



Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Araştırma Makalesi

Dijital Teknolojiler Aracılığıyla Kültürel Mirasa Erişim: Akdamar Kilisesi'nin Etkileşimli 3B Modeli

 Ahmet USLU^{a,*}

^a Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Tavşanlı Meslek Yüksekokulu, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya, TÜRKİYE

* Sorumlu yazarın e-posta adresi: ahmet.uslu1@dpu.edu.tr

DOI: 10.29130/dubited.960219

Öz

Kültürel mirasın korunması, yaşatılması, gelecek nesillere aktarılması ve hasar görmüş kültür varlıklarının dijital olarak belgelenmesi ulusal ve uluslararası toplumların öncelikli konularından biri haline gelmiştir. Son yıllarda 3 boyutlu (3B) modelleme, artırılmış gerçeklik (AG) ve web teknolojilerindeki gelişmeler kültürel mirasın dijital olarak korunmasına, görselleştirilmesine ve erişimine önemli katkılar sunmaktadır. Çalışmada Akdamar Kilisesi için sanal, etkileşimli ve sürdürülebilir bir deneyim oluşturulması amaçlanmıştır. Bu amaçla 3B dijital modellere dayalı mobil AG ve web tabanlı sunum uygulamaları için bir yaklaşım geliştirilmiştir. Çalışmanın sonuçları, 3B modelleme, AG ve web tabanlı görselleştirme teknolojilerinin kültürel mirasın dijital erişimine ve dolayısıyla sürdürülebilirliğine önemli katkılar sağladığını göstermiştir. Ayrıca 3B dijital görselleştirme teknolojilerinin kültürel miras ortamlarında keyifli, eğlenceli ve zenginleştirilmiş turizm deneyimleri oluşturmak için daha çok fırsat sunduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Kültürel miras, 3B modelleme, Artırılmış gerçeklik, Web tabanlı görselleştirme

Access to Cultural Heritage Through Digital Technologies: Interactive 3D Model of Akdamar Church

ABSTRACT

Conservation, sustainability of cultural heritage, and transferring it to next generation and digital documentation of damaged cultural assets have become one of the priority issues of national and international societies. In recent years, developments in 3D modeling, augmented reality (AR) and web Technologies have made significant contributions to the digital preservation, visualization and access of cultural heritage. In the study, it is aimed to create a virtual, interactive and sustainable experience for Akdamar Church. For this purpose, an approach has been developed for mobile AR and web-based presentation applications based on 3D digital models. The results of the study showed that 3D modeling, AR and web-based visualization technologies make significant contributions to the digital access and therefore sustainability of cultural heritage. In addition, 3D digital visualization technologies have been observed to offer more opportunities to create enjoyable, fun and enriched tourism experiences in cultural heritage environments.

Keywords: Cultural heritage, 3D modeling, Augmented reality, Web based visualization

I. GİRİŞ

Kültürel miras, geçmişten günümüze toplumların gelişimini yansıtan, toplumları bir arada tutan, bir toplumun kültürü ve tarihi ile ilgili ortak geçmişini anlatan, evrensel değerlere sahip ve bireylere aidiyet hissi kazandıran bir unsur olmuştur [1]. İnsanlık için son derece önemli olmasına rağmen somut kültürel miras afetler, terör olayları, bozuk kentleşme, hatalı turizm yönetimi vb. gibi hem doğal hem de insan kaynaklı tehditlerle karşı karşıyadır [2]. Bu tehditler nedeniyle son yıllarda ulusal ve uluslararası platformlarda kültürel eserlerin korunması ve dijital dokümantasyonunun yapılması daha fazla öncelik kazanmıştır [3]. 3B modelleme teknolojilerinde yaşanan güncel gelişmeler, kültürel mirasın dijital olarak korunmasına ve tüm dünyada yaygınlaştırılmasına önemli katkılar sağlamıştır [4]. Bugün 3B dijital teknolojiler kültürel mirasın uzun vadede arşivlenmesi, görselleştirilmesi, sunumu ve mekânsal-zamansal analizi için birincil araç olarak kullanılmaktadır [5]. Aynı zamanda kültürel mirasın 3B olarak sanal ortamlarda sunumu, kullanıcılara kültür varlıklarına erişim, kültürel miras alanlarında gezinme ve etkileşim kurma gibi önemli faydalar sağlamaktadır [6].

Kültürel mirasın dijitalleştirilmesine ve etkileşimli teknolojilerle sanal keşiflerine yönelik yapılan araştırmalar detaylı biçimde incelenerek, öne çıkan araştırmaların ana temaları aşağıda özetlenmiştir. Aziz ve ark. [7] UNESCO Dünya Mirası Listesinde yer alan Melaka'da kültürel mirasın korunması için bütünsel bir uygulama olarak sanal gerçeklik (SG) ve AG kombinasyonunu gerçekleştirmişlerdir. Bostancı ve ark. [8] AG teknolojisi ile yıkılan antik yapıların üzerini 3B modellerle harmanlayarak sanal turizm deneyimini daha eğlenceli hale getirmişlerdir. Canciani ve ark. [9] Roma'da yer alan CastraPraetoria'daki Aurelian Duvarı'nın 3B modelini AG uygulaması üzerinde görselleştirmişlerdir. Younes vd. [10] Byblos'taki Roma Tiyatrosu için AG ve SG uygulaması sunmuşlardır. Polat ve ark. [11] Safranbolu'da tescilli kültür varlıkları için turist rehberi sistemlerinde kullanılabilir coğrafi bilgi sistemleri tabanlı mobil AG uygulaması geliştirmişlerdir. Obradović ve ark. [12] fotogrametrik modellere dayalı SG uygulamaları için bir yöntem geliştirerek, Sırbistan'da yer alan Sırp Ortodoks Katedrali Saint Nicholas Kilisesi'ne yönelik bir SG deneyimi oluşturmuşlardır. Uslu ve Uysal [13] kültürel mirasın ayrıntılı keşfi için Hareket ile Nesne Oluşturma-Structure From Motion (SFM) tekniği ile yenilikçi mobil AG ve internet ortamında görselleştirme teknolojileri arasında bir birleşim oluşturmuşlardır. Soto-Martin ve ark. [14] İspanya'nın Tenerife kentinde yer alan yıkık durumdaki St. Augustine Kilisesi'ni 3B modelleme teknikleri aracılığıyla sanal ortamda yeniden inşa etmek, görselleştirmek ve etkileşim kurmak için SG teknolojisini kullanmışlardır. Yıldız ve ark. [15] ülkemizde yer alan çeşitli kültür varlıklarının tanıtılması, toplum genelinde yaygınlaştırılması, sevdirmesi ve bu konuda bilinçli toplumun oluşturulması amacıyla ilköğretim çağındaki çocuklara yönelik bu eserlerin 3B modellerini incelenebileceği AG destekli eğitsel bir uygulama geliştirmişlerdir. Uslu ve Uysal [16] araştırmalarında konum tabanlı sosyal medya platformu Flickr'da paylaşılan fotoğrafları kullanarak Afrodiasis Antik Kenti'ndeki Tetrapylon yapısını fotogrametri tekniği ile 3B modellemişler ve 3B modeli dijital erişim için sanal küre üzerinde web tabanlı görselleştirmişlerdir.

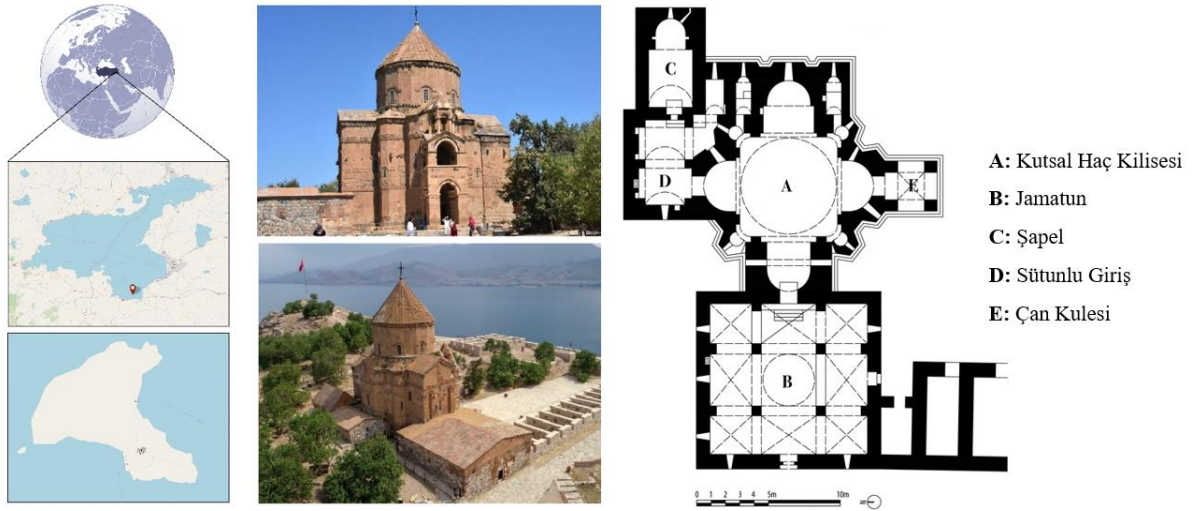
Literatür araştırması neticesinde kültürel mirasın kullanıcı merkezli etkileşimli deneyimi için bütünsel bir uygulama olarak mobil AG ve sanal dünya üzerinde görselleştirme kombinasyonunu içeren ülkemizde yapılmış herhangi bir bilimsel araştırmaya rastlanılmamıştır. Çalışmada, literatürden farklı olarak kültürel mirasın düşük maliyetle yüksek görsel kaliteye ve geometrik detaylara sahip kapsamlı 3B modelinin oluşturulması ve 3B dijital görselleştirme teknolojileri aracılığıyla kültürel mirasa erişim sağlamak için bir yaklaşım sunulmuştur. Bu yönüyle çalışma özgün bir nitelik taşımaktadır. Çalışmada, kültürel mirasın tanıtılması ve yaygınlaştırılması için interaktif ve sürükleyici sanal ortamların oluşturulması amaçlanmıştır. Bu kapsamda Van'da yer alan Akdamar Kilisesi'nin 3B modeli optimize edilerek, kilisenin ayrıntılı keşfi ve dijital erişimi için mobil AG ve web tabanlı görselleştirme teknolojilerine entegrasyonu sağlanmıştır.

Çalışma dört bölüm halinde düzenlenmiştir. Giriş bölümünün (Bölüm 1) ardından, Bölüm 2'de Akdamar Kilisesi'nin genel özellikleri, çalışmada kullanılan veri kaynakları ve çalışmanın yöntemi sunulmuştur. Bölüm 3 bulgular ve tartışmadan oluşmaktadır. Son olarak Bölüm 4'te ise çalışmanın sonuçları, öneriler ve gelecekteki çalışmalar belirtilmiştir.

II. MATERYAL VE METOT

A. ÇALIŞMA ALANI VE ÇALIŞMA MATERYALLERİ

Çalışma alanı olarak Van Gölü'ndeki Akdamar Adası'nda yer alan Akdamar Kilisesi seçilmiştir. Akdamar Kilisesi Vaspurakan Kralı I. Gagik tarafından 915-921 yılları arasında Adanın güneydoğusuna inşa edilmiştir. Daha sonra 1296-1336 tarihlerinde Kilisenin kuzeydoğusundaki şapel, 1763 tarihinde batısındaki jamaton ve 18. yüzyıl sonlarında güneyindeki çan kulesi ilave edilmiştir [17]. Restorasyon çalışmaları sonucunda 2007 yılında Anıt Müze olarak açılmıştır. Kilise, muazzam bir mimarisi ve zengin dış cephe kabartmalarıyla öne çıkmaktadır. Kilise plan olarak merkezi kubbeli ve dört yapraklı yonca şeklinde haç plana sahiptir. Orta mekân yüksek kasnaklı, içten kubbe, dıştan piramidal külahla örtülü olarak inşa edilmiştir. Kilisenin dış cephe yüzeyinde kullanılan kabartma figürler İncil ve Tevrat'tan alınmış çeşitli sahneleri anlatmaktadır. Son yıllarda Akdamar Kilisesi, yerli ve yabancı turistlerin uğrak mekanlarından biri haline gelmiştir [17]. Şekil 1'de Akdamar Kilisesi coğrafi konumu ve kilisenin yapı bölümleri gösterilmiştir.



Şekil 1. Akdamar Kilisesi'nin coğrafi konumu ve yapı bölümleri [17]

Çalışmada veri kaynağı olarak Akdamar Kilisesinin farklı açılardan ve tüm cephelerden çekilmiş fotoğrafları, Yakup Hazan Mimarlık Limited Şirketi tarafından hazırlanan ve 2004 yılında Diyarbakır Kültür ve Tabiat Varlıklarının Koruma Bölge Müdürlüğü'nce onaylanan rölöve, restitüsyon ve restorasyon projesi çizimleri kullanılmıştır. Fotoğraflar 16.2 MP çözünürlüğe sahip Samsung ST150 dijital fotoğraf makinesi ile çekilmiştir. 3B modelleme için SketchUp yazılımı, mobil AG uygulaması için Augment (bulut tabanlı yazılım) ve web tarayıcısında görselleştirme için sanal küre tabanlı Cesium platformu kullanılmıştır.

B. YÖNTEM

Çalışmanın yöntemi için ayrıntılı literatür araştırması sonucu elde edilen kaynaklardan yararlanılmıştır. Şekil 2'de kültürel mirasın 3B modellenmesi ve 3B modeli etkileşimli sanal ortamda görselleştirmek için uygulanan iş akışı gösterilmiştir.



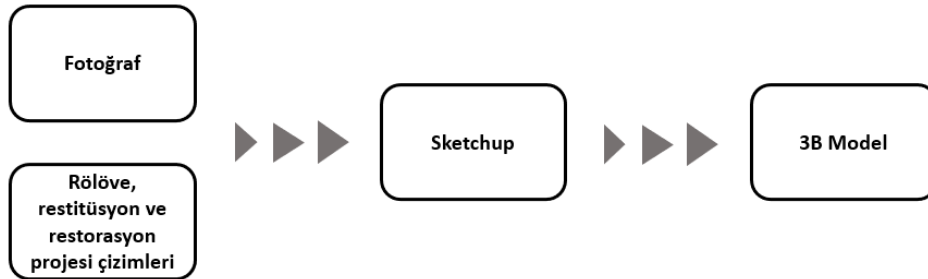
Şekil 2. Çalışmanın yöntemi

B. 1. Veri Toplama

Akdamar Kilisesi'nin 3B modeline gerçekçi bir görünüm kazandırmak için doku kaplama işlemi aşamasında kullanılmak üzere yapının tüm açılardan çekilmiş fotoğraflarına ihtiyaç vardır. Fotoğrafların çekimi gerçekleştirilirken Akdamar Kilisesi'nin tüm cephelerden, görünen bütün yüzeylerinin fotoğraflanmasına ve hava koşulları göz önünde bulundurularak fotoğraflarda ışık yoğunluğunun aynı olmasına dikkat edilmiştir. Akdamar Kilisesi'nin 3B modelinin oluşturulmasında Yakup Hazan Mimarlık Limited Şirketi tarafından hazırlanan ve 2004 yılında Diyarbakır Kültür ve Tabiat Varlıklarının Koruma Bölge Müdürlüğü'nce onaylanan rölöve, restitüsyon ve restorasyon projesi çizimlerinden faydalanılmıştır.

B. 2. 3B Modelleme

Kültürel mirasın kayıt altına alınması, geliştirilmesi, tanıtımı ve etkileşimli teknolojilerle sunumu için öncelikle kültür varlıklarının aslına uygun olarak 3B modellerinin oluşturulması gerekmektedir. Fotoğraflar, rölöve, restitüsyon ve restorasyon projesi çizimleri kullanılarak SketchUp yazılımında Akdamar Kilisesinin 3B modeli oluşturulmuştur. Şekil 3'te Akdamar Kilisesi'nin 3B modellenmesi için uygulanan iş akışı gösterilmektedir.

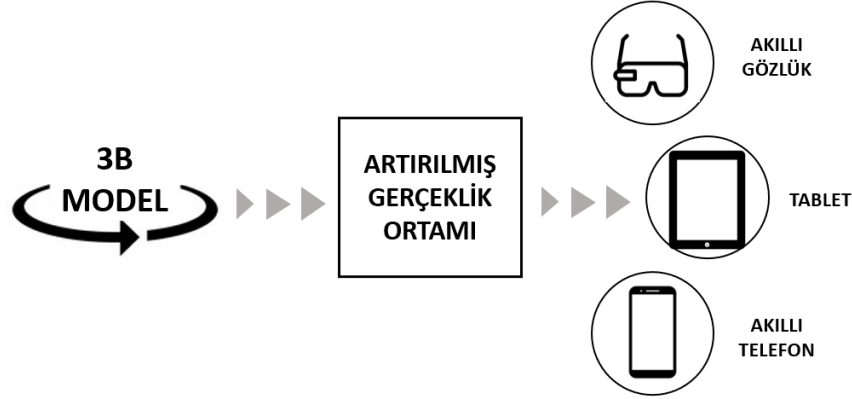


Şekil 3. 3B model oluşturmak için uygulanan iş akışı şeması

B. 3. Artırılmış Gerçeklik

AG, bilgiyi yayma ve kültürel mirası geliştirme sürecini teşvik etmek için etkili bir araçtır. Sanal içeriğin fiziksel bir ortama etkileşimli ve gerçek zamanlı olarak eklendiği bir teknolojidir [7]. Mobil AG uygulaması için Augment (bulut tabanlı yazılım) tercih edilmiştir. Bulut tabanlı Augment yazılımı, kullanıcıların ürünlerini gerçek ortamda ve gerçek zamanlı olarak mobil cihazlar aracılığıyla 3B olarak görselleştirmelerine imkân sağlayan AG platformudur. Yazılım Perakende, E-Ticaret, mimari, eğitim ve diğer amaçlar için kullanılmaktadır [18]. Akıllı gözlükler, akıllı telefonlar, tablet bilgisayarlar AG

hizmetleri için kullanılabilen cihazlardır. Şekil 4'te 3B dijital modelin AG ortamında görselleştirilmesi için uygulanan iş akışı gösterilmektedir.



Şekil 4. Artırılmış gerçeklik ortamında 3B görselleştirme için uygulanan iş akışı şeması

B. 4. Web Tabanlı Görselleştirme

Web tabanlı görselleştirme teknolojilerindeki güncel gelişmeler, kültürel mirasın dijital olarak korunmasına ve tüm dünyada yaygınlaştırılmasına önemli katkılar sunmuştur [4]. Sanal dünya tabanlı görselleştirme, kullanıcıların 3B sanal ortamda coğrafi varlıklarla etkileşimde bulunmasına olanak sağlayan, ideal bir görselleştirme platformu olarak ifade edilmiştir [4]. Akdamar Kilisesi'nin ve çevresinde yer alan manzaraların 3B gösterimi ve keşfi için sanal dünya platformu Cesium Ion yazılımı tercih edilmiştir. Cesium Ion, etkileşimli haritalar tasarlamak ve çeşitli 3B analizler gerçekleştirmek amacıyla geliştirilmiş açık kaynak kodlu bir yazılımdır [18]. Cesium Ion, pek çok 3B dijital model dosyası (glTF, obj, dae, fbx, kmz ve kml) türlerini desteklemektedir. Şekil 5'te 3B dijital modelin web tabanlı görselleştirilmesi için uygulanan iş akışı gösterilmektedir.

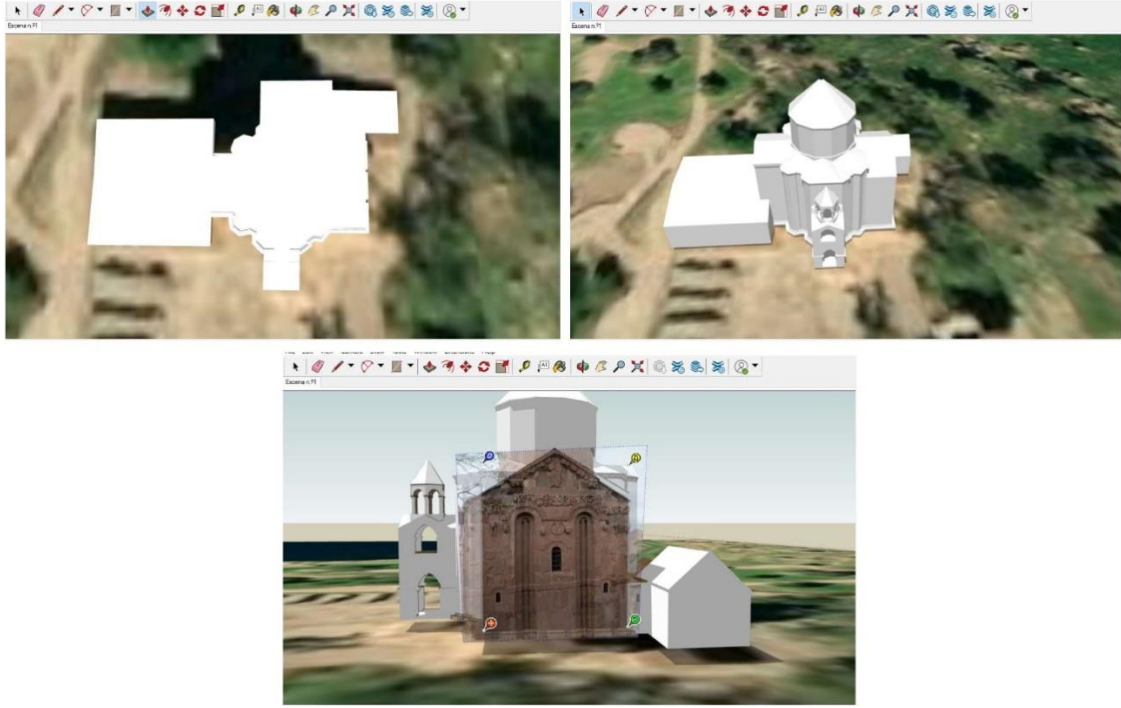


Şekil 5. 3B Modelin web tabanlı görselleştirilmesi için uygulanan iş akışı şeması [19]

III. BULGULAR

A. 3B MODEL OLUŞTURMA

Akdamar Kilisesi'nin 3B modeli rölöve, restitüsyon ve restorasyon projesi çizimlerinden faydalanılarak SketchUp yazılımında oluşturulmuştur. Daha sonra 3B modele gerçekçi görünüm kazandırmak ve görselliği arttırmak amacıyla arazide çekilen fotoğraflar kullanılarak cephe giydirme, renklendirme ve doku kaplama işlemleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 6). Şekil 7'de Akdamar Kilisesi'nin 3B katı modeli (sol) ve yüzey dokuları uygulanmış 3B modeli (sağ) gösterilmektedir.



Şekil 6. SketchUp yazılımında 3B modelleme süreci

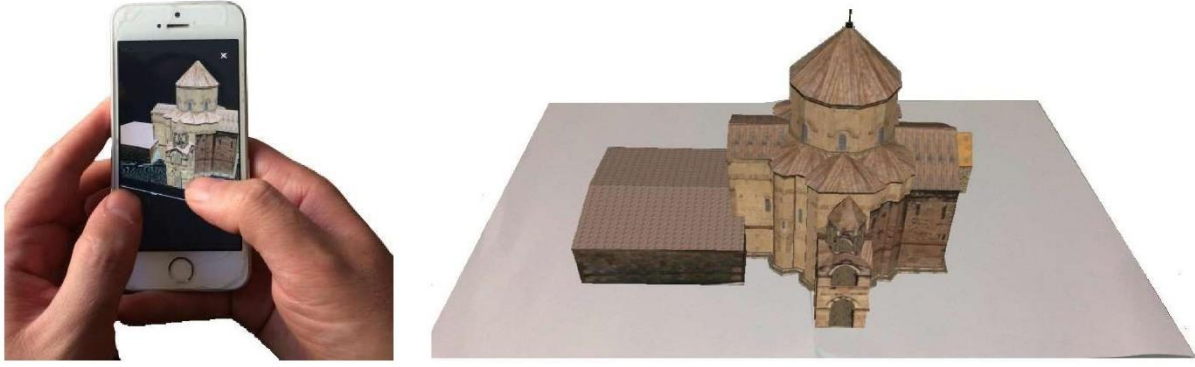


Şekil 7. Akdamar Kilisesi'nin 3B katı modeli (sol) ve yüzey dokuları uygulanmış 3B modeli (sağ)

Son olarak, Akdamar Kilisesi'nin 3B dijital modeli mobil AG ve web tabanlı görselleştirme uygulamalarında kullanılmak “.obj” uzantılı model dosyası olarak kaydedilmiştir.

B. MOBİL ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK UYGULAMASI

3B modelleme aşamasında oluşturulan Akdamar Kilisesi'nin “.obj” uzantılı dijital model dosyası, doku kaplama ve materyal dosyaları ile birlikte Augment uygulamasına yüklenmiştir. 3B dijital modele ait dosyalar sisteme aktarıldıktan sonra Augment uygulaması, Akdamar Kilisesi'ni tanıtan bilgilere ve kilisenin 3B modeline erişim imkânı sağlayan bir QR kod oluşturmuştur. Akıllı cep telefonu üzerinde kurulu olan bir AG uygulaması aracılığıyla QR kod taratılarak, Akdamar Kilisesi'nin 3B modeli görüntülenmiştir (Şekil 8).



Şekil 8. Akdamar Kilisesi'nin mobil AG tabanlı görselleştirilmesi

Sürükleyici AG teknolojisi Akdamar Kilisesi'nin kullanıcı merkezli ve kişiselleştirilmiş sunumunu sağlamış ve Akdamar Kilisesi'ni dijital olarak erişilebilir hale getirmiştir. Ana panelde bulunan kontrolörler, işareteye göre 3B modeli taşımak, ölçeklemek ve döndürmek için kullanılabilir.

AG teknolojisinin nihai amacı, kültürel miras alanlarında gelişmiş deneyimler sağlayarak bir destinasyonu korumaktır. Mobil AG uygulaması kültürel miras bilinciyle ilgili heyecan verici sürükleyici deneyimleri geliştirebilir, ziyaretçi katılımını artırabilir ve kültür varlıklarının korunmasında uygulanabilir. Mevcut çalışma önemli teorik ve pratik çıkarımlar sağlasa da sınırlılığı bulunmaktadır. Telefonun çalması durumunda kullanıcıların AG kamera görüntüsüne dönmesi ve izlemeyi yeniden başlatması gerekmektedir.

C. WEB TABANLI GÖRSELLEŞTİRME UYGULAMASI

Akdamar Kilisesi'nin sanal dünya üzerinde web tabanlı görselleştirilmesi için 3B dijital modele ait dosyalar kullanıcı hesabı oluşturularak Cesium Ion platformuna yüklenmiştir. 3B dijital model coğrafi referansa sahip olduğu için yerküre üzerindeki konumuna yerleştirilmiştir. Şekil 9'da Akdamar Kilisesi'ne ait 3B modelin Cesium Ion ortamında web tabanlı sunumu gösterilmektedir.



Şekil 9. 3B modelin sanal dünya üzerinde web tabanlı görselleştirilmesi

Cesium Ion bilgisayarda yada mobil cihazlarda kullanıcıların sanal dünya üzerinde yakınlaştırma, kaydırma, döndürme ve gezinme gibi çoklu işlevleri gerçekleştirmelerini ve 3B görselleştirmeyi herhangi bir web sayfasına entegre etmelerini de mümkün kılmaktadır. Cesium Ion platformunda 3B

modeller sanal küre üzerine yerleştirilirken modellerin konum doğruluğu sorunu ile karşılaşılabilir. Bunun nedeni, SketchUp'taki bina ayak izine ve Geolocation işlevine dayalı olarak 3B modelin oluşturulmasıdır. Bu sorun, 3B modelin Cesium'daki konumunu el ile düzeltmek suretiyle çözülebilir. Bununla birlikte, nokta bulutu verileri gibi daha doğru veriler kullanılarak bu sorundan kaçınılabilir.

Akdamar Kilisesi uzak konumu ve hareket kısıtlamaları gibi nedenlerden dolayı özel gereksinimli bireyler için kolay erişilebilir durumda değildir. Bu durum, özel gereksinimli bireylerin ziyaret deneyiminin tadını çıkarmalarını imkânsız kılmaktadır. Çalışmada uygulanan AG ve web tabanlı görselleştirme teknolojileri, özel gereksinimli bireylerin yanı sıra tüm bireyler için Akdamar Kilisesi'ne erişimini ve etkileşimini iyileştirmenin yolunu sunmaktadır. 3B dijital görselleştirme teknolojileri, kültürel mirasa erişim açısından özel gereksinimli bireylere tarihi değeri yüksek bir yeri ziyaret etme imkânı sağlayarak bu kişilerin toplumsal entegrasyona ulaşmalarına katkı sunmaktadır.

IV. TARTIŞMA, SONUC VE ÖNERİLER

Bilgi teknolojilerindeki güncel gelişmeler, insanların kültürel mirasa erişimini sağlamak amacıyla çeşitli fırsatlar sunmaktadır. Özellikle 3B dijital modelleme, web ortamında sunum ve AG teknolojileri, kültür varlıkları ile ilgili kullanıcı etkileşimini geliştirme durumu açısından önemli avantajlara sahiptir. Bu çalışmada, Akdamar Kilisesi'nin etkileşimli keşfi amacıyla 3B modelleme ile yenilikçi mobil AG ve web tabanlı görselleştirme teknolojilerini birleştiren bir yaklaşım sunulmuştur. Çalışmanın sonuçları, 3B modelleme, AG ve web tabanlı sunum sinerjisinin kültürel mirasın etkileşimli olarak görselleştirilmesi ve ayrıntılı keşfi için büyük bir fırsat sunduğunu doğrulamıştır. Çalışma kültürel mirasın korunması, gelecek nesillere aktarılması ve sanal erişilebilirliği için insan-teknoloji etkileşimine önemli katkılar sağlamaktadır.

Kültürel mirasın belgelenmesinde 3B modelleme teknolojileri giderek yaygınlaşan bir yöntem haline gelmiştir. Kültürel mirasın dijitalleştirilmesinde bilimsel titizliğini koruyan, kültürel ve etik hassasiyetlere saygı gösteren uygulamalara ihtiyaç duyulmaktadır [20]. Kültürel mirasın dijital olarak yeniden yapılandırılmasının etik ilkeleri henüz UNESCO veya ICOMOS tarafından belirlenmemiştir [21]. Bununla birlikte dijital teknolojiler, aynı zamanda, güvencesiz etik zorluklar ortaya koymakta, mevcut tanımlara ve profesyonel değerlere meydan okumakta ve kültürel mirasın daha fazla metalaştırılması riskini taşımaktadır [22]. Bu bağlamda bir öneri olarak kültürel mirasa ilişkin mevcut etik yönergeler, kültürel mirasın dijital olarak yeniden yapılandırılması için etik standartları içerecek şekilde değiştirilmelidir.

3B dijital teknolojiler turizm endüstrisi ve yerel ekonomik kalkınmayı teşvik etmenin yanı sıra bir ülkenin ulusal kültürel değerlerini dünya çapında yaymada önemli bir rol oynamaktadır [23]. Huang ve ark. [23] araştırmalarında 3B dijital teknolojileri, geleneksel turizmin yerini almayı değil, bir turistik destinasyonu ziyaret etmeye ilişkin karar verme sürecini iyileştirebilecek bilgi desteği sağlayarak gerçek deneyimleri tamamlama ve destinasyonları tanıtmaya fırsatı olarak değerlendirmişlerdir. Bu çalışma turizm endüstrisi açısından önemli katkılar sağlayacak niteliktedir. Etkileşimli 3B dijital teknolojiler, tarihi alanların tanıtımını sağlamak, bu alanları ziyaret etmek isteyen insanların sayısını artırmak ve sürdürülebilir yerel kalkınmaya önemli katkılar sunmak amacıyla bir teşvik aracı olarak kullanılabilir. Etkileşimli görselleştirme yöntemleri, COVID-19 küresel pandemisinin neden olduğu küresel sağlık krizi sürecinde de oldukça önemlidir. Pandemi sürecinde ortaya çıkan seyahat kısıtlamaları ve gezginler arasındaki talebin azalması nedeniyle turizm endüstrisi üzerinde önemli bir etkisi vardır. 3B dijital teknolojilere dayalı sanal turizm, akıllı kültürel miras hizmetlerinin dinamik gelişimini sağlayarak tarihi nesnelere erişim sınırlamalarını değiştirecek bir çözüm olabilir. Çalışmada açıklanan metodoloji, 3B kültürel miras modellerinin ve ilgili bilgilerin depolanmasını ve görselleştirilmesini kolaylaştırmak için müzeler, galeriler, arşivler gibi kurumlarda uygulanabilir.

Gelişen teknolojiler sayesinde dijital uygulamalarda 3B sanal modellerin kullanılması kültürel mirasın tanıtım ve eğitim sürecine yeni bir boyut kazandırmıştır [24]. Bekele ve ark. [24] yapmış olduğu

arařtırmada, 3B dijital teknolojiler eđitim, sergiler, keřif ve sanal műzeler dahil olmak űzere farklı kořullarda çeřitli uygulama tűrlerinin geliřtirilmesi yoluyla test edilmiř, bu teknolojilerin kullanıcı deneyimini zenginleřtirdiđi ve bilgiye eriřimi iyileřtirdiđi gűrűlműřtűr. Bu bađlamda alıřma 3B dijital teknolojiler aracılıđıyla kűltűrel miras eđitimi için yenilikçi bir ereve sunmaktadır. AG ve web tabanlı bir uygulama, kullanıcıların ziyaret deneyimlerini geliřtirerek kűltűrel miras alanında eđitim içeriđinin dijitalleřtirilmesi yoluyla űđrenme sűrecinin desteklemesine imkân sađlayabilir. Bununla birlikte, 3B dijital teknolojileri kullandıđına bađlı olarak bazı eksiklikleri ve sınırlamaları da vardır. Kullanıcıların eđitsel konularda 3B dijital teknolojileri kullanmaları geleneksel yűntemlere kıyasla daha iyi űđrenecekleri anlamına gelmez. Bu nedenle sűrűkleyici dijital teknoloji kullanımında kullanıcıların eđlence yerine içeriđe odaklanmaları gerekmektedir [25].

Gelecek çalıřmalarda kűltűrel mirasın AG ve web tabanlı gűrselleřtirme teknolojilerinin yanında sanal gerçeklik, karma gerçeklik ve 3B baskı teknolojileri ile kombinasyonun sađlandıđı uygulamalar gerçekleřtirilecektir.

V. KAYNAKLAR

- [1] R. Kurin, “Safeguarding Intangible Cultural Heritage in the 2003 UNESCO Convention: a critical appraisal,” *Museum International*, vol. 56, no. 1-2, pp. 66-77, 2004.
- [2] M. Vecco, “A definition of cultural heritage: From the tangible to the intangible,” *Journal of Cultural Heritage*, vol.11, no. 3, pp. 321-324, 2010.
- [3] F. Soler, F. Melero and M. V. Luzűn, “A complete 3D information system for cultural heritage documentation,” *Journal of Cultural Heritage*, vol.23, pp. 49-57, 2017.
- [4] I. Nishanbaev, “A web repository for geo-located 3D digital cultural heritage models,” *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, vol. e00139, 2020.
- [5] H. K. Dhonju, W. Xiao, J. P. Mills and V. Sarhosis, “Share Our Cultural Heritage (SOCH): worldwide 3D heritage reconstruction and visualization via web and mobile GIS,” *ISPRS International Journal of Geo-Information*, vol. 7, no. 9, pp. 360-371, 2017.
- [6] O. M., Machidon, A. Tavar, M.Gams and M. Duguleană, “CulturalERICA: A conversational agent improving the exploration of European cultural heritage,” *Journal of Cultural Heritage*, vol. 41, pp. 152-165, 2020.
- [7] K. A. Aziz and T. G. Siang, “Virtual Reality and Augmented Reality combination as a holistic application for heritage preservation in the Unesco World Heritage Site of Melaka,” *International Journal of Social Science and Humanity*, vol. 4, no. 5, pp. 333-338, 2014.
- [8] E. Bostanci, N. Kanwal and A. F. Clark, “Augmented reality applications for cultural heritage using Kinect,” *Human-centric Computing and Information Sciences*, vol. 5, no. 1, pp. 1-18, 2015.
- [9] M. Canciani, E. Conigliaro, M. D. Grasso, P. Papalini, M. Saccone, “3D survey and augmented reality for cultural heritage: The case study of Aurelian Wall at Castra Praetoria in Rome,” *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences*, vol. 41, 2016.
- [10] G. Younes, R. Kahil, M. Jallad, D. Asmar, I. Elhadj, G. Turkiyyah and H. Al-Harithy, “Virtual and augmented reality for rich interaction with cultural heritage sites: A case study from the Roman Theater at Byblos,” *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, c. 5, ss. 1-9, 2017.

- [11] M. Polat, İ. R. Karaş, İ. Kahraman and B. Alızadehashrafi, “Safranbolu Eski Çarşı Tarihi noktaları için Cbs tabanlı artırılmış gerçeklik uygulaması,” *6. Uzaktan Algılama-Cbs Sempozyumu*, Adana, Türkiye, 2016.
- [12] M. Obradović, I. Vasiljević, I. Đurić, J. Kićanović, V. Stojaković and R. Obradović, “Virtual reality models based on photogrammetric surveys—a case study of the Iconostasis of the Serbian Orthodox Cathedral Church of Saint Nicholas in Sremski Karlovci (Serbia),” *Applied Sciences*, vol. 10, no. 8, pp. 2743-2756, 2020.
- [13] A. Uslu ve M. Uysal, “Kültürel mirasın etkileşimli keşfi için mobil artırılmış gerçeklik ve web tabanlı görselleştirme teknolojilerinin kullanılması: Sfenks Heykeli Örneği,” *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, c. 20, s. 6, ss. 1024-1031, 2020.
- [14] O. Soto-Martin, A. Fuentes-Porto and J. Martin-Gutierrez, “A digital reconstruction of a historical building and virtual reintegration of mural paintings to create an interactive and immersive experience in virtual reality,” *Applied Sciences*, vol. 10, no. 2, pp. 597-614, 2020.
- [15] Z. Ç. Yıldız, M. Türker and R. D. Ak, “Mimari miras eğitiminde artırılmış gerçeklik ve fotogrametri desteği,” *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, c. 14, s. 2, ss.137-149, 2021.
- [16] A. Uslu ve M. Uysal, “Kitle Kaynaklı Fotoğraflar Kullanılarak Kültürel Mirasın Üç Boyutlu Modellenmesi ve Web Tabanlı Görselleştirilmesi: Afrodisias - Tetrapylon Örneği,” *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, c. 21, s. 3, ss. 632-639, 2021.
- [17] Van İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü. (2021, 10 Haziran). [Online]. Erişim: <https://van.ktb.gov.tr/>.
- [18] 3B ve Artırılmış Gerçeklik Ürün Görselleştirme Platformu. (2021, 12 Haziran). [Online]. Erişim: <https://www.augment.com/>.
- [19] Web İçin 3B Coğrafi Görselleştirme Platformu. (2021, 15 Haziran). [Online]. Erişim: <https://cesium.com/platform/cesiumjs/>.
- [20] H.H. Hallaç ve V. Öğülmüş, “Kültürel Miras Verilerinin Dijital Olarak Depolanması: Openheritage3D örneği,” *The Turkish Online Journal of Design Art and Communication*, c. 11, s. 2, ss. 521-540, 2021.
- [21] R. Khunti, “The Problem with Printing Palmyra: Exploring the Ethics of Using 3D Printing Technology to Reconstruct Heritage,” *Studies in Digital Heritage*, c. 2, s. 1, ss. 1-12, 2018.
- [22] J. Fredricks, “Digital tools and how we use them: The destruction and reconstruction of tangible cultural heritage in Syria,” *MW18: Museums and the Web 2018*, Vancouver, Canada, 2018.
- [23] Y. C. Huang, K. F. Backman, S. J. Backman and L. L. Chang, “Exploring the implications of virtual reality technology in tourism marketing: An integrated research framework,” *International Journal of Tourism Research*, c. 18, s. 2, ss. 116-128, 2016.
- [24] M. K. Bekele, R. Pierdicca, E. Frontoni, E.S. Malinverni and J. Gain, “A survey of augmented, virtual, and mixed reality for cultural heritage,” *Journal on Computing and Cultural Heritage (JOCCH)*, c. 11, s. 2, ss. 1-36, 2018.
- [25] J. Challenor and M. Ma, “A review of augmented reality applications for history education and heritage visualisation,” *Multimodal Technologies and Interaction*, c. 3, s. 2, ss. 39-60, 2019.