

AKILLI YAPILAR

Yrd. Doç. Dr. Hüseyin BAYRAKTAR¹, Betül KASAP², Selami SUNGUN³, Ömer Faruk ERİŞ⁴

¹ Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 06530, Çankaya, Ankara, huseyin.bayraktar@csb.gov.tr

² Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 06530, Çankaya, Ankara, betul.kasap@csb.gov.tr

³ Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 06530, Çankaya, Ankara, selami.sungun@csb.gov.tr

⁴ Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 06530, Çankaya, Ankara, omerfaruk.eris@csb.gov.tr

ÖZET

Ülkemizde akıllı şehir politikalarına ulusal katmanda bütüncül bir bakış açısı getirerek ulusal politikalarla uyumlu şekilde yatırımları güvence altına almak amacıyla 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Strateji ve Eylem Planı hazırlanmıştır. 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı kapsamında tanımlanan eylemlerin, görev ve sorumlulukların gerçekleştirilmesine ulusal ölçekte katkı sağlanması ve başta yerel yönetimlerimiz olmak üzere tüm paydaşların kapasitesinin artırılması amacıyla "Akıllı Şehirler Kapasite Geliştirme ve Rehberlik Projesi" T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü tarafından hayata geçirilmiştir. Proje kapsamında hazırlanan akıllı şehir külliyatında Akıllı Yapılar konusu kapsamlı bir şekilde ele alınmış, bu konuda eğitim kitabı, video ve sunumlar hazırlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Akıllı Şehirler, Akıllı Yapılar, Yeşil Binalar

ABSTRACT SMART BUILDINGS

The 2020-2023 National Smart Cities Strategy and Action Plan has been prepared in order to assure investments in line with national policies by bringing a holistic perspective to smart city policies at the national level in our country. Smart Cities Capacity Building and Guidance Project was implemented by the General Directorate of Geographic Information Systems of the Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change, in order to contribute to the realization of the actions, duties and responsibilities that are defined within the scope of the 2020-2023 National Smart Cities Strategy and Action Plan, and to increase the capacity of all stakeholders, especially municipalities. In the smart city collection prepared within the scope of the project, the issue of Smart BuildingS was comprehensively discussed, and a training book, videos and presentations were prepared on this subject.

Keywords: Smart Cities, Smart Buildings, Green Buildings

1. GİRİŞ

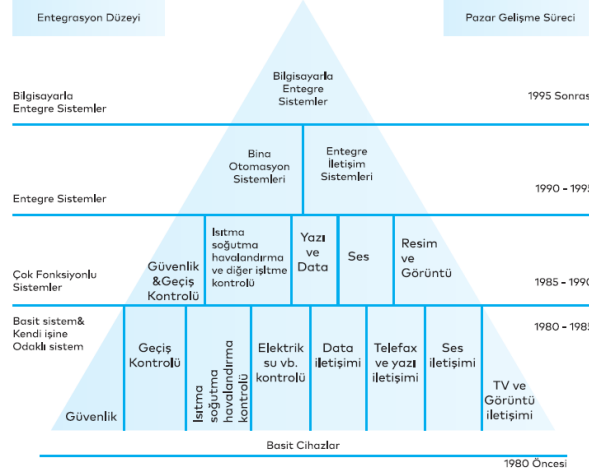
Akıllı şehir politikalarına ulusal katmanda bütüncül bir bakış getirerek birlikte çalışabilme yetisi kazanmak, belirlenen politikalarla uyumlu yatırımları önceliklendirerek yatırımların doğru proje ve faaliyetlerle uygulandığını güvence altına almak amacıyla ulusal ihtiyaçları ve öncelikleri bütüncül olarak göz önünde bulunduran, ekosistem paydaşlarının ortak aklı ile inşa edilen 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı hazırlanmıştır.

Akıllı Binalar 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planında 16 akıllı şehir bileşeninden biri olarak yer almaktadır. Yapıların tüm sistemleri ile birlikte yaşam kalitesini ve ekolojik dengeyi koruyan, sürdürülebilir ve kullanıcı konforunu maksimum seviyede karşılayan teknolojik imkânlarla donatılmasının yanı sıra akıllı şehrin bir parçası olarak ele alınması, yapı-şehir entegrasyonunu artırarak hem yapıları hem de şehirleri daha verimli hale getirecektir.

Şehirlerin ve yapıların gelişmişlik düzeyi, ihtiyaçlar ve teknolojik gelişmeler ile paralel bir ilerleme göstermektedir. Günümüzde şehirler ve yapılar oldukça karmaşık sistemleri içermektedir. Akıllı bir yapı, gelişmiş ve entegre bina teknoloji sistemlerinin kullanımını içerir. Bu sistemler; bina otomasyonu, can güvenliği, telekomünikasyon, kullanıcı sistemleri ve tesis yönetim sistemleridir. Akıllı yapı, yapının performansını optimize etmek amacıyla yapıda neler olup bittiğine ilişkin bilgileri bu sistemler arasında paylaşmak için teknolojiyi kullanır. Bu bilgiler daha sonra ısıtma ve havalandırmadan iklimlendirme ve güvenliğe kadar çeşitli süreçleri otomatikleştirmek için kullanılır.

Akıllı yapılar, bina teknolojisi sistemlerinin tasarımına ve dağıtımına en uygun maliyetli yaklaşımı sağlar. Bir bina tasarlanmasının ve inşa etmenin geleneksel yolu, her sistemi ayrı ayrı tasarlamak, kurmak ve işletmektir. Akıllı yapılar ise sistemlerin tasarımı için farklı bir yol izlemektedir. Bir tasarımcı, tüm bina teknolojisi sistemlerinin tasarımını tutarlı bir birleşim şeması halinde tasarlar ve koordine eder. Hazırlanan bu birleşim şeması, her sistemi detaylıca belirtir ve ortak sistem öğelerini veya sistemler için hazırlanan birleşim detaylarını ele alır. Bunlar arasında, kablolu ekipman alanları, sistem veri tabanları ve cihazlar arasındaki iletişim protokolleri bulunmaktadır. Hazırlanan şema, sistemleri birbirine bağlayan ve detayları uygulayan "Teknoloji Yüklenicisi" olarak anılan bir yüklenici tarafından kurulur. Bu süreç, tasarım ve yapım sürecindeki verimsizlikleri azaltır, zamandan ve paradan tasarruf sağlar (Sinopoli, 2010: 1-5).

Akıllı yapılar için itici güçler; ekonomi, enerji, teknoloji ve veridir. Akıllı yapılar, genel bilgi teknolojisi altyapısı ile mevcut ve gelişmekte olan teknolojiden yararlanmaktadır. Bina yönetim sistemleri, teknoloji yardımıyla toplanan verileri analiz ederek, bina içinde ve dışında değişen koşullara binanın uymasını sağlamaktadır. Verinin toplanması, analizi, bina performansına nasıl yansıtıldığı gibi konular akıllı yapıların performansının değerlendirilmesinde önemli bir yer tutar. Ayrıca akıllı yapılar, akıllı şehirlere entegre edildiklerinde sistem içerisindeki veri aktarımına katılır ve sistemin davranışında belirleyici bir rol oynayabilir. Akıllı şehir veri platformu, ağdaki birbirine bağlı unsurlardan tüm verileri alır ve paylaşır. Yerel ve merkezi veri platformları arasındaki iletişime dayalı olarak, belirli bir binanın kullanıcıları ya da şehrin sakinleri lehine en verimli kararlar alınabilir (Apanaviciene vd., 2020).



Şekil 1. Akıllı yapıların 1980 ve sonrası gelişim piramidi (Kılıç, 2017)

İlk akıllı yapı örnekleri bilgi teknolojilerinin yayıldığı ve geliştiği 1980’li yıllarda ABD’de ortaya çıkmıştır. İlk örneklerde daha çok iç ortamda cevap verici ve adapte olan yapılarla karşılaşmaktadır. Daha sonra teknolojiyle birlikte akıllı yapılar da gelişme göstermiştir (Şekil 1). Alan yönetimi ve kullanıcı gereksinimlerine cevap verebilen yapılar olarak devam eden bu gelişim, günümüzde oldukça karmaşık hedeflerin eklenmesiyle çok hızlı bir şekilde ilerlemektedir.

Akıllı yapılar sayesinde;

- Yapının kullanıcılara sunduğu hizmet optimize edilebilir,
- Kirlilik ve atık miktarı en az düzeye indirilebilir,
- Kullanıcı rahatlığı ve güvenliği iyileştirilebilir,
- Yapının kullandığı enerjiden tasarruf edilebilir,
- Hava kalitesi geliştirilebilir,
- Yapının yaşam döngüsü uzatılabilir.

2. AKILLI YAPI UYGULAMA STRATEJİLERİ

Binaların mimari tasarımında akıllı yapı stratejilerine uygun olarak yapılacak tüm düzenlemeler ‘Pasif Sistemleri’ oluştururken, bu stratejileri uygulayabilmek için tasarıma eklenen her teknolojik ürün ve bileşen ise ‘Aktif Sistemleri’ oluşturmaktadır.

2.1. Pasif Sistemlerin Kullanıldığı Yapıların Yönetimi Stratejileri

Enerji performansı açısından akıllı yapılar, ömür boyu minimum düzeyde enerji harcayacak şekilde tasarlanır. Bu amaca uygun olarak yapı tasarımında uygulanan pasif sistem stratejileri, bir taraftan yapının tükettiği enerjiyi sınırlandırırken diğer yandan temiz enerji kaynaklarından gereksinim duyduğu enerjinin belirli bir bölümünü karşılayıp daha az çevre kirliliği oluşturan yapıların üretilmesine katkı sağlayacaktır. Pasif sistemler enerji üretiminde cömert, kirlilik yaratmada ise cimri davranmayı gerektirir. Ayrıca pasif sistem uygulamaları ile aktif sistemler tarafından kullanılacak ilave enerjinin de sınırlandırılması mümkündür.

2.2. Aktif Sistemlerin Kullanıldığı Yapıların Yönetimi Stratejileri

Aktif sistemler, yapının büyüklüğü, yüksekliği veya tasarım özellikleri nedeniyle pasif sistemlerle istenilen akıllı yapı stratejilerinin tam olarak gerçekleştirilemediği durumda, bu stratejilerden beklenen sonuçların elde edilebilmesi için

binaya ilave olarak uygulanır. Binayla entegre çalışan uygun sistemlerin seçilmesi halinde binanın performans özelliklerinde kayda değer bir artış sağlanabilir. Bu sistemlere verilebilecek bazı örnekler aşağıda listelenmiştir.

- HVAC (Heating, Ventilating and Air Conditioning- Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme): Akıllı ısıtma, havalandırma-klima sistemleri, izleme ve kontrol için birden fazla sensör kullanmaktadır. Yazılım, bina sakinlerinin konforunu artırırken HVAC sisteminin çalışmasını optimize etmek için çeşitli sensörlerden gelen bilgileri yorumlar.
- Aydınlatma: Akıllı aydınlatma, aşırı aydınlatılmış alanları ortadan kaldırmak için gün ışığı, gelişmiş kullanım ve karartma işlevlerini bir araya getiren gelişmiş kontrollerden oluşmaktadır. Akıllı aydınlatma sistemleri kablosuz olarak kontrol edilebilir ve aydınlatma yönetim sistemlerine programlanabilir.
- Elektrik Güç Dağıtım Kontrolü: Akıllı yapılarda; akıllı priz yük kontrolleri, kullanılmayan ekipmana giden gücü tamamen kesmek için zaman çizelgesine, hareket algılamaya veya yük algılamaya dayanan otomatik kontrollü prizler ve elektrik prizlerinden oluşmaktadır.
- Bina Sistemleri: Kullanıcı, bina sistemlerinin ve enerji kullanımının kullanıcı dostu etkileşimli ekranları aracılığıyla akıllı bir binayla arayüz oluşturabilir. Gösterge panelleri, bina operatörünün tüm bina verilerini merkezi olarak analiz etmesine ve tespit edilen arızalar hakkında uyarılar almasına olanak tanınmaktadır.
- Enerji Yönetim Sistemleri: Dağıtılmış enerji kaynakları, öncelikle kullanım noktasına veya yakınına yerleştirilen enerji üretimi ve depolama sistemlerinden oluşmakta, şebekeden bağımsız güç sağlamaktadır.

3. AKILLI YAPILAR VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Dünya genelinde yaşanan hızlı şehirleşmeyle birlikte, Birleşmiş Milletler tarafından 2050 yılına kadar nüfusun %66'sının şehirlerde yaşayacağı öngörülmüyor. Şehirleşme, dünya sürdürülebilirliğine yönelik hem faydalı hem de zararlı olarak görülebilir. Bir yandan daha iyi sağlık hizmetlerine ve sosyal hizmetlere daha fazla erişim, gelişmiş yaşam seçenekleri gibi fırsatlar sunarken; iyi planlanmadığı takdirde hızlı yayılmaya, kirliliğe ve çevresel bozulmaya da yol açabilir. Bu nedenle, sürdürülebilir kentsel yaşamın en önemli anahtarlarından biri olan akıllı yapılar ile kentsel sürdürülebilirliğin yanında sürdürülebilir bir yapıyı çevreye odaklanmak çok önemlidir. Bu noktada akıllı yapılar ile sürdürülebilirliğin sağlanması için enerji,su ve atık yönetimi konuları önemli olmaktadır.

3.1. Enerji Yönetimi

Binalarda yaşam kalitesi ve konforu standartların altına düşürmeden harcanan enerji miktarını azaltmak, enerji yönetimi ile mümkün olabilir. Enerji korunumunu sağlamak, ekolojik bozulmayı engellemek, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmak ve konforu artırarak kullanıcı isteklerini karşılayabilmek gibi amaçlara ulaşmak için akıllı yapılarda enerji etkin tasarımların önemi büyüktür. Bu tasarımlar aktif ve pasif tasarım yöntemleri olarak sınıflandırılabilir (Kılıç Demircan ve Gültekin, 2015: 840).

3.1.1 Enerji Etkin Pasif Tasarım Yöntemleri

Enerji etkin tasarım yaklaşımlarında amaçların yerine getirilmesi için ortaya konulan çeşitli çözüm önerilerinin temeli olan pasif tasarım yöntemlerinde, binanın kendi elemanları kullanılmakta ve ek mekanik donanımlara minimum gereksinim duyulmaktadır. Pasif tasarım yöntemlerinin uygulanması için mimarın kontrolündeki tasarım parametreleri farklı ölçeklerde ele alınmalıdır. Arazi planlaması ve binanın konumu, binanın formu ve binanın kabuğu bu tasarım parametrelerini oluşturmaktadır.

3.1.2. Enerji Etkin Aktif Sistemler

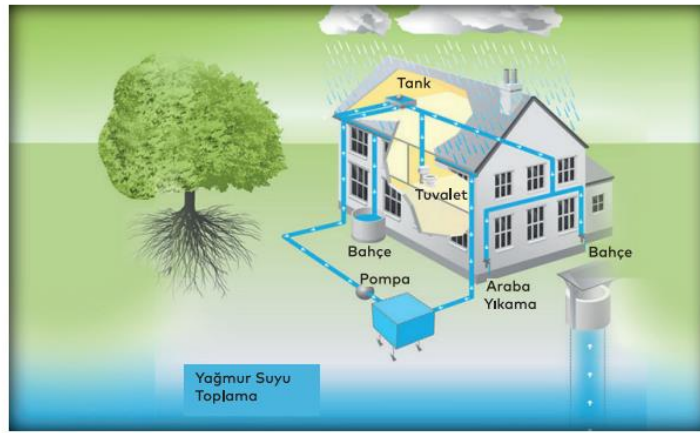
Akıllı yapılarda kabuk, canlı derisi gibi binanın içi ve çevresi arasında uyumu sağlar. Gün ışığı, ses, sıcaklık, nem gibi çevresel faktörleri bina içinde dengeleyerek yaşanabilirliği artırmakla birlikte enerji harcamalarını azaltmaktadır. Binanın havalanmasını ve güneş kontrolünü mekanik ve elektronik sistemlerle sağlayan aktif sistemler, havalandırma ve aydınlatma enerjisinin azalmasına katkıda bulunur.

3.2. Su Yönetimi

Su tüketim miktarı tarımsal, endüstriyel ve evsel olarak 3 farklı grupta incelenmektedir. Evsel su tüketimi; evlerde, otellerde, lokantalarda ve çamaşırhanelerde içme suyu, besin hazırlama suyu, temizlik, çim ve bahçe sulama gibi amaçlarla binalarda kullanılan su miktarıdır. Günümüzde kullanma suyunun yaklaşık %15'i binalarda tüketilmektedir. Küresel ısınma ve su kaynaklarının hızla tükenmesi dikkatleri bu orana çekmekte, hızla gelişen yapı ve inşaat sektöründe su yönetimini gündeme taşımaktadır. Bunun sonucunda geliştirilen yöntemlerle binalardaki su tüketim oranı %30-35 civarında azalmaktadır (Yapı Malzeme, t.y.). Su tüketiminin azaltılması ve kontrol altına alınması için geliştirilen sistemlerden biri de yağmur suyunun toplama sistemleridir.

3.2.1. Yağmur Suyu Toplama Sistemleri

Günümüzde tatlı su kaynaklarının hızlı biçimde tüketilmesi ve kirlenmesi gibi sebeplerden ötürü, binalarda su korunumu teknolojilerinden olan ve kullanımı giderek yaygınlaşan yağmur suyunun kullanılması ile kullanılan tatlı su tüketimini oldukça azaltılmaktadır. Özellikle havalimanlarında, askeri bölgelerde, stadyumlarda, turistik tesislerde ve çatı alanı yeterince büyük olan binalarda yağmur sularının toplanarak, basit arıtma işlemlerinden geçirilip kullanıma sunulması, binalarda su korunumu için alınabilecek etkili bir önlemdir.



Şekil 2 Yağmur Suyu Toplama Sistemleri (Introduction to Civil Construction, 2020)

Gelişmiş yağmur suyu toplama tesisatı; toplama yüzeyi, yatay ve dikey oluklar, filtreler, pompa, yağmur suyu deposu ve dağıtıcı sistemlerden (Şekil 2) oluşmaktadır. Bu sistemle çatılardan toplanan su, genellikle kullanım suyu olarak kullanılmakla birlikte, arıtılarak içme suyu seviyesine de getirilebilmektedir. Bu nedenle yağmur suyunun basit bir şekilde toplanarak bina dışında kullanılması daha yaygındır (Sel, 2017: 39).

3.3. Atık Yönetim Stratejileri

Üretimde ve kullanım sırasında oluşan ve ortama verildiğinde çevreye zarar verebilecek her türlü maddelere atık denir. Atık türleri şöyle çeşitlendirilebilir; evsel, tıbbi, endüstriyel, tehlikeli, kentsel atıklar. Atığın oluşumunun önlenmesi, kaynağının azaltılması, yeniden kullanılması, özelliğine ve türüne göre ayrılması, biriktirilmesi, toplanması, geçici depolanması, taşınması, ara depolanması, geri dönüşümü, enerji geri kazanımı dahil geri kazanılması, bertarafı, bertaraf işlemleri sonrası izlenmesi, kontrolü ve denetimi faaliyetlerine “atık yönetimi” denilmektedir (Atık Yönetimi Yönetmeliği, 2015). Akıllı yapıların kullanıcılara sağladıkları konforun yanında çevreye olan etkileri de göz önüne alınmalıdır. Teknolojik sistemlerin entegre bir şekilde yer aldığı bu yapılarda atıklar daha oluşmadan üretimini azaltılması, atıkların geri dönüştürülmesi ve bu dönüşümden maksimum seviyede yararlanılması atık yönetimi ile planlanmaktadır.

4. ÜLKEMİZDE YER ALAN MEVCUT YAPILARIN DURUMLARI

Ülkemizde yer alan mevcut binaları “akıllı yapı” kavramına uygunluk anlamında incelediğimizde bina envanter çalışmalarının akıllı yapıları da kapsayacak şekilde yapılması gerektiği görülmektedir. 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı kapsamında yapılan incelemelerin sonuçları ele alınarak mevcut yapıların durumları, bu yapıların akıllı yapılara adaptasyonu ve ortaya çıkabilecek olan sorunlara çözümlerden bahsedilmiştir.

4.1. Mevcut Yapılarda Durum Değerlendirmesi

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı Projesi dahilinde uygulanan Yerel Yönetim Anketi ile Akıllı Yapılar alanındaki Akıllı Şehir Uygulamaları kapsamında yürütülen çalışmalar ile elde edilen veriler şunları göstermektedir:

- HVAC uygulamalarının şehirlerin %12'sinde,
- "Akıllı Yapı Yenilenebilir Enerji Sistemleri" uygulamalarının şehirlerin %10'unda,
- "Entegre Isıtma ve Soğutma Sistemleri" uygulamalarının şehirlerin %17'sinde,
- "Akıllı Yapı Yalıtım Sistemi" uygulamalarının şehirlerin %20 'sinde,
- "Sağlıklı İklimlendirme İçin Doğal Kaynakların Kullanımı" uygulamalarının şehirlerin %7'sinde,
- "Akıllı Yapı Aydınlatma Sistemleri" uygulamalarının şehirlerin %15'inde,
- "Akıllı Yapı Enerji Verimliliğinin Artırılması" uygulamalarının şehirlerin %13'ünde,
- "Akıllı Sayaçları" uygulamalarının şehirlerin %8'inde,
- "Bina Entegre Atık Yönetimi (Gri Su, Mor Şebeke gibi)" uygulamalarının şehirlerin %7'sinde,
- "Akıllı Yapı Entegre Güvenlik Sistemleri" uygulamalarının şehirlerin %8'inde,
- "Acil İhbar Servisine Anlık İletim" uygulamalarının şehirlerin %12'sinde,
- "Uzaktan Güvenlik Kontrol Sistemleri" uygulamalarının şehirlerin %15'inde,
- "Güvenlik Tedbirlerinin Alınmasına Yönelik Kullanıcı Bilgilendirme Sistemleri" uygulamalarının şehirlerin %13'ünde,
- "Akıllı Yapı Entegre Acil Durum Sistemleri" uygulamalarının şehirlerin %13'ünde,
- "Erken Uyarı Sistemleri" uygulamalarının şehirlerin %10'unda,
- "Akıllı Yapı Afet Yaşam Odaları ve Sığınaklar" uygulamalarının şehirlerin %11'inde mevcut binaların yaşam döngüsünün farklı aşamalarında yer almaktadır (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2019).

Bir binanın "Akıllı Yapı" sayılabilmesi için binanın tasarım aşamasından başlayarak, tüm alt organize bina sistemleri ve şehir altyapısıyla entegrasyonu ile bir bütün olarak değerlendirmek gerekmektedir.

Bu bütünsel yaklaşıma karşılık ülkemizde "Akıllı Yapı" tanımı, akıllı yapı servis veya sistemlerinden biri veya birkaçının bulunması ya da akıllı ev sistemlerinden birini barındırması olarak yapılmaktadır.

Mevcut binalar içerisinde "Akıllı Yapı" olarak adlandırılan binaları ele aldığımızda ise birkaç örnek haricinde genel olarak, bu binaların geleneksel yöntemler ile tasarlandığı, "akıllı" olarak adlandırılan sistem ve servislerin ise daha sonra binaya entegre edilmeye çalışıldığı görülmektedir. Bu sebeple "Akıllı Yapı" olarak pazarlanan pek çok mevcut binada sistem aksaklıkları ve organizasyon eksikliği görülmektedir. Bu bilgiler ışığında mevcut binaların durumu değerlendirildiğinde "Akıllı Şehir" altyapısına hiçbir iyileştirmeye gerek kalmaksızın entegre olabilecek ya da tasarım aşamasından başlayarak "Akıllı Bina" standartlarına uygun olarak eksiksiz bir şekilde projelendirilmiş ve inşa edilmiş bina sayısı oldukça azdır (Günaydın ve Zağpus, 2003; Uçar vd., 2017).

4.2. Mevcut Yapıların Akıllı Şehirlere Adaptasyonu

Akıllı yapılarda sistemler arası ileri düzeyde gelişmiş bilgi teknolojilerinden faydalanılmaktadır. Bu binaların özellikleri düşünüldüğünde mevcut binaların akıllı şehirlere adaptasyonunda binalara eklenmesi gereken uygulamalar şunlardır:

Entegre iletişim sistemleri (IoT, Kablosuz ağ erişimi vb.);

- HVAC,
- Akıllı aydınlatma sistemleri,
- Enerji yönetim sistemleri,
- Yenilenebilir enerji sistemleri,
- Entegre ısıtma ve soğutma sistemleri,
- Pasif cephe sistemleri (pasif iklimlendirme, yalıtım vb.),
- Entegre su ve atık yönetim sistemleri,
- Akıllı sayaçlar,
- Entegre güvenlik sistemleri,
- Entegre acil durum sistemleri,
- Entegre bilgilendirme sistemleri

olarak sıralanabilir (Apanaviciene vd., 2020; T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2019).

Bu uygulamaların her birinin birbiriyle ve akıllı şehir altyapısı ile iletişim halinde olması son derece önemlidir. Akıllı yapılar akıllı şehirlerin bir bileşeni olarak değerlendirilmez ve akıllı şehir altyapısı ile entegrasyonu yapılmaz ise çevre ve kullanıcı dostu olarak tanımlanamaz. Akıllı yapılarda hedeflenen, tüm servis sistemlerin birbirleriyle ve altyapıyla entegre ve uyumlu çalışmalarıdır (Öztopçu ve Salman, 2019).

4.3. Adaptasyonda Potansiyel Sorunlar ve Alternatif Çözümler

Mevcut binaların akıllı şehirlere adaptasyonunda karşılaşılabilecek potansiyel sorunlar şöyle sıralanabilir;

- Akıllı yapı anlamında inşaat sektörüne bağlı grupların tecrübesizliği,
- Konuda eğitimli iş gücünün (mimar, mühendis, usta vb.) eksikliği,
- Proje paydaşlarının ortak çalışabilirlik yaklaşımının olmaması,
- Mevzuat, yönetmelik ve süreç tanımlaması eksikliği,
- Yüksek yatırım ve bakım maliyetleri,
- Bina sahiplerinin isteksizliği.

Akıllı şehirler akıllı yapıların varlığı göz ardı edilerek inşa edilemez. Bu sebeple akıllı yapı adaptasyonu ve üretiminde inşaat sektörüne bağlı tüm grupların gelişen teknolojiye ayak uyduracak şekilde eğitilmesi gerekmektedir. Bu eğitimler üniversiteler ve meslek odaları bünyesinde oluşturulacak olan sempozyum ve konferanslar aracılığıyla verilebilir. Aynı zamanda yeni yetişmekte olan mimar ve mühendislerin tam donanımlı olarak sektörde hizmet vermeye başlayabilmeleri adına üniversitelerdeki ders programları öğrencilerin akıllı şehir- akıllı yapı sistematiğini anlayabilecekleri ve geliştirebilecekleri şekilde genişletilmelidir.

Projelendirme süreçlerinin paydaşlar arasında eşgüdümle yürütülebilmesi için BIM temelli modelleme programlarına yönelim önerilebilir. Bu amaçla bu tür programların kullanımının teşvik edilmesi ve yaygınlaştırılması tavsiye edilmektedir. Yüksek yatırım ve bakım maliyetlerinden dolayı yatırımcı ve bina kullanıcıları tarafından akıllı yapı uygulamalarına sıcak bakılmayabilir. Ancak bunu kolaylaştırıcı teşvik mekanizmalarının oluşturulması önem arz etmektedir.

5. DÜNYADAN VE TÜRKİYE'DEN AKILLI YAPI ÖRNEKLERİ

Akıllı yapılar ilk ortaya çıktıklarından bu yana, teknolojik gelişmeler ile paralellik göstermiştir. Önceleri sadece adapte olan binalar akıllı yapılar olarak tanımlanmışsa da günümüzde akıllı yapıların kullanıcı konforunu sağlarken bir yandan da enerji etkin olmaları ve çevreye olan etkilerinin minimum düzeyde olması beklenmektedir.

Akıllı yapılar ilk olarak ABD'de ortaya çıkmış ve sayıları hızla artmıştır. Binalardaki bu dönüşüm zamanla tüm dünyayı etkilemiş ve deyim yerindeyse bir akım ortaya çıkmıştır. Bunun bir örneği Danimarka'da birçok kurum ve kuruluşun desteklediği, sürdürülebilir, düşük karbon tüketimi olan ve kaynakları verimli kullanan bir topluma erişimi amaçlayan bir program olan "State of Green" projesi verilebilir. Projenin amaçları arasında, gelecek kuşaklar için sürdürülebilir enerjiyi geliştirmek, suyun bilinçli kullanımını sağlamak, kaynakların bilinçli kullanımı ile akıllı, yeşil ve yaşanabilir şehirler oluşturmak yer almaktadır (State of Green, 2008). Aynı şekilde Avustralya'da da "Nesnelerin İnterneti (IoT)" konusunda paralel şekilde akıllı yapı endüstrisi gelişme göstermiştir ve 2017 yılından bu yana konuyla ilgili konferanslar düzenlenmektedir (Smart Buildings Summit, 2017).

5.1. Dünyadan Akıllı Yapı Örnekleri

Dünya üzerinde birçok akıllı yapıya rastlamak mümkündür. Yapım yılı, işlevi, büyüklüğü değişiklik gösterse de bu binaların hepsi gerek enerji ve su tasarrufuyla gerekse de otomasyon sistemlerinin iyi bir biçimde entegre oluşuyla geleceğe yön vermekte ve yeni akıllı yapı inşalarına teşvik etmektedir. Dünya üzerindeki akıllı yapılara örnek olarak Capital Tower (Singapur), Hindmarsh Shire Council Corporate Centre (Avustralya), Duke Energy Center (Charlotte North Carolina, USA) verilebilir.

5.1.1. Capital Tower

2000 yılında Singapur'da hizmete açılan Şekil 3'te yer alan bu ofis binası, Singapur'un halen en yüksek binaları arasındadır. Dünyadaki ilk akıllı yapılardan birisi olarak kabul edilmektedir ve enerji verimliliği konusunda iyi bir örnektir. Bina, enerji geri kazanım özelliği bulunan bir hava şartlandırma sistemi de dahil olmak üzere birçok akıllı enerji verimliliği sistemine sahiptir. Ayrıca binada su tasarrufunu sağlayan sistemler ve havadaki karbondioksit ve karbonmonoksit miktarını anlık olarak takip ederek hava kalitesini düzenleyen sistemler bulunmaktadır. Bu sistemlerin her biri bir kontrol panelinden yönetilebilmekte ve böylece sistemlerin birleşmesi sağlanmaktadır (WurkSpace7, 2020).



Şekil 3 Capital Tower (www.capitaland.com)

5.1.2. Hindmarsh Shire Council Corporate Center

Nhill, Avustralya'da 2014 yılından tamamlanan Şekil 4'te yer alan bu yönetim binası, eskiden kullanılan binanın yerine tasarlanmış ve inşa edilmiştir. Eski kullanılan binaya göre kapladığı alan iki kat büyük olmasına rağmen %60 oranında daha az elektrik tüketmesiyle öne çıkmaktadır. Bina genellikle Avustralya'da yer alan binaların derecelendirildiği Green Star sertifikasyon sistemi kriterleri göz önüne alınarak tasarlanmış ve ödül almıştır. Binada kullanılan otomasyon sistemi tüm sistemlerin tek bir noktadan yönetilmesini sağlarken bu sistemlerin birbirleri arasında iletişim kurmasına da olanak vermektedir. Binada dışarıdan aldığı doğal havayı, yer altından geçirirken toprağın yardımıyla ısısal yönden düzenleyen daha sonra plenumlar ve ızgaralarla iç ortama dağıtarak ısıtma ve soğutma yüklerini azaltan ve aynı zamanda ortama temiz hava sağlayan bir sistem bulunmaktadır. Binada kullanılan malzemelerin %80'inden fazlası geri dönüştürülmüş malzemelerdir (ArchDaily, 2015).



Şekil 4 Hindmarsh Shire Council Corporate Center (www.archdaily.com)

5.1.3. Duke Energy Center

2010 yılında Siemens firması tarafından Amerika'nın en akıllı yapısı seçilen Şekil 5'te görülen Duke Energy Center aynı zamanda en yüksek LEED sertifikası olan LEED Platinum sertifikasına da sahiptir. Bina yeraltı suyu, yağmur suyu, ısıtma soğutma ve havalandırma sistemindeki yoğuşma dahil olmak üzere yılda yaklaşık 37.8 milyon litre toplanan suyu yeniden kullanabilir. Bu miktar, soğutma kulesinin su ihtiyacının yaklaşık %80'ini ve binanın sulama ihtiyacının %100'ünü karşılar (Meeting of the Minds, 2012). Üç bina otomasyon sistemi dahil olmak üzere 16 ayrı bina sistemi tek bir yönlendirilmiş internet protokolü ağı üzerinden entegre edilmiştir.



Şekil 5 Duke Enerji Merkezi (www.wikipedia.com)

5.2. Türkiye'den Akıllı Yapı Örnekleri

Ülkemizde 90'lar sonrasında akıllı yapıların ilk örnekleri görülmeye başlanmıştır. Akıllı yapı örnekleri öncelikle ofis binaları olarak daha sonra otel ve konut binalarında da örnekler görülmeye başlanmıştır. Ülkemizdeki "akıllı binalar" kavramının dünyadaki örneklerine göre biraz daha farklı şekilde yorumlandığı görülmektedir. Binalarda enerji verimliliği uygulamaları, bina otomasyon sistemi gibi sistemler olduğu takdirde bina akıllı yapı olarak anılmaktadır. Binaların akıllı şehirlere entegre edilmesi gerekliliği çoğu kez ihmal edilmektedir.

5.2.1. Sabancı Center

Türkiye'nin ilk akıllı yapıları olarak nitelendirilebilecek olan Şekil 6'da Sabancı Center kuleleri 1993 yılında tamamlanmıştır ve İstanbul'da yer almaktadır. Binada gelişmiş bir otomasyon sistemi kullanılmakta ve güvenlik, ısıtma-soğutma, sıhhi tesisat, yangınla mücadele ve haberleşme gibi sistemler bu otomasyon üzerinden kontrol edilerek yönetilmektedir. Bu sistem farklı ve karmaşık sistemlerin birlikte çalışabilmesini sağlamaktadır. Yaz ve kış aylarında hava akışını düzenleyerek kullanıcı konforu sağlayan bir iklimlendirme sistemi binada kullanılarak elektrik enerjisinden de tasarruf edilmektedir. Binadaki hava kalitesi sürekli olarak takip edilmekte ve ihtiyaç halinde yeniden düzenlenmektedir. Teknoloji geliştikçe binadaki sistemler yenilenmekte ve güncel ekipmanlar kullanılmaktadır. Bu sayede binada sürekli tasarruf sağlanabilmesi söz konusu olmaktadır.



Şekil 6 Sabancı Kuleleri

5.2.3. Spine Tower

İstanbul Maslak'ta bulunan ve 2013 yılında inşası tamamlanan binanın "En İyi Mimari Proje" ve "Avrupa'nın ve Türkiye'nin En İyi Ofis Mimarisi" ödülleri bulunmaktadır. Ayrıca bina LEED Gold sertifikasına sahiptir. Şekil 7'de yer alan bina 220 m yüksekliği ile İstanbul'un en yüksek binalarından birisi olan Spine Tower, içinde barındırdığı enerji etkin ve akıllı sistemler sayesinde sürdürülebilir bir bina olarak tanımlanabilmektedir. Bina cephelerinde kullanılan cam türü, doğal olmayan ışık gereksinimini minimuma indirmekte ve ısı yalıtımı sağlamaktadır. Binada yer alan sensörler sayesinde aydınlatma, ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemleri gerektiği zamanlarda devreye girerek hem kullanıcı konforunun düşmesine engel olmakta hem de gereksiz enerji tüketiminin önüne geçerek tasarruf sağlamaktadır. Binada yer alan akıllı sistemler tek bir bina otomasyon sisteminden takip edilmekte ve yönetilmektedir (Kara, 2017).



Şekil 7 Spine Tower

5.2.4. Maslak No/1

İstanbul'da yer alan Şekil 8'deki ofis binası, Green Good Design ödülü almış ve LEED Gold sertifikasına sahiptir. Bina tasarımındaki kat bahçeleri, havuz alanları ve düşey bahçeler ile bulunduğu yerde oksijen kaynağı oluşturmuş ve biyoçeşitliliği artırmıştır. Klimalardan sağlanan yoğuşma suları, süs havuzlarına aktarılmaktadır. Bu sayede hem fazla su israfının önüne geçilmekte hem de havuz suyu olarak değerlendirilmektedir. Binanın tasarım aşamasında diğer enerji verimli binalara göre minimum %40 daha fazla enerji verimliliği sağlanmıştır.



Şekil 8 Maslak No/1

11.2.5. Tekfen Oz Levent Ofis Binası

2010 yılında tamamlanmış olan Şekil 9'da görülen ofis binası İstanbul, Levent'te yer almaktadır. Ticari bina kategorisinde Türkiye'nin ilk LEED alan projesi olup, genel olarak yapılan uygulamalar ve ulaşılan performanslar

sonucunda LEED Gold sertifikası ile ödüllendirilmiştir. Ayrıca 2011 yılında MIPIM Yeşil Bina yarışmasında finale kalan 3 projeden biridir. Binanın bulunduğu yerde önceden yer alan katlı otopark yapısı demonte edilerek bu binanın parçaları yeni yapılan ofis binasında da kullanılmıştır. Bu sayede binada geri dönüştürülmüş malzemeler kullanılarak yeni malzeme üretiminin neden olacağı enerji tüketiminin azaltılması hedeflenmiştir. Ayrıca binanın inşaatında kullanılan cam, beton, prekast beton, çelik, seramik vb. malzemelerin yerel kaynaklardan kullanılmasına dikkat edilmiştir. Bu sayede ulaşım kaynaklı CO2 salınımı da azaltılmıştır. Binada kullanılan aydınlatma, haberleşme, yangın emniyeti, havalandırma, ısıtma ve soğutma gibi sistemler entegre bir şekilde otomasyon sistemine bağlanmıştır. Sistemler kendi aralarında haberleşerek gerekli durumlarda gerekli değişiklikleri otomatik olarak yapmaktadır (Atlentis, 2015).



Şekil 9 Tekfen Oz Levent Ofis Binası

6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Değişim kavramı hayatımızın her alanında olduğu gibi içinde yaşadığımız tüm ortamlarda kendisine yer bulmaktadır. Bu değişimin bir sonucu olarak şehirlerin geleneksel yapılarından arınarak bir dönüşüme uğraması kaçınılmazdır. Değişim süreci sadece şehirlerin görünen yüzlerini değil tersine, özellikle görünmeyen taraftaki altyapıyı da büyük oranda etkilemektedir. Şehirleri meydana getiren tüm doğal ve yapma çevreler, yapma çevrelerin en temel birimi durumundaki binalar kuşkusuz bu değişimin içinde önemli roller almaktadır. Akıllı şehirler, akıllı yapılar tasarlandıkça ve inşa edildikçe anlam kazanmakta ve tıpkı bir yapbozun parçaları gibi her akıllı yapı yerine konulduğunda büyük resim tamamlanmaktadır.

Binalarımızı bugünkünden daha “akıllı” hale getirmek, akıllıca planlanmış şehirlerde yine benzer şekilde akıllıca tasarlanan yapılar sayesinde olacaktır. Bu sebeple akıllı bir yapının enerji etkin, sürdürülebilir ve kullanıcı konforunu maksimum seviyede karşılayan teknolojik imkanlarla donatılmasının yanı sıra akıllı şehrin bir parçası olarak ele alınması, yapı-şehir entegrasyonunu artırarak hem yapıları hem de şehirleri daha verimli hale getirecektir.

KAYNAKÇA

Apanaviciene R., Vanagas A., Fokaidis P.A. (2020). Smart Building Integration into a Smart City (SBISC): Development of a New Evaluation Framework. *Energies* 13(9):2190. <https://dx.doi.org/10.3390/en13092190>

ArchDaily (2015), City of Hindmarsh Shire Council’s new Civic Centre / k20 Architecture, Erişim Adresi: <https://www.archdaily.com/620282/city-of-hindmarsh-shire-council-s-new-civic-centre-k20-architeture>, Erişim Tarihi: 06.11.2020

Atık Yönetimi Yönetmeliği, 2015; madde 4

Atlentis (2015), Tekfen OZ Levent Ofis Binası (İlk LEED Sertifikalı Ticari Ofis Binası), Erişim Adresi: <https://www.altensis.com/proje/tefen-oz-levent-ofisbinasi-ilk-leed-sertifikali-ticari-ofis-binası/>, Erişim Tarihi: 06.11.2020

Günaydın H.M., Zağus S. (2003). Türkiye’de Bina Otomasyon Sistemlerinin Mimarlar Tarafından Algılanması, Akıllı Bina Tasarım Süreci Ve Kalitesi. Erişim adresi http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/28aa8ac200e659d_ek.pdf

Introduction to Civil Construction (2020) Erişim Tarihi, <https://civilmdc.com/learn/2020/02/10/civil-construction/>: 12.11.2020

Kara, B. (2017), Akıllı Bina Cephelerinin Sürdürülebilir Kalkınma Bağlamında İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Kılıç, H. (2007). Akıllı Binalar Kurulumları ve İşletmeleri. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Kılıç Demircan, R. ve Gültekin,A. (2015). Binalarda Pasif Ve Aktif Güneş Sistemlerinin İncelenmesi, 2nd International Sustainable Buildings Symposium. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/281830>

Meeting of the Minds (2012), The Smartest Building in the USA, Erişim Adresi: <https://meetingoftheminds.org/the-smartest-building-in-the-usa-4365>, Erişim Tarihi: 06.11.2020

Öztopçu A., Salman A. (2019). Sürdürülebilir Kalkınmada Akıllı Kentler. Karadeniz Uluslararası Bilimsel Dergi, 41, 167-188. <https://dx.doi.org/10.17498/>

Sel, K. (2017). Yağış Sularının Konut Ölçeğinde Sürdürülebilir Tasarım Kapsamında İncelenmesi. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Sinopoli J. (2010). Smart Building Systems for Architects, Owners and Builders. [Adobe Acrobat Reader Sürümü] Erişim adresi: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781856176538000028>

Smart Buildings Summit (2017), Smart Building Summit, Erişim Adresi: <https://smartbuildingsummit.com.au/>, Erişim Tarihi: 05.11.2020

State of Green (2008), State of Green. Connect. Inspire. Share. Think Denmark, Erişim Adresi: <https://stateofgreen.com/en/>, Erişim Tarihi: 05.11.2020

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2019). 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı. Erişim adresi <https://www.akillisehirler.gov.tr/wp-content/uploads/EylemPlani.pdf>

T.C. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2021. Akıllı Binalar /www.akillisehirler.gov.tr/egitim-akilli-yapilar/, (Eylül 2022).

Erişim Adresi: <https://www.wurkspace7.com.au/blog/intelligent-officescapital-tower/>, Erişim Tarihi: 06.11.20

Yapı Malzeme (t.y.), Akıllı Binalar ile Sürdürülebilir Çevre Yönetimi Daha Kolay, <https://www.yapimalzeme.com.tr/akilli-binalar-ile-surdurulebilir-cevreyonetimi-daha-kolay/>, Erişim tarihi:11.11.2020

https://en.wikipedia.org/wiki/Duke_Energy_Convention_Center, Erişim tarihi: Ekim 2022

<https://www.capitaland.com/sg/en/lease/commercial-space-listing/capital-tower.html>, Erişim tarihi: Ekim,2022