kullanıcının bakış açısına göre nasıl etkilediğini araştırmışlardır. Çalışmada iki boyutlu çizim, sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik içeren üç boyutlu modellerin ve bu üç farklı görüntüleme sisteminin 76 katılımcı üzerinde kullanıcı algılarına olan etkisi test edilmiştir. Ayrıca bu çalışmada, artırılmış gerçeklik teknolojisinin diğer görüntüleme sistemlerine göre, bir yapının görsel unsurlarının kullanıcının algılamasında daha etkili olduğu belirlenmiştir.

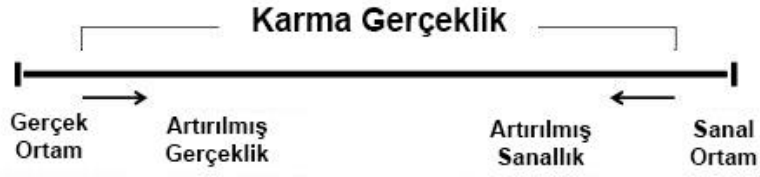
2.2. Artırılmış Gerçekliğin Tanımı ve Tarihsel Gelişimi

Artırılmış gerçekliğin araştırmacılar tarafından farklı tanımları yapılmıştır. Milgram vd. (1994) tarafından yapılan çalışmada, artırılmış gerçekliğin tanımını geniş ve kısıtlı yaklaşım olmak üzere iki şekilde açıklamıştır. Geniş anlamdaki yaklaşımda, artırılmış gerçekliğin tanımı "simüle edilmiş ipuçları ile operatöre doğal geri bildirimini artırmak" olarak ifade edilmiştir. Kısıtlı yaklaşımda, artırılmış gerçekliğin tanımı ise "katılımcının başa takılan ekranının şeffaf olduğu ve gerçek dünyanın net bir görüntüsüne izin veren bir sanal gerçeklik biçimi" olarak belirtmiştir. Azuma (1997) göre, artırılmış gerçekliği üç temel özelliği üzerinden tanımlamıştır: Bunlar,

1. gerçek ve sanal dünyanın karışımı
2. gerçek zamanlı etkileşim
3. sanal ve gerçek nesnelere üç boyut kayıdır (Azuma, 1997).

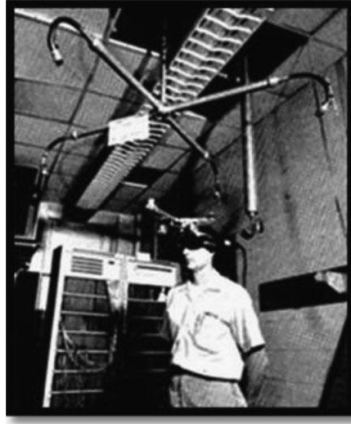
Klopper ve Squire (2008) tarafından yapılan çalışmada, artırılmış gerçekliğin tanımını geniş bakış açısı verilerek "gerçek dünya bağlamının tutarlı konum veya bağlama duyarlı sanal bilgilerle dinamik olarak örtüştüğü bir durum" olarak ifade etmiştir. Martin vd. (2011) tarafından yapılan makalede, web kamerasından aktarılan görüntüleri birleştiren bir sistem olduğunu ifade ederek, artırılmış gerçekliğin sınırlayıcı tanımını yapmışlardır. Carmigniani ve Furht (2011) yaptığı çalışmada, artırılmış gerçekliğin tanımını "bilgisayar tarafından oluşturulan sanal bilgilerin eklenmesiyle geliştirilmiş gerçek doğal çevrenin doğrudan veya dolaylı gerçek zamanlı görünümü" olarak belirtmiştir.

Milgram vd. (1994) tarafından yapılan çalışmada, artırılmış gerçekliğin sanal ve gerçek ortam arasındaki ilişkisini incelemişlerdir. Şekil 1'de görüldüğü üzere gerçek dünya ve sanal dünyanın bir araya geldiği ortam karma gerçekliği oluşturmaktadır. Karma gerçeklikte yer alan artırılmış gerçekliğin sanal ve gerçek kısımları bulunmaktadır. Artırılmış gerçeklik ortama eklenen dijital verilerin az olmasından dolayı gerçek ortama yakın iken artırılmış sanallık ortama eklenen dijital verilerin artması nedeniyle sanal ortama yakın olmaktadır (Şekil 1).



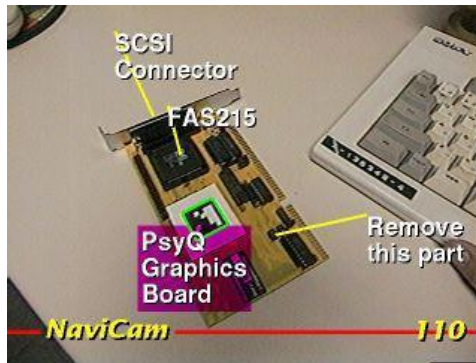
Şekil 1. Gerçeklik ve sanallık sürekliliğinin şeması (Milgram vd. 1994)

Artırılmış gerçeklik teknolojinin ilk ortaya çıkışı sinema görüntü yönetmeni olan Morton Heilig'in tarafından 1950'li yıllarda olmuştur. Bu dönemde artırılmış gerçeklikle sinema izleyicilerinin duyularını etkilemesini sağlayarak, izleyicilerin ilgisini çekebilecek bir etkinlik olmasını sağlamıştır. 1966 yılında Ivan Sutherland tarafından başa takılan ekranı icat ederek artırılmış gerçeklik teknolojisinin gelişmesine öncü olmuştur (Şekil 2) (Carmigniani ve Furht, 2011).

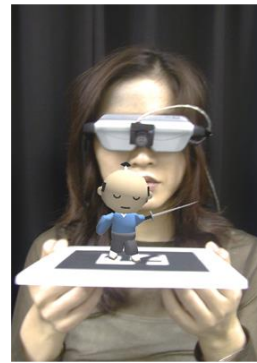


Şekil 2. Ivan Sutherland tarafından başa takılabilen ekranı icat etmesi (Carmigniani ve Furht, 2011)

1996 yılında Jun Rekimoto tarafından 'CyberCode' adlı cihazla basit bilgisayar görüntü izleme sistemi geliştirilmiştir (Şekil 3a). 2000 yılında 'ARToolKit' adlı yazılımların ortaya çıkmasıyla artırılmış gerçeklik sistemlerinde, uygulamaların oluşturulmasında yardımcı olmuştur (Şekil 3b) (Billinghurst vd. 2015).



a)



b)

Şekil 3. a) CyberCode, b) ARToolKit (Billinghurst vd. 2015)

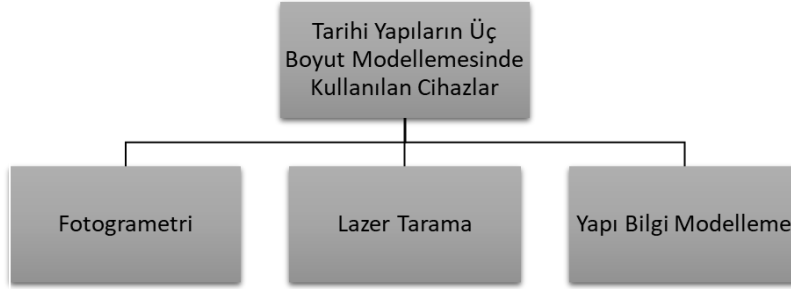
Teknolojinin gelişmesiyle kentsel ortamların artırılmış dış mekan gerçekliğiyle eş zamanlı görüntüleri yapabilen sistem ortaya çıkmıştır (Şekil 4) (Arth vd. 2015). Günümüzde teknolojiye yaşanan yeni gelişmelerle birlikte artırılmış gerçeklik sistemleri ve uygulamaları mobil cihazlar olarak üretilmiştir (Carmigniani ve Furht, 2011).



Şekil 4. Kentsel ortamların artırılmış dış mekan gerçekliğiyle eş zamanlı görüntülerini yapabilen sistem (Arth vd. 2015)

2.3. Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinde Kullanılan Cihazlar

Tarihi yapıların modellemesinde artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanılarak projenin uygulama öncesi durumuyla ilgili fikir sahibi olmanın yanı sıra tarihi yapının restorasyonunda yardımcı olmaktadır. Tarihi yapıların üç boyut modellemesinde kullanılan cihazlar fotogrametri, lazer tarama ve yapı bilgi modellemesinden yararlanılmaktadır (Şekil 5). Bu cihazların, artırılmış gerçeklik teknolojisiyle entegre yapılan üç boyutlu modellerle, yapıların görselleştirilmesinde ve tasarımında kullanılmaktadır.



Şekil 5. Tarihi yapıların üç boyut modellemesinde kullanılan cihazlar

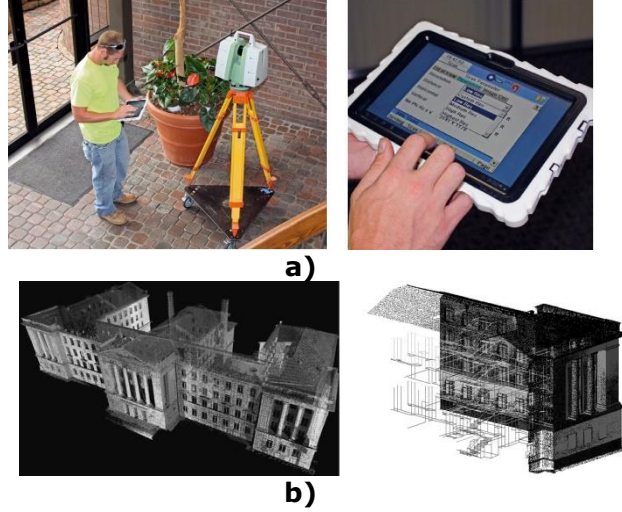
Fotogrametri, nesnelere metrik olarak 3 boyutlu ve 2 boyutlu ölçekli çizimler yapılması amacıyla görüntüleri ölçme ve yorumlanması olarak açıklanmaktadır (Lerma vd. 2010). Fotogrametri ile yapıların görselleştirilmesinde ve belgelendirilmesinde kullanılmaktadır. Tarihi yapıların restorasyonu sırasında çekilen fotoğraflar, ölçekli olarak çizime aktarılabilir. Ayrıca tarihi yapıların, erişilemeyen bölgelerinin ölçülmesini sağlayarak üç boyutlu ve iki boyutlu çizimlerin elde edilmesi sağlanmaktadır. Kültürel mirasın fotogrametri yöntemini kullanılarak hem üç boyutlu veriler elde edilmesi sağlanmakta hem de tarihi yapıların restorasyonu sürecine yardımcı olmaktadır. Bununla birlikte tarihi yapılarda fotogrametri yöntemi malzemelerin korunma durumunu belgelendirmek ve araştırmak amacıyla kullanılmaktadır (Şekil 6) (Canciani vd. 2016).



Şekil 6. Tarihi yapıların üç boyut modellemesinde fotogrametri yöntemi (Canciani vd. 2016)

Lazer tarama, yapıların ve karmaşık nesnelere yüksek doğruluk ve ayrıntı seviyesinde modellerinin çıkarılmasında kullanılmaktadır (Şekil 7a) (Mill vd. 2013). Tarihi yapılarda lazer tarama cihazının kullanılmasıyla üç boyutlu modellerin yapının restorasyon

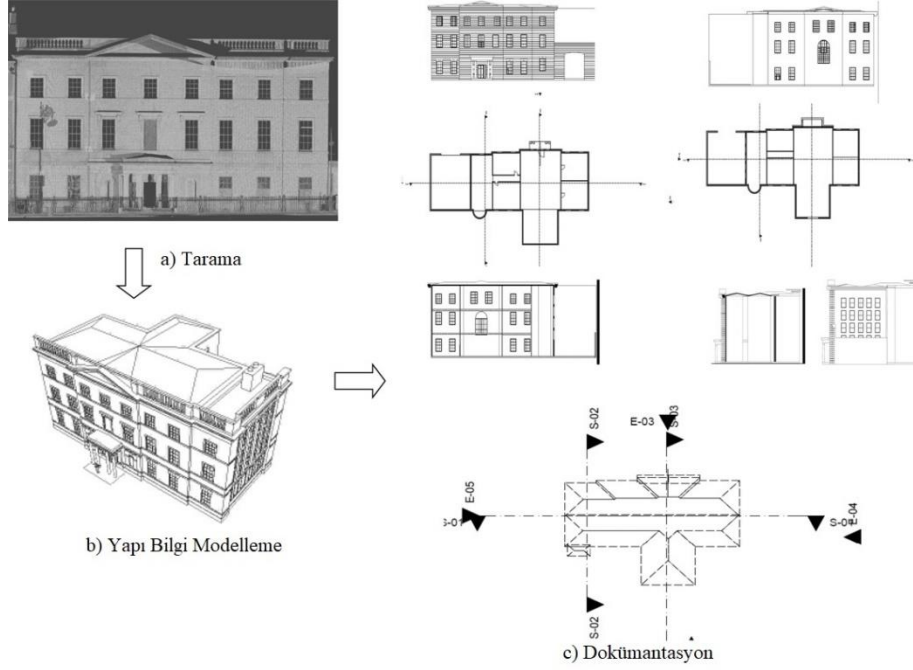
uygulamaları öncesinde, durumunun görselleştirilmesi sağlanmaktadır (Şekil 7b). Ayrıca lazer tarama cihazı, yapılan tarihi yapılar üç boyutlu modellerle yapının onarım seçeneklerinin değerlendirilmesinde yardımcı olmaktadır. Lazer tarama cihazıyla, tarihi yapının süsleme elemanları veya yapı elemanlarının ayrıntılı modellerinin elde edilmesini sağlayarak tarihi yapının gerçeğe yakın görüntüsü elde edilmektedir (Calisi vd. 2012). Ayrıca lazer tarama cihazıyla, yapıların geometrik özelliklerinin belirlenmesi artırılmış gerçeklik teknolojisinde yapıların görüntülenmesi için gerekli olmaktadır (Chi vd. 2013).



Şekil 7. a) Lazer tarama cihazı (Jacobs, 2014), b) Lazer tarama cihazıyla yapının üç boyutlu modelleri (Mill vd. 2013)

Yapı bilgi modelleme, mimari öğelerinin görselleştirilmesinde ve aynı zamanda nesnelerin verilerinin oluşturulmasında yöntem olarak kullanılmaktadır. Tarihi yapılarda, yapı bilgi modelleme yöntemiyle binanın yapım tekniğini ve malzemesine ait bilgileri içermekte, bu yöntemle yapının tarihsel verilerinin dijital olarak belgelenmesini sağlamaktadır. Ayrıca yapı bilgi modelleme metodolojisiyle; yapının mühendislik çizimleri, ortografik, kesitleri ve üç boyutlu çizimleri otomatik olarak üretilebilmektedir (Şekil 8) (Murphy vd. 2013).

Yapı bilgi modelleme metodolojisiyle, binanın tasarımdan uygulama aşamasına kadar ki tüm aşamalarında yer alan mimar, inşaat mühendisi, makine mühendisi ve elektrik mühendisi gibi disiplinlerarası bilgi paylaşımını ve iletişimini sağlamaktadır. Bu metodolojisiyle yapının üç boyutlu modellemesi yapılarak, yapının ileride yapılabilecek olan değişikliklerde yardımcı olmaktadır. Tarihi kültürel miras alanlarında, yapı bilgi metodolojisi kullanmanın tarihi yapının korunmasında, bilgilerin toplanmasında ve verilerin yönetilmesinde sağlandığından dolayı yararlı olmaktadır. Özellikle tarihi yapının restorasyonu sırasında yapılacak müdahalelerde kesin bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle tarihi yapıların belgelenmesinde ve görselleştirilmesinde yapı bilgi modelleme metodolojisi kullanılmaktadır (Fonnet vd. 2017).



Şekil 8. Yapı bilgi modelleme yöntemiyle tarihi yapının iki boyut ve üç boyut çizimlerinin otomatik oluşturulması (Murphy vd. 2013)

2.4. Kültürel Mirasın Restorasyon Uygulamalarında Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Kullanımı

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte, kültürel mirasın üç boyutlu görselleştirilmesindeki kullanımına ilişkin Antik roma döneminde ait Augustus Forumu örnek olarak gösterilmektedir. Bu yapının bilgisayar yazılımları kullanarak, rekonstrüksiyonu yapılmıştır. Augustus Forumu'nun üç boyutlu modellerinin yapılması için lazer tarama ve fotogrametri yöntemleri kullanılmıştır. Bu yöntemleri kullanılarak Augustus Forumuna ait her nesnenin ayrıntılı özelliklerinin modellemesinin yapılabilmesi sağlanmıştır (Şekil 9) (Ferdani vd. 2020).



Şekil 9. Augustus Forumu'nun üç boyut modelleri yapılarak kültürel mirasın rekonstrüksiyonunun yapılması (Ferdani vd. 2020)

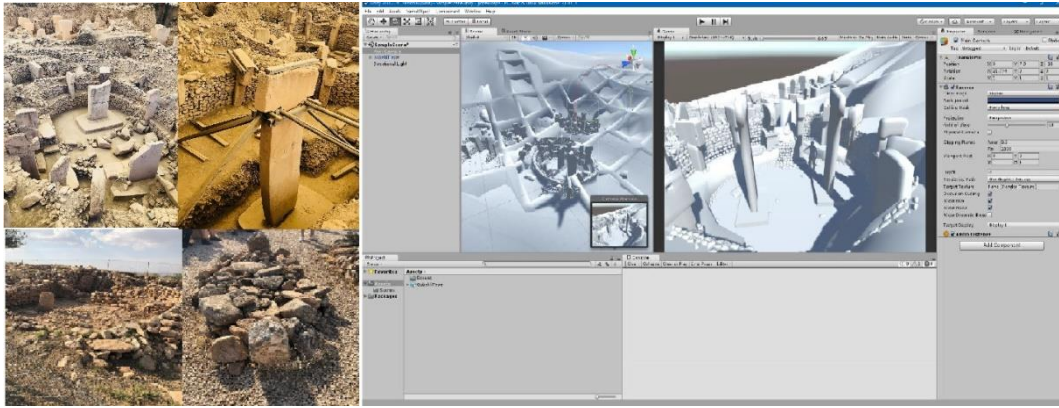
Kültürel mirasın 3 boyutlu görsellerinin hazırlanmasıyla, binanın kent ortamında çevresiyle olan ilişkisini göstermektedir. Ayrıca kültürel mirasın üç boyutlu modellerinin yapılması, yapının restorasyonunda tarihi çevrenin; kent dokusuna, kompozisyonuna ve peyzajına uygun olarak onarımın gerçekleştirilmesine katkı sağlamaktadır. Tarihi yapıların kentsel ortamlarda yeri ve çevresiyle olan ilişkisinin gösterilmesinde artırılmış gerçeklik teknolojilerinden yararlanılmaktadır. Artırılmış gerçeklik teknolojisiyle kentsel haritaların çıkarılması ve tarihi yapının bu haritadaki yerinin belirlenmesi üç boyutlu modelleri yapılarak geçmişteki durumu ile restorasyon sonrası görselinin karşılaştırılmasını mümkün hale getirmektedir. Bu teknolojiyle, tarihi yapının daha sonra yapılabilecek restorasyonları için dijital arşiv oluşturmaktadır. Bununla birlikte artırılmış gerçeklik

teknolojisinin kullanılması, tarihi yapının arşiv verilerine ulaşarak görselleştirilmesinde, yenilikçi bakış açısı geliştirilmesinde ve yapının tarihsel ayrıntılarının gösterilmesini sağlamaktadır (Şekil 10) (Maiwald vd. 2019).



Şekil 10. Kültürel mirasın üç boyutlu modellerinin yapılmasıyla yapının kent ortamında çevresiyle olan ilişkisi (Maiwald vd. 2019)

Arkeolojik alanların üç boyutlu görselleştirilmesi yapılarak, kalıntıların geçmiş durumu hakkında bilgi sahibi olunması sağlamaktadır. Ayrıca arkeolojik alada yapılan üç boyutlu modeller, yapının yeniden inşa edilmesi çalışmalarına yardımcı olmaktadır. Arkeolojik alanda buluntuların bilgisayar yazılımları kullanılarak dijital olarak arşivlenmesi yapılmaktadır. Dijital teknolojilerle yapılan görselleştirme çalışmaları arkeolojik kalıntıların onarımının gerçekleştirilmesini ve verilerin dijital olarak belgelenmesini sağlamaktadır. Ülkemizde Şanlıurfa şehrinde Göbeklitepe arkeolojik alanı dijital teknolojiler kullanılarak üç boyutlu görselleştirme çalışması yapılmıştır. Göbeklitepe arkeolojik alanında yapılan üç boyut çalışmasıyla, tarihi yapının görsellerine ulaşılabilmesini mümkün hale getirmiştir (Şekil 11) (Çevik, 2019, s. 94).



Şekil 11. Göbeklitepe arkeolojik alanının üç boyut modellerinin yapılması (Çevik, 2019, s. 84-92)

Artırılmış gerçeklik teknolojiyle kültürel mirasın daha geniş kitlelere tanıtılmasında önemli bir etkisi olmaktadır. Yapı bilgi modelleme metodolojisi kullanarak; üç boyut görsellerle, tarihi yapılar sanal turlarla gezilebilmektedir. Artırılmış gerçeklik teknolojisiyle, tarihi yapıların korunma süreciyle ilgilenen uzmanlara yardımcı olurken, aynı zamanda kullanıcıların tarihi yapının özelliklerini keşfetmesini sağlamaktadır. Bu nedenle, tarihi yapının restorasyonu için doğru bir şekilde modellenmesi gerekmektedir. Ayrıca tarihi yapının modellenmesi, yapı elemanlarının ve malzemelerinin bozulma durumunun anlaşılabilmesinde yararlı olmaktadır. Tarihi yapılarda kullanılan yapı bilgi modelleme yöntemiyle, binaların geometrik şekillerini yönetmek ve yapının korunmasına yönelik bilgilerin yorumlamasında kullanılmaktadır. Bununla birlikte bu yöntem karmaşık plan şemalarının modellemelerinin yapılmasında ve projedeki iş akışlarının yönetilmesinde katkı sağlamaktadır (Şekil 12) (Chiabrande vd. 2016).



Yapı Bilgi Modelleme



Şekil 12. Kültürel mirasın üç boyut görselleştirilmesinde yapı bilgi modellemenin kullanılması (Chiabrando vd. 2016)

Kültürel mirasın kemer, tonoz ve kubbe gibi eğrisel örtü öğeleri ile dış cephenin modellenmesi artırılmış gerçeklik teknolojisiyle yapılabilmektedir (Şekil 13). Tarihi yapının fotogrametri ve lazer tarama yapısal davranışın simülasyonunda ve yapı bilgi modelleme restorasyon projesinin yönetilmesi için üç boyut görsellerinin hazırlanmasında kullanılmaktadır (Oreni vd. 2014). Bilgisayar yazılımlarıyla, tarihi yapının dış cephesinin ve eğrisel örtü öğeleri tasarlanmaktadır. Tarihi yapının modellenmesi yapılarak, restorasyon öncesi ve sonrası durumuyla ilgili karşılaştırılması sağlanmaktadır. Ayrıca dijital teknolojilerin tarihi yapıda kullanılmasıyla farklı onarım seçeneklerinin değerlendirilmesine imkân vermektedir.



Şekil 13. Kültürel mirasın eğrisel örtü öğeleri ve dış cephenin modellemesinde artırılmış gerçeklik teknolojisinin kullanımı (Oreni vd. 2014)

Kültürel mirasın başka bir yerde aynısının inşa edilmesi sırasında yapının üç boyutlu modelleri hazırlanarak ve artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanılarak tarihi yapının bulunduğu çevreyle olan uyumu değerlendirilmektedir (Şekil 14). İnşa edilecek ortamın artırılmış gerçeklik teknolojisiyle tarihi yapının üç boyut modelleri eklenmekte ve yapının bulunduğu çevreye olan etkisi incelenmektedir. Artırılmış gerçeklik teknolojisiyle yapılan ortamın gerçek ortam etkisini verebilmesi için gelişmiş efektler kullanılmaktadır. Güneşin konumu, gökyüzünün rengi ve gölge ayarı gibi efektler artırılmış gerçeklik teknolojisinde kullanılarak yapının inşa edilmeden önceki durumunun analiz edilmesini sağlamaktadır. Ayrıca artırılmış gerçeklik teknolojisiyle farklı simülasyon ortamları hazırlanarak, yapıda

oluşabilecek problemlerin önüne geçilmesi sağlanmakta ve tasarımın geliştirilmesine katkısı olmaktadır (Kolivand vd. 2018).



Şekil 14. Artırılmış gerçeklik teknolojisiyle kültürel mirasın başka bir yerde yeniden inşa edilmesi (Soldaki fotoğraf gerçek ortam görüntüsü, sağdaki fotoğraf artırılmış gerçeklik görüntüsü (Kolivand vd. 2018)

Kültürel mirasın süsleme özelliklerinin ve detay profillerinin modellemesinde artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanılmaktadır (Şekil 15). Tarihi yapıda süsleme özelliklerinin ve detay profillerinin üç boyut modellemesinin yapılabilmesi için lazer tarama ve fotogrametri cihazlarından yararlanılmaktadır. Tarihi yapının süsleme ve detay profillerin geometrik modellemesi bilgisayar yazılımlarıyla yapılmaktadır. Yapının sütun başlıkları, silme, korkuluk ve süsleme özelliklerinin üç boyutlu modelleri yapılarak, tarihi yapının ayrıntılı öğelerinin restorasyonun yapılmasında yardımcı olmaktadır. Ayrıca artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanılarak, tarihi yapının süsleme özelliklerinin ve detay profillerin üç boyut modellenmesiyle hem dijital olarak belgelenmesi sağlanmakta hem de bu teknolojiyle elde edilen verilerle yapının süsleme ve detay profillerinin korunmasına yararı olmaktadır. Tarihi yapıda yapılan bu teknikte, dokümantasyonla nitel ve nicel bilgiler üretilmektedir. Bununla birlikte tarihi yapıda kullanılan bu teknolojiler yapının farklı alanda uzman kişilerin ayrıntılı analiz etmesine olanak tanımaktadır (López vd. 2017).



Şekil 15. Kültürel mirasın süsleme özelliklerinin ve detay profillerinin üç boyut modellemesi (López vd. 2017)

3. II. KILIÇARSLAN KÖŞKÜNÜN RESTORASYONUNDA ARTIRILMIŞ GERÇEKLIK TEKNOLOJİSİNİN KULLANIMI

Alaaddin tepesi, Konya şehrinin gelişmesinde tarihsel süreç içinde önemli bir bölge haline gelmiştir. Ayrıca Alaaddin tepesi şehrin merkezi bir konumunda olması, Konya şehrinin yerleşim düzeninin, bu bölge etrafında gelişmesine etkisi olmuştur. Bu bölgenin, şehrin önemli konumunda yer alması Roma, Selçuklu, Osmanlı ve Cumhuriyet dönemlerine ait yapıların inşa edilmesini sağlamıştır (Önge, 2015). Alaaddin tepesinde inşa edilen yapılardan biri olan II. Kılıçarslan Köşkü de şehrin silueti açısından önemli olmuştur. II. Kılıçarslan Köşkü Selçuklu döneminde, Sultan II. Kılıçarslan tarafından 1156-1192 yılları arasında yaptırılmıştır. Köşk, bir burç üzerinde tuğla malzemesiyle inşa edilmiştir. Ayrıca köşkün üst kat duvarlarının cephelerinde sivri kemerli ve dikdörtgen şeklinde pencereler yapılmıştır. Bununla birlikte, köşkün üst kat cephelerinde çıkma yapılarak balkon oluşturulmuştur (Şekil 16) (Url-1).



Şekil 16. II. Kılıçaslan Köşkünün 1897 yılındaki görünümü (Önge, 2015)

II. Kılıçaslan Köşkünde, zamanla ortaya çıkan bozulmalar ve hasarlar meydana gelmiştir. Bu nedenle, şehrin dokusu ve gelişimi açısından önemli bir yere sahip olan II. Kılıçaslan Köşkü beton şemsiye altında korunmaya çalışılmıştır (Şekil 17). Ancak köşkün, korumada kullanılan betonun yıpranması ve koruma yönteminin yetersiz kalması nedeniyle 2015 yılında restorasyon çalışmalarına başlanmıştır.



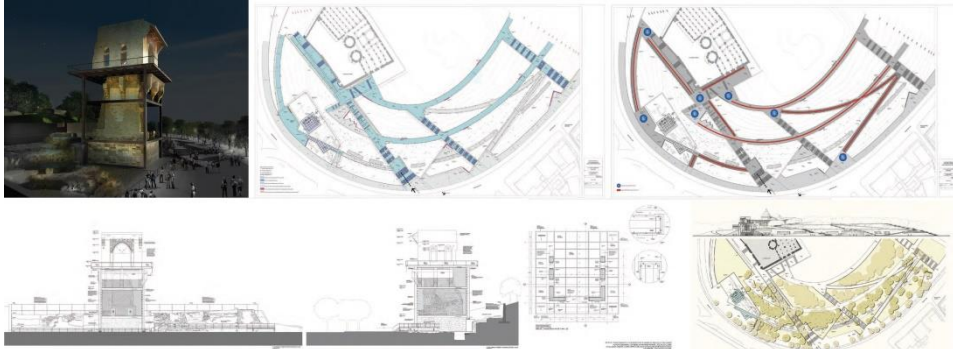
Şekil 17. II. Kılıçaslan Köşkünün beton şemsiye altında korunması (Url-1)

II. Kılıçaslan Köşkünün restorasyon projesi kapsamında, yıpranan beton şemsiye kaldırılmıştır. Ayrıca bu restorasyon projesi, köşkün Roma, Selçuklu ve Osmanlı dönemine ait arkeolojik kalıntılarının korunmasını ve tarihi çevrenin düzenlenmesini içermektedir. Bu projeye II. Kılıçaslan Köşkünün Alaaddin Tepesi üzerindeki tarihi çevrenin düzenlenmesi yapılarak, Konya şehrinin kültür merkezi haline getirilmesi hedeflenmektedir. Bu amaçla, arkeolojik alanın gezilebilmesi için rampalar, seyir noktaları ve sergileme alanları yapılmıştır. Bu restorasyon projesiyle II. Kılıçaslan Köşkünün çelik konstrüksiyon sistem üzerinde askıya alınmasıyla hem koruma hem de yapının tarihi çevreyle bütünleştirilmesi sağlanmıştır. Bu restorasyon projesi planlanırken, tarihi çevre içinde yer alan yapı öğelerinin korunmasını ve bu kapsamda birbirleriyle ilişkili olması önerilmiştir. Tarihi çevre içinde yer alan yapıların Anadolu Selçuklu döneminin önemli yapıları arasında yer alması, II. Kılıçaslan Köşkünün ve çevresinin restorasyon projesinin, kentle uyumlu olmasındaki önemini arttırmıştır. Ayrıca bu köşkün restorasyon projesi planlanırken, mevcut köşk kalıntısının korunması ve hasar verilmemesine özen gösterilmiştir. Bununla birlikte, II. Kılıçaslan Köşkünün restorasyon projesi için 19. yüzyılın sonlarında ve 20. yüzyılın başlarındaki fotoğraflardan yararlanılmıştır. Bu eski fotoğraflardan elde edilen veriler doğrultusunda; malzeme, süsleme detayları, köşkün boyutu ve cephe yüzey detaylarının restorasyonunda yardımcı olmuştur (Şekil 18) (Url-2).



Şekil 18. II. Kılıçarslan Köşkünün restorasyon projesi (Url-2)

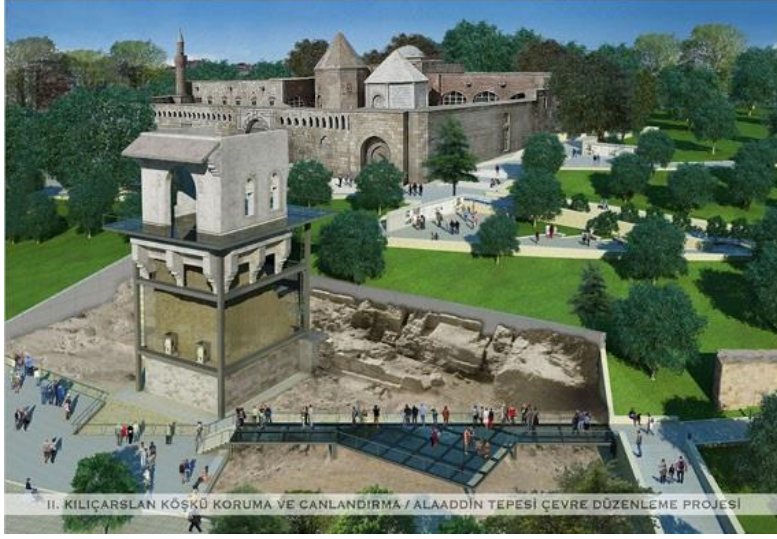
II. Kılıçarslan köşkünün restorasyonun planlamasında, dijital teknolojilerden yararlanılmıştır. Bu köşkün restorasyonunda, bilgisayar teknolojileri kullanılarak yapının üç boyutlu modellemesi yapılmıştır. Ayrıca bu teknolojiler, köşkün aslına uygun olarak restore edilmesine ve onarım seçeneklerinin değerlendirilmesine yardımcı olmuştur. Yapılan restorasyon proje kapsamında, köşk kalıntısının üç boyutlu görsellerinin elde edilmesi, alanında uzman kişilerin koordineli biçiminde çalışmasını sağlamıştır. Ayrıca yapılan üç boyutlu modellerle, köşk kalıntısının hasar durumunun tespit edilmesinde yararlı olmuştur. Bilgisayar teknolojileri bu projede kullanılmış, II. Kılıçarslan köşkünün; plan, kesit, görünüş gibi mimari çizimlerinin elde edilmesinde kolaylık sağlamıştır (Şekil 19). Bu restorasyon proje kapsamında, hazırlanan görseller ve dokümantasyon çalışmaları, yapının korunmasının sağlanmasında etkili olmuştur. Bununla birlikte, köşkün üç boyutlu modellerinin hazırlanması, geniş kitlelere kültürel mirasın tanıtılabilmesine ve kişilerin bu görsellere ulaşabilmesine olanak tanımıştır.



Şekil 19. II. Kılıçarslan Köşkünün restorasyon projesinde bilgisayar teknolojilerin yardımıyla üç boyutlu modellemelerin ve mimari çizimlerin yapılması (Url-2)

II. Kılıçarslan köşkünün restorasyon projesinde, sadece köşkün onarımı yapılmamış aynı zamanda köşkün bulunduğu yer olan arkeolojik sit alanında çevre düzenlemesi yapılmıştır (Şekil 20). Bu proje kapsamında, tarihi çevre düzenlemesi yapılırken, kullanılan artırılmış gerçeklik teknolojisi; yapının çevresinin, kompozisyonunun ve araziye uygunluğunun değerlendirilmesinde yardımcı olmuştur. Ayrıca bu proje kapsamında, yapılan üç boyutlu modeller, sanal projenin gerçek ortamdaki şartlara uygunluğunun tespit edilmesini sağlamaktadır. Bu restorasyon projesinde, yapılan üç boyutlu modellerin artırılmış gerçeklik teknolojisiyle, gerçek ortam şartlarına eklenmesiyle hem yapının tarihi çevreyle olan ilişkisinin analiz edilmesine, hem de bu teknolojiyle farklı ortam şartlarının simülasyonları yapılarak yapıda oluşabilecek hasarların önüne geçilmesi sağlanmaktadır.

Bununla birlikte artırılmış gerçeklik teknolojisinin; restorasyon projelerinin planlamasında, korunmasında ve onarımında katkısı olmaktadır.



Şekil 20. II. Kılıçarslan Köşkünün artırılmış gerçeklik teknolojisiyle yapının kent ortamında tarihi çevreyle olan ilişkisi (Url-3)

4. SONUÇ

Alaaddin Tepesinde yer alan II. Kılıçarslan Köşkünün günümüze bazı kısımları kalabilmiştir. Bu köşkün kalan bölümleri için başlangıçta beton şemsiye ile koruma altına alınmıştır. Köşkün korunmasında kullanılan bu yöntemin zamanla betonun yıpranmasına bağlı olarak yıkılma tehlikesi oluşturması, yapının restorasyonun yapılmasını gerektirmiştir. Bu çalışmada, II. Kılıçarslan Köşkünün restorasyon uygulamalarında, artırılmış gerçeklik teknolojisinin sağladığı avantajlar incelenmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar şunlardır:

Artırılmış gerçeklik teknolojisi, II. Kılıçarslan Köşkünün üç boyutlu modellerinin yapılmasında ve restorasyon işlemlerinde kolaylık sağlamıştır. Ayrıca artırılmış gerçeklik teknolojisi, bu köşkün farklı onarım seçenekleriyle değerlendirilerek restorasyona geçilmeden önce durumunun tarihi yapıyla ve çevreyle uyumunun anlaşılmasında yararlı olmuştur. Bu teknoloji köşkün çelik konstrüksiyon üzerine korumaya alınması fikrinin ortaya çıkmasında etkili olmuştur. Bu teknolojinin II. Kılıçarslan Köşkünde kullanılmasıyla, yapının tanıtılması ve keşfedilmesine yarar sağlamıştır. Köşkün restorasyon kapsamında hazırlanan üç boyutlu modelleri, artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanılarak izleyicinin yapının görsellerine ulaşmasını mümkün hale getirmiştir. Bununla birlikte artırılmış gerçeklik teknolojisi, II. Kılıçarslan Köşkünün restorasyonunda bulunan alanında uzman kişilerin koordineli bir şekilde çalışmasını sağlamak ve verilerin paylaşılmasını sağlayarak tarihi yapının daha sonra yapılacak restorasyonu için bilgi aktarımını gerçekleştirmektedir. II. Kılıçarslan Köşkünün artırılmış gerçeklik teknolojisiyle; yapının dış cephesi, iç mekânı, süsleme özellikleri, detay profilleri ve eğri örtü öğeleri üç boyutlu modellemesi yapılarak yapının korunmasına ve restorasyonuna katkısı olmuştur. Ayrıca köşkün yapı elemanlarının üç boyutlu modelleri yapılarak, artırılmış gerçeklik teknolojisiyle dijital olarak belgelenmesi sağlanmıştır.

II. Kılıçarslan Köşkünün üç boyut görsellerinin hazırlanmasında; lazer tarama, fotogrametri ve yapı bilgi modellemelerinden yararlanılmıştır. Lazer tarama ve fotogrametri; köşkün geometrik analizinin gerçekleştirmesinde kullanılırken, yapı bilgi modelleme; köşkün hem geometrik modellerinin yapılmasında hem de yapının restorasyon projesinin yönetilmesi için verilerin toplanmasında yardımcı olmuştur. Ayrıca yapı bilgi modelleme metodolojisi; köşkün plan, dokümantasyon ve üç boyutlarının hazırlanmasında kullanılmıştır. II. Kılıçarslan Köşkünde lazer tarama, fotogrametri ve yapı

bilgi modelleme kullanılarak üç boyutlu model görüntüleri artırılmış gerçeklik teknolojisiyle; yapının çevreye, kompozisyonuna ve peyzajına etkisi belirlenebilmiştir. Günümüzde teknoloji alanında yaşanan gelişmelerden biri olan artırılmış gerçeklik teknolojisinin, II. Kılıçarslan Köşkünün restorasyon işlemlerinde kullanılması, yapının aslına uygun şekilde onarımının yapılmasında yararlı olmuştur. Bu köşkün artırılmış gerçeklik teknolojisiyle üç boyutlu görselleri yapılarak yapının hasar durumunun tespit edilmesi sağlanmıştır. Yapılan üç boyutlu modeller; köşkün korunmasına, bakımına ve restorasyonuna yardımcı olmuştur. Ayrıca II. Kılıçarslan Köşkünün üç boyutlu modelleri ile birlikte artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanılarak, yapının restorasyonu için onarım seçeneklerinin değerlendirilmesini mümkün hale getirmiştir.

Artırılmış gerçeklik teknolojisiyle, II. Kılıçarslan Köşkünün analiz edilmesi, geçmişteki durumuyla ilgili bilgi vermektedir. Köşkün restorasyonu gerçekleştirilmeden önce, artırılmış gerçeklik teknolojisiyle, farklı ortamların simülasyonu yapılarak test edilmesi sağlanmaktadır. Bu teknolojiyle, ortam şartlarının değişmesiyle köşte meydana gelen hasarların, anlaşılabilmesine olanak tanımaktadır. Bununla birlikte köşkün, artırılmış gerçeklik teknolojisiyle hazırlanan sanal ortamın, tarihi çevreyle uyumunun değerlendirilmesine katkısı olmaktadır.

Bu makalede yapılan araştırma sonucunda, artırılmış gerçeklik teknolojisinin, II Kılıçarslan Köşkünün restorasyonunun görselleştirilmesine, belgelenmesine ve korunmasına yarar sağladığı görülmüştür. Ayrıca yapılan incelemede, bu teknoloji II. Kılıçarslan Köşkünün ileride yapılacak restorasyonu için dijital arşiv oluşturmaya, katkısı olduğu sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Ahunbay, Z. (1999). *Tarihi çevre koruma ve restorasyon*. İstanbul: YEM Yayınları.
- Albourae, A. T., Armenakis, C. ve Kyan, M. (2017). Architectural heritage visualization using interactive technologies. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences – ISPRS Archives*, 42 (2W5), 7-13.
- Arth, C., Grasset, R., Gruber, L., Langlotz, T., Mulloni, A. ve Wagner, D. (2015). The history of mobile augmented reality-developments in mobile AR over the last almost 50 years. *Technical Report ICG-TR2015-001, Inst. for Computer Graphics and Vision, Graz University of Technology, Austria*, 1-41.
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence-Teleoperators and Virtual Environments*, 6 (4), 355-385.
- Banfi, F., Previtali, M., Stanga, C. ve Brumana, R. (2019). A layered-web interface based on Hbim and 360° panoramas for historical, material and geometric analysis. *ISPRS Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci.*, XLII-2/W9, 73-80.
- Billinghurst, M., Clark, A. ve Lee, G. (2015). A survey of augmented reality. *Foundations and Trends in Human Computer Interaction*, 8 (2-3),73-272.
- Calisi, D., Tommasetti, A. ve Topputo, R. (2012). Architectural historical heritage: A tridimensional multilayers cataloguing method. *ISPRS Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci.*, 38, 599-606.
- Canciani, M., Conigliaro, E., Del Grasso, M., Papalini, P. ve Saccone, M., (2016). 3D survey and augmented reality for cultural heritage. The case study of Aurelian Wall at Castra Praetoria in Rome. *ISPRS-International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 41 (B5), 931-937.
- Carmigniani, J. ve Furht, B. (2011). *Augmented reality: An overview*, In B. Furht (Ed.), *Handbook of Augmented Reality* (pp. 3–46). New York, NY: Springer.
- Chi, H. L., Kang, S. C. ve Wang, X. (2013). Research trends and opportunities of augmented reality applications in architecture, engineering, and construction. *Journal of Automation in Construction*, 33, 116-122.



- Chiabrando, F., Sammartano, G. ve Spanò, A. (2016). Historical buildings models and their handling via 3d survey: From points clouds to user-oriented HBIM. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLI-B5*, 633-640.
- Çevik, İ. F. (2019). *Üç Boyutlu Tasarım ve Sanal Gerçeklik Kullanımı (Göbeklitepe Çalışması)* (Yayınlanmamış Sanatta Yeterlik Tezi). İstanbul Arel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Domínguez-Ruíz, V., Rey-Pérez, J. ve Rivero-Lamela, G. (2020). Contribution to the knowledge of cultural heritage via a heritage information system (HIS). *The Case of "La Cultura del Agua" in Valverde de Burguillos, Badajoz (Spain), Sustainability* 12 (3), 1141.
- Dore, C. ve Murphy, M. (2012). Integration of historic building information modeling (HBIM) and 3D GIS for recording and managing cultural heritage sites, *in: Virtual Systems and Multimedia (VSMM), 2012 18th International Conference on. IEEE*, 369-376.
- Drettakis, G., Roussou, M., Reche, A. ve Tsingos, N. (2007). Design and evaluation of a real-world virtual environment for architecture and urban planning. *Presence: Teleoper. Virtual Environments*, 16 (3), 318-332.
- Ferdani, D., Fanini, B., Piccioli, M.C., Carboni, F. ve Vigliarolo, P. (2020). 3d reconstruction and validation of historical background for immersive Vr applications and games: The case study of the forum of augustus in Rome. *Journal of Cultural Heritage*, 43, 129-143.
- Fonnet, A., Alves, N., Sousa, N., Guevara, M. ve Magalhães, L. (2017). Heritage BIM integration with mixed reality for building preventive maintenance. *in: Proceedings of the 24^o Encontro Português de Computação Gráfica e Interação (EPCGI)*, 1-7.
- Jacobs, G. (2014). 3D laser scanning boosts BIM. *The Global Magazine of Leica Geosystems*, 11-13.
- Klopfer, E. ve Squire, K. (2008). Environmental detectives—the development of an augmented reality platform for environmental simulations. *Educational Technology Research and Development*, 56 (2), 203-228.
- Kolivand, H., Rhalibi, A., Sunar, M. S. ve Saba, T. (2018). Revitage: realistic virtual heritage taking shadows and sky illumination into account. *Journal of Cultural Heritage*, 32, 166-175.
- Lee, J. G., Seo, J., Abbas, A., ve Choi, M. (2020). End-users' augmented reality utilization for architectural design review. *Applied Sciences*, 10 (15), 5363.
- Lerma J.L., Navarro S., Cabrelles M. ve Villaverde V. (2010). Terrestrial laser scanning and close range photogrammetry for 3d archaeological documentation: the Upper Palaeolithic Cave of Parpalló as a case study. *Journal of Archaeological Science*, 37 (3), 499-507.
- López, F. J., Lerones, P. M., Llamas, J., Gómez-García-Bermejo, J. ve Zalama, E.. (2017). A framework for using point cloud data of heritage buildings toward geometry modeling in a BIM context: A case study on Santa Maria La Real De Mave Church. *International Journal of Architectural Heritage*, 11 (7), 965-986.
- Magenat-Thalman, N. ve Papagiannakis, G. (2005). Virtual worlds and augmented reality in cultural heritage applications. *Recording, Modeling and Visualization of Cultural Heritage*, 419-430.
- Martin, S., Diaz, G., Sancristobal, E., Gil, R., Castro, M. ve Peire, J. (2011). New technology trends in education: Seven years of forecasts and convergence. *Computers and Education*, 57 (3), 1893-1906.
- Martínez, J. L., Álvarez, S., Finat, J., Delgado, F. J. ve Finat, J. (2015). Augmented reality to preserve hidden vestiges in historical cities. A case study. *ISPRS – International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XL-5/W4*, 61-67. <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XL-5-W4-61-2015>



- Maiwald, F., Brusckke, J., Lehmann, C. ve Niebling, F. (2019). A 4d information system for the exploration of multitemporal images and maps using photogrammetry, Web technologies and VR/AR. *Virtual Archaeology Review*, 10 (21), 1-13.
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A. ve Kishino, F. (1994). Augmented reality: A class of displays on the reality–virtuality continuum. *Proceedings the SPIE: Telemanipulator and Telepresence Technologies*, 2351, 282-292.
- Mill, T., Alt, A. ve Liias, R. (2013). Combined 3d building surveying techniques – terrestrial laser scanning (TLS) and total station surveying for BIM data management purposes. *Journal of Civil Engineering and Management*, 19 (1), 23-32.
- Murphy, M., MCGovern, E. ve Pavia, S. (2013). Historic building information modelling – adding intelligence to laser and image based surveys of European classical architecture. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 76, 89-102.
- Oreni, D., Brumana, R., Della Torre, S., Banfi, F., Barazzetti, L. ve Previtali, M. (2014). Survey turned into HBIM: the restoration and the work involved concerning the Basilica di Collemaggio after the earthquake (L'aquila). *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, II-5, 267-273.
- Önge, M. (2015). 19. Yüzyıldan günümüze değişen ve dönüşen bir kültür mirası olarak Konya Alâeddin Tepesi. *TÜBA-KED Türkiye Bilimler Akademisi Kültür Envanteri Dergisi*, 13, 125-143.
- Statham, N. (2019). Scientific rigour of online platforms for 3d visualisation of heritage. *Virtual Archaeology Review*, 10 (20), 1-16.
- Url-1. <http://www.selcuklumirasi.com/architecture-detail/ii-kilic-arслан-kosku> (Erişim tarihi:23.05.2021).
- Url-2. <https://www.tarihikentlerbirlięi.org/wp-content/uploads/2014-TKB-Yarisma-Kucuk.pdf> (Erişim tarihi:23.05.2021).
- Url-3. <https://www.arkitera.com/gorus/konyanin-selcuklu-donemi-mimari-mirasi-ve-gunumuzdeki-durumu-ile-ilgili-notlar/> (Erişim tarihi:23.05.2021).