



# BIM VE DİJİTAL İKİZ

*BIM to Digital Twin*

**Tanju Kılınçarslan**

## ÖZET

Dijital ikiz, inşaat endüstrisi için fiziksel dünya ile BIM tabanlı dijital dünya arasında bir köprüdür. Fiziksel dünya ve sanal dünya birbirine her zamankinden daha da yakınlaştı. Çeşitli karma gerçeklik çözümlerinin tanıtılmasından sonra, dijital ikizler inşaat sektörünün yeni fütüristik takıntısı haline geldi. 2000'li yılların başında geliştirilen bu konsept, Yapı Bilgi Modellemesinden bile daha avangart bir teknoloji olarak karşımıza çıktı. Varlık performansını artırmak, aktörlerin yaşam döngüsü aşamalarında olumsuz çevresel etkileri tahmin etmelerine yardımcı olmak, sensör verilerine dayalı bakım faaliyetlerini tahmin etmek ve tüm dünyada inşa edilmiş varlıklar için daha fazla fayda sağlamak için bir fırsat olarak görülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** BIM, Dijital İkiz, ISO 19650, Dijitalleşme, İnşaat, Tasarım

## ABSTRACT

Digital twin is a bridge between the physical world and the BIM based digital world for construction industry. The physical world and the virtual world have come even closer together than ever. After the introduction of various mixed reality solutions, digital twins have become the new futuristic obsession of the construction sector. Developed in the early 2000s, this concept has now come into the spotlight as a technology that is even more avant-garde than Building Information Modelling (BIM). It is seen as an opportunity to enhance asset performance, help actors anticipate adverse environmental effects during the life cycle stages, forecast maintenance activities based on sensor data and bring may further benefits for built asset all across the globe.

**Key Words:** BIM, Digital Twin, ISO 19650, Digitalization, Construction, Design

## 1. GİRİŞ

Peki bir ürün olarak dijital ikizi nedir? Bunu ne kadar çok kişiye sorarsanız, o kadar çok cevap alırsınız. Dr. Michael Grieves, 2003 yılında Michigan Üniversitesi'nde "Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi" (PLM) üzerine bir kurs sırasında fiziksel bir ürüne eşdeğer 'Dijital İkiz' sanal bir dijital kavramını tanıttı. Grieves, 'Dijital ikiz'i fiziksel bir ürüne eşdeğer sanal ve dijital bir varlık olarak tanımlıyor. Dijital ikizlere sahip olmak için üç ana ön koşul mevcut olmalıdır:

1. Sanal Uzayda Dijital Ürünler;
2. Gerçek Uzayda Fiziksel Ürünler;
3. Sanal ve gerçek ürünleri birbirine bağlayan veri ve bilgi bağlantıları.

İdeal olarak, dijital ikiz fiziksel "nesnenin" tüm bilgilerini içerir. Tüm yönlerinin bir temsilidir, yalnızca bir varlığın mekanik veya geometrik bir temsili değil, aynı zamanda gömülü yazılım, mikro yazılım, ürün verileri, haberleşme protokolleri, sensör verileri vb. İçeren elektronik bir temsildir.

## 2. İNŞAATTA DİJİTAL İKİZLER

Daha yakın zamanlarda, IoT (Nesnelerin İnterneti), Endüstri 4.0 ve Endüstriyel Nesnelerin İnterneti (IIoT) bağlamında Dijital İkiz'in araştırılmasına derinlemesine çalışmalar ayrılmıştır. 'Bağlantılı' çağın teknolojileri, varlıkların dijital ikizler olarak sanal bir hayatı 'yaşamasına' izin veriyor. Dijital İkizler artık fiziksel nesnenin durumu değiştikçe neredeyse gerçek zamanlı olarak dinamik olarak değişme yeteneğine sahiptir. Sensörler, dış ortamın varlık üzerindeki etkisi hakkında veri toplayabilir ve bunun tersi de geçerlidir. Kayınbiraderiniz sizi her ziyaret ettiğinde ve misafir odasındaki pencereleri açık bıraktığında evinizin sizi bilgilendirebileceğini ve böylece tüm evdeki ortalama sıcaklığın düştüğünü hayal edin. Çatı kiremitlerini veya pencere camlarını değiştirdiğinizden beri çatınızın ve cephe camlarınızın evinizin gelişmiş ses yalıtımı ile otoyoldan gelen gürültünün her saat aralığında ne kadar azaldığı hakkında sizi bilgilendirebileceğini hayal edin.

Modern Veri Yönetimi uygulamaları, dijital ikizi giderek daha verimli hale getirir, çünkü veri analizine duruma göre odaklanabilirler ve düzenlemeler ekleyebilirsiniz. Fiziksel ikiz hakkında akla gelebilecek her türlü bilgiyi gerçekten bilmek istemiyorsunuz, değil mi? Dijital ikizler verilerle uğraştıkça tüm sayıları büyük veri içinde saklayacak ve 'Yeni güvenlik sistemi elektrik faturasını zorluyor mu? 'Kurduğum ısı yalıtımı yıllar içinde nasıl bozulacak? 'Su ısıtıcısını ne zaman değiştirmem gerekiyor?' gibi sorularınıza hızlıca ve isterseniz otomatik olarak cevap verecek.

## 3. BIM ve DİJİTAL İKİZ

Akıllı teknolojilerin gelecekte karmaşık karşılaştırma ve hesaplamalar yapmasını istiyorsak, bugün onlara nasıl yardımcı olabileceğimizi gerçekten düşünmeliyiz. Dijital inşaat için politikaların ve standartların oluşturulduğu Avrupa düzeyinde, BIM sadece CAD modelleriyle ilgili değildir. Ortak yapıları, ortak tanımları ve ortak mantığı takip eden tutarlı, izlenebilir verilerin yönetimi ile ilgilidir. Bu amaçla 2020 yılından itibaren ISO 19650 standartlarının Bölüm 1, 2, 3, 4 ve 5'i yayınlanmış ve geriye sadece yayınlanmayı bekleyen Bölüm 6 kalmıştır.

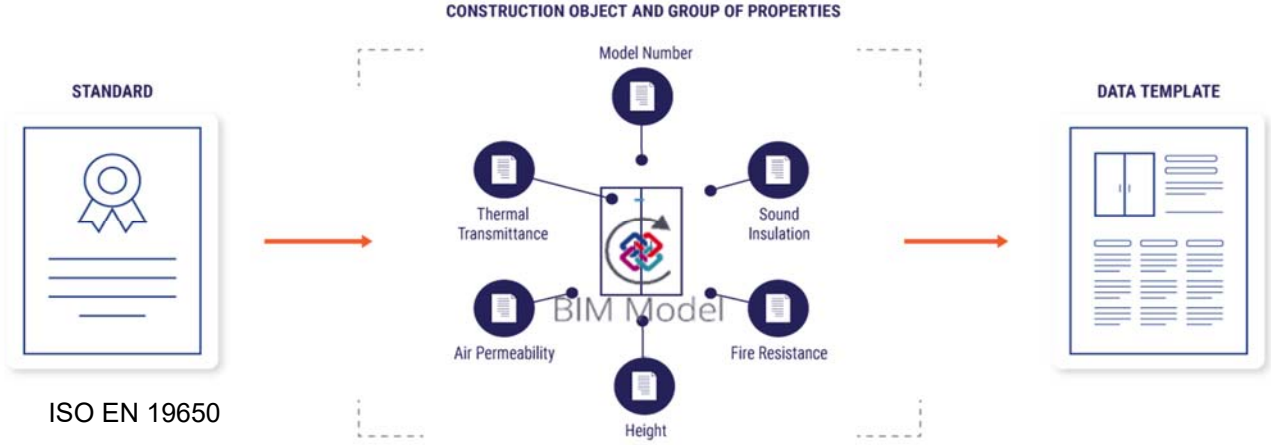
Makineler için kurallar ve otomasyon yolları oluşturmak için kollarımızı kaldırmak ve bugün standartlarda bulunan verileri dijitalleştirmeye başlamamız gerekiyor. Hangi test yöntemlerinin kullanıldığı, hangi makinelerin, hangi birimlerin, özelliklerin nasıl tanımlandığı ve çok daha fazlasından başlayarak. Daha sonra farklı yerel bağlamlar arasında karmaşık eşlemeler oluşturabiliriz. Bunun için teknoloji bugün mevcuttur. Ürün Veri Şablonları ürünü dijital olarak tanımlamak ve tanıtmak için kullanılır. Ürün Veri Şablonları ayrıca, benzer kavramların benzersiz kodlarla eşlenmesini sağlayan 'dijital veri sözlükleri' adı verilen özel tanımlar üzerine inşa edilmiştir, böylece makineler yerel farklılıklar ne olursa olsun gelen 'anlamlı' veriyi okuyabilir.

Öncelikle BIM avantajlarını elde edelim ve sonra daha iyi dijital ikizlere sahip olacağız.

BIM uygulayıcılarının son birkaç yıldır heyecan verici bulduğu ve dijital ikizler üzerinde doğrudan bir etkisi olan şey budur. Dijital ikizler yeni ilham verici sınır ve BIM'den sonraki adımdır, ancak pratik açıdan, inşaatın dijital kısmına henüz hakim olamıyoruz. Yarının siber-fiziksel sistemlerinin getirdiği fırsatlardan yararlanabilmek için, dijital modellemeyi inşaatı doğru bir şekilde elde etmeye odaklanmalıyız.

- Teknoloji mevcut peki ya süreçler? Uluslararası standardizasyon kuruluşlarının yardımıyla (ISO 19650) süreçlere ulaşıyoruz.
- İnsanlar mı? Şantiyeyi proje sahiplerinin ve halkın gözünden dijitalleştirmenin sayısız faydasını henüz göremedik.

Eğer bu faydayı anlayabilirsek, onu algılayabilecek, ölçebilecek ve geliştirebileceğiz. Bugünün klasik inşaatından yarının dijital inşaatına ancak bu şekilde geçeceğiz.



Şekil 1: Büyük Veri ve BIM çıktıları [4]

#### 4. BÜYÜK VERİ NEDİR?

Büyük veri, geçmişte saklanan ve bugün edinilmeye devam eden büyük miktarda bilgiyi ifade eder. İnsanlardan, bilgisayarlardan, makinelerden, sensörlerden ve diğer veri üreten cihaz veya araçlardan biriktirilir. Şirketler, sistemlerinde biriken büyük verileri, operasyonları iyileştirmek, daha iyi müşteri hizmetleri sunmak ve daha pek çok şey yapmak için kullanırlar. Etkili bir şekilde kullanılırsa, büyük veriler şirketlere daha hızlı ve daha bilinçli iş kararları alabilecekleri için yapmayanlara göre değerli iç görüler ve rekabet avantajı sağlayabilir.

Peki Günümüzde inşaat sektörü ve büyük veri ilişkisi nedir?

İnşaat sektöründe, diğer tüm sektörlerde olduğu gibi, büyük veri, çeşitli kaynaklardan gelen ek girdilerle sürekli artmaktadır. Bunlar arasında sahadaki işçiler, vinçler, hafriyatçılar, malzeme tedarik zincirleri ve hatta binaların kendileri bulunur. Kuşkusuz, bu durum zaten inşaat endüstrisini dönüştürmeye başladı. Bununla birlikte, inşaattaki en büyük engel, toplanan verilerin çoğunun bir işletme departmanı, bölüm veya sistem tarafından izole edilmiş olarak tutulmasıdır. Sektördeki bir diğer karmaşıklık, projede yer alan çok sayıda inşaat aktörü ile ilgilidir. Mimarlar, mühendisler, inşaat yöneticileri, taşeronlar, mal sahipleri genellikle birbirlerinden kopuktur. Bu gruplar arasında üretilen büyük verileri toplamanın, analiz etmenin ve işlemenin bir yolunu bulmak, veri silolarının parçalanmasına yardımcı olur ve ilgili tüm riskleri azaltır. Büyük verilerden yararlanmanın sektöre nasıl fayda sağlayabileceği konusunda biraz daha derine inelim.

##### [1] Daha İyi Planlama

İnşaatta, farklı paydaşlar arasındaki iletişim asla kolay ve anlaşılır değildir. Bu, projenin tamamlanması için asla iyi değildir, çünkü gecikmelere, istenmeyen sapmalara ve maliyetli insan hatalarına yol açar. Doğru veri yönetim sistemi ile tüm paydaşlar, bir projedeki ilgi alanlarının en ufak bir değişiklikten nasıl etkilendiğini takip edebilir. Gerçek zamanlı verileri gösteren tek bir platformda birleştiğinde, bir projedeki farklı paydaşlar daha net iletişim kurabilir ve gerçek inşaat aşamasından önce daha başarılı planlama ve tasarım yapabilir.

##### [2] Daha İyi İnşaat Aşaması

Şantiyelerde kullanılan makinelerden gelen sensör girişi, aktif ve boşa kalma süresini gösterebilir. Bu bilgiler, gerekli ekipmanın en iyi karışımı hakkında sonuçlar çıkarmak için daha fazla işlenebilir. Bu

verileri analiz ederek, proje yöneticileri enerji kaynaklarının nasıl daha verimli kullanılacağını belirleyebilir ve böylece maliyetleri ve ekolojik etkiyi azaltabilir. Ayrıca, inşaat sürecinde kullanılan malzemeler hakkında ayrıntılı bilgiye sahip olmak, tedarik zinciri boyunca otomatik bilgi alışverişine izin verir. Ayrıca, tehlikeli maddelerden kaçınma ve ikame alternatiflerini belirleme konusunda daha iyi karar vermeye yardımcı olur.

### [3] Daha İyi Çalışma

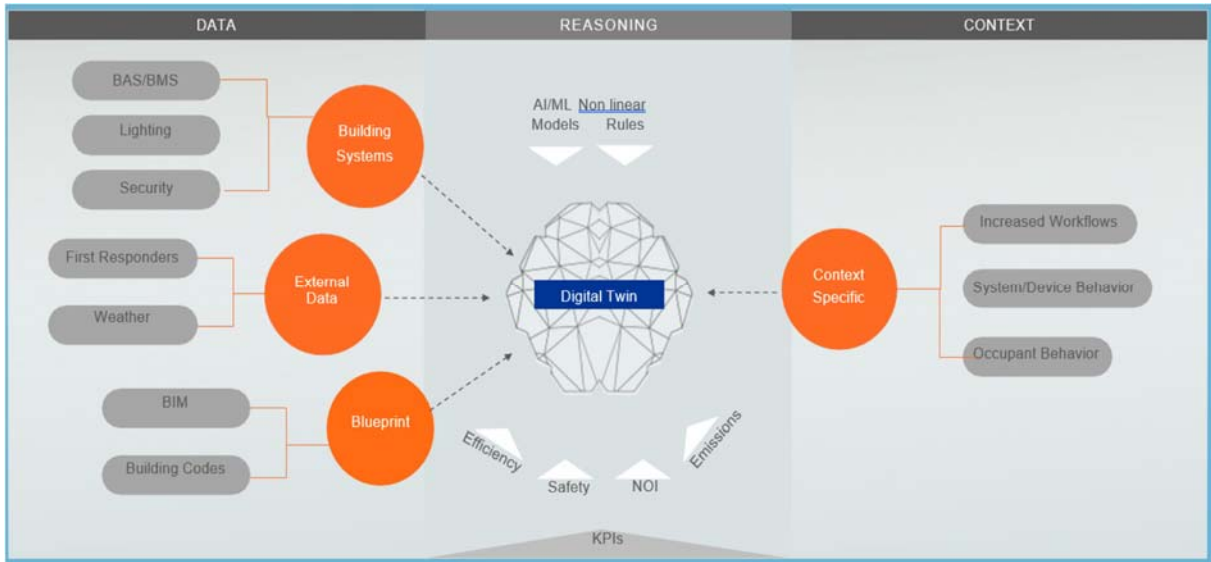
Veri toplama sensörleri, işletme ve bakım aşamasında da önemli bir rol oynamaktadır. Binalara, evlere, köprülere takılan sensörlerden elde edilen bilgiler, daha iyi tesis yönetimine olanak sağlar. Sensörler, söz konusu binanın iç çalışmalarından elde edilen verileri, yaya trafiği, enerji kullanımı veya iç sıcaklıklar gibi verileri izleyebilir.

Büyük verinin kullanımı ile ilgili şimdi bir asansör üreticisinin büyük veri IoT ve AI'den nasıl başarıyla yararlandığına dair gerçek bir vakadan örnek verelim.

### Bir üreticiden kullanım örneği

Tek bir binada zaman zaman hareket halindeki on binlerce yolcu ile asansörler ve yürüyen merdivenler, öngörülemez trafikle başa çıkmak için artan bir baskıyla karşı karşıyadır. Bu zorluğun üstesinden gelmek için uluslararası KONE şirketi, büyük verileri kullandı ve IBM Watson IoT platformu aracılığıyla hizmetlerine yapay zeka uyguladı. Sonuç, potansiyel sorunlara çözüm öngören ve öneren bir platformdur. Dahası, maruz kaldığı önceki durumlardan sürekli olarak 'öğrenir' ve veri toplar. Ayrıca, her asansördeki IoT sensörlerini analiz edebilir ve tanımlanmış bir sorun olasılığı durumunda, teknisyenlere otomatik olarak bilgi verilir. Sonuç – daha az arıza süresi, daha az arıza ve bakım ekipleri için ayrıntılı bilgiler. Asansör ve yürüyen merdiven kullanan insanlar için bu, daha az bekleme süresi, daha az gecikme ve yeni kişiselleştirilmiş deneyimler potansiyeli anlamına gelir.

Aynı yaklaşım başka herhangi bir üretici tarafından da kullanılabilir. Bununla birlikte, önemli bir konuyu gündeme getirmeliyiz; "verilerin birlikte çalışabilirliği" konusu. Evrensel bir dilde yapılandırılmış büyük veriye sahip değilseniz sahip olduğumuz tüm teknoloji toplanan bilgileri okuyamaz ve işleyemez.



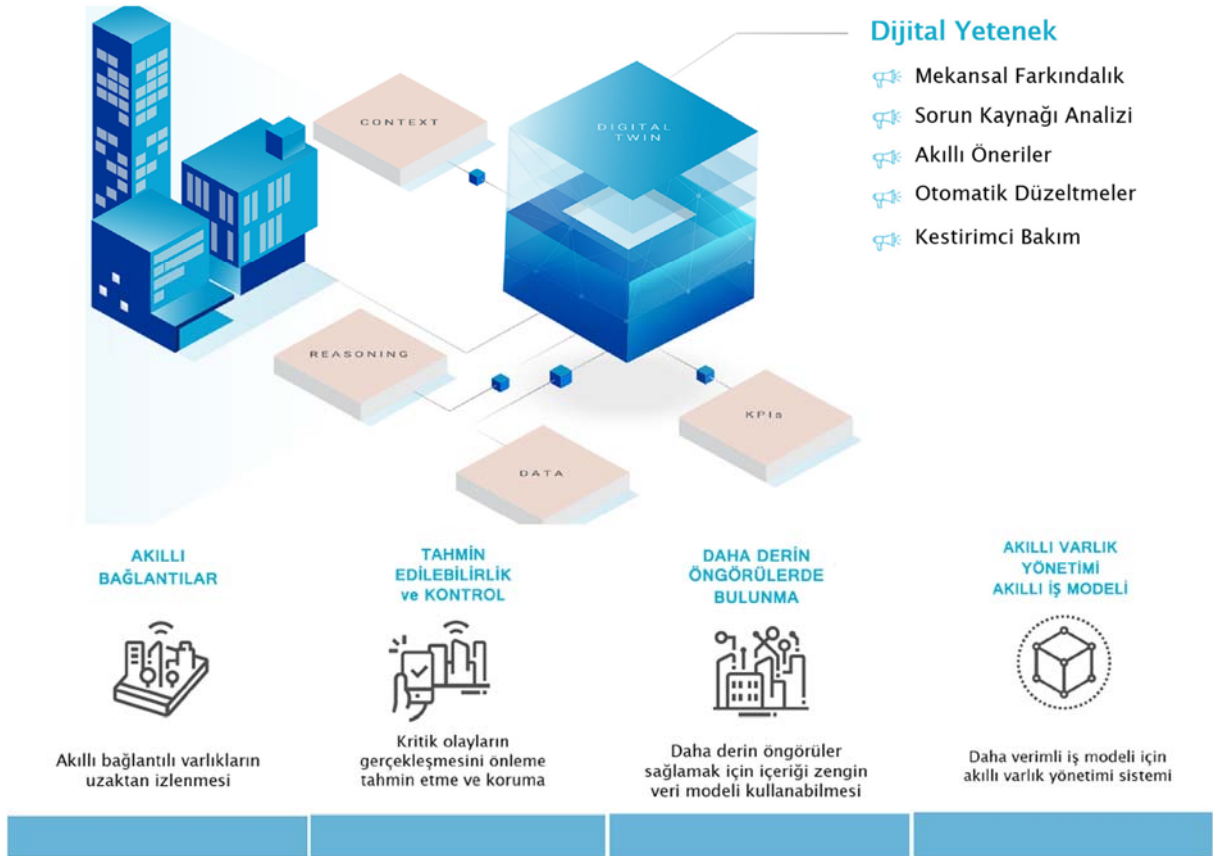
Şekil 2: Digital İkiz veri kaynakları [4]

## 5. BÜYÜK VERİLERİN BİRLİKTE ÇALIŞABİLİRLİĞİNİN ÖNEMİ

Geleneksel bilgi sistemleri, proje programları, CAD tasarımları, maliyetler vb. ile ilgili temel bilgileri kaydetmede iyidir. Ancak, serbest metin, basılı bilgiler veya analog sensör okumaları gibi yapılandırılmamış verilerle çalışma yetenekleri sınırlıdır. Çevremizdeki veriler bol miktarda bulunur, ancak genellikle işlenmesi zor olan yapılandırılmamış biçimlerde saklanır. İç ve dış sistemlerin verileri iletilmesine ve analiz etmesine izin veren ortak bir 'her disiplin tarafından okunabilir' bir dile ihtiyaç vardır. Günümüz teknolojisinin potansiyelinden yararlanmak için, öncelikle dağıtık sistemler ve tedarik zinciri tarafından kullanılan uygulamalar arasında birlikte çalışabilirlik sağlamalıyız. İnşaatta bu, tedarik zincirindeki ilk aktör olan üreticiden başlar ve tesis yöneticisine kadar ulaşır. EN ISO 19650, EN ISO 23386 ve EN ISO 23387 uluslararası standartlarına göre üretilen yapılandırılmış süreçler gerekli olan verilerin birbirine bağlılık seviyesini sağlar. Bu şekilde, inşa sürecinin tüm aşamalarında akan bilginin sürekliliğini sağlayabiliriz. Üreticilerden başlayan verilerin standartlaştırılması, birlikte çalışabilir hale getirmek ve IoT, BIM modelleri, AI ve dijital ikizler tarafından vaat edilen büyük avantajların kilidini açmak için büyük verilerin birlikte çalışabilirliği kritik öneme sahiptir.

## 6. DİJİTAL İKİZİN YETENEKLERİ

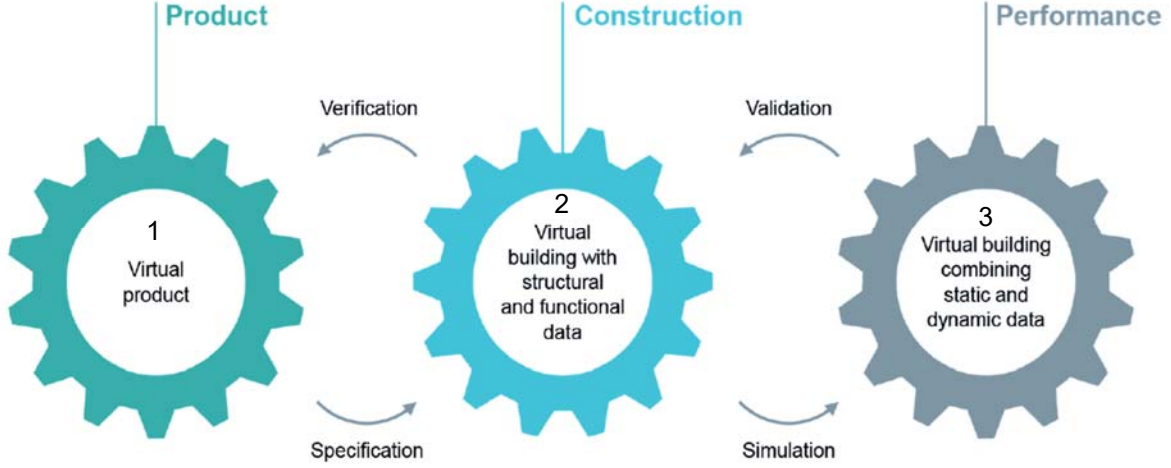
Artık dijital ikiz teknolojisinin iş süreçlerini iyileştirmek için nasıl kullanıldığını keşfedebiliriz. Dijital İkizler, rüzgâr türbinleri, asansörler veya jet motorları gibi tek varlıkların performansını artırmak için geleneksel olarak yıllardır kullanılıyordu. Ancak son yıllarda dijital ikizler daha sofistike hale geldi. Şimdi, sadece bir varlığı değil, varlık sistemlerini ve hatta tüm nesnelere birbirine bağlıyorlar (IoT). Dijital ikizler giderek daha fazla varlığı bir araya getirdikçe ve bunları süreçler ve insanlar hakkında bilgilerle birleştirdikçe, karmaşık sorunların çözümüne yardımcı olma yetenekleri de artıyor.



Şekil 3: Dijital İkiz yetenekleri [4]

## 7. DİJİTAL İKİZ GERİ BESLEME DÖNGÜSÜ

Dijital ikiz teknolojsinin veri geri besleme döngüsü ile sürekli güncel ve aktif tutulması zorunludur. Aksi durumda statik bir hale geçtiği anda Dijital İkiz özelliğini kaybeder ve sadece 3 boyutlu bir model olarak kalır. Geri besleme döngüsü içinde Ürün, Yapı ve Performans ikizleri sürekli birbirlerini beslerler.



Şekil 4: Dijital İkiz geri besleme döngüsü [6]

### [1] Ürün ikizi

Dijital ürün ikizi öncelikle boyutu tanımlamak için kullanılır. BIM uyumlu simülasyon için kullanılan nitelikler, duvarlar, mekanik donanım ve kablolama gibi ürünlerdir. BIM nesnelere dijital ikizin yapı taşlarıdır ve statik veri temelini tamamlar. Fiziksel bina içindeki her varlığın, ilgili bir pencere ve kapılardan tüm yapı sistemine nesne bileşenlerine ve mobilya gibi varlıkların tümünü içerir. Bu BIM nesnelere varlığın geometrik bir temsiliyi sağlamakla birlikte, aynı zamanda gerekli tüm ilgili ürün bilgilerini, teknik verileri, üretim malzemelerini, operasyonel ve işlevsel bilgilerini kapsar.

### [2] İnşaat ikizi

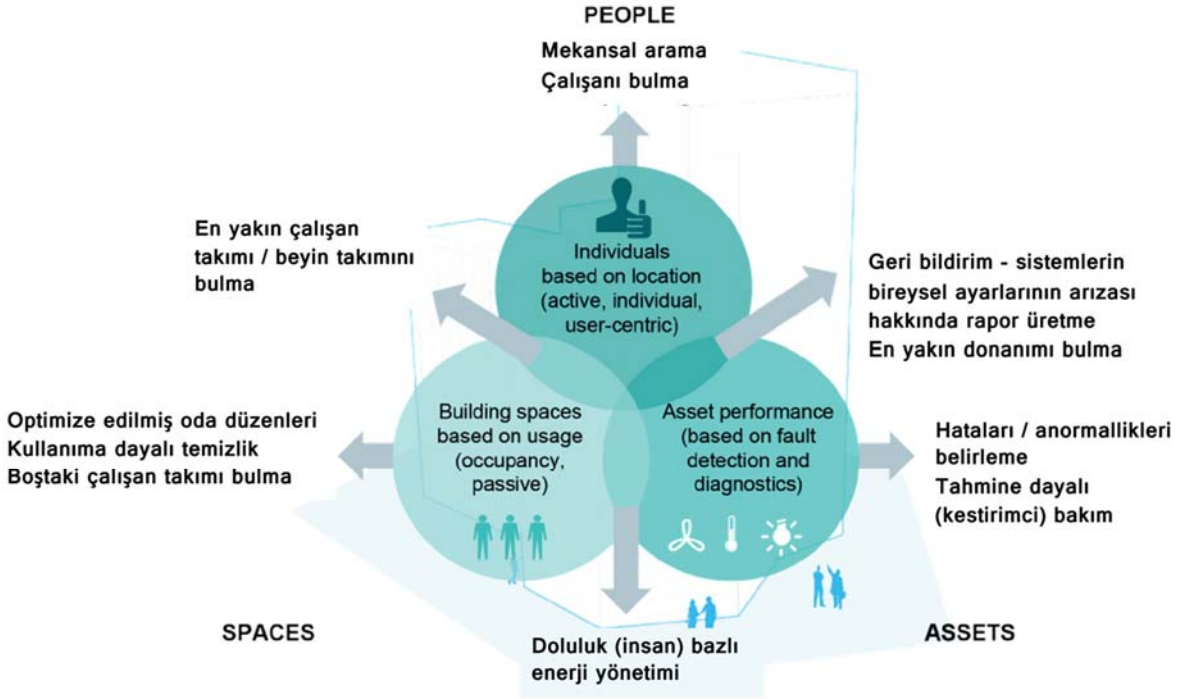
Bu ikiz, yapıda yüklü tüm varlıkların statik bir temsildir. Isıtma kazanı, HVAC üniteleri, trafolar, jeneratörler, kolon ve kirişler gibi statik bina inşaat verileri ile inşa edilmiş olarak düzen ve kurulumla ait tüm bileşenleri kapsar. İnşaat ikizi ile proje verimliliği, görselleştirme, mühendislik, devreye alma, sistem davranışı simülasyonu gibi tüm farklı ihtiyaçların geliştirilmesi sağlanır.

### [3] Performans ikizi

Dijital performans ikizi operasyonel ihtiyaçları geliştirmek için kullanılır. Verimlilik, tahmine dayalı bakım ve dinamik simülasyon gibi kritik süreçlerin gerçekleştirilmesine olanak sağlar. Bu ikiz binanın bir dijital korteksi gibi davranır. Statik veriler ile birleştirme yeteneğine sahip olduğu için operasyonel ömrü boyunca üretilen dinamik verilerle binanın tam verimlilikte kullanılmasını sağlar. Dinamik veriler temelinde bir binada kurulu çeşitli sistemler tarafından üretilir ve kullanıcı arayüzü ile BIM uyumlu olarak inşaat ikizine aktarılır. Bu dijital korteksi yapay zeka (AI) ve sürekli öğrenme ile kullanıcı ihtiyaçlarına çevresel verileri kullanarak tam cevap vermeyi sağlar.

## 8. İNSANLARIN, MEKANLARIN VE VARLIKLARIN ODAĞINDA DİJİTAL MÜHENDİSLİK

Bina sadece işletmeye ev sahipliği yapan bir varlık değil, aynı zamanda işletme kimliğinin ayrılmaz bir parçası haline gelir. Yapı endüstrisinin dijitalleşmesi, yalnızca binayı canlı hale getirmek için araçlar sağlamakla kalmaz, aynı zamanda kullanıcıların daha önce düşünülmemiş daha üretken ve verimli yollarla etkileşime girmelerini sağlar. Gelecekte, dijital binalar giderek daha fazla insanlara, mekanlara ve varlıklara odaklanacaktır.



Şekil 5: Geleceğin binaları üç temel unsura odaklanacak [6]

### İnsan

Ofis binalarındaki Y ve Z kuşağı sayısının artması insanların birlikte çalışma şeklini etkilemesi bekleniyor. Bu yeni nesil, iş-yaşam dengesi, sağlık ve refah, başarı ve tanınma vb. konulara daha yoğun bir şekilde odaklanmaktadır. Dodge Data & Analytics tarafından Siemens Building Technologies adına bir hastanede ve havaalanı tesisinde dijital ikiz ile temel kullanım durumlarını anlamak için yapılan özel bir anket, bir hastanede hasta deneyimini iyileştirmenin ve bir havaalanında yolcu deneyimini iyileştirmenin, katılımcıların (üst düzey yöneticiler ve karar vericiler) aradığı temel sonuçlardan biri olduğu sonucuna vardı. Çalışma ayrıca hastanelerde programlara ve kısıtlamalara göre hastaların ve personelin konumu hakkında gerçek zamanlı bilgi sağlama yeteneğini göstermiştir. Bu hastane personelinin verimliliğine büyük katkı sağlamıştır.

### Mekan

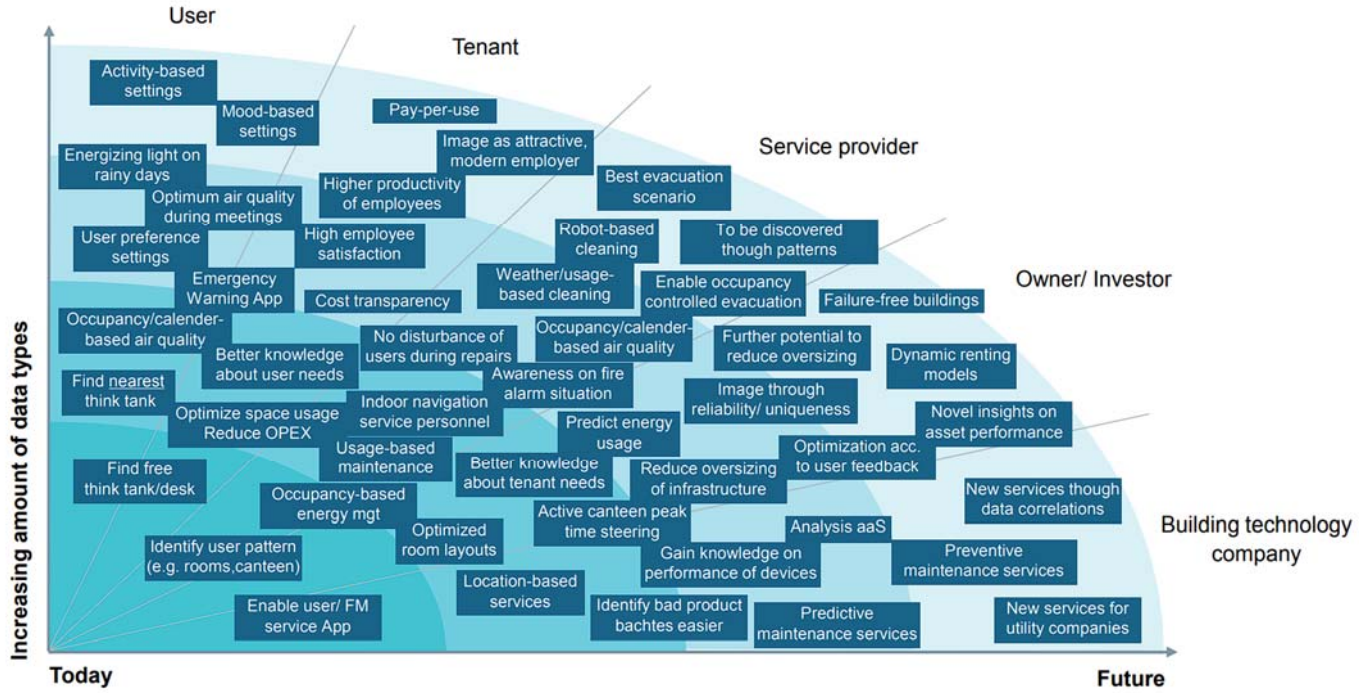
Artan mekansal ve zamansal bağımsızlığa olan ilgi son derece etkilidir. Birçok çalışan, işlerini neredeyse her yerden ve dizüstü bilgisayarlar ve diğer mobil cihazlar aracılığıyla giderek daha esnek zamanlarda yapabilir. CBRE tarafından yürütülen bağımsız bir araştırmaya göre, ortak çalışma alanlarında koltukların kullanımı (boş koltuklar hariç) küresel ortalaması %60 ve toplantı odası kullanımı küresel ortalaması %30 kadardır. Bu nedenle, gelecekteki binalarda dijital mühendisliğin giderek daha fazla benimsenmesi, bina alanını ölçmeyi ve optimize etmeyi büyük ölçüde hedefleyecektir.

## Varlık

Binalar, bina içindeki bireysel varlıkların performansına giderek daha fazla odaklanacaktır. Arıza tespiti ve tanılama ve makine öğrenimi gibi akıllı yöntemler, bireysel ekipman ve sistem parçaları da dahil olmak üzere bir binanın altyapısına gerçek zamanlı içgörüler sunulmasını büyük ölçüde destekleyecektir. Bu tür içgörüler, operatörün arızaları meydana gelmeden önce tespit etmesine ve önlemesine olanak tanıyan varlıkların akıllı bakımını sağlar. Dijital ikiz, bina operatörlerinin bakım verimliliğini artırmalarına ve yanıtın genel performansı nasıl etkileyeceğini simüle etmelerine olanak tanıyacak, performans gösteren varlıklara en önemli konularda öncelik veren bakım programlarına ve bina operatörleri için büyük ölçüde geliştirilmiş bir OPEX yapısına yol açacaktır.

## 9. DİJİTAL İKİZİ UYGULAMA

Siemens Building Technologies adına Dodge Data & Analytics tarafından hastaneler için yapılan anket ile işletme maliyetlerini azaltmanın en önemli yolu sorulduğunda katılımcılar tarafından en sık listelenen en önemli faktörün bir dijital ikizin sağlayacağı değer olduğunu gösterdi. Belirli kullanım durumlarının analizinde sıklıkla değerli olarak belirtilen diğer faktörler, verimliliği artırmak, sorumluluğu azaltmak ve hasta deneyimini iyileştirmektir. Anket, değer için en üst kategorinin, dijital ikizin işletim ekipmanı için nesnelere bağlanma yeteneği olduğunu bildirmektedir. Aşağıdaki çizimde bağlı veri kaynaklarının sayısı arttıkça dijital ikizin artan fayda uyumları özetlenmektedir.



Şekil 6: Verilerin artırılması ve iyileştirilmesine bağlı artan performans [6]

## 10. SONUÇ

Bina kullanıcıları ve sakinleri artık sadece çekici, iklim kontrollü bir bina istemiyorlar. Bunun yerine, güvenliklerini sağlayan altyapılar talep ediyorlar. Gerçek zamanlı bilgi, sadece üretkenlik sağlamak, güvenlik sağlamak veya emisyonları yönetmekle kalmaz, aynı zamanda sürdürülebilir enerji kullanımını da sağlar. Bu hizmetlerin listesi çok uzun olacaktır ve herhangi birini veya tümünü gerçeğe



dönüştürmek için dijital bir altyapı gereklidir. Dijital bir altyapı sağlamak için, tüm bina inşaatı ve operasyonları değer zincirinin dijitalleşmeyi benimsemesi gerekiyor. Bu amaçla BIM ve standardı EN ISO 19650'yi vakit kaybetmeden süreçlerimiz için kullanmaya başlamalıyız.

BIM'e dayalı iş modeli mantığı ve sadece bina otomasyonu yerine dijital ikiz inşaat ve gayrimenkulde dijital dönüşüm için gereklidir. Dijitalleşme ve yapay zekâ, en azından orta vadede, değer önerilerini değiştirerek çoğu şirketin temel işini önemli ölçüde etkileyecektir. Yöneticilerin süreç değişikliği analizleri yapmaları ve zorlukları gündemlerinin en üstüne koymaları gerekir. Yeni hizmetler ve dijital çözümler genellikle yeni gelir modelleriyle birlikte gelecektir. Sensör tabanlı veri aktarımları için bir değer olarak hizmet tabanlı ödemeler, lisanslama modelleri veya mikro finansal işlemler, birçok varlık şirketinin gelir akışlarında önemli değişimlere yol açacaktır.

Dijital ikizden iş değeri sağlayan teknolojilere yatırım yapılmalı. Kiracı merkezli bir pazarda dijital dönüşümü yönlendiren teknolojilere yatırım yapmak önemlidir. Giyilebilir cihazlar, dronlar, artırılmış gerçeklik, sensörler ve IoT otomasyon sadece bağlı olduğu binalar için gerekli değil, aynı zamanda BIM ve 3D teknolojileri ile etkinleşen hizmetler açısından gelir artırıcı değerler içerir. BIM ve Dijital İkiz ile çalışan yapay zekaya dayalı gelişmiş analitiğin önemi, gelecekte bina varlığı için büyük fırsatlar yaratacaktır.

Doğru ortaklıklarla dijital toplulukların geliştirilmesi sağlanmalı. Dijital dönüşüm yeni yetenekler gerektirir ve genellikle birden fazla iş ortağıyla aktif iş birliği içerir. Bu iş birlikleri genellikle geleneksel endüstri sınırlarını genişletir ve tamamen yeni dijital çözümler sağlamak için ekosistemlerdeki çeşitli ortakları içerir. Bu, sıfırdan dijital know-how oluşturmakla ilgili değil, işi büyütmek, üretkenliği artırmak ve yeniliği teşvik etmek için uygun dijital bilgiye sahip doğru ortakları bulmak için gerekli özeni göstermekle ilgilidir.

## KAYNAKLAR

- [1] Dr. Michael Grieves introduced the concept,, 06.03.2017, <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2017/03/06/what-is-digital-twin-technology-and-why-is-it-so-important/#63af45072e2a>
- [2] Svetla Shtereva| July 9th, 2020, <https://cobuilder.com/en/author/shterevacobuilder-no/>
- [3] Thoughtwire Digital Twin ebook, [www.thoughtwire.com](http://www.thoughtwire.com).
- [4] BIM'den Dijital İkiz'e, TTMD Dergisi 131. Sayı, Temmuz - Eylül 2021
- [5] ISO 19650-1,2,3,4,5, BSI Standarts 2020 - 2022"
- [6] Dodge Data & Analytics (DD&A) – behalf Siemens, September 2018
- [7] UK BIM Çalışma Grubu, <https://ukbimframework.org/standards-guidance>

## ÖZGEÇMİŞ

### Tanju KILINÇARSLAN

1969 yılı Ankara doğumludur. 1993 yılında ODTÜ Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. 1996 yılında Gazi Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünde İleri Makina Titreşim Kontrolü üzerine Yüksek Lisans ve 1998 yılında da Başkent Üniversitesinde İşletme (MBA) Yüksek Lisansı yapmıştır. 1996 yılından itibaren elektro-mekanik sektöründe dünyanın farklı ülkelerindeki çok sayıda uluslararası havalimanları, bilgi işlem merkezleri, büyük veri merkezleri, medya merkezleri, simülasyon merkezleri ve endüstriyel tesis projelerini başarı ile tamamlamıştır. 2010 yılından beri kurucusu olduğu SAF Mühendislik ve SAFE Akustik firmaları ile İngiltere Londra ve İstanbul ofislerinden uzman ekibiyle beraber Akustik Tasarım ve Titreşim Kontrolü üstüne proje ve mühendislik hizmetlerini dünya üstündeki çok sayıda projeye başarı ile gerçekleştirmeye devam etmektedir. Aynı zamanda 2018 yılından beri Akustik simülasyon yazılımları üreticisi dünyadaki sayılı



firmalardan olan Fransız CSTB inşaat laboratuvarları grubunun Akustik yazılım ve laboratuvar hizmetleri ürünlerinin ve İspanyol CYPE firmasının Open BIM tabanlı mühendislik yazılımlarının Türkiye ve İngiltere distribütörlük ve eğitim hizmetlerini de vermeye devam etmektedir. 2019 yılından beri IBPSA Türkiye yönetim kurulu üyesi olup TTMD bünyesinde düzenlediği çok sayıda ücretsiz webinar ve seminerler ile binlerce mimar ve mühendisin Akustik farkındalıklarının artmasına yardımcı olmuştur. Halen IBPSA Türkiye Başkanlığı ve TTMD Akademi ile BSI ortaklığında yürütülen BSI BIM Profesyoneli Uluslararası Sertifika Eğitim Programı koordinatörlüğü görevlerini yürütmektedir.