

# AKILLI BİNALARDA NESNELERİN İNTERNETİ VE ANALİTİK ÇÖZÜMLERİ

Onur KURTOĞLU, Gökhan İŞBİTİREN

Schneider Electric, İstanbul, Türkiye

[onur.kurtoglu@non.se.com](mailto:onur.kurtoglu@non.se.com), [gokhan.isbitiren@se.com](mailto:gokhan.isbitiren@se.com)

## ÖZET

Nesnelerin İnterneti (IoT), büyük veri (Big Data) ve makine öğrenme algoritmalarının günümüzde yaygınlaşmasıyla ve binalarda kullanılmasıyla birlikte binalar çok daha akıllı hale gelmektedir. Yeni nesil bulut tabanlı sistemler, ileri düzey veri analiz algoritmalarıyla bina yönetiminde operasyonel verimliliği ve sürdürülebilirliği sağladığı gibi aynı zamanda yaşayanların konfor ve hayat kalitesini de artırmaktadır. Akıllı binalara yapılan yatırımlar 2015 yılında 7 milyar dolar iken 2019 yılında yaklaşık 18 milyar dolara ulaşmıştır [1]. Bu makalede bina operatörlerinin yaşadığı problemlerden bahsedilecek olup, yeni nesil IoT sistemlerinin mimarisini oluşturan “Bağlanan Cihazlar”, “Edge Kontrol” ve “Analitik Çözümler” anlatılacaktır. Analitik çözümlerin kullanıcılara sunduğu kazanımlar ve uygulama örnekleri ile makale sonlandırılacaktır.

**Anahtar Kelimeler**—IoT, Makine öğrenimi, Akıllı Binalar, Analitik Çözümler, Bulut Analizi

## 1. GİRİŞ

IoT ve bulut tabanlı veri analiz sistemlerinin gelişmesi ile bina yönetim sistemlerinde köklü bir değişim başlamıştır. Şirketler de bu değişime ayak uydurmak, faydalarından yararlanmak ve çalışanlarına iyi bir ortam sunmak için bu alanda yatırım yapmaya başlamışlardır [2]. Akıllı bina sistemleri sektör bağımsızdır. Veri merkezleri, hastaneler, oteller, üretim tesisleri ve ticari binalar gibi birçok alanda akıllı bina uygulamalarını görmek mümkündür. En temelde akıllı binalar sensörlerle donatılmıştır. Bu sensörler binadaki ısıtma-soğutma (HVAC) sistemlerine, mekanik sistemlere, elektrik ağındaki kesici, UPS, transformatör gibi kritik varlıklara bağlı olabilir. Bu sensörlerin esas amacı bilgi toplamak ve topladıkları bilgileri bulut tabanlı ortama aktarmaktır. Bina operatörleri kontrol ve izleme yazılımlarıyla bu bilgileri izleyip kontrol ederek sistemlerini yönetebilirler. Aynı zamanda bu veriler makine öğrenimi algoritmalarıyla analiz edilebilir.

Analizden elde edilen sonuçlar bina yönetimindeki karar mekanizmasında ciddi bir role sahiptir. Örneğin, analiz sonuçlarının yaratacağı aksiyonlar sayesinde sistemlerin optimum düzeyde çalışması sağlanarak binadaki operasyonel maliyetler azaltılabilir. Aynı zamanda, verilerin tek bir platformda toplanmasıyla, tesis yöneticilerine farklı binaların performansını görüntüleme ve kontrol etme imkânı verilebilir. Bu da şirketlerin verimlilik ve sürdürülebilirlik konusunda almak istedikleri aksiyonları görmelerini sağlar. Varlıkların doğru yönetilmesiyle birlikte sağlanacak olan bakım ve enerji tasarrufları ile tüketim maliyetleri azalırken, çalışanların hayat kalitesi ve verimliliği yükselecek, çalışan sağlığı pozitif yönde etkileneceğinden devamsızlık ve hastalıktan doğan maliyetlerin de azalması sağlanacaktır.

Sürdürülebilirlik noktasında ise açık kaynaklı IoT çözümleri binaların yeni nesil teknolojilere olan entegrasyonunu çok kolay hale getirmektedir. Eskiyen teknolojilerin açık kaynaklı mimariler sayesinde rahatlıkla değiştirilebilmesi

yatırım maliyetlerinin düşmesine sebep olur ve entegrasyon sürecini kısaltır. Şirketler böylece almak istedikleri sürdürülebilirlik aksiyonlarını (daha az sera gazı salınımı, yenilenebilir enerji kaynaklarına entegrasyon gibi) daha hızlı ve düşük maliyetlerle alarak regülasyon ve standartlara çok daha hızlı uyum sağlayabilirler.

## 2. PAZARDAKİ PROBLEMLER

Pazarda bina operatörlerinin yaşadıkları çeşitli problemler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

### 2.1 Yaşlanan Altyapılar

Gelişmiş ülkelerdeki kritik altyapılar (su, enerji, haberleşme vb.) ortalama 50 sene önce inşa edilmiştir. Bu eski nesil teknolojilerin sebep olduğu verimsizlik, yüksek operasyonel maliyetlere ve gereksiz enerji tüketimine neden olmaktadır. Aynı zamanda eski nesil reaktif bakım planlamaları varlıkların %80'inin arızalanmasına neden olmaktadır [3].

### 2.2 Çalışanların Yaşadığı Zorluklar

Şu anda bina yönetim sistemlerinin %20'si, tüm altyapının maksimum %80'ini kullanabilmektedir [3]. Bunun en büyük nedeni de binadaki enerji, aydınlatma ve HVAC gibi sistemlerin farklı yazılımlarla yönetiliyor olup, entegre ve merkezi bir şekilde yönetilmemesidir [3].

### 2.3 Düşük Finansal Performans

Binaların yaşam döngüsünde oluşan maliyetlerin sadece %25'i ilk yatırım kaynaklı olurken, kalan %75'lik dilim ise operasyonel maliyetleri kapsamaktadır [3]. Yaşlanan bina sistemleri verimsiz çalışacağından yaşam döngüsü boyunca yüksek enerji ve bakım maliyetlerine sebep olacaktır.

### 2.4 Elektrik Ağındaki Problemler

Kullanıcılar, elektrik ağlarının sağlığını düzenli takip edemedikleri için ekipmanlar zarar görür ve yüksek bakım maliyetleri ortaya çıkar. Harmonik bozukluk, trafoda oluşan aşırı yüklenmeler, gerilim dalgalanmaları ve yüklerin dengesiz dağılımı gibi elektriksel problemler şebekedeki cihazlarda ciddi arızalara sebep olmakta ve uzun zamanlı ve ani enerji kesintilerine sebebiyet vererek şirketlere ekonomik yönden ciddi zararlar vermektedir.

## 3. SİSTEMLERE GENEL BAKIŞ

IoT çözümlerinin sistem mimarisini "Bağlanan Cihazlar", "Edge Kontrol", ve "Analitik Çözümler" olarak 3 ana bölümden oluşmaktadır. Bu sistem mimarisinde sensör ve cihazların verileri BACnet, Modbus, OPC, EWS, TACOS, oBIX, R2 gibi standart haberleşme protokolleriyle toplanır ve lokal bilgisayarlara iletilir. Veriler daha sonra buluta aktarılır ve web tabanlı bulut uygulamalarında kullanılarak, müşterilere analitik çözümler sunulur.

### 3.1 Bağlanan Cihazlar

Mimarinin ilk katmanında kesici, sürücü, UPS, röle, trafo ve sensör gibi haberleşen cihazlar akım, gerilim, aktif/reaktif güç, sıcaklık, basınç gibi bilgileri toplar. Bu cihazlar ölçtükleri değerleri uluslararası haberleşme protokolleri üzerinden lokal sunuculara ya da buluta iletirler.

### 3.2 Edge Kontrol Sistemleri

Edge Kontrol sisteminin amacı cihaz ve sensörlerden aldığı verileri gerçek zamanlı olarak kullanıcıya aktarması, alarm ve kontrol mekanizmalarıyla da sistemin güvenliğini sağlamasıdır. Termal görüntüleme, güç kalitesi ölçme, ekipmanların durumlarını görüntüleme, sistemlerin uzaktan kontrol edilmesi bu katmanın sunduğu hizmetlere örnek olarak verilebilir. Verilen hizmetler sektörel bazı değişim göstermektedir. Akıllı binalar için iki farklı yönetim sistemi vardır. Bunlar

Bina yönetim Sistemi (BYS) ve Güç Yönetim Sistemi (GYS)'dir.

### 3.2.1 Bina Yönetim Sistemi

BYS banka, sağlık, perakende, ofis ve altyapı gibi sektörlerde büyük, orta ve küçük ölçekli tüm binalarda kullanılabilir. Binalardaki ısıtma, soğutma, güvenlik, aydınlatma gibi kompleks ve enerji yoğun sistemler bina yöneticilerini BYS sistemlerini kullanmaya sevk etmiştir. Binalarda toplam tüketilen enerjinin %50'si HVAC, %19'u aydınlatma sistemlerinde harcanmaktadır [4]. Bunun yanı sıra HVAC ve aydınlatma sistemleri gibi karmaşık sistemlere arıza sonrası ya da planlanmış olarak yapılan bakımlar pahalı olduğu gibi sistemlerde doğacak arızalar müşteri memnuniyetsizliklerine neden olacaktır.

BYS ile kullanıcılar HVAC ve aydınlatma sistemlerini görüntüleyebilir ve kontrol edebilir. Kullanıcı, bu sistemlerde doğacak arızaları görüntüleyebileceği gibi kontrol sistemleriyle de istediği doğrultuda bu sistemleri yönetebilir ve tasarruf aksiyonlarını alabilir. Örneğin, BYS arayüzündeki varlık tespiti ve planlama fonksiyonlarıyla kullanılmayan odaların aydınlatma ve HVAC sistemleri kapatılarak enerji tasarrufu sağlanabilir. Ayrıca temel ve gelişmiş aydınlatma sistemleriyle dışarıdan gelen ışık miktarına göre ortam içerisine verilmesi gereken ışık şiddeti ayarlanabilir ve HVAC sistemleri yönetilebilir. Örneğin, sıcak ve güneşli günlerde HVAC sistemleri daha kuvvetli çalıştırılırken aydınlatma sistemlerinin gücü düşürülebilir ya da tamamen kapatılabilir. Binalardaki kritik sistemlerden acil durum aydınlatmaları kesintisiz çalışmak zorundadır. Bu süreklilik EN 50171:2001 standartlarına uygun bataryalarla sağlanır. Acil aydınlatma sistemleri bataryalı, uzaktan izlenebilir bataryalı, ya da merkezi bataryalı olacak şekilde farklı

mimarilerde uygulanabilir. Bu sistemlerin belirli aralıklarla kontrol edilip bakımlarının yapılması gerekliliği ciddi operasyonel maliyet çıkarmaktadır. BYS ile acil aydınlatma sistemi izlenebilir ve ilgili testler uzaktan otomatik olarak gerçekleştirilerek raporlar alınabilir. Testlerin bu şekilde yapılması ve raporlanması ciddi operasyonel verimlilik sağlamaktadır.

BYS sistemleri binalar için güvenlik uygulamaları da sunmaktadır. Kartlı geçiş sistemleri ile bina içerisine giren ve çıkan insanların takibi yapılabilir ve kayıtları tutulabilir. Ayrıca yetkilendirme fonksiyonuyla bina içinde insanların yetkileri çerçevesinde ulaşabileceği yerler belirlenebilir. Böylece kötü niyetli kişilerin ulaşabileceği sistem seviyesi belli düzeylerde tutulabilir. Kartlı geçiş sistemleri, yangın ve acil aydınlatma sistemleri entegre çalışarak bir yangın anında çıkış yönünde kapıları ve acil aydınlatmaları açarak binanın güvenli bir şekilde boşaltılmasına yardımcı olur.

BYS sistemleri, yukarıda bahsedilen HVAC, aydınlatma ve güvenlik sistemlerindeki cihazların denetimini sağlar. Sistemlerde oluşan problemler mesaj, e-posta ya da doğrudan bildirimlerle gerekli kişilere iletilerek önlemlerin hızlıca alınması sağlanabilir. Kullanıcılar, BYS ara yüzünde arızalanan cihazın fiziksel yerini ve arızaların kaynaklarını görüntüleyebilir ve gerekli aksiyonları planlayabilir.

### 3.2.2 Güç Yönetim Sistemleri (GYS)

GYS binanın elektrik dağıtımını ve altyapısını gerçek zamanlı izleyerek bu sistemlerin verimliliğini ve güvenilirliğini artırır.

GYS, gerçek zamanlı izleme ile sorunların daha hızlı tespit edilip çözülmesine olanak sağlayarak kullanıcıların bu sistemlerden maksimum verim almasını sağlar. GYS

uygulamaları güvenlik, verimlilik ve sürdürülebilirlik olarak üç ana başlıkta incelenebilir. Termal izleme, izolasyon görüntüleme ve ark koruma gibi fonksiyonlar ile sistemlerin güvenli bir şekilde çalışması sağlanır. UPS, kesici, transformatör gibi kritik elektronik cihazların görüntülenmesi ve elektrik ağının analizi (güç kalitesi, harmonikler vb.) sayesinde elektrik dağıtımındaki hatalar azaltılarak duruşlar ortadan kaldırılabilir. Örneğin, Atlanta Havalimanı'ndaki elektrik ağında bir arızanın sebep olduğu yangın, sadece insan güvenliğini tehlikeye atmamış, aynı zamanda sebep olduğu 11 saatlik enerji kesintisi havalimanındaki şirketlerin operasyonlarının da tamamen durmasına ve 50 milyon dolarlık bir kayba sebep olmuştur [5].

Sistemlerin verimlilik kazanımları enerji verimliliği ve operasyonel verimlilik olarak incelenebilir. Güç Yönetim Sistemi, güç faktörü doğrulaması, enerji performansı ve tüketim analizleri, fatura doğrulaması gibi uygulamalarla operasyonel masrafların azalmasını sağlar. Örneğin, orta büyüklükte bir binanın elektrik faturasına bakıldığında güç faktörü dengesizliğinden dolayı şirketler ceza ödemek zorunda kalmıştır. GYS kullanılarak tespit edilen güç faktörü dengesizliği sisteme eklenecek bir harmonik filtreye giderilebilir ve ceza ücreti ortadan kaldırılabilir. Ayrıca güç faktörünün dengelenmesiyle trafo ve dağıtım ekipmanlarındaki güç kaybı azaltılarak toplam enerji tüketiminden tasarruf sağlanabilir. Bunun yanı sıra faturalar, toplam tüketimin detaylarını kullanıcıya sunmamaktadır. Faturada harcanan toplam güç yer almasına rağmen hangi cihazın ne kadar güç harcadığı ayrı ayrı rapor edilmez. Kullanıcı, ölçüm cihazlarıyla sistemdeki cihazların tükettikleri güçleri ayrı ayrı görebilir ve toplam tüketim maliyetini hesaplayarak gelen fatura ile karşılaştırabilir.

Operasyonel verimlilik bakımların optimize edilmesiyle sağlanır. Varlıkların performans ölçümü tükettikleri güç miktarına bakılarak yapılabilir. Eğer cihazlarda anormal güç tüketimi söz konusu ise bu cihazlarda ileride oluşabilecek arızalar gerekli bakımlarla önlenir. Bu sayede hem gereksiz enerji tüketimi hem de reaktif bakımların getirdiği yüksek maliyetler azaltılabilir.

Son kazanım ise verimlilik standartlarına uygun olmaktır. Kullanıcılar gerekli verimlilik yükümlülüklerini sağlayabilmek için sera gazı salınım raporları, güç kalitesi ve enerji verimliliği raporlarını GYS'den alabilirler. Bu sayede bina yönetimi, rapor sonuçlarını ve verimlilik kriterlerini karşılaştırarak belirlenmiş kriterlere ne kadar uyulduğunu görebilir ve o doğrultuda aksiyon alabilir.

Akıllı binaların Edge Kontrol katmanında sağladığı izleme ve kontrol çözümleri, sistemle ilgili gerçek zamanlı bilgilerin yönetilmesini sağlamakla beraber veriler anlık olarak incelenip trendlere bakılarak geleceğe yönelik çıkarımlar sunulmamaktadır. Analitik çözümler bölümünde toplanan verilerin işlenerek ne tip çıkarımlar sağlanabildiği anlatılacaktır.

### 3.3 Analitik Çözümler

Analitik çözümler IoT mimarisindeki Edge Kontrol ve cihazlardan doğrudan gelen verilerin makine öğrenimi, yapay zekâ algoritmaları ve veri analistleri tarafından işlendiği katmandır. Verilerin işlenmesi sonucu oluşturulan raporlarda tespit edilmiş problemlerin kaynakları ve çözüm önerilerinin yanı sıra varlıkların sağlık analizleri ve proaktif bakımları gibi detaylara yer verilir.

#### 3.3.1 Bina Analitik Çözümleri

Bina Analitik Çözümleri, müşterilerin en temel 3 farklı ihtiyacını karşılamak için tasarlanmıştır. Bunlar sırasıyla bina içi yaşayan konforunun artırılması, operasyonel masrafların azaltılması ve varlıkların ömrünün artırılmasıdır.

Otomatik hata görüntüleme ve teşhis yazılımları HVAC ekipmanlarının hem mevcut hem de ileride oluşabilecek problemlerini (kazan verimsizliği, ani ısınma ve soğuma, hava akımı, sızdıran vanalar) tespit eder, bu problemlere sebep olan muhtemel kök olayların (kontrol cihazı hatası, sıcaklık sensörleri arızaları, vana veya hava damperi hatası gibi) tespitini yapar ve bu problemlerin giderilmesiyle sağlanacak olan enerji tasarrufunun mali karşılığını hesaplar ve raporlar. Ek olarak, tesisin sağlığını artırıcı öneriler ve bu önerilerin uygulanması sonucu oluşacak enerji tasarrufunun hesapları da raporda yer alır. Bu raporlardaki önerilerin uygulanmasıyla enerji tüketiminde %20, bakım maliyetlerinde de %30'lara varan verimlilik sağlanabilir.

Kullanıcılara sunulan detaylı raporlara bakıldığında rapor, tasarruf performansı, anomali özeti, planlanmış önleyici bakımlar ve görev özeti olmak üzere 4 bölümden oluşur.

#### *3.3.1.1.1 Tasarruf Performansı*

Bu bölüm, enerji tüketimi kaynaklı tasarrufların mali karşılığını gösterir. Tasarruflar, kaçınılan ve kaçınılabilecek maliyetler olmak üzere ikiye ayrılır. Kaçınılan maliyetler, sistem önerileri sonucu alınan aksiyonlarla yapılan tasarrufu gösterirken, kaçınılabilecek maliyetler ise sistemin tespit ettiği fakat kullanıcının uygulamadığı potansiyel tasarrufların mali karşılığıdır. Kullanıcı bu bölümün sunduğu grafiklere bakarak mali açıdan ne kadar tasarruf ettiğini aylık ve kümülatif olarak görüntüleyebilir, yatırım getirisini hesaplayabilir ve tasarruf grafiklerindeki eğilimlere bakarak yapılan bakım ve entegrasyonların olumlu sonuç gösterip göstermediğini anlayabilir.

#### *3.3.1.1.2 Anomali Özeti*

Anomali takibi sensör ve cihazlardan toplanan verilerin sürekli izlenmesiyle yapılır. Buralardan gelen sıcaklık, nem, damper konumu gibi veriler daha önce sisteme mühendisler tarafından tanımlanmış değer aralıklarıyla karşılaştırılır. Eğer gelen veriler olması gereken aralığın dışında ise sistem alarm verir ve raporda belirtir. Raporda anomali özeti; enerji, bakım ve konfor olmak üzere 3 başlık altında değerlendirilir. Sistem bu başlıklara puan atayarak hangi başlığın daha kritik olduğunu kullanıcıya gösterir. Aynı zamanda bu anomalinin sebep olduğu masraf da raporda gösterilir.

#### *3.3.1.1.3 Planlanmış Önleyici Kontrol Raporları*

Bu raporda Bina Analitik Çözümü'nün günlük yaptığı kontrollerin sonuçları yer alır. Reaktif bakım yerine çok daha etkili bir çözümdür. Çünkü bu kontroller yapılırken herhangi bir sistem kesintisi söz konusu değildir ve sistemde bir sorun daha başlangıç aşamasındayken tespit edilip çözümü yapılabilir.

#### *3.3.1.1.4 İş Emri Özeti*

İş emirlerinin tek bir merkezden yönetilmesi izlenebilirlik ve operasyonel açıdan kolaylık sağlar. Sistemde iş emirleri için ayrılan yere kullanıcılar istedikleri zaman iş emirleri tanımlayabilip iş emirlerinin “başladı”, “bitti” gibi durumlarını güncelleyebilir, kişileri atayabilir, bu iş emirlerinin getireceği tasarruf miktarlarını ve alınan aksiyonları girebilirler. İş emrinde yer alan saha mühendisinin, uzaktan erişimi olan mühendislerin veya 3. parti şirketlerin aldıkları aksiyonlar da burada belirtilir.

#### *3.3.1.2 Hata Tespit ve Teşhis Algoritması*

Hata tespit ve teşhis algoritması cihazlardan gelen verilerin olması gerektiği aralıkta olup olmadığını kontrol ederek problemi tanımlar. Cihazdan gelen

veriler ardışık bir şekilde kıyaslamalara tabi tutulur ve kök problem tespit edilir. Varlıklarda çıkan hatalar tek kaynaklı olmayabilir ve hatalar başka değerleri de etkileyeceğinden problemlerin teşhisi zor olabilir. Bu algoritma birçok değişken ve durumu karşılaştırdığı için kök problemi bulur ve sadece hataları tespit edip çözüm önermenin yanı sıra bu algoritmadan çıkan sonuçlar hatadan kaynaklanan masrafların da hesaplanmasını sağlar.

### 3.3.1.3 Masraf Tahmin Algoritması

Bu algoritmada kullanılacak olan tüm değişkenler, ekipman ve sistemler arasındaki ilişkiler mühendisler tarafından önceden tanımlanmıştır. Bu sayede beklenen ve gerçek sonuçlar kıyaslanabilir ve kaçınılabilecek enerji masrafları tahmin edilebilir. Hata tespit ve teşhis algoritmasından çıkan sonuçlar ve analizi yapılacak olan sistemlerden gelen veriler, dizayn edilmiş algoritmalarda kullanılarak masraf tahmini yapılır.

Örneğin bir klima santralinde yapılmış masraf tahmin algoritmasında temiz hava sıcaklığı, temiz hava damper pozisyonu, kirli hava sıcaklığı, tedarik hava akışı, tedarik hava sıcaklığı gibi gelen veriler ile sağlanabilecek enerji tasarrufu ve kaçınılabilecek giderler hesaplanır.

### 3.3.1.4 Gerçekleşmiş Örnekler

Bu sistemlerin gerçek hayatta kullanıcılara sunduğu faydalar birkaç örnekle açıklanabilir. Amerika'daki John G Shedd Akvaryumu'nda her 5 dakikada bir 4500 noktadan veri toplanmış ve analiz edilmiştir. Analizler ve tahmin algoritmaları sonucunda sadece ilk iki ayda varlık hatası ve enerji tasarrufu noktalarından toplam \$8,363 değerinde operasyonel tasarruf öngörülmüştür [6]. Bir kurumun birbirinden finansal ve yönetim açısından bağımsız olan iki binasına bina analitik çözümleri entegre edilmiştir. Teşhis noktasında 4200 adet cihazdan alınan 60 milyon veri

incelenmiştir. Bunun sonucunda ilk 4 ayda £58,000 değerinde tasarruf belirlenmiştir. Aynı zamanda 370 tane iyileştirme ve 220 tane de bakıma ihtiyacı olan cihaz tespit edilmiştir [7]. Amerika'daki bir araştırma laboratuvarında HVAC sisteminde bulunan 84 adet değişken hava debisi (VAV) sistemi, sistemden çıkarılırken yerine 64 adet yenisi takılmıştır. Aynı zamanda ısıtma ve soğutma sistemleri yeniden konfigüre edilirken birçok noktaya da kontrol sistemleri entegre edilmiştir. Bunun sonucunda varlık hatası kaynaklı \$286,000 değerinde tasarruf öngörülmüştür [7].

### 3.3.2 Güç Analitik Çözümleri

Bu çözümler ile EN50160 ve ISO5001 standartlarına uygun ölçüm cihazları, sisteme bağlı akıllı cihazlar ve sensörlerden toplanan veriler analiz edilir. Hata tespit ve teşhis algoritmaları ile sistem ağının ve ekipmanlarının karşılaştıkları aşırı gerilim, zayıf güç faktörü, trafo kapasitesinin aşılması gibi olaylar ve nedenleri kullanıcıya raporlanır. Makine öğrenimi algoritmaları bu sonuçlar doğrultusunda, kullanılan cihazlara, cihazların yük profiline ve trendlere bakarak geleceğe yönelik tahminde bulunur, öneriler verir ve gerekli aksiyonlar alınır.

#### 3.3.2.1 Gerçekleşmiş Örnekler

Şanghai metro istasyonu, alt yapısındaki güç ve kritik cihazların sağlık durumundan endişeli olup, plansız bakımlar yüzünden bütçesinin büyük bir kısmını bu giderlere ayırmak zorunda kalmıştır. Güç analitik çözümleri sayesinde cihazlardan toplanan veriler analiz edilip analiz sonucunda proaktif bakımlara geçilerek operasyonel maliyetler ciddi olarak azaltılmıştır. Bunun dışında idari ve ayrıntılı raporlar sayesinde tüm enerji ağı ve cihazların denetimleri son kullanıcıya ulaşmıştır. Bu raporlarda yer alan hata kaynakları ve

yapay zekâ algoritmasının sunduğu öneri ve çözümlerle sistem yöneticileri, gerekli ekipleri hızlı şekilde sahaya yönlendirerek tesisin sürdürülebilirlik ve güvenliğini sağlamıştır [8]. Bunun yanı sıra Çin'deki bir hastane eski nesil güç yönetim sisteminin sağlıklı çalışmamasından ve alt yapılarındaki yüksek riskten kaygılı olup, yüksek enerji maliyetlerini ve gizli tehlikeleri de ortadan kaldırmak için güç analitik çözümlerini kullanmış ve enerji tüketimi %18 oranında azalırken, operasyonel verimlilik de %20 oranında artmıştır [9].

### 3.3.3 Varlık Yönetim Çözümleri

Varlık yönetim sistemlerinin amacı, varlığın yaşam döngüsü boyunca olan yatırım getirisini en üst düzeye çıkarmaktır. Bunun için varlıkların işlev, performans, güvenilirlik ve sürdürülebilirlikleri belirli bir düzeyin üzerinde kalması gerekir. Haberleşen cihazlardan gelen verilerin makine öğrenimi ile analizi ve görüntülenmesi bu sistemde sağlanır. Bağlanan cihazlar güç analitik çözümlerindeki enerji analizörü ya da kalite analizöründen farklı olarak kuru ve yağlı tip trafolar, orta gerilim hücreleri, alçak gerilim şalterleri, motor sürücüler gibi kritik cihazlardır. Aktif ya da reaktif güçler, akım ve gerilim bilgileri, kablo, bara, sargılar üzerindeki sıcaklıklar, dış ortam sıcaklığı ve nemi, motor çıkış hızı ve torku gibi bilgiler toplanarak koşul izleme, kestirici tahmin ve güvenilirlik odaklı sonuçlar üretilir. Kestirimci bakım, cihazlardan gelen ölçüm verilerini kullanarak varlıklarda oluşan problemleri öngörür ve kullanıcıya bu doğrultuda çözüm önerileri sunar. Örneğin, sistem, fazla ısınan bir akım trafosunun sıcaklık değerlerine ve daha önceki trafo değişim değerlerine bakarak trafonun değişmesi gereken zamanı öngörerek kullanıcıya gerekli değişim önerilerini yapar. Bu sayede cihazlarda oluşabilecek arızalar önlenerek güvenlik, sistemlerin durması önlenerek süreklilik

ve varlıkların değişimi ya da modernize edilmesi süreçleri iyileştirilerek finansal verimlilik sağlanır.

#### 3.3.3.1 Gerçekleşmiş Örnekler

Rochester Medikal Tesisi'nde yaşanan sorunlardan bir tanesi hastane ve araştırma merkezlerinde bulunan güç altyapısının izlenmesi ve bakımında yaşanan sorundu. Varlık yönetiminin sunduğu makine öğrenimi algoritmaları ve uzaktan erişimi olan veri analistlerin yaptığı incelemelerle ekipman performansları ve sağlıkları tespit edilmiştir. Bu sayede, toplamda 26,000 adet cihazda koruma amaçlı bakım yapılmış olup \$1.000.000 değerinde tasarruf sağlanarak yatırım getirisi artmıştır [10]. Bunun yanı sıra Alabama'daki bir veri merkezi yöneticisi duruş yaşamadan karlı bir şekilde veri merkezini yönetmekte zorluk yaşıyordu. Varlık performans yönetimi sayesinde, duruş zamanları kısaltılırken, uzaktan erişimi olan mühendisler sayesinde veri merkezinde oluşabilecek sorunların neredeyse hepsi önceden öngörülüp gerekli bakımlarla önlemler alınarak operasyonel masraflar ciddi ölçüde düşürülmüştür [11].

## 4. SONUÇ

IoT ve bulut tabanlı sistemlerin günümüzde yaygınlığının artması, akıllı bina sistemlerinin de iş hayatındaki önemini artırmıştır. Bu sistemlerin yatırım getirisinin hızlı olması dışında hem doğaya hem de kullanıcıya sağladığı faydalar da şirketlerin yüksek yatırım yapmalarını sağlamıştır. Binalara yerleştirilen sensörlerden sadece verilerin okunması yetersiz duruma gelmiş olup, şirketler buradan topladığı verilerle gelecek stratejilerini planlamaya başlamışlardır. Varlık yönetimi, kaynak yönetimi, güç yönetimi ve bina yönetimi gibi bulut tabanlı analiz sistemleri son kullanıcıya karar verme sürecini direkt etkileyen kritik bilgileri sunmaktadır.

## KAYNAKLAR

- [1] Mark A. Chidichimo & Aubrey Oates, The Impact of Power Management on Building Performance and Energy Costs, Schneider Electric
- [2] Brandy Moore, Optimizing Buildings Using Analytics and Engineering Expertise, Schneider Electric
- [3] EcoStruxture Building Expert, Schneider Electric
- [4] EcoStruxture Building Advisor, url: [https://www.youtube.com/watch?v=qbtxBz\\_rJgk](https://www.youtube.com/watch?v=qbtxBz_rJgk), Schneider Electric, 2018
- [5] EcoStruxture Power Monitoring Expert Overview, Schneider Electric, 2018
- [6] Building Advisor Shedd Aquarium Success Story, url: <https://www.schneider-electric.us/en/work/campaign/life-is-on/case-study/shedd-aquarium.jsp>, Schneider Electric
- [7] Building Advisor Boston Scientific SuccessStory, url: <https://www.youtube.com/watch?v=YkB295EgYDg>, Schneider Electric
- [8] Power Advisor Shanghai Metro Success Story, url: <https://www.schneider-electric.us/en/work/campaign/life-is-on/case-study/shanghai-metro.jsp>, Schneider Electric
- [9] Power Advisor Huashan Hospital Success Story, url: <https://www.schneider-electric.us/en/work/campaign/life-is-on/case-study/huashan-hospital.jsp>, Schneider Electric
- [10] Asset Advisor Rochester Success Story, url: <https://www.schneider-electric.us/en/work/campaign/life-is-on/case-study/university-rochester.jsp>, Schneider Electric
- [11] Asset Advisor Alabama Data Center Success Story, url: <https://www.schneider-electric.us/en/work/campaign/life-is-on/case-study/rsa.jsp>, Schneider Electric