

METAVERSE VE DİJİTAL İKİZLER'İN KENTLEŞMEYE ETKİLERİ

Impact of Metaverse And Digital Twins on Urbanization

Merve ORAKCI ^{1*}, Hilal ERKUŞ ²¹ Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehir ve Bölge Planlama Ana Bilim Dalı, 07070, Antalya, Türkiye, 0000-0003-4984-0935² Akdeniz Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, 07070, Antalya, Türkiye, 0000-0003-2466-6862

Makale Bilgisi

Makale Geçmişi:

Geliş	17.05.2025
Düzeltilme	03.07.2025
Kabul	24.04.2025

Anahtar Kelimeler:

Metaverse,
Dijital İkiz,
Kentleşme,

ÖZ

Teknolojik ilerlemeler, özellikle son dönemlerde ortaya çıkan Web 3.0 ve Metaverse gibi yenilikler, kentleşmenin geleceği için dönüştürücü bir potansiyel barındırmaktadır. Özellikle dijital ikizler ve yapay zeka destekli uygulamalar, şehirlerin enerji yönetimi, ulaşım planlaması ve hava kalitesi gibi kritik alanlarda gerçek zamanlı verilerle çalışarak, kaynakların daha verimli kullanılmasına ve kentsel sorunlara daha hızlı çözümler bulunmasına olanak sağlamaktadır. Bununla birlikte Dijital İkizler ve Metaverse, kentsel yönetimi ve karar alma süreçlerini optimize ederken, şehir sakinlerine de daha katılımcı ve sürdürülebilir bir yaşam ortamı sunmaktadır. Çalışma, dijital ikiz ve metaverse teknolojilerinin kentleşmenin geleceğine yönelik ne türde dönüştürücü potansiyele sahip olduğunu, çeşitli şehirlerdeki örnek projeler üzerinden analiz etmektedir. İkincil kaynaklara ve akademik veri tabanlarına dayanan bulgular, bu teknolojilerin iklim değişikliği mücadelesi ve altyapı oluşturma konularında alternatif kentsel planlama biçimleri üretirken kentsel risk yönetimi geliştirdiği, turizmi ve kentsel ekonomiyi desteklediğini, dijital katılım araçları ile sosyal kimlik ve aidiyet duygusunu pekiştirerek sürdürülebilir kentsel gelişime katkı sağladığını göstermektedir. Sonuç olarak, dijital ikizler ve metaverse teknolojileri, kentsel mekânın yeniden tasarlanmasında geliştirdiği yenilikçi çözümler ile şehirlerin geleceğini şekillendirmede önemli ipuçları sunmaktadır.

Article Info

Article History:

Received	17.05.2025
Revised	03.07.2025
Accepted	24.04.2025

Keywords:

Metaverse,
Digital Twin,
Urbanization,

ABSTRACT

Technological developments, particularly innovations like Web 3.0 and the Metaverse, hold transformative potential for the future of cities. Specifically, digital twins and AI-supported applications enable cities to operate with real-time data in critical areas such as energy management, urban transportation planning, and air quality, allowing for more efficient resource allocation and quicker solutions to urban challenges. In addition, digital twins and the Metaverse not only optimize urban governance and decision-making processes but also provide citizens with a more participatory and sustainable living environment. This study analyzes how digital twin and metaverse technologies have a transformative capacity for the future of urbanization through examples from various cities emerging in the World. Drawing on secondary sources and academic databases, the findings show that these technologies not only strengthen urban risk management by producing alternative urban planning styles on climate change and infrastructure support but also transform tourism and urban economies, and enhance social identity and a sense of belonging by digital participation tools, thereby contributing to sustainable urban development. In conclusion, digital twins and metaverse technologies could be important tools by offering innovative solutions for redesigning future urban spaces.

* Corresponding author.

To Cite This Article: Orakcı, M. ve Erkuş, H. (2025). Metaverse ve Dijital İkizler'in Kentleşmeye Etkileri. Akdeniz University Journal of the Faculty of Architecture, 4(1), 95-129.

1. GİRİŞ

Akıllı şehir teknolojileri, dijital yönetim sistemleri, iklim değişikliği, enerji tüketimi, atık yönetimi ve su kullanımı, ulaşım planlaması, risk ve afet planlaması, kentsel (tasarım) planlaması ve yönetim gibi alanlarda gerçek zamanlı veriler toplayarak sürdürülebilir kentsel planlamayı desteklemektedir. Gerçek ve sanal alanları birleştiren Metaverse ise, kentsel gelişim için yenilikçi çözümler sunarak kent yöneticileri ve diğer paydaşlara doğru ve ölçülebilir verilere dayalı kararlar almak için çeşitli senaryoları tasarlama ve test etme olanağı sunmaktadır.

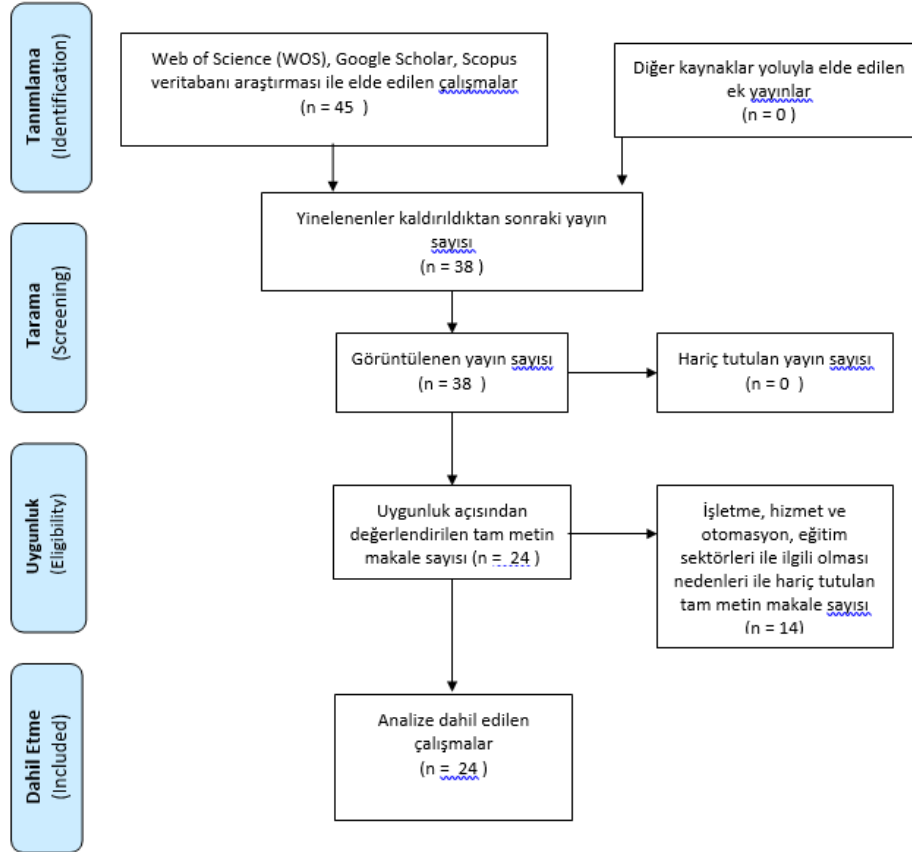
Metaverse ve dijital ikizlerin entegrasyonu, şehirlerin enerji tüketimi, ulaşım ve hava kalitesi gibi konularda gerçek zamanlı verilerle çalışma olanağı sunarak farklılık yaratmaktadır. Dijital ikizler, bu verileri görselleştirerek şehir yöneticilerine kaynakları daha etkin planlama ve kentsel sorunlara çözümler üretme fırsatı vermenin yanı sıra kentsel projelerin çevresel etkilerini simülasyonlarla değerlendirme imkânı da sunmaktadır.

Bu çalışmada şehirlerin metaverse dijital ikizleri çeşitli şehirlerde farklı şekillerde hangi özellikleri ile ön plana çıktığı ve hangi konularda dönüştürme potansiyeli olduğunu farklı kıtalardan örnek şehirlerin ikincil verileri üzerinden analiz etmeyi amaçlamaktadır. Bu kapsamda ilgili literatürün sistematik bir incelemesiyle hazırlanan bu çalışmada, Moher, Liberati, Tetzlaff, Altman ve PRISMA Group'un (2009) meta analizler ve sistematik incelemeler için önerdiği PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses/Sistematik İncelemeler ve Meta-Analizler için Tercih Edilen Raporlama Ögeleri) (2009) yönergesi kullanılmıştır. PRISMA yönergesi “Tanımlama”, “Tarama”, “Uygunluk” ve “Dahil Etme” aşamalarını içermektedir. Bu kapsamda çalışmada Web of Science, Google Scholar ve Scopus olmak üzere üç akademik veri tabanı kullanılarak, "Urban metaverse" (All Fields) or "Municipal Metaverse" (All Fields) or "Urban Infrastructure and Metaverse" (All Fields) or "Future Trends of Urban Metaverse" (All Fields) or "Smart City Metaverse" (All Fields) and "Metaverse City Applications" (All Fields) and English (Language) and Article (Document Type)” tanımlamasıyla yapılan aramalarda 45 makaleye ulaşılmıştır (Web Of Science:5, Google Scholar: 14, Scopus: 26). Yinelenen makaleler (7) elendikten sonra kalan 38 makalenin tümü tarama aşamasında tam metin olarak görüntülenmiştir. 38 makale

arasından 14 tanesi ise farklı araştırma alanlarına dahil olduğu için hariç tutulmuş, 24 makale uygun bulunduğu için derinlemesine analize dahil edilmiştir ([Şekil 1.](#)).

Şekil 1. PRISMA Yönergesi ([Moher vd., 2009](#))

Figure 1. PRISMA Guideline ([Moher vd., 2009](#)).



Akademik yazında yeni başlanan Metaverse ve dijital ikiz şehirler entegrasyonu konusu ile ilgili bir diğer ikincil veri kaynağı olan; konu ile ilgili web siteleri ve sektörel raporlardan da faydalanılmıştır. Bu çalışmaların incelenmesinin yanı sıra makalelerde geçen örnekler ilgili uygulamaların web sitelerinden incelenmiş, konu ile ilgili haber blogları taranarak sentez tablolar oluşturulmuştur.

Bu kapsamda ilk olarak metaverse kavramı ve gelişim süreci açıklanmakta ve sonrasında metaverse evreninin gelişimine katkı sağlayan dijital ikiz teknolojileri ve bu teknolojilerin uygulandığı örnek kentler karşılaştırılarak tartışılmaktadır. Böylelikle, dijital ikiz teknolojileriyle metaverse evreninde yeniden tasarlanan kentler incelenmiş, bu kentlerin dijital teknolojilerle hangi alanlarda yenilikler barındırdıkları ve kentleşmenin geleceği konusunda dönüştürücü etkileri olabileceği farklı başlıklar üzerinden değerlendirilmiştir.

2. METAVERSE: DİJİTAL DÜNYANIN YÜKSELİŞİ

Zaman ve mekân kavramları ile ilgili zihinsel sınırlar, iletişim teknolojilerindeki gelişmeler ve küreselleşme ile birlikte farklılaşarak yok olmuştur. İnternetin kullanım alanının başlangıç platformu Web 1.0, 1990'larda kullanıcıların sınırlı bilgiye erişebildiği ve daha sade web sitelerinin bulunduğu bir dönemken, Web 2.0 dönemi ile küresel ölçekte bilgi paylaşımı kolaylaşmış, sosyal ağlar yaygınlaşmış ancak bu durum bilgi kirliliğine yol açmıştır ([Bozarth, 2010](#)). Web 3.0 ise bu sorunları çözmek amacıyla geliştirilen, bilgisayarlar ve makinelerin de aktif rol aldığı, veri güvenliği ve doğruluğunu sağlayan, bulut bilişim ve blok zinciri gibi teknolojileri kullanarak yapay zekâ destekli uygulamalara erişim imkânı sunan bir dönemi temsil etmektedir ([Aksu ve Ercoşkun, 2022](#); [Nath, 2022](#)).

Metaverse ise gise 3 boyutlu sanal platformları tanımlamak için kullanılan bir kavram haline gelmiştir. Çeşitli teknolojilerin bütünleştirildiği yeni bir internet uygulaması ve sosyal form türü olan metaverse, artırılmış gerçeklik ve dijital ikiz teknolojisine dayalı olarak gerçek dünyanın ayna görüntüsünü (yansımasını) oluşturmaktadır ([Ning vd., 2021](#)).

Sürekli değişen teknolojiler ve çok disiplinli yapısı nedeniyle metaverse için üzerinde uzlaşılan net bir tanım henüz bulunmasa da ([Dionisio vd., 2013](#); [Lee vd., 2021](#)), Metaverse için, bireylerin avatarlar aracılığıyla iletişim kurduğu, işlem yaptığı ve küresel fırsatlara erişim sağladığı üç boyutlu sanal bir dünya olarak yapılan tanımlar bulunmaktadır ([Xu vd., 2022](#); [Wang vd., 2022](#)). Bu dünya yapay zekâ, dijital ikizler, artırılmış ve sanal gerçeklik gibi ileri teknolojilerle desteklenmektedir ([Lv vd., 2022](#); [Liu vd., 2022](#)).

Metaverse kavramının popülaritesi, Facebook'un 2021'de "Meta" olarak yeniden markalaşmasından bu yana hızla artmıştır. Gartner'ın 2022 raporuna göre, 2026 yılına kadar insanların %25'inin metaverse'de günde en az bir saat geçirmesi beklenmektedir ([Gartner, 2022](#)). McKinsey'nin raporu, 2022'de 120 milyar doların metaverse'e aktığını ve 2030'a kadar 5 trilyon dolar değer yaratmasının öngörüldüğünü belirtmektedir ([McKinsey, 2022](#)). Avrupa Parlamentosu, metaverse pazarının 2030'a kadar 597,3 milyar Euro'ya ulaşacağını tahmin etmektedir ([Yaqoob vd., 2023](#)).

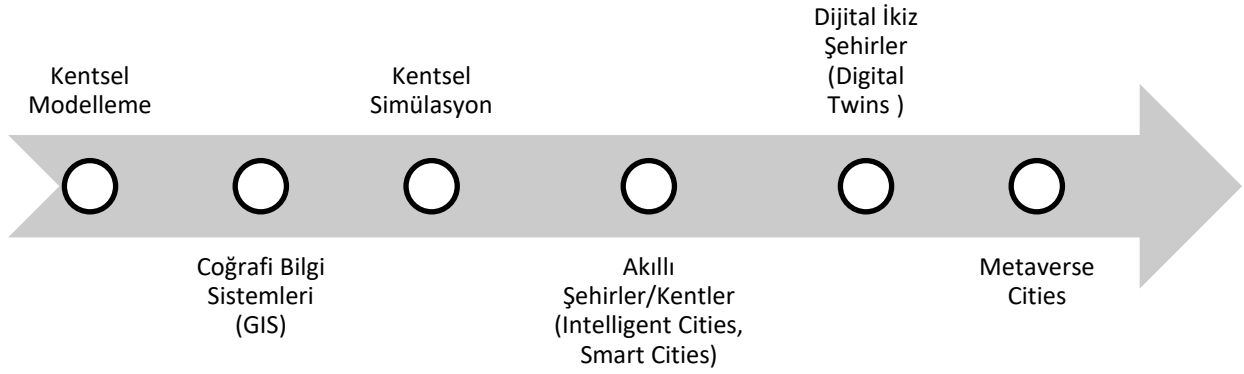
Teknolojinin ilerlemesiyle, metaverse'ün bireylerin deneyimlerini kolaylaştırması ve kentsel süreçlere etkide bulunması beklenmektedir. Fiziksel ve sanal mekanların birleşimi, büyük veri depolama, kullanıcılar arası etkileşim ve hizmet sunumlarında çeşitlilik gibi değişiklikleri beraberinde getirebilme olasılığı yüksektir.

3. DİJİTAL İKİZLER: GERÇEK DÜNYA İLE DİJİTAL DÜNYA ARASINDAKİ BAĞLANTI

Dijital İkizler, ilk kez 2002 yılında Michigan Üniversitesi'nde Michael Grieves tarafından düzenlenen bir konferansta gündeme getirilmiştir. NASA'ya (2012) atfedilen ve endüstriyel bir kavram olarak yaygınlaşan dijital ikiz teknolojisinin ana bileşenleri; fiziksel bir varlık, bu varlığın sanal bir temsil varlığı ve bu iki varlık arasında çift yönlü neredeyse gerçek zamanlı veri akışıdır.

Dijital İkiz teknolojisi, fiziksel nesnelerin, süreçlerin veya hizmetlerin dijital dünyada temsil edilmesini sağlayan bir bilgisayar programı olarak tanımlanabilmektedir. Bu teknoloji, simülasyonlar ve gerçek zamanlı veriler yardımıyla ürün ve hizmetlerin performansını test ederek, kapasite değerlendirmesi ve kalkınma senaryoları sunmaktadır ([Bibri, 2023](#)). Sürekli güncellenebilen veriler sayesinde dijital ikizler, kuruluşlara sınırsız potansiyel sunmaktadır ([Geshkov, 2023](#)). Ayrıca, VR, AR, IoT ve AI gibi teknolojilerle birleşerek kentlerin dijital kopyalarının üretilmesine olanak tanımaktadır ([Hudson-Smith ve Batty, 2024](#)). Kentsel modelleme ve CBS, veriye dayalı karar verme süreçlerini destekleyerek kentsel planlamayı demokratikleştirmekte ve katılımı arttırdığı vurgulanmaktadır ([Aljoufie ve Tiwari, 2022](#)). "SMART JEDDH" uygulaması aracılığıyla gerçekleştirilen pilot projede, kullanıcıların akıllı telefonlar üzerinden veri paylaşımı, hava kalitesi ölçümleri ve otopark sorunları gibi konularda aktif katılım sağladığı, bu verilerin ise açık kaynaklı CBS araçları ile analiz edilerek görselleştirildiği belirtilmiştir. Çalışma, katılımcı veri toplama ve analiz süreçlerinin, daha etkin kentsel yönetim ve kullanıcı odaklı çözümler geliştirilmesine olanak tanıdığını somut bir şekilde ortaya koymaktadır ([Aljoufie ve Tiwari, 2022](#)). Dijital ikiz şehirler, bir şehrin fiziksel ve sosyal dinamiklerinin dijital bir kopyasını oluşturarak, plancıların gerçek zamanlı verilere dayalı daha doğru ve verimli kararlar almasına olanak tanımaktadır. Dijital ikiz teknolojileri, kentsel dönüşümü destekleyerek sürdürülebilir kaynak yönetimi, kentsel yönetişim, sosyal etkileşim ve turizm gibi birçok alanda yenilikçi çözümler sunmaktadır. Bu teknoloji, kaynak kullanımında verimliliği artırırken, kentsel yönetişimde şeffaflık ve hesap verebilirliği güçlendirmektedir. Aynı zamanda yaşam kalitesini artırarak, kent sakinlerinin hizmetlere eşit erişimini sağlamaktadır. Dijital ikizler, kentsel yenilenme ve iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır. Bu sayede, kentsel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşma süreci daha etkin hale gelmektedir.

Aşağıdaki görsel kentsel planlama araçlarının gelişimini bu kapsamda aşamalı olarak kentsel modelleme, coğrafi bilgi sistemleri (CBS), kentsel simülasyon, akıllı şehirler, dijital ikiz şehirler ve metaverse şehirleri şeklinde temsil etmektedir ([Şekil 2.](#)).



Şekil 2. Kentsel Planlama Araçlarının Gelişimi ([Bastos vd., 2022](#)).

Figure 2. Development of Urban Planning Tools ([Bastos vd., 2022](#)).

Metaverse kapsamında ele alınan dijital ikiz teknolojisi, sel, orman yangınları, artan enerji talepleri, trafik ve iklim değişikliği gibi sorunların simülasyonu ve modellenmesi için önemli bir potansiyele sahiptir. Bu teknoloji, kentsel planlamada karmaşık sorunlara çözüm sunarak şehirlerin daha verimli ve sürdürülebilir yönetimine katkı sağlamaktadır. Örneğin, Singapur'un dijital ikizi, trafik akışını optimize etmek ve güneş panelleri için en uygun çatıları belirlemek amacıyla kullanılmıştır ([Pereira, 2024](#)). Hollanda ise olası sel felaketlerini simüle ederek kentsel altyapı üzerindeki etkileri analiz etmektedir ([Wolters, 2023](#)). Bir şehrin 3 boyutlu dijital ikizi ile iklim, trafik ve enerji gibi dinamiklerin etkilerinin öngörülmesi, Ian McHarg'ın ekolojik determinizmi ile desteklenen yeni nesil CBS modellemesine dayanmakta, ancak günümüzde kullanılan CommunityViz, Urban Footprint, ArcGIS Urban ve CityEngine gibi programların sunduğundan daha gelişmiş bir görselleştirme sunmaktadır. Bu tür tahmin araçları, kentsel faaliyetler üzerindeki olumsuz etkilerin nasıl önlenebileceği ve politika odaklarının olumlu yönlere nasıl kaydırılabileceği konusunda karar verme sürecini yönlendirmede önemli fırsatlar sunabilmektedir.

Orlando, New York, Sidney gibi şehirlerde dijital ikizler enerji tasarrufu, karbon salınımının azaltılması, iklim değişikliği gibi küresel sorunlar için kullanılırken; Boston

örneğinde kalkınma, altyapı ve gelecekteki arazi kullanımı etkilerini analiz etmek için dijital ikiz oluşturmuştur ([Allam vd., 2022](#); [Zhang vd., 2022](#)).

4. METAVERSE TEKNOLOJİSİNİN KENTLEŞME GELECEĞİNDEKİ ROLÜ: UYGULAMALAR VE VİZYON PROJELER

Bu bölümde, metaverse'in sunduğu olanaklar kentlerin dijitalleşme türü, ölçek, amaç ve sunulan kentsel hizmet alanları bağlamında incelenip, dünya genelinde öne çıkan projeler üzerinden açıklanmaktadır.

Bu projeler genellikle hükümetlerin öncülüğünde yürütülmekte olsa da, üniversitelerin inovasyon merkezleri, Avrupa Birliği projeleri, teknoloji firmaları gibi çeşitli aktörlerden sağlanan teknik destekle hayata geçirilmektedir. Projelerin kapsamı, bazı kentlerde tüm kentsel alanı dijital ikiz veya metaverse ortamına taşıyacak şekilde genişletilirken, bazı şehirlerde ise yalnızca belirli bölgeler ya da tekil yapılar üzerine odaklanmaktadır. Bu projelerin genel amaçları arasında, kentsel çevre tasarımı ve kentsel gelişimin simülasyonlar yoluyla değerlendirilmesi, yapay zekâ ve makine öğrenimi kullanılarak kentsel yönetim süreçlerinin iyileştirilmesi, ulaşım ağlarının düzenlenmesi, turizmin geliştirilmesi, paydaş işbirliğinin artırılması ve kullanıcı katılımının teşvik edilmesi gibi unsurlar öne çıkmaktadır. Ayrıca, kentin tarihsel gelişimini izlemek, sağlık koşullarını iyileştirmek, kıyı planlaması yapmak, sel ve iklim krizi gibi afetlere karşı önlemler almak ve küreselleşmeye karşı yerel kültürel değerleri korumak gibi daha bölgeye özgü hedefler de bu projeler kapsamında ele alınmaktadır ([Tablo 1.](#)).

Tablo 1. Örnek Projelerin Amaçları ve Kentsel Hizmet Alanları

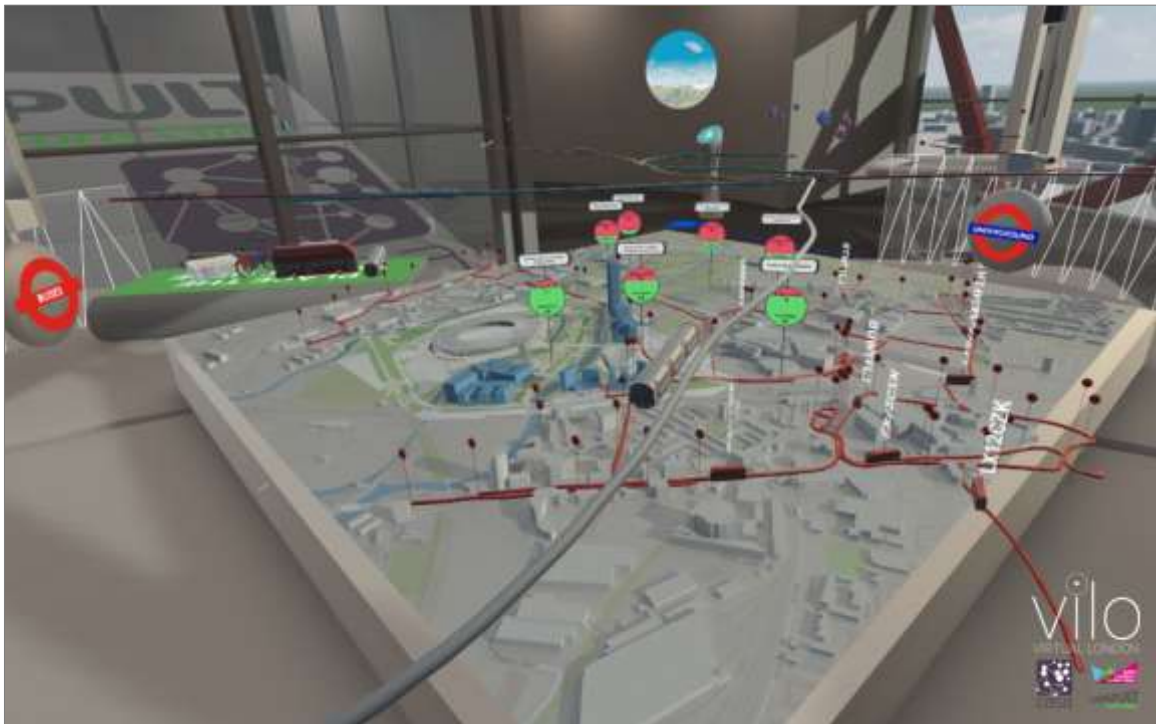
Table 1. Purposes of sample projects and urban service areas

Konum	Dijitalleştirme Türü /Ölçek	Amaç	Kentsel Hizmet Alanları
Londra	Dijital ikiz / Kentsel Alan	Mekansal -zamansal kentsel veri kümelerini (gerçek zamanlı) görselleştirmek ve analiz etmek	-Ulaşım -Kentsel Çevre Tasarımı
Zürih	Dijital ikiz / Kent	Kentsel gelişim projelerinde karar verme sürecini iyileştirmek, kullanıcı katılımı sağlamak, kaynak tahsisini geliştirmek ve sürdürülebilir bir kent yaratmak	-Kentsel Çevre Tasarımı -Kentin Tarihsel Sürecinin İzlenebilmesi (MÖ 3000, MS1500, MS1800 vb) -Kentsel Yönetişim
Atina	Dijital ikiz / Kent	Şehir ilişkilerinde paydaşlarla iletişimi kolaylaştırmak, veri odaklı yeni iş değerleri yaratmak, kullanıcıların aktif katılımını sağlamak	-Kentsel Çevre Tasarımı -Turizm -Ulaşım -Sağlık

			-Hava Kalitesi -Kentsel Yönetişim
Pilsen	Dijital ikiz / Kent	Ulaşım ve gürültü kirliliği arasındaki ilişkiye odaklanarak çözümler bulmak	-Kentsel Çevre Tasarımı -Ulaşım
Flanders Bölgesi	Dijital ikiz	Tüm aktörlerin mevcut hizmetlere ve verilere erişebileceği Akıllı Bir Bölge Oluşturmak, kentsel süreçlere kullanıcıların ve şirketlerin katılımını sağlamak, fiziksel aktiviteyi artırmak	-Ulaşım -Sağlık -Hava Kalitesi -Kentsel Yönetişim
Incheon	Metaverse / Kent	Kenti ve kültürel mirası zaman ve mekandan bağımsız olarak kullanılabilmek ve tanıtabilmek	-Turizm
Seul	Metaverse / Kent	Metaverse platformuyla kullanıcı hizmetlerini (ekonomi, eğitim, iletişim, kültür, kentsel gelişim, idare ve vergilendirme) ve turizmi dijitalleştirmenin yanı sıra, kötü hava kalitesi gibi zorlukları çözmek ve sağlık sistemini iyileştirmek	-Kentsel Hizmetler -Sağlık -Turizm
Helsinki	Dijital ikiz / Kent	Dijital olarak Helsinki'yi tanıtmak, sanal konserler, galeri gezileri, sanat sergileri, konferanslar düzenlemek, sanal alışveriş ve e-ticareti desteklemek	-Turizm -Dijital Ekonomi / Yatırım
Katalonya	Metaverse / Kent	Küreselleşmeye karşı yerelleşmeyi korumak adına Katalan kültürü ve dilini yaşatmak	-Turizm -Yerel Kültür Tanıtımı
Barbados	Metaverse / Büyükelçilik	Mevcut bir metaverse platformunda büyükelçilik açarak ve e-vize uygulamaları oluşturarak dijital gayrimenkul yatırımları yapmak	-Dijital Ekonomi / Yatırım -Turizm
New York	Dijital İkiz / Kentsel Alan	Trafik akışını yapay zeka ve makine öğrenmesiyle kontrol edebilmek	-Ulaşım
Santa Monica	Metaverse / Kent	Kentsel yerel ticareti geliştirmek, yönetişimi kolaylaştırmak ve turizmi canlandırmak amacıyla kentsel alanları oyunlaştırmak	-Ticaret -Turizm -Kentsel Yönetişim
Şangay	Metaverse / Kent	Kent yönetimi, turizm, akıllı sağlık sistemlerini düzenleme gibi alanlarda yatırımlar yapmak ve metaverse endüstrisinde öne çıkmak	-Turizm -Kentsel Hizmetler -Kentsel Çevre Tasarımı -Sağlık
Pekin	Dijital İkiz / Müze	Tüm açık alanları yeniden teknoloji ile harmanlayarak tasarlamak ve yeni bir turizm deneyimi oluşturmak	-Turizm
Chang'an	Metaverse / Kent	Eski bir hanedanlığın kentsel metaverse evrenini katılımcılar ile birlikte yaratmak	-Turizm -Kentsel Çevre Tasarımı
Wuhan	Metaverse / Kent	Pandemiden etkilenen ekonomisini canlandırmak	-Dijital Ekonomi / Yatırım
Singapur	Dijital İkiz / Kent	Arazi kullanımını yönetebilmek ve afetlere karşı dirençli olabilmek	-Kentsel Yönetişim -Afet Yönetimi
Dubai	Dijital İkiz / Metro hattı	Demiryolları ulaşımındaki aksamayı minimize etmek	-Ulaşım
Benidorm	Metaverse / Kent	Turizm tanıtım aracı olarak kullanmak	-Turizm
Liberland	Metaverse / Ülke	Fiziksel olarak tanınmayan ülkenin uluslararası tanıtımını yapmak, ülkeyi tüm kullanıcılara tasarlatmak, turizm ve dijital ekonomide gelişimi sağlamak	-Turizm -Kentsel Çevre Tasarımı -Dijital Ekonomi / Yatırım
Makassar	Metaverse / Kent	Kent yönetimini kolaylaştırmak	-Kentsel Yönetişim

New Rochelle	Dijital İkiz / Kent	Kent planlamada olası senaryoları değerlendirmek, kamu katılımını sağlamak	- Kentsel Çevre Tasarımı - Kentsel Yönetişim
Wellington	Dijital İkiz / Kent	Kent planlamada olası senaryoları değerlendirmek, iklim adaptasyonu ve kıyı kullanımı planlaması yapmak	- Kentsel Çevre Tasarımı - Afet Yönetimi

Bu kapsamda ilk olarak “Smart Cities Expo 2016” fuarında ilk defa test edilen, Londra’nın kentsel alan dijital ikizi Virtual London (ViLo) karşımıza çıkmaktadır. Doğu Londra’daki Queen Elizabeth Park’ı kapsayan ViLo (Virtual London), gerçek zamanlı sensör verileriyle güncellenen, 3D bir şehir modelidir. University College London’daki Bartlett Centre for Advanced Spatial Analysis (CASA) ve Future Cities Catapult (FCC) işbirliğiyle geliştirilen ViLo, mekansal-zamansal verilerin dijital bir temsili üzerinden etkileşimli veri görselleştirme sağlamaktadır (Dawkins vd., 2018; Marin, 2024). Ulaşım sistemleri ve hareketlilik verilerinin görselleştirilmesi üzerine odaklanan platform, şehir planlaması ve analizlerine olanak tanıyan çeşitli veri kümeleri sunmaktadır (Şekil 3.). Dijital İkiz teknolojisi kullanılarak oluşturulan ViLo, karbon ayak izi hesaplama, bina analizleri ve yürüyüş rotası gibi işlevleriyle kentsel çevreyi daha iyi anlamaya yönelik simülasyonlar sağlamaktadır (Nochta vd., 2021).



Şekil 3. Sanal Londra (ViLo, <https://connected-environments.org/portfolio/vilo-platform/>)

Figure 3. Virtual London (ViLo, <https://connected-environments.org/portfolio/vilo-platform/>)

ViLo, Transport for London'ın prosedürlerini kullanarak bisiklet paylaşım noktaları, otobüs ve metro ağları, duraklar ve araçların gerçek zamanlı konumları hakkında bilgi sağlayan bir platformdur. Ayrıca, gerçek zamanlı hava durumu, ilgi çekici noktaların üç boyutlu görselleştirmeleri ve entegre bir yürüyüş rotası planlayıcısını içermektedir. Bu Dijital İkiz, sektörel politikalar arasındaki tutarsızlıkları belirleyerek disiplinler arası düşünmeyi teşvik etmekte ve kentsel politika tasarımına erken aşamada destek sağlamaktadır ([Marcucci vd., 2020](#); [Nochta vd., 2021](#); [Marin, 2024](#)).

Zürih Dijital ikizi ise, kentsel planlama senaryoları, inşaat mühendisliği ve bina projelerinin ayrıntılı görselleştirilmesini sağlamaktadır. Stadt Zürich'e (Zürih şehrinin resmi web sitesi) göre Zürich Dijital İkizi'nin ana amacı, kentsel gelişim projelerinde karar verme sürecini iyileştirmek, kaynak tahsisini geliştirmek ve sürdürülebilir bir şehir yaratmaktır. Zürich'teki dijital dönüşümün merkezi unsurlarından biri, şehrin binalar, ulaşım sistemleri, enerji tüketimi ve çevresel faktörler gibi çeşitli unsurlarını üç boyutlu mekânsal verilerle sunan Dijital İkiz'dir ([Şekil 4.](#)). Gerçek zamanlı verilerle sürekli güncellenen bu sistem, karar vericilerin önerilen değişikliklerin etkilerini simüle ederek değerlendirmesine olanak tanımaktadır. "Zürich 4D" uygulaması, şehrin yapısal gelişimini görselleştirir ve kamu bilincini artırırken, paydaşlar arasında işbirliğini teşvik etmektedir ([Schrotter ve Hürzeler, 2020](#)).

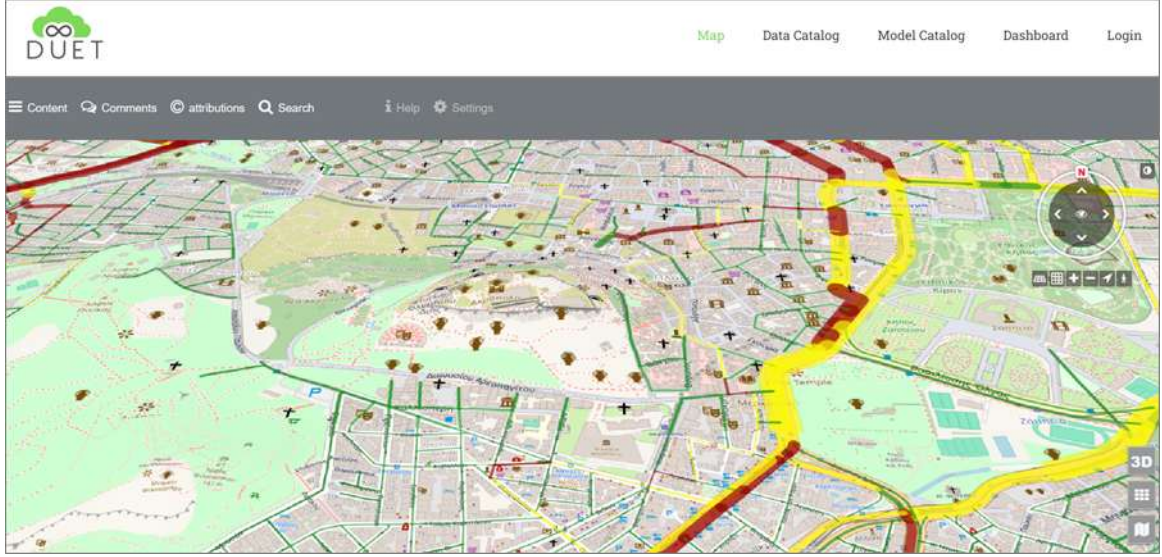


Şekil 4. Zürich Dijital İkizi (<https://www.stadt-zuerich.ch/hbd/de/index/staedtebau/zuerich-4d.html>)

Figure 4. Zurich Digital Twin (<https://www.stadt-zuerich.ch/hbd/de/index/staedtebau/zuerich-4d.html>)

Zürih Kentsel Kalkınma Ofisi, belirli bölgeleri “Minecraft” dünyasına dönüştürerek gençlerin şehir tasarımına yaratıcı katılımını teşvik etmektedir. Gençler, projelerini geliştirip şehir yönetimine sunmakta, bu süreç interaktif katılımı artırmaktadır. Ayrıca, Zürich'te kullanılan web tabanlı 3B araç, dijital ikiz teknolojisine dayalı olup, kullanıcıların planlama unsurlarını kolayca tasarımlarını sağlamaktadır. Bu araç, bireylerin zaman ve mekândan bağımsız olarak kentsel planlama süreçlerine katılımını kolaylaştırarak, projelerin kabul oranını artırmaktadır ([Schrotter ve Hürzeler, 2020](#)).

Atina ise, Dijital Kentsel Avrupa İkizleri (DUET- Digital Urban European Twins) projesinin üç pilot şehrinden (Flanders Bölgesi/ Brüksel, Atina/Yunanistan ve Pilsen/Çek Cumhuriyeti) biri olarak, veriye dayalı karar alma süreçlerinin önemini benimsemiş ve karmaşık kentsel dinamikleri daha iyi anlamak için Dijital İkiz teknolojisini potansiyelini kullanmayı hedeflemektedir. Brüksel'in Flanders Bölgesi, hava kirliliği açısından Avrupa'nın en dezavantajlı bölgesidir. Flanders Bölgesi projesindeki ana amaç nüfusun günlük fiziksel aktivitesini artırarak hava kirliliğini azaltmaktır. Pilsen Şehri için yapılan dijital ikiz çalışması ise ulaşım ve gürültü kirliliği konusunda özelleşmiştir. Trafik koşullarına (trafik hacmi, hız limitleri, araç tipleri gibi) odaklanarak; arazi kullanım değişiklikleri önermek ve sürdürülebilir hareketlilik koşullarını sağlamak amaçlanmıştır ([DUET, 2021](#)). Üçüncü örnek olan Atina'nın Dijital İkiz geliştirme amaçları arasında, diğer örneklerden daha geniş kapsamlı olarak; şehirdeki ilişkileri analiz etmek, kullanıcıların dijital hizmetlerin birlikte oluşturulmasına katılımını teşvik etmek, karar alma süreçlerini iyileştirmek, veri analizlerine göre yeni iş olanakları yaratmak ve politika tasarımı ile uygulamalarının verimliliğini artırmak yer almaktadır ([Raes vd., 2022](#)). Atina'daki Dijital İkiz, yoğun trafik nedeniyle hava kalitesi sorununu çözmeyi hedeflemekte ve ulaşım, sağlık ve çevre departmanlarının iş birliğiyle veriye dayalı karar süreçlerine katkı sağlamaktadır ([Şekil 5.](#)). Ayrıca, turistler Akropolis'i ziyaret ederken sanal Antik Yunan törenlerine katılabilmekte ve içerik paylaşabilmektedir ([DUET, 2021](#); [Meta, 2023](#)). Metaverse, kentsel ve tarihsel hafızanın canlandırılmasına yardımcı olurken, turistler için arkeolojik alanlara erişimi kolaylaştırarak, yerel kültür ve çevreye uyum sağlama imkanı sunmakta ve ziyaret deneyimini zenginleştirmektedir ([Buhalis vd., 2023](#)).



Şekil 5. Atina Metaverse Dijital İkiz (<https://platform.citytwin.eu/app/map?caseId=373>)

Figure 5. Athens Metaverse Digital Twin
(<https://platform.citytwin.eu/app/map?caseId=373>)

Incheon Metaverse (Incheoncraft) ise Minecraft kullanarak "Incheon deneyimi" sağlayan metaverse eğlence içeriğidir. Bu entegrasyon, kullanıcıların metaverse dünyasında Incheon'u sınırsız bir şekilde yaratmalarını ve deneyimlemelerini sağlamaktadır, böylece turistlerin fiziksel olarak ziyaret etmeden Incheon'un akıllı metaverse deneyimini yaşamalarına imkan tanınmaktadır. Minecraft üzerinden "English Heritage" gibi dolaylı deneyim örnekleri, etkileşim olmadan "ayna dünya" deneyimi sunmaktadır (Şekil 6.). Incheon, şehrin sadece dış görünüşünü değil, aynı zamanda Incheon'da avatar olarak etkileşimde bulunulan sanal bir zaman yolculuğu deneyimini mümkün kılmaktadır (Um vd., 2022).

"Incheoncraft" gibi metaverse platformları, şehir ve turizm açısından önemli katkılar sağlamaktadır. Bu platformlar, uluslararası kullanıcıların Incheon'u sanal olarak keşfetmesine olanak tanıyarak, turizmin ve şehrin küresel tanıtımını desteklemektedir. Kore Turizm Organizasyonu'nun 2024 planında, veriye dayalı rekabet ve dijital turizmin güçlendirilmesi amacıyla veri laboratuvarları ve portallar yer almaktadır. Ayrıca, etkileşimli ve oyunlaştırılmış deneyimler, Incheon'un tarihi ve kültürel mirasının dijital ortamda korunmasını ve yayılmasını sağlamaktadır.

Incheoncraft, tarihi ve kültürel içeriklerin yanı sıra, oyunlaştırma ve interaktif öğrenme unsurlarıyla eğitici bir rol üstlenmektedir. Sanal turizm deneyimi, kullanıcıların şehri daha derin bir şekilde anlamalarına yardımcı olurken, çevresel açıdan uzun mesafeli seyahatin karbon ayak

izini azaltma potansiyeli taşımaktadır. Metaverse aracılığıyla sunulan özel içerikler, etkinlikler ve dijital hatıra ürünleri gibi unsurlar, kent ekonomisine dijital bir gelir kaynağı sunma potansiyeli taşımaktadır. Bu bağlamda, Incheoncraft gibi metaverse platformları, kentin küresel tanıtımını güçlendirirken, turizmi daha erişilebilir, sürdürülebilir ve katılımcı bir hale getirerek kentin kültürel ve ekonomik gelişimine önemli katkılar sağlayabilecektir.



Şekil 6. Incheon Metaverse (Incheoncraft) (Um vd., 2022).

Figure 6. Incheon Metaverse (Incheoncraft) (Um vd, 2022).

Seul, "Seul Vizyon 2030" kapsamında metaverse'e uzun vadeli bir politika geliştirerek adım atan ilk şehir olmuştur. "Metaverse Seoul" adı altında, sakinlere şehrin sanal keşfi ve çeşitli hizmetler sunulmaktadır (Şekil 7.). Proje, üç aşamalı olarak tasarlanmış olup, 2023 ilkbaharında başlayan ilk aşamada kullanıcılar avatarlar aracılığıyla şehri keşfetme, kişisel vergi işlemleri hakkında sorular sorma ve çeşitli vatandaşlık konularında destek alma imkânına sahiptirler (Seoul Metropolitan Government, 2021). 2026 yılına kadar sunulması planlanan hizmetler ise; ekonomi, eğitim, iletişim, kültür, kentsel gelişim, idare ve vergilendirme alanlarına ayrılmıştır. Seul, metaverse platformuyla toplum hizmetlerini ve turizmi dijitalleştirmenin yanı sıra, kötü hava kalitesi gibi zorlukları çözmeyi ve sağlık sistemini iyileştirmeyi hedeflemektedir. Seul, yenilikçilik çabaları nedeniyle Akıllı Şehir 2022 ödülüne layık görülmüştür (Seoul Metropolitan Government, 2021; Lawton, 2022). Bu kapsamda, Seul'ün önemli turistik mekanları "Sanal Turist Bölgesi" aracılığıyla tanıtılacak ve kayıp tarihi yapılar sanal ortamda yeniden yaratılacaktır. Genişletilmiş gerçeklik kullanılarak sosyal açıdan dezavantajlı kişilere yönelik hizmetler de geliştirilecektir (Seoul Metropolitan Government, 2021; Lawton, 2022).

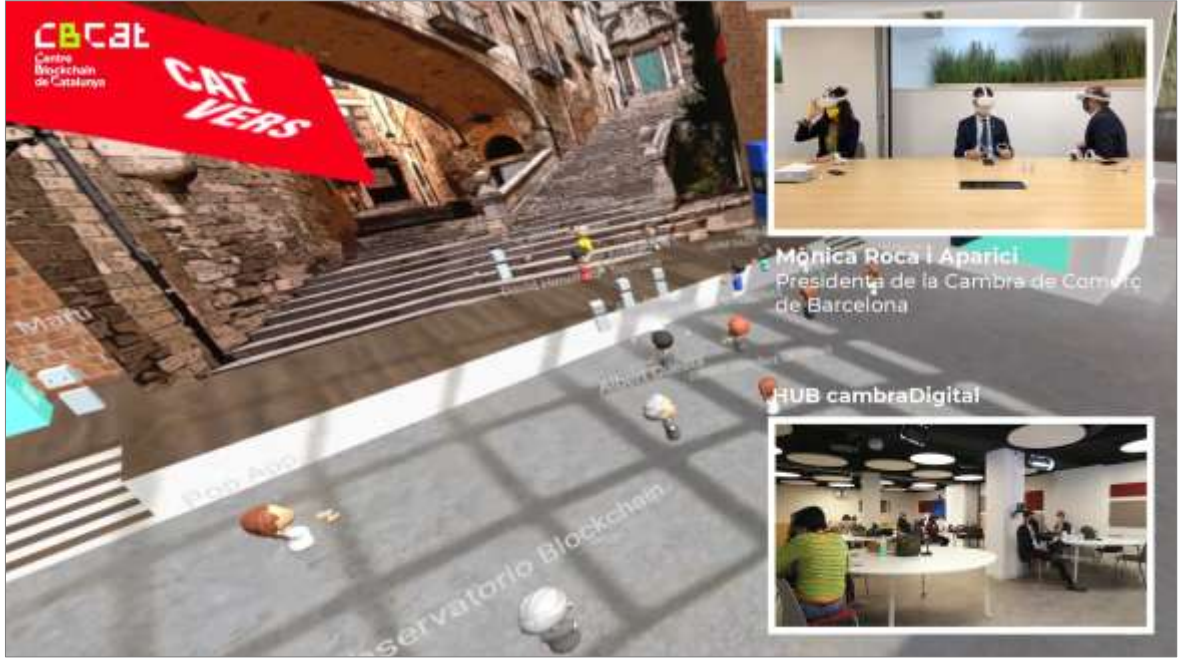


Şekil 7. Metaverse Seoul (<https://metaverseseoul.kr/user/>)

Figure 7. Metaverse Seoul (<https://metaverseseoul.kr/user/>)

Virtual Helsinki, 2018'de başlatılan ve Helsinki şehir merkezinin dijital bir kopyası olarak geliştirilen bir projedir. Kullanıcılar, çeşitli VR cihazları ve mobil cihazlarda 360 derece video olarak şehri sanal olarak deneyimleyebilirler. Virtual Helsinki, konserler ve sergiler gibi sanal etkinlikler de sunarak, kullanıcıların dijital evlere sahip olma ve işletmelerini yönetme imkanlarını artırmayı planlamaktadır. Bu proje, Helsinki'nin dijital inovasyon ve sürdürülebilir çözümler konusundaki bağlılığını göstermektedir ([City of Helsinki, 2024](#)).

Katalonya, Barselona Ticaret Odası'nın desteğiyle "CatVers" adlı sanal bir platform geliştirmektedir. CatVers, Katalan kültürü ve kimliğine odaklanan sanal bir alan sunmaktadır ([Şekil 8.](#)). Diğer platformların aksine küreselleşme amacıyla değil yerel değerleri korumak için kurulmuş bir platformdur (www.catvers.cat).



Şekil 8. CatVers (<https://www.catvers.cat/en>)

Figure 8. CatVers (<https://www.catvers.cat/en>)

Barbados şehri ise diğer örneklerden farklı olarak metaverse'de ilk büyükelçiliği açmak için Decentraland ile sözleşme imzalamıştır. Dışişleri ve Dış Ticaret Bakanlığı'na göre, projeler dijital arazide yatırım fırsatlarını belirlemeyi, sanal büyükelçilikler ve konsolosluklar kurmayı ve "e-Vize" gibi hizmetler sağlamayı amaçlamaktadır. Kullanıcıların avaturları aracılığıyla etkileşimde bulunabileceği ve diplomatik sorunların daha kolay çözülebileceği motivasyonu ile Barbados, bir metaverse büyükelçiliği kurarak dijital gayrimenkulü yasal egemen toprak ilan etmeyi planlamaktadır (Thurman, 2021; Zhahira ve Christianti, 2023).

New York trafik problemini çözmek için Columbia Üniversitesi işbirliği ile önemli kavşakların ve konumların dijital ikizini geliştirmek için üç yıllık bir proje yürütmektedir. Proje, trafik akışını optimize etmek ve tıkanıklığı azaltmak için makine öğrenimini kullanmayı amaçlamaktadır. Ayrıca, kullanıcıları yol kapatmaları ve kazalar konusunda uyaran bir uygulama da geliştirilmektedir (Reid, 2024).

Santa Monica, artırılmış gerçeklik (AR) oyunu Pokémon Go'ya benzer bir uygulama sunmaktadır (Şekil 9.) (Kuru, 2023). Bu uygulama, yerel ticaret işlemlerinin gerçekleştirilebildiği bir dijital ekonomi teşvik etmektedir. Uygulama kullanıcıları, jeton toplayarak yeni kentsel alanlar keşfetmekte ve kentsel çevreleriyle etkileşimlerini artırmaktadır (Bautista, 2022). Metaverse'ün oyunlaştırma teknolojilerinden yararlanan Play-To-Earn

Metaverse (Santa Monica) platformu ise akıllı endüstri, akıllı turizm ve akıllı yönetim konularında çözümler geliştirmiştir. Şehir, dijital cüzdanlara koymak ve şehirdeki mağazalardan fiziksel ürünler satın almak için jetonlar kazanarak kullanıcı etkileşimi yoluyla alışveriş bölgesini oyunlaştırmak amacıyla metaverse kullanmaktadır.



Şekil 9. Play-To-Earn Metaverse (Santa Monica) (<https://dot.la/santa-monica-metaverse-2656021933.html>)

Figure 9. Play-To-Earn Metaverse (Santa Monica) (<https://dot.la/santa-monica-metaverse-2656021933.html>)

Şanghay, metaverse'ü yönetim ve düzenleme için kullanmayı planlamaktadır ve metaverse şirketlerini desteklemeyi amaçlamaktadır (Şekil 10.). Şanghay hükümeti, 2025 yılına kadar 52 milyar ABD doları değerinde bir metaverse endüstrisi kurmayı hedeflemektedir (Muhammad, 2022a). Şanghay, metaverse teknolojisinin çeşitli alanlarda kullanımıyla öne çıkan küresel bir şehir olarak, dijital dönüşüm ve kentsel gelişim süreçlerini hızlandırmayı hedeflemektedir. Özellikle turizm, sağlık hizmetleri ve kentsel yönetim alanlarındaki akıllı uygulamalar, Şanghay'ın metaverse stratejisinin temelini oluşturmaktadır. Şehrin 2025 yılına

kadar metaverse sektöründe 100 milyar yuan (14 milyar ABD doları) sınırını aşması beklenmekte olup, bu hedef doğrultusunda metaverse işletmelerini desteklemek ve teknolojik zorlukları aşmak için çeşitli girişimler hayata geçirilmiştir. Şanghay'ın metaverse kullanımı, artırılmış gerçeklik (AR), sanal gerçeklik (VR) ve yapay zeka (AI) gibi ileri teknolojilerin bir araya getirilmesiyle yeni tüketici, turizm ve eğlence deneyimleri yaratmayı amaçlamaktadır ([Government of Shanghai, 2023](https://www.shine.cn/news/metro/2202151932/)).



Şekil 10. Şangay Metaverse (<https://www.shine.cn/news/metro/2202151932/>)

Figure 10. Shanghai Metaverse (<https://www.shine.cn/news/metro/2202151932/>)

Çin'deki bazı tarih ve kültür sergileri, metaverse teknolojileriyle entegre edilerek turistlere sürükleyici deneyimler sunmaktadır. Örneğin, Pekin'deki Saray Müzesi'nde düzenlenen "Mirroring the Heart of Heaven and Earth" sergisi, Çıplak Göz 3D ve interaktif projeksiyon teknolojileri kullanarak ziyaretçilere derinlemesine bir deneyim sağlamıştır. Ayrıca, Saray Müzesi Panoraması projesi, müzenin tüm açık alanlarını VR teknolojisiyle yeniden üreterek, ziyaretçilere VR gözlükleriyle sanal bir müze deneyimi sunmaktadır ([Şekil 11.](#)) ([Daolue Culture and Tourism, 2021](#); [The Palace Museum, 2022](#)).



Şekil 11. Palace Museum ([Daolue Culture and Tourism, 2021](#)).

Figure 11. Palace Museum (Daolue Culture and Tourism, 2021).

Sanat endüstrisi de metaverse teknolojisinden faydalanmakta olup, Pekin'deki 798 Art District gibi alanlar, dijital sanat ve metaverse sergilerine ev sahipliği yapmaktadır. Örneğin, Çin Milenyum Anıtı'nda düzenlenen "Hello the Xuan World" sergisinde VR, yapay zekâ ve hologram gibi teknolojilerle ziyaretçilere sürükleyici deneyimler sunulmuştur ([Zhang ve Quoquab, 2023](#)). Çin'in Beş Yıllık Planı, metaverse teknolojilerinin akıllı yönetim ve sanayi alanlarında kullanımını desteklerken, Wuhan ve Zhejiang gibi şehirler, metaverse uygulamalarıyla ekonomik canlanma ve teknolojik yenilikleri hedeflemektedir ([Muhammad, 2022b](#); [Shen, 2022](#)).

Singapur ise, 2014'ten beri "Sanal Singapur" adlı dijital ikizi kullanmaktadır ([Şekil 12](#)). Bu ikiz, lojistik, yönetim, çevre ve afet yönetimi, altyapı ve kullanıcı hizmetleri gibi alanlarda çözümler sunmaktadır ([Pereira, 2024](#)).



Şekil 12. Sanal Singapur (<https://infra.global/singapores-digital-twin-from-science-fiction-to-hi-tech-reality/>)

Figure 12. Virtual Singapore (<https://infra.global/singapores-digital-twin-from-science-fiction-to-hi-tech-reality/>)

Dubai, metronun durumunu değerlendirmek ve analiz etmek için artırılmış gerçeklik kullanarak Dubai Metrosu'nun dijital ikizini oluşturmuştur ([Şekil 12.](#)). Bu, demiryollarının aksama süresini en aza indirmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca, Dubai, metaverse ekonomisinde lider olmayı ve 2030 yılına kadar 40.000 sanal iş yaratmayı hedeflemektedir ([Government of Dubai, 2022](#)).

Benidorm, "Benidorm Land" adlı bir metaverse platformu başlatarak turizmi tanıtmaya çalışmaktadır ([Şekil 13.](#)). Bu platform, potansiyel turistleri gelecekteki seyahatlerini yapmaya teşvik etmek için bir reklam aracı olarak kullanılmaktadır. Bu projeler, metaverse teknolojilerinin şehir yönetimi, turizm, kullanıcı katılımı ve ekonomik gelişim alanlarında nasıl kullanılabileceğini göstermektedir (www.benidorm.org).



Şekil 13. Benidorm Land (<https://benidorm.org/en/news/benidorm-jumps-metaverse>)

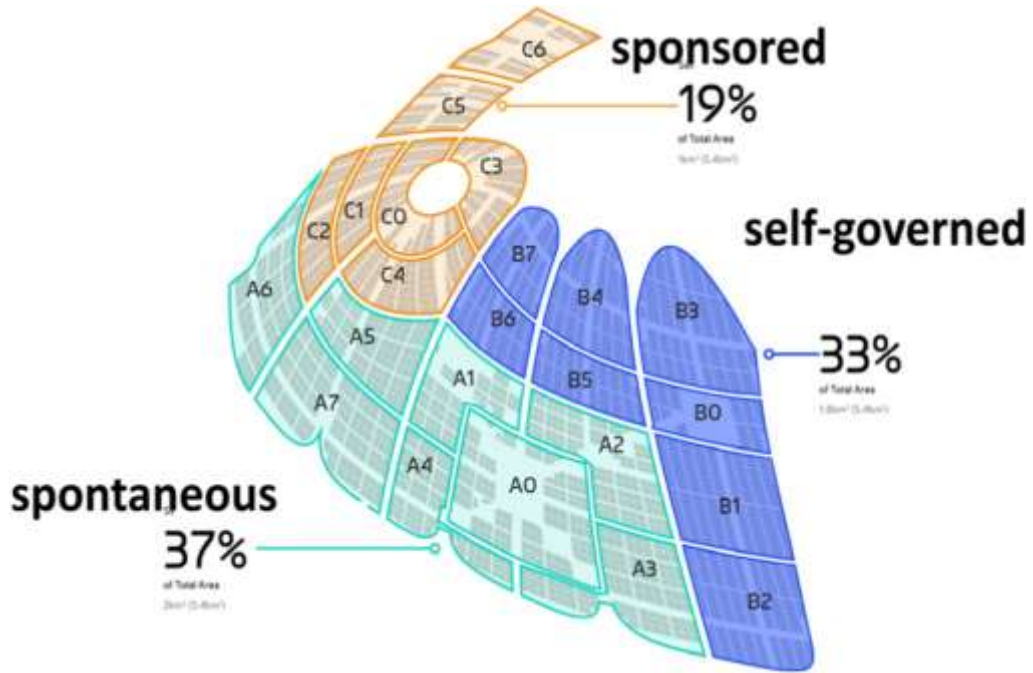
Figure 13. Benidorm Land (<https://benidorm.org/en/news/benidorm-jumps-metaverse>)

Liberland Metaverse, Sırbistan ve Hırvatistan arasında yer alan ve uluslararası alanda henüz tanınmayan Liberland Cumhuriyeti'nin dijital ikizidir (Finney, 2022). Bu platform, kullanıcıların kripto para ile arsa satın almasına ve avatar olarak dijital binalara erişmesine olanak tanıyan bir sanal gerçeklik alanı olarak tasarlanmıştır (Şekil 14.). Liberland Metaverse, Web 3.0 sektöründe işbirliği ve ağ kurma için bir merkez olmayı hedeflemekte ve pasaport gereksinimi olmaksızın tüm kullanıcılara açıktır (Stouhi, 2022). Dijital ortamda tasarlanan ilk binalar ziyaret edilebilir olup, ülke üç bölgeye ayrılarak farklı kentsel planlama yaklaşımları sunmaktadır: geleneksel planlamaya dayalı bir bölge, esnek düzenlemelere sahip bir bölge ve herhangi bir düzenlemenin olmadığı bir özgür alan (Şekil 15.) (Schumacher, 2022). Liberland Metaverse, bu yenilikçi dijital tasarımıyla uluslararası tanınmayı amaçlamaktadır.



Şekil 14. Liberland Metaverse (Schumacher, 2022).

Figure 14. Liberland Metaverse (Schumacher, 2022).



Şekil 15. Liberland Metaverse planlama bölgeleri (Schumacher, 2022).

Figure 15. Liberland Metaverse planning zones (Schumacher, 2022).

Etkileşim, işbirliği ve katılımı ön plana çıkaran örnekler ise Makassar ve Jakarta Metaverse projelerinde gözlenmektedir. Makassar'ın Makaverse Metaverse çalışması, şehir

yönetiminde etkileşim ve bilgi yönetimini desteklemeyi amaçlamaktadır ([Pamungkas, 2022](#)). Jakarta Metaverse projesi ise, PT WIR Asia TBK ile işbirliği yaparak akıllı yönetim için bir metaverse platformu geliştirmektedir ([PT WIR Asia Tbk-WIR Group, 2022](#)).

New Rochelle (New York) ve Wellington (Yeni Zelanda) gibi şehirler de, dijital ikiz platformları aracılığıyla bireylerle etkileşimi artırmayı ve kamusal katılım süreçlerini iyileştirmeyi hedeflemektedir ([Şekil 16.](#)) ([Garrido ve González, 2023](#)). Bu projeler, geleceğin şehirlerini planlarken çeşitli senaryoları öngörmek ve olumlu değişiklikler yapmak için önemli araçlar sunmaktadır.



Şekil 16. Wellington Dijital İkizi (<https://wellington.govt.nz/news-and-events/news-and-information/our-wellington/2022/01/bloomberg-challenge>).

Figure 16. Wellington Digital Twin (<https://wellington.govt.nz/news-and-events/news-and-information/our-wellington/2022/01/bloomberg-challenge>).

İncelenen örneklerden de görüldüğü gibi Metaverse kaynaklı beklenen değişikliklerin birçok alanda önemli etkiler yaratabilme potansiyeli vardır. Metaverse, dijital teknolojilere dayalı yeni bir sosyo-teknik alan olarak hiper veri üretimini mümkün kılmakta; bu da bireysel ve toplumsal davranışların daha derinlemesine analiz edilmesini sağlamaktadır. Yapay zekâ ve büyük veri analitiği de bu verilerle beslenerek daha gelişmiş dijital öngörüler sunmaktadır ([Barrera ve](#)

[Shah, 2023](#)). Fiziksel dünyanın sanallaştırılmasıyla sanal gayrimenkul, dijital etkinlikler ve sanat gibi yeni dijital varlık biçimleri ortaya çıkmaktadır ([Chen vd., 2024a](#)).

IoT ve 5G teknolojileriyle desteklenen hiper bağlantılılık, kullanıcılar ve cihazlar arasında sürekli veri akışı ve etkileşimi mümkün kılmaktayken ([Maier ve Weinberger, 2024](#)), AR ve VR tabanlı hibrit deneyimler ise sanal-fiziksel bütünleşmeyi güçlendirmektedir ([Hudson-Smith ve Batty, 2024](#)). Bu ortamda kimlik, avatarlar aracılığıyla yeniden kurgulanmakta; çoklu kimlik deneyimleri ortaya çıkmaktadır ([Barrera ve Shah, 2023](#)). Blok zinciri teknolojisi dijital mülkiyeti güvence altına alırken, yeni sanal ekonomik modellerin gelişimini desteklemektedir ([Al-Hawamleh vd., 2024](#)). Ancak bu süreç, mahremiyet, veri güvenliği ve dijital şiddet gibi yeni toplumsal riskleri de beraberinde getirmektedir (Chen vd., 2024b).

Bunlara ilave olarak iletişim biçimleri de dönüşmekte, sanal toplantı ve etkinliklerle mekânsal sınırlar aşılmakta, etkileşim artmaktadır ([Partarakis ve Zabulis, 2024](#)). Eğitim, kültür ve eğlence alanlarında deneyimler kişiselleşirken ([Kye vd., 2021](#)), tüketici davranışları da dijital ürünler ve sanal yatırımlar yönünde evrilmektedir ([Kaur vd., 2023](#)). Bu dönüşüm, dijital mülkiyet, veri koruma ve sanal ekonomi bağlamında yeni yasal düzenlemeleri gündeme getirmektedir ([Allam vd., 2022](#)). Bu dönüşüm ve değişiklikler lîretatürde, hiper veri kullanılabilirliği, sanallaştırma, hiper bağlantılılık, sanal/fiziksel harmanlama, kimliğin yeniden somutlaştırılması, yeni mülkiyet, mahremiyet ve toplumsal zorluklar, iletişim/etkileşim/işbirliği, deneyim, tüketici davranışı ve politika formülasyonu başlıklarında incelenmektedir ([Kye vd., 2021](#); [Allam vd., 2022](#); [Barrera ve Shah, 2023](#); [Kaur vd., 2023](#); [Chen vd., 2024a](#); [Maier ve Weinberger, 2024](#); [Hudson-Smith ve Batty, 2024](#); [AL-Hawamleh vd., 2024](#); [Partarakis ve Zabulis, 2024](#)) (Tablo 2.).

Tablo. 2 Örnek Projeler ve Metaverse/Dijital İkiz Teknolojileri Kaynaklı Değişiklikler
Matrisi

Table 2. Matrix of Sample Projects and Changes Due to Metaverse/Digital Twin
Technologies

	Hiper Veri Kulla- nılabil- irliği	Sanal- laştır- ma	Hiper Bağlantılı- lık	Sanal/Fi- ziksel Harman- lama	Kimliğin Yeniden Somutlaş- tırılması	Yeni Mülki- yet	Mahremi- yet ve Toplumsal Zorluklar	İletişim	Dene- yim	Tüketi- ci Dav- ranışı	Politika Formü- lasyonu
Londra	X		X	X			X				X
Zürih	X	X	X	X					X		X
Atina		X		X	X				X		X
Pilsen		X	X	X							X
Flanders Bölgesi		X	X	X							X
Incheon	X	X	X	X	X				X	X	X
Seul	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Helsinki		X	X	X	X	X		X	X	X	X
Katalonya		X		X	X		X	X	X	X	
Barbados	X	X	X	X	X	X		X	X	X	
New York	X			X			X				X
Santa Monica	X	X	X	X	X			X	X	X	X
Şangay	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
Pekin		X		X					X		X
Chang'an		X							X		
Wuhan		X							X		X
Singapur	X	X	X	X							X
Dubai	X		X			X	X				X
Benidorm		X			X						X
Liberland	X	X	X			X			X	X	X
Makassar		X									X
New Rochelle	X			X							X
Wellington	X			X							X

Metaverse uygulamalarına yönelik yaklaşımlar kentlerin dijitalleşme öncelikleri ve toplumsal hedef ve politikaları doğrultusunda belirgin farklılıklar göstermektedir. Örnek kentleri Avrupa, Amerika ve Uzak Doğu bölgelerine göre sınıflandırdığımızda her bölgenin metaverse ve dijital ikiz teknolojilerine farklı bir uygulama alanından yaklaştığı görülmektedir.

Avrupa şehirlerinin (örneğin Londra, Zürih, Atina, Helsinki), daha çok sanal fiziksel harmanlama (AR/VR), deneyim odaklı uygulamalar ve iletişim temalarında yoğunlaştığı görülmektedir. Buradan hareketle kıtanın metaverse teknolojisi ve dijital ikiz uygulamalarını sosyal etkileşim, kamusal alan kullanımı ve kültürel deneyimlerin dijitalleştirilmesi amacıyla benimsediği görülmektedir. Ancak mahremiyet, avatar aracılığıyla kimliğin yeniden tanımlanması ve yeni sanal mülkiyetler gibi teknik ve bireysel veri temelli konularda uygulamaların Avrupa kentlerinde daha sınırlı düzeyde olduğu gözlemlenmektedir.

Amerika kıtası içinse (New York, Santa Monica gibi) metaverse uygulamaları daha çoktüketicici davranışları, veri temelli ekonomi ve iletişim altyapıları odağı ile ele alınmaktadır. Sanal alışveriş, NFT pazaryerleri ve dijital ürün yatırımları üzerinden geliştirilen uygulamalar Amerika kıtası için metaverse'in ekonomik fırsatlar ve pazarlama stratejileri çerçevesinde konumlandırıldığını göstermektedir. Sanal/gerçek harmanlaması ve kimlik konuları Amerika için diğer örneklere kıyasla zayıf temalar olarak değerlendirilmektedir

Uzak Doğu kentleri ise metaverse uygulamalarını tüm temalarda dengeli, çok boyutlu ve entegre bir yaklaşımla ele almaktadır. Kimliğin yeniden somutlaştırılması, yeni mülkiyet, mahremiyet, iletişim, fiziksel/sanal deneyim gibi konulara eşit ağırlık veren örnekler teknoloji ile toplumsal yapı arasında bütünleştirici bir ele alışla incelenmektedir. Uzak Doğu örnekleri metaverse ve dijital ikizleri hem bireysel hem de sistem düzeyinde entegre etmeyi amaçlayan ve bu konuda en ileride olan kentler olarak dikkat çekmektedir.

Özetle, Avrupa daha çok kültürel ve toplumsal deneyimlere odaklanan kamusal uygulamaları önceliklendirirken, Amerika tüketici odaklı dijital ekonomileri pazarlama ve ekonomik fırsat olarak değerlendirmekte, Uzak Doğu ülkeleri ise kamusal ve bireysel entegrasyon ile teknolojik altyapıya dayalı daha bütünsel bir yaklaşım ile konuyu ele almaktadır.

Örneklerin de gösterdiği üzere bu veriler sayesinde oluşturulan kentsel çevrenin dijital temsilleri kamu kurumları, planlama otoriteleri ve diğer aktörler arasında ortak karar almayı kolaylaştırabilecektir. Ulaşım, altyapı ve ağların sanal ortamlarda kusursuz entegrasyonu, paydaşlara kentsel hareketliliği, altyapıyı ve kaynak yönetimini optimize etmeyi sağlayacak tahminler sunmaktadır. Şehilerin dijital ikizi, sürdürülebilir büyüme ve dayanıklılığı sağlamak amacıyla çevresel parametrelerin sürekli izlenmesi ve yönetilmesi için dinamik bir platform sunacaktır. Kent paydaşları, bu simülasyonları kullanarak yenilenebilir enerji kullanımını optimize edip, kaynak tüketimini minimize ederek verimliliği arttırmada rol sahibi olabileceklerdir. Ayrıca, tahmini analizler ve senaryo planlaması sayesinde kent yöneticileri,

gelecekteki enerji ihtiyaçlarını öngörüp, kaynakları stratejik olarak tahsis ederek tasarrufları en üst düzeye çıkarıp çevresel etkiyi en aza indirebileceklerdir ([Wang ve Medvegy, 2022](#)).

Hiper bağlantılı sistemler sayesinde, kullanıcılar ise sanal müşteri merkezleri ve dijital formlar aracılığıyla her yerden bilgilere erişilebilir, başvurular yapabilir ve karar alma süreçlerine katılabilirler. Dijital kimlik kartları güvenli kimlik doğrulama sağlarken, sanal oylama platformları toplumsal katılımı arttırabilecektir. Böylelikle, daha şeffaf ve sürdürülebilir şehirler yaratmaya katkıda bulunulabilecektir ([Allam vd., 2022](#); [Kuru, 2023](#)). Metaverse ayrıca, yerel işletmeler için dijital vitrinler sunarak, işletmelerin ürünlerini sergilemelerine, müşteri segmentlerini hedeflemelerine ve maliyetleri düşürürken verimliliği arttırmalarına yardımcı olabilecektir ([Yaqoob vd., 2023](#)).

6. DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada şehirlerin metaverse dijital ikizleri çeşitli şehirlerde farklı şekillerde hangi özellikleri ile ön plana çıktığı ve hangi konularda dönüştürme potansiyeli olduğunu farklı kıtalardan örnek şehirler üzerinden değerlendirmiştir. Bulgular, mevcut metaverse projelerinin kent sakinleri ile iletişim kurma, bürokratik süreçlere katılım kolaylığı, kent sakinlerinin kente dair gelecekteki projelere katılımının artması, sürdürülebilirlik ile ilgili planlama kararlarını simüle edebilme, eğitim ve sağlık konusunda henüz tamamen olmasa da fırsat eşitliği sağlama, kentsel altyapı tasarımı, bakımı ve işletimi açısından maliyet tasarrufu, turizm potansiyeli, altyapı geliştirme, katılımcılık konularında şehrin keşfedilebileceği yeni bir platform sunma hizmeti verebileceğini ortaya çıkarmıştır.

Seul, metaverse projelerinde öncü olarak, dijital yönetim hizmetleri aracılığıyla kent kullanıcıları ve kamu kurumları arasında yeni bir etkileşim kanalı açmıştır. ABD'de Santa Monica, metaverse'e katılan ilk şehir olarak, sanal şehir turları ve yerel işletmeler için bir pazar platformu sunmaktadır. Londra'nın "Virtual London" (ViLo) projesi, ulaşım verilerini analiz ederek sürdürülebilir kentsel kalkınmayı desteklerken, Zürih Dijital İkizi, kentsel planlama süreçlerini iyileştirip halk katılımını arttırdığı gözlenmiştir.

Brüksel, Pilsen ve Atina, DUET projesi kapsamında dijital ikiz teknolojisini çevresel sürdürülebilirlik ve kentsel planlama süreçlerinde kullanırken, Incheoncraft gibi platformlar sanal turizm ve kültürel mirasın etkileşimli deneyimini destekleyerek sürdürülebilir turizmi teşvik etmektedir. Helsinki, Incheon, Barcelona, Barbados ve Şanghay gibi şehirlerde dijital ikiz ve metaverse projeleri, kentsel yönetim, ekonomik gelişim ve toplum katılımı gibi

alanlarda yenilikçi çözümler sunmaktadır, bu da sürdürülebilir kentsel dönüşüm ve akıllı yönetişimi desteklemektedir.

Metaverse ve dijital ikiz teknolojilerinin fiziksel mekâna bağımlılığı azaltması ile birlikte kent sakinlerinin yaşamlarında mekânları kullanma biçimi açısından zamanla değişiklikler olabilecektir. Bu günlük yaşam hareketlerindeki olası değişiklikler kentlerde fiziksel mekâna direkt yansıyabilecek ve kentsel alanlarda kullanım değişimleri ile birlikte arazi kullanımlarını etkileyecektir.

Uzaktan çalışma biçimlerinin gelişmesi ve Covid-19'dan sonra büyük ölçekli şirketlerin uzaktan çalışma biçimini devam ettirmesi ile birlikte kent merkezinde konumlanan merkezi iş alanı olarak tanımlanan iş yerlerine gitme eğilimi azalabilecektir. Çalışan kesim artık uzaktan çalışma modeli ile kent merkezinde ya da ulaşım aksları üzerinde yer seçmek yerine kentin dış çeperlerinde ya da dünyanın herhangi bir yerinde yer seçerek (dijital göçebe/dijital nomad olarak adlandırılmaktadır) çalışmaya devam edebilecektir. Gerekli teknolojik donanım sayesinde konumdan bağımsız tüm iş görüşmelerini bir plazanın toplantı salonu yerine Metaverse'de oluşturulmuş sanal bir ofiste, iş arkadaşlarının avatarları ile gerçekleştirebilecektir. Bu durumda kent merkezinde yer seçen büyük iş merkezleri artık daha az metrekareli mekânlara ihtiyaç duyabilecektir ve hatta kent merkezinde yer seçme avantajını azaltabilecektir. Bu durumda mevcut kent merkezlerinde merkezi iş alanları olarak tanımlanan ofis yoğunluklu plazaların boş, işlevsiz ve zamanla kontrolsüz ve güvenlik açısından tehlikeli mekanlara dönüşmesi bir risk alanı olarak karşımıza çıkabilecektir. Bu alanların nasıl dönüşebileceği de ilerideki çalışmaların tasarlanmasına bir çıkış oluşturabilir.

Kent merkezinde konumlanan ve perakende ticaretin öne çıktığı alışveriş alanları da kullanıcı açısından dezavantajlı konuma düşme tehlikesi ile karşılaşabilecektir. Metaverse'ün dijital bir vitrin oluşturma (Nike, Samsung vb. dijital perakende satışlara başlamıştır) ve kolay alışveriş imkânı sağlaması sebebiyle aynı sektöre hizmet eden ve lojistik sebeplerle konum olarak yakın yerleri seçen ticaret kollarının arazi kullanım açısından yerseçiminde ihtiyaca göre farklılıklar oluşabilecektir. Kullanıcıların alacakları ürünleri kişiselleştirdikleri avatarları üzerinde deneyebilecek ve alacakları ürünleri de kişiselleştirme şansına sahip olduğu durumlarda tüm alışveriş kolları için kent merkezinde ya da işleve bağlı olarak kent çeperinde fiziksel bir showroom ve büyük metrekarelere ihtiyaç duyan mekanlar seçmek yerine sadece periferdeki büyük depolama alanlarına ihtiyacı arttırabilecektir.

Sabah ve akşam iş giriş-çıkış saatlerinde özellikle artan trafik yoğunluğu ve kentsel ulaşım problemi artık saatlere bağlı olmaksızın azalma eğilimine girebilecektir. Bu durumda merkezi iş alanı olmayan ve trafik yoğunluğundan arınmış kentlerin de daha sakin kentler haline gelmesi de olasılıklardan bir diğeri olarak karşımıza çıkabilecektir. Kent merkezindeki ihtiyaçların alternatif çözümler ile giderilmesi durumunda kent merkezine gitme eğiliminde azalma görülebilecektir. Bu olasılıkların gerçekleştiği ve normalleştiği durumda kentte yaşamak ya da kentin merkezini kullanmak günlük hayat için bir gereklilik olmaktan çıkabilecektir. Birçok kentli evden çalışıp, fiziksel aktivitelerini metaverse imkanları ile gerçekleştirebildiğinde kentte yaşamak yerine kent çeperleri daha cazip yerleşim yerleri haline gelebilecek ve e kentten kıra ya da kent çeperine göç artabilecektir. Böylelikle de daha geniş alana yayılan kent bölgelerin ve bunu destekleyenmekânsal oluşumların gündeme gelmesi kent makroformu açısından da değişimler ve dolaylı olarak yenilikler getirebilecektir.

Sosyal aktivite alanları olan festival alanlarının ve konserlerin gerçekleştirildiği mekanların da yerini dijital festival alanları ve konser-sinema salonlarına dönüşme ihtimali bulunmaktadır. Film festivalleri ve çok uluslu konferanslar online bağlantıların avantajlarını çoktan kullanmaya başlamışlardır. Metaverse evreninde dijital ikizi bulunan kentlerdeki rekreasyon alanları da dijitalleştirilmiş durumdadır. Fiziksel mekânda kullanıcıların tercih ettikleri sosyalleşme alanları yerini dijital ikizlerine bıraktığındakent merkezinde planlanan rekreasyon alanlarına talep azalabilecektir. Sanal bir antrenörle dünyanın herhangi bir yerinin dijital ortamında kullanıcılar istediği sporu veya egzersizi yapabilmektedir, ev konforunda bisikletlerin yeni teknolojik eklentileri ile online bisiklet yarışlarına ya da turlarına katılma imkânı doğmuştur. Buradan hareketle kentsel mekandaki sosyalleşme, sanat kültür etkinlikleri, sinema, tiyatro, spor gibi tüm aktivitelerin dijital ve konumdan bağımsız alternatifleri kent içindeki bu aktivite mekanlarına ihtiyacı azaltma durumunu getirdiğinde kamusal alanların dönüşümünü de beraberinde getirebilecektir.

Metaverse dijital ikiz teknolojilerinin zaman mekân sınırlarını daha da esnetebilmesi nedeniyle tarihte yolculuk ve antik kentler deneyim ilişkisi de değişmektedir. günümüzde sadece kalıntı haline gelmiş antik eserlerin orijinal halleri artırılmış gerçeklik sayesinde görselleştirilmekte ve zamnda yolculuğa çıkarılabilmektedir artık. Kullanıcının; bir antik kentin ya da miras alanının geçmişte nasıl olduğu, o dönemki bir seramoniye katılma seçeneği ve tarihsel süreci ya da ziyaret edilen destinasyonun iklim krizi ve aşırı turizm sebebiyle farklı bozulma türlerini izleme fırsatı da sunulmaktadır. Buna ek olarak, dezavantajlı grupların (ekonomik, fiziksel ya da sosyal dezavantaj) veya iklim değişikliğini azaltmayı hedefleyen

grupların fiziksel seyahat etme yerine alternatifi olan metaverse turlarını tercih etme olasılığı da artabilecek ve bu durumun kitle turizmi yapan kentlerin uzmanlaşma biçimini de etkileyeceği beklenmektedir.

Sonuç olarak, dijital ikizler ve metaverse, yenilikçi çözümler ve etkileşimli kullanıcı deneyimleri sunarak şehirlerin gelişimine katkı sunmaya başlamıştır. Bu gelişmelerle metaverse teknolojisi ile uzaktan çalışma biçimleri ve uzaktan sanat ve sosyal etkinliklere katılma eğiliminin artması da kentsel mekânda arazi kullanımı ve merkez fonksiyonlarının dağılımında çeşitli değişimleri beraberinde getirebilecektir. Bu değişimler ulaşım, ticaret, sanayi vb. birçok sektörün mekânsal ve operasyonel süreçlerini etkileyebilecektir. Bu konuda planlama ve politika yapımcılarının kullanıcıların da dahil edildiği çok aktörlü aktif katılımcı mekanizmaları uygulanmaya başlamış olup, geniş kapsamlı uygulamaların da gelecek süreçte ortaya çıkması beklenmektedir.

KAYNAKLAR

- Aksu, N. S., & Ercoşkun, Ö. Y., 2022. Kentlerde Dijital Dönüşüm ve Metaverse. Eksen Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Dergisi, 3(2), 108-122.
- AL-Hawamleh, A., Altarawneh, M., Hikal, H., & Elfedawy, A. 2024. Blockchain technology and virtual asset accounting in the metaverse: A comprehensive review of future directions. International Journal of Computing and Digital Systems, 15(1), 1595-1614.
- Aljoufie, M., & Tiwari, A. 2022. Citizen sensors for smart city planning and traffic management: crowdsourcing geospatial data through smartphones in Jeddah, Saudi Arabia. GeoJournal, 87(4), 3149-3168.
- Allam, Z., Sharifi, A., Bibri, S. E., Jones, D. S., & Krogstie, J., 2022. The metaverse as a virtual form of smart cities: Opportunities and challenges for environmental, economic, and social sustainability in urban futures. Smart Cities, 5(3), 771-801.
- Athen Metaverse <https://platform.citytwin.eu/app/map?caseId=373> (Erişim tarihi 15.05.2024)
- Barrera, K. G., & Shah, D. 2023. Marketing in the Metaverse: Conceptual understanding, framework, and research agenda. Journal of Business Research, 155, 113420.
- Bastos, D., Fernández-Caballero, A., Pereira, A., & Rocha, N. P. 2022. Smart city applications to promote citizen participation in city management and governance: A systematic review. In Informatics (Vol. 9, No. 4, p. 89). MDPI.
- Bautista, P. S. 2022. City Branding and Place Branding in the Metaverse: How Real Cities Build their Virtual Image and How Virtual Cities Do It. Fuori Luogo. Rivista di Sociologia del Territorio, Turismo, Tecnologia, 13(3), 16-32.

- Beijing, Shougang Park Metaverse,
<https://www.shougang.com.cn/en/ehhtml/ShougangNews/20230911/1822.html> (Erişim tarihi 15.05.2024)
- Benidorm Land <https://benidorm.org/en/news/benidorm-jumps-metaverse> (Erişim tarihi 15.05.2024)
- Bibri, S. E. 2023. The metaverse as a virtual model of platform urbanism: its converging AIoT, XReality, neurotech, and nanobiotech and their applications, challenges, and risks. *Smart Cities*, 6(3), 1345-1384.
- Bozarth, J. 2010. *Social media for trainers: Techniques for enhancing and extending learning*. John Wiley & Sons.
- Buhalis, D., Leung, D., & Lin, M. 2023. Metaverse as a disruptive technology revolutionising tourism management and marketing. *Tourism Management*, 97, 104724.
- CatVers <https://www.catvers.cat/en> (Erişim tarihi 15.05.2024)
- Chen, C., Li, Y., Wu, Z., Mai, C., Liu, Y., Hu, Y., ... & Zheng, Z. 2024b. Privacy computing meets metaverse: Necessity, taxonomy and challenges. *Ad Hoc Networks*, 158, 103457.
- Chen, Z., Gan, W., Wu, J., Lin, H., & Chen, C. M. 2024a. Metaverse for smart cities: A surveys. *Internet of Things and Cyber-Physical Systems*.
- City Benidorm. Benidorm Jumps into the Metaverse. Available online: <https://benidorm.org/en/news/benidorm-jumps-metaverse> (Erişim tarihi 15.05.2024)
- Daolue Culture and Tourism. 2021. Metaverse tourism: Datang never sleeps city is the first to simulate the 'Datang Metaverse' and Hanshan Art Museum to explore four kinds of parallel virtual space". Retrieved from www.urbanlight.cn/newsdetail/3785656c-b46c-4c9a-ac41-de8ca03672d7 (Erişim Tarihi 15.05.2024).
- Dawkins O., Dennett A., Hudson-Smith A. 2018. „Living with a digital twin: Operationalmanagement and engagement using IoT andMixed Realities at UCL’s Here East Campuson the Queen Elizabeth Olympic Park, in:Conference Proceedings, GISRUK,The26th Annual GIScience Research UK, 17-20
- Digital Twin of Dubai <https://www.khaleejtimes.com/uae/look-heres-what-a-dubai-metro-ride-looks-like-in-the-metaverse> (Erişim tarihi 15.05.2024)
- Dionisio, J. D. N., Burns III, W. G., & Gilbert, R. 2013. "3D Virtual Worlds and the Metaverse: Current Status and Future Possibilities." *ACM Computing Surveys*, 45(3), 34. DOI: 10.1145/2480741.2480751
- DUET, 2021. Available online: <https://www.digitalurbantwins.com/athens-twin> (Erişim tarihi 15.05.2024)
- Finney, A. 2022. Zaha Hadid Architects Designs Virtual Liberland Metaverse City.
- Garrido C., González A. 2023. Cities moving into the Metaverse: an augmented, but better reality.

- <https://www.citiestobe.com/citiesmetaverse/#:~:text=It%20can%20help%20city%20staff,have%20a%20grasp%20on%20reality.> (Erişim tarihi 15.05.2024)
- Gartner. 2022. Gartner Predicts 25% of People Will Spend At Least One Hour Per Day in the Metaverse by 2026 [online] Available: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2022-02-07-gartner-predicts-25-percent-of-people-will-spend-at-least-one-hour-per-day-in-the-metaverse-by-2026> (Erişim tarihi 01.07. 2024)
- Geshkov, M. 2023. Application of Digital Technologies in Controlling Urban Sprawl. In SHS Web of Conferences (Vol. 176, p. 01010). EDP Sciences.
- Government of Dubai., 2022. Hamdan Bin Mohammed Launches Dubai Metaverse Strategy, [online] Available: <https://www.mediaoffice.ae/en/news/2022/July/18-07/Hamdan-bin-Mohammed-launches-Dubai-Metaverse-Strategy>.
- Government of Shanghai, 2023. Shanghai emerges as a leader in metaverse development. [online] Available: <https://www.shanghai.gov.cn/nw48088/20231124/7bc33b30dd3641b48f95805a0fd29335.html> (Erişim tarihi 08.10.2024)
- Helsinki City. Virtual Helsinki. Çevrimiçi olarak erişilebilir: <https://www.myhelsinki.fi/en/see-and-do/sights/virtual-helsinki>
- Hudson-Smith, A., & Batty, M. 2024. Designing the urban metaverse: Visual analytics for urban design. In The Routledge Handbook of Urban Design Research Methods (pp. 427-438). Routledge.
- Kaur, J., Mogaji, E., Paliwal, M., Jha, S., Agarwal, S., & Mogaji, S. A. 2023. Consumer behavior in the metaverse. Journal of Consumer Behaviour.
- Korea Tourism Organization, 2024. <https://knto.or.kr/business04> (Erişim tarihi 08.10.2024)
- Kuru, K. 2023. MetaOmniCity: Towards immersive urban metaverse cyberspaces using smart city digital twins. IEEE Access.
- Kye, B., Han, N., Kim, E., Park, Y., & Jo, S. 2021. Educational applications of metaverse: possibilities and limitations. Journal of educational evaluation for health professions, 18.
- Lawton, How Seoul is Creating a Metaverse for a Smarter City, 2022. [online] Available: <https://venturebeat.com/ai/how-seoul-is-creating-a-metaverse-for-a-smarter-city/> (Erişim tarihi 15.05.2024)
- Lee, L.-H., Braud, T., Zhou, P., Wang, L., Xu, D., Lin, Z., ... & Hui, P. 2021. "All One Needs to Know about Metaverse: A Complete Survey on Technological Singularity, Virtual Ecosystem, and Research Agenda." arXiv preprint arXiv:2110.05352.
- Liu, Y., Shen, Y., Guo, C., Tian, Y., Wang, X., Zhu, Y., & Wang, F. Y., 2022. MetaSensing in metaverses: See there, be there, and know there. IEEE Intelligent Systems, 37(6), 7-12.
- Lv, Z., Xie, S., Li, Y., Hossain, M. S., & El Saddik, A., 2022. Building the metaverse using digital twins at all scales, states, and relations. Virtual Reality & Intelligent Hardware, 4(6), 459-470.

- Maier, F., & Weinberger, M. 2024. Metaverse Meets Smart Cities—Applications, Benefits, and Challenges. *Future Internet*, 16(4), 126.
- Makaverse <https://worldmap.themekaverse.com/map> (Erişim tarihi 15.05.2024)
- Marcucci E., Gatta V., Le Pira M., Hansson L., Bråthen S. 2020. Digital Twins: A Critical Discussion on Their Potential for Supporting Policy-Making and Planning in Urban Logistics, *Sustainability* 12(24): 1-15
- Marin, G. G. 2024. Digital Twin: An Emerging Tool for Urban Planning and Design. *Urbanism. Arhitectură. Construcții*, 15(1), 5-26.
- McKinsey&Company, 2022 road to change Value creation in the metaverse The real business of the virtual World June 2022 <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%20functions/marketing%20and%20sales/our%20insights/value%20creation%20in%20the%20metaverse/Value-creation-in-the-metaverse.pdf> (Erişim tarihi 15.05.2024)
- Meta. Athen Metaverse 2023 <https://www.meta.com/experiences/pcvr/1137060203060243/> (Erişim tarihi 02.07.2024)
- Metaverse Seoul <https://metaverseseoul.kr/user/> (Erişim tarihi 15.05.2024)
- Microsoft 2024 Environmental Sustainability Report [online] Available: <https://query.prod.cms.rt.microsoft.com/cms/api/am/binary/RW11MjE> (Erişim tarihi 01.07.2024)
- Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group 2009. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Med* 6(6): e1000097. doi:10.1371/journal.pmed1000097
- Muhammad I. Beijing Rolls Out Two-Year Metaverse Innovation and Development Plan, 2022b, [online] Available: <https://www.beyondgames.biz/26203/beijing-rolls-out-two-year-metaverse-innovation-and-development-plan/>. (Erişim tarihi 15.05.2024)
- Muhammad I., Metaverse Makes Its Way Into Shanghai Five-Year Development Plan, 2022a, [online] Available: <https://www.beyondgames.biz/18333/metaverse-makes-its-way-into-shanghais-five-year-development-plan/>. (Erişim tarihi 15.05.2024)
- Nath, K., 2022. Evolution of the Internet from Web 1.0 to Metaverse: The Good, The Bad and The Ugly.
- New York Urban Hybrid Twin <https://digitaltwin.engineering.columbia.edu/> (Erişim tarihi 15.05.2024)
- Ning, H., Wang, H., Lin, Y., Wang, W., Dhelim, S., Farha, F., Ding, J., & Daneshmand, M. 2021. A Survey on Metaverse: the State-of-the-art, Technologies, Applications, and Challenges.
- Nochta T., Wan L., Schooling J. M., Parlikad A. K.(2021),A Socio-Technical Perspective on Urban Analytics: The Case of City-Scale Digital Twins, *Journal of Urban Technology* 28(1): 263-287

- Pamungkas, B., 2022. The Future of Cities in the Metaverse Era: Are Indonesian Cities Ready. Megafury Apriandhini, SH, MH Chair of 4th OSC, 401.
- Partarakis, N., & Zabulis, X. 2024. A review of immersive technologies, knowledge representation, and AI for human-centered digital experiences. Electronics, 13(2), 269.
- Pereira, D. 2024. Speculative Design: “Virtual Singapore” Is a Massive, Fully Functional Digital Twin of the Asian City-State. Available online: <https://www.oodaloop.com/archive/2023/05/23/speculative-design-virtual-singapore-is-a-massive-fully-functional-digital-twin-of-the-asian-city-state/> (Erişim tarihi 15.05.2024).
- Play-To-Earn Metaverse (Santa Monica) <https://dot.la/santa-monica-metaverse-2656021933.html> (Erişim tarihi 15.05.2024)
- PT WIR Asia Tbk (WIR Group). 2022. “Jakarta Provincial Government & WIR Group to Develop Jakarta Metaverse.” PR Newswire, April 28. <https://en.prnasia.com/releases/apac/jakarta-provincial-government-wir-group-to-develop-jakarta-metaverse-359646.shtml> (Erişim Tarihi 15.05.2024)
- Raes L., Michiels P., Adolphi T., Tampere C., Dalianis T., McAleer S., Kogut P. 2022. DUET: A Framework for Building Secure and Trusted Digital Twins of Smart Cities, IEEE Internet Computing 26(3): 43-50
- Reid, R.L. In NYC, 2024. Digital Twin Project Tackles Traffic. Available online: <https://www.asce.org/publications-and-news/civil-engineering-source/civil-engineering-magazine/article/2022/09/in-nyc-digital-twin-project-tackles-traffic> (Erişim tarihi 15.05.2024).
- Schrotter G., Hürzeler C. 2020. The Digital Twin of the City of Zurich for Urban Planning, Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation Science 88(5): 99-112
- Schumacher, P. 2022. The metaverse as opportunity for architecture and society: design drivers, core competencies. Architectural Intelligence, 1(1), 11.
- Seoul First Local Gov't to Start New-Concept Public Service With metaverse Platform, 2021. [online] <https://english.seoul.go.kr/seoul-first-local-govt-to-start-new-concept-public-service-with-metaverse-platform/>. (Erişim tarihi 15.05.2024)
- Seoul Metropolitan Government, 2021. Seoul First Local Gov't to Start New-Concept Public Service With metaverse Platform, 2021. [online] <https://english.seoul.go.kr/seoul-first-local-govt-to-start-new-concept-public-service-with-metaverse-platform/>. (Erişim tarihi 15.05.2024)
- Shanghai Metaverse <https://www.shine.cn/news/metro/2202151932/> (Erişim tarihi 15.05.2024)
- Shen, Wuhan Pledges to Develop Metaverse to Boost COVID-Ravaged Economy, 2022. [online] Available: <https://forkast.news/headlines/wuhan-metaverse-plans-covid-economy/>. (Erişim Tarihi 15.05.2024)

- Speculative Design: “Virtual Singapore” Is a Massive, Fully Functional Digital Twin of the Asian City-State. Available online: <https://www.oodaloop.com/archive/2023/05/23/speculative-design-virtual-singapore-is-a-massive-fully-functional-digital-twin-of-the-asian-city-state/> (Erişim tarihi 15.05.2024)
- Stouhi, D. "Zaha Hadid Architects Designs Liberland, a "Cyber-Urban" Metaverse City " 15 Mar 2022. ArchDaily. <<https://www.archdaily.com/978522/zaha-hadid-architects-designs-cyber-urban-metaverse-city>> ISSN 0719-8884 (Erişim tarihi 02.07.2024).
- The Government of Dubai. RTA Exhibits Metaverse Dubai Metro Stations Network, Digital Platforms at GITEX 2022. Available online: <https://mediaoffice.ae/en/news/2022/October/09-10/RTA-exhibits-Metaverse-Dubai-Metro> (Erişim tarihi 15.05.2024).
- The Palace Museum. (2022). Panoramic Palace Museum allows virtual tours of all open areas via VR devices. China Daily.
- Thurman, A. 2021. “Barbados to Become First Sovereign Nation With an Embassy in the Metaverse,” CoinDesk, Nov. 15, 2021. <https://www.coindesk.com/business/2021/11/15/barbados-to-become-first-sovereign-nation-with-an-embassy-in-the-metaverse/> (Erişim Tarihi 15.05.2024)
- UCL News, 2021. Virtual London <https://www.ucl.ac.uk/bartlett/casa/virtual-london> (Erişim tarihi 15.05.2024)
- Um, T., Kim, H., Kim, H., Lee, J., Koo, C., & Chung, N. 2022. January. Travel Incheon as a metaverse: smart tourism cities development case in Korea. In ENTER22 e-Tourism Conference (pp. 226-231). Cham: Springer International Publishing.
- Urban Footprint, 2014. Available online: <https://urbanfootprint.com/about/> (Erişim tarihi 15.05.2024)
- ViLO, <https://connected-environments.org/portfolio/vilo-platform/> (Erişim tarihi 15.05.2024)
- Virtual Singapur <https://infra.global/singapores-digital-twin-from-science-fiction-to-hi-tech-reality/> (Erişim tarihi 15.05.2024)
- VU.CITY Londra. Çevrimiçi olarak erişilebilir: <https://www.vu.city/cities/london>
- Wang, J., & Medvegy, G. 2022. Exploration of the future of the metaverse and smart cities.
- Wang, X., Yang, J., Han, J., Wang, W., & Wang, F. Y., 2022. Metaverses and DeMetaverses: From digital twins in CPS to parallel intelligence in CPSS. IEEE Intelligent Systems, 37(4), 97-102.
- Wolters, B. M. 2023. EXPLORING THE POTENTIAL OF URBAN DIGITAL TWINS IN CLIMATE ADAPTIVE DEVELOPMENT.
- Xu, M., Ng, W. C., Lim, W. Y. B., Kang, J., Xiong, Z., Niyato, D., ... & Miao, C., 2022. A full dive into realizing the edge-enabled metaverse: Visions, enabling technologies, and challenges. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 25(1), 656-700.

- Yaqoob, I., Salah, K., Jayaraman, R., & Omar, M., 2023. Metaverse applications in smart cities: Enabling technologies, opportunities, challenges, and future directions. *Internet of Things*, 100884.
- Zhahira, T., & Christianti, D. W. (2023). THE ESTABLISHMENT OF A VIRTUAL EMBASSY ACCORDING TO THE 1961 VIENNA CONVENTION ON DIPLOMATIC RELATIONS: THE CASE OF BARBADOS'METaverse EMBASSY. *Jurnal Bina Mulia Hukum*, 8(1), 106-127.
- Zhang, J., & Quoquab, F. 2023. Metaverse in the urban destinations in China: some insights for the tourism players. *International Journal of Tourism Cities*, 9(4), 1016-1024.
- Zhang, J., Chen, C., Zhang, Y., Cui, Y., Han, P., Meng, N., & Xu, Y. 2022. The framework and practices of digital twin city. In 2022 IEEE 12th International Conference on Electronics Information and Emergency Communication (ICEIEC) (pp. 111-116). IEEE.
- Zurich Digital Twin <https://www.stadt-zuerich.ch/hbd/de/index/staedtebau/zuerich-4d.html> (Erişim tarihi 15.05.2024)