

GAZİANTEP UNIVERSITY JOURNAL OF SOCIAL SCIENCES

Journal homepage: <http://dergipark.org.tr/tr/pub/jss>



Araştırma Makalesi • Research Article

Bir Akıllı Kent Uygulaması Olarak Dijital İkiz Teknolojisinin Kent Planlaması ve Yönetimi Sürecindeki Rolü

The Role of Digital Twin Technology as a Smart City Application in Urban Planning and Administration Process

M. Miraç ASLAN^{a*}

^a Dr. Öğr. Üyesi, Gaziantep Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Bölümü, Gaziantep / TÜRKİYE
ORCID: 0000-0001-8747-7036

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi:

Başvuru tarihi: 10 Temmuz 2024

Kabul tarihi: 14 Ekim 2024

Anahtar Kelimeler:

Dijital ikiz,

Kentsel planlama,

Akıllı kent,

Dirençlilik.

ARTICLE INFO

Article History:

Received: July 10, 2024

Accepted: October 14, 2024

Keywords:

Digital twin,

Urban planning,

Smart city,

Resilience.

ÖZ

Kentlerin artan nüfusu, genişleyen hizmet alanı, konjonktürel gelişmelere bağlı olarak insan ihtiyaçlarının kentlerde yeni hizmetleri ortaya çıkarması, göç, iklim değişikliği, dirençlilik vb. birçok etmen kentlerin üzerindeki baskıyı artırmaktadır. Kentlerde artan baskıya bağlı olarak kent yönetimleri birçok sorunla karşı karşıya kalmaktadır. Geline bu durumda kentlerin sorun ve ihtiyaçlarına cevap verebilmeleri için hizmet sunumunda geleneksel yöntemler yerine yenilikçi ve sürdürülebilir yöntemlere başvurmaları gerekmektedir. Akıllı kent uygulamaları, kentlerin sorun ve ihtiyaçlarına sunmakta oldukları yenilikçi ve sürdürülebilir çözümlerle, kentlerin yeni çözüm ortağını oluşturmaktadır. Bir akıllı kent uygulaması olarak dijital ikizin kentlerde kullanımı ve sağladığı katkılar bu çalışmada incelenmektedir. Altyapı, ulaşım, çevre, enerji yönetimi, vb. birçok alanda sunulan hizmetlerin doğrudan ve dolaylı olarak içerisinde yer alan dijital ikiz, üretmiş olduğu çözümlerle etkin hizmet sunumuna katkı sağladığı gibi yanlış yatırımların da önüne geçilmesini sağlamaktadır. Dünya'da ve Türkiye'de kullanılmakta olan dijital ikize ilişkin iyi uygulama örnekleri, kentsel hizmet alanlarında kentlerin ihtiyaçlarına uygun çözümler üretildiğini göstermektedir. Buradan hareketle kentlerin planlanmasından, kentsel hizmetlerin uygulamaya alınması ve geliştirilmesi sürecine kadar birçok aşamada dijital ikiz teknolojisinden yararlanıldığı görülmektedir. Dolayısıyla bu çalışmada, dijital ikiz, kentlerin planlaması ve yönetimi sürecinde etkin rol üstlenmekte olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Çalışmanın sonuç bölümünde dijital ikizin kullanımında karşılaşılabilecek sorunlara ve engellere yer verilerek, birtakım çözüm önerileri sunulmaktadır.

ABSTRACT

Cities are under increasing pressure from many factors such as the growing population, expanding service area, the emergence of new services in cities due to conjunctural developments, migration, climate change, resilience and many other factors. Due to the increasing pressure in cities, city administrations are faced with many problems. In this situation, in order to respond to the problems and needs of cities, they need to resort to innovative and sustainable methods instead of traditional methods in service delivery. Smart city applications constitute the new solution partner of cities with the innovative and sustainable solutions they offer to the problems and needs of cities. This study examines the use of the digital twin as a smart city application in cities and its contributions. The digital twin, which is directly or indirectly involved in the services provided in many areas such as infrastructure, transportation, environment, energy management, etc., contributes to effective service delivery with the solutions it produces and prevents wrong investments. Examples of good practices regarding the digital twin used in the world and in Turkey show that solutions are produced in accordance with the needs of cities in urban service areas. From this point of view, it is seen that digital twin technology is utilized at many stages from the planning of cities to the implementation and development of urban services. The conclusion of this study is therefore that the digital twin plays an active role in the planning and management of cities. In the conclusion part of the study, the problems and obstacles that may be encountered in the use of the digital twin are given and some solution suggestions are presented.

* Sorumlu yazar/Corresponding author.
e-posta: miracaslan@gantep.edu.tr

EXTENDED ABSTRACT

The world population is increasing by concentrating in cities, expanding urban service areas, the effects of climate change becoming more evident, the resilience problem faced by cities, the destruction caused by natural disasters in cities, migration, the diversification of human needs, especially technological developments, and many other factors create pressure on cities. The administration of this pressure on cities depends on a process in which rational decisions are taken and plans for the city are made in detail and strategically. In the management of this process, it is as important to identify problems in advance or to ensure the predictability of possible problems as it is to produce quick solutions to the problems that arise. It is no longer possible for city administrations to access these competencies that cities need through traditional methods. In the current situation, traditional solutions are no longer sufficient to meet the problems and needs arising in cities. Therefore, cities have to benefit from innovative and sustainable methods. Smart city applications not only fulfill the provision of effective services that cities need, but also produce innovative and sustainable solutions to the problems and needs of cities. In this respect, smart city applications are among the new solution partners of cities. In addition to using information and communication technologies (especially artificial intelligence, internet of things, LoRa-WAN, digital twin, etc.) to solve the problems that cities face in many areas such as environment, transportation, economy, tourism, energy management, etc., it is important to benefit from smart city applications in the planning of cities. Because the livability, resilience and sustainability of a city is directly related to the solutions offered by smart city applications as well as the correct and rational planning of the city. As a matter of fact, the digital twin has a multifaceted planning function, including the infrastructure, superstructure and social structure of a city. At this point, the digital twin as a smart city application is the subject of this study. It is seen in the studies in the literature that digital twin technology is applied in cities and contributes to producing solutions in many areas. The aim of this study is to reveal the role of digital twin technology as a smart city application in the process of urban planning and management. The study, which focuses on the situations in which city administrations are in search of innovative and sustainable solutions by utilizing information and communication technologies in solving the problems faced by cities in terms of resilience, sustainability and livability, is important in this respect. In this study, a descriptive method is used to examine the use of digital twin technology in cities as examples of good practices on a global and Turkish scale. The fact that digital twin applications, which are being used and planned in the world and in Turkey, are used in the service areas and urban planning that cities need is also effective in determining to what extent and in which aspects city administrations benefit from digital applications. Digital twin technology, which is currently used in many areas such as open space management, environmental management, security, protection of historical sites, preparation of disaster and emergency action plans and urban planning, plays an important role in the process of making new urban areas ready for service in terms of infrastructure and superstructure. In addition, some of the problems encountered in the implementation of digital applications in city administrations remain valid for the applications where digital twin technology is used. Legal/legislative issues, data security, high cost of digital twin technology, resistance of governments or citizens to innovation, etc. The applicability, effectiveness and efficiency of digital twin applications will increase if these problems are properly understood and solutions are produced. For this reason, city administrations should take the right and necessary steps to use digital twin technology by determining their own needs and potentials. Otherwise, a wrong technology transfer step that is not suitable for the structure of the city will be taken. The study includes analysis and recommendations regarding these problems and risks. As a result of the study, the findings obtained, especially the examples of good practices, reveal that digital twin technology plays an active role in the planning and management process of cities. For this reason, studies should be carried out for city administrations to benefit from digital twin technology, but these studies should be carried out in accordance with the realities of the cities themselves. Such solution suggestions are given in the conclusion section of the study. In the conclusion section of the study, many solution suggestions are presented, such as what are the problems and obstacles that may be encountered in the use of the digital twin, what their solutions may be, and what are the steps that city governments should take in accordance with their own capacities and realities.

Giriş

Dünya nüfusunun kentlerde yoğunlaşarak artması, kentlerin sunması gereken hizmetlerin niceliğini ve niteliğinin artması gerekliliğini beraberinde getirmektedir. Kentlerin artan nüfusu, genişleyen hizmet alanı, insan ihtiyaçlarının konjonktürel gelişmelere bağlı olarak değişim göstermesi, göç vb. etmenlerin yanında iklim değişikliğinin etkilerinin belirginleşmesi kentlerin karşı karşıya kaldıkları sorun ve ihtiyaçların artmasına neden olmaktadır. Kentlerin ortaya çıkan sorun ve ihtiyaçlarının önceye kıyasla daha kompleks ve zorlu bir boyuta ulaşması, ihtiyaçların karşılanmasındaki hizmetlerin sunumunda ve sorunların çözümünde başvurulan yöntemlerin gözden geçirilmesi durumunu ortaya çıkarmaktadır. Bu noktada kent yönetimleri artan nüfus, çeşitlenen ihtiyaçlar ve birçok etmene bağlı olarak ortaya çıkan sorunların çözümünde yenilikçi ve sürdürülebilir yöntemlere sahip çözümlere başvurmaktadır. Kentlerin karşı karşıya kalmış oldukları sorun ve ihtiyaçların çözümünde bilişim teknolojilerini yöntem olarak kullanan yenilikçi ve sürdürülebilir çözümler üreten akıllı kent uygulamaları, kentlerin önemli bir çözüm ortağı olarak karşımıza çıkmaktadır.

Kentlerin artan nüfus, genişleyen hizmet alanı ve insanların çeşitlenen ihtiyaçlarına cevap verebilme noktasında ulaşım, altyapı, çevre, güvenlik, ekonomi ve toplum vb. alanlarda sunmakta oldukları kentsel hizmetlerin akıllı kent uygulamalarıyla sunulması erişilebilirlik, hizmet süresi, hizmet kalitesi ve sürdürülebilirlik yönüyle istenilen düzeyde gerçekleştirilmektedir. Kentlerin sahip oldukları dijital hizmet potansiyeli, kentsel hizmetlerin sunumuna hız, kapsayıcılık, fırsat eşitliği vb. noktalarda katkı sağladığı gibi insan kaynağı, mesai, kamu hizmet binası vb. noktalarda ortaya çıkan sınırlılıkların çözümünde de etkin rol üstlenmektedir. Kentlerin bir çözüm ortağı olarak yer alan akıllı kent uygulamalarının kentsel hizmet alanlarında etkin şekilde operasyonel hizmetlerin sunumunda yer aldığı gibi altyapı hizmetlerinde yer aldığı gerçeğine dayanarak, kentlerin ve kentsel hizmetlerin planlanmasında yararlanılması gereken önemli bir kaynağı oluşturduğu göz ardı edilmemelidir. Nitekim kentlerin sorun ve ihtiyaçlarına çözüm üreten akıllı kent uygulamalarının ulaşım, çevre, toplum vb. alanlarda üretmiş olduğu pratik/uygulamalı çözümlerin yanında altyapıya ilişkin çözümler de benzer düzeyde ihtiyaç olduğu gibi gereklilik noktasında yine benzer öneme sahiptir.

Kentlerin planlanması, farklı bilim dallarında uzmanlık gerektiren önemli bir gerçeği oluşturmaktadır. Binaların yapısal özellikleri, caddelerin genişlikleri, yeşil alanların konuşlandırılması, güneşten yararlanma veya rüzgâr koridorlarının oluşturulması gibi iklimsel hesaplamaların yapılması, nüfus gibi birçok göstergelere bağlı olarak gerçekleştirilen kentlerin planlanması kentlerin yaşanabilirliği, dirençliliği ve sürdürülebilirliği noktasında büyük önem taşımaktadır. Teknik boyutun yanında kentin sahip olduğu kültürel ve toplumsal yapısı da göz önünde bulundurulduğunda bu planlamanın çok boyutlu bir yapıya sahip olduğu ve teknik mühendisliğin yanında toplum mühendisliğinin de araştırma alanına dahil olan bir boyuta sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. Buna bağlı olarak kentlerin planlanmasında birçok veri, gösterge ve dinamiğin hesaba katılarak yönetim kültürü içerisinde gerçekleştirilmesi kentin dirençliliği, yaşanabilirliği ve sürdürülebilirliğine etki edeceği anlaşılmaktadır. Bu noktada kentlerin gerek teknik gerekse toplumsal boyutta ihtiyaç duyduğu verilerin işlenerek kapsamlı bir kentsel planlamanın yapılabilmesi için tüm verilerin eklenebildiği bir platforma ihtiyaç duyulmaktadır. Kente ilişkin verilerin işlenebildiği bir platform olarak dijital ikiz uygulaması, kent yönetimlerinin kentlerin planlanması noktasında başvuracakları önemli bir kaynağı oluşturmaktadır.

Kentsel planlamada yararlanılması gereken önemli bir kaynak olarak dijital ikiz teknolojisi, ilk etapta mühendislik alanına ait teknik bir kavram olarak düşünülse de kamu yönetimi içerisinde de kullanılan önemli bir teknolojiyi oluşturmaktadır. Özellikle kent yönetimlerinin kentlerin planlamasından, hizmete alınacak bir uygulamanın/hizmetin/binanın

etkin ve verimliliğinin belirlenmesine yönelik hesaplamaların yapılmasına imkân sağlayan bu teknoloji kent yönetimlerinin etkin hizmet sunmasına katkı sağlayacağı gibi kamu kaynaklarının da etkin kullanılarak efektif olmayan yatırımların atılmasına da önüne geçilmesine katkı sağlayacaktır. Buradan hareketle çalışmanın konusunu oluşturan dijital ikiz teknolojisi, kentlerin planlanması sürecinde önemli bir aktör olarak yer alacaktır. Bir akıllı kent uygulaması olarak nitelendirilebilecek olan dijital ikiz teknolojinin kentlerin planlanması noktasında üstlenmiş olduğu rolün belirlenmesi çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Betimleyici bir yöntemle ele alınan bu çalışmada öncelikle akıllı kent kavramına ilişkin bir kavramsal çerçeve oluşturularak dijital ikiz teknolojisi ve dijital ikiz teknolojinin kentlerdeki işlevi anlatılacaktır. Dijital ikiz teknolojinin dünyadaki ve Türkiye’deki iyi uygulama örnekleriyle kentlere sağlamış olduğu katkılardan hareketle sonuç bölümünde dijital ikiz teknolojinin kentlerin planlanması noktasındaki rolü belirlenerek, dijital ikiz teknolojinin sunmuş olduğu kazanımlara bağlı olarak birtakım öneriler sunulmaktadır.

Akıllı Kent Kavramı

Kentler, birçok alanda üretimin merkezidir (Sassen, 2009). Ancak kentlerin sahip olduğu üretim potansiyelinin ortaya çıkmasında bir dizi engel yer almaktadır. Artan nüfus, iklim değişikliğinin belirginleşen etkileri, göç, güvenlik sorunu, kaynakların azalması gibi etmenler, bu engellerin başında yer almaktadır. Ortaya çıkan bu engellerin kentler üzerinden oluşturmuş olduğu baskı ve zorluklar, aşılması gereken önemli bir sorunu oluşturduğu gibi bu engellere bağlı olarak kentlerin krizi fırsata çevirebilmesi önem ihtiva etmektedir. Bu noktada zorlukların aşılması, sorunların çözülmesi, ihtiyaçlara cevap verilebilmesi ve krizin fırsata çevrilebilmesi için yenilikçi ve sürdürülebilir çözümler üreten akıllı kent uygulamalarından yararlanılması gerekmektedir. Kentlerin karşılaştıkları sorunların çözümünde ve yaşanan gelişmelere bağlı olarak ortaya çıkan ihtiyaçların karşılanmasında yenilikçi ve sürdürülebilir çözümleri bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanarak üreten akıllı kent uygulamaları, bu yönüyle kentlerin önemli bir çözüm ortağı hâline gelmiştir.

Akıllı kent uygulamalarıyla hizmet sunumunda yeni bir boyut kazanan kentlerin başvurdukları bir kent sistemi olarak akıllı kent kavramı üzerinde uzlaşıya sahip bir tanım yer almamaktadır. Literatürde akıllı kent kavramı, kurum/kişilerin çalışma alanlarına bağlı olarak değişiklik gösterdiği gibi farklı bilim ve disiplinlerce irdelendiği için çeşitli tanımlamalar içermektedir. Örneğin akıllı kent kavramına getirilen tanımlar incelendiğinde vatandaş odaklı tanımlar yer aldığı gibi teknoloji odaklı tanımlar da bulunmaktadır. İngiliz Standartları Enstitüsü (BSI), vatandaş odaklı bir yaklaşımla akıllı kentin vatandaşlarına sürdürülebilir, refah seviyesi yüksek ve katılımcı bir gelecek sunmak amacıyla etkin olarak eklemlenmiş sayısal ve beşerî sistemlere sahip olduğu yönüne vurgu yapmaktadır (İngiliz Standartları Enstitüsü, 2014). Avrupa Komisyonu ise vatandaş odaklı yaklaşımdan farklı olarak akıllı kenti tanımlarken, geleneksel hizmetlerin ve ağların sayısal ve haberleşme teknolojileri kullanılarak kentlilerin ve iş yerlerinin fayda sağlayacağı şekilde daha verimli hâle getirildiği yerler olarak tanımlarken akıllı kentin teknoloji yönüne vurgu yapan bir tanımlama örneği teşkil etmektedir. Bunun yanında Avrupa Komisyonu kendi içerisindeki çalışma alanlarına bağlı olarak akıllı kenti farklı perspektiflerde değerlendirmektedir. Örneğin enerji verimliliği bağlamında akıllı kenti enerji kaynaklarını daha iyi kullanmak, vatandaşların ve işletmelerin yararına emisyonları azaltmak amacıyla fiziksel, dijital ve beşerî sistemleri geleneksel ağlar ve hizmetlerle bütünleştiren bir yer olarak tanımlanmaktadır (Avrupa Komisyonu, 2022). Akıllı kent üzerine getirilen tanımlar yalnızca teknoloji ve vatandaş odaklı olmayıp, farklı odaklara sahip birçok tanım literatürde yer almaktadır.

Tablo 1: Akıllı Kente İlişkin Tanımlar

Akıllı Kente İlişkin Tanımlar	
T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (2019)	Paydaşlar arası iş birliği ile hayata geçirilen, yeni teknolojileri ve yenilikçi yaklaşımları kullanan, veri ve uzmanlığa dayalı olarak gerekçelendirilen ve gelecekteki problem ve ihtiyaçları öngörerek hayata değer katan çözümler üreten daha yaşanabilir ve sürdürülebilir şehirlerdir.
IBM (2023)	Teknoloji ve veri toplamanın yaşam kalitesini ve şehir operasyonlarının sürdürülebilirliğini ve verimliliğini artırmaya yardımcı olduğu bir kentsel alandır.
OECD (2020)	İşbirlikçi, çok paydaşlı bir sürecin parçası olarak vatandaşların refahını artırmak ve daha verimli, sürdürülebilir ve kapsayıcı kentsel hizmetler ve ortamlar sunmak için dijitalleşmeyi etkili bir şekilde kullanan girişimler veya yaklaşımlardır.
Bakıcı, vd. (2012)	Rekabetçi ve yenilikçi bir ticaret ve artan yaşam kalitesi yaratmak amacıyla insanları, bilgiyi ve şehir unsurlarını yeni teknolojiler kullanarak birbirine bağlayan, yüksek teknoloji yoğun ve gelişmiş bir şehirdir.
Komninos (2011)	Akıllı kentler, nüfuslarının üretkenliğinde, bilginin üretildiği kurumlarda ve bilişim yönetimine yönelik dijital altyapılarda yerleşik olan yüksek öğrenme ve yenilik kapasitesine sahip bölgelerdir.
Nam ve Pardo (2011)	Akıllı bir kent, konforu artırmak, hareketliliği kolaylaştırmak, verimliliği artırmak, enerji tasarrufu sağlamak, hava ve su kalitesini iyileştirmek, sorunları belirleyip hızla çözmek, felaketlerden hızla kurtulmak, daha iyi kararlar almak için veri toplamak, kaynakları etkili bir şekilde dağıtmak ve kurumlar ve alanlar arasında iş birliğini sağlamak için verileri paylaşmak amacıyla fiziksel altyapısına bilgi aktarır.

Yukarıda yer alan tanımların yanında akıllı kent, düşünebilen şehir (intelligent city), çevreci şehir (eco city), bilgi şehri (knowledge city), ağ şehir (wired city), sakin şehir (cittaslow), sürdürülebilir şehir (sustainable city), yeşil şehir (green city) vb. birçok kent yaklaşımıyla kesişimler içermekte olduğu bilinmektedir.

Dijital İkiz Kavramı

Dijital ikiz, gerçek dünyadaki fiziksel sistemi ve süreçlerini yansıtan sanal bir ortamı ifade etmektedir (Ahn vd., 2020; Alam ve El Saddik, 2017; Grieves ve Vickers, 2017; Tao vd., 2018; Zheng vd., 2019, Semanjski, 2023). Son yıllarda dijital ikiz, veri odaklı sistem tasarımı, uygulaması ve operasyon yönetimi için yüksek katma değerli bir alternatif olarak önerilmekte olsa da dijital ikiz teknolojisinin ilk olarak ortaya çıkışı, NASA'nın Apollo projesi üzerinde çalıştığı 1970'lere dayanmaktadır (Semanjski, 2023). Dijital ikiz kavramının anlaşılması ve tanımlanması noktasında bir fikir birliği oluşmamıştır. Bunun temelinde dijital ikizin kullanıldığı uygulamalar arasında farklılık göstermesi yer almaktadır (Kuehner, vd., 2021). Bu sebeple dijital ikiz kavramına ilişkin olarak literatürde genel kabul görmüş bir anlayışa ve tanıma ulaşılamamaktadır.

Temel olarak dijital ikiz, "bir nesnenin, bir hizmet sürecinin, bir ürünün veya dijitalleştirilebilen herhangi bir şeyin sanal bir temsili" olarak tanımlanmaktadır (Miskinis, 2018). Dijital ikiz ile ortaya çıkan sanal temsil, fiziksel bir nesneyi, doğru bir şekilde yansıtmak üzere tasarlanmış bir nesnenin veya sistemin sanal bir temsilidir. Bu teknoloji aynı zamanda fiziksel nesnenin yaşam döngüsünü kapsar, gerçek zamanlı verilerden güncellenerek karar vermeye yardımcı olmak için simülasyon, makine öğrenimi ve muhakeme/akıl yürütmeyi kullanır (IBM, 2020). Dijital ikiz teknolojisinin gerçek zamanlı verileri kullanarak imkân sunduğu karar vermeye yardımcı simülasyon, makine öğrenimi ve akıl yürütme yetisi, kent yönetimlerinin ihtiyaç duyduğu planlama süreçlerinde ve hizmet sunumunda yardımcı rol üstlenmesiyle kamu yönetimindeki yerini pekiştirmektedir.

Dijital İkiz Teknolojisinin Kentlerdeki Kullanım Alanları

Dijital ikiz, kentlerin hizmet sunmakta oldukları alanlarda üretilen çözümlerde ve uygulamalarda yerini almaktadır. Kentsel hizmetlerin sunulduğu ulaşım, çevre, kaynak

yönetimi, kentsel planlama, altyapı, enerji yönetimi ve kent ekonomisi başta olmak üzere birçok alan, dijital ikiz uygulamalarının kullanıldığı alanların başında gelmektedir. Bunun yanında kent yönetiminin işleyiş ve yönetim süreci içerisinde kentin geleceğinin planlaması, karar verme süreçleri ve devreye alınacak uygulamalar/projeler içinde sunmuş olduğu imkânlarla bağlı olarak dijital ikiz teknolojisi yerini almaktadır (Babaoğlu ve Memiş, 2024). Genel bir ifadeyle dijital ikiz teknolojisi, kentsel hizmetlerin sunulduğu alanların birçoğunda kullanıldığı anlaşılmaktadır. Ancak dijital ikiz teknolojisinin kentlerdeki yeri ve fonksiyonunun ne olduğunun anlaşılması adına;

***enerji dağıtımı:** enerji dağıtım sürecinde kullanılan ekipmanların izlenmesi, arızaların öngörülmesi ve şebeke yükünün tahmin edilmesi (Zhaoyun ve Linjun, 2022; Babaoğlu ve Memiş, 2024)

***kentsel yapılaşma:** yapıların tasarlanması, yaşam döngüsü takibi ve yapı operasyonlarının optimize edilmesi (Madubuike vd., 2022; Babaoğlu ve Memiş, 2024)

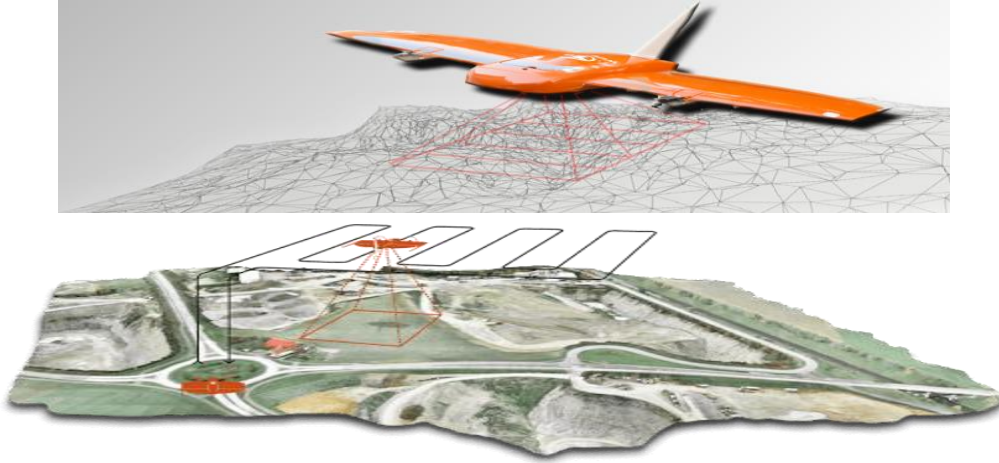
***tarım:** üretim sürecinin veriye bağlı olarak dinamik bir yapıya kavuşturulması, üretim sürecinde toprak yapısı, nem, iklim vb. koşulların analiz edilmesi, tarımsal üretimin yönetimi ve sürdürülebilir hâle getirilmesi (Gökkuş ve Keten, 2022; Babaoğlu ve Memiş, 2024)

***afet yönetimi:** afet esnasında üretilen karmaşık verilerin, kullanılabilir ve erişilebilir şekilde karar alma sürecine dahil edilmesi, kentlerin kendi gerçekliklerine uygun olarak afet simülasyonlarının tasarlanması (Çubukçu, vd., 2024; Babaoğlu ve Memiş, 2024)

Yukarıda belirtilen hizmet alanları başta olmak üzere dijital ikiz teknolojisinden yararlandığını ifade etmek, dijital ikiz ile kent arasındaki bağın ne şekilde olduğu ve dijital ikiz teknolojisinin kent planlaması ve yönetimi sürecindeki rolünü ortaya çıkarmaktadır.

Türkiye’deki İyi Uygulama Örnekleri

Dijital ikiz teknolojisinin Türkiye’deki uygulama örneklerine bakıldığında Bursa’da yapı denetimi ve kent planlaması alanlarında kullanılan uygulamaların öne çıktığı görülmektedir. “İHA ile Kaçak Yapılaşmanın Tespit Edilmesi” ve “Üç Boyutlu Bina Modeli Üretim” uygulamalarından oluşan bu dijital ikiz örnek seti, üç boyutlu modelleme ve coğrafi bilgi sistemi teknolojilerini de içermektedir. Bu uygulamalardan ilki olan “İHA ile Kaçak Yapılaşmanın Tespit Edilmesi” uygulamasının temel amacı, yapı denetiminin etkin şekilde yapılarak kaçak yapılaşmanın önüne geçilmesidir. Diğer denetim yöntemlerinden farklı olarak insansız hava aracı kullanılarak üretilen üç boyutlu modeller, kentte hâlihazırdaki yapı modelleriyle karşılaştırılarak analiz edilen yükseklik farkına bağlı olarak tespit imkânı sunmaktadır. Tespit edilen yükseklik farklarına bağlı olarak kat yüksekliği artan yapıları ihlaller hakkında gerekli hukuki işlemler başlatılmaktadır (Bursa Büyükşehir Belediyesi, 2020a). Böylece kentte kaçak yapılaşmanın önüne geçildiği gibi özellikle tarihi bölgelerin dokusu ve kent estetiği de koruma altına alınmaktadır.



Şekil 1: İHA ile Kaçak Yapılaşmanın Tespit Edilmesi Uygulaması
Kaynak: (Bursa Büyükşehir Belediyesi, 2020a).

Diğer uygulama olan “Üç Boyutlu Bina Modeli Üretim” uygulaması, öncelikle “İHA İle Kaçak Yapılaşmanın Tespit Edilmesi” uygulamasının altlık verisini oluşturmaktadır. Bu veri, Üç Boyutlu Bina Modeli Üretim uygulamasının da kullandığı bina yükseklik analizi, silüet analizi çalışmaları ile kentsel dönüşüm çalışmalarının da ayrıca temelini oluşturmaktadır. Üç Boyutlu Bina Modeli Üretim uygulamasında CAD veri yapısındaki hâlihazır kent haritalarından bina verileri ayrılarak coğrafi bilgi sisteminde kullanılan veri yapısına¹ dönüştürülmüştür. Böylece, binaların sahip olduğu çatı kotları ile zemin kotları arasındaki fark cm hassasiyetinde hesaplanarak bina yükseklikleri elde edilerek, kentteki çok sayıda bina 3 boyutlu modellenmiştir (Bursa Büyükşehir Belediyesi, 2020b). Kentteki binaların üç boyutlu modellenmesiyle, kentin gelişim alanlarının belirlenmesi, yatırım planlamasının yapılması, kentsel dönüşüm analizlerinin yapılması, potansiyellerin belirlenmesi gibi birçok alanda planlama ve karar verme sürecinde ihtiyaç duyulan verinin elde edilmesine katkı sağlayacaktır (Aslan,2022).



Şekil 2: Üç Boyutlu Bina Modeli Üretim
Kaynak: (Bursa Büyükşehir Belediyesi, 2020b).

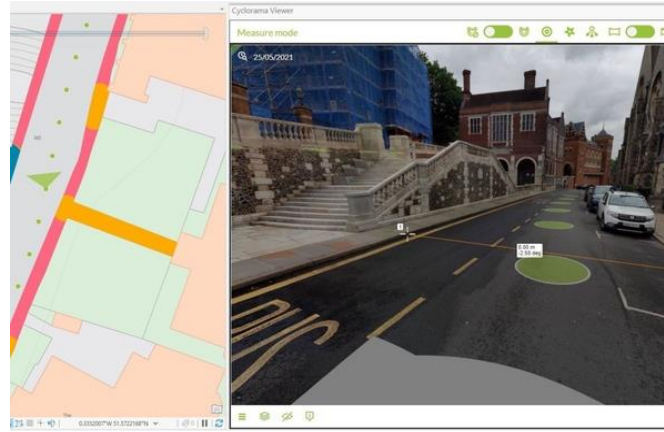
Türkiye’de, dijital ikiz teknolojisiyle ilişkilendirilebilecek uygulamalardan bir başkası da metaverse entegrasyonlu akıllı kent uygulamalarıdır. Dijital ikiz ile benzer altyapı ve teknoloji kesişim kümesine sahip metaverse uygulamaları, benzer şekilde kentsel hizmetlerin

¹ SHP formatıdır.

sunumunda, tasarım, uygulamaların geliştirilmesi ve deneyim imkânı sunmasıyla yanlış/efektif olmayan yatırım adımlarının önlenmesine katkı sağlayacaktır (Bulut ve Aslan, 2024).

Dünya'daki İyi Uygulama Örnekleri

Dijital ikiz teknolojisi, Dünya'da ülkelerin gelişmişlik düzeyleri ve ihtiyaçlarına bağlı olarak farklılık göstererek kullanılmaktadır. Dijital ikiz, savaş süreci içerisinde olup birçok kentin kullanım dışı hâline geldiği Ukrayna'da kentleri ve buradaki yaşamı iyileştirmelerine yardımcı olmak sürecinde Çernigiv'de hasar değerlendirmesi, yeniden inşa maliyeti analizi, ardından yeniden inşa için stratejik bir ana planlamayı yapılmasını sağlayacaktır (SmartCitiesWorld, 2022a). Bir başka örnekte Medine'nin kutsal bir şehir olarak sahip olduğu statüye bağlı olarak hem bölgede yaşayan insanların hem de dünyanın dört bir yanından gelen ziyaretçilerin kentte ibadet ve ziyaret edilen bölgeden başlayan yoğunluğun yönetilebilir hâle gelmesi, kent planlaması, trafik yönetimi, kalabalık yönetimi ve kentin analitiğinin yapılması sürecinde dijital ikiz teknolojisine başvurulmaktadır (SmartCitiesWorld, 2022b). Kentlerin günlük cari işlemlerini gerçekleştirmeleri noktasında Londra'da dijital ikiz, planlama başvurularında, mülklerin görüntülenmesi, yol çalışmalarının tamamlandığının doğrulanabilmesi, bisiklet yolları gibi yeni ulaşım planlarının tasarlanması ve belediye vergi dairesinin uzaktan mülk denetimleri gerçekleştirilebilmelerine olanak sağlamaktadır (SmartCitiesWorld, 2021).



Şekil 3: Lidar verileriyle Destekli Dijital İkiz Örneği (Londra)

Kaynak: (SmartCitiesWorld, 2021).

Son olarak, dijital ikiz teknolojisinin kentlerde uygulama örneğinden farklı olarak sunulacak örnek, bir kentin dijital ikiz teknolojisi odağı alınarak tasarlandığı bir kentsel planlama örneğinden oluşmaktadır. Hindistan'da inşa edilen *Amaravati*'de tasarlanan kentin fiziksel alt ve üstyapısının, güvenlik, ulaşım, iklim, çevre vb. alanlarındaki verilerin gerçek zamanlı izlenmesi, yönetilmesi, simüle edilmesi ve dijital ikiz kimliği gibi birçok aksiyon planlanmaktadır (PwC, 2022).



Şekil 4: Dijital İkiz Örneği

Kaynak: (SmartCitiesWorld, 2019).

Dijital ikiz uygulama kimliği, her vatandaş için tüm hükümet bilgileri, bildirimleri, formları ve uygulamaları içeren tek bir entegre portal görevi görecektir. Dijital ikiz ile sunulan uygulamaların güvenliğinin yanında kentlerin güvenliğinin dijital ikiz ile sağlanması da ayrıca önem taşıyan bir konuyu oluşturmaktadır. 2012 yılında yaşanan Toon musonu sonrasında *Newcastle* kentinde oluşan kayıplardan hareketle oluşturulan dijital ikiz, kentin olağan üstü hava olaylarına karşı dirençliliğinin sağlanmasına katkı sağlayacaktır. *Newcastle* örneğinden hareketle dijital ikiz, 8 milyon pound hasara neden olan bir hava olayının etkilerinin önüne geçilmesinde etkili olacağı gibi *Amaravati*'deki tasarımlarla da bir kentin inşasında etkili rol üstleneceği görülmektedir (SmartCitiesWorld, 2019).

Dijital İkiz Teknolojisinin Kentlerde Uygulanabilirliğinin Önündeki Engeller

Dijital ikiz teknolojisi, kentlerin planlama ve uygulamaların geliştirilmesi noktasında birçok kazanım sunmaktadır. Ancak kamu yönetiminde yaşanan dijitalleşme sürecinde ortaya çıkan birçok sorun, direnç ve engel, dijital ikiz teknolojisi için de geçerliliğe sahiptir (Çelik, 2023). Dijital ikiz teknolojisinin kentlerde kullanımının önünde yer alabilecek engeller; eski yapılarla yeni teknolojiler arasında oluşabilecek *entegrasyon sorunu*, veri temelli bir uygulama olmasına bağlı olarak *verinin toplanması ve yönetimi sorunu*, ileri teknoloji kullanan bir uygulama olmasına bağlı olarak dijital ikizin uygulanması, yönetilmesi ve geliştirilmesi süreçlerini gerçekleştirilebilecek nitelikteki *insan kaynağı sorunu*, kullanılan yüksek maliyetli donanımsal ve yazılımsal gerekliliklere bağlı olarak *maliyet sorunu*, veri gizliliği başta olmak üzere dijital ikiz teknolojisi kullanılarak tasarlanan bir uygulama sonucunda ortaya çıkabilecek zarar veya kayıpların yasal sorumlulukları gibi konulara bağlı olarak *mevzuat/yasal süreçlerin belirlenmesi sorunu* dijital ikiz teknolojisinin kentlerde uygulanabilirliği noktasında yer alan ve alabilecek olası engeller olduğu öngörülmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Dünya nüfusunun kentlerde yoğunlaşarak artması, insan ihtiyaçlarının konjonktürel gelişmelere bağlı olarak değişmesi, göç, iklim değişikliği, vb. birçok etmen kentlerin sorun ve ihtiyaçlarının artmasına neden olmaktadır. Kentler, ortaya çıkan sorunlara çözüm üretebilmeleri ve ihtiyaçlara cevap verebilmeleri için sunmakta oldukları kentsel hizmetleri gerek nitelik gerekse de nicelik yönüyle artırmak durumundadır. Bu gereklilik kentlerin hizmet kalitesi,

yaşanabilirlik düzeyi ve dirençliliği ile de doğrudan ilişkilidir. Buna bağlı olarak kentlerin sorunlara çözüm üretebilmeleri, ihtiyaçlara cevap verebilmeleri ve kentsel dirençliliği sağlayabilmeleri için artan nüfus, genişleyen hizmet alanı ve artan hizmetler karşısında yenilikçi ve sürdürülebilir yöntemler olan akıllı kent uygulamalarından yararlanmak durumundadır.

Kentlerin sorun ve ihtiyaçlarına yenilikçi ve sürdürülebilir çözümler üreten akıllı kent uygulamaları, kentlerin dirençlilik ve sürdürülebilirlik noktasında önemli bir çözüm ortağı konumundadır. Bu konumun korunabilmesi, kentlerin kendi gerçekliklerine uygun akıllı kent uygulamalarından yararlanmalarıyla doğrudan ilişkilidir. Dolayısıyla kentlerin kendi potansiyellerinin belirlenmesi ve kendi gerçekliklerine uygun çözümlerini devreye alabilmeleri noktasında doğru tespitlerin yapılması kritik önem taşımaktadır. Planlamanın ve tasarlanmanın öne çıktığı bu aşamada dijital ikiz teknolojisi, kentsel planlama, uygulamaların tasarlanması ve dijital ikiz teknolojisinin doğrudan/dolaylı olarak kullanıldığı kentsel hizmetlerdeki uygulamalarla kent yönetiminin etkin hâle getirilmesi süreçlerinde yer almaktadır.

Dünya’da ve Türkiye’de kullanılan dijital ikiz uygulamalarından hareketle dijital ikizin, kentlerde planlama ve kentsel hizmetlerin sunumu süreçlerinde planlamadan uygulamaya, iyileştirmeden yeniden tasarlamaya kadar birçok süreçte etkin rol üstlenmekte ve sahip olduğu potansiyelleriyle kent yönetimlerinin karar alma süreçlerinde önemli bir çözüm ortağı olarak yer aldığı anlaşılmaktadır. Dijital ikiz teknolojisinin sunmuş olduğu çözümler, sağlamış olduğu katkılar ve ortaya çıkardığı imkânlar bu teknolojinin kentlerdeki planlama ve yönetim sürecinde etkin şekilde rol aldığını göstermektedir. Bu durum kentlerin ihtiyaçlarına ve potansiyellerine bağlı olarak değişiklik gösterse de dijital ikiz teknolojisi etkin şekilde yararlanıldığı takdirde kentlerin dirençliliğine ve sürdürülebilirliğine de önemli ölçüde katkılar sağlayacağı öngörülmektedir.

Kamuda yaşanan dijitalleşme sürecinin ilk evrelerinden günümüzde kamu yönetiminde kullanılan ileri teknoloji süreci içerisinde, uygulamaların ilk devreye alındığı aşamadan başlamak suretiyle yasal ve yapısal birtakım sorunlar yaşanmaktadır. Bu sorunlar diğer uygulamalar için geçerli olduğu gibi dijital ikiz teknolojisi için de yaşanabilecek olası sorun ve engeller yer almaktadır. Veri güvenliğinin sağlanması, dijital ikiz gibi ileri teknolojiyi kullanabilecek insan kaynağının kent yönetimlerinde istihdam edilebilmesi, artan maliyetler ve etkin kullanılması gereken kent bütçesi içerisinde doğru yatırım kararlarının verilmesi başta olmak üzere bazı sorun ve engeller, dijital ikiz teknolojisinin kentlerde kullanımının önüne geçebilmektedir. Bu noktada dijital ikiz teknolojisinin avantajları-dezavantajlarının iyi şekilde fizibilite edilerek, kentin gerçekliğine uygun olarak karar verilmesi büyük önem taşımaktadır. Buradan hareketle dijital ikiz teknolojisi noktasında sunulacak öneriler;

- Kentlerin kendi potansiyellerini doğru şekilde belirlemeleri,
- Dijital ikiz teknolojisini kendi gerçekliklerine uygun şekilde kullanmaları,
- Dijital ikiz teknolojisinin kullanımı için gerekli mevzuat düzenlemelerinin yapılması,
- Fırsatların ve tehditlerin iyi analiz edilmesi,
- Kamu-Özel iş birliği içerisinde daha fazla verinin üretilmesi ve kullanılması,
- Planlama başta olmak üzere karar verme süreçlerinde dijital ikizden yararlanılmasıdır.

Kentlerin artan ölçekleri ve genişleyen hizmet alanlarında etkin ve verimli hizmet sunabilmeleri için doğru karar verebilmeleri, hızlı çözüm üretebilmeleri, üretilen çözümlerin ihtiyaçlara cevap verebilir olduğu gibi aynı zamanda yenilikçi ve sürdürülebilir yöntemlerle sunulması, kentleri dirençlilik ve sürdürülebilirlik yönüyle daha güçlü hâle getirecektir. Buna bağlı olarak bu çalışmada incelenen dijital ikiz teknolojisi başta olmak üzere birçok teknoloji

ve akıllı kent uygulaması, kent yönetimlerinin başvurdukları çözüm ortakları arasında yer almalı ve yaygınlaştırılmalıdır.

Kaynakça

- Ahn, C.R., vd. (2020). A digital twin city model for age-friendly communities: Capturing environmental distress from multimodal sensory data. *Hawaii International Conference on System Sciences*.
- Alam, K.M., El Saddik, A. (2017). C2PS: A digital twin architecture reference model for the Cloud-Based Cyber-Physical Systems. *IEEE Access*, 5, 2050-2062.
- Aslan, M.M. (2022). *AKILLI KENT Türkiye’de kentsel hizmetlerin sunumuna ilişkin bir model önerisi*, Konya: Çizgi Kitabevi.
- Babaoğlu, C., Memiş, L. (2024). *Dijital ikiz ve akıllı şehirler*, Seta Yayınları.
- Bakıcı, vd. (2012). A smart city initiative: The case of Barcelona, *Journal of the Knowledge Economy* 2: 1 (2012) 1–14.
- Bulut, Y., & Aslan, M. M. (2024). Kentsel hizmetlerin etkinliğine yönelik bir öneri: Metaverse entegrasyonlu uygulamalar. *Ombudsman Akademik* (19), 55-76.
- Bursa Büyükşehir Belediyesi (2020a). İHA ile kaçak yapılaşmanın tespit edilmesi, <https://akillisehir.bursa.bel.tr/project/iha-ile-kacak-yapilasmanin-tespit-edilmesi/>, Erişim Tarihi: 30.06.2024
- Bursa Büyükşehir Belediyesi (2020b). Üç boyutlu bina modeli üretim, <https://akillisehir.bursa.bel.tr/project/uc-boyutlu-bina-modeli-uretim/>, Erişim Tarihi: 30.06.2024
- Çelik, D. (2023). Kamu yönetiminde dijital dönüşümde bir sorun alanı: Dijital kültüre yönelik direnç. *Kamu Yönetimi ve Teknoloji Dergisi*, 5(1), 69-86. <https://doi.org/10.58307/kaytek.1308745>
- Çubukçu, Z. vd. (2024). Akıllı şehirlerde acil durum ve afet yönetiminde dijital ikiz teknolojisi: Potansiyeller ve uygulamalar, *TYB Akademi: Dil Edebiyat ve Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(40), s. 9-24.
- Gökkuş, G., Ketten, M. (2022). *Tarımda teknoloji uygulamaları örneği: Dijital ikiz*. In *Biyosistem Mühendisliği III* (pp. 139–154). Ankara: Akademisyen Kitabevi.
- IBM (2020). Cheat sheet: What is Digital Twin?, <https://www.ibm.com/blog/iot-cheat-sheet-digital-twin/>, Erişim Tarihi: 28.06.2024
- IBM (2023). What is a smart city?, <https://www.ibm.com/topics/smart-city>, Erişim Tarihi: 27.06.2024
- İngiliz Standartları Enstitüsü (2014). A Guide to Smart Cities: How to start implementing standards in your city, https://www.bsigroup.com/globalassets/localfiles/es-es/Documentos%20tecnicos/certificacion-de-producto/iot-smart-cities/smart_cities_web_version.pdf, Erişim Tarihi. 26.06.2024
- European Commission (2022). In focus: Energy and smart cities, https://commission.europa.eu/news/focus-energy-and-smart-cities-2022-07-13_en, Erişim Tarihi. 26.06.2024
- Grieves, M. W., Vickers, J.H. (2017). *Digital twin: Mitigating unpredictable, undesirable emergent behavior in complex systems*. In: Kahlen, F., Flumerfelt, S., Alves, A. (Eds.), *Transdisciplinary perspectives on complex systems*. Springer, s.l., pp. 85-113.
- Komninos, N. (2011). Intelligent cities: Variable geometries of spatial intelligence. *Intelligent Buildings International*, 3(3), 172–188. <https://doi.org/10.1080/17508975.2011.579339>
- Kuehner, K. J., vd. (2021). Digital twin: finding common ground—a meta-review. *Procedia CIRP*, 104, 1227-1232.

-
- Madubuike, O. C., vd. (2022). A review of digital twin applications in construction. *J. Inf. Technol. Constr.*, 27, 145-172.
- Miskinis C. (2018). What separates digital twin based simulations vs a reality that is augmented. Challenge Advisory; <https://www.challenge.org/insights/digital-twin-vs-augmented-reality/>, Erişim Tarihi: 28.06.2024
- Nam, T., Pardo, T. A. (2011). *Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions*. In Proceedings of the 12th annual international digital government research conference: digital government innovation in challenging times (pp. 282-291).
- OECD (2020). The OECD Smart Cities and Inclusive Growth Programme, <https://www.oecd.org/cfe/cities/Smart-Cities-Partners.pdf>, Erişim Tarihi: 27.06.2024.
- PwC (2022). Digital twins in smart city: A bridge between the physical and virtual world. <https://www.pwc.com/m1/en/publications/documents/how-digital-twins-can-make-smart-cities-better.pdf>, (Erişim Tarihi: 29.06.2024).
- Sassen, S. (2009). Cities are at the center of our environmental future, *S.A.P.I.EN.S [Online]*, 2.3 | 2009, Online since 07 April 2010, <http://journals.openedition.org/sapiens/948>, Erişim Tarihi: 1.7.2024
- Semanjski, I. C. (2023). *Digital twin*, Ed: Ivana Cavar Semanjski (Smart Urban Mobility), Elsevier, pp. 223-238, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820717-8.00007-5>.
- SmartCitiesWorld (2019). The rise of digital twins in smart cities, <https://www.smartcitiesworld.net/special-reports/the-rise-of-digital-twins-in-smart-cities>, Erişim Tarihi: 29.06.2024
- SmartCitiesWorld (2021). London borough creates digital twin with new street imagery, <https://www.smartcitiesworld.net/commercial-buildings/london-borough-creates-digital-twin-with-new-street-imagery-6828>, Erişim Tarihi: 1.7.2024
- SmartCitiesWorld (2022a). 3D and digital twin tech to help rebuild cities in Ukraine, <https://www.smartcitiesworld.net/digital-twins/3d-and-digital-twin-tech-to-help-rebuild-cities-in-ukraine>, Erişim Tarihi: 1.7.2024
- SmartCitiesWorld, (2022b). How Madinah mixes culture and innovation to create experiences, <https://www.smartcitiesworld.net/cultural-space/how-madinah-mixes-culture-and-innovation-to-create-experiences-7976>, Erişim Tarihi: 1.7.2024.
- Tao, F., vd. (2017). Digital twin-driven product design, manufacturing and service with big data. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 94, 3563-3576.
- Zhaoyun, Z., Linjun, L. (2022). Application status and prospects of digital twin technology in distribution grid. *Energy Reports*.
- Zheng, Y., vd. (2018). An application framework of digital twin and its case study. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 10, 1141- 1153.
-