

ANKARA SULTAN ALÂEDDİN (MUHYİDDİN MESUD) CAMİSİ GEOMETRİK DESEN ANALİZ ÖRNEKLERİ VE ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK UYGULAMASI

ANKARA SULTAN ALÂEDDİN (MUHYİDDİN MESUD) MOSQUE GEOMETRIC PATTERN ANALYSIS EXAMPLES AND AUGMENTED REALITY APPLICATION

Özgün Devrim

Milli Eğitim Bakanlığı, Çubuk Bilim ve Sanat
Merkezi Teknoloji ve Tasarım Öğretmeni
ozgundeirim2@gmail.com
ORCID ID: 0000-0002-6167-0046

Dr. Güven Meral

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Mimarlık ve Güzel
Sanatlar Fakültesi, Görsel İletişim ve Tasarım Bölümü
guvenmeral@aybu.edu.tr
ORCID ID: 0000-0002-0744-2165

MAKALE GELİŞ TARİHİ: 12 Şubat 2025 · YAYIMA KABUL TARİHİ: 11 Nisan 2025

Öz

Ankara Sultan Alâeddin Camii, Anadolu Selçuklu dönemine ait taş işçiliği ve geometrik desenleri ile dikkat çekmektedir. Yapının minber ve mihrabında bulunan desenler, estetik ve kültürel açıdan önemli unsurlar arasında yer almaktadır. Bu çalışmada, tarihi eserlerdeki geometrik desenlerin artırılmış gerçeklik (AG) teknolojisi ile dijitalleştirilmesi ele alınmaktadır. AutoCAD ile desenlerin analiz edilmesi ve Vuforia AG ile Unity oyun motoru kullanılarak sanal ortamda görselleştirilmesi sağlanmaktadır. AG destekli mobil uygulama, desenlerin interaktif bir şekilde incelenmesine imkân tanımakta, sanatsal ve mimari algıyı geliştirmektedir. Geleneksel sanat ve tasarım anlayışını dijital teknolojilerle birleştiren bu yaklaşım, akademik ve uygulamalı araştırmalara katkı sunmaktadır.

Abstract

The Ankara Sultan Alaeddin Mosque draws attention with its stonework and geometric patterns from the Anatolian Seljuk period. The patterns on the pulpit and mihrab of the structure are among the important elements in terms of aesthetics and culture. This study examines the digitalization of geometric patterns in historical artifacts with augmented reality (AR) technology. The patterns are analyzed with AutoCAD and visualized in a virtual environment using Vuforia AG and Unity game engine. The AR-supported mobile application allows the patterns to be examined interactively and develops artistic and architectural perception. This approach, which combines traditional art and design with digital technologies, contributes to academic and applied research.

Anahtar Kelimeler: Anadolu Selçuklu Mimarisi, Sultan Alâeddin Cami, Artırılmış Gerçeklik, Geometrik Desen Analizi, Polygonal Teknik

Key Words: Anatolian Seljuk Architecture, Sultan Alâeddin Mosque, Augmented Reality, Geometric Pattern Analysis, Polygonal Technique.

GİRİŞ

Anadolu Selçuklu mimarisi, bölgedeki kültürel etkileşimlerin ve zanaatkârlığın bir ürünü olarak, zengin ve çeşitli bir mirasa sahip bulunmaktadır. Bu mimari tarz, günümüzde hâlâ ayakta kalan birçok tarihi eserde gözlemlenebilmektedir. Mimari, uygar bir toplumun pratik ihtiyaçlarını karşılamakla kalmayıp aynı zamanda kendini ifade etme amacıyla uygulanan bir yapım tekniği ve sanatı olarak teknik bir perspektiften ele alınabilir (Mülayim, 1982). Kültürel deneyimleri arasında oluşturdıkları mimari geleneği, genel olarak İslam Mimarisi olarak adlandırılmaktadır. İslam Mimari eserleri dünya genelinde hangi coğrafyada ve hangi millete ait sanatçılar tarafından yapılsa yapılsın, aynı aileye mensup bireyler gibi birbirine benzemektedir. Bu eserlerin birlikteliğini sürdüren faktörler, zaman ve mekân değişikliklerine rağmen, İslam dininin belirlediği kurallardan oluşmaktadır. İslam sanatı, İslamiyet'i benimseyen her topluluğun sanatsal öğelerinden, yetenekli sanatçılarından ve zanaatkârlarından yararlanarak değişim geçirmiş ve bu süreçte karakter farklılıkları ortaya çıkmaktadır (Bektaşoğlu, 2009).

Selçuklu mimari eserlerinde, yalnızca yerli ustaların bulunmadığı, aynı zamanda Kafkasya, Mezopotamya ve Şam gibi bölgelerden gelen sayıları azımsanamayacak kadar çok yabancı ustanın da görev aldığı görülmektedir. Kuzey Suriye, Sultan I. Alâeddin Keykubad döneminde mimarlık ve sanatsal üretimin merkezi olarak görev almıştır. Bu bölgeden, ustaların Mısır'a, Mezopotamya'ya ve Asya'ya gitmeleri oldukça yaygındır. Konya'daki Selçuklu anıtlarında, Suriye ekolünün izlerinin belirgin bir şekilde yansıdığı gözlemlenmektedir. Sanata değer veren Selçuklu medeniyeti, bu şekilde yetenekli insan güçlerini kendi saflarında yoğunlaştırarak, Asya'da Müslüman kültürünün yücelmesine katkıda bulunmuştur (Gordlevski, 1988).

Cami ve medreselerin iç mekanlarında yer alan kemerler, kubbeler, kubbe geçmeleri, eyvanlar ve mihrap kısımlarında kullanılan çini ve mozaikler, firuze, lacivert ve patlıcan moru renkli sırlanmış tuğlalarla oluşturulan geometrik düzenlemelerle dikkat çekmektedir. Anadolu Selçuklu döneminde ilk kez sırlı tuğlalar, bitkisel geometrik desenler ve yazı harfleri şeklinde kesilmiş ufak çini parçacıklarından oluşan çini mozaik bezemeleri görülmektedir. Bu tür bezemeler, İslam sanatında yer alan yapı mihraplarının gelişimine önemli bir katkı sağlamış ve örnek oluşturmuştur. Selçuklu dönemi camilerinde geometrik desenlerin yoğunluğunun mihrap ve minber üzerinde olduğu gözlemlenmektedir.

Geometrik desenlerle ilgili çalışmaların cüzi olmasına rağmen, günümüzde bu konuya olan ilgi ve çalışmalar çoğalmaktadır. Dünya genelinde, tarihi eserlerde bulunan geometrik desenlerin çözümlenmesi ve analizi için çalışan araştırmacılar

ve uygulayıcılar, çoğunlukla ızgara, poligon ve nokta birleştirme gibi üç yöntemle geometrik desenlerin analizini gerçekleştirmektedirler (Ekizler Sönmez, 2017). Çalışmamızda; geometrik desenlerin çözümlenmesinde bu yöntemler arasından poligonal yöntem (Temas halinde çokgenler) tercih edilmiştir. Oluşturulan desen çözümlmeleri videolar dönüştürülmüş ve Artırılmış Gerçeklik (AG) teknolojisi desteği ile bir mobil uygulama geliştirilmiştir.

ANKARA SULTAN ALÂEDDİN (MUHYİDDİN MESUD) CAMİ (H. 574 / M. 1178)

Caminin Tanıtımı

Sultan Alâeddin Cami, Ankara'nın Altındağ ilçesinde, Hisar semtinde yer alan tarihi bir yapı olarak yer almaktadır. İç Kale Mahallesi, Ali Taşı Sokak'ta konumlanmış olan cami, Anadolu Selçuklu Dönemi'nden günümüze kadar varlığını sürdüren, ibadete açık bir anıt eserdir (Görsel 1). Camiye, kale içerisinde bulunan Hisar Kapısı'ndan girilerek ve Kale Kapısı Sokak'ı geçerek Zindan Kapı 'ya kadar yürüyerek ulaşılabilir. Aynı zamanda, Alâeddin Cami (Muhyiddin Mesud), Ankara çevresindeki ilk Cuma Cami olarak bilinmektedir ve tarihi süreç içinde birçok onarım ve tadilat geçirmiştir (İşçen, 2019, s.29).



Görsel 1. Sultan Alâeddin Cami.

Caminin tarihine dair bazı ihtilaflar bulunmaktadır. Kitabenin tarih bölümü yıpranmış durumda olduğu için farklı araştırmacılar tarafından farklı şekillerde okunmuş ve yorumlanmıştır. Kitabede yer alan tarih, Hicri 574 ve Hicri 594 olarak iki farklı şekilde okunmuş ve yorumlanmıştır. Çoğu araştırmacı, kitabede yer alan tarihi H. 594 olarak değerlendirmektedir (Eskici, 2001, s.303-304). Caminin minber kapısı üzerinde yer alan kitabede ise minberin cami ile birlikte yapıldığı belirtilmekte ve Hicri Safer H. 594 (Miladi Kasım 1197) tarihi yer almaktadır. Ancak bazı araştırmacılar, bunun H. 574 (M. 1178) olarak da okunabileceğini belirtmişlerdir ve caminin girişine 1178 tarihi yazılmıştır (Ersay ve Çam, 2012, s.38). Ahşap minberin kitabesinde ise Sultan Kılıç Aslan b. Mesud ifadesi bulunmaktadır. Bu ifade, Selçuklu Sultanı II. Kılıç Aslan'ın oğlu Muhyiddin Mesud Şah tarafından H.594/M.1197-1198 tarihinde, caminin hemen batı cephesinde bulunan eski bir kilise yerine yapıldığını göstermektedir (Erdoğan, 2013, s.29).

Ankara'daki mescit ve camiler, form ve planları itibariyle genellikle bulundukları mahalledeki halkın günlük dini ihtiyaçlarını karşılamak üzere tasarlanmış küçük çaplı ve sade yapılar olarak dikkat çeker. Bu camiler arasında en eski olanı olan Alâeddin Cami (Muhyiddin Mesud), Ankara'da yer alan diğer mescit ve camilerin tipolojilerini belirleyen bir üslupla başlamış ve farklı yüzyıllarda ve coğrafyalarda benzer bir tarzda devam etmiştir. Ankara'daki mescit ve camilerin çoğunun dikdörtgen planlı olduğu gözlemlenmektedir (Apa Kurtişoğlu, 2015, s.53; Erdoğan, 2013, s.145).

Bu planların, bir bölümü uzunlamasına, bir bölümü kibleye dik, bazıları bazilikal, bir bölümü ise kareye yakın dikdörtgen biçiminde olmasına rağmen, genellikle birbirlerine benzer bir görünüme sahiptir. Minare bölümü çıkarıldığında, bu camiler büyük oranda sıradan tek katlı Anadolu evleriyle benzerlik gösterir (Ersay Yüksel, 2016, s.160-161).

Sultan Alâeddin Cami ise meyilli bir arazi üzerine inşa edilmiştir ve kuzey bölümü taş setlerle yükseltilmiştir. Kuzey set duvarında, kitabesi bulunmayan iki kurnalı mermer çeşme ve birçok eski döneme ait devşirme malzeme bulunmaktadır. Vakıflar Genel Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilen onarım ve çevre düzenlemesi sonrasında, avlu çevresi demir korkuluklar ile korunaklı hale getirilmiştir.

Camiye batı girişinden avluya adım atıldığında, iki devşirme sütun üzerine yerleştirilmiş olan ve mahfilin devamını oluşturan bir sundurma dikkat çeker. Girişin sağ yanında, andezit taşından yapılmış ve üzerinde kitabe bulunmayan bir mezar görülmektedir. Sol yan koridorda ise antik döneme ait kalıntıların yer aldığı yeşil bir alan bulunmaktadır (Erdoğan, 2013, s.141). Caminin kuzey yönündeki son cemaat bölümünde ise antik döneme ait İonik ve Dorik tarz

başlıklara sahip sekiz adet devşirme sütun bulunmaktadır. Bu sütun başlıkları, birbirinden farklı yapıda bezeme özellikleri sergilemektedir (Kurttaş, 2015, s.13-14). Koridorun güneyinde yer alan mihrap, hisar duvarına gömülmüş ve kiremitli bir sundurma ile koruma altına alınmıştır. Üst yarısı tamamen yıkılmış olan mihrap, iki kademe halinde derinleşmektedir. Selçuklu Dönemi'ne ait bu mihrap Alâeddin camisinin ilk mihrabı olduğu araştırmacılar tarafından kabul görmektedir (Erdoğan, 2013, s.142). Bahçede yer alan bu mihrabın, Sultan Muhyiddin Mesut tarafından inşa ettirilen ilk camiye ait olduğu düşünülmektedir. 1970'li yıllarda, çevre düzenlemesi sırasında kaldırılan gecekonduların ardından ortaya çıkarılan mihrap, ilk camiye ait olup, tuğladan yapılmış herhangi bir süslemeye sahip değildir (İşçen, 2019, s.30).

Dikdörtgen planlı mihrap nişinin üst kısmında mukarnas kavsaralı bir tasarım görülmektedir. İç bölümünde ise daha küçük bir mihrabiye ve mihrabın iki yanındaki zar başlıklı sütunçeler dikkat çekmektedir. 1985 yılındaki tamir sırasında, mihrabın üzerine kiremit kaplı bir örtü yerleştirilmiştir. Hisar duvarına oyulmuş olan bu niş, eski cami bölümüne ait tavanı taşıyan kirişlerin yerleştirildiği oyukları da içermektedir. Ayrıca, Hisar surları üzerinde, Roma Devri'nden kalma açık alanda sütun parçaları ile Osmanlı dönemine ait H.1000 (M. 1591) tarihini taşıyan kırık mermer mezar taşları bulunmaktadır (Ersay ve Çam, 2012, s.14; Erdoğan, 2013, s.145).

Doğu bölümünde yer alan boşluğun, Osmanlı Vakıf risalelerine göre; es-Seyyid Şeyh İbrahim Efendi'nin oğlu Abdülkerimzâde el-Hac Mehmed Emin Efendi tarafından 11 Şubat 1742 tarihinde beş odalı bir medrese yaptırıldığı belirtilmektedir. Ayrıca, 28 Kasım 1783 tarihli bir başkabelgede, Abdülkerimzâde Seyyid el-Hac Mehmed Emin Efendi Medresesi müderrisliğinin Ankara'da Sultan Alâeddin Cami yanında tevcihi kaydının bulunduğu ifade edilmektedir. Bu şahsın aynı zamanda İstanbul Tahtakale çarşısında Haseki Cami yanında Emineye isimli başka bir medresesinin olduğu, ancak 1928 yılında çıkan bir yangında yok olduğu bilinmektedir. Aynı zamanda, caminin doğu kısmındaki boşlukta Attarzadeler'e ait küçük bir aile mezarlığı da bulunmaktadır (Konyalı, 1978, s.47-48).

Sultan Alâeddin Cami'nin dış görünüşü, Selçuklu geleneğini yansıtan sade ve süssüz bir yapıya sahiptir. Yapının özgün karakteristik özellikleri, 14. ve 15. yüzyıllardaki tamir ve tadilatlarla birlikte kaybedilmiştir. Cami, 15,15 m x 21,78 m ölçülerinde geniş bir alanı kaplayarak, boyuna dikdörtgen bir yapı şeklinde inşa edilmiştir. Yapı, kale duvarına bitişik konumda olup, diğer duvarları su basman kısmına kadar devşirme malzemelerin yoğun olarak kullanıldığı kesme ve moloz taşlarla kerpiç malzeme ile kaplanmıştır (Erdoğan, 2013, s.145). Cami haziresinin eskiden, günümüzde caminin doğu cephesinde bulunan bahçe

bölümünde olduğu düşünülmektedir. Ancak günümüzde bahçede, çevreden toplanan çeşitli antik taşların sergilendiği ve eskiden var olan Arapça yazıtlı bazı mezar taşlarının yerinde bulunmadığı gözlemlenmektedir. Cami girişinin sağ tarafında ise Osmanlı Dönemi'ne tarihlenen, kitabesi olmayan andezit taşından yapılmış bir mezarın, hazirenin bir parçası olduğu anlaşılmaktadır (İşçen, 2019, s.31).

Mihrap

Erken İslam mihraplarının biçim değişiklikleri, tercih edilen malzeme türüne bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir. Özellikle alçı, diğer malzemelere göre daha kolay işlenebilir özelliği nedeniyle 960 tarihli Nayin Mescid-i Cuma'sı gibi eserlerde ilk defa kullanıldığı görülmektedir. Bu dönemde alçının mihraplarda kullanımı, genellikle iç içe iki niş düzeni şeklindeki tasarımlarla öne çıkmış ve 15. yüzyıla kadar devam etmektedir. Alçı, İran bölgesi başta olmak üzere batıda da özellikle Fatımi devri yapılarında yoğun bir şekilde kullanılmıştır. Samarra alçısıyla yapılan eğri kesimli mihraplar ve Fatımi ile İran mihraplarında kullanılan ajur yöntemi, süsleme sanatı açısından büyük önem taşımaktadır (Renda, 1977, s.312). Anadolu Selçuklu Devri'ne ait alçı mihraplar ise genellikle "kalıplama" ve "oyma" tekniklerini temel alarak farklı bir sanatsal estetiği ortaya koymaktadır (Eskici, 2006, s.62).

Orta Anadolu coğrafyasındaki mihraplar hem biçim hem de bezeme açısından özgün bir Anadolu Selçuklu üslubu geliştirmiştir (Renda, 1977, s.312). Anadolu Selçuklu mihraplarında, köşelik, mukarnas yuvaları, sütunçeler, alınlık, bordürler ve tepelik gibi öğeler, restore edilen yeni mihrapta da görülmektedir. Mihrap, farklı boyutlardaki levhaların yan yana ve üst üste monte edilmesiyle, fayans kaplamalarda olduğu gibi ayrı ayrı kalıplardan çoğaltılan levhalardan oluşmaktadır.

Alâeddin Camisi'nin doğu cephesindeki 150 m2'lik alanda bulunan ilk mihrap hakkında daha önce detaylı bilgiler paylaşılmıştır. Ancak cami içindeki mihrap, yaşanan savaşılar ve benzeri nedenlerle değişikliklere uğramıştır. Günümüzdeki mihrap, caminin ilk inşa edildiği döneme ait değildir (Çetintaş, 2019, s.195).

İlk yapılan minberin durumu ilgili net bir bilgi bulunmamaktadır. Ancak II. Abdülhamit döneminde, mihrabın sökülerek yerine barok mizaçlı ve yarım daire nişe sahip olan, yanlarında ikişer sütunçe üstünde yazı panosu bulunan alçıdan yeni bir mihrap inşa edilmiştir. Yazı panosunda "Şüphesiz mescitler, Allah'ındır halde Allah ile birlikte hiçbir kimseye kulluk etmeyin (Cin Suresi Ayet 18) ve 1311 tarihi yazmaktadır. Mihrap, en üstte bir sıra Akantus yaprağı dizisiyle sona ermektedir. Bu tarihten itibaren mihrabın M.1893/1894 yıllarında ve Sultan II. Abdulhamid Han döneminde yenilendiği anlaşılmaktadır (Erdoğan, 2013,

s.153; Çetintaş, 2019, s.198; VGM, 1983, s.343). Cumhuriyet Dönemi'nde Sultan Alâeddin Camisi, Vakıflar Genel Müdürlüğü tarafından 1956, 1960, 1984, 2008, 2017 yıllarında yenileme çalışmalarına tabi tutulmuştur. Mihrap, arkasına denk gelen kale duvarından kaynaklanan nem nedeniyle zamanla bozulmuştur. Vakıflar Genel Müdürlüğü tarafından 2017-2018 yıllarında başlatılan restore çalışmasında, ilk kalıntılardan elde edilen geometrik desenlere sadık kalınarak alçıdan yeni bir mihrap yapıldığı görülmektedir.

Günümüzde yenilenen mihrap, kalıntılarında yer alan geometrik desenlerin özgün parçalarını temsil etmektedir. Bu parçalarda kullanılan geometrik desenler ve motifler, genel kompozisyon üzerinde Selçuklu mihrap üslubuna uygun bir şekilde düzenlenmiştir. Mihrap bölümündeki stalaktitli niş, iç bölgeden dışa doğru alçı malzeme kullanılarak oluşturulmuştur. En dış bordürde, Arapça olarak “Kelime-i Tevhid” tekrarlı bir şekilde yazılmıştır. İç bordürlerde ise sekiz kollu ve on iki kollu Selçuklu yıldızı geometrik desenleri ile örüntü oluşturacak motifler yer almaktadır. Mihrap kavsara altında sağ ve sol tarafta, orijinal kaide üzerindeki sütunçeler bulunmaktadır. Yeni mihrabın boyutları tavana kadar geldiği için Güney cephesindeki mihrap üstünde yer alan üç pencerenin kapatıldığı görülmektedir.



Görsel 2. Sultan Alâeddin Cami Mihrap.

Mihrap nişi altı bölümünde yer alan on iki kollu Selçuklu yıldızın analiz çizimleri desen çözümlemesi bölümünde detaylı bir şekilde incelenmiştir. Caminin ibadet mahalli olarak adlandırılan harim bölümü, oldukça sade bir yapıya sahiptir. Harim bölümünde, Selçuklu camilerinde sıkça rastlanan ahşap direk sütunlar bulunmamakta; ahşap tavan doğrudan duvarların üzerine oturmaktadır (Erdoğan, 2013, s. 147). Caminin orijinal haline dair kesin bilgilere ulaşılamayan alçıdan yapılmış mihrabı bulunmaktadır. Ahşaptan yapılmış minber günümüzde hâlâ kullanılmaktadır. Yapı küçük olmasına rağmen içinde ahşaptan yapılmış bir kadınlar mahfili bulunmaktadır.

Minber

Minber kelimesi, Arapça kökenli olup “yükseltmek” ve “kaldırmak” anlamına gelen nebr kökünden türetilmiştir. İslam dünyasında, cuma günleri imamların hutbe okumak için kullandıkları merdivenli yüksek kürsüye “Minber” denilmektedir (Oral, 1962, s.51-52).

Minber, yapım dönemi ve günümüze kadar korunabilmiş nadide sanat eserleri arasında öne çıkmaktadır. Orta ölçekte (3.82m x 3.3m) olan bu minber, büyük ölçüde korunarak günümüze ulaşmıştır (Apa Kurtişoğlu, 2015, s.53). Taç, külah ve kaide kısımları dışında diğer bölümleri özgün bir yapıya sahiptir. Ceviz ağacından yapılan minber, Ahi Şerafettin Cami’ndeki gibi taklit künde-kârî tekniği ve bazı yerlerde oyma tekniği kullanılarak süslenmiştir (Bozer, 2007, s.538). Minberin kapı kanatları, günümüze kadar ulaşmış olup taklit künde-kârî içi arabeski beşgenlerle doldurulmuştur. Kapı kemerinin şekli, Ahi Elvan ve Ahi Şerafettin camilerinde olduğu gibi dilimlidir. Taç kısmı ise daha sonraki dönemde yapılmış olup üzerinde kelime-i tevhid yazılı bulunmaktadır.



Görsel 3. Sultan Alâeddin Cami Minber.

Minber giriş üst kısmında bulunan aynalıkta üç satırlık Arapça bir kitabe yer almaktadır. Minberin külah ve âlem bölümlerinde restorasyon çalışması yapılmıştır (Öney, 1971, s.17-18). Minberin yan aynalıkları, hendese ilminin temsilcileri olan poligonal şekillerle bezemeli ve iç kısımları Rumi ve bitkisel motiflerle süslenmiştir. Taklit künde-kârî tekniği kullanılarak oluşturulan bu bezeme, uyumlu ve etkileyici bir kompozisyon sunmaktadır. Köşk kısmının alt bölümünde, Mushaf-ı Şerif, Sakalı Şerif gibi kutsal ve kıymetli eşyaların konulduğu alan, aralarında dört kollu yıldızlar ile örüntü oluşturan çokgenlerle süslenmiştir. Köşk altında ise sekizgen ve yıldız desenleri bulunmaktadır (Görsel 3). Korkuluk kısmında ise sekiz kenarlı yıldız desenleri dikkat çekmektedir (Erdoğan, 2013, s.151).

Minberin çevresi, iki yönde rumi geometri kompozisyonu içeren zemin oyma tekniğiyle işlenmiş, bitkisel bir bordürle sınırlandırılmıştır. Minberin mihrap tarafındaki korkuluğun üzerinde, kıvrım dallı bitkisel zemin üzerinde usta bir kitabe bulunmaktadır (Apa Kurtişoğlu, 2015, s.57). Motif oymalarında ve kapı kitabesi motiflerinde düz satırlı sığ oyma, kitabedeki yuvarlak satırlı sığ oyma, korkuluklarda kafes ve kapı kitabesinde çift katlı rölyef yöntemleriyle büyüleyici bir etki yaratılmıştır. Selçuklu yapılarında, ahşap süsleme sanatı olan Selçuklu Stili adı verilen geometrik kompozisyonlar, büyük bir ustalıklarla kullanılmıştır (Akgül, 1992, s.50).

DESEN ÇÖZÜMLEMESİ

Ankara Sultan Alâeddin Camisi Minber Örnek Desen Çözümlemesi

Ankara Sultan Alâeddin Camisi'ndeki ceviz ağacından yapılmış minber, Ahi Şerafettin Camisi'ndeki örneklerle benzerlik gösterir. Minberin yan aynalıkları, hendese ilminin temsilcileri olan poligonal şekillerle süslenmiş ve iç kısımları Rumi ve bitkisel bezemelerle taklit künde-kârî tekniği kullanılarak etkileyici bir kompozisyon oluşturulmuştur. Köşk bölümünün alt kısmında dört kollu yıldızlarla örüntü oluşturulmuş çokgenler dikkat çekmektedir (Görsel 4).

Minberin yan aynalıklarındaki poligonal şekiller, altıgen, yıldız, çokgen ve baklava dilimi gibi figürleri içermekte, Rumi ve bitkisel motiflerle bezenerek uyumlu bir kompozisyon oluşturulmaktadır. Köşk altında ise sekizgen ve yıldız desenleri özenle işlenmiştir. Bu desenler, Mushaf-ı Şerif, Sakalı Şerif gibi değerli eşyaların konulduğu köşk kısmına estetik bir dokunuş sağlamaktadır.

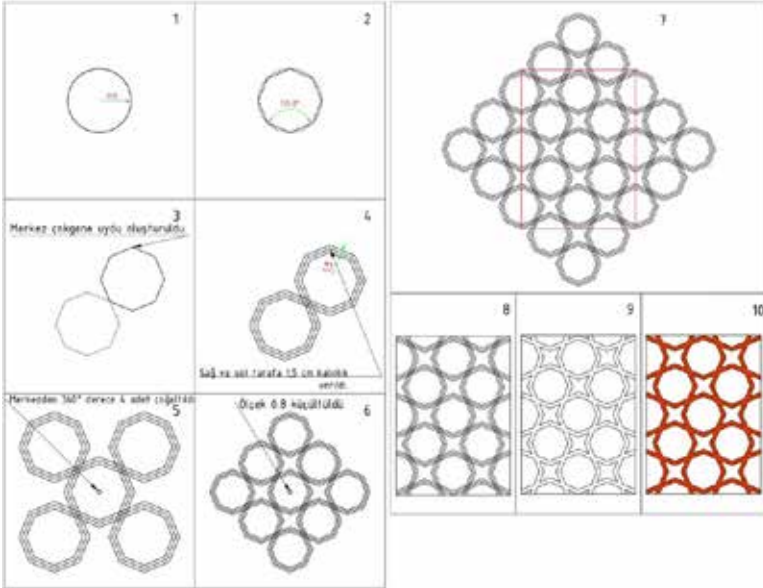
Köşk altında yer alan sekizgen ve yıldız desenleri detaylı bir şekilde incelenmiş, aynı zamanda köşk altındaki desenin 10 aşamada nasıl oluştuğu gösterilmiştir (Görsel 5). Bu aşamalar, daire çizimi ile başlayıp içerisine yerleştirilen

sekizgenin çoğaltılması, kalınlaştırma işlemi ve son olarak kesilme ve silinme adımlarını içermektedir. Elde edilen sekizgen, merkezdeki sekizgene uyacak şekilde kopyalanır. Bu kopyalama işlemi sırasında merkezde ve uydu olarak yer alan sekizgen çizgilerine sağ ve sol taraflarında 1,5 cm'lik bir kalınlık eklenir. Ardından, uydu, merkezdeki sekizgenin 360 derecesini kaplayacak şekilde dört kez çoğaltılır. Çoğaltma işlemi sırasında merkezdeki sekizgenin 90° , -90° , 180° ve -180° bölümlerinde kalan boşluklar da doldurulur. Son olarak, kalınlaştırma aşamasında, kılavuz merkez çizgileri ve birleşim noktaları kesilip temizlenir.

Ankara Sultan Alâeddin Camisi minberinin detaylı desen analizi, Selçuklu dönemi ahşap süsleme sanatının inceliklerini ve zanaatkârlığını ortaya koymaktadır (Devrim, 2022).



Görsel 4. Sultan Alâeddin cami minber köşk altı geometrik desen.

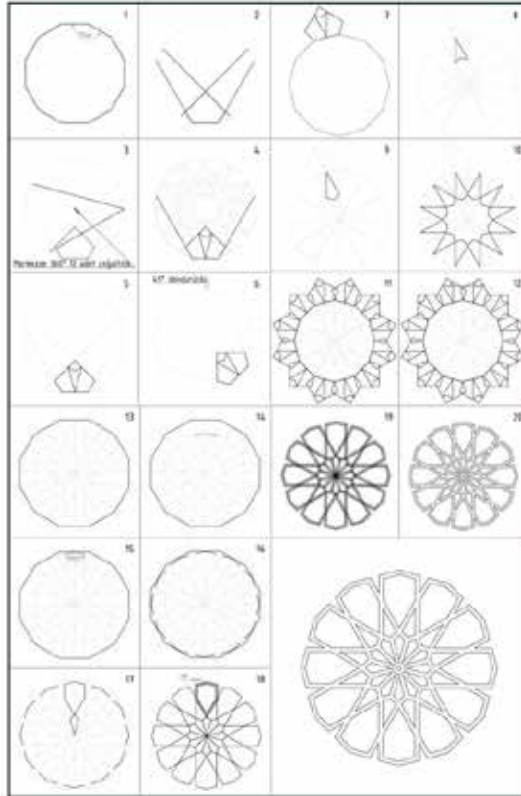


Görsel 5. Sultan Alâeddin cami minber köşk altı geometrik desen analizi.

Ankara Sultan Alâeddin Cami Mihrap Örnek Desen Çözümlemesi

Günümüzde restore edilen mihrap, üzerinde belirgin koyu renkli olan kısımlar aracılığıyla geometrik desenlerin özgün parçalarını ortaya koymaktadır. Bu parçalarda yer alan geometrik desenler ve motifler genel kompozisyon içinde Selçuklu mihrap üslubuna uygun bir şekilde yapılandırılmıştır. Mihrap bölümünde yer alan stalaktitli niş, iç bölümden dışa doğru alçı malzeme kullanılarak oluşturulmuştur. Mihrap nişinin altında bulunan 12 kollu Selçuklu yıldızı deseni detaylı bir çözümleme ile incelenmiştir.

On iki kollu Selçuklu geometrik desenin oluşturulmasına onikigen çizimi ile başlanmıştır. Onikigenin üst sağ ve sol ikinci köşeleri ile beş ve sekizinci köşelerin yanlarına çizgiler eklenmiştir. Aynı şekilde sağ ve sol tarafta üçüncü köşelerden taban köşelerine çizgiler çizilerek iç kısımda düzgün olmayan bir beşgen elde edilmiştir. Düzgün olmayan beşgen içerisindeki kenar çizgileri, merkezde 360° on iki adet çoğaltma işlemi ile tabanı kırık bir üçgen oluşturacak şekilde genişletilmiştir. Çizilen ana sekizgen şekil iç kısımda yer alan diğer şekillerle birlikte 45° (Görsel 6) döndürülmüştür (Devrim, 2022).



Görsel 6. Cami mihrap niş altı geometrik desen analizi.

Düzgün olmayan beşgen, sekizgen şeklin dışına taşınarak iç kısımda yer alan kırık tabanlı üçgenle aynalanmıştır. Merkezde 360° on iki adet çoğaltma işlemi uygulanmıştır. Dış kısımda bulunan düzgün olmayan beşgen de merkezde 360° on iki adet çoğaltma ile genişletilmiştir. Çoğaltılan düzgün olmayan beşgen içerisinde yer alan kırık köşeler birleştirilerek çizgi oluşturulmuş ve merkezden on iki adet çoğaltma ile genişletilmiştir. Analiz basamağında on iki kollu yıldızın üst kısmı için 150° ve alt kısmı için 60° olan bir kol elde edilmiştir. Elde edilen yıldız kolunun merkezde 360° on iki adet çoğaltma işlemi ile genişletilmiştir. Yardımcı çizgiler tamamen silinmiştir. Ana çizgilere iki taraflı kalınlık verilmiş, iç ana çizgiler silinmiştir. Temas noktasında bulunan çizgiler silinerek iç kısımlar boşaltılmış, bu şekilde on iki kollu yıldız deseni elde edilmiştir (Devrim, 2022).

GEOMETRİK DESEN ANALİZ YÖNTEMLERİ

Grid Yöntemi

Altıgen biçimli desenler için genellikle eşkenar üçgenlerden oluşan bir ızgara kullanılırken, kare biçimli desenler için ise genellikle kare ızgara tercih edilmektedir. Ancak bu oluşturulan ızgara üzerinde bazı noktaları referans olarak deseni oluşturmak, her kompozisyon için uygulanabilir bir yöntem olarak görülmemektedir.

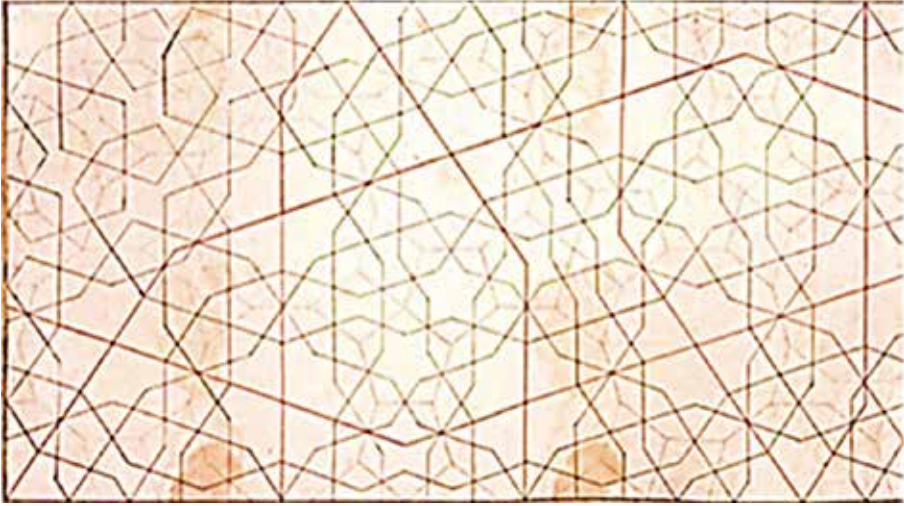
Nokta Birleştirme Yöntemi

Yardımcı çizgiler içerisinden asıl desenin seçilip belirginleştirilerek çıkarılması, her çizginin bir sonraki çizgi için örnek olmasını sağlamaktadır (Sönmez Ekizler ve Doğanay, 2015, s.93). Altıgen desen ve kare desen için nokta birleştirme yöntemi örnekleri görülmektedir.

Poligonal Yöntem

Temas halinde çokgenler (poligonal) tekniği, geometrik desenlerin oluşturulmasında kullanılan yöntemlerden biridir. İki tabakalı bir uygulama söz konusudur. Bu teknikte, desenin alt kısmında yer alan poligonların kenarları, üstte yer alan desenin oluşturulmasına rehberlik etmek amacıyla kullanılır. Jay Bonner'a göre, poligonal yöntem özellikle karmaşık kalıpların üretimi için etkili bir yöntemdir ve özellikle sistematik tasarımlarda tasarımın doğruluğunu sağlama konusunda büyük bir öneme sahiptir (Bonner, 2003, s.1-10). Örneğin, 9 ve 11 kollu yıldızlar, 11 ve 13 kollu yıldızlar, 9, 10, 11 ve 12 kollu yıldızlar gibi çeşitli desenler verilebilir. Bu karmaşık ikili düzlemdeki kalıplar, XII. yüzyılda Fas ve İspanya'da, XIV. ve XV. yüzyılda İran ve Orta Asya'da, Anadolu Selçukluları döneminde Anadolu coğrafyasında üretilmiştir.

Bu kalıpların oluşturulması, yalnızca temas halinde çokgenler (poligonal) tekniği kullanılarak sağlanabilmektedir. J. Bonner, çalışmasında poligonal tekniğin en önemli argümanının geometrik desenlerle ilgili birincil kaynaklardan biri olan Topkapı Sarayı'ndaki tarihi parşömenler olduğunu belirtmektedir. Bu parşömenler, poligonal tekniğin geometrik desenlerin oluşturulmasında nasıl kullanıldığına dair önemli kanıtlar sunmaktadır. Bu kaynakta ikili düzlemde kompleks kompozisyonlar bulunmaktadır (Görsel 8). Topkapı Sarayı'nda bulunan parşömen, poligonal tekniğin en açık göstergesi olarak kabul edilebilir (Sönmez Ekizler ve Doğanay, 2015, s.93; Necipoğlu, 1995, s.300-305).



Görsel 7. Topkapı parşömeninden bir desen ve poligonal tekniğin varlığı.

Poligonal yöntem, son yıllarda önerilen diğer model oluşturma tekniklerine göre büyük bir değere sahiptir. Sanat tarihi perspektifinden bakıldığında, geleneksel tasarımcıların bu sistemi, İslam Dünyası'nda yaygın olarak kullanılan belgelenmiş bir yöntem olarak görmekte ve bu alandaki önemli bir araştırma konusu olmaktadır. Bu teknik, geometrik desenlerin geliştirilmesinde uzun bir geçmişe sahip olup, sanat ve tasarım alanında zengin ve çeşitli kompozisyonların oluşturulmasına olanak sağlamaktadır.

Geleneksel geometrik desenlerin oluşturulmasında en yaygın olarak kullanılan yöntem poligonal tekniktir (Temas halinde çokgenler). Bu teknik, model çizgilerinin türetilebileceği temel bir çokgen matrisi veya alt ızgarayı kullanır. Poligonal teknik hem basit geometrik desenlerin hem de en karmaşık bileşik desenlerin yaratılmasına izin veren tek yöntemdir. Geometrik modelin oluşturulması tamamlandıktan sonra, ilk poligonal alt ızgara atılır. Bu, tarihsel olarak iyi bilinen örneklerden oluşan dört modeli içeren, en yaygın kullanılan

5 katmanlı alt ızgara ile yapılandırılmış bir tasarımıdır. Dar, orta ve geniş açılı desenlerin çizgileri, altta yer alan çokgenlerin kenarlarını orta noktalarından geçer ve bu üç tasarımın her birinin farklı karakteri, bu geçiş deseni çizgilerinin açısındaki değişiklikten kaynaklanmaktadır. Dar açılı desende, geçiş çizgilerinin açısı 36°'dir; geniş açılı desende açı 108°'dir; orta açılı desende ise açı 72°'dir. Bu açısal farklılıklar, geometrik desenlerin estetik özelliklerini ve karakterini belirlemede önemli bir rol oynar. Bu örnekler, poligonal tekniğin esnekliğini ve farklı tasarım sonuçlarını nasıl elde edebileceğini göstermektedir.

Bu genel değerlendirme doğru bir noktaya işaret etmektedir. Poligon sayısının artması, alt ızgara üzerinde daha fazla referans noktası sağlar ve bu da daha karmaşık ve detaylı geometrik desenlerin oluşturulmasına olanak tanır. Bu durum, tasarımın zenginliğini ve karmaşıklığını artırarak daha çeşitli ve estetik açıdan ilginç desenlerin ortaya çıkmasına katkı sağlamaktadır (Bonner, 2017, s.325).

ARTIRILMIŞ GERÇEKLIK

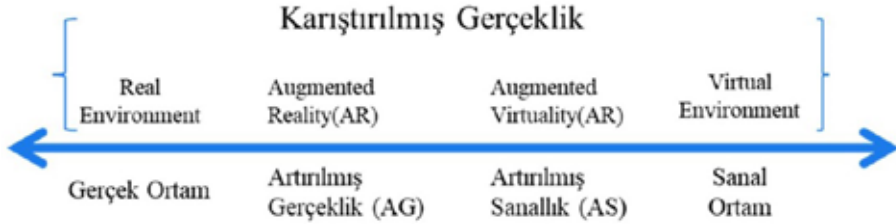
1960'lı yılların sonlarına doğru Morton Heilig tarafından tasarlanan "Sensorama," sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik konseptlerine temel oluşturan bir cihazdır. Bu cihaz, üç boyutlu, geniş görüşlü, sesli, renkli, titreşim özellikleri ve hoş kokular içeren bir deneyim sunmayı amaçlamaktadır (Abdüsselam ve Karal, 2015, s.155). Sensorama, kullanıcıyı etkileyerek, duyuusal deneyimleri zenginleştirmeyi hedeflemiştir.

Sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik teknolojilerinin temelini atan bu çalışma, başa takılan bir ekranı içermekte ve bu ekran, kullanıcının etrafındaki ortamı değiştiren özelliklere sahiptir. 1968 yılında Harvard Üniversitesi'nde bilgisayar bilimi profesörü Ivan Sutherland ve Utah Üniversitesi'nden öğrencisi Bob Sproull tarafından geliştirilen "Demoklesin Kılıcı" isimli cihaz, bu dönemde sanal gerçeklik teknolojisinin ilk örneklerinden biri olarak kabul edilir. "Demoklesin Kılıcı" ismi, tasarımındaki görünüşünden esinlenmiştir. İlk örnek olması nedeniyle cihaz hantal ve ağırdı; aslında "giyilebilir" olması için birinin kafasına asılması gerekiyordu. Ancak zamanla, teknolojinin gelişmesi ve fikrin evrilmesiyle, bugün Google Glass gibi ince ve hafif cihazlar ortaya çıkmıştır. Bu modern cihazlar, normal gözlüklerden daha ince ve hafif olmalarıyla dikkat çekerler (Tabusca, 2014, s.314).

Thomas P. Caudell tarafından 1990'lı yıllarda dijital terminolojiye kazandırılan artırılmış gerçeklik kavramı, yeni bir kavram olarak algılsa da ilgili alanyazında bu konuyla ilgili birçok araştırma çalışmasının yer aldığı gözlemlenmektedir.

Ancak, kavram ve terminoloji bakımından farklılıklar ortaya çıkmaktadır (Erbaş ve Demirer, 2015, s.9). Artırılmış Gerçeklik (AG); gerçek yaşam içerisindeki nesnelerin dijital ortam ürünleriyle bütünleştirildiği bir gerçeklik ortamı olarak tanımlanmaktadır. Bu kavram, gerçek yaşamdaki çevre ve içindeki objelerin bilgisayar tarafından üretilen görüntü, ses, grafik ve küresel konumlama sistemi (GPS) verileriyle çoğaltılarak oluşturulan canlı veya dolaylı fiziksel görünüşü içermektedir (Milgram ve Kishino, 1994, s.11). Artırılmış gerçeklik, bilgisayar tarafından gerçekliğin artırılması ve değişimi anlamına gelmektedir.

Artırılmış gerçeklik (AG), geleneksel sanal gerçeklik teknolojisinin bir türüdür. Bu teknoloji, gerçek dünya objelerinin üzerine eklenen sanal objelerle birleştirilerek kullanıcıya sunulmaktadır. Bu sayede gerçek dünya ile sanal dünya arasında etkileşim sağlanmakta ve kullanıcıya daha zengin bir deneyim sunulmaktadır (Azuma, 1997, s.356). Artırılmış gerçeklik, bilgisayar tarafından oluşturulan görüntülerin, kullanıcının gerçek dünya görünümüyle birleştirilerek sunulduğu bir teknolojidir. Bu sayede kullanıcı, gerçek dünya ile sanal objeler arasında bir etkileşim deneyimi yaşamaktadır (Singh ve diğerleri, 2021, s.14-26). AG teknolojisi, sanal gerçeklik teknolojisinin bulunduğu gerçek yaşam ortamıyla bütünleşik faaliyetler yapılmasını sağlayan bir ortam olarak düşünülebilir. Aynı zamanda güvenlik ve maliyet gibi nedenlerle mümkün olması güç olan durumların tecrübe edilmesi için uygun bir imkân sunmaktadır (Erbaş ve Demirer, 2015, s.9).



Görsel 8. Gerçeklik sanallık süreci.

Artırılmış Gerçeklik (AG), karma gerçekliğin bir parçası olarak görülmektedir (Görsel.9). Bu teknoloji, fiziki bir ortama sanal nesnelerin entegre edilmesi yoluyla gerçek yaşamı desteklemekte ve bu sayede sanal nesneler, gerçek yaşamla bütünleşmiş bir yapı kazanmaktadır (Milgram ve Kishino, 1994, s.11). Artırılmış Gerçeklik (AG) teknolojisi, Sanal Gerçeklik (SG) teknolojisinden esinlenerek geliştirilmiş olup, gerçek yaşam ortamında etkinliklerin gerçekleştirilmesini ve güvenlik, maliyet gibi nedenlerle mümkün olmayan durumları tecrübe etme imkânı sunarak, kullanıcılara interaktif bir ortam sağlamaktadır (Erbaş ve Demirer, 2015, s.9).

Artırılmış gerçeklik teknolojisinin üç temel bileşeni bulunmaktadır (Azuma, 1997, s.357):

1-Sanal ve Gerçek Yaşam Ortamının Bileşimi:

Artırılmış gerçeklik, sanal dünyanın ve gerçek dünyanın birleştirilerek entegre edilmesini içerir. Bu, sanal nesnelerin gerçek yaşam ortamında doğal bir şekilde varmış gibi algılanmasını sağlar.

2-Yaşadığımız Dünya ile Etkileşim Sağlaması:

Artırılmış gerçeklik teknolojisi, kullanıcının gerçek dünyayla etkileşim kurmasını sağlar. Bu etkileşim genellikle kullanıcının çevresindeki nesnelerle veya bilgilerle doğrudan etkileşimde bulunma şeklinde gerçekleşir.

3-Üç Boyutlu Gerçek ve Sanal Ortamların Oluşturulması:

Artırılmış gerçeklik, üç boyutlu gerçek ve sanal ortamların oluşturulmasını içerir. Bu, sanal nesnelerin derinlik algısıyla gerçek dünya objeleriyle bir araya getirilmesini sağlar. Artırılmış gerçeklik uygulamalarının çeşitli sektörlerde yaygın olarak kullanıldığı gözlemlenmektedir. Bu sektörler arasında sinema, alışveriş, pazarlama, emlak, turizm, sanat, eğitim, inşaat, sağlık, spor, oyun ve askeriye gibi alanlar bulunmaktadır (Boz, 2019, s.7-47). Artırılmış gerçeklik (AG) ortamının oluşturulmasında sıkça kullanılan yöntemlerden biri, videoların arka planlarının kaldırılmasını sağlayan yeşil perde (chroma key) platform efektidir. Bu teknik, özellikle hava durumu yayınlarında sıkça gözlemlenen bir uygulamadır. Hava durumu sunucusu, mavi veya yeşil renkte bir perde önünde dururken, arka planda konuyla ilgili bir görsel veya bilgi ekranı bulunur (Etwinning, 2024).

Artırılmış gerçeklik (AG), oluşturulan mekânlarda sadece alışlageldik bir video izleme deneyimini aşarak, ortamda gerçek canlılar ve objelerin varmış gibi görünmesini sağlar. Artırılmış gerçeklik (AG), kullanıcıların istedikleri konularla etkileşimde bulunmalarını ve kameralar aracılığıyla gerçekleştirilen işlevsel deneyimlere katılmalarını mümkün kılar. Bu teknoloji, yaşadığımız gerçek ortamlarda dijital resimler, sesler ve videoların çoğaltılmasına olanak tanıyarak, sahada faaliyet gösteren öğretmenler için etkili ve etkin bir eğitim aracı olarak kullanılabilir (Taşkıran ve diğerleri, 2015, s.6).

Artırılmış gerçeklik uygulamaları dört farklı çevre biriminin birleşimine ihtiyaç duymaktadır. Bu birimlerin ilkinin kamera oluşturmakta, ikincisini bilgisayar alt yapısı, üçüncüsünü bir işaretleyici ve dördüncüsünü yaşadığımız gerçek yaşam oluşturmaktadır. Artırılmış gerçeklik (AG) dört farklı birimin, 3B olarak gerçek yaşamda konumlandırılması olarak görülmektedir (Çakal ve Eymirli, 2012, s.1-10).

GEOMETRİK DESEN ANALİZİ İÇİN ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK TABANLI MOBİL UYGULAMA

Mobil Uygulamanın Oluşturulma Aşamaları

Bu bölümde, Sultan Alâeddin Camisi'nde yer alan mihrap ve minber üzerindeki poligonal teknikte oluşturulmuş geometrik desenler, artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanılarak mobil uygulamaya dönüştürülmüştür. Artırılmış gerçeklik tabanlı mobil uygulamanın tasarım aşamaları şematik olarak özetlenmiştir (Görsel. 9).



Görsel 9. Mobil uygulama tasarım aşamaları.

Referans Belirleme ve Video İçeriğinin Hazırlanması

Arttırılmış gerçeklik uygulamalarında genellikle karekod teknolojisi işaretleyici olarak kullanılmaktadır. Ancak, bu yöntem görsel açıdan kullanıcıya içerik hakkında net bir ön izlenim verememekte ve temsil ettiği içeriği açıkça ifade edememektedir. Bu çalışmada, bu olumsuzluğu gidermek ve kullanıcıya metin içerisindeki akıştan kopmadan daha zengin bir deneyim sunmak temel amaçlardan birisidir. Her bir geometrik desene ait temsili bir fotoğraf, işaretleyici olarak seçilmiş ve mobil uygulama içerisinde geometrik desenlerin konumlandırılacağı yerleri belirlemek için kullanılmıştır. Mobil uygulama içerisinde Camide yer alan her bir bölüm ayrı sahneler oluşturularak kullanıcının istediği cami içerisindeki geometrik desene kolayca ulaşabilmesi sağlanmış, bu sayede uygulama içerisindeki karmaşıklığın önüne geçilmiştir. Mihrap ve minber örneklerine ait görseller, poligonal teknik kullanılarak yapılan geometrik desen analizleri temel alınarak Microsoft video düzenleyici aracılığıyla videolaştırılmıştır. Oluşturulan bu videolar, mobil uygulama içinde kullanıma hazır hale getirilmiştir ve işaretçilerle ilişkilendirilmiştir.

Mobil uygulamanın çalışma prensibi aşağıdaki şekilde planlanmıştır: Uygulama, Android tabanlı bir cihazla uyumlu olarak geliştirilecektir. Mobil uygulama, Android tabanlı bir cep telefonu veya tablete yüklendikten sonra ilgili bölüme erişilerek cihazın kamerası aktif hale getirilecektir. Kamerası açılan ekran üzerinde, işaretleyici olarak seçilen fotoğraf görseli gösterilecek ve bu görselle eşleşen geometrik desen analiz videosu ortaya çıkacaktır. Video, işaretleyicinin

bulunduğu konuma bağlı olarak kamera bakış açısına entegre edilecek ve gerçek ortamda görüntülenecektir (Devrim, 2022).

Unity3D Programı ve Vuforia Eklentisi Kurulumu

Mobil uygulama geliştirme sürecinde, dijital içerik oluşturmak için çeşitli programlara ihtiyaç duyulmaktadır. Birçok artırılmış gerçeklik platformu arasında yapılan incelemeler sonucunda, Unity3D'nin en yaygın platformlardan biri olduğu tespit edilmiştir. Unity3D, güçlü bir oyun motoru olup, geliştiricilere program kodu yazma esnekliği sunan önemli bir avantaja sahiptir. Diğer oyun motorlarından farklı olarak Unity Programı, grafik ve kodun birlikte çalışmasına olanak tanır. Bu çalışma mantığı, geliştiricilere esneklik sağlayarak geliştirme süreçlerini kısaltmaktadır. Son senelerde, Unity Programı, mobil oyunların yaklaşık yarısını ve artırılmış gerçeklik ile sanal gerçeklik içeriğinin yüzde 60'ını oluşturmak için yaygın bir şekilde tercih edilmiştir (Kim ve diğerleri, 2014, s.21-26). Unity3D programı, kişisel kullanımlar için resmî web sitesi üzerinden ücretsiz olarak temin edilebilmektedir. Bu çalışmada, Unity3D programının 2020.3.38f1 sürümü indirilmiş ve bilgisayara başarıyla yüklenmiştir.

UnityHUB arayüzü üzerinden yeni bir proje dosyası oluşturulmuştur, adı "Geometrik Desen" olarak belirlenmiştir. Oluşturulan bu proje dosyası, 3D arayüzle uyumlu bir şekilde yapılandırılmıştır. Vuforia, kameranın yönlendirildiği konumda bulunan işaretçiyi algılayarak, Unity3D içinde yerleştirdiğimiz nesnelerin o noktaya konumlandırılmasını sağlayan bir yazılımdır. Vuforia eklentisini kullanabilmek için resmî web sitesi üzerinden bir kullanıcı hesabı oluşturulmuş ve oturum açma işlemi gerçekleştirilmiştir. Vuforia'yı Unity3d'ye bütünleşme elde etmek için SDK kurulum dosyasına ihtiyaç bulunmaktadır. Bu SDK dosyasına web sitesi üzerindeki download sekmesinden ulaşılmış, Unity uyumlu sürüm seçilerek indirmiştir. Daha sonra indirilen bu dosyanın Unity3d yazılımı içerisine kurulumu gerçekleştirilmiştir. Unity3D ortamında tasarım esnasında herhangi bir aşamada oluşturduğumuz projemizin içerisine Vuforia SDK dosyasını eklemek için Asset>Import Package>Custom Package yolu izlenmiş ve indirdiğimiz sdk dosyası seçilerek projemize uygulanmıştır (Devrim, 2022).

İşaretçilerin Vuforia Arayüzüne Aktarılması

Kamera açıldığında tanımlanan nesne işaretçidir ve fiziksel bir karşılığa sahip olmalıdır. Basitçe ifade etmek gerekirse, kameramız bir işareti algılar ve tanır, ardından ekranda bu işarete atanmış bir nesne görüntülenir. Bu nesne bir fotoğraf veya üç boyutlu bir nesne olabilir. İşaretçi tanımlamaları, Vuforia'nın resmî web sitesindeki geliştirici menüsüne girilerek Target Manager içinde gerçekleştirilir. "geometrikdesen" adı verilen bir veri tabanı oluşturulmuş ve

bu dosya içerisinde, Alâeddin cami minber ve mihrap desen örneği için birer adet olmak üzere toplam iki adet işaretçi eklenmiştir.

İstenilen fotoğrafların kullanılacağı işaretçi olarak, görüntü çözünürlükleri ve kameranın takibi için oluşturdukları takip noktalarının sayısı, artırılmış gerçeklik deneyiminde kamera ile işaretçi arasındaki bağlantının güçlü ve sürekli olmasını sağlamak açısından son derece kritiktir. Çalışmamızda, özellikle düşük çözünürlükte ve sınırlı takip nokta sayısına sahip işaretçilerin seçilmesi dikkat çekmektedir. Bu seçim, benzer uygulamalarda sıkça karşılaşılan kopma sorununu vurgulamak ve bu soruna çözüm önerilerini tartışmak amacıyla taşımaktadır. Rating bölümünde, işaretçi olarak seçilen görsellerin kamera takibi için uygunluğu bir derecelendirme ile sıralanmaktadır. Üç yıldız ve üzeri rating değerine sahip olan görsellerin takip noktaları belirgin olduğundan, kamera hareketleri sırasında kopma durumu neredeyse hiç yaşanmamaktadır.

Vuforia arayüzünde işaretçi olarak tanımlanan görsellerin Unity3D içine aktarılması için, “develop” menüsü altındaki “target manager” sekmesinde ekranın sağ tarafında yer alan “Download Database (All)” butonuna tıklanmıştır. Ardından gelen popup ekranında, Unity Editor kısmı seçilerek download işlemi gerçekleştirilmiştir. İndirilen işaretçi dosyası, Unity3D projenize eklenmek üzere, program arayüzünde üst menüde bulunan “Assets > Import > New Assets” dosya yolunu izleyerek eklenmiştir. Aktarım işlemi tamamlandıktan sonra, işaretçilere video tanımlamaları eklenerek Unity3D proje dosyası kullanıma hazır hale getirilmiştir (Devrim, 2022).

Unity3D Programında Mobil Uygulamanın Yapılması

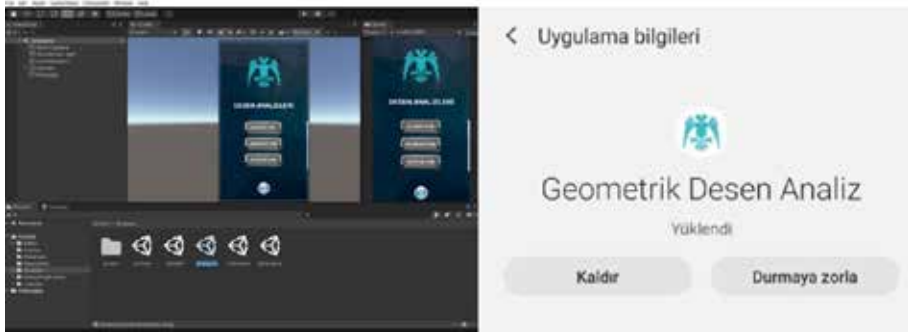
Unity3D oyun motorunu kullanarak, artırılmış gerçeklik mobil uygulamasını oluşturmak amacıyla önceden hazırlanan geometrik desenlere ait videolar ve program arayüzünde kullanılacak işaretçiler entegre edilmiştir. Bu entegrasyon sayesinde, kullanımı kolay bir mobil uygulama arayüzü oluşturulmuş ve uygulamaya “Geometrik Desen Analiz” adı verilmiştir. Mobil uygulamanın yükleme işlemi sonrasında cep telefonu ayarlar menüsü içinde uygulama bilgisi bölümü oluşmaktadır (Görsel 10).

Uygulamanın geniş kullanıcı kitlesine hitap etmesi nedeniyle, mobil uygulama yalnızca Android işletim sistemine uyumlu olacak şekilde oluşturulmuştur. Unity3D program arayüzünde, bu uyumluluğu belirtmek amacıyla “File -> Build Settings” yolunu izleyerek Android’i seçmiş ve ardından “Switch Platform” butonuna tıklanarak proje Android platforma çevrilmiştir. Gerekli oynatıcı (player) ayarları da yapıldıktan sonra, uygulama Android platformuyla tam uyumlu hale getirilmiştir.

Ekranın sol bölgesindeki Hierarchy (hiyerarşi) penceresine sağ tıklanarak “Vuforia -> ARCamera” seçeneği seçilmiş ve bu öge projeye eklenmiştir. Mevcut olarak gelen “Main Camera” objesine ihtiyaç olmadığından dolayı, hiyerarşi penceresinde bulunan bu obje silinmiştir.

Sahne ayarı ve ışıklandırma düzenlemeleri, artırılmış gerçeklik kamerasının modellemeleri etkili bir şekilde algılayabilmesini sağlamak için yapılmıştır. Mobil uygulamanın cep telefonu ekranında tam boyutta görünebilmesi için, uygulamanın aktarılacağı cep telefonunun ekran çözünürlüğüne uygun (1440 x 2560 piksel) bir canvas oluşturulmuştur. Oluşturulan bu canvas, tüm sahnelerde kullanılarak ekran boyutları için sabit bir en-boy oranı sağlanmıştır (Devrim, 2022).

Başlangıç sahnesinde, uygulama hakkında genel bilgilerin verildiği basit bir arayüz tasarlanmıştır. Bu arayüzde, yerleştirilen başlat butonu sayesinde ana sayfaya geçiş sağlanmaktadır. Ana sayfa sahnesinde, örnek olarak seçilmiş ve desen analizleri yapılmış cami bölümlerine ek olarak, sonradan cami ismi ve bölümlerinin eklenmesine olanak sağlayacak şekilde boş butonlardan oluşan kayar bir menü tasarlanmıştır. Her bir butona tıklanarak AG kamerası yardımıyla cep telefonu kamerası aktifleştirilmiştir. Cep telefonu kamerası, işaretçi olarak belirlenen desene odaklandığında, ilgili geometrik desene ait desenin analiz videosu cep telefonu ekranında görülmektedir (Devrim, 2022).



Görsel 10. Ana sayfa sahnesi genel görünümü.

Sahne geçişlerinin düzgün bir şekilde gerçekleşebilmesi için, Visual Studio ortamında C# programlama dili kullanılarak Unity3D'ye entegre edilmiş kodlar oluşturulmuştur. Kodlama işlemi tamamlandıktan sonra, Unity3D arayüzünde test edilen uygulama dosyası sorunsuz bir şekilde çalışmıştır. Test işlemi başarıyla tamamlandıktan sonra, kullanıma hazır hale getirilen uygulama dosyası, APK oluşturulma aşamasıyla Android tabanlı cep telefonlarına yüklenebilir bir mobil uygulamaya dönüştürülmüştür (Devrim, 2024).

Mobil Uygulamanın APK Dosyasının Oluşturulması

Mobil uygulamaya yönelik kurulum dosyası, istenilen herhangi bir platforma uygun şekilde oluşturulabilir. Android Paket Kiti (APK), mobil uygulamaların Android işletim sistemi üzerinde dağıtımı ve kurulumu için kullanılan paket dosyası formatıdır. Bu çalışmada, uygulama sadece Android işletim sistemine uyumlu olacak şekilde tasarlanmıştır.

Oluşturulan sahneleri, Build Settings ekranında bulunan “Scene in Build” kısmına sürükleyerek eklemeniz gerekmektedir. Bu işlem, sahnelerin mobil uygulamaya entegre edilmesini ve sahnelerin uygulama içerisindeki görüntülenme sıralamasını belirler. Bu nedenle oluşturulan sahnelerin, proje ayar sekmesinden sisteme tanıtılması büyük önem taşımaktadır (Devrim, 2022).

Uygulamanın dışa aktarımı için öncelikle File (dosya) menüsünden Build Settings (çıkış ayarları) parametreleri belirlenmelidir. Build Settings penceresinde iki seçenek bulunmaktadır: Build (Oluştur) ve Build and Run (Oluştur ve Çalıştır). Her iki seçenek de etkinleştirildiğinde, çıktı paketleri (APK ve OBB dosyaları, varsa) belirlenen yola kaydedilir. Bu paketleri daha sonra Google Play Store’da yayınlatabilir veya Android Debug Bridge (ADB) aracılığıyla manuel olarak cihaza yüklenebilmektedir (Devrim, 2022).



Görsel 11. Uygulamanın yüklenmiş hali.

Uygulamayı build ederek APK dosyası olarak çıktı almadan önce yapılması gereken bir diğer önemli adım, player settings kontrolüdür. Bu bölümde,

mobil uygulamanıza bir isim belirleyebilir, cep telefonu ekranında görünecek uygulamaya bir logo ekleyebilir, oynatma ekranının boyutları ve ekranın yatay mı yoksa dikey mi kullanılacağı gibi birçok farklı ayarı düzenleyebilirsiniz.

APK dosyasını çalışma kapsamında Google Drive üzerinde saklamayı ve paylaşmayı düşünüldüğü için, mobil uygulama bilgisayarımıza çıktı alınmış ve cep telefonunuza manuel olarak yükleme tercih edilmiştir. Cep telefonu ana sayfasında uygulamanın başarıyla yüklenmiş hali görülmektedir (Görsel 11). Google Drive üzerinde depolanan APK ve işaretçi dosyaları sayesinde, internet bağlantısı olan her yerden bu dosyalara erişim sağlanabilir (Devrim, 2024).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Selçuklu dönemi mimarisinin belirleyici özellikleri ve kültürel değeri, geometrik desenlerin bu mimari tarzın önemli bir parçası olduğu ve Selçuklu sanatının temel unsurlarından biri olarak kabul edildiği vurgulanmaktadır. Anadolu Selçuklu mimarisinin özgün örneklerinden biri olan Ankara Sultan Alâeddin Cami'nin minber ve mihrabında yoğun olarak yer alan geometrik desenlerden örneklemeler üzerinde Auto-CAD programı ile çözümlemeler gerçekleştirilmiş, çözümlemeler Artırılmış Gerçeklik teknolojisi mobil uygulama tasarımı yapılarak son kullanıcıları erişimine açılmıştır. Tarihi eserlerde yer alan geometrik desenlerin anlaşılmasını ve değerlendirilmesini kolaylaştıracak Artırılmış Gerçeklik (AG) mobil uygulamaları tasarımlarının geliştirilmesine katkıda bulunmak çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

Literatür taraması, geometrik desenlerin analizi, Artırılmış gerçeklik (AG) teknolojisinin kullanımı ve mobil uygulama tasarımı içermektedir. Çalışmanın yöntemi olarak Poligonal Çizim yöntemi benimsenerek detaylı geometrik desen analizi ve bu desenlerin Artırılmış gerçeklik (AG) Mobil uygulaması üzerinden görselleştirilmesini içermektedir. Artırılmış gerçeklik (AG) teknolojisi, tarihi eserlerin görselleştirilmesinde kullanmanın yeni ve yenilikçi bir yolunu sunmaktadır. Uygulama, Artırılmış Gerçeklik teknolojisinin, tarihi eserlerin anlaşılmasını ve değerini artırma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Bu yöntemlerin bir araya gelmesi, tarihi eserlerin modern teknolojiyle nasıl daha iyi anlaşılacağı ve tanıtılacağı konusunda önemli bir kılavuz niteliği oluşturmaktadır.

Artırılmış gerçeklik (AG) uygulaması hala geliştirme aşamasındadır, daha fazla kullanıcı testi ve geri bildirimine ihtiyaç duyulmaktadır. Uygulama, Türkçe ve İngilizce gibi birden fazla dilde kullanılabilir hale getirilmelidir. Uygulama, caminin tarihi ve geometrik desenleri hakkında daha fazla bilgi içeren ek metin ve görsellerle zenginleştirilmesi uygulamayı daha etkili hale getirecektir.

Görsel tasarım, mimarlık ve sanat tarihi disiplinleriyle teknolojinin entegrasyonunun, kültürel mirasımızın gelecek nesillere aktarılmasında önemli bir rol oynayabileceğini vurgulamaktadır. Sonuç olarak, Sultan Alâeddin Cami üzerine yapılan bu araştırma, Artırılmış Gerçeklik teknolojisinin kültürel miras alanında uygulanabilirliğini kanıtlamakta ve bu alandaki gelecek çalışmalar için bir temel oluşturmaktadır. Selçuklu sanatı ve mimarisinin dijital dönüşümü alanındaki bilimsel literatüre önemli bir katkı sunmaktadır.

Gelecekte, benzer çalışmaların farklı tarihi eserler üzerinde uygulanarak bu alandaki araştırmaların genişletilmesi önem arz etmektedir. Bu tür çalışmaların, tarihi eserlerin kültürel mirasımızın korunması ve anlaşılması açısından büyük önem taşıdığına inanılmaktadır.

KAYNAKÇA

- Abdüsselam, M. S., & Karal, H. (2015). Artırılmış gerçeklik. Eğitim Teknolojileri Okumaları El Kitabı (pp. 150-174). Ankara.
- Akgül, K. Ö. (1992). Ankara Arslanhane ve Ankara Alaeddin Cami Minber Süslemeleri (Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi).
- Apa Kurtişoğlu, G. (2015). Anadolu Selçuklu Dönemi Ahşap Minberleri. Konya: Selçuklu Belediyesi Yayınları.
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 6(4), 355–385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- Bektaşoğlu, M. (2009). Anadolu'da Türk İslam Sanatı. Ankara: Diyanet İşleri Başkanlığı Yayınları.
- Bonner, J. (2003). Three traditions of self-similarity in fourteenth and fifteenth century Islamic geometric ornament. ISAMA The International Society of the Arts, Mathematics, and Architecture. <https://archive.bridgesmathart.org/2003/bridges2003-1.pdf>
- Bonner, J. (2017). Islamic geometric patterns: Their historical development and traditional methods of construction. New York: Springer.
- Boz, M. S. (2019). Eğitimde artırılmış gerçeklik uygulamalarının değerlendirilmesi. Milli Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü, 7-47. http://yegitek.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2020_03/26132150_egitimdeartirilmisgerceklikuygulamalarinindegerlendirilmesi.pdf
- Bozer, R. (2007). Ahşap Sanatı, Anadolu Selçukluları ve Beylikler Dönemi Uygarlığı II. Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları.
- Çakal, M. A., & Eymirli, E. B. (2012). Artırılmış gerçeklik teknolojisi. Kuzeydoğu Kalkınma Ajansı, 1-10.
- Çetintaş, Ö. (2019). Ankara Alaeddin Cami kitabelerinin hat sanatı yönünden incelenmesi. Güzel Sanatlar Enstitüsü Dergisi, 193-199. <https://doi.org/10.32547/ataunigsed.598225>
- Devrim, Ö. (2022). Mimari eserlerin geometrik süslemelerinin analizi: Ankara ili Anadolu Selçuklu dönemi artırılmış gerçeklik uygulama örneği (Yüksek lisans tezi). Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Devrim, Ö. (2024). Sanat ve tasarım eğitiminde AR teknolojisi: Tarihi yapılarda geometrik desen incelemesi. In G. Meral & B. Keskin (Eds.), Tasarım, Teknoloji ve Sürdürülebilirlik Üzerine Akademik Yaklaşımlar (pp. 118-156). Serüven Yayınevi.

Ekizler Sönmez, S. (2017). Mimar Sinan Camileri ve İslam Sanatında Geometrik Desenler. İstanbul: Klasik Yayınları.

Erbaş, Ç., & Demirer, V. (2015). Eğitimde artırılmış gerçeklik uygulamaları: Google Glass örneği. *Journal of Instructional Technologies and Teacher Education*, 3(2), 8-16.

Erdoğan, A. (2013). Ankara Kalesi ve Alaaddin Cami. Ankara: Ankara Büyükşehir Belediye Başkanlığı Yayınları.

Ersay Yüksel, A., & Çam, N. (2012). Ankara Muhyiddin Mesud (Alâeddin) Cami'nin ilk şekli ve Türk mimarisindeki yeri. *Vakıflar Dergisi*, 2(38), 9-43.

Ersay Yüksel, A. (2016). Ankara cami ve mescitlerinde "Ankara üslubu." *Tarih ve Gelecek Dergisi*, 2(1), 160-161. <http://dx.doi.org/10.21551/jhf.v2i1.5000180332>

Eskici, B. (2001). Ankara Mihrapları. Ankara: T.C. Kültür Bakanlığı Yayınları.

Eskici, B. (2006). Anadolu Selçuklu ve Beylikler dönemlerinde alçı mihraplar. *Sanat Tarihi Dergisi*, 15, 57-75.

Gordlevskiy, V. A. (1988). Anadolu Selçuklu Devleti. Ankara: Onur Yayınları.

İşçen, İ. Y. (2019). Cumhuriyet Öncesi Ankara'da Cami ve Mescitler. Ankara: Cadde Anafartalar Kuyumcuları Yayınları.

Kim, S. L., Suk, H., Kang, H., Jung, J. M., Laine, T., & Westlin, J. (2014). Using Unity 3D to facilitate mobile augmented reality game development. In *IEEE World Forum on Internet of Things (WF-IoT)* (pp. 21-26). Seoul, Korea (South). <https://doi.org/10.1109/WF-IoT.2014.6803110>

Konyalı, İ. H. (1978). Ankara Camileri. Ankara: Vakıflar Genel Müdürlüğü Yayınları.

Kurttap, H. (2015). Ankara'daki Selçuklu ve Osmanlı Dönemi Camilerinin Süslemelerinin İncelenmesi (Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi).

Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, 77(12), 1-15.

Mülayim, S. (1982). Anadolu Türk Mimarisinde Geometrik Süslemeler: Selçuklu Çağı. Ankara: Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları.

Necipoğlu, G. (1995). *The Topkapı Scroll: Geometry and Ornament in Islamic Architecture*. Getty Center.

Oral, M. Z. (1962). Anadolu'da sanat değeri olan ahşap minberler, kitabeleri ve tarihçeleri. *Vakıflar Dergisi*, 5, 23-77.

Öney, G. (1971). Ankara'da Türk Devri Yapıları. Ankara: Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Yayınları.

Renda, G. (1977). Anadolu'daki mihrapların dili. ODTÜ Mimarlık Fakültesi Dergisi, 311-315.

Singh, D., Banerjee, A., & Nath, I. (2021). Artırılmış gerçeklik ve sanal gerçekliğin eğitimde uygulanması. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-4222-4.CH005>

Sönmez Ekizler, S., & Doğanay, A. (2015). Mimar Sinan camilerinde kare ve altıgen kurgulu geometrik desenler ve analiz yöntemleri (Şehzade, Süleymaniye ve Selimiye camileri örneği). Sanat Tarihi Dergisi, 10, 87-108.

Tabusca, A. (2014). Augmented reality – need, opportunity or fashion. Romanian Economic Business Review, 8(2), 314.

Taşkıran, A., Koral, E., & Bozkurt, A. (2015, February). Artırılmış gerçeklik uygulamasının yabancı dil öğretiminde kullanılması. XVII. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri, 1-6.

Vakıflar Genel Müdürlüğü. (1983). Alaeddin Cami. Türkiye'de Vakıf Abideler ve Eski Eserler. Ankara: Vakıflar Genel Müdürlüğü Yayınları.

GÖRSEL KAYNAKLAR

Görsel 1. Sultan Alâeddin Cami (Devrim, 2022).

Görsel 2. Sultan Alâeddin Cami Mihrap (Devrim, 2022).

Görsel 3. Sultan Alâeddin Cami Minber (Devrim, 2022).

Görsel 4. Sultan Alâeddin cami minber köşk altı geometrik desen (Devrim, 2022).

Görsel 5. Sultan Alâeddin cami minber köşk altı geometrik desen analizi (Devrim, 2022).

Görsel 6. Cami mihrap niş altı geometrik desen analizi (Devrim, 2022).

Görsel 7. Topkapı parşömeninden bir desen ve poligonal tekniğin varlığı, (Necipoğlu, 1995).

Görsel 8. Gerçeklik sanallık süreci, (Milgram ve Kishino, 1994).

Görsel 9. Mobil uygulama tasarım aşamaları (Devrim, 2022).

Görsel 10. Ana sayfa sahnesi genel görünümü (Devrim, 2022).

Görsel 11. Uygulamanın yüklenmiş hali (Devrim, 2022).