

BİM VE AKILLI KONUT TEKNOLOJİLERİNİN KONUT YENİLEME PROJELERİNDE KULLANIMINA SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK BAĞLAMINDA YAKLAŞIM

Yeşim SUR (ORCID: 0000-0002-8898-2138)
Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Enformatik Bölümü
e-posta: 20192109004 @ogr.msgsu.edu.tr

ÖZET

Enerjinin etkin kullanımı ve enerji tasarrufu son yıllarda Dünya gündemini oluşturan konular arasında yer almıştır. Küresel ısınma, sera etkisi, enerji kaynaklarının tüketimi, çevre kirliliği gibi etmenler düşünüldüğünde inşaat sektöründe sürdürülebilirlik zamanla daha önemli bir konu haline gelmiştir. Bu çalışmada, Akıllı konut teknolojilerinin sürdürülebilirliğe ve enerji korunumuna katkıları ‘mevcut yapıların yenilenmesi’ kavramı üzerinden irdelenmiştir. Bina bilgi modelleme (BİM) süreci ile ortaya çıkmakta olan bina enerji analiz araçları kullanılmış, akıllı binaya dönüştürülen mevcut yapıların daha sürdürülebilir olduğu ve Enerji Kimlik Belgesi (EKB) sınıfının yükseldiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir Mimarlık; Enerji Kimlik Belgesi; BİM; Sürdürülebilirlik Analizleri; Akıllı Konut.

ABSTRACT

In recent years, efficient energy use and energy saving has been one of the issues on the world agenda. Considering factors such as global warming, greenhouse effect, consumption of energy resources and environmental pollution, sustainability in the construction sector has become increasingly important over time. In this study, the contributions of smart housing technologies to sustainability and energy conservation are examined through the concept of renewing existing buildings. The building information modeling (BİM) process and emerging building energy analysis tools were used. It has been seen that the existing buildings converted into smart buildings are more sustainable, and with this approach their Energy Identity Certificate rank gets better.

Keywords: Sustainable Architecture; Energy Identity Certificate; BİM; Analysis of Sustainability ; Smart Building.

1.GİRİŞ

Enerji kaynaklarının hızla tükenmeye devam etmesi buna bağlı olarak çevresel sorunların artması, günümüzde ekoloji ve enerji verimliliği konularına dikkat çekmiştir. Yapı sektörü doğal kaynakların önemli bir bölümünü kullanıp çevresel problemlere direkt veya dolaylı olarak neden olmaktadır. Çevre problemlerinin ve enerji sorunlarının artmasının karşısında ülkeler enerji konusunda yeni arayışlara girmişlerdir. Çözümüne yönelik olarak enerji kullanımı kapsamında yeni yaklaşımların ortaya konulması gerekmiştir. Enerjinin etkin kullanılması, enerji kaynaklarını araştırılması ve enerjinin yenilenmesi birçok ülkenin enerji politikasında yer almaya başlamıştır. Bu kapsamda çeşitli projeler geliştirilmiştir.

Türkiye’de enerji politikası kapsamında yeni binalarda Enerji Kimlik Belgesi alımını zorunlu hale getirilmiştir. 02/05/2007 tarihinde Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 26510 sayılı Resmi Gazetede 5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu yayımlanıp, yürürlüğe koyulmuştur. Bu kanunla enerji maliyetlerinin azaltılması, tükenen kaynaklardan doğru biçimde faydalanıp israfı önleme, çevrenin korunumu için enerjinin verimli kullanılması amaçlanmıştır. Sonrasında ise 2008 yılında binalarda enerjinin kullanımını düzenlemek için Enerji Performansı Yönetmeliği Resmi Gazetede yayımlanmış ve yayımlandığı tarihten bir yıl sonra da yürürlüğe girmiştir.

Birçok ülkede çıkarılan yasalarla ve devlet tarafından desteklenen çevre bilincinin artırılmasına yönelik çalışmaların yürütülmesiyle sürdürülebilirlik yaklaşımı, toplum düzeyinde kabul görmeye başlamıştır. Sürdürülebilir yapı tasarımı, ekolojik doğayla uyumlu tasarım, enerji etkin yapı tasarımı ve akıllı bina tasarımı kavramlarının doğmasına neden olmuştur. Bu kavramlar sıklıkla birlikte kullanılmakta, tasarım ölçütleri benzerlikler gösterse de aynı anlamı taşımamaktadırlar. Örneğin, hırsız güvenlik alarm sistemi, açılır

kapanır kapı ve pencere gibi teknolojik akıllı bina sistemleri enerji tasarrufu etmek ve performansı arttırmak amacıyla tasarlanmadığında sürdürülebilir mimari kapsamında değerlendirilmemektedir.

Akıllı binalar, sahip oldukları akıllı sistemleriyle çevresel sürdürülebilirliğe önemli katkılar sağlayabilmektedirler. Akıllı binalar merkezi otomasyon sistemi ve ona bağlanan çeşitli sistemlerden oluşmaktadır. Yangın, güvenlik, ısıtma, iklimlendirme, aydınlatma sistemi gibi birçok sistem merkezi sisteme entegre olarak çalışır. Sürdürülebilir mimari kapsamında değerlendirilen yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, su, malzeme, arazi kategorilerinde başarılı çözümler elde edilmektedir.

Mevcut binalara akıllı bina teknolojilerinin entegre edilmesi ve böylece enerji performansının yükseltilmesi bütüncül bir çözüm olacaktır. Binalardaki bu dönüşümün Türkiye’de yürütülmekte olan ‘Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği’ne de katkıları olacağı öngörülmektedir.

2. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

“Sürdürülebilirlik tanımı ilk defa 1982 yılında, Dünya Doğayı Koruma Birliği (IUCN) tarafından kabul edilen Dünya Doğa Şartı belgesinde yer almıştır. Bu şarta göre; insanların yararlandığı ekosistem, organizmalar, kara, deniz, ve atmosfer kaynaklarının optimum sürdürülebilirliğini başarabilecek biçimde yönetilmeleri gerektiği, ancak bunun ekosistemlerin ve türlerin bütünlüğünü tehlikeye atmayacak biçimde yapılması öngörülmektedir” (World Charter for Nature,1982).

Sürdürülebilirlik yaşam faaliyetleri bütününde harcanan Dünya kaynaklarını üst düzeyde verim alacak şekilde kullanmak ve tüketilen kaynakları olabildiğince yenilemek ve yerine koymaktır. Sözlükteki tabiri "bir kaynağın, tüketilmemek, bitirilmemek ve sonsuza kadar yok edilmemek üzere işlenme veya kullanılma yöntemi"dir (Merriam-Webster, 2002).

İnsan kaynaklı doğa kirliliği son zamanlarda etkilerini daha fazla göstermeye başlamıştır. Bilinçsiz doğal kaynak kullanımı ve tükenmekte olan yenilenemez kaynaklar gelecek nesiller için tehlike oluşturmaktadır. İklim değişiklikleri, çevre kirliliği, kullanma suyunun azalması, doğa tahribatı gibi konular gelecek için koruma konusunun önemini ortaya koymuştur. Sürdürülebilirlik kavramına olan ilgi tüm dünyada artmıştır ve 21. Yüzyılın başlıca konularından biri olmaya başlamıştır.

2.1 Sürdürülebilir Mimari Tasarım Yaklaşımı

İnşaat sektörü doğal kaynakların önemli bir bölümünü yapım yöntemi ve malzeme olarak kullanmakta, kaynakların tükenmesine, ekolojik dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Binalar ve yerleşimler su tüketiminin yaklaşık %12’si, iklim sorunlarının başlıca sebebi olan sera gazı CO2 salınımının %40’ından, atıkların %65’i ve elektrik kullanımının da %71’inden sorumludur ve sürdürülebilirlik çeşitli disiplinlerde olduğu gibi inşaat sektöründe de son yirmi yılda çokça karşılaşılmaktadır. (Erten D, 2010). Yapı sektörü neden olduğu çevresel sorunlara rağmen sağladığı imkanlar ve üstlendiği roller ile vazgeçilmezdir. Sektörün neden olduğu problemlere çözüm olarak doğayla uyumlu ve çevre dostu yapı fikirleri geliştirilmiştir.

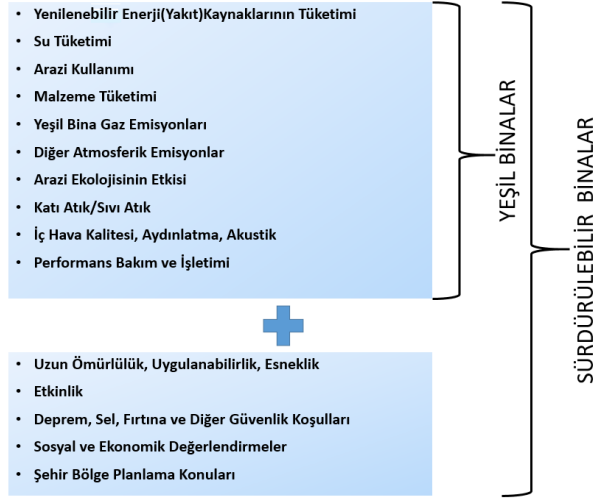
Sürdürülebilir mimari, yeşil bina, çevre dostu bina gibi tanımların altında toplanan fikirler maliyet artışını göze alarak kaynak kullanımını azaltmayı ve sonuç olarak tekrar kullanılabilen, daha az enerji tüketmeyi ve daha az atık üretmeyi amaçlayan bir mimari yaklaşımdır. “Sürdürülebilir mimarlık, yapımından yıkımına kadar geçen süreç içerisinde gelecek nesilleri de dikkate alarak, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan, doğal koşulların korunmasını önemseyen, enerjiyi, suyu, malzemeyi etkin bir şekilde kullanan, insanların sağlık ve konforunu gözetken yapıları ortaya koyma faaliyetlerinin tümüdür” (Çelebi, 2003).

Yeşil (sürdürülebilir) bina tasarımı ve yapımı, Çevre Komitesi (COTE) ve Amerikan Yeşil Bina Konseyi’nin (USGBC) 1990’lı senelerin ilk yıllarında Bina Araştırma Kurumu (BRE), Amerikan Mimarlar Enstitüsü’nün (AIA) tarafından oluşturulmasıyla başlamıştır (Yılmaz, B. 2012).

Yeşil bina; doğayla uyumlu ve doğayı koruyan bir yapıda olmanın yanında sürdürülebilir şehir yaşamına katkı sağlayan üretici bir sistem olmalıdır. " Binaların yeşil olarak tanımlanabilmesi için, sürdürülebilir, enerji, ve kirlilik gibi konularda belli ölçüleri karşılaması gerekmektedir. Bu konular ölçeğinde kaynakların etkin kullanılması ve maksimum verim alınması, binanın tasarım ve inşaat sürecinde olumsuz çevreye olan etkisinin azaltılması amaçlanmaktadır " (Erten D, 2010).

Yeşil bina olarak tasarlanmış yapılar, geleneksel yapım yöntemleriyle yapılmış olanlara göre CO2 emisyonlarında %33 ile %39 arasında, enerji kullanımında %24 ile %50 arasında, su tüketiminde %30 ile %50 arasında, katı atık miktarında %70 oranında, onarım ve bakım maliyetlerinde ise %13 oranında azalma sağlanabilmektedir (Erten D, 2010).

Amerikan Yeşil Bina Konseyi tarafından yayınlanan raporda, bir yeşil binanın yıllık 350 metrik ton sera gazı CO₂ emisyonunun önüne geçtiği ve yaklaşık %32 daha az elektrik kullandığı ortaya konmuştur (Erten D, 2010).



Şekil 1. Yeşil bina tasarım konuları ve tasarımın sürdürülebilirlik işlevleri (Yılmaz, B. 2012)

Sürdürülebilir mimarlık ilkeleri, kaynak yönetimi, bina yaşam döngüsü tasarımı ve biyolojik yapı tasarımı kapsamında sınıflandırılabilir (Çelebi, 2003). Yeşil bina tasarımı ve sürdürülebilirlik ilişkisi Şekil-1’de ifade edilmiştir. Yeşil bina tasarımı arazinin, suyun, malzemenin ve enerjinin etkin kullanılması kaynakların verimli yönetimine dair bir çalışmadır. İlk olarak yapımdan önceki safhayla başlayan yapı yaşam döngüsü; yapım aşaması, yapım sonrası, yıkıma kadar olan safhalarla devam etmekte ve bir bütün olarak ele alınmaktadır. Biyolojik yapı tasarımı doğal koşulların korunması, insan konforunun sağlanması, kentsel ve çevresel planlama konularını içermektedir.

Yeşil bina uygulamalarına bakıldığında iki tür yeşil bina tipi ortaya çıkmaktadır: Sıfır Enerjili Bina (Net-Zero Energy Building) ve Yüksek Performanslı Bina (High-Performance Building). Sıfır Enerjili Bina daha çok hedeflenen bir ideal olup, tamamen kendi ihtiyacını karşılayan karbon izi nötr olan, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan bir yapı konseptidir. Yüksek Performanslı Binalarda ise fosil yakıt kullanımı minimum düzeydedir ve yenilenebilir kaynaklardan maksimum seviyede verimlilikle faydalanmayı amaçlamaktadır. Kullanıcısına yüksek konfor ve yarar sağlayan bir yapı hedefidir ve başarılı olmuş uygulamaları mevcuttur. (Torcellini ve ark. 2006).

Bir binanın yeşil bina tanımına uyup uymayacağını nasıl anlaşılacağı sorusuna cevap veren değerlendirme sistemleri,

sürdürülebilir bina tanımını ortaya koyan standartları belirlemek ve bu standartlara uygunluğu ölçebilmek için gerekli görülmüştür. Değerlendirme sistemleri ile binalar, standart bir değerlendirme ve ölçüme tabi tutulur ve ne kadar sürdürülebilir olduğu ortaya konulur. Çevre koşulları her bölgede değişebileceği için sürdürülebilir binaları da yapıldığı, kullanıldığı bölge şartlarına göre değerlendirmek gerekmektedir. Ülkeler kendi ekonomik durumunu, yasal ve hukuki belgelerini, ihtiyaçlarını göz önünde bulundurarak yerel yeşil(sürdürülebilir) bina değerlendirme sistemlerini geliştirmişlerdir. Bunun sonucunda 34’ü aşkın değerlendirme sistemi bulunurken bunlardan Green Globes, CASBEE, GBTool, CEEQUAL, , ve LEED dünya çapında kabul edilip yaygınlaşan değerlendirme sistemi araçlarıdır. Tüm sertifikasyon ölçütleri, proje amaçlarına ulaşmayı kolaylaştırmakta ve sosyoekonomik sürdürülebilirlik açısından önemli bir ilerleme kaydedilmektedir. Akıllı binalarda en çok kullanılan ve aslında ilk akıllı bina kriterleri olarak kabul edilen “BREEAM (BRE Çevresel Değerlendirme Sistemi)” ve “LEED (Enerji ve Çevre Tasarımında Liderlik)” sertifikalarıdır. Türkiye’de de yaygın olarak bu iki sistem kullanılmaktadır. Ölçümler ve değerlendirmeler sayesinde birçok ülkenin enerji verimliliğine ve sürdürülebilirliğe erişimi kolaylaşmıştır.

BREEAM, İngiltere’de geliştirilen en eski yeşil bina değerlendirme sistemidir. Bir binanın çevresel sürdürülebilirlik performansını ölçmek için kapsamlı konuları içermekte, binaların yeterliliklerini belgelemektedir. Değerlendirme sisteminde bulunan başlıca kategoriler; yönetim, ve refah, enerji, ulaşım, su, malzeme, atık, sağlık, arazi kullanımı, ekoloji, ve kirliliktir. Kategorilere ait puanlandırmalar performansa göre yapılır ve ağırlıklı toplama göre binanın Geçer (%30), İyi (%45), Çok İyi (%55), Mükemmel (%70) ve Seçkin (%85) olmak üzere sertifika sınıfı belirlenir (İlhan B & Yaman H, 2015).

LEED, 1998 yılında USGBC tarafından geliştirilmiştir. Sürdürülebilirlik kategorileri; topraklar, su verimliliği, enerji, atmosfer, malzeme, kaynaklar, iç mekan ve çevre kalitesi, yenilik, tasarımdır. Sertifika seviyeleri bir kategorideki puanların toplanmasıyla elde edilir. LEED seviyeleri dört gruba ayrılır: Sertifikalı (40-49 puan), Silver (50-59 puan), Altın (60-79 puan) ve Platin (80 ve üstü) (İlhan B ve Yaman H, 2015).

Dünya nüfusundaki artışla birlikte kişi başına tüketilen enerji giderek artmaktadır. Aydınlatma ya da elektrikli ev aletleri gibi cihaz kullanımlarıyla harcanan enerji miktarının payı, toplam tüketim içinde sürekli artış göstermektedir (Kuhn & diğ., 2011). Akıllı sistemlerin temel amacı ise, enerji

tasarrufu sağlamaktır. Binalar ve sistemler için kriterleri belirleyen sertifikalar bu bağlamda en önemli rehberlik araçlarıdır.

2.2 Binalarda Enerji Kimlik Belgesi (EKB)

Dünyada pek çok ülkede çeşitli değerlendirme sistemleri kullanılırken Türkiye’de de benzer bir adım yasal olarak atılmıştır ve yerel yönetim Binalarda Enerji Kimlik Belgesi (EKB) alımını zorunlu hale getirmiştir. EKB; bir binada yıl boyunca aydınlatma, havalandırma, ısıtma, soğutma, , sıcak su vb. enerji sistemleri tarafından tüketilen enerjiyi göstermektedir. "Binalarda enerjinin ve enerji kaynaklarının etkin ve verimli kullanılmasını, enerji israfının önlenmesine ve çevrenin korunmasını sağlamak için, asgari olarak binanın enerji ihtiyacı ve enerji tüketim sınıflandırması, yalıtım özellikleri ve ısıtma ve soğutma sistemlerinin verimi ile ilgili bilgileri içermektedir" (Enerji Verimliliği Kanunu, 2007).

5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu ve 27075 sayılı 05.12.2008 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği gereğince mevcut olan ve yeni yapılan binaların EKB alması zorunlu olmuştur. 1 Ocak 2020 tarihinden sonra EKB almayan binaların alım ve satım işlemleri yapılamayacaktır. Uygun hesaplamalara göre, her enerji sisteminin (ısıtma, soğutma, aydınlatma, havalandırma, mekanik tesisat sıcak su, vb.) minimum enerji tüketim değeri bulunur ve enerji performans sınıfları buna göre belirlenir.

Enerji performans sınıfları, sistemlerin enerjiyi ne kadar verimli kullanabildikleriyle ilişkilendirilmiştir. "A" dan "G" ye kadar olan harflendirme sistemi, binanın enerji performans derecesini belirler, "A" sınıfı enerjiyi en verimli kullanan binayı tanımlar. "G" sınıfına doğru gittikçe enerjiyi daha az verimli kullanan binalar karşımıza çıkmaktadır. "C" sınıfı yeni yapılacak veya yapılmakta olan binalar için en asgari düzeydir. "C" den daha düşük seviyede çıkan, 1 Ocak 2011 tarihinden sonra yapılmış olan veya yapımı devam eden yeni binalar yasal olarak iskan ruhsatı alamayacaktır (Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği, 2008).

Enerji Kimlik Belgesi’nde bina genel bilgileri, bina fotoğrafı veya modeli, enerji tüketim sınıfı, CO2 salınım sınıfı, yenilenebilir enerji oranı, ısıtma enerjisi tüketim sınıfı, soğutma enerjisi tüketim sınıfı, aydınlatma enerjisi tüketim sınıfı, sıhhi sıcak su tüketim sınıfı, havalandırma enerjisi kısımları ve belgeyi düzenleyen kurum ile ilgili bilgiler bulunur.



Şekil 2. Enerji Kimlik Belgesi Örneği(URL1)

Mevcut binalar için enerji kimlik belgesi alımında asgari sınıflandırma şartı yoktur. Hali hazırdaki ısıtma soğutma sistemi, ısı yalıtımı, pencerelerin ısı yalıtımı, iklimlendirme ekipmanları, enerji verimi, aydınlatma armatürleri verimliliği gibi değişkenlere göre "A" sınıfından "G" sınıfına kadar her derecede Enerji Kimlik Belgesi alabilmektedir.

Mevcut binalarda yasal olarak belirli bir sınıfa uyma şartı bulunmasa da kullanımda olan bu yapıların EKB sınıfının en az "C" seviyesine yükseltilmesi önemli bir konudur. EKB hem binaların kullanıcıya sağladığı konforu, ısıtma soğutma masrafı gibi kullanım maliyetleriyle ekonomik boyutunu, aydınlatma havalandırma gibi kullanım imkanlarını hem de sera gazı salınımı enerji tüketimi sınıflarıyla binanın sürdürülebilirlik performansını ortaya koymaktadır. Binaların alım satım, kiralamasında müşteri için EKB sınıfı önemli bir kriter olacaktır. Sürdürülebilir gelecek için mevcut yapı stoğunun çevreye olan zararlı etkilerinin azaltılması ve bu yapılarda enerjinin etkin kullanılması gerekmektedir .

3.SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK BAĞLAMINDA AKILLI BİNALAR

Akıllı bina ve akıllı ev terimleri ağa bağlanan aygıtları, ekipmanları ve performansı, kullanım konforunu, enerji verimliliğini arttırmak için binaya entegre olan çeşitli sistemleri tanımlamak için 1980’li yıllardan beri kullanılmaktadır. ABD’deki Akıllı Bina Enstitüsü : " Akıllı binalar insana maksimum yarar ve verimi kazandıracak bina, zaman, performans ilişkisinin teknoloji kullanımı ile sağlanması " olarak tanımlamıştır. Akıllı ev, bilgisayarından kontrol edilebilen bir bina konseptidir (Seçer F, 2006).

Günümüzde akıllı binalar, çoğu zaman kablosuz bir iletişim teknolojisi kullanarak yenilenebilir enerji kaynaklarını, ev aletlerini ve enerji tüketimini yönetmek ve kontrol etmek için ek sistemler ile

kullanılmaktadır. Gelişen teknolojiyle birlikte ilerleyen bilişim; akıllı binaların hem kontrol edebildikleri iç cihazları ve cihazları hem de çevresi ile iletişim kurmasını sağlamaktadır. Ayrıca, başka binalarla iletişim kurup haberleşebilirler ve ortamdaki şebekenin koşullarına uyum sağlayabilirler (B. Morvaj, L. Lugaric, S. Krajcar, 2011). Bu açıdan bakıldığında akıllı binalar değişen durumlara, çevre koşullarına adapte olabilmektedir. Akıllı ev sistemleri kavramı bir evde teknolojik olarak kontrol edilebilen üç ana bölümü içermektedir (Seçer F, 2006) :

1)Güvenlik

- Metal ve x-ray dedektörleri
- Kartlı geçiş ve kullanıcı algılama sistemi
- Çevre güvenlik sistemleri
- Yangın-duman algılama ve alarm sistemleri
- Su ve hava kontrol sistemleri
- Hırsız algılama kamera ve alarm sistemleri

2) Konfor

- İklimlendirme sistemleri
- Aydınlatma sistemleri
- İletişim sistemleri
- Ses ve görüntü sistemleri

3)Tasarruf (Enerji Kullanımında)

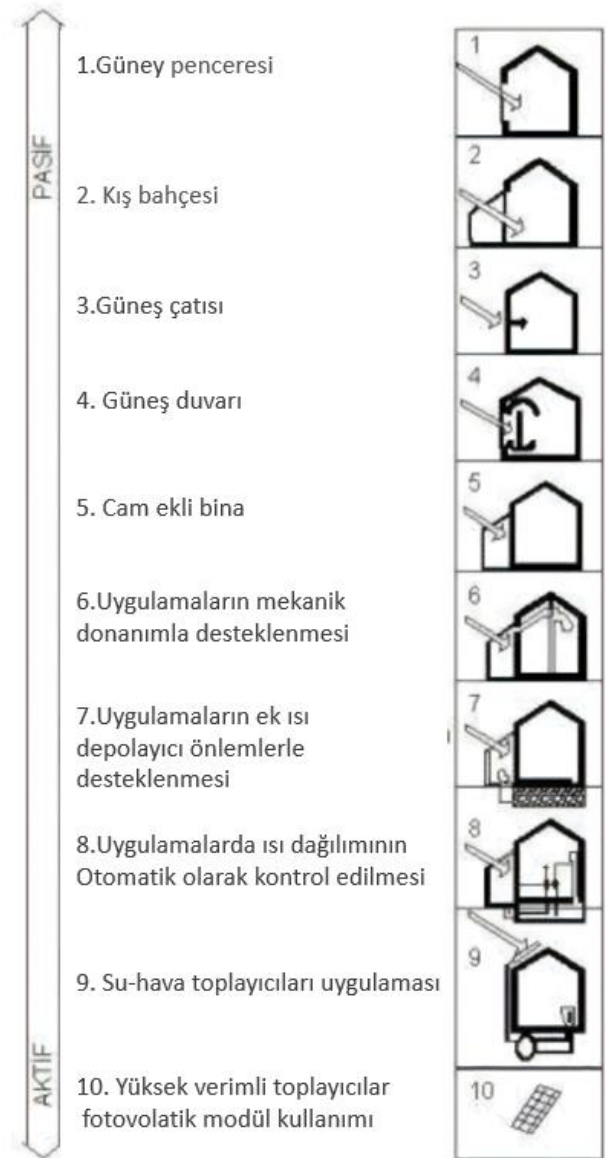
- Güneşten Faydalanma
- Rüzgardan Yararlanma
- Su Tasarrufu
- Konut içi enerji kontrol sistemleri

Akıllı binada sistemler; sürdürülebilirlik ve enerji açısından incelendiğinde pasif ve aktif sistemler olarak iki duruma ayrılmaktadır. Pasif ev yapıları, enerjiyi verimli kullanan, az enerji tüketen yapılardır. Geleneksel tip binalara göre, enerji konusunda %80'lere kadar tasarruf sağlamaktadır (İnan D, 2001). Kuzey Avrupa ülkelerinde ortaya çıkan pasif ev sonraları ise ılıman iklime sahip yerlere de uyarlanmıştır. İlıman iklimlerde güneş ışığının yüksek olmasından kaynaklanan fazla ısınmaya karşı önlem alınmaktadır. Pasif ev konut yenileme alanında da kullanılabilir ve dönüşüm yapılabilirdir bunun için EnerPHit standardı oluşturulmuştur.

Pasif sistemler ve aktif sistemler arasındaki farka bakıldığında pasif sistemler arazi konumu, güneş geliş açısı, rüzgar yönü, bina yalıtımı, yapı durumu gibi konuları kapsarken; aktif sistemler ek donanımları ve sistemleri içermektedir. Pasif sistemler doğal yöntemleri kapsadığı için bakım olarak kolay, dayanıklı ve ekonomiktir. Uygun tasarım kriterleri ve çözümleri sayesinde birçok enerji probleminin giderilmesinde yardımcı

olabilirler. Yapı cephe sisteminin bina yönünün dikkate alınarak tasarlanması, izolasyonun doğru yapılması, ısı kazanç ve kayıplarının kontrolü, güneşlenme gölge yönünden doğru yararlanma, rüzgar, ışık rafları gibi sistemleri kullanımı, serinleme ve soğuktan korunma gibi ihtiyaçların sağlanması, peyzaj çözümleri gibi sistemlerdir.

Aktif sistemler, kendi ihtiyacı olan elektriği ve enerjiyi kendisi üreten yapılardır. Pasif ev de kullanılan enerjinin miktarı önemli olup başka bir yerden de enerji alması mümkün iken; aktif evde harcanan enerjinin miktarı değil de ürettiği enerji ile kendi kendine yeterli olması önemlidir. Aktif sistemlerin bakımları zordur. Havalandırma sistemleri, fotovoltaik güneş pilleri, ısı pompaları, ışık sensörleri, ısı değiştirici sistemler, ko-jenerasyon sistemleri, hareket sensörleri, rüzgâr türbinleri gibi sistemleri içermektedir.



Şekil 3. Pasif-aktif sistem şeması (İnan D, 2001)

Pasif sistemler ve aktif sistemler aynı yapıda birleşirse asıl amaca ulaşılmış olur. Arazi verimliliği dikkate alınmış, bina konuma gün ışığı ve gölge rüzgar verilerine göre karar verilmiş, doğru tasarım kriterleri uygulanmış, az enerji kullanan, yeterli düzeyde izolasyonu yapılmış olan bir pasif evin çatısında da kendi tüketeceği elektrik enerjisini üretmek mümkündür. Pasif ve aktif sistemlerle oluşturulmuş akıllı binalar sürdürülebilir yeşil bina kavramını destekler ve önemli katkılarda bulunurlar.

3.1 Nesnelerin İnterneti (Internet of Things, IoT)

IoT akıllı cihazların birbiriyle iletişime geçmesi, haberleşmesidir. İnternet ilk kullanıldığında sadece bilgisayarlar İnternet'e bağlanabilmekteydi. Gün geçtikçe cep telefonu, tablet gibi kişisel bilgisayar teknolojileri de bağlanabilir hale geldi. Günümüze bakıldığında İnternet'e bağlanan nesnelerin çeşidi çok fazladır. Son yirmi yıldır kullanılmakta olan "Nesnelerin İnterneti" (Internet of Things, IoT) kavramı buradan gelmektedir. Artık günlük yaşamda ve iş hayatında kullanılan, üretilen teknolojik ya da elektronik nesnelerin birçoğu ağa bağlanabilmekte ve adreslenebilmektedir (Çavdar ve Öztürk, 2018). Nesnelerin İnterneti'nin sağladığı imkanlar kullanılarak yapılarda enerjiyi daha etkin ve tasarruflu kullanabilmek, deprem, fırtına, yangın gibi felaketselere daha iyi önlem alabilmek, malzemelerin dayanıklılığını korumak, binaları akıllı hale getirmek mümkün olmaktadır.

IoT kullanan akıllı binalardaki enerji sistemleri, birbiriyle eş zamanlı olarak haberleşebilirken zaman ve enerji tasarrufu için programlanabilmekte ve iş birliği içinde çalışabilmektedirler. IoT sensörleri, çevresel kirlilik ve enerji kullanımı konusunda veri elde etmede önemli bir rolü üstlenebilmektedir. Ev sistemleri ve çevresel kaynaklardan edinilen bu veriler, sürdürülebilir çözümler oluşturmak için kullanılmak üzere analiz edilebilmektedirler. Yapılardaki gerçek zamanlı izleme, doğa sorunları ve çevreye zarar veren koşulları, kirlilik kaynaklarından gelen parametreleri toplayarak raporlamayı, analizi ve sorunun nedeninin yönetip gerekli önlem alınabilmesini sağlamaktadır.

Nesnelerin İnterneti yapılarda küresel kirlilik ve enerji kullanımı konusunda veri sağlamanın yanı sıra yapı yönetimine de olanak sağlamıştır. Örnek olarak, bahçe bakımında su seviyesi, toprak nemi, tarla içi ürün sağlığı, yakıt seviyeleri, depolama sıcaklıkları gibi parametreler için akıllı sensör teknolojilerinden yararlanılabilmektedir. Sensörlerin topladığı veriler, veri analitiği ile çiftçiye anlamlı bir şekilde sunulurak, gelecek planlaması yapması sağlanabilmektedir. IoT tabanlı teknolojiler teknik

altyapı konusunda da çözüm sunmaktadırlar. Su altyapısını sensörler aracılığıyla 7/24 izleyen sistemler, herhangi bir arıza, sızıntı veya basınç değişimi durumunu bilgi veriyor. Böylelikle yetkili kişiler duruma müdahale ederek, gereksiz su tüketimini ortadan kaldırmaktadır.

Tekil bir anahtarla işaretlenip ağa bağlanan ve haberleşme kümesine dahil olan nesnelerin sayısının çeşitliliği artmaktadır. Bununla birlikte artık akıllı bina inşa edilmesini beklemek yerine mevcut içinde yaşanan evleri de akıllandırabilmek mümkün olmaktadır.

Kullanılan yapıyı akıllı ev konseptine uyarlayabilmek için öncelikle beyin gibi çalışan ağa bağlanabilen tüm nesneleri yöneten bir merkezi otomasyon sistemi gerekmektedir. Google Nest¹, Apple Home Kit² gibi akıllı ev yönetim sistemleri, evde var olan cihazlarla entegre olarak otomasyonu sağlamaktadır. Isıtma sistemleri İnternet bağlantısıyla yaşanan bölgenin hava tahminlerini kullanarak veya sıcaklık sensörleri ile odanın değişen sıcaklığını tespit ederek ısıtma ya da soğutma işlemlerini buna göre ayarlayabilmektedir. Isıtma ve soğutma cihazları, ev sıcaklığını ayarlamının yanında kullanım alışkanlıklarına göre hangi zaman diliminde sıcaklığın tercih edildiğini analiz etmekte sonrasında ayarları aldığı verilere göre kendisi yapmaya başlamaktadır. Üzerindeki hareket sensörleri aracılığıyla evde olunup olunmadığını anlayarak otomatik olarak pasif veya aktif moduna geçebilmektedir. Öğrendiği bilgilerle eve tekrar gelmeden evi alışık olunan sıcaklığa kendisi ayarlayabilmektedir. Ekranı üzerinde, hangi sıcaklık ayarında enerji tasarrufu yapmaya başlanacağını göstermektedir.

IoT sistemleri hareket ve ışık sensörleri ile titreşim olduğunda canlı varlığını tespit edip ortamın kullanımında olduğunu anlayabilmektedir. Ortamın aydınlatmasını otomatik olarak açıp kapayarak kullanım olmadığı zamanlardaki gereksiz aydınlatmanın önüne geçmektedir. İnternette aldığımız iklim, saat, güneş verilerine göre otomatik olarak aydınlatmayı ayarlayabilmektedir. Ayrıca bu aydınlatma sistemleri sayesinde herhangi bir gaz ya da duman varlığını da görsel olarak anlamak mümkün olmaktadır. Akıllı prizler elektrikle çalışan tüm aletlerin açılıp kapanmasını denetleyebilmektedir. Akıllı ampüller ile aydınlatmanın zamanı, parlaklığı ve kullanım

¹ Google Nest, akıllı hoparlörler, akıllı ekranlar, akıllı cihazlar, termostatlar, duman dedektörleri, yönlendiriciler ve akıllı kapı zilleri, kameralar ve akıllı kilitler dahil güvenlik sistemleri dahil olmak üzere akıllı ev ürünlerini yönetmek için kullanılan bir Google LLC ürünüdür.

² HomeKit, Apple tarafından kullanıcıların Apple cihazlarını kullanarak akıllı ev cihazlarını yapılandırmasına, iletişimi kurmasına ve kontrol etmesine olanak tanıyan bir yazılımdır.

senaryolarına göre ortamın modu ayarlanabilmektedir. IoT kullanan aydınlatma sistemleri enerji tasarrufu sağlamakta ve ışık kirliliğinin önüne geçmektedir.

Akıllı evler kullanıcıya yaşadığı mekanı yorumlama imkanı sağlamaktadır. Uzaktan kumanda kullanımıyla desteklenen anahtar sistemleri sayesinde, kullanıcıya evi istekleri doğrultusunda yönetme, zamanlama yapabilme, planlama ve senaryo üretebilme ve tedbir alma olanağını sağlamaktadır. Günümüzde tüm akıllı sistemler kişisel bilgisayarlar cep telefonları, tabletler ve saatlerdeki artık uygulamalar üzerinden kontrol edilebilmektedir. Kolaylıkla kontrol altına alınıp yönetilebilen akıllı evler, enerjinin etkin kullanımını, zararlı atık denetimi, yenilenebilir kaynaklardan enerji elde etme gibi özellikleriyle yapıya sürdürülebilirlik işlevi kazandırmaktadır.

Akıllı bina sistemlerini oluşturan ögeler şunlardır (B. Morvaj, L. Lugaric, S. Krajcar, 2011) :

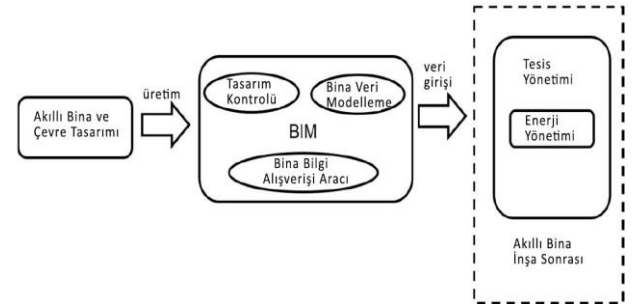
- **Sensörler:** değişiklik olması durumunda mesajların izlenmesi ve gönderilmesini sağlamaktadır.
- **Aktüatörler:** Sistemi hareket ettiren bir tür motordur. Fiziksel bir eylem gerçekleştirmektedirler.
- **Kontrol mekanizması:** Kullanıcının tanımadığı programa ve kurallara göre üniteleri ve cihazları kontrol etmektedir.
- **Merkezi birim:** Sistemdeki birimlerin programlanmasını sağlamaktadır.
- **Arayüz:** Sistemle kullanıcı iletişimini kuran yapıdır.
- **Ağ:** Birimler arasında iletişime ve haberleşmeye izin vermekte olan sanal alt yapıdır.
- **Akıllı sayaçlar:** Kullanıcı, sistemler ve çevredeki nesnelere arasında iki yönlü, yakın veya gerçek zamanlı iletişim kurmaktadır. Tüketici ile yardımcı program arasında daha fazla etkileşim sağlayan dijital sayaçlardır.
- **Enerji Kaynağı:** Akıllı binalar enerji depolamasını sağlayan küçük bir yenilenebilir enerji kaynağına sahip olabilmektedir.

3.2. Akıllı Binaların Bina Bilgi Modelleme (Bim) Süreci ve Sürdürülebilirlik Analizleri

Bina Enformasyonu Modellemesi (BIM) ve sürdürülebilir mimari inşaat sektöründe son yıllarda gelişen iki önemli konudur. BIM, sanal ortamda

araçlar yardımıyla binanın üretilmesi, kontrol, test ve uygulama için gerekli modellerin yapılarak gerçeğe uygun bina ve çevre verilerinin bu ortama aktarılmasıdır. BIM çizim ve modelleme programı değil bir bilgi sürecidir. BIM girdilerinin doğruluğu ve projeye ait bilginin uyumu yapının döngüsü boyunca kullanılabilmesi için gerekmektedir. Projenin paydaşları arasında yapıya ait bilginin aktarımını ve ilgili disiplinlerin iş birliği yapabilmesini sağlamaktadır. 3D bir model olmanın ötesinde yapıyla ilgili tüm bilgileri içeren, sürekli geliştirilebilen yönetim ve bilgi paylaşım aracıdır. BIM süreci bina yaşam döngüsü boyunca binanın bilgilerini barındırdığından mimari tasarımdan bina sonrası tesis yönetimine kadar bütün aşamaları kapsamaktadır. BIM mimarlar mühendisler müteahhitlerin dışında müşteriler için de ortam deneyimini yapı inşa edilmeden önce keşfetmek gibi fırsat sunmaktadır. BIM ortamlarında yapı performansı, enerji analizi, fiziksel çevre ve malzeme verileri tasarım evresinden başlayarak bina yaşam döngüsü sonuna kadar sayısal ve grafik çıktılarla test edilebilmektedir.

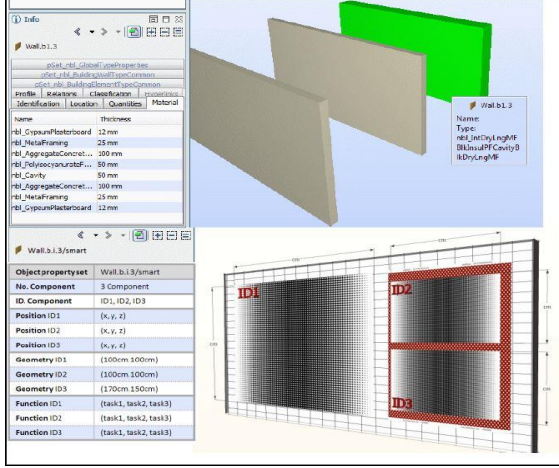
BIM günümüzün akıllı teknolojilerinin getirdiği modern tasarımı desteklemektedir. BIM ortamında akıllı nesnelere de standart bina nesnelere gibi gerçekliğin bir temsilidir ve belirli standart veri girdileri olmalıdır.



Şekil 4. Akıllı binalarda BIM süreci (Zhang J, 2015)

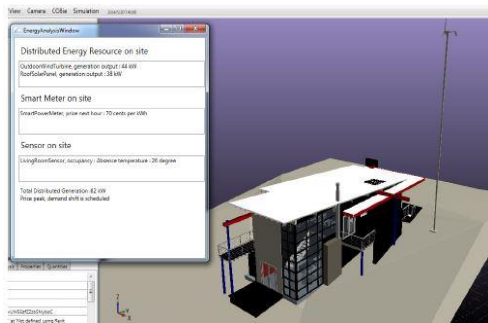
Standart yapılar ve akıllı binalar arasındaki temel fark akıllı nesnelere bina kullanıcısıyla birbirleriyle ve tüm ev ağıyla etkileşime geçmesidir. Akıllı bina nesnelere, uzaktan kumanda, hareket sensörleri gibi etkileşim için kullanılan yöntemlere cevap vermektedir. BIM modeli için akıllı bina nesnelere gerçekçi bir değerlendirmesinin yapılabilmesi için, birden fazla sensörlerin veri alabilmeli ve veriler modele işlenebilmelidir. Etkileşimli bina bileşenleri genellikle yapısal parçalar ve gömülü teknolojilerden oluşan entegre bileşenlerdir. Bu teknolojiler LCD ekranlardan mikro sensörlere kadar değişebilir. Örnek olarak standart duvar ve akıllı duvarın modellenip verilerin karşılaştırıldığı çalışma Şekil 5.'te verilmiştir. Yapı sektöründe yaygın kullanılan duvar tipleri akustik, yangına

karşı dayanıklılık, statik gibi faktörler dikkate alınır. Akıllı bir duvar söz konusu olduğunda sadece geometri ve malzemeyi değil, aynı zamanda kullanıcılarla etkileşimi de simülasyonlar ve senaryolar yardımıyla tanımlanmalıdır (Vries,2012).

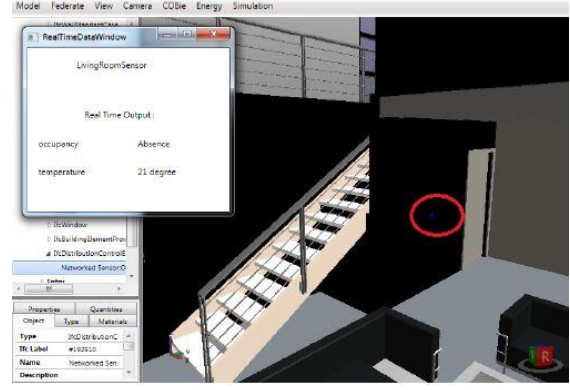


Şekil 5. Standart duvar ve akıllı duvar Revit modeli (Vries, 2012)

Sensörler ve aktüatörler gibi gömülü nesnelere bilgi, işlem ve iletişim kuran akıllı binaların mekan tasarımı modellenirken çevre koşulları, kullanıcıyla etkileşimleri, diğer yapılarla etkileşimleri periyodik ve koşullu algılamalar da simülasyona eklenmelidir. BIM ortamında modellenmesi için araştırmalar ve çalışmalar yürütülmektedir. Autodesk Araştırma Grubu sensörleri ve sayaçları BIM'e entegre eden bir çalışma yapmaktadır. BIM'e Akıllı nesnelere ait modeller uluslararası kabul görmüş IFC formatında kaydedilip dışarı aktarılmalıdır. IFC formatı akıllı nesne parametrelerinin BIM araçları ile uyumlu olmasını sağlar. Akıllı binaların modellenmesinde üç soru ortaya çıkmaktadır. Birincisi akıllı nesnelerin konumudur. Sensör ayarları konumu açıklar. İkincisi akıllı nesnelere nasıl etkileşime girildiği. Üçüncüsü akıllı nesnelere bina kullanım sürecindeki bakımın nasıl olacağı sorusudur (Zhang J,2015).

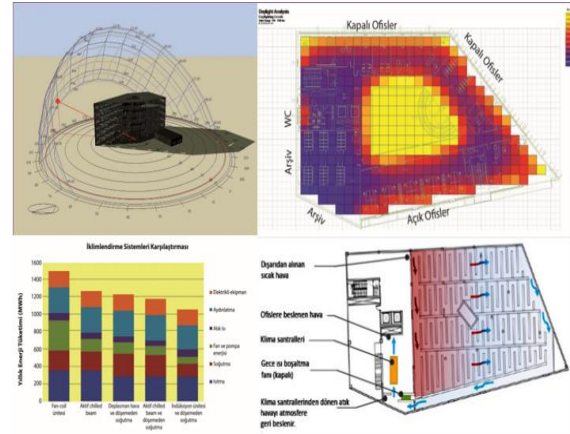


Şekil 6. Revit programında akıllı bina modelinde parametreler (Zhang J, 2015)



Şekil 7. Revit programında akıllı bina sensör modellemesi (Zhang J,2015)

Günümüzde bina enerji analizi için üretilen çeşitli BIM araçları vardır. Bu araçlar bina performansını geliştirmek için kullanılan bir dizi simülasyon sunar. Yeşil bina değerlendirme sistemleri BIM araçlarına entegre edilmeye başlanmıştır. Örneğin Revit eklenti aracı olarak LEED ölçütlerine göre gün ışığı analizi su kazanımı atık içeriği konusunda kredi hesaplaması yapan eklenti ve IFC tabanlı BREEAM ölçütlerine göre yeşil bina değerlendirme yapan araç vardır. Son günlerde BIM alanındaki gelişmelerden biri olan Autodesk Generative Design (Üretken tasarım)³, yazılımı kullanıcıya girdilere göre birçok tasarım seçeneği sunmakta üret, değerlendir, seç ve iyileştir aşamalarından sonra maksimum verim sağlanan tasarım çıktısını almayı hedeflemektedir.



Şekil 8. Bina değerlendirme (enerji, güneş gölge modelleme, iklim ve havalandırma, gün ışığı) analizleri (URL 2)

Özellikle tasarımın erken evrelerinde yapılan yapı performansı analizleri, bina performansının artırılması için tasarım kriterilerini yeniden oluşturmaya fırsat tanımaktadır. Yapı performansını

³ Generative Design tasarımda bir dizi yeni çözümü keşfetmek için bulutta hesaplama ve makine öğreniminin gücünü kullanan bir yazılımdır.

önceden ölçebilmek inşa sürecinde ve işletiminde ortaya çıkacak zorlukları, zaman kaybını ve ek maliyetleri önleyebilmektedir.

4. AKILLI SİSTEMLERLE ENERJİ İYİLEŞTİRME-DÖNÜŞÜM PROJESİ ÖRNEKLERİ

Avrupa'da, binalar toplam nihai enerjinin yaklaşık % 40'ını tüketmekte ve 1990'dan beri CO2 emisyonlarının % 36'sından sorumludur. 1980'den önce inşa edilen binalar bu enerji tüketiminin % 95'ini temsil etmektedir. 1990 yılından bu yana bina stokunun düşük yenileme oranı (yılıda% 1), enerji verimli binaların güçlendirilmesinin artırılmasını gerektirmektedir (Bütünleşik Bina Tasarımı Yaklaşımı ile Proje Geliştirme Süreci Uygulama Kılavuzu, 2016).

Son yıllarda bu konuda adımlar atılmakta olup ve akıllı bina renovasyonu üzerinde araştırmalar ve projeler yapılmaya başlamaktadır. Gelişen teknolojiyle birlikte akıllı bina sistemleriyle mevcut yapıları yenileme mimarlığın gelecekteki konularından biri olacaktır. Makalede mevcut yapıların EKB sınıfını iyileştirmek için yararlanılabilecek akıllı bina teknolojilerinin önerilmesi konusundan önce daha önce bu alanda uygulanmış olan iki farklı örnek değerlendirilecektir.

4.1 Ankara Fen Lisesi Yerleşkesi Yurt Binası Yenileme Projesi

Ankara Fen Lisesi yenileme çalışmaları akıllı teknolojiler entegre edilerek yapılan bir renovasyon projesi olma özelliğini taşımaktadır. Avrupa Birliği tarafından fonlanan proje, kamu binaları için uygun maliyetli, "enerji verimli bir iyileştirme" yöntemi geliştirmeyi amaçlamaktadır. A2BEER olarak adlandırılan proje farklı üç ülkede uygulanmıştır. Türkiye'de Ankara Fen Lisesi, enerji etkin sistemlerin tasarımı ve uygulanması için akıllı bina teknolojileri kullanılarak yenilenmek üzere seçilmiştir (URL 2) .

Ankara Fen Lisesi Yerleşkesi Yurt Binası'nda yapılan çalışmalar şu şekildedir (Yöntem S, 2016):

- Akıllı bina kabuğu: Cepheye vakumlu yalıtım panelleri ve havalandırılmalı mikro boşluklu çekirdeğe sahip olan bir yalıtım malzemesi kullanılmıştır. Çok düşük ısı geçirgenliği sayesinde enerji etkin bir sistem oluşturulmaktadır.

- Akıllı pencereler: binaya girecek güneş radyasyonu miktarını ayarlayabilmektedir. Kışın güneşten gelen ışınlar pencereden geçerek odanın içine girebilirken (radyatör etkisi) yaz mevsiminde mekanları güneş radyasyonundan uzak tutmaktadır.
- Akıllı aydınlatma: Gün ışığını takip edip yakalayarak yapı içine ileten yeni fiberoptik bir aydınlatma sistemi geliştirilmiştir. Akıllı LEDler de kullanılarak aydınlatma konusundaki yenileme tamamlanmıştır.
- Güneş pilleri ve kolektörler: iklimlendirme ve sıcak su üretimi tüm aylarda kullanma sıcak suyu sağlayabilen, güneş kollektörü ile bağlantılı ısı pompası geliştirmiştir.
- Akıllı havalandırma Sistemi: Isı geri kazanımlı havalandırma sistemiyle bina içindeki hava ve ısı sirkülasyonu kontrol altına alınmıştır.

Yapılan yenileme sonucunda enerji tasarrufunu tahmin etmek için bölgenin iklim verileri ve çevre koşulları ile bir yıllık enerji simülasyonu gerçekleştirilmiştir. Ankara Fen Lisesi kampüsündeki tüm binaların enerji tüketimi hesaplanmış ve gerçek fatura bilgileri ile karşılaştırılmıştır. Bu enerji analizleri sonucunda yapılan yenileme çalışmasıyla yıllık enerji tüketiminden toplamda %45 tasarruf edildiği görülmektedir (Yöntem S, 2016).

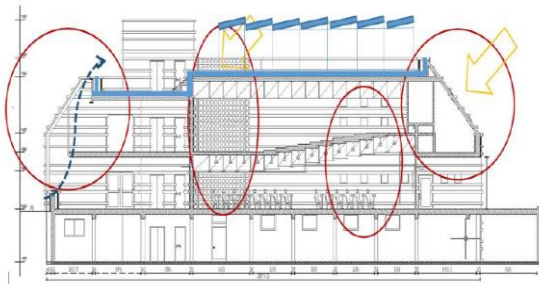
4.2 Brescia Üniversitesi Akıllı Kampüs Projesi

Brescia Akıllı Kampüs Projesi'nin amacı ; mevcut binaların performanslarının iyileştirilerek, sıfır enerjili binalara dönüşmesini hedefleyen projelere örnek olmaktır. Isıtma, soğutma, havalandırma, aydınlatma, elektrik ekipmanları gibi yenilikçi enerji sistemleriyle enerji tüketimini en aza indirmektedir. Projede ilk olarak enerji kullanım analizi yapılmış ve enerji güçlendirme yöntemlerini bulma üzerine çalışılmıştır. İkinci aşamada yenilebilir enerji kaynaklarıyla enerji üretim sistemleri kurulmuştur. En son aşamada akıllı sistemler ve alınan önlemlerle ne kadar verim alındığı test edilmiştir. (De Angelis ve Ciribini, 2015)

Brescia Kampüs Projesi'nde tasarruf için minimum enerji kullanımı, doğru iç mekan havalandırması için açıklıkların kullanımı, cepheye güneş kırıcı ve gölgelendirme sistemiyle içeriye giren güneş ışığından doğru yararlanılması üzerine çalışmalar yapılmıştır. Enerjinin doğru kullanımıyla enerji ihtiyacını azaltmaya yönelik olan bu çalışmalar

aşağıda listelenip açıklanmış ve Şekil 9. üzerinde gösterilmiştir:

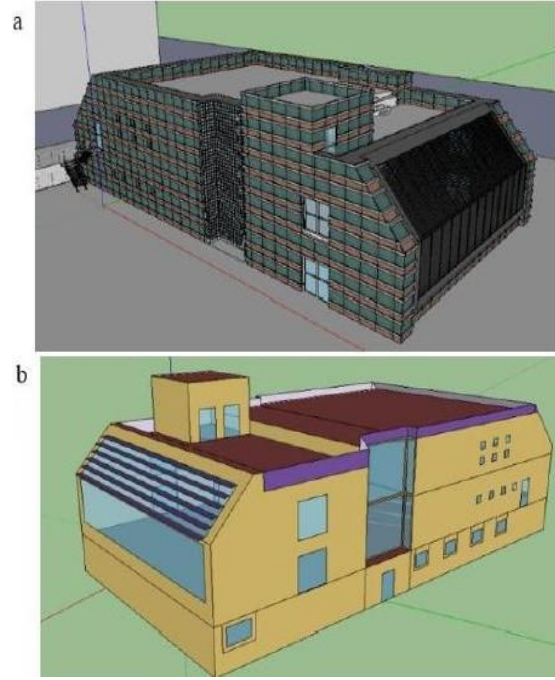
- Yenilenebilir enerji kullanımı için Güneş panelleri ile elektrik enerjisinin üretiminin yapılabildiğinin binanın elektrik ihtiyacı karşılanmaktadır. Enerji üretmek ve düz çatıyı gölgelemek için çatıya güneş paneli sistemleri kurulmuştur.
- Fotovoltaik güneş sistemleri projeye özel geliştirilmiştir ve bina ısı ihtiyacını bu sistemden karşılamaktadır. Kontrol ve depolama sistemleriyle donatılmıştır.
- Kampüs içinde dolaşacak olan elektrikli araçlar için bir şarj istasyonunun ve depolama sisteminin kurulmuştur.
- Güneydoğu cephesine eğimli güneş kırıcı gölgeleme panellerinin eklenmiştir.
- Dikey camlı cepheyle güneş enerjisinden kazanımının sağlanmıştır. Pencere termal geçirgenliğinin artırılmıştır. Kuzeydoğu cephesinde pencere değişimi, pencere sayısının %57 azaltılmıştır.
- Duvarlara 3 cm poliüretan iç yalıtım katmanı eklenmiştir. Çatı için 7.5 cm bir yalıtım tabakasının eklenmiştir.
- Artrium üzerinde iklim koşullarına göre sabah 7 ve akşam 7 saatleri arasında açılıp kapanabilen bir açıklık yaratılmıştır. Sınıflarda akıllı pencerelerle havalandırma sağlanmıştır (De Angelis ve Ciribini, 2015).



Şekil 9. Yapılan yenileme çalışmalarının Revit ortamında model ile gösterimi (De Angelis, ve Ciribini, 2015)

Farklı disiplinlerin ortaklık içinde yürüttüğü projede; analizler, koşullar, modelleme, yeni eklenen cihazların uyumunu test etmek için BIM kullanımı gerekmiştir. Bu tür farklı uzmanlıkların işbirliği yaptığı bir projede bilgi güvenliği oldukça önemli olmaktadır. Binanın mevcut durumu ve mevcut koşullarının bilgisinin doğruluğu projenin

doğru ilerlemesi için gereklidir. Bina ilk olarak lazer tarayıcılar ve nokta bulut teknolojisiyle taranmış ve BIM ortamına aktarılmıştır. BIM sürecinde Autodesk Revit programı proje modelini oluşturmak için kullanılmış ve enerji analizleri için Sketchup modeline dönüştürülmüştür. Eneplus ve Open Studio/Sketchup araçları ile enerji simülasyonları gerçekleştirilmiştir. IFC formatında bilgi paylaşımı sağlanmıştır. (De Angelis ve Ciribini, 2015).



Şekil 10. (a) Revit modelinin (b) Sketchup modeline aktarımı (De Angelis ve Ciribini, 2015)

Yapılan enerji analizleri sonucunda enerji sistemlerinin eklenmesiyle sürdürülebilir yeşil bina olarak yenilenen projede yaklaşık %40 oranında enerji kazanımının sağlanacağı öngörülmektedir.

5.MEVcut BİNALARA ENTEGRE EDİLEBİLECEK AKILLI BİNA SİSTEMLERİNE ÖRNEKLER

Mevcut binaların akıllı bina konseptine uygun olarak yenilemesinin yapılması enerji kazanımı, tasarruf, zararlı atık kontrolü, kirlilik gibi konulardaki kazanımlarla sürdürülebilir mimari hedeflerine ulaşmada etkin rolü olacaktır. Türkiye'deki mevcut binaların da alınması zorunlu olan EKB'nin sınıfının yükselmesinde aktif rol oynayacaktır. Bu çalışmada mevcut binalara entegre edilebilecek akıllı ev sistemleri EKB'de yer alan konu başlıklarına göre gruplandırılmaktadır.

CO2 Salınım Sınıfı

- Sera gazlarından biri olan CO2 küresel ısınmanın başlıca nedenlerinden biridir. Binalarda CO2 salınımının azaltılması için yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmalı fosil yakıt kullanımı önlenmelidir.
- Yeşil bina ve yeşil çatı uygulamalarıyla CO2 dengesi sağlanabilmektedir.
- Bina cephelerinde kullanılan kirlilik yiyici ve havayı temizleyen akıllı malzemelerle hava kirliliğine çözüm getirilebilmektedir. Kirliliğini ölçen sensörlerle çevredeki havanın kirlilik denetimi yapılabilir (Ünalın, H., ve Tokman, L, 2011).

Isıtma Sistemleri Enerji Tüketim Sınıfı

- Akıllı binalar çevredeki hava koşullarına göre iç mekân sıcaklığını ayarlayabilmektedir. Mekan ısısı uygun düzeyde ayarlanırken aynı zamanda da enerjiden tasarruf sağlanmaktadır.
- Akıllı binalarda sıcaklık sensörler aracılığıyla otomatik olarak kontrol edilebilmektedir. Ağ ve kişisel bilgisayarlar yardımıyla kombi cihazı ya da klima gibi sistemlerin ayarları yapılarak istenilen ısı ve konfor oluşturulmaktadır. Akıllı binalar evin kullanımında olmadığı durumları anlayarak sıcaklık dengesini ayarlayabilmektedir. Senaryolara göre gereksiz enerji kullanımı önlenmektedir.
- Akıllı termostat kullanılarak evin bütün kısımlarının sıcaklık ölçümleri yapılmaktadır.
- Ağ sayesinde birbiriyle haberleşen sistemlerden fırtına gibi güvenlik uyarısı geldiğinde ise akıllı pencereler ve perdeler otomatik olarak kapanmaktadır.
- Yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan akıllı bina ısıtma sistemleri kurulabilmektedir. Güneş paneli sistemleri ya da atıklardan ısı elde edebilen sistemler bina ısıtma konusunda akıllı ve sürdürülebilir çözümler getirmektedir (Bütünleşik Bina Tasarımı Yaklaşımı ile Proje Geliştirme Süreci Uygulama Kılavuzu, 2016).

Soğutma Sistemleri Enerji Tüketim Sınıfı

- Klima sistemlerinin soğutma konumunda ayarlanarak çalıştırılmasıyla istenilen konfor düzeni sağlanabilmekte ve mekan içindeki ısı derecesi ihtiyaca göre ayarlanabilmektedir.

- Bina mekanlarına yerleştirilecek olan akıllı termostatlar ve sensörler odanın sıcaklığını ölçerek ilgili soğutma sistemine iletebilmektedir.
- Akıllı pencereler güneş ışığının mekan içine alımını kontrol edebilmektedir. Akıllı camlar güneşin zararlı radyasyon etkisine karşı önlem alabilmektedir. Böylece konut içi mekanın fazla güneş ışığının etkisiyle ısınmasının önüne geçilebilmektedir.
- Panjurlar ve perdeler sistem mekanizmaları ve IoT teknolojisi sayesinde tek tek ve grup halinde kontrol edilebilmektedir. Panjur ve perde sistemlerinin hava koşulu tahminleri, ortam sıcaklığı gibi verilere göre duyarlı hale getirilmesiyle, otomatik olarak açılıp kapanması sağlanabilmektedir. Klima, vantilatör gibi sistemler açık olduğunda pencereleri kapatma, ortam hava dengesi bozulduğunda pencereleri açma gibi komutlar sistemler tarafından ayarlanabilmektedir (Akyazıcı B, 2019).
- Bina cephelerinde kullanılan akıllı güneş panelleri mevsim ve güneş geliş açısına binaya gelen güneş ışıklarını yönlendirip ve fazla ısınmayı önlemektedir.
- HVAC (ısıtma, soğutma, iklimlendirme) sistemlerinde basınç ve sıcaklıklar otomatik kumanda ile kontrol edilebilmektedir. Kontrol ile minimum enerji, maksimum verim sağlanmak istenmektedir. Zaman programlamaları ile bina kullanım saatlerinde çalışarak kullanım dışı zamanlarda sistemin kapanmaktadır. Bina dışındaki ve içindeki hava için yapılabilecek ısı, nem ve hava kalitesinin kontrolü otomatik olarak yapılabilmektedir. Gereksiz ısıtma, soğutma, kurutma, nemlendirme, önlenmektedir. Binalarda kullanılan radyatörler, pompalar ve fanlar; basınç, basınç farkı ve debi gibi bazı ölçümlerle frekans konvertörü tarafından kontrol edilmektedir.

Aydınlatma Enerji Tüketim Sınıfı

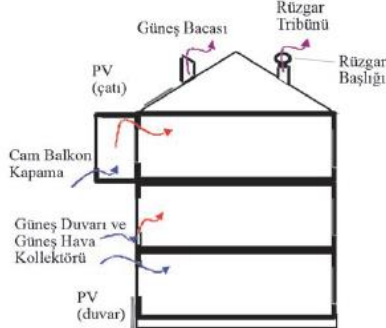
- Güneşten gelen ışığa göre akıllı sistemlerin aydınlatmaların, pencerelerin ve aydınlatma açıklıklarının otomatik olarak açılıp kapanmasını sağlaması ile gereksiz harcamaların önüne geçilip elektrik tasarrufu sağlanmaktadır.
- Akşam hava karamaya başladığında ayarlanmış komut ile kapalı olan perdeler açılmaya başlarken, hava aydınlanmaya başladığında kapalı olan perdeler açıksa kapanmaya başlamaktadır. Ev kullanım

senaryolarına göre komutlar yardımıyla bütün panjur ve perdeler kapanabilmektedir (Akyazıcı B, 2019).

- Cephelerde reflektörler veya güneş kırıcıları ile gün ışığı alımı güçlendirilmektedir.
- Fotoselli ve otomatik aydınlatma sistemleri güneş ışığını depolayarak karanlık ortamda depoladığı enerjiyle aydınlatma yapabilmektedir.
- Işık enerjisini yayan elektrolüminesans malzemeler mimari aydınlatmada kullanılan LED (Light emitting diode - Işık yayan diyot) teknolojisinin çıkış noktasıdır. LED'ler uzun ömürlülük, verimlilik gibi avantajları vardır.

Havalandırma Enerji Tüketim Sınıfı

Mevcut binalarda geniş kapsamlı değişiklikler yapılamayacağından havalandırma için destek olacak başka bir sistem ilave edilmektedir. Daha önceki başlıklarda anlatılan akıllı HVAC sistemlerinin dışında PV (cephe ve çatı uygulamaları), solar hava toplacılar, solar bacalar, rüzgar tribünü ve rüzgar başlıkları mevcut binalarda uygulanabilecek havalandırma çözüm sistemlerindedir (Ünalın, H. ve Tokman, L, 2011).



Şekil 11. Binalarda Havalandırma Sistemleri
(Antvorskov, 2008).

Sıcak Su Enerji Tüketim Sınıfı

- Yağmur suyu depolanarak akıllı sistemler aracılığıyla elektrik enerjisi üretilebilmektedir. Temizlenen yağmur suları kullanım suyu olarak kullanılabilir.
- Sıcak su tedariki ve enerji üretimi amacıyla güneş kolektörleri, elektrik enerjisi için güneş panelleri kullanılabilir.

Yalıtım Durumu ve Tedbirler

Teknolojinin gelişmesiyle yapı malzemeleri de daha akıllı hale gelmişlerdir. Cephe ve döşemelerde ısı depolayan akıllı malzemeler kullanılmaktadır.

Camlarda güneş ışığını soğurabilen ve elektrik enerjisine çeviren malzemeler kullanılmaktadır. Hırsız algılama ve alarm sistemleri, gaz ve duman yangın algılama, Hava kontrol sistemleri, çevre güvenlik sistemleri alınacak tedbirler arasındadır.

Yenilebilir Enerji Oranı

Güneş Enerjisi Sistemleri

Güneş enerjisi binalarda kullanılabilen yenilenebilir enerji türlerinin başındadır. Güneş topaçları, PV modülleri, cam sistemleri gibi güneşten enerjiyi ısı ve elektrik enerjisine çeviren sistemler vardır.

Rüzgar Tribünü

Rüzgar tribünleri kinetik rüzgar enerjisini elektrik veya mekanik enerjiye çeviren sistemlerdir. Genellikle bina çatılarında, bahçelerde kurulmaktadır. Sistemin kullanımında coğrafi konumuna göre rüzgar hızı en önemli etkidir.

6.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Sürdürülebilir mimari enerji tüketiminde önemli etkiye sahip olan yapı tasarımına yeni anlamlar yüklemiş ve yeniden yorumlanmasına neden olmuştur. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın açıklamalarına göre Türkiye'de yaklaşık 19,5 milyon konut bulunmaktadır. Her sene 700 bin yeni konut inşa edilmektedir. 2011 yılı sonrası yapılmış yeni binaların enerji kimlik belgesi sınıfı en az C sınıfında olmalı ve tasarım kriterleri buna göre belirlenmelidir. Mevcut yapı stoğunun da asgari C sınıfı seviyesine iyileştirilmesi gerekmektedir. Mevcut binalara akıllı bina teknolojileriyle yeniden tasarlanması bina enerji performansını yükseltecektir.

Akıllı binalar mimari tasarım süreci evrelerinde, çevre dostu yapı malzemeleriyle, kullanılan sistem ve teknolojilerin sağladığı enerji tasarrufuyla ekolojik ilkelerle bir bütünlük oluşturmaktadır. Aynı zamanda kullanıcıların günümüz teknolojisiyle birlikte artan istek ve gereksinimlerini de karşılamaya çalışmaktadır.

Bilgisayar teknolojisindeki gelişmelerle çeşitli bina bilgi modelleme programları gelişmiş buna bağlı olarak mimari tasarım ve bina inşa süreci yeni bir boyut kazanmıştır. Sayısal ortamda bina performansını geliştirmek için bir dizi simülasyon kullanmak mümkün olmuştur. Bu kapsamda yapılan simülasyonlarla akıllı ev ve bina otomasyon sistemleriyle yapılan yapı tasarımlarında toplam enerji tüketiminden büyük ölçüde tasarruf edileceği öngörülebilmektedir.

7.KAYNAKLAR

Akyazıcı, B. (2019). Teknolojinin konut mekan tasarımına etkisi ve akıllı evler; İstanbul örneği (Master's thesis, Işık Üniversitesi).

Antvorskov, S. (2008). Introduction to integration of renewable energy in demand controlled hybrid ventilation systems for residential buildings. *Building and Environment*, 43(8), 1350-1353.

B. de Vries, Heidari, M., Allameh, E., de Vries, B., Timmermans, H., Jessurun, J., & Mozaffar, F. 2012, Smart-BIM virtual prototype implementation. *Automation in Construction*, 39, 134-144.

Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği Sayı : 27075, 5 Aralık 2008

Bütünleşik Bina Tasarımı Yaklaşımı ile Proje Geliştirme Süreci Uygulama Kılavuzu, Mayıs 2016

Çavdar, T., & Öztürk, E. (2018). Nesnelerin interneti için yeni bir mimari tasarımı. *Sakarya University Journal of Science*, 22(1), 39-48.

Çelebi, G. (2003). "Environmental Discourse and Conceptual Framework For Sustainable Arch.", *G.Ü. Journal of Science Dergisi*, 16, 205-216.

De Angelis, E., Ciribini, A. L. C., Tagliabue, L. C., & Paneroni, M. (2015). The Brescia Smart Campus Demonstrator. Renovation toward a zero energy classroom building. *Procedia engineering*, 118, 735-743.

Enerji Verimliliği Kanunu Kanun No. 5627 Sayı : 26510 Kabul Tarihi : 18/4/2007

Erten D., Uluslararası Sürdürülebilir Yapılar Sempozyumu (ISBS), "LEED ve BREEAM Sertifikalarının Karşılaştırılması İncelenmesi", 26 - 28 Mayıs 2010, Ankara, Türkiye.

Gezen, A. (2015). İnşaat Sektöründe Sürdürülebilir Kent Yaşamı ve Karayolunda Uygulama Alanları. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Beykent Üniversitesi.

İlhan, B., & Yaman, H. (2015). BIM ve Sürdürülebilir Yapım Bütünleşme: IFC-Tabanlı Bir Model Öneri. *Megaron*, 10(3).

İnan D. (2001).Güneş Enerjisinin Isıl Uygulamaları, Temiz Enerji Vakfı Yayınları, Ankara,

Jacques, P. 2014, Sustainability: The Basics. Routledge

Kuhn, K. J., Giles, M. D., Becher, D., Kolar, P., Kornfeld, A., Kotlyar, R., ... & Mudanai, S. (2011). Process technology variation. *IEEE Transactions on Electron Devices*, 58(8), 2197-2208.

Merriam-Webster, 2002 Merriam-Webster Inc. (2002). 10. New Dictionary.

Morvaj, B., Lugaric, L., & Krajcar, S. 2011, Demonstrating smart buildings and smart grid features in a smart energy city. In Proceedings of the 2011 3rd international youth conference on energetics (IYCE) (pp. 1-8). IEEE.

Seçer, F. (2006). Teknolojik Gelişmelerin Konut İç Mekan Tasarımına Etkisi Ve Akıllı Evler. Sanatta Yeterlik Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü İç Mimarlık Anabilim-Anasanat Dalı, İstanbul.

Torcellini, P., Pless, S., Deru, M., & Crawley, D. (2006). Zero energy buildings: a critical look at the definition (No. NREL/CP-550-39833). National Renewable Energy Lab.(NREL), Golden, CO (United States).

Ünalın, H., ve Tokman, L. Y. (2011). SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARİ TASARIM: BİR RENOVASYON PROJESİ. *Anadolu University of Sciences & Technology-A: Applied Sciences & Engineering*, 12(2).

World Charter for Nature, United Nations General Assembly (28 October 1982).

Yılmaz, B. (2012). Türkiye İçin Sürdürülebilir Bina Performans Kriterleri ve Bütünleşik Tasarım Yönetim Modeli Oluşturulması. İstanbul Teknik Üniversitesi.

Yöntem S , Binalarda Enerji Verimliliğinin Artırılması İçin Teknik Yardım Projesi Çevre Dostu Binalarda Enerji Verimliliği Örnek Uygulamalar, 2016, Ankara

Zhang, J., Seet, B. C., & Lie, T. (2015). Building information modelling for smart built environments. *Buildings*, 5(1), 100-115.

İnternet Kaynakları

URL1- <https://sehatek.com.tr/enerji-kimlik-belgesi/> (Erişim Tarihi: 25.12.2019)

URL2- <http://www.ekodenge.com/> (Erişim Tarihi: 12.10.2019)