



# KAYSERİ ÜNİVERSİTESİ

## Sosyal Bilimler Dergisi

### KAYSERİ UNIVERSITY JOURNAL OF SOCIAL SCIENCES

Makale Türü	Derleme Makalesi	Yıl	2023	ss.	158-168
Gönderi Tarihi	12.10.2023	Cilt	5	DOI	10.51177/kayusosder.1374880
Kabul Tarihi	25.12.2023	Sayı	2		
Online Yayın Tarihi	29.12.2023	Ay	Aralık		

#### Dijital ikiz teknolojisinin turizm sektöründe kullanım alanları ve etkileri\*<sup>Δ</sup>

#### Areas of use and effects of digital twin technology in the tourism sector

Şükran KARACA<sup>1</sup>  
 Esra ÖZKAN ÖNEM<sup>2</sup>

#### Öz

Dijital teknoloji deneyiminin kullanılmaya başlanmasıyla birlikte turizm sektörü hızla gelişmiş ve turistlerin seyahat deneyimleri daha interaktif ve kişiselleştirilmiş hale gelmiştir. Akıllı turizmin temel bileşenlerinden biri, fiziksel yerlerin, ürünlerin ve süreçlerin dijital kopyaları olan dijital ikizlerin kullanılmasıdır. Turizm alanında dijital ikiz, gezginlere daha kişiselleştirilmiş ve etkileşimli bir deneyim sağlamak için giderek daha fazla kullanılmaktadır. Bu teknoloji; destinasyon farkındalığı, konumlandırma, markalaşma, planlama, koordinasyon, altyapı ve afet yönetimi de dahil olmak üzere çeşitli amaçlar için kullanılmak üzere kentsel çevrenin kapsamlı bir görünümünü sağlayabilmektedir. Dolayısıyla dijital ikizler hem şehirlere hem de turizm endüstrisindeki işletmelere fayda sağlamaktadır. Bu bağlamda çalışmanın amacı, turizmde dijital ikiz teknolojisinin teorik bir çerçevesini ortaya koymaktır. Bu çerçeve, turizm endüstrisinde dijital ikiz teknolojisinin potansiyel uygulama alanlarını anlamak ve gelecekteki araştırmalara rehberlik etmek için kullanılabilecek bir temel sağlamaktadır. Çalışma kapsamında öncelikle, turizm ve dijital ikiz teknolojisi alanlarındaki güncel literatür taranmıştır. Literatür taraması sonucunda, turizmde dijital ikiz teknolojisinin temel kavramları ve bu kavramlar arasındaki ilişkiler analiz edilmiştir. Böylece dijital ikiz teknolojisinin turizmdeki evrimini, avantajlarını ve potansiyel zorluklarını anlamak mümkün olabilmektedir. Elde edilen bulgular temelinde, turizmde dijital ikiz teknolojisinin kullanımına yönelik teorik bir çerçeve oluşturulmuştur. Bu çerçeve, dijital ikizlerin turist deneyimleri üzerindeki potansiyel etkilerini ve turizm endüstrisindeki genel etkileşimleri kapsayan bir yapı sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Dijital ikiz, dijital teknolojiler, akıllı turizm, sanal turizm.

#### Abstract

With the introduction of digital technology experience, the tourism industry has developed rapidly and tourists' travel experiences have become more interactive and personalized. A key component of smart tourism is

<sup>Δ</sup> Yazarlar bu çalışmanın tüm süreçlerinin araştırma ve yayın etiğine uygun olduğunu, etik kurallara ve bilimsel atf gösterme ilkelerine uyduğunu beyan etmiştir. Aksi bir durumda Kayseri Üniversitesi KAYÜSOSDER Dergisi sorumlu değildir.

\*Bu makale etik kurul izni gerektirmeyen araştırmalardandır.

<sup>1</sup>Doç. Dr., Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Turizm Fakültesi Turizm İşletmeciliği Bölümü, sukrankaraca@gmail.com

<sup>2</sup>Öğretim Görevlisi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Turizm Fakültesi Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, eozkanonem@cumhuriyet.edu.tr

the use of digital twins, which are digital copies of physical places, products and processes. In the field of tourism, the digital twin is increasingly used to provide travelers with a more personalized and interactive experience. This technology; It can provide a comprehensive view of the urban environment to be used for a variety of purposes including destination awareness, positioning, branding, planning, coordination, infrastructure and disaster management. Therefore, digital twins benefit both cities and businesses in the tourism industry. In this context, the aim of the study is to reveal a theoretical framework of digital twin technology in tourism. This framework provides a foundation that can be used to understand the potential applications of digital twin technology in the tourism industry and guide future research. Within the scope of the study, firstly, the current literature in the fields of tourism and digital twin technology was scanned. As a result of the literature review, the basic concepts of digital twin technology in tourism and the relationships between these concepts were analyzed. Thus, it has been possible to understand the evolution, advantages and potential challenges of digital twin technology in tourism. Based on the findings, a theoretical framework for the use of digital twin technology in tourism was created. This framework provides a structure that covers the potential impacts of digital twins on tourist experiences and general interactions in the tourism industry.

**Keywords:** Digital twin, digital technologies, smart tourism, virtual tourism.

## 1. Giriş

NASA'nın eşleme teknolojisinin ortaya çıkardığı dijital ikiz kavramı, ilk kez 2002'de Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi kitabının yazarı Dr. Michael Grieves tarafından tanımlanmıştır (cobuilder.com, 2023). Dijital ikiz, fiziksel varlıkların dijital kopyaları olarak nitelendirilen bir yapıya sahiptir ve bu teknoloji, verilerin fiziksel dünyadan sanal dünyaya sorunsuz bir şekilde aktarılmasını sağlamaktadır (El Saddik, 2018, s. 87). Dijital ikiz teknolojisi, herhangi bir nesnenin, cihazın veya hizmetin dijital bir kopyasının yaratılması sürecidir. Bu süreç, akıllı sensörler veya Nesnelerin İnterneti (IoT) sensörleri tarafından toplanan gerçek zamanlı verilerin dijital ikize iletilmesiyle başlamaktadır. Dijital ikiz, bu verileri analiz edip çeşitli çıkış bilgilerini sağlayarak potansiyel sonuçları hızla ortaya koyabilmektedir. Bu yöntem, üretime geçilmeden önce olası sorunları tespit etmek ve maliyet kayıplarını önlemek açısından büyük avantajlar sunmaktadır. Elde edilen dijital ikiz çıktıları ve analizleri, gerçek zamanlı olarak güncellendiğinden sensörlerin çektiği fiziksel ortam verileri değiştiğinde, analiz sonuçları ve elde edilen bilgiler dinamik bir şekilde yeni duruma adapte olmaktadır (elektrikport.com, 2019).

Dijital ikiz, önceleri somut endüstriyel ürünler için benimsenen bir kavramdır ve sonrasında her türlü ürün ve hizmete yayılmıştır. Bu, yalnızca cansız varlıklara yapılan uygulamaları değil aynı zamanda insanların biyolojik koşullarına yönelik uygulamaları da içermektedir (Grieves, 2023, s. 99). Dijital ikiz teknolojisi, başlangıçta özellikle üretim sektöründe yaygın olarak kullanılırken günümüzde eğitim, sağlık, akıllı şehir gibi sektörlerde de yeni potansiyel uygulama alanlarında görülmeye başlamıştır (Mashaly, 2021, s. 301).

Sosyal bilimlerde nispeten yeni bir fikir olmasına rağmen, dijital ikiz teknolojisi aynı zamanda turizm ve konaklama sektörünün rekabet avantajı elde etmesi için oyunun kurallarını değiştiren bir fırsat sunmakta ve değerli kaynaklarının uzun vadeli uygulanabilirliğine yardımcı olmaktadır (Shubenkova vd., 2018, s. 3564). Akıllı turizmin gelişimini desteklemek için dijital ikizlerin kullanımı turizm endüstrisinin rekabet gücünü artırmak amacıyla yeni fırsatlar sunmaktadır. Şu anda dijital ikiz teknolojisi, verilerin sensörler kullanılarak toplandığı ve daha sonra bazı web veya mobil uygulamalar aracılığıyla tasvir edildiği, aynı zamanda yapay zeka tarafından bir analizin tamamlandığı siber-fiziksel bir sistemdir (Litavniece vd., 2022, s. 540).

Bu teknoloji sürdürülebilirlik açısından tehdit altında olan kültürel mirasın dijital ikizlerinin yaratılmasını mümkün kılmaktadır. Oluşturulan bu dijital ikizler NFT (Non Fungible Token) aracılığıyla kayıt altına alınıp oyunlaştırılmış metaverse evreninde seyahat ve geziler için kullanılabilir. Bu yaklaşım, kültürel mirasın dünya genelinde erişilebilir olmasını ve aynı zamanda yüksek düzeyde bilinirlik elde ederken korunmasını sağlamaktadır. Metaverse içerisinde yer alan oyunlaştırma unsurları, kültürel miras öğelerini ziyaret deneyimini daha çekici ve unutulmaz hale getirerek katkı sağlamaktadır (Çalık, 2022). Dijital ikizlerin özelliklerinin tam anlamıyla kullanılması sayesinde, işletmelerin

operasyonel etkinlikleri artarken ekolojik denge üzerinde zararlı bir etkiye sahip olan ve önemli ölçüde tehlike yaratma riski oluşturan genel karbon ayak izi ile ilgili sorunları en aza indirmeye hatta bu durumu tamamen ortadan kaldırmaya yardımcı olabilir. Bu bağlamda çalışmanın amacı turizmde dijital ikiz teknolojisinin kullanımına yönelik bir teorik çerçeve oluşturarak, bu teknolojinin sektördeki potansiyel etkilerini anlamak ve gelecekteki araştırmalara rehberlik etmektir. Bu bağlamda araştırma sorusu "turizmde dijital ikiz teknolojisinin uygulanması, turist deneyimlerini nasıl etkiler ve turizm endüstrisine nasıl katkı sağlar?" şeklindedir. Bu soruyla bağlantılı olarak "Dijital ikiz teknolojisi, turistik destinasyonlardaki etkileşimli deneyimleri nasıl güçlendirir?" ve "Bu teknolojinin turizm sektöründeki işletmelere sağladığı avantajlar nelerdir?" gibi sorulara da yanıt bulmak istenmektedir.

## **2. Dijital ikiz teknolojisi**

Dijital ikiz kavramı, 1993 yılında David Gelernter'in "Mirror Worlds" adlı kitabında gerçekliğin bir kısmını temsil eden yazılım modellerinin olasılığına dair yazılarıyla başlamıştır. Ancak, NASA gibi kuruluşlar daha önce uzay araçlarının karmaşık simülasyonlarını kullanarak benzer bir yaklaşımı benimsemiştir (Neethirajan & Kemp, 2021, s. 3). Örneğin, 1970 yılında Apollo 13'ün uzaya gönderilmesi esnasında meydana gelen beklenmedik bir oksijen tankı patlaması, uzay aracının ana motorlarına zarar vermiş ve uzay aracını yörüngesinden dakikada yaklaşık 400 mil uzaklaştırmıştır. Bu olaya ek olarak, mürettebatın oksijen kaynağının yavaşça uzaya sızması gibi faktörler de durumu daha da zorlaştırmıştır. Ancak, görev ekibi hızla hasar gören uzay aracının gerçek dünya koşullarını yansıtabilecek şekilde birkaç yüksek kaliteli simülatörle değiştirilmesini sağlamış ve astronotların güvenli bir şekilde dünyaya dönmesine yardımcı olacak doğru adımları seçmelerine katkıda bulunmuştur (Zhuang vd., 2021, s. 4). Bu olay, dijital ikizin gerçek dünyadaki ilk uygulamalarından biri olarak kabul edilebilir. "Dijital ikiz" terimi, ilk kez 2002 yılında NASA'dan John Vickers tarafından kullanılmıştır. Bu dönemde, araştırma profesörü Dr. Michael Grieves, imalat sektöründe ürün yaşam döngüsü yönetimini (PLM) geliştirmek amacıyla dijital ikiz kavramını Vickers ile birlikte adapte etmek için çalışmıştır. Başlangıçta bu yaklaşım "PLM için Kavramsal İdeal" olarak adlandırılmıştır, ancak bu aşamada bile dijital ikizlerin temel özelliklerine odaklanılmıştır (Mazumder vd., 2023, s. 12). Grieves, makalesinde gerçek ve sanal alanlar arasındaki farkları açıklayarak bu varlıklar arasındaki veri ve bilgi alışverişinin birbirini yansıtmayı gerektiğini vurgulamıştır. 2003 yılından bu yana dijital ikizlere olan ilgi hızla artmıştır. Gartner, hiper otomasyonu 2020'nin bir numaralı stratejik teknoloji trendi olarak kabul ederken, dijital ikizlerin de hiper otomasyonun önemli bir parçasını oluşturduğunu belirtmiştir. Dijital Vadeli İşlemler ve Endüstri 4.0 paradigması gibi girişimler, dijital ikizlere olan ilginin artmasında etkili olmuştur. Ayrıca, Nesnelerin İnterneti (IoT), büyük veri ve gerçek zamanlı sensörler gibi teknolojilerdeki önemli gelişmeler, dijital ikizlerin yaygınlaşmasını hızlandırmıştır (Ferko vd., 2022, s. 50336; Lee vd., 2013, s. 152; Neethirajan & Kemp, 2021, s. 6). İmalat sektöründe, endüstriyel ekipmanlar üzerinde gerçek zamanlı izleme ve veri toplama sağlayan IoT cihazları kullanılarak dijital ikizler oluşturulabilmektedir. Bu sayede üretim süreçleri daha verimli hale getirilerek bakım ihtiyaçları önceden tahmin edilebilmektedir. Yine tarım sektöründe, toprak nem düzeyi, hava durumu ve bitki sağlığı gibi faktörleri izleyen sensörler aracılığıyla dijital ikizler oluşturulabilmektedir. Bu ikizler, çiftçilere daha iyi kararlar alabilmeleri için gerçek zamanlı bilgiler sağlamada kullanılmaktadır. Akıllı bina sistemlerinde de enerji tüketimini optimize etmek ve bina performansını artırmak amacıyla IoT sensörleri ve dijital ikizlerden yararlanılmaktadır. Bu, enerji tasarrufu ve sürdürülebilirlik açısından önemli faydalar sağlamaktadır. Trafik yönetimi, enerji kullanımı, atık yönetimi gibi alanlarda IoT sensörleri ve büyük veri analizi kullanarak şehirlerin dijital ikizleri oluşturulabilmektedir. Bu sayede şehir planlaması daha etkili hale gelmekte ve yaşam kalitesinin artırılması mümkün olabilmektedir.

## **3. Dijital ikiz teknolojisi ve turizm sektörü**

Teknolojinin turizme entegrasyonu, sanal gerçeklik(VR), artırılmış gerçeklik(AR) ve self servis teknolojilerine dayalı nispeten yeni bir turizm türünü doğurmuştur (Zheng vd., 2021, s. 1533). Dijital turizm, sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklikte gerçek zamanlı turizme neredeyse benzer bir deneyim

sunmaktadır. Sanal gerçeklik, dünyanın her yerindeki turistlere fayda sağlamıştır. Örneğin, sanal gerçeklik turistleri, dünya çapında görülecek çeşitli destinasyonları bu teknoloji sayesinde ziyaret etmişlerdir (Chung vd., 2015, s. 592). Müzelerde ve turizmle ilgili uygulamalarda sanal gerçekliğin kullanılması turistlerin bakış açılarını iyileştirmelerine yardımcı olmaktadır (Kim & Hall, 2019, s. 238). Turizmde dijital ikizler özellikle ziyaretçi deneyimi, kültürel miras ve sürdürülebilir turizm alanında kullanılmaktadır. Bu kapsamda konuya ilişkin bilgiler aşağıda verilmiştir:

### *3.1. Dijital ikiz ve ziyaretçi deneyimi*

Sürekli gelişen dijital dünyada, dijital ikizler kentsel turizmi ve ziyaretçi deneyimini anlamının bir sonraki adımıdır. Şehirler, dijital ikizleri kullanarak ziyaretçi deneyimine ilişkin değerli bilgileri kazanmakta ve kentsel turizm deneyimini nasıl geliştirecekleri konusunda bilinçli kararlar almalarına yardımcı olmaktadır. Aynı zamanda şehirler, ziyaretçi akışını izleyerek yaya trafiğinin yoğun olduğu alanları belirlemekte ve hangi turistik mekânların ve olanakların en fazla ilgiyi çektiğini belirleyebilmektedir. Ek olarak, dijital ikizler turist ziyaretlerinin süresini izleyerek hangi deneyimlerin en fazla değer sunduğuna dair içgörü sağlamaktadır. Ziyaretçilere daha kişiselleştirilmiş bir deneyim sunmak için dijital ikizler kullanılmaktadır. Dijital ikizler, bir şehrin altyapısından veri toplayıp analiz ederek, her bir ziyaretçiye özel olarak özelleştirilmiş deneyimler yaratabilir. Örneğin dijital ikizler, ziyaretçinin ilgi alanlarına göre ilgi çekici yerler ve aktiviteler önerebilir, şehrin olanakları hakkında ayrıntılı bilgi sağlayabilir ve hatta restoran ve oteller için kişiselleştirilmiş öneriler sunabilir (Frackiewicz, 2023). Dijital ikizler, ziyaretçilere rehberlik edebilir. Örneğin, tarihi bir şehirde gezinirken, ziyaretçilere şehrin geçmişi hakkında anında bilgi sunabilirler. Aynı zamanda ziyaretçilerin sorularını yanıtlayabilir ve derinlemesine bilgi sağlayabilirler. Tüm bu özellikleriyle dijital ikiz teknolojisi turistlere benzersiz ve kişiselleştirilmiş bir deneyim yaşama imkânı sağlayabilecektir.

### *3.2. Dijital ikiz ve kültürel miras turizmi*

Kültürel miras için dijital ikiz çalışmaları henüz başlangıç aşamasındadır. Avrupa Komisyonu'nun Horizon 2020'de işaret ettiği gibi, günümüzde kültürel mirasın dijitalleştirilmesi esas olarak bireysel nesnelerin, koleksiyonların veya alanların görsel görünümünü yakalamaya odaklanmaktadır (Horizon, 2020). Varlıkları incelemek ve yalnızca görsel ve yapısal bilgileri değil, aynı zamanda öyküleri ve deneyimleri (dil verileri aracılığıyla) kültürel ve sosyo-tarihsel bağlarıyla birlikte yakalayıp yeniden yaratmak için kültürel mirasın dijitalleştirilmesine ilişkin bütüncül bir anlayış oluşturmaya gerçek anlamda bir ihtiyaç vardır. Literatürde bu konu ile ilgili yapılan çalışmalar mevcuttur. Qin ve Zhang (2018) somut kültürel mirasın dijital gelişiminde dijital ikiz teknolojisinin çalışma mekanizmasını ve hedeflerini önermişlerdir. Amelio ve Zarri (2019), belirli bilgiyi temsil etmek için bir Anlatısal Bilgi Temsili Dilini incelemişler ve kültürel mirasın tarihsel, sosyal ve kültürel geçmişini açıklığa kavuşturmak için çıkarımsal bir bakış açısı öne sürmüşlerdir. Jouan ve Hallot'un (2020) çalışmasında, kültürel miras öğelerinin dijital kopyalarının oluşturulması için miras yapı bilgi modellemesinin kullanılması gerekliliği vurgulanmıştır. Dezen-Kempton ve diğerleri (2020) ise dijital ikiz kavramını kültürel miras yapı bilgilerinin yönetimi için bir araç olarak benimsemiş ve özellikle artırılmış gerçeklikle sunum üzerine odaklanmıştır. Bu bağlamda, tarihi yapı bilgilerini ayrıntılı bir şekilde içeren gerçekçi bir H-BIM (Historical Building Information Modeling) modeli, dijital ikiz olarak kullanılmıştır. Geliştirilen bu dijital ikiz, oyun motoru aracılığıyla artırılmış gerçeklikle entegre edilerek kullanıcılara tablet ve cep telefonları üzerinden erişim imkânı sunmaktadır. Bu sayede, kullanıcılar tarihi yapıların harita üzerinde bağlamsal verilerini görebilme, deneyimleme ve tarihi yapılar hakkındaki bilgileri keşfetme fırsatına sahip olabilmektedirler (Denzen-Kempton vd., 2020, s. 186). Zhuang vd. (2021) sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik ve gerçek ortamın değişiminin sunumu için dijital ikize dayalı bir bilgi tasarımı önermişlerdir. Gabellone (2022), somut bir kültürel miras alanına çevrimiçi sanal bir ziyaret ve kültürel mirasla ilgili bağlamsal bilgiyi dijital ikiz kullanarak ve kültürel miras yönetimine yeni bir bakış açısı kazandırarak açıklamak için canlı rehberli bir tur yöntemi önermişlerdir. Bu tür teknolojiler, kültürel miras bilincinin geliştirilmesi, yaygınlaştırılması, yorumlanması ve anlaşılmasında bilgi çağına uygun bir sunum aracı olarak hizmet etmektedir. Dolayısıyla, kültürel miras farkındalığını artırmada son derece etkili bir rol oynamaktadır (Karadallı & Levi, 2023, s. 134).

Aynı zamanda şehirlerin kültürel miras cazibe merkezleri etrafındaki olağan sorunları ve yüksek turist akışlarını yönetme gereksinimlerine çözüm olarak dijital ikizler kullanılabilir. Veri toplama, yapay zeka, analitik ve sanal temsilleri entegre eden bir dijital ikiz kullanarak, kültürel mirası izleyen ve yöneten şehirleri desteklemek için yenilikçi yollar ortaya çıkabilir. İnsan akışları, hareketlilik ve ulaşım, çevre, enerji, sosyal medya, şehir modelleme, altyapı, bina modeli ve sosyal medya izleme ve diğer verilerden yararlanır. Böylece tahminler ve analizler yapmak için entegre bir ortam yaratılır, analizler için zaman ve maliyet azaltılır ve başka türlü mümkün olmayacak ayrıntılı görünüm sağlanır. Dolayısıyla kararları ve politikaları desteklemek için mükemmel bir araçtır.

Eski hikayeleri, kültürel mirasın akıllı ziyaretleriyle sürükleyici ve katılımcı sanal ortamlar sayesinde dijital platformlara dönüştürmek mümkündür. Başlangıç noktası, iletilen içeriğin anlaşılma düzeyine ilişkin bir değerlendirme alma olasılığıyla birlikte sanal ziyareti daha kolektif, daha etkileşimli ve daha katılımcı hale getirmektir. Nihai hedef, bu sanal senaryoları, her birinin dijital ikizler perspektifinde kullanılabilen diğer 3 boyutlu modellerle bağlanabileceği bir nesnelere interneti sistemine entegre etmektir. Bu 3B senaryolar, fiziksel karşılıkları, çevresel izleme, enerji tüketimi, koruma durumu ile ilgili bilgiler verebilir. Aynı zamanda bu modelleri engelli ziyaretçilerle ilgili boşluğu doldurmak için veya uzaktan ziyaret aracı olarak etkin bir şekilde kullanılabilir (Gabellone, 2022, s. 2).

### *3.3. Dijital ikiz ve sürdürülebilir turizm*

Kültürel mirasın gelecek kuşaklara aktarımında doğa olayları, aşırı turizm, yetersiz bakım ve vandalizm gibi nedenlerle bir takım aksamlar yaşanmaktadır. Kültürel mirasın korunmasına yönelik artan ihtiyaç, dijital teknolojilerin kültürel mirasa uygulanmasında önemli gelişmelere yol açmıştır. Marra vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada, kültürel miras öğelerinin dijital ikizleri aracılığıyla yapılan araştırma, teşhis, koruma ve izleme süreçlerinde yeni dijital araçlardan yararlanılabilme potansiyelini vurgulanmaktadır. Dijital ikiz teknolojisi, kültürel miras alanlarının dijital bir kopyasını oluşturarak, yapısal ve yapısal olmayan bileşenlerin hassas bir şekilde izlenmesini sağlayabilmektedir. Bu teknoloji, gerçek zamanlı veri toplama, araştırma, teşhis ve koruma süreçlerine önemli katkılarda bulunabilir. Klein vd. (2017) çalışmalarında, kültürel miras alanlarının korunması için mikro iklim koşulları, gürültü kirliliği, aydınlatma durumu, hava kalitesi, hava akışı, katılım ve insanlar gibi çeşitli değişkenlere odaklanarak temel kontrol stratejilerini belirtmişlerdir. Dijital ortamlar, kültürel miras alanlarının çeşitli değişkenlerini sürekli olarak izleyerek ve kaydederek, önleyici koruma stratejilerini güçlendirebilir. Miras alanlarına yönelik artan tehditler dikkate alındığında, fiziksel faktörlerin somut özelliklerin bütünlüğünü etkileyebileceği gerçeği, dijital ortamların koruma stratejilerinde önemini daha da göstermektedir. Dijital ortamlar, bu faktörleri analiz ederek kültürel miras varlıklarının ve çevrelerinin etkileşimlerini anlamak ve koruma stratejilerini daha etkili bir şekilde geliştirmek için önemli veriler sağlayabilmektedir (Mesas-Carrascosa vd., 2016, s. 2). Moraitou vd. (2018) ise, sensörler tarafından sağlanan verilerin uzun vadeli depolanması ve farklı aşamalarda toplanan bilgilerle karşılaştırılmasıyla kültürel miras varlıkları ve çevreleri arasındaki etkileşimlerin daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunabilecek bir perspektife odaklanmışlardır. Bu bağlamda veri analizi, kültürel mirasın korunması ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi için kapsamlı bir anlayış geliştirilmesine yardımcı olabilir. Bu sayede, dijital teknolojiler sadece kültürel mirasın korunmasında değil, aynı zamanda etkileşimlerin anlaşılmasında da önemli bir rol oynamaktadır denilebilir.

Son zamanlarda turizm destinasyonları ile ilgili olarak üzerinde durulan ve turizmin sürdürülebilirliğini olumsuz etkileyen konulardan biri de aşırı turizm kavramıdır. Turistlerin ziyaret edilen destinasyonlara yoğun bir şekilde gelmesi hem çevreyi hem de o destinasyonlarda yaşayan halkı olumsuz bir şekilde etkilemektedir (Karaca & Akın, 2023, s. 825). Bu etkiler, turistik destinasyonlardaki tarihsel ve merkezi alanlarda ortaya çıkan trafik ve park sorunları, yerel halkın turistlerin davranışlarından kaynaklanan kızgınlığı, yaşam maliyetinin artması, ziyaretçi memnuniyetsizliği, maddi ve manevi kültürel miras unsurlarının aşınması gibi faktörlerdir. Bu olumsuz etkiler, aynı zamanda turistler için de hoşnutsuzluk yaratmaktadır. Örneğin, müzeye giriş sırasında uzun süre beklemek, toplu taşıma araçlarını kullanmakta zorluk yaşamak, yöresel ürünlere yüksek ücretler ödemek gibi durumlar turistlerin seyahat deneyimlerini olumsuz etkileyebilmektedir. (Aylan & Aylan, 2020, s.

413). Dijital ikizler, büyük veri analitiği kullanarak ziyaretçi hareketlerini analiz edebilir ve gelecekteki ziyaretçi akışını tahmin edebilir. Bu, turistik destinasyonların aşırı turizmle başa çıkma stratejilerini daha etkili bir şekilde planlamalarına yardımcı olabilecek önemli bilgiler sağlayacaktır. Dijital ikizler, kültürel mirası dijital olarak kaydederek koruma altına alabilir. Sanal müzeler, dijital turlar ve interaktif deneyimler aracılığıyla kültürel mirası koruma altına almak ve paylaşmak, fiziksel ziyaretçi sayısını azaltabilir. Dijital ikizler, turistik destinasyonların mevcut kapasitesini ve ziyaretçi yoğunluğunu simüle ederek planlama süreçlerine rehberlik edebilir. Bu sayede varış yerleri, ziyaretçi akışını yönetebilir ve aşırı turizmin neden olduğu sorunlar önceden tahmin edilebilir. Akıllı haritalar ve rehberlik sistemleri aracılığıyla ziyaretçilere en iyi güzergahları ve turistik noktaları gösterebilir, böylece turistlerin daha homojen bir şekilde dağılmasına yardımcı olabilir. Dijital ikizler, turistik yerleri sanal ortamlarda oluşturarak, ziyaretçilere önceden dijital bir tur deneyimi sunabilir. Bu, fiziksel ziyaretçi akışını azaltabilir ve sanal deneyimleri gerçek ziyaret öncesinde yaşayan turistlerin sayısını artırabilir. Dijital ikiz teknolojisi, turistik destinasyonların sürdürülebilir turizm uygulamalarını benimsemelerine ve aşırı turizmin olumsuz etkilerini minimize etmelerine yardımcı olabilir. Bu stratejiler, turistik destinasyonların sürdürülebilir bir turizm modeli oluşturmalarına katkı sağlayabilecektir.

#### **4. Sonuç, tartışma ve öneriler**

Turizmde dijital ikiz fikri henüz tam olarak netleşmemiştir. Dijital ikizler, fiziksel bir alan veya ortam hakkında öngörü ve analiz sağlamak için gerçek zamanlı verileri kullanan sanal modellerdir (Frackiewicz, 2023). Belki de dijital ikizin en yaygın konsepti sanal turizmle ilgilidir (Litavniece vd., 2023, s. 539). Dijital ikizi iletişimsel konularda etkili kılmamanın önemli koşulu, gerçek bir ziyaret sırasında elde edilen duyguya benzer bir duyguyu sanal ortamda ziyaretçiye sunabilmektir. Bu nedenle doğru bir 3B modele sahip olmak gerekmektedir (Gabellone, 2022, s. 3). Sanal gerçeklik, yapay zeka ve robotların kullanımı, sanal müzelerin tasarımına, üretimine, işletimine ve evrimine entegre edilmelidir. Örneğin, evrişimli sinir ağları, üç boyutlu modellerin yeniden yapılandırılması, varlık sınıflandırması ve kataloglama, veri alma ve eşleştirme ile öğrenme kaynakları ziyaretçi desteği için kullanılabilir. Chatbot'lar, ziyaretçilerle iletişimi otomatikleştirebilir ve öğrenme etkinliklerini destekleyebilir. Robotlar, çeşitli kapasitelerde müze rehberleri olarak hizmet verebilir ve ziyaretçilerle etkileşime girerek soruları yanıtlayabilir ve hikayeler anlatabilir (Luther vd., 2022, s. 28).

Dijital ikiz kavramı, kültürel miras ve turizm alanında yalnızca son yıllarda sistematik bir uygulama alanı bulmuştur. Bunun nedeni; müzelerin, galerilerin, sergilerin ve kütüphanelerin çok çeşitli olması ve bunların farklı yönelimleri ve ziyaretçilere sundukları hizmetler nedeniyle, çok farklı dijital ikizlerin üretilmesi ve işletilmesi gerekliliğidir. Bu nedenle, uluslararası kabul görmüş formatlara dayalı, veri ve meta verilerle ilgili üretken bir yaklaşıma ihtiyaç vardır. Böyle bir yaklaşımla, dijital ikizler sayesinde örneğin akıllı telefonlar, fotogrametrik yöntemler veya hazır şablonlar kullanılabilir (Luther vd., 2023, s. 23). Eski dijital senaryoları, kültürel mirasın akıllı ziyaretleriyle sürükleyici ve katılımcı sanal ortamlarda, olanak sağlayan platformlarda dönüştürmek mümkündür. Başlangıç noktası, iletilen içeriğin anlaşılma düzeyine ilişkin bir değerlendirme alma olasılığıyla birlikte sanal ziyareti daha kolektif, daha etkileşimli ve daha katılımcı hale getirmektir. Gelişmiş veri tabanları, dijital ikiz ve benzeri uygulamaların kullanımıyla, mirasın takip edilmesi, yönetilmesi, belgelenmesi ve geniş bir izleyici kitlesi için uzaktan erişilebilir hale getirilmesi amacıyla etkili bir yönetim sistemi kurulmalıdır. (Gabellone, 2022, s. 4).

Özellikle, savaşlar, doğal afetler ve uygunsuz kullanım nedeniyle dünyanın kültürel mirasına yönelik artan tehdit, tüm koleksiyonların dijital mülkiyet haklarına saygı duyularak ve ilgili tüm grupların işbirliği ile tek tip norm ve standartlara göre dijitalleştirilmesini ve sunulmasını gerektirmektedir. Miras 4.0, projeler ve yayınlar açısından nispeten küçük bir alan olsa da sanat müzelerinden tarihi binaların açık hava sergilerine veya sanayileşmenin başlangıcından itibaren teknik donanım kadar müze türlerinin ve sergileme biçimlerinin çeşitliliği, sergilerin ve süreçlerin yeniden yapılandırılması, dijitalleştirilmesi ve uygulanması için ilgili disiplinlerden uzmanların işbirliğini gerekli kılmaktadır (Luther vd., 2023, s. 23).

Bu bilgiler doğrultusunda aşağıdaki öneriler sunulabilir:

- Turizm endüstrisinde dijital ikiz teknolojisinin potansiyelini anlamak için sektördeki profesyonellere yönelik eğitim programları düzenlenmelidir. Turizm işletmecileri ve yöneticileri, dijital ikizlerin nasıl kullanılacağına dair bilgi sahibi olmalıdır.
- Turizm sektörü, dijital ikiz teknolojisi alanındaki araştırma ve geliştirmelere yatırım yapmalıdır. Üniversiteler, araştırma kuruluşları ve özel sektör işbirlikleriyle bu alandaki projeler desteklenmeli ve teşvik edilmelidir.
- Kültürel mirasın dijitalleştirilmesi sürecinde, yerel toplulukların ve uzmanların görüşleri ve değerleri önemsenmelidir. Mirasın dijital ikizlerle temsil edilmesi sırasında, kültürel ve tarihi doğruluğa büyük hassasiyet gösterilmelidir.
- Dijital ikizlerin kullanımıyla ilgili projeler geliştirirken, turist deneyimini ön planda tutmak önemlidir. Ziyaretçilere etkileşimli, bilgilendirici ve eğlenceli deneyimler sunan uygulamalar geliştirilmelidir.
- Kültürel mirasın korunması ve turizm deneyiminin iyileştirilmesi için dijital ikizler daha kapsamlı bir şekilde kullanılabilir. Dijital ikiz teknolojisi, müzelerden tarihi alanlara kadar çeşitli turistik destinasyonlara entegre edilmelidir.
- Kültürel mirasın dijitalleştirilmesi için standartlar ve normlar belirlenmesi önemlidir. Farklı müze türleri ve sergileme biçimleri için ortak bir dil oluşturulmalıdır. Dijitalleştirme süreçlerinde kullanılacak standart formatlar ve veri yönetimi protokolleri uzmanlar tarafından belirlenmelidir.
- Sanal turizm deneyimlerinin etkileyici olabilmesi için dijital ikizlerin kullanımında insan-makine etkileşimini geliştirmeye yönelik çalışmalar yapılmalıdır. Sanal ortamlarda duyu benzeri deneyimleri artırmak için daha etkili 3B modeller ve gerçekçi etkileşimler üzerinde odaklanılmalıdır.
- Dijital mirasın dijital ikizler aracılığıyla korunması, güvenlik ve veri koruma önlemleriyle desteklenmelidir.
- Dijital ikizlerin kültürel mirası koruma çabalarına uzun vadeli bir planlama ve sürdürülebilir bir şekilde nasıl entegre edilebileceğine dair stratejiler geliştirilmelidir.

Bu çalışma, turizm sektöründe dijital ikiz teknolojisinin etkilerine ilişkin teorik bir bilgi sunmaktadır. Gelecekte dijital ikiz teknolojiyle ilgili olarak sosyal bilimlerin diğer alanlarında ve turizm sektörünün diğer yönlerini de ele alacak şekilde teorik ve ampirik çalışmalar yapılabilir.

## **5. Araştırmanın etik yönü**

Bu çalışma, "Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi"ne tam uygunluk sağlanarak hazırlanmıştır ve yönergenin ikinci bölümü olan "Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler" başlığı altında belirtilen herhangi bir ihlal gerçekleştirilmemiştir.

Bu araştırmanın etik kurul izni gerektirmeyen bir araştırma olduğunu beyan ederiz.

## **6. Çıkar çatışması beyanı**

Çalışmanın tüm yazarları bu çalışmada, sonuçları veya yorumları etkileyebilecek herhangi bir maddi veya diğer asli çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Karaca, Ş. & Özkan Önem, E., (2023). *Dijital ikiz teknolojisinin turizm sektöründe kullanım alanları ve etkileri.*

## 7. Katkı oranı

Birinci yazarın makaleye %60, ikinci yazarın %40 oranında katkı sağladığını beyan ederiz.

## KAYNAKÇA

- Amelio, A. & Zarri, G.P. (2019). Conceptual encoding and advanced management of Leonardo da Vinci's Mona Lisa: preliminary results. *Information*, 10(10), 321. <https://doi.org/10.3390/info10100321>
- Aylan, S., & Aylan, F. K. (2020). Sosyal medyada “overtourism” etiketi ile yapılan paylaşımların incelenmesi: Twitter örneği, *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, Special Issue 4, 411-422.
- Chung, N., Han, H., & Joun, Y. (2015). Tourists' intention to visit a destination: The role of augmented reality (AR) application for a heritage site. *Computers in Human Behavior*, 50, 588–599. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.02.068>
- Cobuilder. (2023). The ‘digital twin’ a bridge between the physical and the digital world, <https://cobuilder.com/en/the-digital-twin-a-bridge-between-the-physical-and-the-digital-world/>
- Çalık, A. (2022, 12 Şubat). *Gamfed Türkiye akademik makale ekibi sunar: NFT ile kültürel miras sürdürülebilir mi? Metaverse ve oyunlaştırmaya uzanan bir bakış açısı.* <https://www.oyunlastirma.co/makale/%EF%BF%BCgamfed-turkiye-akademik-makale-ekibi-sunar-nft-ile-kulturel-miras-surdurulebilir-mi-metaverse-ve-oyunlastirmaya-uzanan-bir-bakis-acisi/>
- Dezen-Kempton, E., Mezencio, D. L., Miranda, E. D. M., De Sã, D. P. & Dias, U. (2020, 5-6 August). Towards a digital twin for heritage interpretation—from HBIM to AR visualization, Proceedings of the re: anthropocene, design in the age of humans [Bildiri sunumu tam metin]. Proceedings of the 25th International Conference on Computer-Aided Architectural Design Research in Asia CAADRIA. Bangkok, Thailand.
- El Saddik, A. (2018). Digital twins: The convergence of multimedia technologies, *IEEE Multimedia*, 25 (2), 87-92.
- Elektrikport. (2019, 12 Şubat). Dijital ikiz: Fiziksel ve dijital dünyanın köprüsü. <https://www.elektrikport.com/makale-detay/dijital-ikiz-fiziksel-ve-dijital-dunyanin-koprusu/22071#ad-image-0>
- Ferko, E., Bucaioni A., & Behnam, M. (2022). Architecting digital twins. *IEEE Access*, 10, 50335-50350. <https://doi.org/10.1109/access.2022.3172964>



- Frackiewicz, M. (2023). The role of digital twins in enhancing urban tourism and visitor experience, <https://ts2.space/en/the-role-of-digital-twins-in-enhancing-urban-tourism-and-visitor-experience/>
- Gabellone, F. (2022). Digital twin: A new perspective for cultural heritage management and fruition. *Acta IMEKO*, 11 (1), 1-7. [https://doi.org/10.21014/acta\\_imeko.v11i1.1085](https://doi.org/10.21014/acta_imeko.v11i1.1085)
- Grieves, M. (2023). Digital twins: Past, present, and future in the digital twin. In N. Crespi, A.T. Dropot, & R. Minerva (Eds.), *The Digital Twin*. (s. 97-121). Springer.
- Horizon. (2020). Work programme 2018-2020, 13. Europe in a changing world–inclusive, innovative and reflective societies. [https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2018-2020/main/h2020-wp1820-societies\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2018-2020/main/h2020-wp1820-societies_en.pdf), Erişim tarihi:10/08/2023.
- Jouan, P., & Hallot, P. (2020). Digital twin: Research framework to support preventive conservation policies. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(4), 228. <https://doi.org/10.3390/ijgi9040228>
- Karaca, Ş. & Akın, M. H. (2023, 6- 8 Ekim). Aşırı turizme karşı akıllı turizm: sosyal paylaşım sitelerinin sürdürülebilir ve sorumlu turist davranışlarını geliştirmelerine katkısı [Bildiri sunumu tam metin]. Balkan 9. Uluslararası Sosyal Bilimler Kongresi, Edirne, Türkiye.
- Karadallı, Ş. G., & Levi, E. A. (2023). Endüstri 4.0’ın tarihsel çevrenin sunumuna etkisi: Endüstri 4.0 ve tarihsel çevrenin sunumu. *Tasarım+Kuram*, 19(38), 127-152. <https://doi.org/10.59215/tasarimkuram.2023.375>
- Kim, M. J., & Hall, C.M. (2019). A hedonic motivation model in virtual reality tourism: Comparing visitors and non-visitors. *International Journal of Information Management*, 46, 236–249. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2018.11.016>
- Klein, L. J., Bermudez, S. A., Schrott, A.G., Tsukada, M., Dionisi-Vici, P., Kargere, L., Marianno, F., Hamann, H.F., López, V., & Leona, M. (2017). Wireless sensor platform for cultural heritage monitoring and modeling system. *Sensors*, 17(9). <https://doi.org/10.3390/s17091998>
- Lee, J., Lapira, E., Yang, S.H., & Kao, A. (2013). Predictive manufacturing system - trends of next-generation production systems. *IFAC Proceedings*, 46(7), 150-156. <https://doi.org/10.3182/20130522-3-BR-4036.00107>
- Litavniece, L., Kodors, S., Adamoniene, R., & Kijasko, J. (2023). Digital twin: An approach to enhancing tourism competitiveness, *Worldwide Hospitality and Tourism Themes*. 15(5), 538-548. <https://doi.org/10.1108/WHATT-06-2023-0074>

Karaca, Ş. & Özkan Önem, E., (2023). *Dijital ikiz teknolojisinin turizm sektöründe kullanım alanları ve etkileri.*

Luther, W., Baloian, N., Biella, D., & Sacher, D. (2023). Digital twins and enabling technologies in museums and cultural heritage: An overview. *Sensor*, 23(3), 1-28. <https://doi.org/10.3390/s23031583>

Luther, W., Auer, E., Sacher, D. & Baloian, N. (2022). Feature-oriented digital twins for life cycle phases using the example of reliable museum analytics [Bildiri sunumu tam metin]. In Proceedings of the 8th International Symposium on Reliability Engineering and Risk Management, Hannover, Germany.

Marra, A., Gerbino, S., Greco, A., & Fabbrocino, G. (2021). Combining integrated informative system and historical digital twin for maintenance and preservation of artistic assets. *Sensors*. 21(17), 5956. <https://doi.org/10.3390/s21175956>

Mashaly, M. (2021). Connecting the twins: A review on digital twin technology & Its networking requirements. *Procedia Computer Science*, 184, 299-305. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.03.039>

Mazumder, A., Sahed, M. F., Tasneem, Z. & Das, P. (2023). Towards next generation digital twin in robotics: Trends, scopes, challenges, and future, *Heliyon*, 9(2023), 1-25. [doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13359](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13359)

Mesas-Carrascosa, F.J., Verdú Santano, D., Meroño de Larriva, J.E., Ortíz Cordero, R., Hidalgo Fernández, R.E., & García-Ferrer, A. (2016). Monitoring heritage buildings with open source hardware sensors: A case study of the Mosque-Cathedral of Córdoba. *Sensors*, 16 (10), 1-14.

Moraitou, E., Aliprantis, J., & Caridakis, G. (2018, June). Semantic Preventive Conservation of Cultural Heritage Collections. *CEUR Workshop Proc*, 2094, 1–10.

Neethirajan, S., & Kemp, B. (2021). Digital twins in livestock farming. *Animals*, 11(4), 1-14. <https://doi.org/10.3390/ani11041008>

Qing, L., & Zheng, L. (2018). On protection of intangible cultural heritage in China from the intellectual property rights perspective, *Sustainability, MDPI*, 10(12), 1-19, doi:10.3390/su10124369

Shubenkova, K., Valiev, A., Shepelev, V., Tsiulin, S., & Reinau, K. H. (2018, 13-15 November). Possibility of digital twins technology for improving efficiency of the branded service system [Bildiri sunumu tam metin]. In Proceedings of the 2018 Global Smart Industry Conference (GloSIC), Chelyabinsk, Russia.

Zheng, C., Chen, Z., Zhang, Y., & Guo, Y. (2021). Does vivid imagination deter visitation? The role of mental imagery processing in virtual tourism on tourists' behavior. *Journal of Travel Research*. 61(7), 1528-1541. <https://doi.org/10.1177/00472875211042>

Zhuang, C., Miao, T., Liu, J., & Xiong, H. (2021). The connotation of digital twin, and the construction and application method of shop-floor digital twin. *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, 68, 1-16. doi: 10.1016/j.rcim.2020.102075