

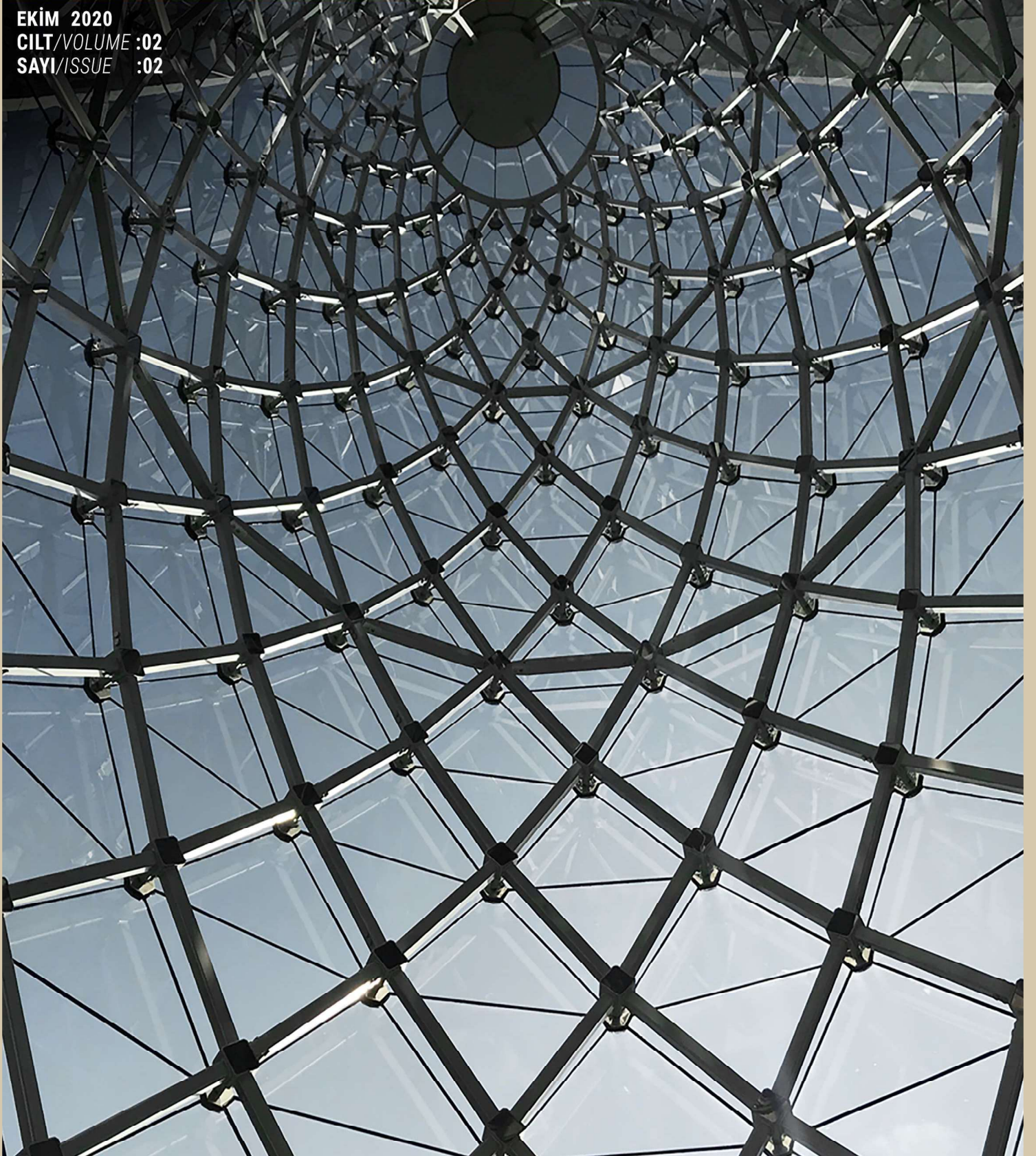
# YAPI BİLGİ MODELLEME

ULUSLARARASI HAKEMLİ AKADEMİK DERGİ



MİMAR SİNAN  
GÜZEL SANATLAR  
ÜNİVERSİTESİ

EKİM 2020  
CİLT/VOLUME :02  
SAYI/ISSUE :02



---

# İçindekiler

Editörden...

Katı Atıkların Toplanması ve Yerel Yönetimlerin ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Rolü	40
<i>Simin KIŞINBAY</i>	
Kentsel Veri Analizinde Veri Kaynağı Olarak Sosyal Ağlar	49
<i>Sibel ÖZDEN</i>	
Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) Kapsamında Geleneksel Metraj ile Yazılımın Karşılaştırılması	58
<i>Savaş BAYRAM</i>	
BIM ve Akıllı Konut Teknolojilerinin Konut Yenileme Projelerinde Kullanımına Sürdürülebilirlik Bağlamında Yaklaşım	66
<i>Yeşim SUR</i>	

# Editörden...

Sizlerle Yapı Bilgi Modelleme dergimizin bu sayısını paylaşmanın büyük heyecamı içerisindeyiz. Dergimiz hakemli bilimsel dergi statüsü ile yayınlanmaktadır.

Dergimizde bir yapının ön tasarımından yıkım aşamasına kadar uzanan yaşam döngüsü boyunca gerçekleşen tüm süreçlerde etkin bilgi paylaşımı ve yönetimi sağlamak amacı ile geliştirilen, yapının 3B sayısal ikizi olarak tanımlanan Yapı Bilgi Modeli'nin oluşturulduğu ve Yapı Yaşam Döngüsüne ait farklı tasarım, analiz, hesaplama ve uygulamaların bu model üzerinden gerçekleştirildiği bir yaklaşım olan "Yapı Bilgi Modelleme" yaklaşımı ekseninde yer alan bilimsel araştırmaları yayınlamayı amaçlıyoruz. Bununla birlikte Bu yaklaşım ile yapının ilişki içerisinde olan bilgi sistemleri Yapı Bilgi Modelleme Sistemleri ve Coğrafi Bilgi Sistemlerini odak alanlarımız olarak görüyoruz.

Bu bağlamda dergimizde, sadece mikro (yapı) ve Mimari Enformatik odaklanması ile değil (makro) kent ölçeğinde yer alan, Akıllı Şehir ve Akıllı Yapılı Çevre konularını da kapsayan, Kentsel Enformatik odaklı çalışmalara da yer verme ilkesini benimsiyoruz. Böylece gerek mikro gerek ise makro seviyede bütünlük bir veri ve bilgi yönetiminin sağlayacağı imkânları siz okuyucularımız ile buluşturma şansını yakalayacağımıza inanıyoruz.

Her ne kadar ismi Yapı Bilgi Modelleme olsa dahi Mimari ve Kentsel Enformatik alanlarında geniş bir bilgi alanını kapsamına alan dergimizin ülkemiz akademik ve bilimsel hayatına katkı sağlamasını umut ediyorum. Bu bağlamda dergimizin, ülkemize, akademik ve bilimsel camiaya hayırlı olmasını diliyorum; gelecek sayılarımızda sizlerin de makalelerini yayınlamak dileği ile saygılarımı sunuyorum.

## Prof.Dr.Ümit İŞIKDAĞ

Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi  
Enformatik Bölümü

## YAPI BİLGİ MODELLEME

Uluslararası Hakemli Akademik Dergi

Ekim 2020

Cilt : 02- Sayı : 02

ISSN 2687-4660

### Sahibi

Prof. Dr. Salih Ofluoğlu

### Sorumlu Yazı İşleri Müdürü

Prof. Dr. Salih Ofluoğlu

### Editörler

Prof. Dr. Salih Ofluoğlu

### Yardımcı Editör

Prof. Dr. Ümit Işıkdag

### Editörler Kurulu

Prof. Dr. Salih Ofluoğlu

Prof. Dr. Ümit Işıkdag

Doç.Dr.Bülent Onur Turan

Doç.Dr. Seher Başlık

Dr. Öğr. Üyesi Nazım Ziya Perdahçı

Dr. Öğr. Gör. Kemal Şahin

### Yayın Kurulu

Prof. Dr. Salih Ofluoğlu

Prof. Dr. Ümit Işıkdag

Doç.Dr.Bülent Onur Turan

Dr. Öğr. Gör. Kemal Şahin

Dr.Öğr. Gör. Salih Akkemik

Dr.Öğr. Gör. Sertaç Karsan Erbaş

### Hakem Kurulu

Prof. Dr. Salih Ofluoğlu

Prof. Dr. Burçin Arabacıoğlu

Prof. Dr. Ümit Işıkdag

Doç.Dr.Bülent Onur Turan

Doç.Dr. Seher Başlık

Doç. Dr. Çetin Tüker

Doç. Dr. Derya Güleç Özer

Doç. Dr. Ozan Özener

Doç. Dr. Levent Arıdağ

Dr. Öğr. Üye, Tigin Töre

Dr. Öğr. Üyesi Nazım Ziya Perdahçı

Dr. Öğr. Üyesi Belinda Torus

Dr. Öğr. Üyesi Türkan İrgin Uzun

Dr. Öğr. Üye, Suzan Girginkaya Akdağ

Dr. Öğr. Gör. Kemal Şahin

### Kurumsal Kimlik Sorumlusu:

Dr.Öğr.Gör. Salih Akkemik

### Dergi Asistanı/Dergi Sekreteri:

Yeşim Sur

### Dergi Yayın Koordinatörü:

Doç. Dr. Bülent Onur Turan

### Hukuk Kurulu:

MSGSÜ Hukuk Müşavirliği

### İngilizce Dil Editörü:

Prof. Dr. Ümit Işıkdag

### Görsel Tasarım Sorumlusu:

Dr. Öğr. Gör. Kemal Şahin

### İletişim

ADRES: MSGSÜ Enformatik Bölümü

MSGSÜ Bomonti Kampüsü - 6.Kat - Sağ Blok

Cumhuriyet Mh. Silahşör Cd. No: 89

Bomonti - Şişli / İstanbul

TELEFON : 0212 246 00 11 - 6100

E-POSTA : enformatik@msgsu.edu.tr

## KATI ATIKLARIN TOPLANMASINDA YEREL YÖNETİMLERİN VE CBS'İN ROLÜ

Simin KIŞINBAY (ORCID: 0000-0003-0214-916X)

Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Enformatik Bölümü  
e-posta:siminksnby@gmail.com

### ÖZET

Bu çalışmada giderek artan katı atık üretiminin ve yarattığı kirliliğin önüne geçmek amacıyla yerel yönetimlerin yaptıkları ve yapabilecekleri ele alınmaktadır. Yerel yönetimler vatandaş ile birebir ilişkide olup onların taleplerini doğrudan alabilmekte ve çözümleri doğrudan sunabilmektedir. Bu çalışmada Yeşil Belediye Karnesi'nde yer alan gösterge seti üzerinden, yerel yönetimlerin atık toplama konusunda yapmış olduğu çalışmalar incelenmiş ve yerel yönetimlerin iyi ve eksik yönleri değerlendirilmiştir. Mevcut çalışmaların geliştirilmesi ve yeni çalışmalarda coğrafi bilgi sistemlerinin sahip olduğu veri toplama, depolama, analiz etme ve görselleştirme özelliklerinden faydalanan bir mobil uygulama önerisi yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Katı Atık; Katı Atık Yönetimi; Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS); Yerel Yönetimler.

### ABSTRACT

This paper discusses the role of local governments in preventing pollution in terms of solid waste production. Local governments are in direct contact with the citizens, they can receive citizens demands directly and offer solutions. In this study, the work done by local governments on waste collection was examined through the indicator set in the Green Municipal Scorecard and the positive and lacking aspects of local governments are evaluated. A mobile application proposal has been made, which makes use of the data collection, storage, analysis and visualization features of geographic information systems in the development of existing studies and future work..

**Anahtar Kelimeler:** Solid Waste; Solid Waste Management; Geographic Information System (GIS); Local Government

### 1.GİRİŞ

Günümüzün en önemli sorunlarından biri, kent nüfusunun hızla artması ile dünyanın taşıma kapasitesinin üzerine çıkması ve sonlu olan doğal

kaynakların hızla tüketilmesidir. Endüstrinin gelişmesiyle beraber insan faaliyetleri sonucu ortaya çıkan, yani üretim ve tüketim fazlası olan, atıklar her geçen gün artmaktadır. Farklı türdeki atıklar doğaya karışmadan yıllarca doğanın üzerinde bir birikinti olarak kalmaktadır. Doğanın döngüsüne katılımı uzun süren atıkların artışı, döngünün sürecinden daha hızlıdır.

Temel çevre sorunlarına neden olan atıklar, nüfusunda artışı ile doğaya ve insana daha çok zarar vermektedir. Kentlerde yoğunlaşan atıklar çevre kirliliğine ve buna bağlı olarak insanlarda çeşitli hastalıklara sebep olmaktadır. Dolayısıyla daha sağlıklı çevre şartları ve yaşam standartlarının artırılması için çevre sorunları ele alınarak çözümler geliştirilmeye başlanmıştır.

Çevre sorunlarına karşı geliştirilen çözümlerde yerel yönetimlerin rolü ön plana çıkmaktadır. Yerel yönetimler vatandaş ile birebir ilişkide olup onların taleplerini doğrudan alıp çözümleri doğrudan sunabilmektedir. Bu makalede yerel yönetimlerin mevcut durumunu ortaya koymak için, daha önce yapılmış olan Yeşil Belediye Karnesi üzerinden, İstanbul ilçe belediyelerinin katı atık toplama konusunda yapmış olduğu çalışmalar incelenmiştir.

Katı atıkların toplanmasında çözüm önerisi geliştirilebilmesi için alana dair verilerin toplanması ve analiz edilmesi gerekmektedir. Yerel yönetimlerin de sıkça kullanımına başvurduğu CBS, bu konuda hızlı, kolay ve sağlıklı sonuçlar sunmaktadır. Bu makalede yerel yönetimlerin katı atık toplama konusundaki eksiklerini girebilmesi için CBS aracılığı ile yapabileceği çalışmalara değinilmiştir. Katı atıkların toplanmasında vatandaşların sunabileceği katkıyı ortaya koyan ve vatandaşlara katı atıkların ayrıştırılmasına dair bilgi kazandıran bir mobil uygulama önerisinde bulunulmuştur. Mobil uygulama, vatandaşların katı atıkların dönüştürülme sürecine katılmasını sağlayarak; yerel yönetimlerin çalışmalarını kolaylaştıracak ve oluşturulan bilinç sayesinde vatandaşların katı atık üretiminin kendi çevresindeki boyutunu fark etmesini sağlayacaktır.

Bu çalışmanın katı atık üretiminin azaltılmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## 2.KATI ATIK VE YÖNETİMİ

Atık, kullanım fazlası ürünlerin yani çöpün yeniden kullanılabilir, dönüştürülebilir olan kısmını tanımlamaktadır. Atık, üretim ve tüketim faaliyetleri ile oluşmaktadır. Atığın atık olduğuna kullanıcı karar vermekte ve bu kişiden kişiye, coğrafyaya, ekonomik ve sosyal duruma, kültüre göre değişiklik göstermektedir.

Kent nüfusunun yoğunlaşması ile kentte ortaya çıkan atıkların yönetimi, kentli sağlığı, temiz çevre ve hijyen için gereklidir. Kent yönetimi içerisinde atık yönetimi de ele alınmaktadır. Atık yönetimi, atıkların değerlendirilmesini, kaynağında ayrıştırılmasını ve sınıflandırılmasını ve uzaklaştırılmasını kapsamaktadır.

Atık yönetimine dair genel ilkeler şu şekildedir (ÇŞB, 2015);

- “Atık üretiminin ve tehlike özelliğine ilişkin: atık üretiminin azaltılmasına yönelik çalışmaların yapılması, tehlikeli içeriklerin mümkün olduğu kadar üretim aşamasında da azaltılmasını içerir. Temiz üretim teknolojilerinin kullanılması teşvik edilir.
- Farklı türdeki atıkların kaynağında ayrıştırılması ve toplanması: Bu ilkenin uygulanması hastalıkların yayılmasını önleme, çalışan sağlığı ve güvenliğini sağlama, yerel kaynakların daha etkin kullanılması, çevreyi koruma, bertaraf maliyetlerini düşürme gibi faydalar sağlar.
- Bertaraf ilkesi: Atıkların lisanslı geri kazanım ve bertaraf tesislerinde uygun yöntem ve teknolojiler kullanılarak bertaraf edilmesi ile kayıt altına alma, uygun koşullarda bertaraf etmeyi sağlar.
- Belediyeye ilişkin ilke atık yönetimi en geniş bölgenin faydası gözetilerek gerçekleştirilir. Kanunlarda gösterilen kurum ve kuruluşların sorumlulukları vardır.”

Atıkların verdiği zararlar, sürdürülebilirliğe uygunluğu ve nasıl ele alınacağı değerlendirilmesi ile atık hiyerarşisi geliştirilmiştir. Atık yönetiminde tercih edilen yöntemler gerekliliğine göre çoktan aza sıralandığında;

Önleme > Azaltma > Yeniden Kullanım > Geri Dönüşüm > Geri Kazanım > Bertaraf

Dördüncü sırada yer alan geri dönüşüm, atıkların üretimde hammadde olarak kullanılacak kısımlarının ayrıştırılması ve toplanmasıdır. Hemen ardından gelen geri kazanım, atıkların yakılarak, buhar ve elektrik enerjisi olarak kazanımıdır ve bu yöntem atık hacmini azaltmaktadır. En sonda yer alan bertaraf ise, düzenli depolamadır. Bu depolama alanında tehlikeli atıklara yer verilmemekte, sıvı ve gaz sızıntıları kontrol edilmektedir ve alan geçirimsiz tabana sahiptir (Öktem, 2016). Katı atıkların türleri; evsel, endüstriyel, ticari, inşaat, tarımsal, tıbbi, tehlikeli atıklardır.

## 3.KATI ATIK YÖNETİMİNDE YEREL YÖNETİMLERİN YETKİ VE SORUMLULUKLARI

Türkiye’de ulusal düzeyde atık yönetiminden Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, yerel düzeyde ise belediyeler sorumludur. Katı atıklarının toplanması, taşınması ve insan sağlığına zarar vermeden bertarafına ilişkin yükümlülük yetki ve sorumluluklar 1580 ve 3030 sayılı kanunların ilgili maddeleri gereğince belediyeler ile Büyükşehir belediyelerine aittir. İl, ilçe ve belde belediyeleri (ÇSB, 2015);

- “...b) Yönetiminden sorumlu olduğu atıkların oluşumunun önlenmesi ve atık azaltımını da içeren atık yönetim planlarını hazırlamak, il müdürlüğüne sunmak, bu plan doğrultusunda çalışmalarını yürütmek ve gerekli önlemleri almakla,
- c) Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik ve Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik hükümleri kapsamında değerlendirilen tesisleri imar planına işlemekle,
- ç) Belediye atıkları ile ilgili mevzuat kapsamında yönetiminden sorumlu olduğu atıkları kaynağında ayrı toplamak/toplattırmakla ve ikili toplama sistemlerini kurmak/kurdurtmakla, toplanan atıklara ilişkin bilgi ve belgeleri Bakanlığa sunmakla,
- d) Bakanlığın belirleyeceği esaslara uygun olarak atık getirme merkezi kurmak/kurdurtmakla,
- e) Yönetiminden sorumlu olduğu atıkların yetkili olmayan kişiler tarafından toplanmasını, taşınmasını ve işlenmesini önlemek amacıyla gerekli tedbirleri almakla...” yükümlüdürler.

### 3.1.Yeşil Belediye Karnesine Göre Katı Atıkların Toplanmasında İstanbul’daki Yerel Yönetimlerin Konumu

Yeşil Belediye Karnesi, çevrenin korunmasında halka en yakın olan, merkezi denetim birimlerine göre daha kolay harekete geçen ve yönetenlerin halk tarafından seçildiği yönetim birimi olan yerel yönetimlerin mevcut durumlarını ortaya

çıkarmaktadır (Oktay, 2009). Yeşil Belediye Karnesi, İstanbul İlçe belediyeleri kapsamında hazırlanmıştır. Bahsi geçen Yeşil Belediye kavramı, çevre sorunlarının önüne geçilmesi ve etkilerinin azaltılması için politikalar geliştiren, paydaşlar ile eşgüdümlü çalışan belediyeleri tanımlamaktadır (Kızılboğa, 2012). Yeşil Belediye ilkeleri, karar alma ve hizmet verme aşamalarında tüm grupları dahil eden kapsayıcılık, ilçe belediyelerinin yetkileri dışında kalan alanlarda müdahil olmaya dair savunuculuk, yapılan çalışmaların kamuoyu ile eksiksiz paylaşılmasına dair şeffaflık ve alınan kararların tüm plan ve raporlarla uyumlu, entegre olmasına dair tutarlılıktan oluşmaktadır (Yeşil Gelecek Derneği, 2019).

Yeşil Belediye Karnesi, kent planlama ile iç içe olan bir karnedir. Hızla artan kentleşme oranı bununla beraber düzensiz yapılaşma karbon salınımı, atık üretimini ve enerji tüketimini arttırmakta ve birçok çevre sorununa sebep olmaktadır. Bu çevre sorunları; su ve hava kirliliği, biyolojik çeşitliliğin azalması, Yeşil Belediye Karnesi bu sorunların önüne geçmek ve etkilerini azaltmak için İklim Krizi, Enerji, Hava, Atık, Arazi Kullanımı, Su, Biyolojik Çeşitlilik, Çevre Yönetimi, Ulaşım, Gürültü-Görüntü-Elektromanyetik-Işık olmak üzere on başlıkta İstanbul İlçe belediyelerinin çalışmalarını incelemektedir. Bu başlıkların yer aldığı gösterge seti ulusal ve uluslararası çalışmaların taranması ve yorumlanması sonucu elde edilmiştir (Yeşil Gelecek Derneği, 2019);

- Bölgesel Çevre Merkezi (REC-Regional Environmental Center)
- Sürdürülebilir Şehirler için Referans Çerçeve (RFSC-Reference Framework for Sustainable Cities)
- Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SDGs-Sustainable Development Goals)
- Arcadis Sürdürülebilirlik Endeksi (Arcadis Sustainability Index)
- Boğaziçi Üniversitesi Türkiye'nin Sürdürülebilir Şehirleri Araştırması
- Sürdürülebilirlik Göstergeleri (Indicators for Sustainability)
- Kentsel Sürdürülebilirlik Göstergeleri (Urban Sustainability Indicators)
- Küresel Kent Göstergeleri (Global City Indicators Facility)
- BM İnsan Yerleşimleri Programı Ericsson İklim Raporu (UN-Habitat Ericsson Climate Report).

Bu karne ile İstanbul ilçe belediyelerinin mevcut durumlarının ve performanslarının gösterge seti üzerinden analiz edilmesi, yeşil belediye anlayışının

ülkemizde güçlendirilmesi ve geliştirilmesi hedeflenmektedir (Yeşil Gelecek Derneği, 2019). Gösterge setinde yer alan 249 adet soru; yönetim birimlerinin varlığını sorgulayan yapı, yapılan faaliyetleri sorgulayan uygulama ve yapılan uygulamalara kamu erişilebilirliği sorgulayan ölçme olarak sınıflandırılmaktadır. Bu sorular ilçe belediyelerinin 2015-2019 dönemine dair stratejik plan, 2016-2019 yılları arasındaki performans programları ve faaliyet raporu olmak üzere üç yazılı belge ve belediyelerin resmi internet siteleri üzerinden taranmış ve soruların yanıtları evet/hayır olarak cevaplanmıştır. Tarama 5393 sayılı Belediyeler Kanunu'nun 41. Maddesi gereğince stratejik plan yapmak zorunda olan 50.000 üzeri nüfusa sahip ilçeler için yapılmış, Adalar ve Şile Belediyesi çalışmaya dahil edilmemiştir (Yeşil Gelecek Derneği, 2019).

Bu çalışmada Yeşil Belediye Karnesi'nde yer alan on başlıktan "Atık" başlığı üzerinde durulacaktır. Gösterge setinde atık başlığı 1 tane yapı, 23'er tane uygulama ve ölçme olmak üzere 47 sorudan oluşmaktadır.

Atık yönetiminde Yeşil Belediye Karnesi, atıkların yerinde ve türlerine göre (pil, ambalaj, yağ, plastik, AEEE, lastik) toplanmasını, toplanan atıkların nitelik ve niceliklerinin kamuoyu ile paylaşımı, atıkların toplanması için gerekli malzemelerin dağıtımını ve kamuoyu bilgilendirilmesi, atık toplama noktaları var mı ve kamuoyu ile paylaşımı, atıklar ile ilgili yereli güçlendirici eğitim ve seminerleri, ASBEST ve inşaat atıklarının kontrolü, atık üretimini azaltmaya yönelik çalışma, Evsel Elektrikli ve Elektronik Atık (AEEE) envanter dökümü, geri dönüşümü ve kamuoyu ile çalışmaların paylaşımı, kompost yapımına yönelik teşvik edici çalışmaların, atık yönetiminde lisanslı firma ile iş birliği yapılıp yapılmadığı, atık toplama-işletme-bertaraf sistemlerinin ayrı ayrı yürütülüp yürütülmediği ve özellikle her uygulamanın kamuoyu ile paylaşımını sorgulamaktadır.

Yeşil Belediye Karnesi'nde yer alan "Katı atık toplama sistemleri, kamuyla koordinasyon halinde mi? Mobil uygulamalar, vs... Atık toplama noktaları var mı? Atık toplama noktaları kamuoyuyla paylaşılıyor mu? Kentsel atıkların türlerine göre ayrı toplanması sağlanıyor mu? Kentsel atıkların türlerine göre ayrı toplanması hakkında kamu bilgilendiriliyor mu?" soruları bu çalışma da özellikle ele alınmakta ve çalışmaların ana sorularını olmaktadır.

İstanbul ilçe belediyelerinin Atık başlığında elde ettiği genel başarı oranı %57'dir. En yüksek oran %85 en düşük oran ise %26'dır. Tablo 1'de yer alan soruların yanıtları ise gene 37 ilçe belediyesinin genel ortalamalarıdır. Yeşil Belediye Karnesi'nde

yer alan ve bu çalışmaya yön veren sorular seçilmiştir. Verilen yanıtlar göre İstanbul genelinde katı atıklar türlerine göre toplanmaktadır. 37 ilçenin yarısında atık toplama noktaları yer almakta ve bunlar kamuoyu ile paylaşılmalıdır. Atık konusunda genel bir üretim önleme çalışması 37 ilçenin yarısında gerçekleştirilmek ve kamuoyu ile

paylaşılmaktadır. “Katı atık toplama sistemleri, kamuyla koordinasyon halinde mi?” sorusuna %49 oranında olumlu yanıt verilmiştir. Burada ele alınan çalışmalar ilçe belediyelerinin resmi web sitelerinde yayımlanmış oldukları atık toplama noktalarına dair veritabanları ya da haritalar, atıkların toplandığı gün ve mekanları veri tabanları veya listeleridir.

ATIK TOPLAMA		
Kentsel atıkların türlerine göre ayrı toplanması sağlanıyor mu?	78%	29
Kentsel atıkların türlerine göre ayrı toplanması hakkında kamu bilgilendiriliyor mu?	76%	28
Atık toplama noktaları var mı?	51%	19
Atık toplama noktaları kamuoyuyla paylaşılıyor mu?	51%	19
Atıklarla ilgili bilgilendirme, eğitim ve seminerler yapılıyor mu?	95%	35
Atıklarla ilgili bilgilendirme, eğitim ve seminer çağırısı yapılıyor mu?	78%	28
Katı atık toplama sistemleri, kamuyla koordinasyon halinde mi? Mobil uygulamalar, vs...	49%	18
Yerelde atıkların toplanması için gerekli malzemenin dağıtımını yapılıyor mu?	66%	24
Yerelde atıkların toplanması için dağıtılan gerekli malzeme hakkında kamu bilgilendiriliyor mu?	49%	18

Tablo 1. Yeşil Belediye Karnesi Gösterge Seti Atık Başlığı. Atık Toplamaya Dair Sorulardan Seçilenler (Yeşil Gelecek Derneği, 2019)

## 4.KATI ATIKLARIN TOPLANMASINDA COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMELERİNİN (CBS)'NİN ROLÜ

### 4.1.Coğrafi Bilgi Sistemleri

Coğrafi bilgi sistemleri (CBS), yeryüzündeki coğrafi bilgiler ile onların özniteliklerini içeren bilgileri birbirine bağlayan yazılımdır. CBS kağıda basılmış haritalardan farklı olarak birçok farklı bilgi katmanını sunar. Coğrafi veriler CBS'de dijital biçimde katmanlar olarak saklanır. CBS'de bu katmanların üst üste çakıştırılması ile coğrafi alan hakkında bilgi yığınları oluşturulur ve bu bilgiler istenilen zamanda istenilen miktarda amaca yönelik olarak kontrol edilebilir (URL 1). Kısacası CBS coğrafi verileri toplayan, dijital ortamda depolayan, kontrol eden, sorgulayan, analiz eden ve görüntüleyen teknik araçlar bütünüdür (Tecim, 1999). CBS, farklı ölçeklerdeki haritaları altık olarak almaktadır. CBS, coğrafi ve mekansal verileri haritalar aracılığı ile sunar. Bu haritalar aracılığı ile mekana dair, konum, mekana erişim şekli, diğer mekanlara uzaklık, mekanın çevresinin özellikleri gibi bilgilere erişilebilmektedir. Mekanla dair bu bilgiler amaca veya ihtiyaca göre sorgulanabilmekte ve sorgular tercihlere göre genişletilip daraltılabilmektedir. Bunun yanı sıra yeni kapsamlarda haritalar üretilebilmektedir (Çabuk, 2014). Coğrafi bilgi sistemleri bu tanımlar doğrultusunda araç, yöntem ya da sistem olarak tanımlanabilmektedir. CBS, veri toplama, analiz etme ve sunma görevi ile araç; mekanla dair birçok

bilginin etkin bir şekilde denetlenmesi ile yöntem; mekansal verilerin kullanımdaki verimliliğini arttırılmasını sağlayan bir sistem olarak tanımlanabilir (Yomralıoğlu, 2000).

CBS bir yere dair bilgilerin toplanması ve dijital harita üzerinde düzenlenmesi ile karar vericilere yardımcı olur. Coğrafi yaklaşımlarla ilgili sorunların çözümüne yardımcı olur; Kentin hangi bölgeleri doğal afetlere karşı savunmasız? Eğitim ihtiyacını karşılamak için yapıya yatırımlar nereye yapılabilir? CBS maliyet tasarrufu, daha iyi karar verme, coğrafi bilginin kaydının daha iyi tutulması, alan yönetimi (URL 1) bilgilere hızlı ve güvenli erişebilmeyi (Tecim, 1999) gibi konularda yarar sağlar. Bu kapsamda CBS'nin üç ana görevi vardır. Bunlar;

- Konumsal (haritada gösterilen) ve konumsal (sözel öznitelik bilgileri) olmayan verilerin ilişkilendirilmesi ve ilgili kurumların alana dair karar vermelerinde yardımcı olmak.
- Coğrafi verilerin analizinin yapılması ve bu aşamada istatistiksel hesaplamaların kullanılması.
- Çok sayıdaki çeşitli verinin en uygun şekilde düzenlenmesi ve kullanıcıya sunulması.

CBS “planlama, sosyal gelişim, çevre koruma, kamu güvenliğinde entegrasyon, altyapı yönetimi, ulaşım planlaması, sağlık, eğitim, modelleme, seferberlik yönetimi, trafik güzergahları, ruhsat ve lisans verme, mahalli ve genel seçimlerin yönetimi,

arsa ve yapılaşma yönetimi gibi konularda kamu yönetimi” gibi birçok sektör tarafından karar vermede veya mevcut alanların yeniden biçimlendirilmesinde önemli bir araç olarak kullanılmaktadır (Tataroğlu, 2007). İşletmeciler mal ve hizmetlerinin dağıtımında zamandan ve maliyetten tasarruf etmek, çevre kirliliğini azaltan en verimli güzergahı CBS aracılığı ile oluşturmaktadır. Askeriyede ise birliklerin yerleşimi, kaçış yolu ve bunların güvenliği CBS ile belirlenmektedir. Acil müdahale gerektiren deprem, sel gibi afetlerde can ve mal güvenliği sağlanıp ve CBS aracılığı ile barınakların konumu, gıda ve ilaç dağıtım süreci belirlenmektedir (URL 1).

Farklı sektörler tarafından kullanılan CBS uygulama alanlarında birbiri ile ilişkili verilerin tekrar edilmesinin önüne geçer, teknik ve kavramsal sorunların çözülmesini sağlar (Yomralıoğlu, 2000).

CBS'nin kullanım alanının çok geniş olmasını sağlayan özelliği birçok bilgi sistemi ile bağlantılı olmasıdır. Bunlar;

- Bilgisayar destekli tasarım,
- Bilgisayar destekli kartografya
- Uzaktan algılama
- Veri tabanı sistemeleridir.

Bir veri tabanı fazla miktardaki veriyi depolayabilen bir havuzdur. Depolanan veriler tablolar halinde saklanır ve tablolar binlerce veri satırı olabilir. Veri tabanı;

- Aynı anda birden fazla kullanıcı tarafından kullanılabilir,
- Depolama optimizasyonu yaparak en verimli verinin kullanımını sağlar,
- Veriler üzerindeki her güncellemeden sonra otomatik kontrol ile veri bütünlüğünü destekler,
- Verileri ekleme çıkarma imkanı sunarak sorgulama olanağı verir,
- Yapılan sorguları en etkin şekilde yürütmeye çalışır yani sorgu optimizasyonu sunar.

CBS ilişkisel veri tabanı üzerinde şekillenir ve her bir CBS projesi amacı doğrultusunda, kendine has veri tabanına gereksinim duyar (Huisman,2009). Projenin amacına dair olmayan veriler projede fazladan yük ve maliyete sebep olabilir.

Veri tabanının oluşturulabilmesi için öncelikli olarak veri tabanı şeması hazırlanması gerekir. Şema yapımıyla veriler arasındaki ilişkiler şekil ve rapor olarak ifade edilir. Oluşturulan bu veri modelinde “ne tür verilerin saklanacağı, , hangi projeksiyonun kullanılacağı, veri erişim, paylaşım, düzenleme, güncelleme ve taşıma kurallarının neler

olacağı” önemle ele alınmalıdır. Veri tabanının oluşturulmasındaki bir başka önemli konu ise verilerin kaybolmasını sebep olacak önemlemler alan, veri güvenliğidir. Güvenlik belirlenen kurallar çerçevesinde sağlanır. Kurallar; hangi verinin kim tarafından erişileceği, düzenleneceği, hangi işlemlerin yapılabileceği gibi konuları kapsamaktadır (Yomralıoğlu, 2000).

Birçok sektör tarafından kullanılan ve birçok bilgi sistemi ile ilişkili olan CBS yerel yönetimler tarafından da kullanılmaktadır. Günümüzde birçok belediye kent bilgi sistemlerinin (KBS) yapımında CBS'den faydalanmaktadır. Kent bilgi sistemleri yönetimin sunduğu hizmetlerden vatandaşın daha kolay ve hızlı bir şekilde faydalanması ve bunun şeffaf bir şekilde yapılmasıdır. Verilen hizmetin izlenmesi ve değerlendirilmesi KBS üzerinden sağlanabilmektedir. Yerel yönetimler, CBS'nin aracılığı ile “planlama, sosyal gelişim, çevre koruma, kamu güvenliğinde entegrasyon, altyapı yönetimi, ulaşım planlaması, sağlık, eğitim, modelleme, seferberlik yönetimi, suçla mücadele, trafik güzergahları, ruhsat ve lisans verme, mahalli ve genel seçimlerin yönetimi, arsa ve yapılaşma yönetimi” konularında çalışmalarını geliştirmektedir (Çabuk, 2015).

Çevrenin korunması için yerel yönetimlerin alabileceği önemli rollerden birisi bu çalışmada temelini oluşturan “Atık” konusudur. Türkiye’de ve dünyada atıkların toplanması konusunda, halihazırda, bazı yerel yönetimler tarafından toplama noktalarının gösterildiği portallar, internet siteleri ve mobil uygulama örneği bulunmaktadır. Bahsi geçen portallar CBS aracılığı ile oluşturulmuştur.

#### 4.2.Yerel Yönetimlerde Katı Atıkların Toplamasına Dair Veri Paylaşımı

Yerel yönetimler CBS aracılığı ile elde edilen verileri ilk önce toplar, depolar ve gerekli verileri bir araya getirerek alan dair analizler yapar, elde edilen sonuçlar doğrultusunda katı atıkların toplanacağı noktaları belirler.

Yerel yönetimler tarafından vatandaşların demografik verileri gibi sözel veriler; yol, donatı, konut ve ticaret alanı gibi haritada gösterilen sayısal veriler toplanır. Toplanan veriler depolanır ve ilgili veriler bir araya getirilerek alana dair Network analizi, arazi kullanımı, nüfus yoğunluğu, eğitim, rüzgar yönü gibi analizler yapılır. Analizler ile atık toplama noktalarının nerede, ne kadar, ne boyutta, hangi türde yapılacağına dair bilgileri sunmaktadır. Mahalle birimlerinde nüfusun gösterdiği ihtiyaca ve harita üzerinde belirlenen uygun noktalar, atık toplama noktaları olarak belirlenir. Vatandaş portallara internet sitelerinden erişerek bulunduğu



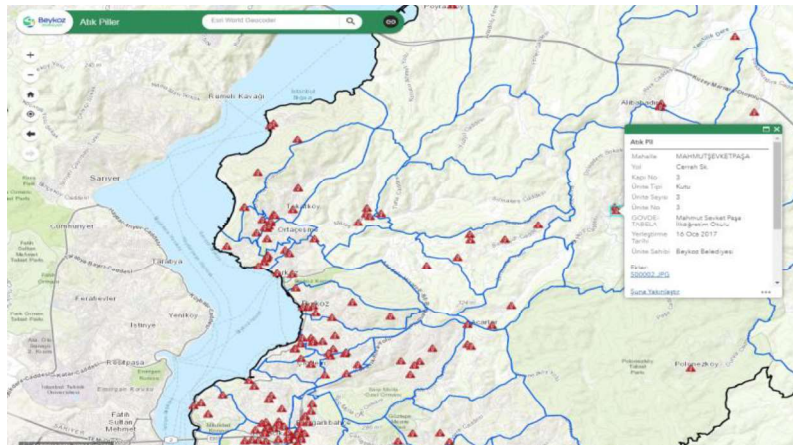
noktaya en yakın atık toplama noktasına türüne göre seçim yaparak CBS'nin sunduğu ağ analizi aracılığı ile erişebilmektedir.

İstanbul'un Beykoz İlçe Belediyesi'nin yapmış olduğu "Çevre Portalı" aracılığı ile vatandaşlar atık toplama noktalarına erişebilmektedir. İnternet sitesi üzerinden plastik, metal, cam, elektronik atık, atık pil, atık ilaç, kağıt-karton-kompozit, bayat ekmekek, bitkisel atık yağ gibi atıkların yanı sıra ihtiyaç fazlası tekstil-giysi, oyuncak ve kitap gibi

malzemeler de toplanmaktadır (URL 2). Atıklar Şekil 1'de yer aldığı gibi bir arada yer alan atık kutularında da toplanmaktadır. Bunun yanı sıra Şekil 2'deki gibi atık noktalarına tıklandığında o noktaya dair bilgiler listelenmektedir. Haritadan adres ile ya da seçim ile belirlenen konumdan, atık toplama noktası aratılıp yol tarifi alınabilmektedir. Şekil 3'te atık toplama noktalarının adresleri, türleri, çalışma saatleri ve hangi tarihten itibaren hizmet vermekte olduğu bilgisi tablo ile vatandaşlara sunulmaktadır.



Şekil 1: Beykoz Belediyesi Atık Toplama Kutusu (URL 3)

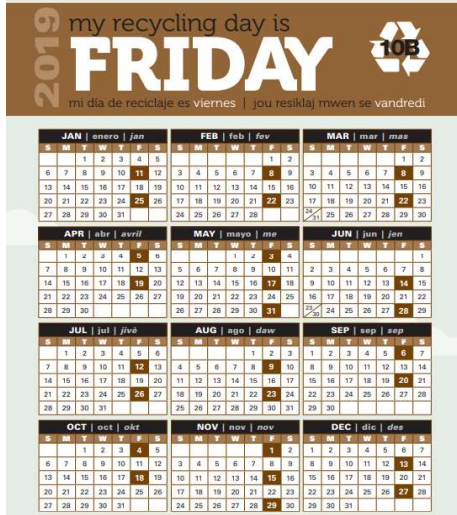


Şekil 2: Beykoz Belediyesi Atık Pil Toplama Merkezleri Haritası (URL 4)

Atık Toplama Merkezi	Bölge	Hizmet Saati	Özellikler																		
Harita	Yol	Teknik Çözümler Gözet	Atık Türü	Hizmet Saati	Atık Türü	Hizmet Saati	Atık Türü	Hizmet Saati	Atık Türü	Hizmet Saati	Atık Türü	Hizmet Saati	Atık Türü	Hizmet Saati	Atık Türü	Hizmet Saati	Atık Türü	Hizmet Saati	Hizmet Saati	Yerleşime Tarihi	
KARABİR	Karabir Çarşısı	7	Açık-Akıl Toplama Merkezi	Var	Beşiktaş Belediyesi	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	
KARADİĞİR	Yahya Kemal Bulvarı 25.	7	Karadığır Atık Toplama Merkezi	Var	Beşiktaş Belediyesi	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	
GÖKSU	Göksu Çarşısı	7	Akıl Toplama Merkezi	Var	Beşiktaş Belediyesi	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	21. Ağu 2015
KARABİR	Düğün Sokak	7	Akıl Toplama Merkezi	Var	Beşiktaş Belediyesi	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	4. Ağu 2014
GÖKSU	Kızılkaya Çarşısı	7	Akıl Toplama Merkezi	Var	Beşiktaş Belediyesi	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	21. Ağu 2015
ÇİFTLİK	Kavaklı Sokak	7	Akıl Toplama Merkezi	Var	Beşiktaş Belediyesi	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	3. Ağu 2015
ÇİFTLİK	Foto Sokak	7	Akıl Toplama Merkezi	Var	Beşiktaş Belediyesi	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	21. Ağu 2015
KARABİR	Karabir Çarşısı	7	Akıl Toplama Merkezi	Var	Beşiktaş Belediyesi	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	21. Ağu 2015
ÇİFTLİK	Yıldırım Çarşısı	7	Akıl Toplama Merkezi	Var	Beşiktaş Belediyesi	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	21. Ağu 2015
ÇİFTLİK	Sarıyer Çarşısı	7	Akıl Toplama Merkezi	Var	Beşiktaş Belediyesi	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	21. Ağu 2015
KARABİR	Karabir Çarşısı	7	Akıl Toplama Merkezi	Var	Beşiktaş Belediyesi	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	23. Tem 2016
REVA	Sül. Mahmut Ak Jener Çarşısı	7	Akıl Toplama Merkezi	Var	Beşiktaş Belediyesi	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	23. Tem 2016

Şekil 3: Beykoz Belediyesi Atık ve Geri Dönüşüm Özniteliği Tablosu (URL 4)

Amerika Birleşik Devletleri'nin Florida Eyaleti'nde bu konuya dair Miami'nin Dade bölgesinde donatı, hükümet, altyapı, demografi ve atık-geridönüşüm verilerini içeren portal hizmeti sunulmaktadır. Şekil 3'te görüldüğü gibi seçilen konuma yakın kimyasal atık merkezleri ve atık toplama ve geri dönüşüm merkezleri listelenmektedir. Beykoz Belediyesi'nin yapmış olduğu portaldan farklı olarak birçok veriyi sunmasının yanı sıra atıkların toplandığı günleri de göstermektedir. Aynı zamanda seçilen konumdan merkeze rota oluşturulmaktadır.



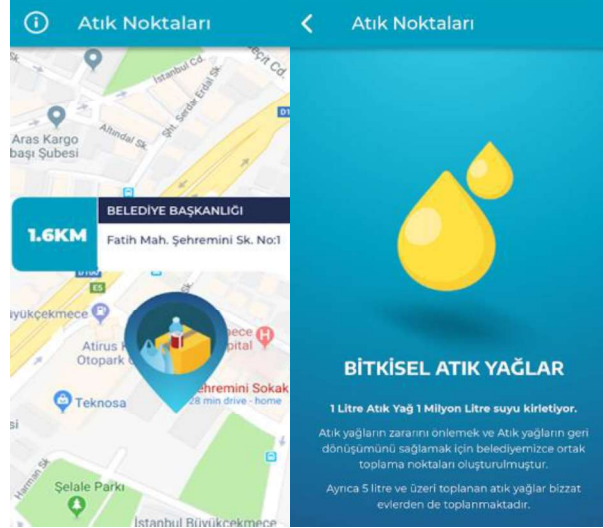
Şekil 4: Miami-Dade 2019 yılı çöp ve geri dönüşüm takvimi (URL 5)

Şekil 4'te görüldüğü gibi çöp ve geri dönüşüm günleri yıllık olarak belirlenmekte ve bir takvim olarak vatandaş ile paylaşılmaktadır.

#### 4.3.Katı Atıkların Toplanmasına Dair Mobil Uygulamalar

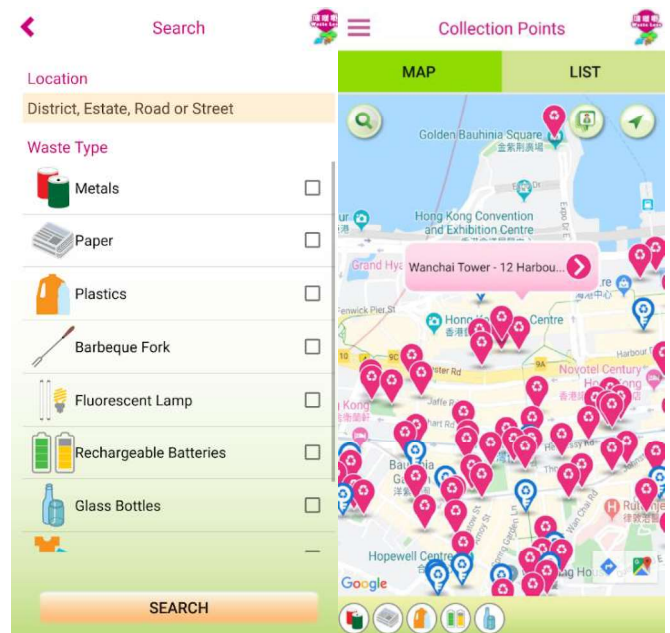
Mobil uygulamalar, portallarda vatandaşa sunulan bilgilere daha kolay ve hızlı erişim sunmaktadır. Türkiye ve dünyada, katı atıkların toplanmasına dair vatandaşların katılımını ve bilgilendirilmesini sağlayan mobil uygulama örnekleri yer almaktadır. İstanbul il sınırları içerisinde yer alan Büyükçekmece Belediyesi bünyesinde 2018 yılında katı atıkların toplanmasına dair " Geri Dönüşüm Noktalarımız" adında bir mobil uygulama oluşturulmuştur. Büyükçekmece Belediyesi'nin amacı çevreye ve geri dönüşüme katkıda bulunmak için atıkların kaynağında ayrıştırılmasının ve geri dönüşüme dair vatandaşın bilgilendirilmesidir. Google Play Store ve App Store'dan telefon ve tabletlere indirilebilen bir uygulamadır. Amacı, çevreye ve geri dönüşüme katkıda bulunmak için atıkların kaynağında ayrıştırılmasının ve geri dönüşüme dair vatandaşın bilginin artırılmasıdır.

Uygulama, ambalaj, bitkisel yağ, tekstil, elektronik ve pil atıklarına dair toplama noktalarını, bu noktalara istenilen haritalar üzerinden rota erişimi ve Büyükçekmece Belediyesi Çağrı Merkezi ile telefon ve e-mail yoluyla iletişim bağlantılarını içermektedir (URL 6).



Şekil 5: Büyükçekmece Belediyesi "Geri Dönüşüm Noktalarımız" mobil uygulaması (URL 6)

Atık toplama konusunda mobil uygulamanın başka bir örneği Hong Kong Özel İdari Bölgesi Hükümeti Çevre Koruma Dairesi (EPD) tarafından geliştirilen bir mobil uygulamadır. Waste Less'in amacı; vatandaşların geri dönüşüm süreci hakkında bilgilendirilmesi ve sürece katılmasıdır.



Şekil 6: Hong Kong "Waste Less" mobil uygulaması (URL 7)

Bu uygulama; katı atık türlerine göre toplama noktalarının konumu, yol tarifi, atıkların ayrıştırılmasına yöntemleri, atık toplama gün ve saati gibi bilgileri, atıkları atmayı hatırlatan bir takvim, kullanıcının geri dönüşüme yaptığı katkıları kaydetmesi için bir geri dönüşüm günlüğü ve geri dönüşüme dair haberler içermektedir (URL 7).

Hong Kong'da yapılan mobil uygulama vatandaşların katılımını;

- Atık toplama noktalarının konumu,
- Yol tarifi,
- Atıkların ayrıştırılma yöntemleri,
- Atık toplama gün ve saati,
- Hatırlatıcı,
- Geri dönüşüm günlüğü,
- Geri dönüşüm haberleri ile sağlamaktadır (URL 7).

## 5.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çevre kirliliğine sebep olan atıkların toplanması, yeniden kullanılması, geri dönüştürülmesi, geri kazandırılması, bertarafı, atık üretiminin önlenmesi ve azaltılması süreci Büyük Şehir Belediyeleri ve yerel yönetimler tarafından yönetilmektedir. Atıklar, vatandaş ile doğrudan ilişki kurabilen yerel yönetimlerin yetki, sorumluluk ve gücü ile çeşitli çalışmalar sonucunda toplanmaktadır. Mevcut çalışmalar CBS ile geliştirilmekte ve Yeşil Belediye Karnesi'nin vurguladığı gibi vatandaş ile paylaşılmaktadır.

Katı atıkların türlerine göre toplanma sürecine, mobil uygulama ve portallar ile, vatandaşlar da katılmaktadır. Vatandaşlar yerel yönetimlerin internet sitelerinden portallara erişebilmektedir. İnternet sitelerinde atıkların türlerine göre nerede, hangi günlerde toplandığı bilgileri paylaşılmaktadır. Burada CBS'nin sözel ve sayısal verileri toplama, depolama ve görselleştirme işlevinden yararlanılmaktadır. Aynı zamanda katı atık toplama noktaları, CBS aracılığı ile alana dair verilerin bir araya getirilip analiz edilmesi sonucunda belirlenmektedir.

Günümüzde teknolojinin gelişmesi ile beraber akıllı telefonlar günlük hayatın içerisinde önemli bir yer sahip olmuştur. İnsanlar her türlü bilgiye akıllı telefonlar aracılığı ile erişmektedir. Atıkların toplanması konusunda da, yerel yönetimlerin hareketi ve CBS ile derlenen, görselleştirilen veriler akıllı telefonlar sayesinde vatandaşa sunulmaktadır. Bu çalışmada incelenen örneklerde; kişinin yakınındaki atık toplama noktaları, atıkların türlerine göre toplanmasının gerekliliği, geri dönüşüme dair bilgiler, atık toplama günleri, takvimi ve

hatırlatıcısı, kişinin toplama noktalarına bıraktığı atık miktarı, bu atıkların geri dönüşüm bilgisi, karşılaşılan problemlerin ve geri dönüşlerin sağlanabileceği iletişim araçları bu uygulamalar ile sağlanmaktadır.

Yerel yönetimlerin kendi aralarında bilgileri paylaşması ve bir kentin atık üretimi, toplanması, geri dönüşümü ve yerelin atıkların sebep olduğu çevre sorunlarına çözüm bulma konusunda nerede olduğunun tespitinin yapılabilmesi için bahsi geçen mobil uygulamalar kent ölçeğinde geliştirilmelidir.

Önerilen mobil uygulamada;

- Bir kentin her ilçesinde, vatandaşlar kendi cinsiyet, yaş, adres, ailesinde yer alan birey sayısı gibi bilgileri girerek mobil uygulamayı kullanmaya başlayacak.
- Bu bilgiler vatandaşlar arasında gizli olacak. Fakat yerel yönetimler bu bilgiler ışığında atık toplama konusunda eksik kalan, geliştirilmesi gereken yerlerin, grupların tespitini yaparak çözüm geliştirebilecek.
- Uygulamaya kullanıcılar plastik, cam gibi anahtar kelimeler ile hangi atığı hangi atık toplama noktasına götürebileceğini aratabilecek.
- Seçilen konumdan toplama noktalarına, Google Maps aracılığı ile, rota oluşturulabilecek.
- Her ilçenin toplamış olduğu atık miktarı haftalık/aylık olarak hesaplanarak mahalle ölçeğinde uygulamaya işlenecek.
- Toplanan atık miktarı, vatandaş ve yerel yönetimler tarafından erişilebilecek. Bu sayede yerel yönetimler ve vatandaş üretilen ve dönüştürülen atık miktarını karşılaştırmalı olarak gözlemleyebilecek.
- Her yerel yönetimin kendi içerisindeki atık toplam günleri sisteme işlenerek vatandaşlara bildirim yolu ile hatırlatılacaktır.
- Hangi atığın ne tür olduğuna dair bilgilendirme bölümü olacak.

Önerilen mobil uygulama ile yerel yönetimleri ve vatandaşları teşvik etmesi, atık üretiminin boyutu konusunda bilgilendirilmesi, atıkların geri dönüşümünün kolaylaştırılması, atık üretiminin azaltılması ve atıkların yarattığı çevre sorunlarının önlenmesi amaçlanmaktadır.

## 6.KAYNAKLAR

Batal, S. & Kızılboğa, R. (2012). *Türkiye’de çevre sorunlarının çözümünde yerel yönetimlerin rolü ve önemi*. Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 191-212.

Çabuk, S. 2015. *CBS'nin Yerel Yönetimlerde Kullanımı ve Kent Bilgi Sistemleri*. Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi, 7(3), 69-87.

ÇŞB. 2015. Atık Yönetimi Yönetmeliği. Resmi Gazete, 29314, 2 Nisan 2015 Perşembe.

Huisman, O., & De By, R. A. 2009. Principles of geographic information systems. ITC Educational Textbook Series, 1, 17.

Oktay, E., & Pekküçükşen, Ş. 2009. *Yerel yönetimlerin demokratikleşmesinin bir aracı olarak sivil toplum kuruluşları-Türkiye için kısa bir değerlendirme*. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal Ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 2009(1), 172-186.

Öktem, B. 2016. *Atık Yönetiminde Entegre Uygulama*. Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi, 6(2/1), 135-147.

Tataroğlu, M. 2007. *Kamu yönetiminde coğrafi bilgi sistemi (CBS) teknolojisi ve etik*. Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar, 44(513), 47-61.

Tecim, V. 1999. *Bilgi teknolojilerinde yeni bir gelişme: Coğrafi Bilgi Sistemleri ve bilgi sistemleri arasındaki yeri*. Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 14(1), 1-12.

Yeşil Gelecek Derneği. 2019. *Yeşil belediye karnesi raporu*. (<https://yesilgelecekdernegi.org/yesil-belediye-karnesi-2/>)

Yomralıoğlu, T. 2000. “Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar”, 5.Baskı (2009), s.480, ISBN 975-97369-0-X, İstanbul.

### İnternet Kaynakları

URL1:<https://www.esri.com/library/bestpractices/w-hat-is-gis.pdf> (Erişim Tarihi 17 Kasım 2019).

URL 2: <http://ecevre.beykoz.bel.tr/sayfa/47/41/cbs-harita-servisleri>(Erişim Tarihi 20 Aralık 2019).

URL3:[https://e\\_cevre.beykoz.bel.tr/gisserver/rest/services/TemizlikVT/AtikGetirmeMerkezleri/FeatureServer/0/19/attachments/19](https://e_cevre.beykoz.bel.tr/gisserver/rest/services/TemizlikVT/AtikGetirmeMerkezleri/FeatureServer/0/19/attachments/19) (Erişim Tarihi 15 Aralık 2019).

URL4:[https://e\\_cevre.beykoz.bel.tr/gisportal/apps/webappviewer/index.html?id=a196a992fbbf428cb336a935c157409c](https://e_cevre.beykoz.bel.tr/gisportal/apps/webappviewer/index.html?id=a196a992fbbf428cb336a935c157409c) (Erişim Tarihi 20 Aralık 2019).

URL5:[https://gisweb.miamidade.gov/communityservices/RecyclingCalendar/calendar\\_B\\_10.pdf](https://gisweb.miamidade.gov/communityservices/RecyclingCalendar/calendar_B_10.pdf) (Erişim Tarihi 20 Aralık 2019).

URL6:<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.bodev.android.atikbuyukcekmece&gl=TR> (Erişim Tarihi 13 Kasım 2019).

URL7:[https://play.google.com/store/apps/details?id=hk.com.codecrafters.wsb&hl=en\\_US](https://play.google.com/store/apps/details?id=hk.com.codecrafters.wsb&hl=en_US) (Erişim Tarihi 13 Kasım 2019).

# KENTSEL VERİ ANALİZİNDE VERİ KAYNAĞI OLARAK SOSYAL AĞLAR

Sibel ÖZDEN (ORCID: 0000-0002-3125-6581)

Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Enformatik Bölümü  
e-posta:mim.sibelozden@gmail.com

## ÖZET

Bilgi ve iletişim teknolojilerinin gelişimi ile birlikte kentsel veri artmaktadır. Kullanıcılar sosyal ağlar üzerinden kente dair veriler üretmektedir. Sosyal ağlar üzerinden kullanıcılar tarafından üretilen büyük kent verisi, kentsel veri analizlerine kentin barındırdığı ilişki yapının izlenebilmesi ve irdelenebilmesi açısından önemli girdiler sağlamaktadır. Bu makalede sosyal ağlar üzerinden yapılan kentsel veri analizlerine, analizlerde uygulanan yöntemlere ve analizlerin potansiyellerine değinilecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Kentsel veri; Kentsel planlama; Sayısal yöntem; Veri madenciliği; Sosyal ağ analizi.

## ABSTRACT

Urban data is increasing with the development of information and communication technologies. Users generate data on the city through social networks. Big city data produced by users over social networks provides important inputs to urban data analysis in terms of monitoring and analyzing the relational structure of the city. In this article, urban data analysis over social networks, methods used in analysis and potentials of analysis will be discussed.

**Keywords:** Urban data; Urban planning; Digital method; Data mining; Social network analysis.

## 1. GİRİŞ

Kentler yapılarında karmaşık ve ilişki sistemler barındıran çok katmanlı oluşumlardır. Kente ait verinin incelenmesi ve analiz edilmesi kentin dönüşeceği durumu öngörebilmek ve planlama stratejileri geliştirebilmek için önemlidir.

Bilgi ve iletişim çağının parçası olan sosyal ağlar, kentin kullanıcıları tarafından üretilen kente ait büyük verinin oluşmasında önemli rol oynamaktadır. Kent verisi girdilerinin çözümlenip ayrıştırılabilmesi için kullanılan yöntemlerden biri de sosyal ağ verilerinden elde edilen analizlerdir.

Uygun yöntem ve tekniklerle yapılan sosyal ağ analizleri, kentsel verinin geniş ölçekli, kapsamlı ve eş zamanlı olarak okunabilmesi sürecinde potansiyellere sahiptir. Kente ait sosyal ağ verisi, güncellenmesi uzun zaman aralıkları gerektiren geleneksel yöntemlere göre, kentin değişimi ve dönüşümünü kısa zaman aralıklarında gözlemleyebilen ve zaman içerisindeki değişimleri karşılaştırmalı olarak izleyebilen çözümler sunmaktadır.

Kentsel verinin sosyal ağ analizi yöntemiyle okunması, kentteki toplumsal ilişkiler, ortak payda, sosyal sınıflar, aktörler, mekân aktivitesi, yaya hareketliliği, aktiviteye bağlı arazi kullanımı, kullanıcı etkinliği, kentsel ve kolektif bellek gibi dinamiklerin çözümlenmesine katkı sağlar. Böylece kentin mevcut ve gelecek durumlarına yönelik sosyal, kültürel, ekonomik veya siyasal öngörüler oluşturabilmek, kentsel planlama kararlarını alabilmek, ihtiyaçların ve sorunların tutarlı bir şekilde saptanmasının ardından doğru çözümleri uygulayabilmek mümkün olacaktır.

## 2. KENTSEL VERİ

Kent, içerisinde fiziksel ve sosyal yapılar barındıran üretken ve dinamik bir sistemdir. Kentsel veri ise kenti oluşturan dinamiklerin ürettiği eylemler bütünüdür. Kent verisi; nüfus yoğunluğu, kırsal-kentsel nüfus oranı, arazi kullanımı, ulaşım, kentsel doku, yaya akışı, sosyo-kültürel, ekonomik, dini veya siyasal veriler, sivil toplum veya yerel yönetim aktörleri, kolektif bellek gibi çeşitli nitel veya nicel değerlerden oluşabilir. Kentsel veri, kentsel planlamada ortaya çıkabilecek sorunları önceden tahmin edebilmek ve sorunlara çözüm üretebilmek için önemli bir kaynaktır. Kenti oluşturan öğelerin birbiri arasında, sürekli değişen ve gelişen ilişki yapının oluşturduğu çok katmanlılığın anlaşılıp yorumlanabilmesi ve

planlamada araç olarak kullanılabilmesi kente ait verinin çözümlenmesiyle mümkün olmaktadır.

Kent verisi hacmi, dinamikliği ve değişkenliğiyle büyük veri niteliği taşıyan kapsamlı bir veri setidir. Dolayısıyla, kentsel veriyi elde edebilmek, analiz edebilmek ve kullanılabilir hale getirebilmek için büyük veriden yararlanılır.

### 2.1. Büyük Veri

Büyük veri, kaynağı; cep telefonları, kredi kartları, ulaşım ağları, sosyal medya gibi gündelik yaşamın pratikleri üzerinden tanımlanan sayısal yöntemlerle okunabilecek büyüklükteki veriyi tanımlar (Offenhuber ve Ratti, 2014). Geniş ölçekli, gerçek zamanlı ve kapsamlı bir veri tabanıdır. Çeşitlilik, hız ve hacim özellikleri büyük veriyi geleneksel veri işleme yöntemlerinden ayırmaktadır.

Büyük veriye girdi sağlayan kaynaklardan biri olan sosyal ağlar, insanların İnternet ortamında tanımlanmış olduğu kullanıcı profilleri üzerinden paylaşım yaparak sosyal ilişkiler kurmalarını ve haberleşmelerini sağlayan yazılımlardır. Yalnızca görsel veya yazılı medyadan oluşan gazete, televizyon gibi geleneksel iletişim araçları, haberleşmenin tek taraflı gerçekleşmesini sağlarken sayısal tabanlı sosyal ağlar, mekân ve zaman bağlayıcılığı olmayan sanal platformlar sunarlar. Sosyal ağların sağladığı sanal ortamlar bireyler ve gruplar arasındaki karşılıklı etkileşimi kolaylaştırırken, sosyal dönüt için çeşitli seçenekler meydana getirmekte dolayısıyla sosyal ilişkiler yumağı oluşumunu desteklemektedir (Boyd, 2003).

Günümüzde Facebook, Twitter, Instagram, Foursquare ve Swarm gibi sosyal ağlar en çok kullanılan iletişim ve bilgi paylaşım platformlarından.

Facebook, insanların iş, okul arkadaşları ve yakın çevresi ile iletişim kurmalarını sağlayan, kişisel sayfaları üzerinden fotoğraf, video, metin paylaşımına olanak tanıyan bir sosyal ağ iken; Twitter, kullanıcıların tek seferde 280 karakter ile sınırlı bir metni paylaştığı; Instagram, video ve fotoğraf paylaşımı ile canlı yayın olanaklarının sağlandığı sosyal ağ platformlarından. Foursquare ve Swarm ise lokasyon bazlı konum bildirimini yapılan uygulamalardır.

Kullanıcılar tarafından kent için her gün fazla sayıda veri sosyal ağlar üzerinden üretilmektedir. Çeşitli sosyal ağlar üzerinden metinsel, görsel, istatistiksel olarak çeşitli şekillerde üretilen büyük kent verisinin sayısal olarak çözümlenmesi, bilgi ve iletişim teknolojileri ile kent arayüzünde meydana gelen kente ait izlerin okunması ve dinamik kentsel

yapı ilişkilerinin yorumlanabilmesi için büyük veriden yararlanır.

## 3. KENTSEL VERİ ANALİZİNDE KULLANILAN SAYISAL YÖNTEMLER

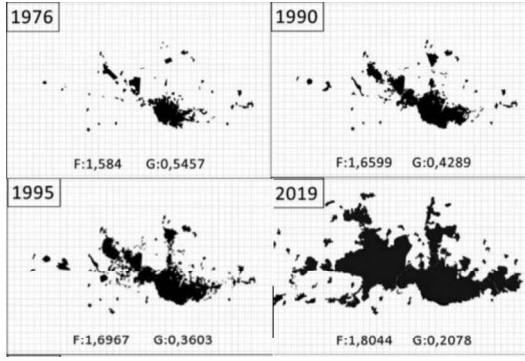
Kentsel veri, geçmişten günümüze farklı sayısal yöntemlerle analiz edilmiştir. Bu sayede kentin karmaşık sistemine ait kuralların temellendirilmesi ve anlamlandırılmasıyla kentsel planlamanın faydalı bir biçimde geliştirilmesi amaçlanmıştır. Kentsel veriyi anlamlı hale getirmek için kullanılan sayısal yöntemlerden bazıları şunlardır:

### 3.1. Fraktal Geometri Yöntemi

Fraktaller, benzer formların ölçekten bağımsız farklı gözlem seviyelerinde tekrarlanması olarak tanımlanabilir. Kendine benzerlik (selfsimilarity) ve 1 ile 2 arasında ölçülen fraktal boyut (fractal dimension) olmak üzere iki temel özelliğe sahiptir (Oestreicher, 2007). Fraktal geometri ise doğada; bir ağacın dallanmasında, bulutlarda, denizlerde, şimşek veya deprem gibi doğal olaylarında, insan vücudundaki damarların kılcallanmasında rasgele bir oluşumun varlığını reddeder ve ölçek büyüyerek karmaşık bir sistem oluştursa da belirli bir kurala göre büyüyüp sistemin kendi kendini tekrar ettiği görülmektedir.

Batty ve Longley 1994'te yazdıkları 'Fraktal Cities' kitabında, kentlerde de fraktal analizin kullanılabileceği fikrini ortaya atmışlardır (Batty ve Longley, 1994). Kent analizinde kullanılan fraktal geometri yönteminde iki boyutlu plan görselleri ve bu görsellerin piksellenmiş görünümünden yararlanılarak kentin fiziksel ve mekânsal boyutuna ve kentin gelecekteki dönüşümüne dair çıkarımlar yapılabilir.

Kentsel veri analizinde fraktal geometrinin kullanımına, Bursa ilinin dokusundaki biçimsel değişimlerin fraktal geometri yöntemiyle incelendiği çalışma örnek gösterilebilir. Çalışma kapsamında Bursa'ya ait kentsel dokunun fraktal ve gözeneklilik değerleri hesaplanarak sayısal bir yöntem ile kentin yayılma süreci ve doğrultusundaki değişim, yeni yapılaşma alanları, son 15 yıllık süreçteki morfolojik değişimi kentin mevcut haritasındaki izlerden yola çıkarak hesaplanmış ve kentin yapılaşmaya dair batı ve kuzeybatı yönlerinde daha hızlı bir değişim gösterdiği belirlenmiştir (Ediz vd, 2019).



Şekil 1. Bursa kent dokusunun farklı yıllardaki fraktal ve gözeneklilik değerleri (Ediz vd., 2019).

Fraktal geometri yönteminde analiz edilen kentsel dokunun iki boyutlu plan görüntüsünün çözünürlük kalitesi ve detay ile ölçeğin uyumu, kentin yapılaşmış ve yapılaşmamış alanlarının mevcut durum ile uyumlu bir şekilde analize aktarılmış olması, analizlerin doğru sonuç verebilmesi açısından önemlidir. Diğer taraftan, analizlerde uydu görüntülerinin kullanılması, karmaşık bir sistem olan kentin değişen dinamiklerini irdelemek ve kentin gelişimini sürdürülebilir bir şekilde gözlemlemek için yetersiz kalmaktadır ve bu yöntem belirli aralıklarla tekrarlanmadığı sürece varılan sonuçların güncelliğini koruyamayacağı söylenebilir.

Sonuç olarak, bu yöntemin kentsel veri analizinde kullanılması kente dair kısa dönemli öngörüler için mümkündür ancak kentlerin sürekli büyüyüp değişen dinamik yapısı göz önüne alındığında kent için uzun vadeli veri tahmini bu yöntemle mümkün olmamaktadır.

### 3.2. Hüresel Otomat (Cellular Automata)

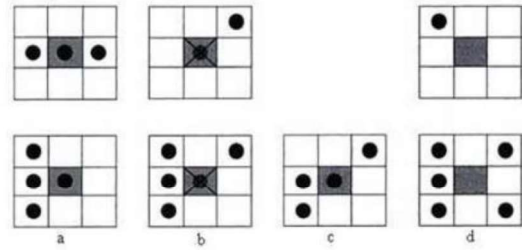
Hüresel Otomat kavramı John von Neumann tarafından 1950 yılında biyolojik sistemlerden esinlenilerek ortaya çıkarılan bir sistemdir. Neumann başlangıçta bu sistemi bir bilgisayar geliştiricisi olarak kullanmayı amaçlamıştır (Sarkar, 2000). John Conway ise bu sistemden yola çıkarak 1970 yılında 'Hayat Oyunu' modelini geliştirmiştir. Bu model, bir organizmanın yer aldığı ortamların özelliklerine göre davranışlarını inceler (Conway, 1970).

Hayat Oyunu modelinde bir hücre kendine komşu olan sekiz hücrenin bilgisine göre kendi durumunu belirlemektedir. Bu kural neticesinde hücre canlı veya ölü olarak oluşabilmektedir. Herhangi bir hücre için hücrelerin durumları şu şekilde olabilir (Ayazlı, 2011):

- Bir canlı hücrenin sonraki nesle değişikliğe uğramadan geçmesi için, komşu

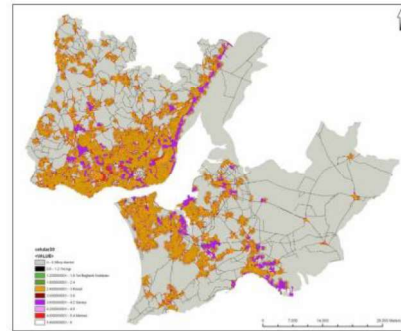
hücrelerinden iki ya da üç tanesinin canlı olması gerekir. (Şekil 2a).

- Eğer bir canlı hücre üçten daha fazla canlı komşuya sahipse kalabalıklaşma nedeniyle, ikiden daha az canlı komşu hücreye sahipse yalnızlık nedeniyle ölür (Şekil 2b).
- Bir ölü hücrenin komşularından üç tanesi canlı olduğu takdirde o hücre canlanır. (Şekil 2c).
- Eğer bir ölü hücre üçten fazla ya da ikiden az canlı komşu hücreye sahip ise ölü durumda devam eder (Şekil 2d).



Şekil 2. Hayat Oyunu (Ayazlı, 2011)

Kentsel veri analizinde hüresel otomat yöntemi kullanılarak Lizbon şehrinin gelecekteki kestirim modeli oluşturulmuş, kentin gelişimi ve dokusundaki değişim incelenmiştir. Analizler için Lizbon şehrinin arazi kullanım haritası, coğrafi bilgi sistemleri araçları ve modele uygun bir bilgisayar programı kullanılmıştır. Kent haritası hücrelere ayrılmış ve hücreler üzerinden hüresel otomat modeli uygulanarak analizler yorumlanmıştır. Şekil 3'te sarı renk konut alanlarını, mor renk sanayi alanlarını, kırmızı renk ticaret alanlarını, gri renk ise boş alanları göstermektedir. Sonuç olarak Lizbon şehrinin modelinden, kentin mevcut yapılaşma çevresinde bir gelişim gösterdiği ve konut, hizmet ve ticaret donatılarının 30 yıl boyunca artış göstereceği sonrasında ise duracağı çıkarımı yapılmıştır (Başlık, 2008).



Şekil 3. Lizbon Cellular Automata Kestirim Modeli (30 yıl) (Başlık, 2008).

Bu analiz yöntemi, karmaşık sistemlerin kurallarının temellendirilmesi amacıyla kullanılır ve sisteme ait öngörülerin oluşturulmasını sağlar. Planlamada amaç mevcut durum üzerinden geleceğe yönelik öngörüler sunmak ve süreçleri doğru biçimde yöneterek doğabilecek sorunlara çözümler üretebilmektir. Kent karmaşık bir sistemdir dolayısıyla kentsel büyüme simülasyonlarında ve kentsel planlamada bu yöntem yaygın olarak kullanılmaktadır ancak mevcut durum üzerinden yapılan analizler kentin çok boyutlu yapısını anlamlandırmak için tek başına yeterli olmayacaktır.

### 3.3. Veri Madenciliği

İçerisinde bulunan bilgi çağında veri hızla artmakta ve meydana gelen bilgi havuzundan gerekli olanı ayırt etmek zorlaşmaktadır. Gerekli bilgiye ulaşma sürecinde önemli yöntemlerden biri de 'veri madenciliği' yöntemidir.

Veri Madenciliği, büyük veri tabanlarından, çok net olmayan, üstü kapalı, önceden bilinmeyen ancak potansiyel olarak kullanışlı olabilecek bilginin çıkarılmasıdır (Fayyad vd., 1994).

Veri madenciliği, büyük veriyi analiz etmek, anlamlı hale getirmek ve veriden ihtiyaç olan bilgiye ulaşmak amacıyla kullanılır. Veri madenciliğine kaynak olan farklı yöntemler vardır. Bu makalede, veri madenciliğinde sosyal ağ analizi yöntemi üzerinde ağırlıklı olarak durulmuştur.

Sosyal ağlar, yöntemin kullanıcılar tarafından üretilen fazla sayıda verinin analizi ve kullanılabilir hale getirilmesi için uygulandığı alanlardan biridir. Sosyal ağlar günümüzde, bireyin kent içerisindeki davranışlarını ve eylemlerini çeşitli yollarla sanal ortama veri olarak girdiği bir araç olmaktadır. Böylece birey kullanıcı olduğu kentin verisini kendisi üretmektedir. Kente ait veri, sosyal ağ üzerinden çeşitli yollarla üretilebilir ve kente ya da bir parçasına ait farklı çıkarımların meydana gelmesine katkıda bulunabilir.

## 4. KENTSEL VERİ ANALİZİNDE SOSYAL AĞLARIN KULLANIMI

Sosyal ağlar kentsel veri analizlerinde farklı yöntemlerle kullanılmaktadır. Kullanılan bu yöntemler, analiz için elde edilen verilerin sınıflandırılması ve anlamlandırılması açısından önemlidir. Bu makalede yapılan araştırmalara göre, kentsel veri analizinde sosyal ağların kullanıldığı yöntemleri aşağıdaki kategorilere ayırmak mümkündür:

### 4.1. Coğrafi Tabanlı Konum Analizi

Kullanıcıların görsel, metin ya da fotoğraf gibi medya öğelerine etiketledikleri 'nerede oldukları bilgisi'nin mekânsal olarak analiz edilmesidir. Konum tabanlı sosyal ağların en çok kullanılanları Foursquare, Swarm gibi uygulamalardır. Kullanıcılar lokasyon bazlı sosyal ağlar aracılığıyla gittikleri mekândaki diğer kullanıcılarla iletişime geçebilir, konum geçmişlerini görebilir ve bulunduğu mekânı puanlayabilirler. Böylece kullanıcı bir mekânı deneyimlemeden o mekân hakkında bilgi sahibi olabilmekte ve tercihini beğeni sayısına ya da yapılan yorumlara göre değiştirebilmektedir.

Coğrafi Tabanlı Konum Analizi, lokasyon bazlı sosyal ağlar üzerinden verilerin çekilip sayısallaştırılmasıyla kente dair aktif olarak hangi mekânların hangi saat aralıklarında en fazla kullanıldığı ve kentte kullanılmayan işlevsiz alanların nereler olduğu, ticari ve ekonomik açıdan en çok hangi mekânların tercih edildiği bilgisinin öngörülmesine fayda sağlayabilir. Yapılan analizlerle sosyal, kültürel, ekonomik açıdan kentin gelişim göstereceği noktalar önceden tahmin edilebilir. Örneğin, açılacak yeni bir işletme için kentin işlek ticaret aksı önerilebilir.

### 4.2. Kullanıcı Profili Analizi

Mekânı kullanan insanların yaş, cinsiyet, meslek vb. kriterlere göre profillerinin analizidir. Facebook, Instagram gibi yaygın kullanılan sosyal ağlardan kullanıcı profiline detaylı bir biçimde ulaşılabilir. Dolayısıyla kent içerisindeki kullanım ve hareketlilik mekânların kullanıcı profiline göre analiz edilebilir. Örneğin, bir kafe, kütüphane, sosyal tesis ya da meydanın hangi yaş grubundan ve cinsiyetten kullanıcılar tarafından yoğunlukla ziyaret edildiği bilgisi, demografik yapı ile ilişki kurularak yere ait fonksiyonel gereksinimlerin açığa çıkmasını sağlayabilir.

### 4.3. Kullanıcı Etkinliği Analizi

Kullanıcının kullandığı mekânda hangi aktiviteleri yaptığını analiz etmektir. Kullanıcıların mekân ile birlikte paylaştıkları metin ya da fotoğraflardan mekânı ne tür bir işlevle kullandıkları bilgisine ulaşılabilir. Aynı zamanda kullanıcı mekânı etkin bir biçimde kullanırken oraya ait hislerini de aynı platform üzerinden paylaşabilir. Böylece kente ait bir mekânın işlevi doğrultusunda kullanılıp kullanılmadığı irdelenip planlama stratejileri geliştirilebilir.



#### 4.4. Mekânın Beğeni Analizi

Sosyal ağ platformlarında mekânın beğeni ve tavsiye edilme sayısını analiz ederek mekânın popülerliği ve aktif kullanılıp kullanılmadığı hakkında fikir edinmektir. Sosyal ağ platformları sayesinde insanlar birbirlerinin yorumlarını okuyarak hiç gitmedikleri bir yer hakkında bilgi sahibi olabilmekte ve tercihlerini mekâna ait yorum ya da beğeni sayısına göre değiştirebilmektedir. Dolayısıyla günümüzde bilgi ve iletişim teknolojileriyle kentin ilişkisel yapısı, sosyal birliktelik ve etkileşimlerden eş zamanlı olarak etkilenmektedir. Mekânsal beğeni sayılarının analiz edilmesiyle bu etkileşimi ve meydana getireceği sonuçları tahmin edebilmek, mekânın popülerliğini etkileyen faktörlerin ve kullanıcının beklentilerinin karşılaştırmalı analizlerle açığa çıkmasını sağlamak mümkün olabilmektedir.

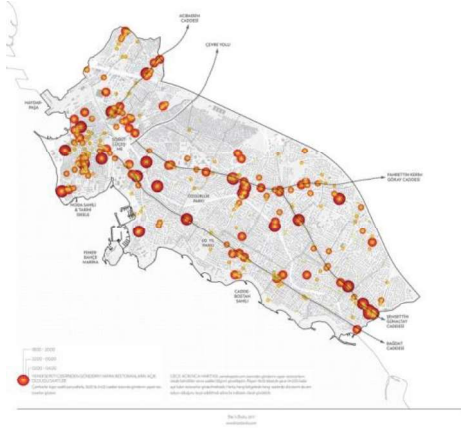
#### 4.5. Gece-Gündüz Kullanım Süresi Analizi

Mekânın kullanıcılar tarafından hangi saatlerde yoğun olarak kullanıldığını sosyal ağ verileri üzerinden inceleyerek gece-gündüz kullanım sürelerini karşılaştırmalı olarak analiz etmektir. Gece-gündüz kullanım süresi analizi ile kentin hangi noktasının hangi saat aralıklarında kent odağı haline geldiği bilgisi elde edilerek, kentteki alt yapı, trafik, afetten korunma sorunlarına çözümler ya da kente dair sosyo-ekonomik veya ticari stratejiler geliştirilebilir.

### 5. SOSYAL AĞLARIN KULLANILDIĞI KENTSEL ANALİZ ÇALIŞMALARINA ÖRNEKLER

Sosyal ağların kullanıldığı kentsel analiz çalışmalarına Türkiye’den ve dünyadan çeşitli örnekler verilebilir.

#### 5.1. Yemeksepeti ile Kent Tasarlamak

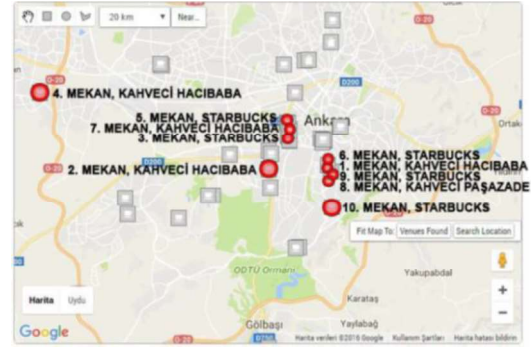


Şekil 4. Gece acıkınca haritası (Kobaş, 2017).

Projenin amacı, yemeksepeti.com üzerinden gönderim yapan Kadıköy ilçesinde listelenmiş restoranların açık olduğu saatlerin analiz edilmesidir. Çemberler ikişer saatlik periyodlarla 18.00 ile 04.00 saatleri arasında gönderim yapan restoranları gösterir. Kullanıcıların gece acıkınca en çok sipariş verdikleri Kadıköy restoranlarını analiz etmektedir. Bu projede coğrafi tabanlı konum analizi ve gece-gündüz kullanım süresi analizi uygulanmıştır. Proje, Kadıköy’de yoğunlukla tercih edilen yeme-içme mekânlarını dolayısıyla ticari aksın kullanım süresini ve kullanım yoğunluğunu analiz etmiştir. Sosyal ağ verisi ile üretilen bu projeden ticari aksın hangi yönde gelişeceği, altyapı çalışmaları veya işletmelerin kar-zarar durumları gibi kente dair birçok çıkarım yapmak mümkündür.

#### 5.2. Ankara’da Konum Verisi ile En Çok Paylaşılan Kahve Mekânları

Projenin amacı, Foursquare ve Swarm uygulaması aracılığıyla yapılan son 500.000.000 paylaşımın konum verisini kullanarak Ankara’nın en çok tercih edilen kahve mekânlarına ait bilgiyi elde etmektir.



Şekil 5. Ankara’da Konum Verisi ile En Çok Paylaşılan Kahve Mekânları (Büyükdemirci ve Ercoşkun, 2017).

Konum verisi ile paylaşılan kahve mekânları özelinde yapılan araştırmaya göre, en çok yer bildiri yapılan mekânların kalabalık ve merkezi yerler olduğu sonucu görülmektedir. İlk 10 kahve mekânı değerlendirildiğinde, Kızılay’da bulunan 4 mekân Kızılay’ı birinci çekim noktası yapmaktadır. Bahçelievler ise ilk 10’a giren 3 kahve mekânı ile ikinci odaktır. En çok tercih edilen kahve mekânlarının tercih edilmesindeki diğer sebep ise toplu taşımaya yakın olmasıdır dolayısıyla bu veri, mekânların merkezi olduğunu destekler niteliktedir. Kahve mekânlarının devamlı kullanımı ve kullanıcıların düzenli olarak yer bildiri yapması elde edilen verileri güncel tutacaktır.

### 5.3. Londra’da Veri Madenciliği Yöntemi ile Kentsel Yoksunluk Analizi

Projenin amacı, Foursquare mobil uygulaması kullanılarak elde edilen konum verileriyle Londra’nın bir mahallesinde bulunan mekânların fonksiyonu ve mahallenin sosyo-ekonomik durumu arasındaki ilişkiyi çözümlenektir. Analizler, spor salonları ve dans salonları türündeki sağlığa yararlı mekânların sosyo-ekonomik düzeyi yüksek bölgelerde; fast-food gibi sağlığa zararlı yeme-içme mekânlarının ise sosyo-ekonomik düzeyi düşük bölgelerde bulunduğunu göstermektedir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ile resmî sonuçların tutarlı olduğu araştırmacılar tarafından belirtilmektedir. Sonuç olarak coğrafi tabanlı sosyal ağ analizinden kente ait bir mahallenin sosyo-ekonomik durumu ile ilişkili olarak mekânsal dağılımının devamlılığı mahallenin yoksunluğundaki değişikliklerin izlenmesine yardımcı olacaktır (Saez ve Quercia, 2014).

### 5.4. Twitter üzerinden Madrid şehrinin dinamiklerini okumak: Arazi kullanımı ve kullanıcı etkinliği ilişkisi

Çalışmanın amacı, Madrid şehrinin kent dinamikleri ve arazi kullanımı arasındaki ilişkiyi analiz etmektir. Yöntem olarak en çok kullanılan sosyal ağ platformlarından olan Twitter’ın konum etiketli paylaşım verileri toplanmış, aktif kullanıcı sayısı bölge ve zaman dilimlerine göre istatistiksel olarak korelasyon analizi ile tespit edilmiştir. Geçmiş kullanım süreleri karşılaştırmalı olarak konum tabanlı verilerle incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda, arazi kullanımı olarak ofis, eğitim, sağlık ve ulaşım yapılarındaki aktiflik gün boyunca azalma eğilimindeyken, parklarda sabit kalmış, konut alanlarında ise artış göstermiştir. Ticaret alanlarındaki hareketlilik gündüze kıyasla akşamları daha fazladır. Sonuç olarak halihazırda öngörülebilecek olan zamansal etkinlik-arazi kullanımı ilişkisi bu araştırma ile sayısal olarak tespit edilmiştir dolayısıyla, çalışma sosyal ağ verilerinin arazi kullanımı ve kentsel dinamikler arasındaki bağlantıyı kurabilmede kullanılabileceğini göstermektedir (García-Palomares vd., 2018).

### 5.5. “Social Glass” Uygulaması

Bu proje, İnternet erişimli bir uygulama ile kentsel planlama ve karar verme süreçlerini desteklemek amacıyla kentsel verinin keşfini, değerlendirmesini ve görselleştirilmesini sağlamaktadır. Belediye tarafından kamu erişimine açık olan kentsel veri setleri ile Twitter, Foursquare, Instagram gibi sosyal ağların verilerini entegre etmek üzere oluşturulmuştur. Trafığe bağlı ulaşım verileri, nüfus

verileri, kullanıcı etkinliği, yaya hareketliliği, mekân popülaritesi ve kullanıcıların belirlenen mekânlara ait görüş ve alternatifleri, oluşturulan uygulama ile haritalanabilir. Kullanıcı profillerinden; resimlerine göre cinsiyet ve yaş, konum verilerine göre ise oturdukları yer, yerli veya yabancı profiller, turist hareketliliği ve kentin kullanıcı verileri belirlenebilir. Kitle kaynaklı geliştirilen alt sistem ile kullanıcıdan sisteme veri girişi de sağlanabilmektedir. Örneğin, kullanıcılar Twitter profilleri üzerinden tamamladıkları veya planladıkları etkinliklerin girişini sağlayabilir böylece kullanıcı hareketliliği tahmin edilebilir. Proje ile; sosyal ağ verileri, sensörler, kitle kaynaklı bilgiler ve hükümet tarafından sağlanan açık kaynaklı verinin entegrasyonu sağlanarak, yalnızca yerel yönetim kayıtları kullanılarak elde edilemeyecek nitelikteki kentsel dinamikleri anlamlandırmak amaçlanmıştır.



Şekil 6. Amsterdam senaryosunda turist rotalarının görselleştirilmesi (Bocconi vd., 2015).

## 6. SOSYAL AĞLARIN KULLANILDIĞI KENTSEL VERİ ANALİZLERİNİN POTANSİYELLERİ

Sosyal ağların kentsel veri analizinde veri kaynağı olarak kullanılması, kente ait dinamiklerin eş zamanlı izlenmesi ve irdelenmesi açısından önemlidir. Sosyal ağların kentteki sosyal hayatın yapısında dönüştürücü etkilerini öngörebilmek, kente ait fiziksel ve sosyal ilişkileri oluşturan görünmez ve karmaşık örüntüleri keşif analizi ve görselleştirme gibi yöntemlerle görünür kılmak, veriyi bilgiye dönüştürerek analizlerle kenti ve kentin geleceğini planlayabilmek, kentsel ve sosyal dokuyu dinamiklere göre irdeleyebilmek sosyal ağlar üzerinden farklı yöntemlerle yapılan analizlerle mümkün olabilir.

Kentin sadece mevcut fiziksel yapısı üzerinden analiz yapmak kenti değiştiren ve dönüştüren kullanıcılara ait verinin göz ardı edilmesine sebep olabilir. Kent kullanıcı aktivitesi ile ilişkili olarak canlanan ve yaşayan bir yapıya dönüşebilir, sosyal ağlar ise kentin kullanıcısıyla nasıl etkileştiğini gösteren bir veri kaynağıdır.

Yemeksepeti ile kent tasarlamak örneğinde olduğu gibi bir yerin kullanıcılarının yemek sipariş saatleri harita üzerinde görselleştirildiğinde lokasyondaki restoranların gece-gündüz kullanımına ve hangi saatlerde aktif kullanıldığına ulaşılabilirken, Ankara'da en çok tercih edilen kahve mekânları kentin odak noktaları çevresinde şekillendiğinin bir kanıtı olabilir. Londra'daki kentsel yoksunluk analizinden çıkarılan sonuçlara göre bir kentin sosyo-ekonomik yapısının o kentin fiziksel özelliklerini şekillendirmede güçlü bir faktör olduğu söylenebilir. Madrid şehrinin Twitter verileriyle arazi kullanımı ile kullanıcı etkinliği arasındaki ilişkinin analizinde mekânsal ve zamansal çıkarımlar yapılarak saatlere göre kent mekânlarının yoğunluğu, ihtiyaçları ve trafik gibi ortaya çıkabilecek sorunların tespiti yapılabilmektedir. Bunun yanı sıra, yerel yönetimlerin sunduğu veriler ile sosyal ağ verilerini karşılaştıran uygulamalar Amsterdam örneğinde olduğu gibi kentteki yabancı veya yerli turistlerin rotalarını belirlemeye yardımcı olarak belirlenen rotalar üzerinde kültürel veya ticari gelişim stratejilerinin planlanmasına yardımcı olabilir.

Kente ait sosyal ağ analizleri geleneksel yöntemlere göre iki boyutlu plan veya uydu görüntüsünden farklı olarak çok boyutlu ve değişkendir. Geleneksel kentsel analiz yöntemleri kentin karmaşık yapısını basitleştirerek anlamaya çalışır bu da bütünden parçaya doğru giden bakış açısını irdelerken parçadan bütüne giden ilişkisel yapıyı kaybetmeye sebep olabilir. Sonuç olarak geleceğe dair planlama stratejilerinin yanlış gelişmesine ya da mevcut sorunlara getirilen çözümlerde doğru alternatifler üretilmemesine sebep olabilir. Sosyal ağ analizlerinde ise dinamik yapıyı destekler nitelikte olan kullanıcı girdisinin sürekli olması, kente dair yapılan analizlerin sürdürülebilir ve tutarlı bir şekilde iletilebilmesi ve kentsel planlama kararlarının değerlendirilmesi açısından önemlidir.

Bunun yanı sıra, sosyal ağ verileri sayı, metin, kelime, şema gibi birçok girdi ve sayısal ortama aktarılabilen her tür veriyi içerdiğinden yapay öğrenme algoritmaları için potansiyel bir veri kaynağı olmaktadır. Yapay öğrenme, veri kümeleri üzerinden ilişkisel örüntüler oluşturarak veriyi sınıflandıran, anlamlı hale getiren, verinin işlenmesini kolaylaştıran ve veriden çıkarım ya da tahminler üretebilmeyi sağlayan bilgisayar algoritmalarıdır. Kentsel veri, çeşitli ve dinamik yapısından dolayı geleneksel veri işleme yöntemleriyle çözümlenmesi zor olan karmaşık ilişkiler barındırır. Yapay öğrenme algoritmaları kentsel verinin sahip olduğu karmaşık sistem ilişkilerinin arka planında yer alan örüntülerin anlamlı hale gelmesini sağlar.

Sosyal ağlar üzerinden üretilen kente ait veri setinin yapay öğrenme algoritmaları ile incelenmesiyle, coğrafi konum etiketleri ve kullanıcı etkinliğinden gelecek yıllardaki kentsel büyümenin modellenmesi, ulaşım rotalarının oluşturulması ve trafik yoğunluğunun tahminleri ve buna göre kentsel planlama kararlarının alınması mümkün olmaktadır. Yapay öğrenme algoritmalarının kentsel planlamada kullanılması, sosyal ağlardaki kullanıcı profillerine ait veriden nüfus dağılımını öngörmek, altyapı çalışmalarını düzenlemek ve nüfusun yaş dağılımına göre kentsel donatı ihtiyacının giderilmesi gibi birçok avantaj sağlayabilir. Sosyal ağlardaki beğeni sayısına göre mekânın popülerliğini etkileyen diğer ilişkisel faktörler belirlenerek mekânların tercih edilme kriterleri belirlenebilir ve ekonomik büyüme modellerinin ticari akları nasıl etkileyeceği çözümlenebilir ya da mekânın sensörler aracılığıyla toplanmış olan verisi sosyal ağ verisi ile birlikte ele alınarak anlamlı analizler yapmak mümkün olabilir. Büyük veri niteliğinde olan sosyal ağ verisinin arka planındaki örüntülerin açığa çıkarılması, toplanan diğer veri tipleri ile birlikte ele alınması ve buna bağlı olarak tahmin veya öngörülerin oluşturulması kentsel planlama kararları için önemli olacaktır.

Diğer taraftan, sosyal ağların bilgi ve iletişim teknolojileri becerileri doğrultusunda çoğunlukla genç ve orta yaş aralığında kullanılması, kentteki İnternet erişiminin kablosuz ağlar ile sağlanmamasından dolayı herkesin İnternete erişiminin olmaması, her bölgede tutarlı analiz yapılabilecek büyüklükte bir sosyal ağ verisinin bulunmaması ve bazı profillerin gerçek kullanıcıları temsil etmemesi sosyal ağlardan elde edilen veri analizlerinde güvenilirlik ve doğruluk açısından potansiyel sorunları ortaya çıkarabilir.

Sonuç olarak sosyal ağlar, kentsel verinin okunmasında kullanıcı ve kent ilişkisinde bir arayüz olarak değerlendirilebilir. Geleneksel yöntemlere kıyasla, bilgi ve iletişim çağının önemli bir parçası olan sosyal ağlar, elde edilen verilerin çok boyutlu, devamlı, eş zamanlı ve güncel olmasını sağlamakta, yerel yönetimlere, kent planlarına, mimarlara ve girişimcilere kentteki dinamikleri zamana bağlı olarak izleyebilme ve karşılaştırabilme, sürekli değişen kullanıcı aktivitelerine mekânsal olarak hâkim olabilme, kente ait birçok planlama stratejisini öngörebilme gibi fırsatlar sunmaktadır. Ancak sosyal ağ aracılığıyla elde edilen verilerden meydana getirilen analizlerin doğruluk ve güvenilirlik açısından irdelenmesi ve karşılaştırmalı olarak resmi verilerle desteklenmesi gerekmektedir böylece verilerden doğru sonuçlar elde edebilmek ve kentin dinamiklerini tutarlı bir biçimde sorgulayabilmek mümkün olacaktır.

## 7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kent, sahip olduğu fiziksel ve sosyal yapı sebebiyle çok katmanlı ve ilişkisel bir yapıya sahiptir. Kentsel veri analizinde sayısal yöntemler kullanmak karmaşık bir yapıya sahip olan kentin daha tutarlı ve kolay çözümlenmesini sağlar. Ancak kompleks yapısı sebebiyle kentin analizinde geleneksel, iki boyutlu halihazır haritalar ve belediyeden elde edilen plan temelli yöntemler kullanılması yetersiz kalmaktadır. Dolayısıyla, sürekli girdi sağlanan bir kullanıcı verisi ile kenti okuyup anlamlandırmak kentteki durumun sürdürülebilir, eş zamanlı değişimlerini değerlendirip bu değerlendirmelere göre kentsel tasarım öngörülerini geliştirmek önemlidir.

Kentsel veri analizinde sosyal ağ analizleri kullanılarak kentsel planlamada aktif rol oynayan aktörler tarafından; yerel yönetimlerde var olan paylaşılmayan veya ulaşılmaması zor olan verilerin güvenilirliği kontrol edilmek şartıyla kullanıcı paylaşımlarından açığa çıkarılabilir. Aynı zamanda, sosyal ağ analizleri kentsel planlama kararları almada yerel yönetimler tarafından da kullanılabilir ve mevcut veriyle birlikte değerlendirilmelidir. Gelişen teknolojilerle yapay zekâ algoritmalarının sosyal ağ analizleri verileriyle birlikte kullanılması kentsel büyüme ve gelişim simülasyonlarının tahminini sağlayabilir böylece hızlı kentleşme bölgelerinin geleceği planlamada göz önünde bulundurulabilir.

Sosyal ağ analizi yöntemleri ile en çok bildirim yapılan mekânlar, önemli günler ve kente ait paylaşımlarda kullanılan kavramlar belirlenerek, kentliyi bir araya getiren unsurlar ve kolektif bellek açığa çıkarılabilir böylece psikolojide olduğu gibi bireylerin kentteki ortaklaşa davranış biçimleri tanımlanabilir. Kentin önemli siyasal veya sivil toplum aktörlerinin sosyal ağ profilleri analiz edilerek paylaşımlarından kenti anlamlandırma biçimleri, kent imgesi bağlamında ortaya çıkarılabilir. Kentsel ve kırsal alandaki paylaşımlar ayrı değerlendirildiğinde, sosyal ilişki yapıları arasındaki farklar gözlemlenerek bu ilişkilerin kente yansımaları tartışılabilir. Yalnızca bireysel değil aynı zamanda küresel anlamda da çevrimiçi olma durumu kent dinamiklerinin daha geniş bir coğrafyada karşılaştırılmasına olanak tanıyabilir.

Sosyal ağ analiz yöntemlerinden mekânın beğeni analizi; kullanıcı memnuniyeti, sık ziyaret edilen mekânlara göre kullanıcıların aidiyet duygusu ve önemli tarihlerde yoğun olarak ziyaret edilen mekânlara göre ortak payda kavramları yeniden tartışılmasını sağlayabilir. İnternet aracılığıyla konut kiralaması yapan sitelerin semtlere göre kullanım yoğunluğu ve buna bağlı olarak kullanıcı profili değişiminin mahalle kültürü üzerindeki

etkileri incelenebilir. Kullanıcı profillerinin yer bildirimleri ve paylaşımları analiz edilerek yerli veya yabancı turist için kültürel veya tarihi değerlerin rotaları oluşturularak rotalar üzerinde sosyal veya ekonomik stratejiler planlanabilir. Kullanıcıların yeme-içme, eğlence, sanatsal veya kültürel aktivite mekânları ve aktiflikleri analiz edilerek planlanan kamusal veya ticari yapılaşmaların yer seçimi öngörülebilir.

Kentsel veri analizinde, sosyal ağ verilerinin karşılaştırılması ve özellikle güvenilirlik açısından sorgulanarak, veri madenciliği yöntemi ile kullanılması kente ait fiziksel ve sosyal yapıyı anlamlandırabilmek, ilişkileri görünür kılmak, insan aktivitelerini kent ile entegre ederek kentin dinamiklerini izleyebilmek açısından kentsel veri analizinde kullanıma değer potansiyellere sahiptir.

## 8. KAYNAKLAR

Ayazlı, İ., E., 2011. Ulaşım Ağlarının Etkisiyle Kentsel Yayılmanın Simülasyon Modeli: 3. Boğaz Köprüsü Örneği, *Doktora Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Başlık, S., 2008. Dinamik Kentsel Büyüme Modeli: Lojistik Regresyon ve Cellular Automata (İstanbul ve Lizbon Örnekleri), *Doktora Tezi*, MSGSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Batty, M. and Longley, P. A., 1994. Fractal cities: a geometry of form and function. Academic Press.

Boyd, S., 2003. Are you ready for social software? <http://www.stoweboyd.com/post/2325281845/are-you-ready-for-social-software> Erişim Tarihi: 4.11.2020

Bocconi, S., Bozzon, A., Psyllidis, A., Bolivar, C., T. and Houben, G., 2015. Social Glass: A Platform for Urban Analytics and Decision-making Through Heterogeneous Social Data. In Proceedings of the 24th International Conference on World Wide Web (WWW '15 Companion). Association for Computing Machinery, 175–178, New York, USA.

Büyükdemirci, İ. ve Ercoşkun, Ö., 2017. Coğrafi Tabanlı Sosyal Medya Kullanımı: Ankara'da En Çok Yer Bildirimi Yapılan Kahve Mekânları. Süleyman Demirel Üniversitesi. Mimarlık Bilimleri ve Uygulama Dergisi, 2(1), 33-54.

Conway, J., 1970. The game of life. Scientific American, 223(4), 4.

Ediz, Ö. ve İlhan, C., 2019. Kent Dokusu Morfolojik Değişiminin Fraktal Geometri Aracılığıyla Hesaplanması: Bursa Örneği. Mimarlık ve Yaşam Dergisi, 4(1), 117-140.

Fayyad,U.M., Piatetsky-Shapiro, G., Smyth,P. and Uthurusamy, R., 1994. Advances of data mining and knowledge discovery. MIT Press, USA.

García-Palomares, J., Salas-Olmedo, M., Moya-Gómez, B., Condeço-Melhorado, A., Gutiérrez, J., 2018. City dynamics through Twitter: Relationships between land use and spatiotemporal demographics, *Cities*, 72, 310–319.

Kobaş, B., 2017. Yemeksepeti ile Kent Tasarlamak <https://www.arkitera.com/gorus/yemeksepeti-ile-kent-tasarlamak> Erişim Tarihi: 28.01.2021

McAdams, A. M., 2007. “Fractal Analysis And The Urban Morphology Of A City In A Developing Country: A Case Study Of Istanbul”, *Marmara Coğrafya Dergisi*, 15, 149-172.

Oestreicher, C., 2007. “A History of Chaos Theory”, *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 9(3), 279-289.

Offenhuber, D. and Ratti, C., 2014. *Decoding the City: Urbanism in the Age of Big Data*, First Edition, Birkhäuser, Basel.

Saez, D. and Quercia, D., 2014. Mining Urban Deprivation from Foursquare: Implicit Crowdsourcing of City Land Use. *Pervasive Analytics and Citizen Science*. IEEE CS.

Sarkar, P., 2000. A Brief History of Cellular Automata, *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 1, 80-107.

# YAPI BİLGİ MODELLEMESİ (YBM) KAPSAMINDA GELENEKSEL METRAJ İLE YAZILIMIN KARŞILAŞTIRILMASI

Savaş BAYRAM (ORCID: 0000-0002-0153-6750)  
Erciyes Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü  
e-posta: sbayram@erciyes.edu.tr

## ÖZET

Modern inşaat projelerinde maliyet, süre ve kalite optimizasyonu en temel gereklilik olarak kabul edilmektedir. Özellikle planlama aşamasında alınan kararlar, yapım sürecindeki problemlerin minimize edilebilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Gerçekçi metraj verilerinin elde edilebilmesi de özellikle yapım maliyeti ve proje süresinin doğru olarak planlanabilmesi açısından temel koşuldur. Zira metrajın hatalı yapılması, ön keşfin ve iş programının da hatalı hazırlanmasına sebep olur. Sıkça hata yapılabilen geleneksel metraj yöntemleri, proje detayına bağlı olarak uzun süreler alabilmektedir. Gelişmekte olan teknoloji ile birlikte, tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'deki inşaat firmaları da projeleri için daha etkin planlama yapabilmek adına bilgisayar destekli tasarım (BDT) sistemlerinden Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) temelli çalışma yöntemlerine geçiş yapmaktadırlar. Ancak Türkiye'de inşaat sektörünün gelenekçi ve içe kapanık yapısı, bu geçiş sürecini yavaşlatmaktadır. Bu çalışmada, B+Z+3N katlı bir konut projesi, YBM temelinde yaygın olarak kullanılmakta olan iki yazılım ile modellenerek, elde edilen kaba ve ince imalat metraj verileri, geleneksel yöntemle hesaplanan metraj verileri ile kıyaslanmıştır. Böylece bu yazılımların geçerliliklerinin yanında avantaj ve dezavantajları da belirlenmeye çalışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Yapı tasarımı; Planlama; Metraj; Yapı Bilgi Modellemesi; YBM.

## ABSTRACT

Optimization of cost, duration, and quality are accepted as the basic requirements in modern construction projects. Especially the decisions taken during the planning phase are of great importance in order to minimize the problems in the construction process. Obtaining realistic quantity take-off (QTO) data is also a basic requirement in terms of planning the cost and duration accurately; since incorrect QTO

causes incorrect cost estimation and scheduling. Error-prone traditional QTO methods can take a long time depending on the project details. The developing technology directs Turkish construction companies to switch to Building Information Modeling (BIM) from computer-aided design (CAD) for more effective planning. However, the traditionalist and introverted nature of the construction sector in Turkey slows down the process of transition. In this study, a (Basement+Ground+3 Normal floor) housing project was modeled with two software, which are widely used on the basis of BIM. The obtained QTOs were compared with the QTOs calculated by the traditional method. Thus, besides the validity of these software, their advantages and disadvantages were determined.

**Keywords:** Construction design; Planning; Quantity take-off; Building Information Modeling; BIM.

## 1.GİRİŞ

Türkiye'de büyük ölçüde ulusal sermayeye dayanan inşaat sektörü, yüzlerce meslek dalını ilgilendirmesi nedeniyle istihdam ve üretim sürecini önemli ölçüde etkilemektedir. Ulusal ve uluslararası alanda büyük bir deneyime ve potansiyele sahip olan sektör, kendisine bağlı 200'den fazla alt sektörü harekete geçirme özelliğiyle 'lokomotif sektör' ve önemli istihdam kaynağı olması özelliğiyle de 'sünger sektör' olarak tanımlanmaktadır. Türkiye'de 2010 ile 2018 yılları arasında ortalama %9,4 büyüme oranıyla %6,3'lük genel ortalamanın oldukça üzerinde bir performans gösteren inşaat sektörünün, 2019 yılı itibarıyla kur ve faiz oranlarındaki artışlar ile mali disiplin politikaları nedeniyle, geçmiş yıllara göre büyüme hızı azalmıştır (INTES, 2019). Örneğin 2019 yılının ilk ve ikinci çeyreklerinde, Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla (GSYH)'daki %2,6 ve %1,5 oranlarında daralmaya karşılık inşaat sektörü %10,9 ve %12,7 oranında daralmıştır. Buna rağmen, Türkiye gibi gelişmekte olan ekonomilerde nüfusun artmasına bağlı olarak konut ve ulaşım ihtiyaçlarının yanında sosyal, kültürel ve çevresel ihtiyaçların da artmasıyla birlikte, kalkınmayı sağlamak ve sürdürülebilmek

adına en fazla önem verilen sektör, inşaat sektörü olmaktadır.

İnşaat sektörünün Türkiye açısından bu denli önem arz etmesi ve maalesef beklenen Müteahhitlik Kanunu konusunda henüz gelişim kaydedilmemesi, bazı dezavantajları da beraberinde getirmektedir. Türkiye'de inşaat sektörünün gelenekçi ve içe kapanık yapısı, teknolojik imkânlara geçiş sürecini yavaşlatmaktadır. Bu nedenle inşaat sektörü, teknolojik gelişmelere imalat, hizmet vb. sektörler kadar kolay adapte olamamaktadır. Örneğin 1990'lı yılların ortasından itibaren imalat sektöründe verimlilik neredeyse iki katına çıkarken, inşaat sektöründe ise sabit seyretmektedir (BIMgenius, 2018). Ülkemizde de özellikle 2019 yılında kamu harcamalarında, öncelik tasarruf politikalarıyla bütçe harcamalarını dengede tutma yönünde politikalar benimsenmesi nedeniyle, inşaat sektöründe maksimum verimlilik, temel hedef olmalıdır. Bu hedefe de ancak güncel teknolojiler kullanılarak erişilebilir.

Teknolojik olarak inşaat sektörünün dönüm noktaları dikkate alındığında, inşaat projelerinde geleneksel yöntemlerle gerçekleştirilen çizim süreçlerinin; sürecin uzaması, maliyetin ve iş yükünün artması vb. nedenlerle zamanla yerini bilgisayar destekli tasarım (BDT) sistemlerine bırakması, önemli bir değişim olarak görülmektedir (Zontul, 2019). Proje çizim süreçlerinin hızlanmasıyla birlikte, projeye dair ifade teknikleri de gelişerek detaylı teknik çizimler oluşturulmaya başlanmıştır. Ancak teknolojinin sürekli gelişimi neticesinde BDT sistemlerinin de çizim sürecinde yetersiz ve eksik kaldığı görülmüş ve bu sistemlere alternatif olarak Building Information Modeling (BIM) sistemleri oluşturulmaya başlanmıştır. İki boyutlu çizim olarak başlayan BDT, böylece üç boyutlu modelleme seçenekleriyle daha da geliştirilmiştir. Özellikle son yıllarda gelişmiş ülkelerin başını çektiği BIM kavramı, dilimizde Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) olarak kabul görmüş olup, Türkiye'deki mimarlık ve mühendislik firmaları da YBM ile çalışma yöntemlerine geçiş yapmaya başlamışlardır. Fakat akademik olarak, özellikle de inşaat mühendisliği alanında bu geçişin içeriği, yönü ve yöntemi konusunda boşluklar bulunmaktadır (Pekeriçli vd., 2017). Hâlbuki yeni yöntem ve yazılımların kullanımı, günümüzde inşaat sektörü paydaşlarının rekabetçi kalabilmeleri adına dikkate alınması gereken en önemli araçlardan birisidir (Lkhagva-Erdene, 2018). Bu çalışma kapsamında da, B+Z+3N katlı bir konut projesinin YBM temelinde yaygın olarak kullanılmakta olan Autodesk Revit (AR) ve Nemetschek Allplan (NA) yazılımları ile modellenerek, elde edilen kaba ve ince imalat metraj verilerinin, geleneksel olarak hesaplanan metraj verileri ile kıyaslanması amaçlanmıştır.

Böylece bu yazılımların geçerliklerinin yanında, avantaj ve dezavantajları da belirlenmeye çalışılmıştır. Bunun yanında, çalışmanın metraj, maliyet ve iş programı kapsamında pratiğe yönelik kullanıma yol göstermesi beklenmektedir.

## 2. YÖNTEM

İnşaat sektöründe başarılı proje yönetimi; etkin bütçe yönetimi ve iş programlaması gerektirmektedir. Ana karar verici unsurlardan olan bu bileşenler, proje verileri doğrultusunda hesaplanmaktadır. Birçok firma, metraj hesabında geleneksel yöntemleri kullanmaktadır (Karagöz, 2019). Ancak geleneksel hesaplamalarda oluşabilecek eksiklikler ve yapılabilecek yanlışlıklar, projenin yapılabilişliğini olumsuz yönde etkileyerek riski artırmaktadır (Zontul, 2019). Bütün metrajların gerçekçi ve ayrıntılı olarak hesaplanması; firmaların gerçekçi bir iş programı hazırlaması ve buna bağlı olarak da teorik hakedişlerin öngörülebilmesi açısından da büyük önem taşımaktadır (Altınay, 2014). Bu nedenlerle gerçekçi metraj verilerinin elde edilebilmesi, özellikle yapım maliyeti ve proje süresinin doğru olarak planlanabilmesi açısından temel koşuldur. Zira metrajın hatalı yapılması, ön keşfin ve iş programının da hatalı hazırlanmasına sebep olur.

Birçok sektör açısından devrim niteliğinde olan bilgisayar destekli tasarımın (BDT) gelişim süreci, üç farklı evrede tanımlanmaktadır (Karimi ve Akıncı, 2009; Kumar ve Mukherjee, 2009). Birinci evre, 1960-1979 yılları arasındaki başlangıç ve uyum evresidir. İkinci evre, 1980-1994 yılları arasındaki, tasarım sürecinde el çiziminden bilgisayara geçilen ve yazılımların ortaya çıktığı dönemdir. Bilgisayarın tasarım sürecine adapte olması ile proje üretim süreçleri hızlanmış olup, iki boyutlu çizimler ve raporların BDT ile hazırlanması sonucu veri alışverişinde kolaylık sağlanmıştır (Elmalı ve Bayram, 2018). Üçüncü evre ise 1995-2004 yılları arasındaki, mevcut yapıyı büyük ölçüde geliştiren evredir. Bu nedenle, yapı bilgi modellemesi (YBM) teknolojisinin kavramsal düzeyde ortaya çıkışının temellerinin 1980'li yıllar öncesinde atılmış olduğu kabul edilse de, dönüşümün 1990'lı yıllarda başladığı ifade edilebilir (BIMgenius, 2018). Amerikan Ulusal YBM Standardı (NBIMS-US), YBM'yi "*bir tesisin fiziksel ve fonksiyonel özelliklerinin dijital bir temsil*" olarak tanımlamaktadır (NIBS, 2014). YBM, birlikte çalışabilirlik için açık standartlar üzerine kurulu ortak bir dijital temsildir (Lkhagva-Erdene, 2018). YBM, aynı zamanda tasarım ekibinin farklı bölümlerinin farklı bina sistemlerinin imalatını daha iyi koordine etmesine olanak tanır (Nawari, 2012). YBM sadece projenin görselleştirmesi (3D) anlamına gelmemektedir. Aynı zamanda iş programlama (4D), gerçek

zamanlı maliyet tahmini (5D), yaşam döngüsü yönetimi (6D) ve tesis yönetimi (7D) gibi farklı boyutları da kapsamaktadır (Sahil, 2016; Kim vd., 2016). İnşaat sektörü özelinde BDT teknolojilerinden YBM teknolojisine geçişin başlangıcı olarak kabul edilebilecek 1990'lı yıllardan bugüne kadar olumlu gelişmeler kaydedilmesine rağmen, gerek Türkiye'de gerekse küresel ölçekte inşaat sektörü halen teknolojik yenilikleri uygulama ve dijitalleşme konusunda oldukça geridedir (BIMgenius, 2018). Bir başka ifadeyle YBM yeni bir yaklaşım olmamakla birlikte, büyümekte olan küresel bir eğilim olarak da tanımlanabilir. Dönüşüm hızla devam etmekte olup, sektörün paydaşları için YBM'nin tanınması adına rehberlik eden ve eylem önerileri sunan el kitapları, rehberler vb. geliştirilerek bu yeni sürece daha hızlı adapte olunması amaçlanmaktadır (EUBIM Taskgroup, 2019).

Dünya ülkelerindeki YBM uyum çalışmaları büyük bir hızla devam etmektedir. 2017 yılı verilerine göre (McAuley vd., 2017); Norveç ve Avusturya'da YBM zorunluluk haline getirilmiş olup; Amerika Birleşik Devletleri, Birleşik Krallık, Singapur, Avustralya, Rusya gibi ülkelerde kısmi zorunluluk söz konusudur. Fransa, Katar, Meksika gibi ülkelerde geçiş süreci başlamıştır. Almanya, Hollanda, Çin, Japonya, Kanada gibi ülkelerde planlama süreci tamamlanmıştır. Brezilya, İtalya, Yeni Zelanda gibi ülkelerde ise planlama süreci devam etmektedir. 2025 yılına gelindiğinde, tam ölçekli dijitalleşmenin; tasarım, mühendislik ve inşaat aşamalarında %13 ila %21 arasında, işletme aşamasında ise %10 ila %17 arasında yıllık küresel maliyet tasarrufu sağlanması beklenmektedir (EUBIM Taskgroup, 2019). Maalesef Türkiye'de YBM zorunluluğu konusunda yol haritası oluşturulması için net bir planlama süreci bulunmamaktadır. Buna rağmen; Total Oil Genel Müdürlük (İstanbul, 2007), Gaziantep Planetarium (Gaziantep, 2007), Kadiri Belediyesi Hizmet Binası (Osmaniye, 2009), Akofis Park (İstanbul, 2009), İlko İlaç (Konya, 2011), İstanbul Havalimanı (İstanbul, 2018) vb. projeler YBM kullanılarak modellenmiş ve geliştirilmiştir (Çuhadar, 2017).

Disiplinler arası bilgi paylaşımında en hızlı gelişen konseptlerden birisi olan YBM tabanlı yazılımların (Allplan, ArchiCAD, Bentley, Navisworks, Revit, Vico vb.) kullanımı da dünyadaki kullanıma paralel olarak hızla artmakta olup, YBM'nin beşinci boyutu (5D) olarak kabul edilen maliyet çalışmaları kapsamında, oluşturulan modellerden projelerin metraj bilgileri elde edilebilmektedir (Bayram, 2019). YBM tabanlı temel yazılımlar olan Allplan, ArchiCAD ve Revit yazılımlarının proje süreçlerine

katkıları, mukayeseli olarak Tablo 1'de sunulmuştur (Zontul, 2019).

	Allplan	ArchiCAD	Revit	
Tasarım	Tasarım	+	+	+
	Maliyet Tahmini	+	+	+
	Teknik Şartname			
	İş Programı		+	+
	Koord.& İletişim		+	
Yapım	Tasarım	+	+	+
	Maliyet Tahmini	+		+
	İş Programı			+
	Yapım Kontrolü		+	+
	Koord.			
İşletme	-			+

Tablo 1. YBM tabanlı temel yazılımların proje süreçlerine katkıları (Zontul, 2019)

YBM tabanlı temel yazılımlar incelendiğinde, YBM sistemi içerisinde proje süreçleri birbirine benzer olmasına rağmen, yazılımcıların kullanıcıya sunduğu özelliklerin farklılaşmakta olduğu görülmektedir. Proje süreçleri açısından her ne kadar Revit ön plana çıksa da, diğerlerine göre daha kısıtlı katkı sunan Allplan'ın de Revit ile birlikte çalışmaya dâhil edilmesinin, bulguların kıyaslanması açısından daha uygun olabileceği öngörülmüştür. Bu kapsamda örnek bir proje için Autodesk Revit (AR) ve Nemetschek Allplan (NA) olmak üzere iki yazılımdan elde edilen metraj değerleri, geleneksel metraj yönteminden elde edilen değerlerle kıyaslanarak yazılımlardan elde edilen metrajların geçerlilikleri sorgulanmıştır.

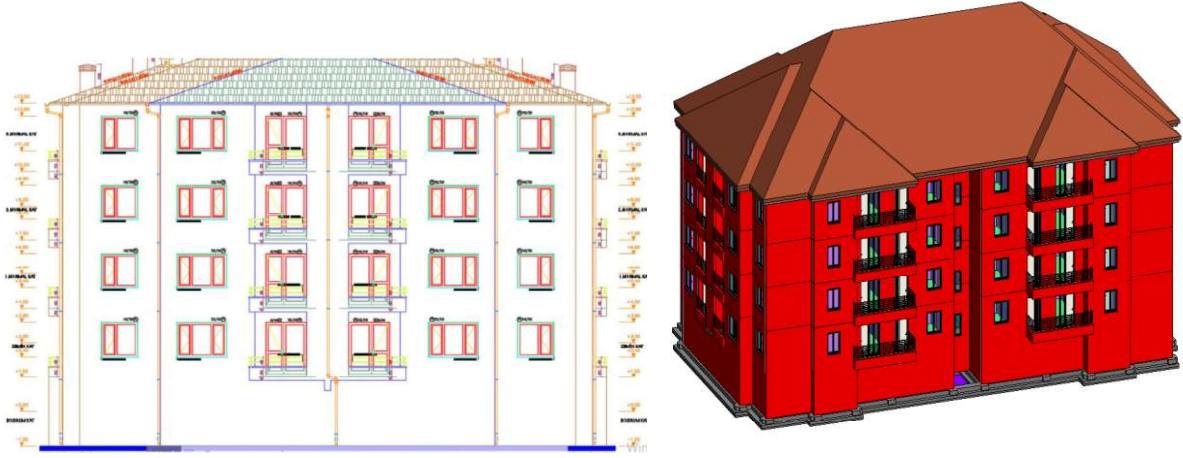
### 3.UYGULAMA

Uygulamaya konu olan yapı projesi; Kayseri İli, Melikgazi İlçesi, Bahçelievler Mahallesi, 60 pafta, 1788 ada ve 13 parsel üzerine inşa edilmiş olup, B+Z+3N katlı apartman tipi konut şeklindedir. Yapı taban alanı 853,49 m<sup>2</sup> olup, yapı inşaat alanı 4.407,48 m<sup>2</sup>'dir. Yapının Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü'nün (TKGM) parsel sorgulama uygulamasından elde edilen arazi görünümü ile Kayseri Büyükşehir Belediyesi Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) uygulamasından elde edilen fotoğrafı, Şekil 1'de sunulmuştur. Uygulamaya konu olan konut projesinin Autodesk AutoCAD'de çizilmiş cephe görünüşü ile AR'de tamamlanmış model görünüşü Şekil 2'de sunulmuştur.





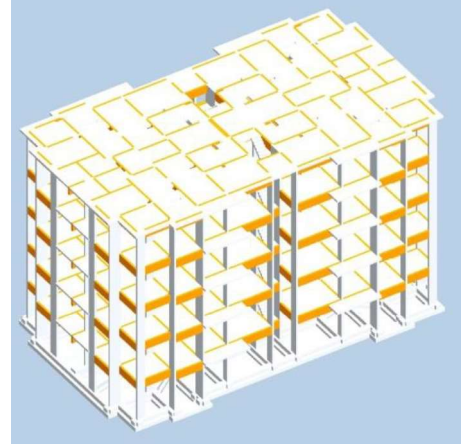
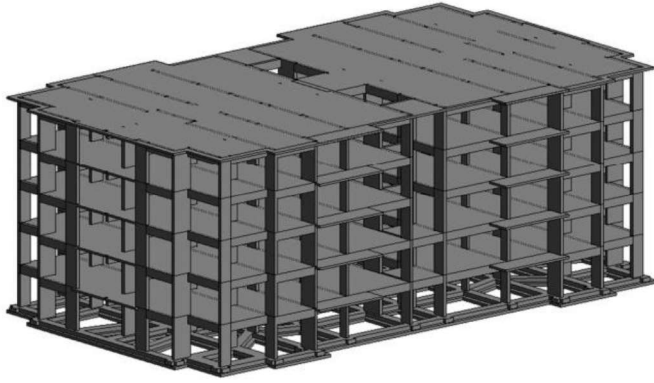
Şekil 1. Yapının arazi görünümü ve fotoğrafı



Şekil 2. AutoCAD ve AR cephe görünüşü

YBM kullanımı ile inşaat maliyetlerinde %23'e ve proje sürelerinde %19'a varan azalmalar meydana gelebilmektedir (Atak Argun, 2017). Ön keşfin ve iş programının doğruluğu da şüphesiz metraj verilerinin güvenilirliğine bağlıdır. Çalışma kapsamında kullanılan AR; üç boyutlu parametrik model özelliği ile çoklu çalışma ortamına olanak sağlamakta, ortak çalışma tabanı oluşturabilmek için tüm katılımcıların bulunduğu bir çalışma alanına ihtiyaç duymaktadır (Çuhadar, 2017; Timuroğlu, 2017). NA ile de üç boyutlu parametrik model oluşturabilmekte, gerekli veriler dijital bir örnek olarak girilebilmekte, birleştirilebilmekte ve ortak veri tabanında kullanılabilir. NA, yapı elemanlarının daha az çaba sarf edilerek daha kolay yöntemlerle elde edilmesinde ve planlanmasında kullanılmaktadır (Timuroğlu, 2017). AR'nin ve NA'nın temel fonksiyonları; mimari, yapısal, mekanik-elektrik-tesisat (MEP) modelleme ve parametrik tasarım olarak ifade edilebilir (Saleh,

2015). Modelleme kapsamında yazılımlara AutoCAD projesi 'Import CAD' aracılığı ile aktarılmış ve taşıyıcı elemanlar (temel, kolon, kiriş, döşeme beton ve kalıpları) ve duvar modellenmiştir. Uygulamaya konu olan konut projesinin AR ve NA yazılımları ile modellenmesinden elde edilen yapısal modeller Şekil 3'de sunulmuştur.



Şekil 3. AR ve NA yapısal modelleri

YBM araçlarının metraj ve maliyet hesabı süreçlerinde kullanımı yoğun yapı verisi kullanımı gerektirmesi nedeniyle zordur (Issa ve Svetlana, 2015). Diğer yandan, YBM tabanlı yazılımların farklı çalışma prensipleri, dolayısıyla metrajları modellemek ve elde etmek için kendine özgü yöntemleri vardır (Eroğlu, 2019). Örneğin AR kullanılarak; yapı elemanları ile ilgili çeşitli bilgi girişleri yapılabilmekte, bu bilgiler proje ekipleriyle dijital ortamda anlık olarak paylaşılabilir ve metraj bilgisi alınabilmektedir (Polat vd., 2019). Ancak 4D (iş programlama) ve 5D (gerçek zamanlı maliyet tahmini) uygulamaları için Vico Office (VO), DProfiler, Tocoman iLink vb. yazılımlara ihtiyaç duyulmaktadır (Gerçek vd., 2016). VO; maliyet ve iş programı bilgileriyle birden çok YBM modelinin yayımlanabileceği ve sentezlenebileceği, YBM'den bağımsız platform olarak tasarlanmıştır (Gerçek, 2016).

AR'de akıllı nesnelere kullanılarak tasarlanan model VO'ya aktarıldığında, hemen hemen bütün yapı elemanları benzer kategori isimleriyle algılanabilmektedir. AR'de "family" adı altında aynı aileye ait farklı cinsteki elemanlar, tip (type) olarak oluşturulmaktadır. VO'da metraj alınırken otomatik oluşturulan metraj elemanı (takeoff item, TOI) isimleri, tip isimleri ile aynı olup, type=TOI

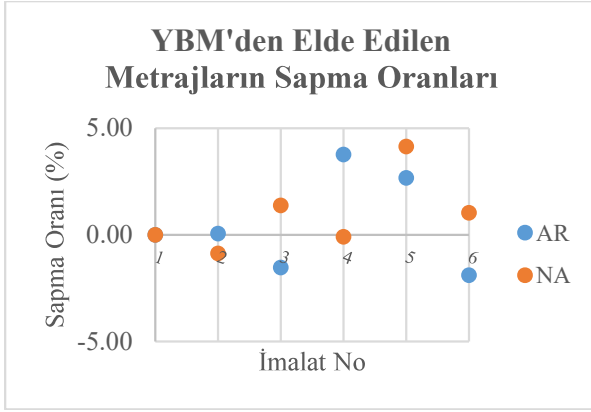
mantığı ile tek grupta metrajlar toplanabilmektedir. Bunun yanında, VO'da kategori olarak doğru tanımlanan fakat metraj bilgilerinde hesaplama sorunu yaşanan elemanlar için bir uyarı mekanizması bulunmaktadır. NA ise gerekli verilerin dijital bir örnek olarak tanımlanmasına imkan sağlamakta, verileri birleştirebilmekte ve ortak veritabanında kullanımını sağlayabilmektedir (Polat vd., 2019). NA kapsamında da her yapı bileşenine türünü gösteren isim verilmiş, hesaplama modu ile metraj hesaplamalarında kullanılacak ölçü birimi tanımlanmış, mimari malzeme özelliği ile yapı bileşenlerinin akslar üzerindeki yerleri tanımlanmış ve bilgi modellemesi yapılmıştır. Böylece metraj tabloları üretilebilmekte ve gerektiğinde MS Excel'e aktarılabilir.

AR ve NA yazılımları kullanılarak yapılan modellemeler sonucunda elde edilen metraj verileri, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın 2019 yılı poz tarifleri göz önüne alınarak hesaplanan geleneksel (MS Excel) metraj yönteminden elde edilen veriler ile kıyaslanmıştır. Bu kapsamda üç ana imalat belirlenmiş olup, bu imatlardan toplam altı tarifin metraj sonuçları kıyaslanmıştır. Elde edilen sonuçlar, Tablo 2'de sunulmuştur.

İmalatın Adı	İmalatın Cinsi ve Birimi	Poz No	No	Geleneksel	AR	NA
Beton	C16/20 Grobeton (m <sup>3</sup> )	15.150.1003	1	94,529	94,529	94,529
	C25/30 Beton (m <sup>3</sup> )	15.150.1005	2	1.333,410	1.334,230	1.321,770
Kalıp	Betonarme Kalıbı (m <sup>2</sup> )	15.180.1003	3	8.569,63	8.437,36	8.687,13
Duvar	10'luk Tuğla Duvar (m <sup>2</sup> )	15.220.1002	4	2.390,65	2.480,48	2.388,22
	20'lik Tuğla Duvar (m <sup>2</sup> )	15.220.1006	5	396,91	407,50	413,33
	25'lik Tuğla Duvar (m <sup>2</sup> )	15.220.1008	6	1.812,84	1.778,52	1.831,59

Tablo 2. Metraj özeti kıyaslaması

AR ve NA yazılımlarında yapılan modellemeler sonucunda elde edilen metraj verilerinin, geleneksel yöntemden elde edilen metraj verilerine göre sapma oranları, Şekil 4'de sunulmuştur.



Şekil 4. Yazılımlardan elde edilen metraj değerlerinin sapma düzeyleri

Şekil 4'de tamamı  $\pm 5\%$  aralığında elde edilen sapma oranları dikkate alındığında, sadece C16/20 grobeton (1 no'lu imalat) için her iki yazılımdan sıfır sapma elde edilmiştir. Bunun dışında, sapma oranı açısından AR ve NA arasında farklılıklar göze çarpmaktadır. AR kapsamında maksimum negatif sapma oranı 25'lik tuğla duvar (6 no'lu imalat) kapsamında  $-1,89\%$  olarak elde edilirken, maksimum pozitif sapma ise 10'luk tuğla duvar (4 no'lu imalat) kapsamında  $3,76\%$  olarak elde edilmiştir. NA kapsamında maksimum negatif sapma oranı C25/30 beton (2 no'lu imalat) kapsamında  $-0,87\%$  olarak elde edilirken, maksimum pozitif sapma ise 20'lik tuğla duvar (5 no'lu imalat) kapsamında  $4,14\%$  olarak elde edilmiştir.

#### 4.TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma kapsamında, B+Z+3N katlı bir apartman tipi konut projesi üzerinden ilk aşamada MS Excel kullanılarak altı kalem imalatın metrajı tamamlanmıştır. Sonraki aşamada da YBM temelli yazılımlardan olan Autodesk Revit (AR) ve Nemetschek Allplan (NA) ile projenin kaba inşaat modellemesi ayrı ayrı gerçekleştirilerek, yazılımlardan elde edilen metraj değerleri, geleneksel yöntemden elde edilen metraj değerleri ile kıyaslanmıştır. Her ne kadar kusursuz 3D model oluşturma zorunluluğu, geometrik olmayan verilerin dinamik yapıya dâhil edilememesi gibi dezavantajları söz konusu olsa da, YBM modellemelerinden elde edilen metrajların, geleneksel yöntemle göre çok daha hızlı ve pratik şekilde elde edilebileceği ve doğruluk oranlarının da oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. Malzeme tedariki açısından şantiyelerde  $\pm 2\%$  zayıf aralığı sınır değer olarak göz önüne alındığında, her iki yazılımın da tuğla duvar metrajında pozitif olarak sınır değerini üzerine çıktıkları ifade edilebilir. Bu da, yazılımlardan olması gerekenden daha yüksek metraj elde edildiği anlamına gelmektedir. Diğer metrajlarda ise yazılımlardan elde edilen değerler, sınır değer içerisinde kalmıştır.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar, literatürde sınırlı sayıda benzer çalışma ile kıyaslanmaya çalışılmıştır. Örneğin, Gerçek vd. (2016); YBM yazılımı ile kalıp metrajında kat başına  $0,4 \text{ m}^2$  sapma tespit etmişlerdir. Çalışmada kat alanı ile ilgili bilgi bulunmamasıyla birlikte, mevcut çalışmada dikkate alınan yapının 5 katlı olması, kalıp imalatının (3 no'lu imalat) kat başına ortalama olarak; gerçekte  $1.713,93 \text{ m}^2$ , AR ile  $1.687,47 \text{ m}^2$  ve NA ile  $1.737,43 \text{ m}^2$  olması anlamına gelmektedir. Bu durumda, mevcut çalışmada kat başına AR için  $-26,46 \text{ m}^2$ , NA için  $+23,50 \text{ m}^2$  sapma söz konusudur. Diğer bir çalışma olarak, Eroğlu (2019); kalıp ve beton açısından da metraj kıyaslaması yaptığı tez çalışmasında; kalıp imalatı (temel, kolon, perde, kiriş, döşeme) için AR sonuçlarının NA'ya göre  $((AR-NA)/NA)$  ortalama  $0,55\%$  daha düşük olduğunu, beton imalatı (temel, kolon, perde, kiriş, döşeme) içinse ortalama  $0,07\%$  yüksek olduğunu belirlemiştir. Mevcut çalışmada ise kalıp imalatı için AR sonuçlarının NA'ya göre ortalama  $2,88\%$  daha düşük, beton imalatı içinse  $0,94\%$  daha yüksek olduğu ifade edilebilir. Özetle, mevcut bulgular Eroğlu (2019)'nun bulguları ile uyusmakla birlikte, mevcut çalışmada hem beton, hem kalıp için sapma oranı bir miktar daha fazladır.

Çalışma kapsamında ele alınan apartman tipi konut projesinin modellemesi yapılırken, mimari ve statik projelerde çokça çakışma sorunu ile karşılaşmış olup, uygulamada bu çakışmaların zaman ve maliyet kaybına neden olacağı aşikârdır. Bu nedenle YBM yazılımlarının koordineli çalışabilirlik adına kurdukları ortak dijital temsil, çakışmaların ve değişikliklerin anında tespit edilip gerçekleştirilerek, uygulamada yaşanabilecek problemleri minimize edilebileceğini göstermektedir. Böylece, YBM yazılımlarının sadece tasarım aşamasında değil, uygulama aşamasında da verimlilik adına önemli avantajlar sağlayacağı görülmüştür. Bunun yanında, projede yer alan bütün objeler, yapısal ve yapısal olmayan elemanlar, YBM yazılımları kapsamında hesaplanabilir ve tablolandırılabilir bir altyapıya sahip olduklarından dolayı, projede gerçekleştirilecek küçük bir değişiklik dahi aynı anda bütün mahal ve metraj listelerine yansımakta olup, dolayısıyla imalat ekiplerinin daha kontrollü çalışmalarına da imkân sağlamış olacaktır. Modelleme açısından AR'nin geliştirilebilir yanları; duvar-kiriş-kolon-döşeme birleşim bölgelerinde duvar materyali kırılmasının ve kolon-kiriş yüzeylerine sıva tanımlanmasının zor olması olarak ifade edilebilir. NA açısından ise; arayüzünün alışlagelmiş Autodesk arayüzlerinden farklı olması, üst üste binen yapı elemanlarının metrajlarının değişken olabilmesi, metrajları elde etmek için her seferinde metraj çıkarma aracının çalıştırılması gereksinimi geliştirilebilir hususlar olarak değerlendirilmektedir.

Bu çalışma kapsamında, YBM tasarımlarından elde edilen metraj verilerinin gerçek verilerle karşılaştırılması ile YBM tasarımlarının metraj hesaplarındaki geçerlilikleri ele alınmış olup, böylece tasarım aşamasındaki katkıları spesifik olarak değerlendirilmiştir. YBM tabanlı yazılımlar, Türkiye’de her ne kadar mimari tasarım açısından mimarlarca kabul görerek farkındalık yaratmış olsalar da, statik tasarım açısından inşaat mühendislerinden henüz beklenen ilgiyi görmemektedirler. Bu çalışmanın, geleneksel metrajlar ile uzun süreler harcayan inşaat mühendislerinin YBM yazılımlarını kullanarak ve çok daha kısa sürede metraj değerlerini

## 5. TEŞEKKÜR

Yazar, katkıları için İnşaat Mühendisi Tayfun POLAT’a, İnşaat Mühendisi İzzettin TURĞAL’a, İnşaat Mühendisi Ayhan KARDOĞAN’a ve İnşaat Mühendisi Semih Burak SELÇUK’a teşekkür eder.

## 6.KAYNAKLAR

Altınay, Ş., 2014. *Merkez Ofis Giderlerinin Tespitinde Kullanılan Yöntemler ve İnşaat Sektöründe Bir Uygulama*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Kültür Üniversitesi, İstanbul.

Atak Argun, A., 2017. İnşaat Sektöründe BIM Kullanımı ve Avantajları, <https://epy.com.tr/tr-inaaat-sektorunde-bim-kullanimi-ve-avantajlari-95> (Son erişim Tarihi: 24.02.2021)

Bayram, S., 2019. Yaklaşık metraj birim ölçülerinin yapım işi projelerindeki geçerliliğinin araştırılması, *International Conference on Innovation, Sustainability, Technology and Education in Civil Engineering (iSTE-CE'2019)*, 13-15 Haziran, Hatay, 774-789.

BIMgenius, 2018. Türkiye BIM Raporu: Genel Eğilim ve Beklentiler Araştırma Raporu, <https://www.bimgenius.org/> (Son erişim Tarihi: 23.08.2019)

Çuhadar, F.G., 2017. *Mimarlık Hizmeti Kapsamında Bina Bilgi Modelleme: "G Villa" Konut Projesi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Kültür Üniversitesi, İstanbul.

Elmalı, Ö., Bayram, S., 2018. BIM kavramının Türk inşaat sektörüne entegrasyonu üzerine bir alan çalışması, *III. Uluslararası Mesleki ve Teknik Bilimler Kongresi*, 21-22 Haziran, Gaziantep, cilt 5, 3469-3479.

Eroğlu, E., 2019. *Evaluation of the Reliability of BIM-Based Quantity Take-Off Processes in*

alabilmeleri, ön keşif ve iş programlaması yapabilmeleri için farkındalık yaratması ve YBM tasarımlarının avantajlarını somutlaştırarak pratiğe yönelik kullanıma yol göstermesi beklenmektedir. Zira Türkiye orijinli akademik çalışmalarda YBM kullanılarak taşıyıcı sistem tasarımına yönelik çalışma sayısı yok denecek kadar azdır. Öneri olarak ise, birçok ülkenin farklı seviyelerde yürütmekte oldukları YBM’ye geçiş süreci için Türkiye’de de planlama aşamasının kamu sektörü, özel sektör ve üniversitelerin katılımları ile tamamlanarak YBM’ye geçiş için bir yol haritası belirlenmesi üzerinde çalışılmalıdır.

*Construction Projects*. Master’s thesis, Middle East Technical University, Ankara, Turkey.

EUBIM Taskgroup, 2019. Avrupa Kamu Sektörü tarafından Yapı Bilgi Modellemesinin tanıtımı için El Kitabı. [http://www.eubim.eu/wp-content/uploads/2019/05/EU\\_BIM\\_Task\\_Group\\_Handbook\\_Turkish.pdf](http://www.eubim.eu/wp-content/uploads/2019/05/EU_BIM_Task_Group_Handbook_Turkish.pdf) (Son erişim Tarihi: 14.09.2019)

Gerçek, B., 2016. *BIM Execution Process of Construction Companies for Building Projects*. Master’s thesis, İzmir Institute of Technology, İzmir, Turkey.

Gerçek, B., İlal, M.E., Tokdemir, O.B., Günaydın, H.M., 2016. Yapı bilgi modellemesi yardımıyla metraj ve maliyet hesabı, *4. Proje ve Yapım Yönetimi Kongresi*, 03-05 Kasım, Eskişehir, 786-796.

INTES (Türkiye İnşaat Sanayicileri İşveren Sendikası), 2019. İnşaat Sektörü Raporu, [https://intes.org.tr/wp-content/uploads/2019/08/insaata\\_raporu-a%C4%9Fustos.pdf](https://intes.org.tr/wp-content/uploads/2019/08/insaata_raporu-a%C4%9Fustos.pdf)(Son erişim Tarihi: 06.10.2019)

Issa, R.R.A., Svetlana, O., 2015. *Building Information Modeling: Applications and Practices*. American Society of Civil Engineers, NY, USA.

Karagöz, M.E., 2019. BIM ile yapı yaklaşık maliyeti hesaplama önerisi, *Yapı Bilgi Modelleme*, 1(1), 39-45.

Karimi, H.A., Akıncı, B., 2009. *Current Trends and Future Directions in CAD and GIS Integration*. CRC Press, Taylor & Francis Group, London, UK.

Kim, K.P., Ma, T., Baryah, A.S., Zhang, C., Hui, K.M., 2016. Investigation of readiness for 4D and 5D BIM adoption in the Australian construction industry, *Management Review: An International Journal*, 11(2), 43-64.

Kumar, J.V., Mukherjee, M., 2009. Scope of building information modeling (BIM) in India, *Journal of Engineering Science and Technology Review*, 2(1), 165-169.

Lkhagva-Erdene, S., 2018. *Yapı Bilgi Modellemesi Kapsamında Hesaplama Komplekslerinin Entegrasyonu*. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

McAuley, B., Hore, A., West, R., 2017. *BICP global BIM study - Lessons for Ireland's BIM programme*. Dublin Institute of Technology, Dublin, Ireland.

Nawari, N.O., 2012. BIM standard in off-site construction, *ASCE Journal of Architectural Engineering*, 18(2), 107-113.

NIBS (National Institute of Building Sciences), 2014. National BIM Standard-United States™ Version 2, <http://www.nationalbimstandard.org/> (Son erişim Tarihi: 24.01.2020)

Pekerçli, M.K., Sarı, R., Tanyer, A.M., 2017. Türkiye'deki mimarlık ve mühendislik firmalarında yapı bilgi modellemesi olgunluğu üzerine bir araştırma, *11. Mimarlıkta Tasarım Ulusal Sempozyumu*, 14-15 Haziran, Ankara, 214-227.

Polat, T., Turğal, İ., Kardoğan, A., 2019. *Yetkin Bir Proje Yönetimi için Yapı Bilgi Modellemesi (BIM) Yaklaşımı*. Yayımlanmamış Bitirme Ödevi Çalışması, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.

Sahil, A.Q., 2016. *Adoption of Building Information Modeling in Developing Countries: A Phenomenological Perspective*. Master's thesis, Colorado State University, Fort Collins, Colorado, US.

Saleh, M.A.D., 2015. *Barriers and Driving Factors for Implementing Building Information Modelling (BIM) in Libya*. Master's thesis, Eastern Mediterranean University, Gazimağusa, North Cyprus.

Timuroğlu, M.B., 2017. *BIM ve Hakediş Yazılımları Arası Veri Paylaşım ve Değişim Yaklaşımları*. Yüksek Lisans Tezi, Beykent Üniversitesi, İstanbul.

Zontul, K., 2019. *Yapım Maliyetlerinin Hesaplanmasında Yapı Bilgi Modelleme (YBM) Sisteminin Örnek Uygulama Üzerinden İrdelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.

# BIM 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.mgsu.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 (BIM) 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; BIM; 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 (BIM) 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; BIM; 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.

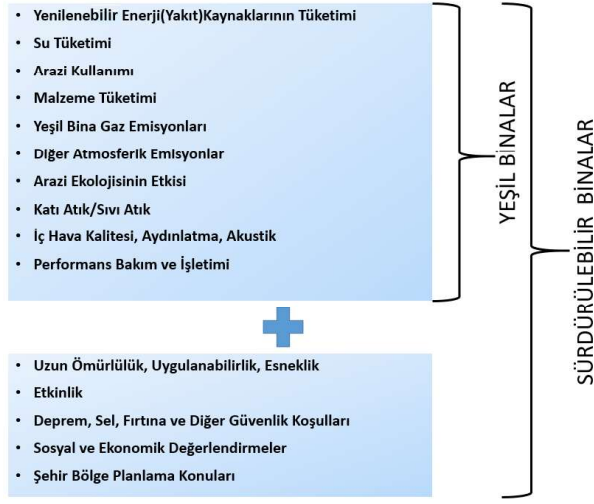
Sürdürülebilir mimari, yeşil bina, çevre dostu bina gibi tanımların altında toplanan fikirler maliyet artışını göze alarak kaynak kullanımını azaltmayı ve sonuç olarak tekrar kullanılabilen, daha az enerji tüketmeyi ve daha az atık üretmeyi amaçlayan bir mimari yaklaşımdır. “Sürdürülebilir mimarlık, 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 yayımlanan raporda, bir yeşil binanın yıllık 350 metrik ton sera gazı CO<sub>2</sub> 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 kullanabildikleri ile 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)

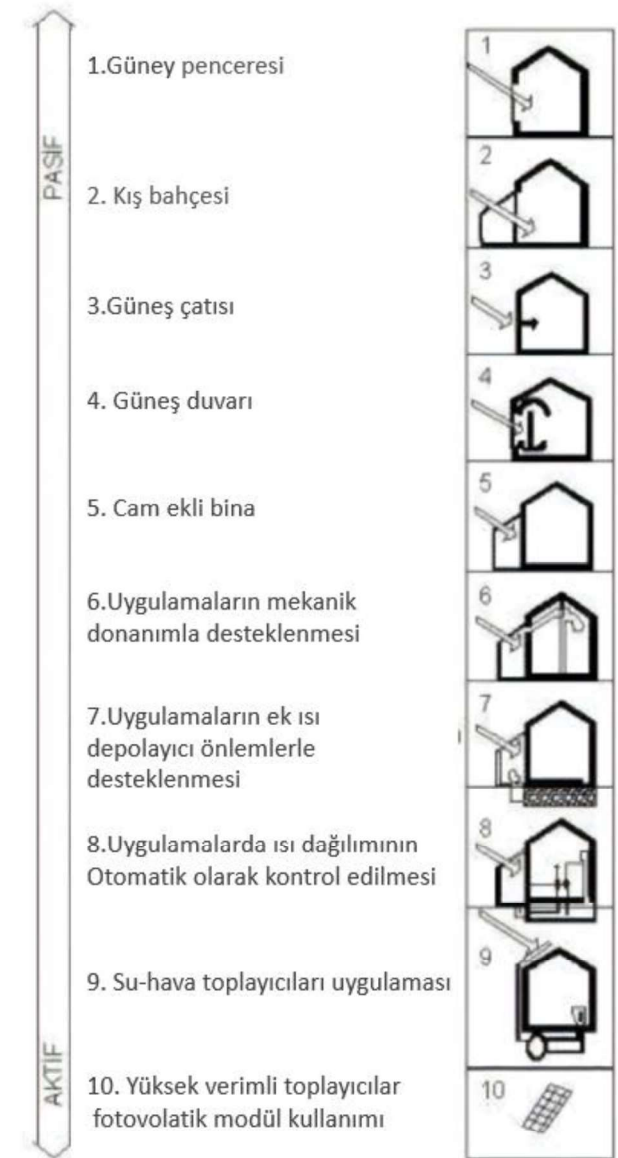
- Güneşten Faydalanma
- Rüzgardan Yararlanma
- Su Tasarrufu
- Konut içi enerji kontrol sistemleri

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 yapılabilir bu nedenle 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.



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 felaketlere 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 Nest<sup>1</sup>, Apple Home Kit<sup>2</sup> 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 ampuller ile aydınlatmanın zamanı, parlaklığı ve kullanım

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> 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) :

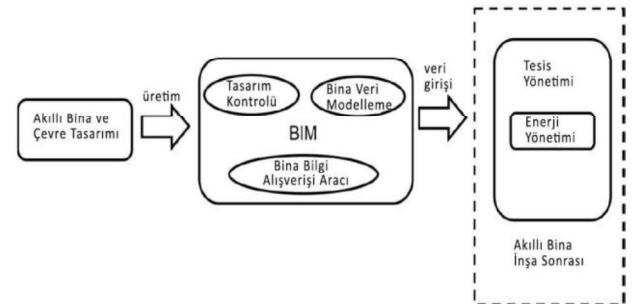
- **Sensörler:** değişiklik olması durumunda mesajların izlenmesi ve gönderilmesini sağlamaktadır.
- **Aktüatörler:** Sistemi hareket ettiren bir tür motordur. Fiziksel bir eylem gerçekleştirmektedirler.
- **Kontrol mekanizması:** Kullanıcının tanımladığı programa ve kurallara göre üniteleri ve cihazları 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.

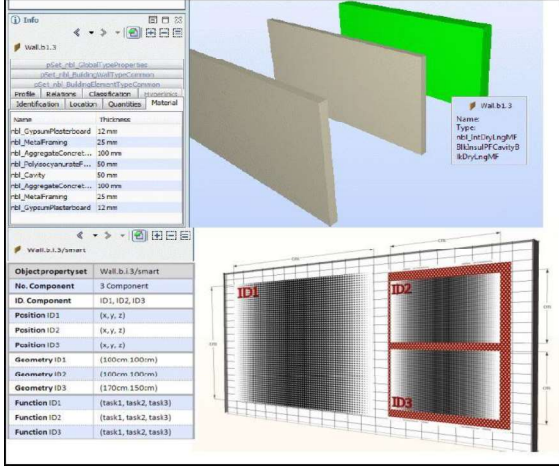
BIM günümüzün akıllı teknolojilerinin getirdiği modern tasarımı desteklemektedir. BIM ortamında akıllı nesnelere de standart bina nesnelere gibi gerçekliğin bir temsilidir ve belirli standart veri girdileri olmalıdır.



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

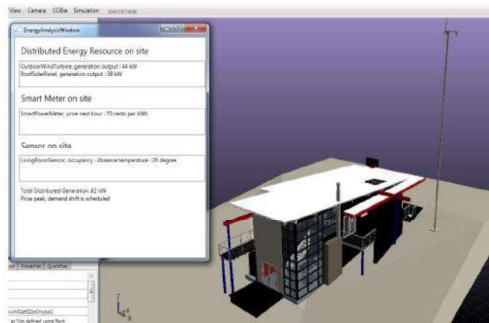
Standart yapılar ve akıllı binalar arasındaki temel fark akıllı nesnelere bina kullanıcılarıyla birbirleriyle ve tüm ev ağıyla etkileşime geçmesidir. Akıllı bina nesnelere, uzaktan kumanda, hareket sensörleri gibi etkileşim için kullanılan yöntemlere cevap vermektedir. BIM modeli için akıllı bina nesnelere 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).

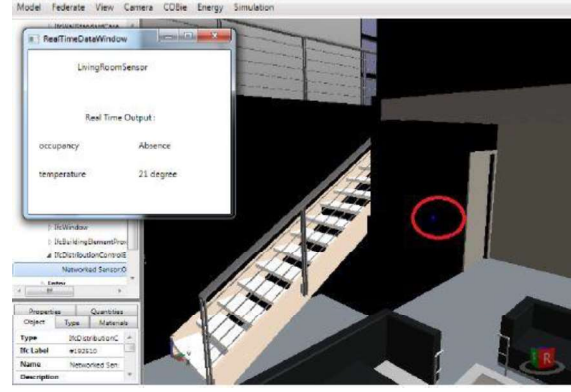


Şekil 5. Standart duvar ve akıllı duvar Revit modeli (Vries, 2012)

Sensörler ve aküatörler 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 nesnelere konumudur. Sensör ayarları konumu açısından ışık veya doluluk algısı gibi durumlardan etkilenebilmektedir. İkincisi akıllı nesnelere çevreyle nasıl etkileşime girdiğidir. Üçüncüsü akıllı nesnelere bina kullanım sürecindeki bakımının nasıl olacağı sorusudur (Zhang J,2015).

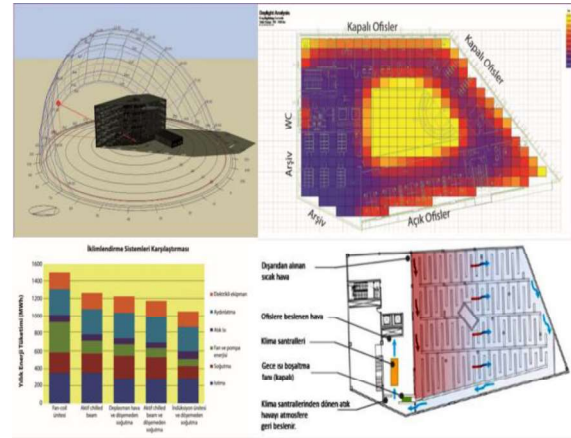


Şekil 6. Revit programında akıllı bina modelinde parametreler (Zhang J, 2015)



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)<sup>3</sup>, 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

<sup>3</sup> Generative Design tasarımı 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 (yılda% 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).

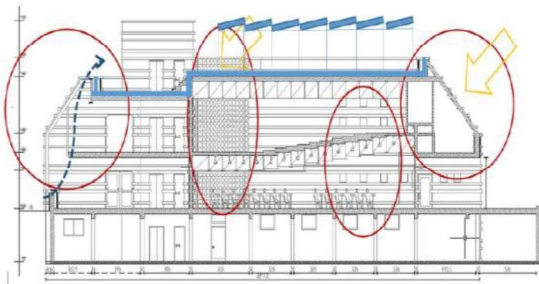
##### 4.2 Brescia Üniversitesi Akıllı Kampüs Projesi

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:

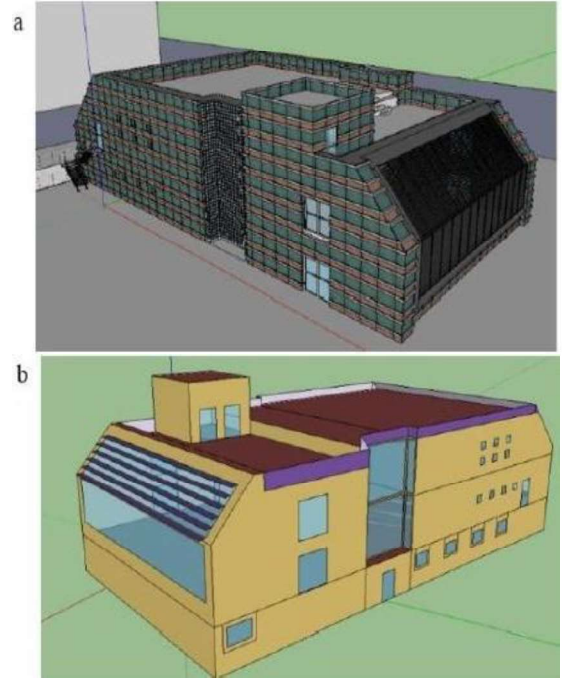
- Yenilenebilir enerji kullanımı için Güneş panelleri ile elektrik enerjisinin üretiminin yapılabildiğinin binanın elektrik ihtiyacı karşılanmaktadır. Enerji üretmek ve düz çatıyı gölgelemek için çatıya güneş paneli sistemleri kurulmuştur.
- Fotovoltaik güneş sistemleri projeye özel geliştirilmiştir 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

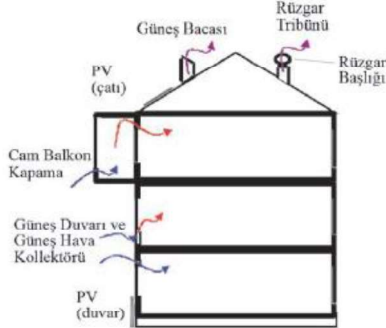


senaryolarına göre komutlar yardımıyla bütün panjur ve perdeler kapanabilmektedir (Akyazıcı B, 2019).

- 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 tedarigi 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 Mekân 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)