



Dijital İkiz

Burcu Özkan

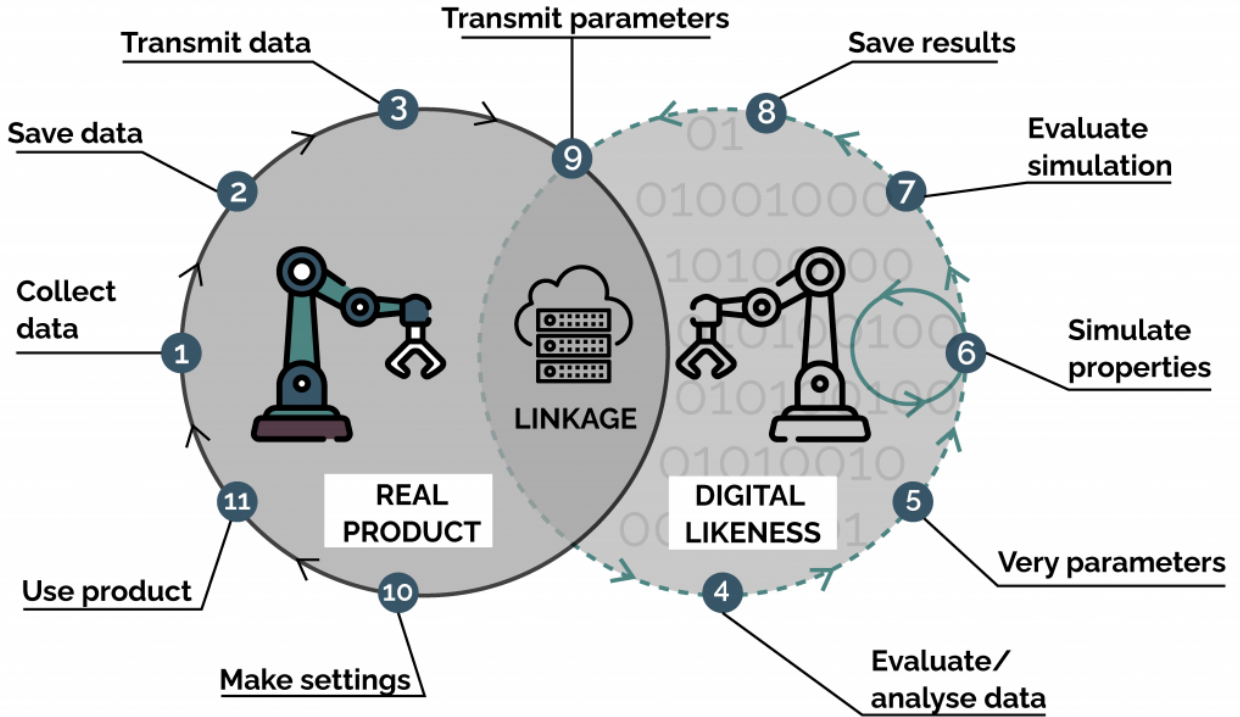
Aralık 2023



Dijital ikiz nedir?

Dijital ikiz teknolojisi, ilk olarak 1991’de David Gelernter’in Mirror Worlds adlı çalışmasıyla gündeme gelmiştir. Ancak, dijital ikiz kavramının pratik uygulaması, o dönemde Michigan Üniversitesi’nde öğretim üyesi olan Dr. Michael Grieves tarafından 2002 yılında üretim endüstrisinde kullanılmaya başlanmasıyla gerçekleşmiş ve bu kavram resmi olarak tanıtılmıştır. Daha sonra, 2010 yılında NASA’dan John Vickers, “dijital ikiz” kavramını öne çıkararak bu teknolojinin imalat endüstrisinden öte, inşaat, mühendislik, ulaşım ve havacılık dahil olmak üzere çeşitli sektörlerde uygulanabilen yenilikçi kullanım alanlarını tanıtmıştır.

Her ne kadar dijital ikiz kavramı günümüzde popüler olsa da, aslında bu fikir çok daha eskilere dayanmaktadır. Özellikle 1960’larda NASA’nın uzay keşif görevleri sırasında, fiziksel nesnelerin incelenmesi için dijital ikiz teknolojisinin ilk uygulayıcısı olarak NASA öne çıkmaktadır. O dönemde her bir uzay aracı, uçuş ekiplerindeki NASA personeli tarafından, çalışma ve simülasyon amaçlarıyla kullanılan, tam olarak replike edilmiş bir sürümle aynıydı.



Dijital ikiz, AR, VR, 3D grafikler, bulut, yapay zeka, veri modelleme ve diğer yükselen teknolojileri kullanarak bir sistem, süreç, ürün, hizmet veya diğer fiziksel nesnelerin sanal bir modelini oluşturan bir teknolojidir. Bu sanal yansıma, gerçek zamanlı güncellemelere ve çevresel parametrelere dayalı olarak fiziksel dünyanın bir temsili haline gelir. Model olgunlaştıkça, daha doğru ve değerli çıktılar üretilebilmektedir.

Nesnenin yaşam döngüsünü kapsayan dijital ikiz teknolojisi, varlığın davranışını simüle etmek ve nesnedeki sensörlerden gelen gerçek zamanlı verileri izlemek için kullanılır. Bu teknoloji, bir varlığın performansını gözlemleyerek olası hataları belirleme, ayrıca bakım ve yaşam döngüsü hakkında bilinçli kararlar alma fırsatı sunar.

Dijital ikizler, çeşitli avantajlar sunmaktadır. Bu teknoloji, gerçek zamanlı verilerin ve öngörülerin sunumuyla ekipman, fabrika veya tesislerin verimliliğini artırabilir. Ayrıca, binlerce bileşeni içeren üretim veya ticari tesislerin kapsamlı dijital bir görselini sunabilir. Akıllı sensörler sayesinde anlık bileşen verilerini izler ve sorunları hızlıca belirleyebilir. Dijital ikizlerin sanal yapısı, tesislerin uzaktan kontrol edilmesini mümkün kılar ve bu şekilde daha az insanın tehlikeli endüstriyel ekipmanları denetlemesi gerekir. Ayrıca, ürün ve tesislerin üretim öncesinde dijital kopyalar yardımıyla hızlı bir şekilde test edilebilir ve olası arızalar önceden tespit edilebilir.

Dijital ikiz dünyada ve Türkiye’de hangi sektörlerde kullanılmaktadır?

Bazı endüstriler, gerçek dünya sistemlerinin sanal temsillerini oluşturmak için dijital ikizleri artan bir oranda benimsemektedir. Bu endüstriler arasında şunlar yer almaktadır;

İnşaat

İnşaat sektörü, ticari projeleri, konut ve altyapı projelerinin daha etkin planlanmasını ve aynı zamanda mevcut projelerin gerçek zamanlı durumunu izlemek amacıyla dijital ikizler oluşturmaktadır. Aynı zamanda, mimarlar binaların 3B modellemesini dijital ikiz teknolojisiyle entegre ederek proje planlamasının bir parçası olarak dijital ikizlerden yararlanmaktadır. Ticari bina yöneticileri ise misafir konforunu artırmak için odalardaki ve açık alanlardaki anlık ve geçmiş sıcaklık, doluluk ve hava kalitesini takip etmek amacıyla dijital ikizleri kullanmaktadır.

Üretim

Dijital ikizler, üretim yaşam döngüsünün tasarım ve planlama aşamasından başlayıp mevcut tesislerin bakımına kadar geniş bir yelpazede kullanılmaktadır. Dijital ikiz prototipi, ekipmanın sürekli olarak izlenmesine ve tesisin belirli bir bölümünün veya tümünün performans verilerinin analiz edilerek nasıl çalıştığına gözlemlenmesine imkan sağlamaktadır.

Enerji

Dijital ikizler, enerji sektöründe stratejik projelerin planlanmasına destek olmak amacıyla yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca, açık deniz kurulumları, rafine tesisleri, rüzgar çiftlikleri ve güneş enerjisi projeleri gibi mevcut varlıkların performansını ve yaşam döngülerini optimize etmek için de kullanılmaktadır.

Otomotiv

Otomotiv sektörü, dijital ikizler aracılığıyla dijital araç modelleri oluşturarak geniş bir veri yelpazesi elde etmektedir. Bu dijital ikizler, aracın fiziksel davranışıyla birlikte yazılım, mekanik ve elektrik modelleri hakkında kapsamlı bilgi sağlar. Ayrıca, bileşenlerin performansıyla ilgili herhangi bir sorun tespit edildiğinde, dijital ikizler bir servis merkezini veya kullanıcıyı uyararak tahmine dayalı bakımın değerli olduğu bir alan sunar.

Sağlık hizmetleri

Sağlık sektöründe, dijital ikizler farklı durumlarda kullanılmaktadır. Bu kapsamda hastaneler, diğer sağlık tesisleri, laboratuvarlar ve insan vücudunun tamamının sanal ikizlerini oluşturarak organları modellemek ve hastaların belirli tedavilere nasıl tepki verdiklerini göstermek için simülasyonlar çalıştırmayı içerir.

Günümüzde, birçok ülke ve özellikle savunma endüstrisi başta olmak üzere şirketler, rekabet avantajı elde etmek için gerekli stratejik adımları atabilmek adına dijital yatırımlara büyük önem vermektedir.

Bu firmalar arasında GE, IBM, PTC, Oracle, Microsoft, Siemens, SAP, Adidas, Bosch, Software AG, NASA, ABD Hava Kuvvetleri ve TUSAŞ gibi örnekler bulunmaktadır.

Uygulamaların bazı örneklerine bakıldığında, **Adidas**'ın **SpeedFactory**'si dijital ikiz teknolojisini kullanarak üretim öncesi süreci simüle etmiş, test etmiş ve optimize etmiştir. Bu teknoloji, kişiselleştirilebilir, hızlı ve şeffaf üretim sağlamada önemli bir rol oynamıştır.

Maserati'nin **Ghibli fabrikası**, üretim kapasitesini artırmayı ve “kişiye özel” üretim imajını korumayı amaçlayarak dijital ikiz teknolojileriyle donatılmıştır. Sonuç olarak, yeni ürün geliştirme süresi yüzde 30 kısalmış, ürünlerin pazara çıkış süresi ise **30 aydan 16 aya düşürülmüş** ve üretilen otomobil sayısı üç kat artmıştır.

Siemens, rüzgar türbinlerinin dijital ikizlerini kullanarak bakım süreçlerini optimize etmekte ve enerji üretim verimliliğini artırmaktadır.

Türk Havacılık ve Uzay Sanayii (TUSAŞ), Siemens PLM Software ile bütünsel bir dijital ikiz uygulaması için işbirliği anlaşması imzalamıştır (2018). Bu işbirliği, Türk Havacılık ve Uzay Sanayi programlarının hızlı bir şekilde uygulanmasını ve **ürünlerin pazara sunulma süresinin** önemli ölçüde **kısaltılmasını** sağlayacaktır.

Tesla, ürettiği her şasi numarasına sahip araç için dijital bir ikiz kullanıyor ve bu sayede müşterilerinin araçlarına düzenli olarak yazılım güncellemeleri indirerek sürekli bir gelişim sağlamaktadır.

Günümüzde, endüstriyel tesisler ve elektrik santralleri, ekipman arızalarının önceden tahmin edilmesi ve önlem alınması gereken durumlar için akıllı sistemler kullanmaktadır. **General Electric (GE)**, kendi üretim tesislerinde ve elektrik santrallerinde bu tür bir akıllı sistem kullanımına öncülük etmektedir. Ayrıca, GE Digital firması aracılığıyla, bu teknolojiyi diğer endüstriyel kuruluşlara da sunmaktadır. Bu sistem, generatör sistemlerinin arızalarını önceden tahmin edebilme yeteneği ile öne çıkmakta ve sistemin hangi bölgesinde olası bir arızanın meydana gelebileceği konusunda önemli bilgiler sunmaktadır.

Mercedes Benz firması, F1 araç tasarımında ve testlerinde aktif olarak kullanmıştır.

Rolls-Royce, jet motorlarının dijital ikizlerini kullanarak performans ve bakım süreçlerini optimize etmektedir.

Akıllı şehir teknolojilerine odaklanan **Singapur**, şehir bölgesi ve planlamasında bu teknolojiden büyük ölçüde faydalanmaktadır.

Dijital ikizin mevcuttaki simülasyon modellerinden farkları nelerdir?

Dijital ikiz, ekseriyetle bir simülasyon olarak yanlış anlaşılmaktadır. Ancak gerçekte, iş mantığı, Nesnelerin İnterneti (IoT) verileri, modelleme ve simülasyon ile Veri Analitiği'ni birleştirerek, fiziksel bir sistemin davranışını öngörmektedir. Sanal ve fiziksel dünyaların birleşmesi, üreticilere ve AR/VR işletmelerine sorunlar ortaya çıkmadan önce engel olmalarına, iş durmalarını önlemelerine, ürün/hizmetlerinin kapsamını artırmalarına ve hatta simülasyonlar kullanarak geleceği planlamalarına yardımcı olmaktadır.

Simülasyonlar ve dijital çiftler, ürünleri ve süreçleri modellemek için kullanılan dijital yöntemlerdir. Ancak aralarında önemli farklar bulunur:

- Simülasyonlar, ürün veya süreçleri çoğaltırken, dijital çiftler gerçek dünya verileriyle belirli bir ürünün gerçek davranışını yansıtır.
- Simülasyonlar statikken, dijital çiftler gerçek zamanlı veri ile etkileşim içinde olup gelişebilir.
- Simülasyonlar teorik olurken, dijital çiftler somut ve gerçektir.

Bu farklar, dijital çiftlerin ürün yaşam döngüsünde etkin bir rol oynayarak, gerçek verilere dayalı öngörüler ve iş süreçlerindeki iyileştirmeler sağlayabileceğini göstermektedir.

CAD tabanlı simülasyonlar, ürünleri veya süreçleri modellerken farklı parametreleri veya tasarım unsurlarını ekleyerek test etme olanağı sunar. Bu tür modeller statiktir; tasarımcı, daha fazla unsuru ekleyene kadar değişmez veya gelişmez. Öte yandan, dijital çiftler, simülasyon modellerine benzer şekilde başlar, ancak gerçek zamanlı verilerin entegrasyonu sayesinde daha etkin bir simülasyon ortaya koyabilir. Ayrıca, tasarımcılara belirli parametrelerle farklı senaryoları test etme olanağı sağlayarak ürün tasarım amaçları için kullanışlıdır. Bununla

birlikte, dijital çiftlerin kapsamı çok daha geniştir. Bir ürünün yaşam döngüsünü tamamen kapsar ve iş akışı alanlarıyla eşleştirildiğinde, tasarımın ötesinde geniş bir kullanım alanı sunar.

Dijital ikiz türleri nelerdir?

Dijital ikizler, ürünlerin ve süreçlerin dijital temsillerini oluşturmak için farklı türlerde ortaya çıkar. Bu türlerin ana farkı, uygulama alanlarına yönelik özelleşmiş yapılarıdır. Genellikle bir sistem veya süreçte bir arada bulunan farklı dijital ikiz türleri, farklı bileşenlerin etkileşimlerini ve özelliklerini yansıtır. Bu bağlamda, dijital ikiz türleri şunlardır:

- **Bileşen İkizleri/Parça İkizleri:** Bu tür ikizler, çalışan bir bileşenin en küçük dijital temsilidir. Parça ikizleri de benzer özelliklere sahiptir, ancak daha az önemli bileşenlerle ilgilidir.
- **Varlık İkizleri:** İki veya daha fazla bileşenin birlikte çalışmasıyla oluşan ikizlerdir. Bu ikizler, bileşenlerin etkileşimini inceleyerek içgörülere dönüştürülebilen zengin performans verileri sağlar.
- **Sistem veya Birim İkizleri:** Farklı varlıkların birleşimiyle işleyen bir sistemin tamamını temsil eder. Bu ikizler, varlıklar arasındaki etkileşimi gösterir ve performans iyileştirmeleri önerir.
- **İşlem İkizleri:** Süreç ikizleri, bir üretim tesisinin tamamını oluşturmak için sistemlerin birlikte nasıl çalıştığını gösterir. Bu ikizler, sistemler arasında senkronizasyonun yanı sıra gecikmelerin diğer sistemleri nasıl etkilediğini belirlemede yardımcı olabilir.

Bu türler, farklı uygulama alanları için özelleştirilmiş dijital ikizlerin özelliklerini ve işlevlerini yansıtır, bu da endüstriyel süreçlerin daha iyi anlaşılması ve yönetilmesi için önemli bir araç sağlar.

Dijital ikiz uygulamalarında kullanılan teknolojiler nelerdir?

Dijital İkizlerin temel unsurları, veri edinimi, veri modelleme ve veri uygulamasını içerir. Fiziksel nesnelerin dijital temsillerini oluşturmak için dört ana teknoloji kullanılır: IoT

(Nesnelerin İnterneti), Yapay Zeka (AI), Genişletilmiş Gerçeklik (XR) ve Bulut Bilişimi. Her bir teknoloji, farklı uygulama alanlarına yönelik olarak kullanılmaktadır.

1. IoT (Nesnelerin İnterneti): IoT, bağlı olan nesnelerin ağıdır. Dijital İkizler, her uygulamada IoT yi ana teknoloji olarak kullanır. Sensörler aracılığıyla gerçek dünya verileri toplar ve bunları dijital kopyalara dönüştürür. Bu sayede, fiziksel nesnelerin dijital temsilleri oluşturulur ve gerçek zamanlı olarak analiz edilebilir hale gelir.
2. Bulut Bilişimi: Veri depolama ve hesaplama gücünü internet üzerinden sunan bir teknolojidir. Dijital İkizler, bulut bilişim sayesinde büyük veri miktarlarını depolayabilir ve herhangi bir yerden kolayca erişebilir. Karmaşık sistemlerin hesaplama sürelerini azaltır ve büyük veri depolama sorunlarına çözüm sunar.
3. Yapay Zeka: AI, elde edilen verileri analiz eder, içgörüler sağlar, gelecek hakkında tahminlerde bulunur ve potansiyel problemleri öngörme konusunda yardımcı olabilir. Görüntü ve dil tanıma gibi alanlarda kullanılır.
4. Genişletilmiş Gerçeklik: XR, sanal ve fiziksel dünyaları birleştirir ve dijital nesnelerin fiziksel nesnelerle etkileşime girebildiği bir ortam oluşturur. Bu teknoloji, fiziksel nesnelerin dijital modellerinin oluşturulmasına ve kullanıcıların etkileşime girmesine olanak tanır.

Bu teknolojiler, dijital ikizlerin farklı alanlarda kullanımını mümkün kılarak, veri ediniminden başlayarak gerçek dünyadaki nesnelerin dijital yansımalarının oluşturulmasını sağlar.

Dijital ikizin Doğuş Teknoloji (DT)'deki olası kullanım ve uygulama alanları nelerdir?

Fiziksel ve dijital dünya arasında bir bağlantı noktası olarak işlev gören “Dijital İkiz” kavramı, önümüzdeki yıllarda büyük ölçüde konuşulmaya devam edecek gibi görünüyor.

Dijital ikizler, DT’de çeşitli alanlarda kullanılabilir ve uygulama bulabilirler:

Ürün Geliştirme ve Tasarım: Ürünlerin dijital ikizleri, tasarım aşamasında prototip oluşturma, ürün performansını simüle etme ve tasarım sürecini optimize etme

konularında kullanılabilir. Bu, ürünlerin hızlı bir şekilde geliştirilmesine ve iyileştirilmesine olanak tanır.

Servis ve Bakım: Var olan ürünlerin dijital ikizleri, kullanım sürecindeki performansı izleme, bakım gereksinimlerini belirleme ve hizmet sunma süreçlerini iyileştirme konularında kullanılabilir. Bu, servis sağlayıcılarına ve teknik ekiplere daha iyi rehberlik sağlar.

Veri Analitiği ve Öngörüsöl Bakım: Dijital ikizler, gerçek zamanlı veri toplama ve analiz etme yetenekleri sayesinde büyük veri analitiği için kullanılabilir. Öngörüsöl bakım gibi uygulamalar, cihazların veya sistemlerin arızalarını önceden belirleme ve önleyici önlemler alma konusunda yardımcı olabilir.

Eğitim ve Simülasyon: Dijital ikizler, eğitim ve simülasyon amaçlı kullanılabilir. Personel eğitimi, yeni ürünlerin tanıtımı veya kriz durumlarında eğitim için dijital ikizler etkili bir araç olabilir.

Müşteri Deneyimi ve İyileştirme: Ürünlerin veya hizmetlerin dijital ikizleri, müşteri deneyimini anlamak ve iyileştirmek için kullanılabilir. Bu, geri bildirim toplama, ürünlerin özelleştirilmesi ve kullanıcı dostu deneyimler sunma konularında yardımcı olabilir.

Dijital ikizler, farklı departmanlar arasında veri paylaşımını ve işbirliğini kolaylaştırabilir.

Dijital ikiz teknolojisi ve uygulamalarının gelecekteki trendleri ve yenilikleri nelerdir?

Dijital İkiz teknolojisinin ilerleyen dönemdeki yaygınlaşması, yapay zeka ve makine öğrenimi gibi alanlardaki gelişmelerle paralel olarak artacaktır. Bu gelişmeler, dijital ikizlerin daha sofistike hale gelmesini ve daha doğru tahminler yapabilmesini sağlayacak. Özellikle, IoT ve 5G gibi teknolojilerin evrimi, dijital ikizlerin gerçek zamanlı veri toplama ve analiz kapasitelerini artıracak ve bu teknolojilerin daha geniş bir alanda kullanılmasına olanak tanıyacaktır.

Gelecekteki trendler, dijital ikizlerin sürdürülebilir kalkınma, enerji verimliliği ve akıllı şehirler gibi alanlarda önemli bir rol oynayacağını gösteriyor. Özellikle, enerji sektöründe dijital ikizlerin

kullanımı, enerji tesislerinin daha etkili bir şekilde yönetilmesini ve enerji verimliliğinin artırılmasını sağlayabilir. Akıllı şehir uygulamalarında ise, dijital ikizler şehir altyapısını optimize etmek, trafik yönetimini geliştirmek ve çevresel etkileri azaltmak için kullanılabilir.

Bununla birlikte, dijital ikizlerin kullanımıyla ilgili daha detaylı çalışmalar ve endüstriyel uygulamaların geliştirilmesi, gelecekteki potansiyelinin tam olarak ortaya çıkmasına olanak tanıyacaktır. Dijital ikizlerin uygulama alanlarının genişlemesiyle birlikte, bu teknolojinin iş dünyasında ve günlük yaşamda nasıl bir dönüşüm yaratacağı da daha iyi anlaşılacak ve bu alanda yeni fırsatlar ortaya çıkacaktır.

Dijital ikiz uygulamalarındaki karşılaşılan zorluklar ve riskler nelerdir?

Dijital ikizler, yapay zeka ve Nesnelerin İnterneti (IoT) teknolojileriyle paralel olarak gelişmekte olan ve gelecekteki endüstriyel uygulamalar için büyük potansiyel taşıyan önemli bir teknolojidir. Bununla birlikte, bu teknolojinin benimsenmesi ve uygulanması çeşitli zorluklarla karşı karşıyadır.

Veri Standardizasyonu ve Yönetimi: Dijital ikizlerin etkin bir şekilde çalışabilmesi için farklı kaynaklardan gelen verilerin standartlaştırılması ve yönetilmesi gereklidir. Veri standardizasyonunun eksikliği, farklı veri kaynakları arasında uyumsuzluk ve tutarsızlık riskini artırabilir.

Güvenlik ve Mahremiyet: Dijital ikizler, hassas verilerin yanı sıra gerçek dünya varlıklarının dijital kopyalarını barındırdığı için güvenlik ve mahremiyet endişeleri doğurur. Bu, yetkisiz erişim ve veri manipülasyonu riskini beraberinde getirebilir.

Altyapı ve Sistem Entegrasyonu: Mevcut sistemlerle veya özel yazılımlarla entegrasyon, dijital ikizlerin uygulanmasında önemli bir zorluktur. Eski BT altyapısının güncellenmesi gerekliliği, bu entegrasyon sürecini karmaşıklştırabilir.

Yatırım Maliyeti ve Karmaşıklık: Dijital ikizlerin kurulması ve sürdürülmesi yüksek maliyetli olabilir. Sensörler, yazılımlar, altyapı geliştirme, bakım ve güvenlik gibi teknoloji platformlarına

yapılan önemli yatırımlar gereklidir. Bununla birlikte, bu karmaşıklık ve yüksek maliyet, dijital ikiz teknolojisinin geniş çapta dağıtılmasını engelleyebilir.

Eski Sistem Dönüşümü ve Standartlaştırılmış Modelleme: Standartlaştırılmış bir modelleme yaklaşımının eksikliği, dijital ikizlerin etkinliğini sınırlayabilir. Ayrıca, eski sistemlerin dönüşümü, bu yeni teknolojiye geçişte engel teşkil edebilir.

Bu zorluklar ve riskler, dijital ikiz teknolojisinin gelecekteki yayılmasını ve uygulanabilirliğini etkileyebilir. Ancak, bu konularda yapılan çalışmalar ve gelişmeler, bu zorlukların üstesinden gelmeye yönelik stratejilerin belirlenmesine yardımcı olabilir.

Kaynakça

<https://www.ibm.com/topics/what-is-a-digital-twin>

<https://www.radiant.digital/digital-twin-converging-the-virtual-and-physical-worlds-to-accelerate-transformational-innovation/>

<https://aws.amazon.com/tr/what-is/digital-twin/>

https://thinktech.stm.com.tr/uploads/docs/1608832538_stm-blog-dijital-ikiz-teknolojileri.pdf

<https://infra.global/singapores-digital-twin-from-science-fiction-to-hi-tech-reality/>

<https://youtu.be/2dCz3oL2rTw>

https://www.youtube.com/watch?v=WqX5b_HHHqc

<https://www.aa.com.tr/tr/sirkethaberleri/bilisim/tai-dijital-donusumde-siemens-i-tercih-etti/645365#>

<https://www.siemens.com/global/en/company/stories/industry/the-digital-twin.html>

<https://www.ge.com/digital/applications/digital-twin>

<https://www.rolls-royce.com/innovation/digital/digital-twin.aspx>

https://tr.wikipedia.org/wiki/Dijital_ikiz

<https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/simulation-vs-digital-twin>

<https://www.donanimhaber.com/dijital-ikiz-nedir-uygulama-ve-ornekleri--156255>

Attaran, M., & Celik, B. G. (2023). Digital Twin: Benefits, use cases, challenges, and opportunities. *Decision Analytics Journal*, 100165.