

KENTSEL HİZMETLERİN ETKİNLİĞİNE YÖNELİK BİR ÖNERİ: METAVERSE ENTEGRASYONLU UYGULAMALAR

A Suggestion on The Efficiency of Urban Services: Applications with Metaverse Integration

Dr. Muhammed Miraç ASLAN* - Prof. Dr. Yakup BULUT**

Geliş Tarihi: 28.05.2023 | Yayına Kabul Tarihi: 23.10.2023

Öz

Teknolojide yaşanan gelişmeler insan yaşamının her boyutunu etkilediği gibi kent yönetimlerini de etkilemiştir. Kamu yönetiminde dijitalleşme ile başlayan sürecin devamında e-hizmetlerin vatandaşlara sunulan hizmetlere kazandırdığı yeni boyut, kentlerin sorun ve ihtiyaçlarına yenilikçi ve sürdürülebilir çözümler üreten akıllı kent uygulamaları ve bu tür uygulamalar, kent yönetimlerinin dikkatini çekmektedir. Kent yönetimlerinin bu minvalde başvurduğu bir kaynak olarak yer alan yenilikçi uygulamalar, ulaşım, güvenlik, çevre, afet yönetimi gibi alanlar başta olmak üzere birçok alanda hizmet üretmektedir. Kentsel hizmetlerin planlanması, en az kent planlanması kadar büyük önem taşımaktadır. Kentsel hizmetlerin üretilmesinin öncesinde gerçekleştirilen mevcut durumun analizi, fizibilite raporlamaları, fayda-maliyet analizleri, stratejik plan uyumu, hizmetin sunucusu olarak kurumun ve hizmetin yararlanıcısı olarak vatandaşların planlanan hizmete uygunluğu gibi birçok unsur, kentsel hizmetin etkinliğiyle doğrudan ilişkilidir. Bu sebeple sunulacak kentsel hizmetin ve yönteminin gerekli aşamalardan geçmiş olması etkin bir hizmet sunumunun altyapısını oluş-

Abstract

Developments in technology have affected every aspect of human life as well as urban administrations. In the continuation of the process that started with digitalization in public administration, the new dimension that e-services brought to the services offered to citizens, smart city applications that produce innovative and sustainable solutions to the problems and needs of cities, and such applications attract the attention of city administrations. Innovative applications, which are a resource that city administrations apply in this direction, produce services in many areas, especially in areas such as transportation, security, environment, disaster management. Planning of urban services is as important as urban planning. Many factors such as the analysis of the current situation before the production of urban services, feasibility reports, cost-benefit analyzes, strategic plan compliance, the compliance of the institution as the service provider and the citizens as the beneficiary of the service to the planned service are directly related to the effectiveness of the urban service. For this reason, the fact that the urban service and its method to be offered have passed the necessary stages,

* Gaziantep Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Bölümü, miracaslan@gantep.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8747-7036

** Gaziantep Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Bölümü, yakupbulut@gantep.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0838-4200

turacağı gibi efektif olmayan bir hizmetin devreye alınmasının da önüne geçecektir. Bu durum haliyle yanlış bir yatırımı önleyeceği için kamu kaynaklarının etkin kullanımına da katkı sağlayacaktır. Kentsel hizmetlerin planlanması noktasında geleneksel ve yenilikçi birçok yaklaşım yer almaktadır. Bu çalışmanın amacı, kentsel hizmetlerin daha etkin bir şekilde gerçekleşmesine yönelik metaverse temelli bir öneri sunmaktır. Betimsel bir yöntem kullanılan çalışmada, öncelikle metaverse ile bağlantılı ve kentsel hizmetlerin sunumunda kullanılan uygulamaların tanımlamalarına kavramsal çerçeve içerisinde yer verilecektir. Daha sonra kentlerde halihazırda kullanılan ve metaverse ile bağlantılı Dünya'da ve Türkiye'de hizmet sunmakta olan iyi uygulama örnekleri irdelenecektir. Çalışmanın sonuç bölümünde ise kentsel hizmetlerin etkinliğinin artırılmasında metaverse entegrasyonlu uygulamaların etkin rol üstlenip üstlenemeyeceği ele alınarak bir öneri sunulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Metaverse, Bilgi ve İletişim Teknolojileri, Kentsel Hizmet, Etkinlik.

will not only form the infrastructure of an effective service delivery, but also prevent the commissioning of an ineffective service. As this situation naturally prevents a wrong investment, it will also contribute to the effective use of public resources. There are many traditional and innovative approaches to the planning of urban services. The aim of this study is to present a metaverse-based proposal for more efficient realization of urban services. In the study, which uses a descriptive method, first of all, the definitions of the applications related to the metaverse and used in the presentation of urban services will be included within the conceptual framework. Then, examples of good practices that are currently used in cities and that are connected to the metaverse and providing services in the world and in Turkey will be examined. In the conclusion part of the study, a proposal will be presented by considering whether metaverse integrated applications can play an active role in increasing the efficiency of urban services.

Keywords: Metaverse, Information and Communication Technology, Urban Service, Efficiency.

GİRİŞ

Kentlerde artan nüfus, genişleyen kent ölçeği, teknolojiye yaşanan gelişmelere bağlı olarak değişim gösteren ihtiyaçlar ve konjonktürel gelişmeler, kent yaşamındaki sorunların ve ihtiyaçların değişmesinde etkili olmaktadır. Yaşanan değişim süreci içerisinde kentlerin bu sürece adapte olabilmeleri ve ihtiyaçlara cevap verebilmeleri, geleneksel yöntemlerin ötesinde yenilikçi yöntemlerle mümkün olmaktadır. Özellikle azalan kaynakların ve artan maliyetlerin kent yönetimlerini dirençlik yönüyle olumsuz şekilde etkilediği günümüzde, kent yönetimlerinin hizmet ve yatırım planlamaları etkin şekilde yapmaları gerekmektedir. Bu gereklilik iyi bir yönetimin olmazsa olmazlarından ziyade kentin ekonomik, idari, sosyal ve çevresel yönden sürdürülebilirliği için bir ihtiyacı ifade etmektedir. Nitekim kent planlaması, kentin ve hizmetlerinin sürdürülebilirliğinde kilit role sahip olduğu gibi kentsel hizmetlerin etkinliğinde de benzer öneme sahiptir.

Kentlerin karşı karşıya kaldıkları sorun ve ihtiyaçların çözümünde içinde buldukları yenilikçi ve sürdürülebilir çözüm arayışları, farklı kent yaklaşımlarını ortaya çıkarmaktadır. Bu bağlamda ortaya çıkan yeşil kent, eko kent, sakin kent, akıllı kent vb. fraksiyonlar, bu yaklaşımların bir kaçını oluşturmaktadır. Kentle ilişkin ortaya çıkan yeni yaklaşımların isimleri, temaları ve yöntemleri farklılık gösterse de bu yaklaşımların bütünü temelinde kentin sorun ve ihtiyaçlarına çözüm üretmenin yer aldığı görülmektedir. Örneğin akıllı kentlerin, kentlerin sorun ve ihtiyaçlarına yenilikçi ve sürdürülebilir çözümler üretirken bilişim teknolojilerini yöntem olarak kullanmakta olduğu görülmektedir. Bu yönüyle akıllı kentin, enerji tüketiminden toplu ulaşım, yaşlı bakım hizmetlerinden çevre-atık yönetimine kadar kentsel hizmetlerin veri temelli ve uzaktan idare edilebilir olması, kentsel hizmetlerin planlanması noktasında etkin bir altyapının oluşmasına imkân sağlamaktadır.

Kentsel hizmetlerin etkin ve doğru şekilde planlanması, hizmetlerin etkinliğine ve sürdürülebilirliğine, kent yönetimlerinin sorun ve ihtiyaçlara çözüm üretebilmesine, yanlış yatırımların ve efektif olmayan uygulamaların devreye alınmasının önüne geçilmesi süreçlerinde belirleyici bir role sahiptir. Bunların yanında kentin ana unsuru olan kentlilerin, alacağı hizmetlerin planlanması sürecinde yer alması, hizmetlerin etkinliğine önemli katkılar sunacaktır. Diğer bir ifadeyle yönetişimin ve katılımın sağlandığı bir kentsel hizmet planlama süreci, uygulamaların kullanıcıları tarafında önceden deneyimlenerek hatalarının ayıklanmasına ve eksiklerinin giderilmesine imkân sağlayacaktır. İşte burada, kentsel hizmetlerin etkinliğini artırmak noktasında sunulacak hizmetlerin metaverse entegrasyonlu bir altyapıya sahip olması önerisi, çalışmanın ana temasını oluşturmaktadır. Metaverse teknolojisini, kentsel hizmetlerin etkinliğinin sağlanmasında bir öneri olarak öne süren çalışmada betimleyici bir yöntem kullanılmıştır. Çalışmada ilk olarak metaverse ile ilişkili kavramlara ait terminoloji irdelenmektedir. Daha sonra kentlerin metaverse sürecine uzak olmadığı ve öne sürülen önerinin ayakları yere basan sac ayaklarının olduğunu desteklemek amacıyla kentlerde halihazırda kullanılan ve metaverse ile bağlantılı, Dünya'da ve Türkiye'de hizmet sunmakta olan iyi uygulama örneklerine yer verilmektedir. Sonuç olarak, metaverse entegrasyonlu uygulamaların kentsel hizmetlerin etkinliğinde etkin bir rol üstlenip üstlenemeyeceği irdelenerek, bir öneri sunulacaktır.

1. METAVERSE KAVRAMI

Metaverse, literatürde yerini henüz almaya başlamış bir kavram olduğu için üzerinde mutabık kalınmış bir tanım bulunmamaktadır. Bu sebeple kavram, sahip olduğu teknoloji ve altyapılardan oluşan anlatılar üzerinden açıklanmaya çalışılmaktadır. Etimolojik olarak metaverse, “ötesi” anlamındaki Yunanca kökenli *meta* ve “evren” anlamındaki Fransızca kökenli *universe* kelimelerinden oluşmaktadır (Allaby, 2015). Sanal bir dünya veya evren üzerinden kurgulanan yaklaşımlar kavramı açıklamakta yetersiz kalmaktadır. Nitekim sanal bir dünya, işaretler ve şekillerden oluşan sembolik tuğlalardan inşa edilmiş olarak görülebilir ancak bu enstrümanlar anlam oluşturmanın ve göstergelerin sembolik dünyalarını oluşturmaktadır (Jensen, 2012, s. 2). Sanal bir evrenin içeriği, bileşenleri, etkileri vb. boyutlarının ötesinde kent yönetimlerinin hizmet sunumlarına etkinliğinin irdelendiği çalışmanın perspektifinde metaverse kavramının kamu yönetimine bakan boyutu önem taşımaktadır.

Jon Radoff, metaverse’ün deneyim, keşif, yaratıcı ekonomi, mekânsal bilgi işlem, ademi merkezîyetçilik, insan arayüzü ve altyapı olmak üzere yedi katmandan oluştuğunu öne sürmektedir. Bu katmanların tamamı çalışmanın konusuyla ilişkili olmadığı için katmanların tamamı açıklanmayacaktır. Çalışmanın konusuyla ilgili olarak; **Mekânsal Bilgi İşlem Katmanı**, sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik, genişletilmiş gerçeklik ve haritalama gibi teknolojilerle metaverse’ü dijital deneyimler ve bilgilerle zenginleştirilmesini veya fiziksel nesnelere hesaplanmasına imkân sağlamaktadır. Metaverse teknolojisinin kullanıcıları olan insanların fiziksel olarak dijital dünyaya ulaşmasını sağlayan VR kulaklıklar, akıllı gözlükler gibi giyilebilir cihazları, diğer bir ifadeyle giyilebilir teknolojiden oluşan **İnsan Arayüzü Katmanı**, aynı zamanda sinir ağlarını ve haptikleri içeren teknolojiyi de içermektedir. Çalışmanın kapsamıyla ilişkili olarak değinilecek son katman olan **Altyapı Katmanı**, 5G ve 6G ağları, Wi-Fi, bulut mimarisi ve grafik işleme birimleri gibi meta veri tabanına kaynak sağlayan temel teknoloji ve ağ bileşenlerinden meydana gelmektedir (Tay, 2022). Detaylı olarak yer verilmemiş olsa da **Deneyim Katmanı** da çalışmanın önerisi olan metaverse teknolojisinin, kentsel hizmetlerin etkinliğinin artırılmasında uygulamaların kullanıcıları konumdaki vatandaşların ön kullanımlarına sunulmasıyla dolaylı olarak ilişkili bir katmanı ifade etmektedir.

Metaverse kavramı, tanımlayıcıların çalışma alanlarına ve yaklaşımlarına göre farklılıklar göstermektedir. Örneğin, bir yatırımcı olarak Tommaso, metaverse kavramını “metaverse, yeni nesil tüketici etkileşimidir: merkezinde kendi kendine yeten, topluluk odaklı bir ekonomi ile sürükleyici bir deneyim olarak açıklarken bir girişimci olarak Dirk, metaverse, insanların bir veya birden fazla kimlik üstlendiği gerçek dünyayla bulanıklaşan paralel, sürükleyici bir dünya gibi olduğunu ve verilerin güvenliğine atıfla blockzincirin, metaverse’in temel direği olduğunu ifade etmektedir. Piyasa temelli bu yaklaşımlar, metaverse kavramının tüketim ve hizmetin yeniden şekilleneceğinin sinyallerini verirken, kavramın birçok disiplinin çalışma odağında olduğunu göstermektedir. Bunun yanında bir fütürist olarak Cathy, metaverse’ün, fiziksel ve dijital benliklerimizin bir birleşimi olarak sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik, yapay zeka, bulut, blokzincir, vb. teknolojilerin meta veri tabanı ilgili dijital kimliklerin oluşmasına olanak sağladığını ifade etmektedir. Ortaya çıkan bu durumunun tamamıyla etkileşimli bir şekilde içerik tüketiminin ve gelir akışlarının oluşacağını altını çizmektedir (Hackl, Lueth, & Di Bartolo, 2022, s. 27,28). Buradan anlaşılacağı üzere birçok teknolojiyi içeren metaverse kavramının tek bir tanımı olmadığı gibi tanımlayan otorite ve kişilerin çalışma alanlarına göre getirilen tanımlamalar farklılıklar içermektedir.

2. METAVERSE TEKNOLOJİSİ KENT VE YÖNETİMLERİ İÇİN NEYİ İFADE ETMEKTEDİR?

Çalışmanın konusuyla ilişkili olarak, metaverse kavramının kamu yönetimine bakan boyutu, daha fazla önem taşımaktadır. Özellikle hızla gelişmekte olan kamu hizmetinin, metaverse kavramıyla ilişkili olarak sermaye temelli yeni bir kamu yararı anlayışının güdümünde kalmasından ziyade toplum yararının ve kentin çıkarlarının gözetildiği bir yaklaşım içerisinde değerlendirilmesi, çalışmada önemli bir yer sahiptir (Keleş, 2013, s. 57-58). Bu sebeple metaverse teknolojisinin, kentler ve yönetimleri için neyi ifade ettiği ortaya konulmaya çalışılacaktır. Nitekim kentsel hizmetlerin etkinliğine olan etkisinin belirlenebilmesi için metaverse teknolojisinin, kent ile olan bağının açıklanması önemlidir. Kent yönetimlerin halihazırda kent planlama ve yapı denetimi, yatırım alanlarının tanıtımı, turizm deneyimlerinin iyileştirilmesi, yaşlı bireylerin bakım ve rehabilitasyon süreçlerinin desteklenmesi gibi birçok alanda metaverse teknolojisinin bileşenleri olan birçok teknolojiden yararlanmaktadır. Bu sebeple kent yönetimlerinin devreye alacağı yeni hizmet ve uygulamaların metaverse ortamında vatandaşlara sunularak,

kentsel hizmetlerin planlamasının eksik, aksayan, geliştirilebilir vb. yönlerinin önceden belirlenebilecek olması metaverse teknolojisinin kent ve yönetimleri için bir çözüm ortağı teknoloji olarak dikkate değer olduğunu göstermektedir. Bunun yanında çalışmanın önerisi olarak, metaverse teknolojisinin kentsel hizmetlerin etkinliğinde rol üstleneceği öngörüsü, metaverse teknolojisinin kent ve yönetimleri için neyi ifade etmekte olduğunu açıklamaktadır.

3. KENT YÖNETİMLERİNİN KULLANMAKTA OLDUKLARI TEKNOLOJİLER, UYGULAMALAR VE HİZMET ALANLARI

Metaverse'ün tarihi, birbirine bağlı birçok teknolojinin tarihiyle ilişkilidir. Çünkü metaverse, dijital kimliklerden blok zincirine, genişletilmiş gerçeklik (XR) cihazlarına ve internete kadar birçok teknolojiyi birleştirmektedir. Dolayısıyla sanal gerçeklik, dijital ikiz, blokzincir ve genişletilmiş gerçeklik vb. teknolojilerin tarihsel gelişimi irdelenmeden metaverse kavramının anlatımını yapmak pek mümkün değildir (Terry & Keeney, 2022, s. 57). Bu noktada çalışmanın konusundan uzaklaşmamak adına metaverse ile ilişkili teknolojilerin tarihsel sürecinden ziyade kavramların tanımlamalarına ve kentsel hizmetlerle olan bağlantılarına değinilecektir. Sözün özü olarak bu başlık altında, kent yönetimlerinin kentlerin sorun, ihtiyaç ve beklentiler karşısında metaverse ile ilişkili olarak halihazırda kullanmakta oldukları teknolojiler, uygulamalar ve hizmet alanları irdelenecektir.

3.1. Dijital İkiz: Kent Planlaması ve Yapı Denetimi

Amerika Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA)'nin eşleme teknolojisini kullanmasıyla ortaya çıkan ve fiziksel bir nesnenin dijital kopyası olarak dijital ikiz kavramı, herhangi bir nesnenin, cihazın, hizmetin dijital bir kopyasının oluşturulması anlamına gelmektedir (STM Teknolojik Düşünce Merkezi, s. 1-3). Dijital ikiz teknolojisi Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi'nin bir çalışması sonucunda ortaya çıkmış olsa da günümüzde maliyetleri düşürmek verimliliği artırmak ve süreçleri geliştirmek amacıyla birçok alanda kullanılmaktadır. Dijital ikiz teknolojisini kullanıldığı alanların başında sağlık, savunma, üretim, enerji otomotiv ve kamu hizmetleri gelmektedir (Arıksoy, 2019). Dijital ikiz teknolojisi, yerel yönetimler tarafından kent planlama ve yapı denetiminde kullanılmaktadır. Dijital ikiz teknolojisinin yerel yönetimlerce kullanımıyla ilgili olarak çalışmanın iyi uygulama örneklerinin yer aldığı kısımda örneklendirilerek irdelenecektir.

3.2.Sanal Gerçeklik (VR) ve Artırılmış Gerçeklik (AR): Turizm, Yatırım Alanları, Kent Planlaması, Yaşlı Bakımı ve Rehabilitasyonu

Sanal gerçeklik kavramı, kelime birleşimlerinden anlaşılacağı üzere oksimoron bir yapıya sahiptir. Sanal gerçeklik içerisindeki zıt kavramların teknolojik bir altyapıyla bir araya gelmesiyle ortaya çıkan sana gerçeklik kavramı, gerçekte somut varlığa sahip olmadan somut varoluşun etkisine sahip olmak anlamını taşımaktadır. Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA)'nın "Sanal gerçeklik, nesnelere bir mekânsal mevcudiyet duygusuna sahip olduğu etkileşimli üç boyutlu bir dünyanın etkisini yaratmak için bilgisayar teknolojisinin kullanılmasıdır." ifadesi, kavramın mekân ve teknoloji arasındaki konumunu belirlemektedir (Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA)). Sanal gerçeklik teknolojisi, dijital ikiz teknolojisi gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Ancak burada çalışmanın konusuna bağlı olarak kentsel hizmetlerle olan ilişkisine vurgu yapılarak iyi uygulamalara yer verilen başlık altında örneklendirilecektir.

Artırılmış gerçeklik, kullanıcıyı tamamıyla sentezlenmiş bir bilgi ortamına sürmek yerine bilgisayar tarafından oluşturulan bilgileri üst üste bindirerek gerçek dünyayı görsel anlamda zenginleştiren bir sistemi ifade etmektedir. Artırılmış gerçeklik, bilgisayar tarafından oluşturulan bilgileri bunun üzerine bindirerek gerçek dünyayı zenginleştiren bir sistemdir. Sanal gerçekliğin bir varyasyonu olarak değerlendirilse de artırılmış gerçeklik sanal gerçeklikten farklı bir teknolojidir. Sanal gerçeklikten ayrılan yönüyle artırılmış gerçeklik, kullanıcıya gerçekten dünyadan bütünüyle kopmadan, diğer bir ifadeyle gerçek dünyaya bağlı olarak zenginleştirilmiş görsel deneyim sunan bir sistemden oluşmaktadır (Furht). Artırılmış gerçeklik teknolojisi, sanal gerçeklik ve dijital ikiz teknolojisi gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Ancak burada çalışmanın konusuna bağlı kalmak amacıyla artırılmış ve sanal gerçeklik teknolojilerinin, turizm, yatırım alanları, kent planlaması, yaşlı bakımı ve rehabilitasyonu alanlarında kentsel hizmetlerle olan ilişkisine vurgu yapılarak iyi uygulamalara yer verilen başlık altında örneklendirilecektir.

3.3.Blockchain: Güvenlik ve Afet Yönetimi

Kripto paraların insan yaşamına dahil olmasıyla ortaya çıktığı kabulü yer alsa da blokzincir teknolojisi, sayısal belgelerin zamana bağlı olarak tescillenerek belgelerin tarihleri üzerinde değişiklik yapılmasının engellenmesi amacıyla

geliştirilmiştir. Blokzincir, “veri transferi sağlayan mevcut internet ortamında, değerli varlıkların transferine de olanak sağlayarak tüm hayatımızı yeniden şekillendirecek yepyeni bir teknolojiyi adlandıran merkezi olmayan bir şifreleme kayıt defteri” olarak tanımlanmaktadır (TÜBİTAK, t.y.). Blokzincir teknolojisi, tedarik zinciri, güvenlik sağlık ve afet yönetimi başta olmak üzere birçok alanda kullanılmaktadır. Özellikle afet yönetimi sürecinde öne çıkan blockchain teknolojisi, Amerika Birleşik Devletleri’nin Hastalık Kontrol ve Korunma Merkezleri (CSD) bünyesinde kullanılan uygulamada yer aldığı gibi *bir afet sürecinde bölgeye yardım ulaştırmak isteyen paydaşlar ile ihtiyaçların belirlenmesinde kullanılması* gibi örneklerle afet yönetimi sürecindeki yerini pekiştirmektedir (Bulut & Aslan, 2022, s. 19). Ancak burada çalışmanın konusuyla ilişkili olmak üzere blokzincir teknolojisinin güvenlik ve afet yönetimi alanlarında kentsel hizmetlerin sunumunda kullanıldığına vurgu yapılarak, iyi uygulamalara yer verilen başlık altında blokzincir teknolojisinin kentteki kullanımı örneklendirilecektir.

3.4. Nesnelerin İnterneti: Yönetim, Ulaşım, Güvenlik, Altyapı ve Çevre

Günümüzde teknolojiye yaşanan gelişmeler, toplumsal ihtiyaçları karşılayacak mal ve hizmetlerin üretimi olarak ifade edilen kamu hizmeti alanında birtakım değişimler meydana gelmiştir (Usta & Bilgiç, 2016, s. 251). Hizmet sunum yöntemleri bağlamında yaşanan bu değişim sürecinde, kamuda hizmet sunum yöntemi olarak yer alan emanet, ihale/sözleşme, imtiyaz, yap-işlet devret, şirketleşme ve işbirliği gibi hizmet sunum yöntemlerinin de teknolojiyle entegre olarak yeni bir forma kavuşmasını beraberinde getirmiştir (Eryılmaz, 2015, s. 211-217). Sunulan yerel hizmetlerin yeni bir forma kavuşmasının altyapısında yer alan bir teknoloji olarak nesnelerin interneti “IoT” (Internet of Things);

IBM tarafından (IBM, 2018) “veri toplamalarına ve paylaşımlarına olanak tanıyan sensörler, yazılımlar ve ağ bağlantısıyla gömülü fiziksel cihazlar, araçlar, cihazlar ve diğer fiziksel nesnelere oluşan bir ağ”, *NIST tarafından* (Ross, Pilliteri, & Dempsey, 2022, s. 40) “cihazların bağlanmasına, etkileşime girmesine ve serbestçe veri ve bilgi alışverişinde bulunmasına olanak tanıyan donanım, yazılım, donanım yazılımı ve aktüatörleri içeren cihaz ağı”, *McKinsey tarafından* (McKinsey, 2022) “fiziksel dünyanın dijital olarak izlenmesine ve hatta kontrol edilmesine olanak tanıyan, kablolu veya kablosuz ağlar aracılığıyla bilgi işlem sistemleriyle iletişim

kuran sensörler ve aktüatörlerle gömülü fiziksel nesnelere tanımlar” ve *Türkiye Cumhuriyeti Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından* (T.C. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2020, s. 71) hazırlanan akıllı şehir terminolojisinde ise “adreslenebilir nesnelere kendi aralarında oluşturduğu, yaygın bir ağ ve bu ağdaki nesnelere belirli bir protokol üzerinden iletişim halinde olmasıdır” şeklinde tanımlanmaktadır. Metaverse teknolojisinde yer aldığı gibi birçok dijital uygulamanın altyapısında yer alan bu teknoloji, nesnelere birbirleriyle ve bulut sistemi ile olan haberleşmelerinde etkin rol üstlenerek ulaşım, çevre, güvenlik vb. birçok alanda hizmet sunmakta olan uygulamaların temel bir bileşeni oluşturmaktadır. Kentsel hizmet alanlarında kullanılan nesnelere interneti teknolojisine yönelik bir görünüm aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo.1 Nesnelere İnterneti (Iot) Teknolojisinin Kullandığı Kentsel Hizmet Alanlarına İlişkin Bir Görünüm

<i>Kategori</i>	<i>Alt Kategori</i>	<i>Örnek</i>
<i>Ulaşım</i>	Toplu Ulaşım	-GPS teknolojisi sayesinde toplu taşıma yapan taşıtlar eş zamanlı olarak izlenecek ve bekleme süreleri net belirlenebilecektir.
	Trafik	-Ulaşım kartı kullanımları anlık ve lokasyon bazında izlenerek lokasyonlardaki yolu yoğunluğu belirlenebilecektir.
	Kamusal Bisikletler	-Sensör teknolojisi ile daha iyi bir trafik yönetim sistemi gelecektir.
<i>Ekonomi</i>	Turizm	-GPS teknolojisiyle kamu bisikletlerine hangi lokasyonlarda daha çok ihtiyaç duyulduğu belirlenebilecektir.
	Endüstri	-İzleme teknolojileri ile birlikte turistlere gittikleri yerler hakkında daha kapsamlı bilgi verilebilecektir.
<i>Sağlık</i>	Vatandaş Yardım	-Endüstride, akıllı binalar hizmete sunulacaktır.
	Otomatik İlaç Hizmeti	-Acil durum butonu ile her vatandaş acil yardım çağrısında bulunabilecektir.
	Medikal Cihazların Onarımı	-Kalp ve şeker hastalarında otomatik ölçüm yapan sensörler, doktorlara bilgi yollayacak ve doktorlar hastaya gerekli ilaç hizmetini sunacaklardır.
<i>Çevre</i>	Su Desteği	-Sensörler sayesinde batarya ömürleri biten cihazlar ilgililere batarya değişimi için sinyal yollayabilecektir.
	Kirlilik	-Sensörlerle su hatlarındaki sızıntılar tespit edilebilecektir.
<i>Yönetim</i>	Elektronik Kimlik Belirleme Cihazı	-Sensörlerle bölgesel hava kirliliği oranları belirlenebilecektir.
	Dronlar	-Vatandaş takılacak sivil bilekliklerde kişilerin bilgileri saklanacak ve kimlik hırsızlığının önüne geçilebilecektir.
<i>Güvenlik</i>	Yangın	-Dronlar kentleri izleyerek güvenlik sorunlarını tespit edebileceklerdir.
		-Duman sensörleri acil durumlarda müdahale ekiplerine haber verebilecektir.
		-Sensörlerle gaz hatlarındaki tehlikeler önlenebilecektir.

Kaynak: (Massin vd.’den aktaran (Göçoğlu, 2020, s. 624).

4.ÖRNEK UYGULAMALAR

Blockchain, yeni bir kavram olarak literatürde yer almaya başlamış olsa da kavrama ilişkin farklı alanlarda farklı yöntemlerle birçok çalışma yapılmıştır. Bu bağlamda;

Quzmar vd., (2021): ilaç sahteciliğini azaltmak için blockchain uygulamaları,

Kapassa ve Themistocleous (2022): IoV'de talep yanıt yönetimi için blockchain uygulamaları,

Du vd., (2022): Blockchain'in e-devlet yönetimi, çevre yönetimi, tedarik zinciri yönetimi, enerji yönetimi ve inşaat yönetimi alanlarındaki uygulamaları,

Calandra vd., (2022): Sürdürülebilir üretim, atık yönetimi, iklim değişikliği ve enerji yönetiminde blockchain uygulamalarıyla ilgili dört araştırma kümesinin belirlenmesi,

Ante vd., (2021): Eşler arası enerji mikro şebekelerindeki uygulamalar, ağlar arasında bilgi iletimi, akıllı şebekelerde enerji yönetimi, veri paylaşımı, güvenlik ve enerji piyasası inovasyonu ve dönüşümü,

Hasankhani vd., (2021): Akıllı şebekelerin farklı yönlerinde blockchain teknolojisinin uygulanabilirliği üzerine tartışma.

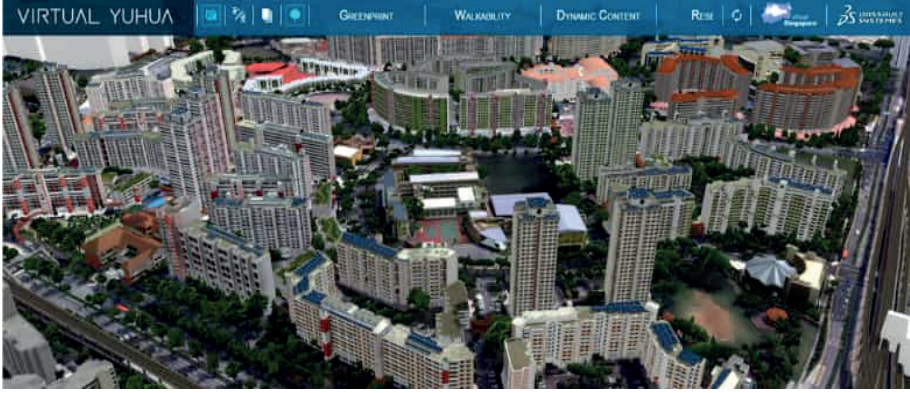
olmak üzere bunlardan birkaçına atıfta bulunarak blockchain teknolojisinin birçok alanda kullanıldığı ve kavrama ilişkin literatürün de oluştuğundan bahsetmek mümkündür (Naeem, Coronato, Ribino, & Pietro, 2023). Çalışmanın bu kısmında Dünya'nın farklı kentlerinde ve Türkiye'de Metaverse ile ilişkili olarak, halihazırda sanal gerçeklik, artırılı gerçeklik, dijital ikiz, üç boyutlu modelleme ve blokzincir gibi teknolojilerin kullanmakta olduğu iyi uygulama örneklerine yer verilecektir.

4.1.Singapur: Virtual Singapore

Kent planlaması, kente ilişkin bilgilere gelişmiş erişim, güneş enerjisi üretim potansiyellerinin belirlenmesi, karar alma ve katılımın sağlanması amacıyla hizmete alınan "Virtual Singapore" uygulaması, dijital ikiz teknolojisine bağlı üç boyutlu modelleme yönetimine sahip bir uygulamadır (Singapore National Research Foundation, 2021). Singapur kentinin potansiyellerinin belirlenmesi,

kamu-özel işbirliğinin oluşturulması, etkin kaynak planlamasının yapılması gibi birçok süreçte yer alarak katkı sağlayan bu uygulama, dijital ikiz teknolojisinin kentsel hizmetlere olan etkisinde önemli bir örneği oluşturmaktadır.

Resim.1 Virtual Singapore



Kaynak: (Singapore Government Technology Agency, 2017).

4.2.Helsinki: Co-created Health and Wellbeing (CoHeWe)

Helsinki'de hafıza bozukluğu olan yaşlıları tedavi etmek amacıyla sanal gerçeklik teknolojisi temel olmak üzere akıllı teknolojinin kullanıldığı Co-created Health and Wellbeing (CoHeWe) çalışması, interaktif bir akıllı duvar, akan su, doğadaki kokular ve çeşitli doğal materyallerin yardımıyla tedavi gören yaşlı bireylerin bilişsel becerilerini destekleyerek iyileşme süreçlerine katkı sağlamaktadır (Helsinki Smart Region, 2020). Helsinki kentindeki bu uygulamadan hareketle sana gerçeklik teknolojisinin turizm alanları, yatırım alanları veya müze gibi alanların sanal ortama aktararak kullanıcıların deneyimlerine sunulan uygulamaların dışında, yaşlı bakım ve rehabilitasyon hizmetlerinde kullanıldığı görülmektedir. Sonuç itibarıyla kentteki bu uygulama, kent yönetimlerinin yeni hizmet alanlarında sanal gerçeklik gibi yenilikçi teknolojileri kullandığının bir göstergesi niteliğindedir.

Resim 2. Co-created Health and Wellbeing (CoHeWe)



Kaynak: (University of Oulu, 2018)

4.3.Santander: SmartSantanderRA

Santander kentinde artırılmış gerçeklik teknolojisi temelleri üzerine kurulmuş bu uygulama, “Trafik ve plaj kameralarına, hava durumu raporlarına ve tahminlerine, halk otobüsleri bilgilerine ve bisiklet kiralama hizmetlerine gerçek zamanlı erişim sağlar, şehirde dolaşırken vatandaşlar ve ziyaretçiler için benzersiz bir ekosistem” oluşturmaktadır (Türkiye Cumhuriyeti Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2018, s. 226). Santander’de hizmet vermekte olan bu uygulama, kentte turizm alanlarından ulaşım araçlarına kadar birçok noktada kullanıcıları olan vatandaşlara deneyim zenginliği kazandırdığı gibi kentin marka değerine de katkı sağlamaktadır. Tüm bunlara bağlı olarak, artırılmış gerçeklik teknolojisinin kullanıldığı uygulamalar, kentsel hizmetlerin sunumuna yeni bir boyut kazandırdığı görülmektedir.

Resim 3. SmartSantander AR Uygulaması

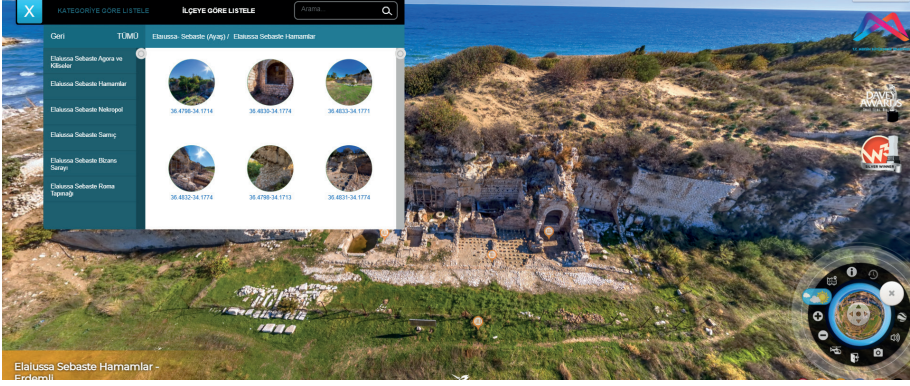


Kaynak: (Salah-ddine, Badouch, Mustapha, & Karimi, 2018).

4.4.Mersin: VR Mersin

Sanal gerçeklik teknolojisinin temellerini oluşturduğu VR Mersin uygulaması, kentte 300'den fazla noktanın 360 derece görüntülerinin işlenerek bir platform üzerinden sunulmasını sağlamaktadır (Kamu Teknoloji Platformu, 2016, s. 47). Uygulamada kentin tarihi alanlarından yatırım potansiyeli olan alanlarına kadar birçok noktanın yer alması, kentin marka değeri ve rekabet gücünü artırmaktadır. Sanal gerçeklik teknolojisinin turizm altyapısının güçlendirilmesi, kentin potansiyellerinin belirlenmesi, rekabet gücünün ve marka değerinin pekiştirilmesi gibi çıktılarıyla sunulduğu VR Mersin gibi uygulamalar, bu alandaki iyi uygulama örneklerinden birisini oluşturmaktadır.

Resim 4. VR Mersin



Kaynak: (VR Mersin, 2022).

4.5.Bursa: İHA ile Kaçak Yapılaşmanın Tespit Edilmesi

Bursa'da insansız hava araçları kullanarak kaçak yapılaşma ile mücadele çalışmalarına destek vermek amacıyla yürütülen uygulama, üretilen üç boyutlu modellerin coğrafi bilgi sistemi ortamında bulunan modellerle karşılaştırılarak yapılar arasındaki yükseklik farklarının analiz edilmesini sağlamaktadır (Bursa Büyükşehir Belediyesi, 2018). Bu sayede kaçak yapılaşmanın tespiti, kent yönetimi tarafından yenilikçi bir yöntemle gerçekleştirilmektedir. Bursa kentinde hizmet vermekte olan İHA ile Kaçak Yapılaşmanın Tespit Edilmesi uygulaması, dijital ikiz ve üç boyutlu modelleme teknolojilerinin kentsel hizmetlerin sunumunda kullanılmakta olduğunu gösteren iki önemli örneği oluşturmaktadır.

Resim 5. İHA İle Kaçak Yapılaşmanın Tespit Edilmesi



Kaynak: (Bursa Büyükşehir Belediyesi, 2018).

4.6. Gyeonggi-do: Coinstack

Güney Kore'nin en kalabalık eyaleti olan Gyeonggi-do eyaleti, Ddabok programının bir parçası olarak topluluk yardım projelerine oy vermek için blokzincir temelli bir platformdan yararlanmaktadır (Keirns, 2017). Kentsel hizmetlerde güvenlikten afet yönetimine kadar birçok alanda hizmet üretmekte olan blokzincir teknolojisi Gyeonggi-do'da yürütülen uygulamadan da anlaşılacağı üzere toplumsal dinamikleri güçlendirilen çalışmalara da katkı sağlamaktadır. Buradan anlaşılacağı üzere teknolojilerin karmaşıklık seviyesi ne olursa olsun, kentler kendi kültürel kodlarına uygun olarak teknolojilerden etkin şekilde yararlanmaktadır

Yukarıda incelenen iyi uygulama örneklerinden anlaşılacağı üzere kent yönetimleri, kentsel hizmetlerin sunumunda metaverse teknolojisinde yer alan sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik, dijital ikiz ve üçboyutlu modelleme gibi uygulamaları halihazırda kullanmaktadır.

5.KENTLERDE METAVERSE GİRİŞİMLERİ

Kentler, karşı karşıya kaldıkları sorun ve ihtiyaçlarına çözüm üretmenin yanında konjoktürel gelişmelere bağlı olarak, rekabet edebilirliklerini ve sürdürülebilirliklerini sağlamak için birtakım gelişmeleri takip etmekte ve gelişim sürecine adapte olmaya çalışmaktadır. Gelişen teknolojinin yeni bir ürünü olarak metaverse, kent yönetimlerinin anlamaya ve yerini almaya çalıştığı bir mecraı oluşturmaktadır. Bu bağlamda Dünya'da ve Türkiye'de metaverse mecrasına yönelik girişim ve deneyimlerin gerçekleştiği görülmektedir. Bu kısımda metaverse teknolojisine yönelik girişimleri olan kentlerin, deneyim ve çalışmalarına değinilecektir. **İlk olarak**, metaverse teknolojisine yönelik ilk adımlardan birini atmış olan **Incheon City** irdelendiğinde, kentin paydaşlarıyla bir araya gelerek metaverse ekosisteminin kurulması yoluyla küresel rekabet gücünü güvence altına alma ve Incheon ile ilgili işletmeleri besleme hedefiyle yola çıkarak, 380 milyon metrekarelik üç boyutlu bir mekansal harita oluşturdukları bilinmektedir (Korean Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2021). **İkinci olarak**, Seul yeni konsept kamu hizmetini olarak "metaverse platformu" yapısını ilk oluşturan yerel yönetim olarak yerini almaktadır. Bu çalışma kapsamında **Seul**, belediye yönetiminin ekonomik, kültürel, turizm, eğitim ve öğretim gibi birçok alanı

için bir metaverse ekosistemi oluşturmayı planlamaktadır (Seoul Metropolitan Government, 2021). **Üçüncü olarak**, Türkiye’de gastronomi ve turizm alanlarında önemli kültürel bir mirasa sahip olduğu gibi akıllı kent uygulamaları noktasında önemli girişimlere sahip **Gaziantep**, metaverse mecrasına ilk adımını, Zeugma Dionysos Evi’nin üç boyutlu tasarımını metaverse evrenine entegre etmesiyle atmıştır (Gaziantep Büyükşehir Belediyesi, 2022). **Dördüncü ve son olarak**, Türkiye’nin önemli tarım ve turizm kenti olduğu gibi akıllı kent uygulamalarıyla da öne çıkan **Konya**, 2021 yılının sonlarına doğru deklare etmiş olduğu varlıkların ve süreçlerin tümünün dijital ortama üç boyutlu olarak taşınması hedefini, belediye başkanının belediye yöneticileri ile metaverse mecrasında yaptığı toplantı ile gerçekleştirmiştir (Konya Büyükşehir Belediyesi, 2022). Dünya’nın farklı bölgelerinde yer alan dört kentin metaverse ile ilgili olarak buldukları bu girişimler, kent yönetimlerinin metaverse teknolojisine hızlı şekilde giriş yaptıklarını ve adapte olmaya çalıştıklarını göstermektedir. Buna bağlı olarak kent yönetimlerinin metaverse teknolojisini kentsel hizmetlerin sunumunda da kullanabilecekleri öngörülmektedir.

6.SONUÇ VE ÖNERİ

Kentlerin artan nüfusu, genişleyen ölçeği, teknolojik ve konjonktürel gelişmelere bağlı olarak artan insan ihtiyaçları, kentsel hizmet alanlarına da yansımaktadır. Bu gelişmelere bağlı olarak kent yönetimlerinin sorunlara çözüm üretebilmeleri, ihtiyaçlara cevap verebilmeleri ve kentin rekabet edebilirliğini sağlayabilmeleri için geleneksel yöntemlerin yanında yeni nesil çözümlere ihtiyaç duymaktadırlar. Diğer bir ifadeyle kent yönetimleri, kentsel hizmetlerin sürdürülebilirliği ve kentin dirençliliğini sağlayabilmeleri için yenilikçi yöntemlerden yararlanmak durumundadırlar. Kaynakların azaldığı, maliyetlerin arttığı ve iklim değişikliğinin etkilerinin belirginleştiği günümüzde ortaya çıkan bu durum karşısında yenilikçi ve sürdürülebilir çözümlere başvurmak, kent yönetimleri için bir lüksün ötesinde gerçekçi bir ihtiyacı oluşturmaktadır.

Kentlerin karşı karşıya kaldıkları sorunlara hızlı ve etkin çözüm arayışlarının yanında dirençlilik yönüyle karşılaştıkları açmazlar dikkate alınarak, çalışmada kentsel hizmetlerin etkinliğinin artırılmasında bir öneri olarak sunulan metaverse teknolojisi, hizmetlerin planlanması sürecinden başlanılarak, hizmetlerin geliştirilmesine kadar olan süreçte etkin rol üstlenebilecektir. Bilgi ve iletişim

teknolojilerinin yanında katılım ve yönetişimin temelini oluşturduğu bu öneri, efektif olmayan uygulamaların ve yanlış yatırımların da önüne geçilmesine katkı sağlayacaktır. Çalışmada sunulan önerinin uygulanabilirliği irdelendiğinde ise metaverse'ün altyapısında kullanılan sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik, dijital ikiz ve blokzincir gibi teknolojileri kent yönetimlerinin mevcutta kullanıyor olması, kentlerin metaverse'e adaptasyon ve uygulama sorununun kritik düzeyde olmayacağını göstermektedir. Diğer bir ifadeyle, metaverse'ün altyapısında halihazırda kentlerde kullanılan teknolojiler ve Dünya'da ve Türkiye'deki iyi uygulama örnekleri göstermektedir ki metaverse, kentler için bir ütöpik bir yaklaşımı değil kentsel hizmetlere etkinlik kazandırabilecek bir yöntemi ifade etmektedir. Sonuç olarak çalışmanın önerisi, kentsel hizmetlerin etkinlik boyutuna olumlu yönde etki edeceği için kentlerde hizmetlerin planlanması, uygulaması ve geliştirilmesi süreçlerinde metaverse entegrasyonlu uygulamalar bir yöntem olarak değerlendirilmelidir. Sonuç olarak;

- Kent yönetimlerinin planlamadan uygulamaya ve uygulamadan geliştirmeye kadar olan süreçte etkin hizmet sunumu için metaverse teknolojilerinden yararlanmalıdır.
- Afet yönetimi gibi çok aktörlü olan süreçlerde paydaşlar arasındaki koordinasyonu ve ihtiyaçları etkin şekilde düzenlemesine istinaden çok aktörlü süreçlerin metaverse teknolojisiyle entegre olmalıdır.
- Verinin ve bilginin en önemli kaynakları oluşturduğu günümüz dünyasında bilgi güvenliğinin etkin olarak sağlanması adına kent yönetimleri kendilerine ait blockchain sistemlerini kurmalıdır.
- Kentsel hizmet alanlarında hizmet sunmakta olan akıllı çözümlerin vatandaş odaklılığının sürdürülebilirliği adına uygulamaların nihai kullanıcı olan vatandaşların deneyimlerine kolay ve hızlı şekilde sunulabilmesi için birçok uygulamanın metaverse ile entegrasyonu sağlanmalıdır.

önerileri kentsel hizmetlerin etkinliğinin sağlanması ve artırılması adına çalışma kapsamında sunulmuştur.

KAYNAKÇA

- Allaby, M. (2015). A Dictionary of Ecology. Mayıs 21, 2022 tarihinde <https://www.oxfordreference.com/view/10.1093/acref/9780191793158.001.0001/acref-9780191793158> adresinden alındı
- Arıksay, G. (2019, Şubat 5). Dijital ve Fiziksel Dünya Arasındaki Köprü: Dijital İkiz. Mayıs 23, 2022 tarihinde <https://hbtrturkiye.com/blog/dijital-ve-fiziksel-dunya-arasindaki-kopru-dijital-ikiz> adresinden alındı
- Bulut, Y., & Aslan, M. (2022). DOĞAL AFETLERE KARŞI DİRENÇLİ KENTLER OLUŞTURMAYA İLİŞKİN YENİLİKÇİ YAKLAŞIMLAR: AKILLI KENT UYGULAMALARI ÜZERİNE BİR İNCELEME. H. Ateş içinde, *Dirençli Şehirler İçin VİZYONER YÖNETİM* (s. 9-24). Kocaeli: Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Kültür ve Sosyal İşler Daire Başkanlığı Yayınları.
- Bursa Büyükşehir Belediyesi. (2018). *İHA İle Kaçak Yapılaşmanın Tespit Edilmesi*. Mayıs 25, 2022 tarihinde <http://akillisehir.bursa.bel.tr/project/iha-ile-kacak-yapilasma-tespit-edilmesi/> adresinden alındı
- Eryılmaz, B. (2015). *Kamu Yönetimi*. Kocaeli: Umuttepe.
- Furht, B. (tarih yok). Encyclopedia of Multimedia/ Augmented Reality. Mayıs 24, 2022 tarihinde https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/0-387-30038-4_10 adresinden alındı
- Gaziantep Büyükşehir Belediyesi. (2022). *Gaziantep, Zeugma Dionysos Evi' Yle Metaverse Evrenine İlk Adımı Attı*. Mayıs 26, 2022 tarihinde <https://www.gaziantep.bel.tr/tr/haberler/gaziantep-zeugma-dionysos-eviyle-metaverse-evrenine-ilk-adimi-atti> adresinden alındı
- Göçoğlu, V. (2020). Kamu Hizmetlerinin Sunumunda Dijital Dönüşüm: Nesnelerin İnterneti Üzerine Bir İnceleme. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 9(1), s. 615-628.
- Hackl, C., Lueth, D., & Di Bartolo, T. (2022). *Navigating the Metaverse: A Guide to Limitless Possibilities in a Web 3.0 World*. New Jersey: Wiley.
- Helsinki Smart Region. (2020). *Smart Technology To Treat Older People With Memory Disorders*. Mayıs 25, 2022 tarihinde <https://helsinkismart.fi/case/smart-technology-to-treat-older-people-with-memory-disorders/> adresinden alındı

- IBM. (2018). *What is internet of things?* Eylül 25, 2023 tarihinde <https://www.ibm.com/topics/internet-of-things> adresinden alındı
- Jensen, S. S. (2012). User-Driven Content Creation in Second Life A Source of Innovation?: Three Case Studies of Business and Public Service. N. Zagalo, L. Morgado, & A. B. Ventura içinde, *Virtual Worlds and Metaverse Platforms: New Communication and Identity Paradigms* (s. 2). Hershey PA : IGI Global.
- Kamu Teknoloji Platformu. (2016). *Akıllı Şehirler*. Ankara.
- Keirns, G. (2017). *Local Government in South Korea Taps Blockchain for Community Vote*. Mayıs 26, 2022 tarihinde <https://www.coindesk.com/markets/2017/03/07/local-government-in-south-korea-taps-blockchain-for-community-vote/> adresinden alındı
- Keleş, R. (2013). *Kentleşme Politikası*. Ankara: İmge Kitabevi.
- Konya Büyükşehir Belediyesi. (2022). *Konya Büyükşehir İlk Metaverse Toplantısını Yaptı*. Mayıs 26, 2022 tarihinde <https://www.konya.bel.tr/haberayrinti.php?haberID=8482> adresinden alındı
- Korean Ministry of Land, Infrastructure and Transport. (2021). *Incheon City, the first local government to start the XR metaverse project*. Mayıs 26, 2022 tarihinde Smart Korea: Incheon City, the first local government to start the XR metaverse project adresinden alındı
- McKinsey. (2022). *What is the Internet of Things?* Eylül 26, 2023 tarihinde <https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-is-the-internet-of-things> adresinden alındı
- Naeem, Z. U., Coronato, A., Ribino, P., & Pietro, G. D. (2023). Blockchain Applications in Sustainable Smart Cities. *Sustainable Cities and Society*, 97(104697). doi:<https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104697>
- Ross, R., Pilliteri, V., & Dempsey, K. (2022). *Assessing Enhanced Security Requirements for Controlled Unclassified Information*. Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology Special Publication.
- Salah-ddine, K., Badouch, A., Mustapha, K., & Karimi, K. (2018). Augmented Reality Services Implemented Within Smart Cities, Based On An Internet Of Things Infrastructure, Concepts And Challenges: An Overview. *International Journal of Engineering, Science and Mathematics*, 150-156.

- Seoul Metropolitan Government. (2021). *Seoul, First Local Gov't to Start New-Concept Public Service with "Metaverse Platform"*. Mayıs 26, 2022 tarihinde <https://english.seoul.go.kr/seoul-first-local-govt-to-start-new-concept-public-service-with-metaverse-platform/> adresinden alındı
- Singapore Government Technology Agency. (2017). *5 things to know about Virtual Singapore*. Mayıs 25, 2022 tarihinde <https://www.tech.gov.sg/media/technews/5-things-to-know-about-virtual-singapore> adresinden alındı
- Singapore National Research Foundation. (2021). *Virtual Singapore*. Mayıs 25, 2022 tarihinde <https://www.nrf.gov.sg/programmes/virtual-singapore> adresinden alındı
- STM Teknolojik Düşünce Merkezi. (tarih yok). *Dijital İkiz Teknolojileri ve Üretime Faydaları*. Ankara, Çankaya. Mayıs 23, 2022 tarihinde https://thinktech.stm.com.tr/uploads/docs/1608832538_stm-blog-dijital-ikiz-teknolojileri.pdf?#:~:text=Dijital%20ikiz%20teknolojisi%2C%20herhangi%20bir,dijital%20ikize%20giri%C5%9F%20olarak%20aktar%C4%B1%C4%B1r adresinden alındı
- T.C. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2020). *Akıllı Şehir Terminolojisi*. Eylül 26, 2023 tarihinde <https://www.akillisehirler.gov.tr/wp-content/uploads/2021/05/Ak%C4%B1l%C4%B1-%C5%9Eehir-Terminolojisi.pdf> adresinden alındı
- Tay, V. (2022, Şubat 8). *BT Explains: The metaverse and its 7 layers*. Mayıs 22, 2022 tarihinde <https://www.businesstimes.com.sg/technology/wealth-investing/bt-explains-the-metaverse-and-its-7-layers> adresinden alındı
- Terry, Q., & Keeney, S. (2022). *The Metaverse Handbook*. New Jersey: Wiley.
- TÜBİTAK. (tarih yok). *Blokszincir*. Mayıs 24, 2022 tarihinde <https://blokszincir.bilgem.rubitak.gov.tr/blok-zincir.html> adresinden alındı
- Türkiye Cumhuriyeti Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2018). *Akıllı Şehirler Beyaz Bülteni*. Ankara: Türkiye Cumhuriyeti Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.
- Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA). (tarih yok). *Virtual Reality: Definition and Requirements*. Mayıs 23, 2022 tarihinde <https://www.nas.nasa.gov/Software/VWT/vr.html> adresinden alındı

- University of Oulu. (2018). *6Aika: Co-Created Health and Wellbeing*. Eylül 25, 2023 tarihinde <https://www.oulu.fi/en/projects/6aika-co-created-health-and-wellbeing> adresinden alındı
- Usta, S., & Bilgiç, E. (2016). YEREL YÖNETİMLERDE HİZMET SUNUMU: KAMU ÖZEL ORTAKLIĞI MODELİ. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1(23), s. 250-268.
- VR Mersin. (2022). *VR Mersin Elaiussa Sebaste*. Mayıs 25, 2022 tarihinde <https://vr.mersin.bel.tr/#!/Elaiussa-Sebaste-Hamamlar-7dd/?dil=Tr&ath=-259&atv=38&fov=80> adresinden alındı

