

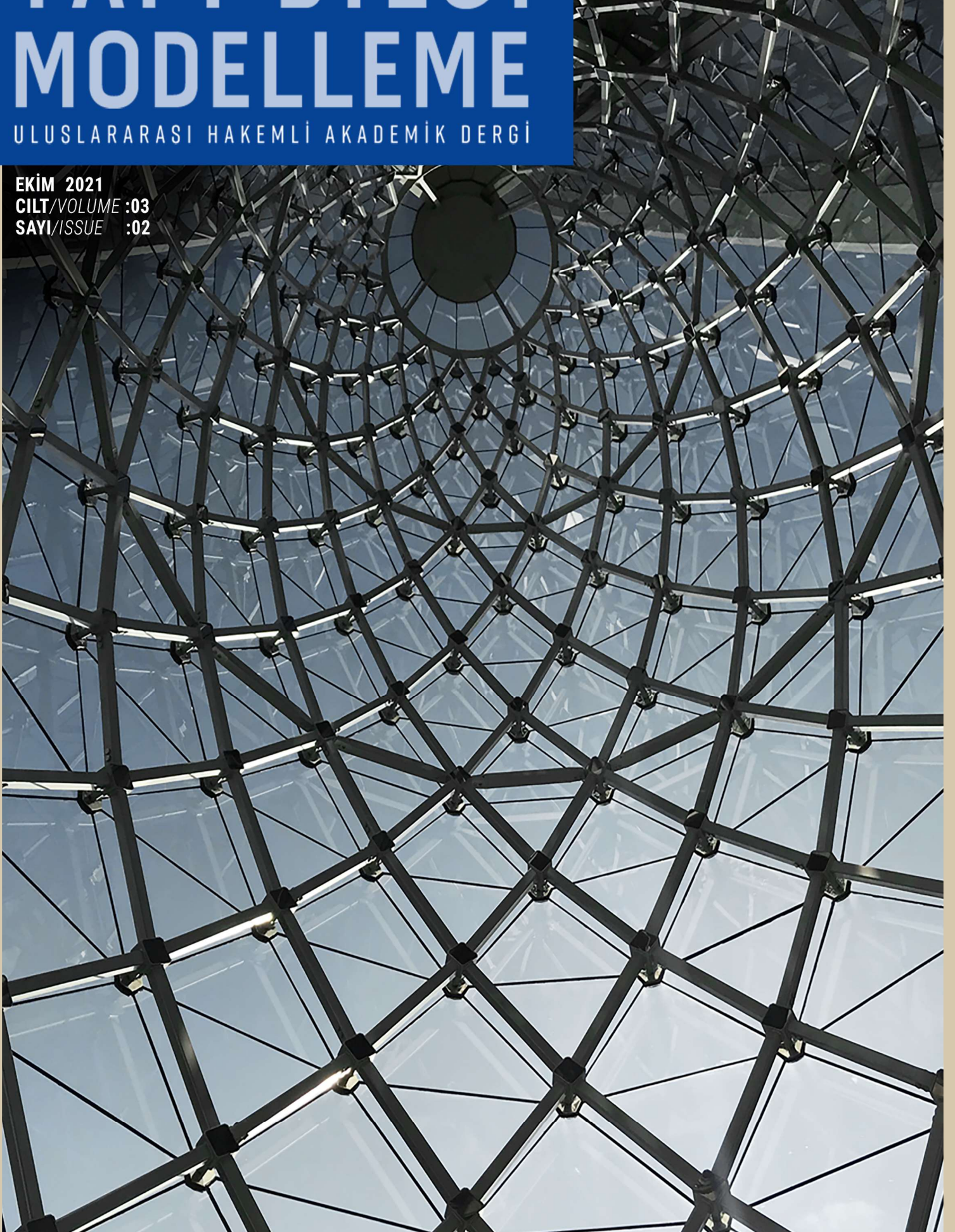
# YAPI BİLGİ MODELLEME

ULUSLARARASI HAKEMLİ AKADEMİK DERGİ



MİMAR SİNAN  
GÜZEL SANATLAR  
ÜNİVERSİTESİ

EKİM 2021  
CİLT/VOLUME :03  
SAYI/ISSUE :02



---

# İçindekiler

Editörden...

Açık Kaynaklı Görsel Programlama Yazılımı Aracılığıyla YBM Platformunun Yeteneklerini Geliştirme: Doğrudan Modelden Alınan Mahal Bitirmeleriyle Mahal Listesinin Oluşturulması	51
<i>Kadir Emre BAKIR</i>	
Yerel Yönetimlerde Elektronik İhale (E-İHALE) Sistemleri ve Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) Entegrasyonu	64
<i>Ömer Galip PINAR</i>	
BIM ile Bütünleşmenin LEED Sertifikasyon Sürecine Etkilerinin Enerji Kriteri Kapsamında İncelenmesi	76
<i>Elif AK</i>	
Tümleşik Proje Teslim Yönteminde Erken Evreden İtibaren BIM Kullanımının (IPD/BIM) Verimlilik ve Birlikte Çalışma Üzerine Etkileri	86
<i>Aras M. DÖNMEZER</i>	

# Editörden...

Sizlerle Yapı Bilgi Modelleme dergimizin bu sayısını paylaşmanın büyük heyecanı 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 yakın 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 diliyor, gelecek sayılarımızda sizlerin de makalelerini yayınlamak dileği ile saygılarımı sunuyorum.

## Prof.Dr.Ümit IŞIKDAĞ

Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi  
Enformatik Bölümü

## YAPI BİLGİ MODELLEME

Uluslararası Hakemli Akademik Dergi

Ekim 2021

Cilt : 03- 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.Bulent 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

## Açık Kaynaklı Görsel Programlama Yazılımı Aracılığıyla YBM Platformunun Yeteneklerini Geliştirme: Doğrudan Modelden Alınan Mahal Bitirmeleriyle Mahal Listesinin Oluşturulması

Kadir Emre BAKIR (ORCID: 0000-0003-2262-4423)

\* Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Doktora Programı  
e-posta: kemrebakir@gmail.com

### ÖZET

Bu çalışmada, YBM platformlarından biri olan Autodesk Revit ile mimari modelden mahal listesi oluşturulması ele alınmaktadır. Autodesk Revit ile mahal listesi oluşturmada temel olarak iki yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden ilkinde tüm bitirmeler mahal listesine elle yazılabilmektedir. Yazılan bitirmeler açılır listeden farklı mahaller için seçilebilmektedir. Diğer yöntem; anahtar tablo (key schedule) yöntemine dayanmaktadır. Islak hacimler, depolar gibi mahal tipleri mahal bitirmelerine göre oluşturulmaktadır. Ardından uygun mahal tipleri mahal listesinin doldurulması için seçilmektedir. Ancak her iki yöntemde de mahali çevreleyen elemanların bitirmeleri doğrudan modelden alınamamaktadır. Mahal bitirmelerinin modelden bağımsız yazılması hatalara sebep olabilmektedir. Ayrıca, mahal bitirmelerinde yapılan değişiklikler kişisel çabalarla takip edilmeli ve düzeltilmelidir. Çözüm, açık kaynaklı görsel programlama yazılımı olan Dynamo'nun kullanımıyla mahal bitirmelerinin doğrudan modelden elde edilmesi ve bu bitirmelerin mahal listesine yazılmasıdır. Bu amaçla oluşturulan Dynamo komut dizisinde Dynamo için geliştirilen paketler de (Clockwork ve archilab) kullanılmıştır. Geliştirilen Dynamo komut dizisi basitten karmaşığa doğru oluşturulan model üzerinde sınanmış ve komut dizisinin çalışma sınırları ortaya konmuştur. Ardından, oluşturulan Dynamo komut dizisi iki katlı örnek konut yapısı üzerinde denenmiştir. Konut modelinde yapılan denemelerde mahal listesine mahal bitirmeleri yazılabilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Yapı Bilgi Modellemesi; Revit; Dynamo; Mahal listesi; Mahal bitirmeleri.

### ABSTRACT

In this paper, the creation of a room schedule from an architectural model using one of the BIM platforms Autodesk Revit is examined. Basically, there are two methods to create a room schedule in Revit. In the first of these methods, all room finishes that are shown in the room schedule can be filled by hand. These finishes may be selected again from the drop-down menu for other rooms. Another method is based on a key schedule. Room styles are created based on room finishes in a key schedule- such as wet areas, storage, etc. Then, appropriate room styles are selected to fill in a room schedule. However, finishes of room bounding elements (walls, floors, ceilings, roofs, etc.) cannot be retrieved directly from a model in both of these methods. Writing room finishes independently from a model can cause errors. Additionally, changes of room finishes must be traced and corrected by personal efforts in these methods. The solution is using open-source visual programming software Dynamo to retrieve room finishes directly from a model and writing these finishes on a room schedule. Dynamo packages, such as Clockwork and archilab were also used in the developed Dynamo script. The developed Dynamo script was tested on models that were from simple to complex and the limits of the Dynamo script were identified. Then, Dynamo script was tested on a sample two-storey residential building. Thanks to the developed Dynamo script, room finishes were able to be written on room schedules in these tests.

**Keywords:** Building Information Modeling; Revit; Dynamo; Room schedule; Room finishes.

## 1.GİRİŞ

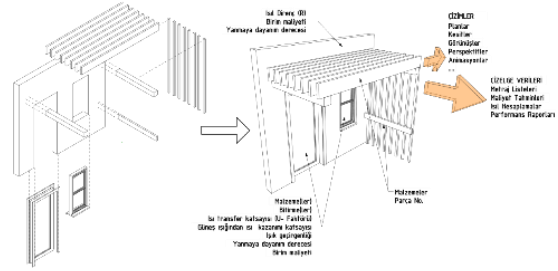
YBM platformları, “parametrik ve nesne tabanlı olmaları sayesinde model bütünlüğünü sağlayabilmeleri” ile diğer modelleme programlarından ayrılmaktadır (Sacks vd., 2018). YBM uygulamalarının önemli diğer özelliklerinden biri de modelde geometrik olan ve geometrik olmayan verinin birlikteliğidir. Bu sayede modelde yer alan yapı elemanlarının (duvarlar, çatılar, tefriş elemanları vb.) verileri tablolar haline getirilebilmekte ve düzenlenebilmektedir (Lévy, 2012). Mahal listesi, Hasol (2012) tarafından “bir yapının çeşitli hacimlerinin alan (m<sup>2</sup>), çevre (mt) gibi ölçülerini ve bu yerlerde kullanılacak gereçleri gösteren çizelge” olarak tanımlanmaktadır. Her ne kadar geometrik olmayan verilerin modellenen alımladığı ifade edilse de Autodesk Revit YBM platformunda oluşturulan modelden mahal bitirmeleri doğrudan alınamamaktadır. Bu probleme çözüm olarak, görsel programlama yazılımı Dynamo ve açık kaynaklı Dynamo paketleri kullanılarak mahal bitirmelerinin mahal listesine yazılmasını sağlayan Dynamo komut dizisi ortaya konmuştur. Geliştirilen komut dizisi farklı büyüklükte ve karmaşıklıkta modellerle sınanmıştır. Bu sınamalarla, oluşturulan Dynamo komut dizisinin hangi şartlarda çalışıp çalışmadığı belirlenmiştir. Çalışma sonucunda Autodesk Revit kullanılarak oluşturulan mahal listelerinde yer alması istenen mahal bitirmeleri doğrudan modelden elde edilebilmiştir. Bir görsel programlama yazılımı olan Dynamo sayesinde Autodesk Revit YBM platformunun yetenekleri geliştirilebilmiştir.

## 2. YBM Platformu ve Görsel Programlama Kavramları

Yapı Bilgi Modellemesi (BIM- Building Information Modeling), ABD Genel Mühendislik Birliği’nce; bir yapının inşası ve işletilmesi için bilgisayar yazılımı kullanılarak simülasyonların hazırlanması olarak tanımlanmaktadır (AGC, 2015). NBIMS (National BIM Standart) proje komitesince ise YBM, “bir yapının fiziksel ve işlevsel karakteristiğinin dijital temsili” şeklinde ifade edilmektedir (URL-1). Her iki tanımda da öne çıkan, yapının yazılım destekli dijital olmasıdır.

3B modele geometrik olan verinin yanında geometrik olmayan verinin ilave edilmesinin temeli ‘Yapı Tanımlama Sistemi’ (Building Description System- BDS) ile atılmıştır. Yapı Tanımlama Sistemi ile oluşturulan model sayesinde yapıya ait plan, kesit, görünüş gibi çizimlerle birlikte yapı elemanlarına ve bitirmelerine ait bilgilerin elde edilmesi amaçlanmıştır (Eastman vd., 1974). Şekil 1’de bazı yapı elemanlarına ait geometrik veriler ve geometrik olmayan veriler ifade edilmiş ve bu

verilerin yer aldığı çizimler, çizelgeler örneklenmiştir.



Şekil 1. Geometrik ve geometrik olmayan verilerden türetilen çizimler, çizelgeler (Lévy, 2012; URL-2)

Programlama, bir dizi komutların yürütülebilir programa dönüştürülmesi olarak tanımlanmaktadır. Görsel programlama ise; komutların birbirleriyle olan ilişkisinin görsel arayüzde belirlendiği ve bir takım hazır komutların, düğümlerin kullanılabildiği programlama türüdür. Görsel programlama aynı zamanda metin tabanlı programlamayı içerdiği için hem programcı hem de programcı olmayan kişilere hitap ettiği ifade edilmektedir (Dynamo Primer, 2019).

Açık kaynaklı proje olması nedeniyle üçüncü kişilerin katkıları Dynamo’nun mevcut düğümlerinin fonksiyonlarını daha öteye taşıyabilmektedir. Üçüncü kişiler tarafından geliştirilen özel düğümler, paketler olarak adlandırılmakta ve doğrudan Dynamo arayüzünden indirilip kullanılabilir. Bu paketlerden bazıları Clockwork for Dynamo 2.x ve archi-lab.net paketleridir (Dynamo Primer, 2019).

### 2.1. Clockwork for Dynamo 2.x paketi

Clockwork for Dynamo 2.x paketi listelerin düzenlenmesi, matematiksel, metin (string) ve geometrik işlemlerin yapılması, geometrik yüzeylerin bölünmesi ve panellerle kaplanması gibi işlemler için özel düğümler sunmaktadır. Dynamo düğümlerinin doğrudan kullanılmadığı özel düğümlerde Python programlama dili kullanılmaktadır. Pakette yer alan Element.Level düğümü sayesinde Revit model elemanlarının bulunduğu kotlar tespit edilebilmektedir. List.ReplaceItemAtIndex+ düğümü de listelerde yer alan belirli elemanların başka bir elemanla değiştirilebilmesini sağlamaktadır. Listelerde yer alan null değerlerinin değiştirilmesi için de List.ReplaceNull düğümü kullanılabilmektedir (URL-3; Dynamo Primer, 2019).

### 2.2. archilab paketi

archilab paketi en çok yüklenen Dynamo paketidir (URL-4). Clockwork for Dynamo 2.x paketine

benzer şekilde; listeler üzerinde işlemlerin yapılabileceği özel düğümlerden görsel analizlerin yapılabileceği özel düğümler barındırmaktadır. Örneğin pakette yer alan Clear List düğümü kullanılarak listelerde yer alan null ve empty list değerleri temizlenebilmektedir. Metinsel ifadelerde (string) belirli metinsel ifadelerin (string) yer alıp almadığının tespiti için String.Contains düğümü kullanılabilir (URL-5; Dynamo Primer, 2019).

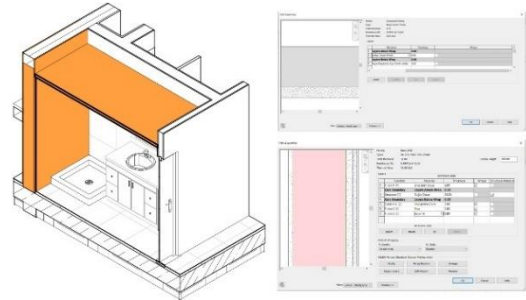
### 3. Revit Mahal Listelerine Dynamo Yardımıyla Mahal Bitirmelerinin Yazılması

Zorlutuna vd. (2020) tarafından Revit platformunun mahallerde yer alan duvarlar ile mahaller arasında herhangi bir bağ oluşturmadığı ifade edilmiştir. Mahallerde yer alan bitirmelerin isim, alan vb. verilerinin elde edilebilmesi için Dynamo ve Revit eklentisi olan Roombook önerilmiştir. Roombook, mahallerde yer alan duvar, döşeme model elemanlarına ait bitirme isimleri ve metrajlarını oluşturabilen bir eklentidir. Bu eklentiyle oluşturulan metraj listelerinin mahallerin bulunduğu kota, mahallerin numaralarına ve mahallerin isimlerine göre düzenlenmesiyle mahal listeleri oluşturulabilmektedir (URL-6). Benzer biçimde katmanlı model elemanlarının metrajlarının daha hassas ve otomatik yapılması için modeller geliştirilmiştir. Bu modellerde mahallere ait bitirmelerin eldesi için Dynamo görsel programlama yazılımının kullanıldığı belirtilmektedir. Khosakitchalert vd. (2020) tarafından ortaya konan Otomatik Katmanlı Eleman Modifikasyonu (ACEM – Automatic Compound Element Modification) yönteminde daha doğru metraj için katmanlı elemanların uygulama programlama arayüzüne (API) aktararak oluşturulan algoritma ile katmanlarına ayrılarak yeniden oluşturulmasına dayanmaktadır. Katmanlarına ayrılan elemanların bitirmelerine ait isim, kalınlık ve mahal verileri elde edilebilmektedir. Ancak prototip olarak geliştirilen bu yöntemde, yöntemin kompleks olması nedeniyle duvarlar ve döşemeler için en fazla iki bitirmeye yer verildiği ifade edilmiştir (Khosakitchalert vd., 2020). Doğrudan mahal listelerinin oluşturulmadığı çalışmalar ve Roombook eklentisi ağırlıklı olarak metraj verilerinin daha hassas bir şekilde eldesine odaklanmaktadır. Bu çalışma ise Autodesk Revit YBM platformuyla oluşturulan mahal listesinin bitirmelerinin Dynamo ile doğrudan modelden alınabilmesini ve bitirme değişikliklerinin otomatik olarak mahal listelerine aktarılmasını hedeflemektedir. Autodesk Revit YBM platformu kullanılarak oluşturulan 3B modelden, modelde yer alan mahallere ait mahal listesi oluşturulabilmektedir. Hazırlanan model için oluşturulmak istenen mahal listesinde; mahalın

bulduğu kat, mahal numarası, mahal alanı, mahal döşeme bitirmesi, mahal duvar bitirmesi, mahal tavan bitirmesi gibi alanlar seçilebilmektedir. Bu seçim öncesinde modele en azından mahaller (room) eklenmiş olmalıdır. Aksi takdirde tüm liste, ana başlığı ve içerdiği verilere ait başlıklar haricinde boş gösterilecektir.

Örnek bir konut yapısı için oluşturulan mahal listesinin ilk hali Şekil 2’de verilmiştir. Bu mahal listesinde döşeme, duvar, tavan bitirmelerinin yer almadığı, bu sütunların boş olduğu görülmektedir. Modelde yer verilen elemanlar katmanlı olarak modellenmiş olup duvarlar tuğla ve sıva, asma tavan alçı panel ve strüktür katmanlarını içermektedir. Şekil 2’de örnek konut yapısı modelinde yer alan banyo ve banyoya ait duvar ve asma tavanın eleman özellikleri penceresinden tanımlanmış katmanları verilmiştir.

<Mahal Listesi>						
A	B	C	D	E	F	G
Level	Number	Name	Floor Finish	Wall Finish	Ceiling Finish	Area
Zemin Kat Planı	Z-04	Room				14.79 m <sup>2</sup>
Zemin Kat Planı	Z-05	Room				13.49 m <sup>2</sup>
Zemin Kat Planı	Z-06	Room				13.53 m <sup>2</sup>
Zemin Kat Planı	Z-07	Room				4.50 m <sup>2</sup>
Zemin Kat Planı	Z-08	Room				5.35 m <sup>2</sup>
Zemin Kat Planı	Z-09	Room				4.56 m <sup>2</sup>
Zemin Kat Planı	Z-10	Room				12.75 m <sup>2</sup>
Zemin Kat Planı	Z-11	Room				12.00 m <sup>2</sup>
Zemin Kat Planı	Z-12	Room				1.30 m <sup>2</sup>
Zemin Kat Planı	Z-13	Room				12.25 m <sup>2</sup>
Zemin Kat Planı	Z-14	Room				5.22 m <sup>2</sup>



Şekil 2. Mahal listesi (üstte), banyo (sol altta) ve duvar ile asma tavanın (sağ altta) katmanları (Autodesk Revit, 2019; URL-7)

Modelde yer alan tüm mahallerde olduğu gibi, banyoda da katmanlı elemanlar (döşeme, duvar, asma tavan vb.) bulunmasına rağmen bu elemanlara ait veriler doğrudan modelden alınamamış ve mahal listesinde gösterilememiştir. Mahal listesinde yer alan mahallerin seramik, sıva gibi bitirme isimleri elle yazılabilmektedir. Bir kez yazılan bitirme diğer mahallerde de kullanılmışsa doğrudan seçilebilir hale gelmektedir. Ancak bu durumda da modelde yer alan veriler kullanılmamaktadır. Eastman vd. (1974) tarafından belirtilmiş olan “modelden geometrik olmayan verinin de alınması” mümkün olmamaktadır. Şekil 3’te, Şekil 2’de verilmiş mahal listesinde yer alan banyoda kullanılan bitirmeler elle yazılmıştır. Ardından WC için tavan bitirmesi,

daha önce banyo için yazılmış olan suya dayanıklı alçı panel levha, açılan listeden doğrudan seçilebilmiştir.

<Mahal Listesi>						
A	B	C	D	E	F	G
Level	Number	Name	Floor Finish	Wall Finish	Ceiling Finish	Area
Zemin Kat Planı	Z-04	Room				14.79 m <sup>2</sup>
Zemin Kat Planı	Z-05	Room				13.49 m <sup>2</sup>
Zemin Kat Planı	Z-06	Room				13.53 m <sup>2</sup>
Zemin Kat Planı	Z-07	Room				4.50 m <sup>2</sup>
Zemin Kat Planı	Z-08	Room				5.35 m <sup>2</sup>
Zemin Kat Planı	Z-09	Room				4.56 m <sup>2</sup>
Zemin Kat Planı	Z-10	Room				12.75 m <sup>2</sup>
Zemin Kat Planı	Z-11	Room				12.00 m <sup>2</sup>
Zemin Kat Planı	Z-12	Lavabo				1.30 m <sup>2</sup>
Zemin Kat Planı	Z-13	Room				12.25 m <sup>2</sup>
Zemin Kat Planı	Z-14	Banyo	Seramik Kaplama	Seramik Kaplama	Suya Dayanıklı Alçı Panel Levha	5.22 m <sup>2</sup>
Zemin Kat Planı	Z-15	Room				0.78 m <sup>2</sup>
Zemin Kat Planı	Z-16	WC				1.37 m <sup>2</sup>
Zemin Kat Planı	Z-17	Room			Suya Dayanıklı Alçı Panel Levha	3.99 m <sup>2</sup>

Şekil 3. Bitirmelerin elle yazılması ve seçilebilmesi (Autodesk Revit, 2019; URL-8)

Mahal listesinde daha önce yazılmış bitirmelerin diğer mahallere açılan liste ile eklenebilmesi kolaylık sağlamaktadır. Ancak modelde çok sayıda mahal olması durumunda karmaşaya ve hataya yol açabilmesi mümkün olabilmektedir. Daha pratik bir yöntem olan “anahtar liste” yöntemi mahal listeleri için de kullanılabilir (Kirby ve Kriegel, 2017). Bu yöntemde mahallerde kullanılan bitirmeler mahal türlerine göre sınıflandırılmaktadır. Örneğin, ıslak hacimler başlığında yer alması istenen bitirmeler; döşeme ve tavanlar için seramik, asma tavan için suya dayanıklı alçı panel levha olarak belirtilebilir. Ardından oluşturulan mahal listesinde ıslak hacimler anahtarı seçilerek bu bitirmelerin doğrudan mahal bitirmeleri olarak yazılması sağlanabilmektedir. Hazırlanan anahtar listede yer alan bitirmelerin mahal listesinde seçilebilmesi için mahal listesinde yer alan verilere “Mahal Anahtar Listesi” eklenmelidir. “Mahal Anahtar Listesi” mahal listesine eklendikten sonra, istenilen mahal için belirlenen anahtar “Mahal Anahtar Listesi” sütunundan seçilebilir. Şekil 4’te, oluşturulan mahal anahtar listesi ve Şekil 3’te verilen mahal listesine bu mahal anahtar listesinin verilerinin eklenmiş hali gösterilmiştir.

<Mahal Anahtar Listesi>			
A	B	C	D
Key Name	Floor Finish	Wall Finish	Ceiling Finish
Balkon			
Banyo-WC	Seramik Kaplama	Seramik Kaplama	Suya Dayanıklı Alçı Panel Levha
Salon			

<Mahal Listesi>							
A	B	C	D	E	F	G	H
Mahal Anahtar Listesi	Level	Number	Name	Floor Finish	Wall Finish	Ceiling Finish	Area
(none)	Zemin Kat Planı	Z-04	Room				14.79 m <sup>2</sup>
(none)	Zemin Kat Planı	Z-05	Room				13.49 m <sup>2</sup>
(none)	Zemin Kat Planı	Z-06	Room				13.53 m <sup>2</sup>
(none)	Zemin Kat Planı	Z-07	Room				4.50 m <sup>2</sup>
(none)	Zemin Kat Planı	Z-08	Room				5.35 m <sup>2</sup>
(none)	Zemin Kat Planı	Z-09	Room				4.56 m <sup>2</sup>
(none)	Zemin Kat Planı	Z-10	Room				12.75 m <sup>2</sup>
(none)	Zemin Kat Planı	Z-11	Room				12.00 m <sup>2</sup>
Banyo-WC	Zemin Kat Planı	Z-12	Lavabo	Seramik Kaplama	Seramik Kaplama	Suya Dayanıklı Alçı Panel Levha	1.30 m <sup>2</sup>
(none)	Zemin Kat Planı	Z-13	Room				12.25 m <sup>2</sup>
Banyo-WC	Zemin Kat Planı	Z-14	Banyo	Seramik Kaplama	Seramik Kaplama	Suya Dayanıklı Alçı Panel Levha	5.22 m <sup>2</sup>
(none)	Zemin Kat Planı	Z-15	Room				0.78 m <sup>2</sup>
Banyo-WC	Zemin Kat Planı	Z-16	WC	Seramik Kaplama	Seramik Kaplama	Suya Dayanıklı Alçı Panel Levha	1.37 m <sup>2</sup>
(none)	Zemin Kat Planı	Z-17	Room			Suya Dayanıklı Alçı Panel Levha	3.99 m <sup>2</sup>
Balkon							
Salon							

Şekil 4. Mahal anahtar listesi (üstte) ve bu anahtarlarla bitirmelerin yazılması (Autodesk Revit, 2019; URL-9)

Mahal listesinde yer alan banyo, WC ve lavabo için bitirmeler doğrudan Banyo-WC anahtarı seçilerek atanmıştır. Mahal anahtar listesi yöntemiyle mahallerin bitirmelerinin mahal listelerine yazılabilmesi, her mahal için tek tek bitirmelerin yazılması veya seçilmesi yöntemine göre daha hızlı olacaktır. Öte yandan çok sayıda mahalden oluşan modellerde bu yöntemin de zaman alabileceği ve hataya açık olduğu öngörülebilir. Modelde yapılacak değişiklikler de bu durumu daha karmaşık hale getirebilecektir. Mahallerde yer alan döşeme, duvar, tavan bitirmelerinde yapılan değişiklikler, oluşturulan mahal listelerine aktarılamayacaktır. Temelde, modelden geometrik olmayan verinin alınmamasına ve güncellenememesine dayalı probleme, görsel programlama yazılımı Dynamo ve Dynamo için oluşturulan Clockwork, archilab paketleri ile geliştirilen komut dizisi ile çözüm aranmaktadır.

### 3.1. Mahal Bitirmelerinin Mahal Listesine Yazılması İçin Geliştirilen Dynamo Komut Dizisi

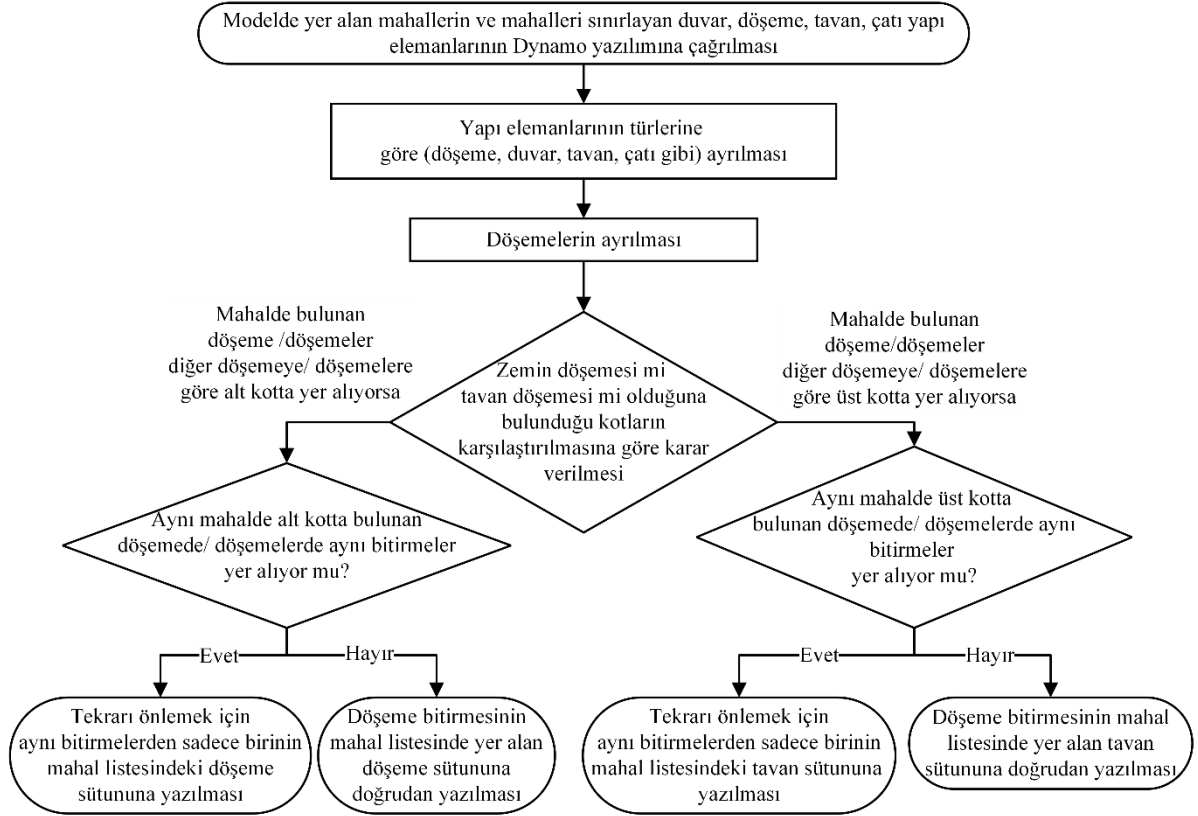
Dynamo ile geliştirilen komut dizisinde, öncelikle bir mahali çevreleyebilecek, sınırlayabilecek yapı elemanları; döşemeler (hem zemin hem de tavan döşemeleri), duvarlar, asma tavanlar, çatılar olarak belirlenmiştir. Bu elemanların seçiminde Revit platformunda yer alan yapı elemanlarının mahal sınırlayıcı olup olmadıkları esas alınmıştır. Tablo 1’de Revit platformunda yer alan ve mahal sınırlayıcı olan elemanlar (room bounding elements) verilmiştir.

Tablo 1. Mahal sınırlayıcı olan elemanlar (URL-10)

Revit platformunda yer alan ve mahal sınırlayıcı olan elemanlar
Duvarlar (Standart, yerinde modellenmiş ve yüzeyden dönüştürülmüş türleri)
Çatılar (Standart, yerinde modellenmiş ve yüzeyden dönüştürülmüş türleri)
Döşemeler (Standart, yerinde modellenmiş ve yüzeyden dönüştürülmüş türleri)
Tavanlar (Standart, yerinde modellenmiş ve yüzeyden dönüştürülmüş türleri)
Kolonlar (Davranış biçimi beton olarak belirtilenler)
Giydirme Cephe Sistemleri
Mahal Ayırma Çizgileri
Arazi kazı/dolgu elemanı

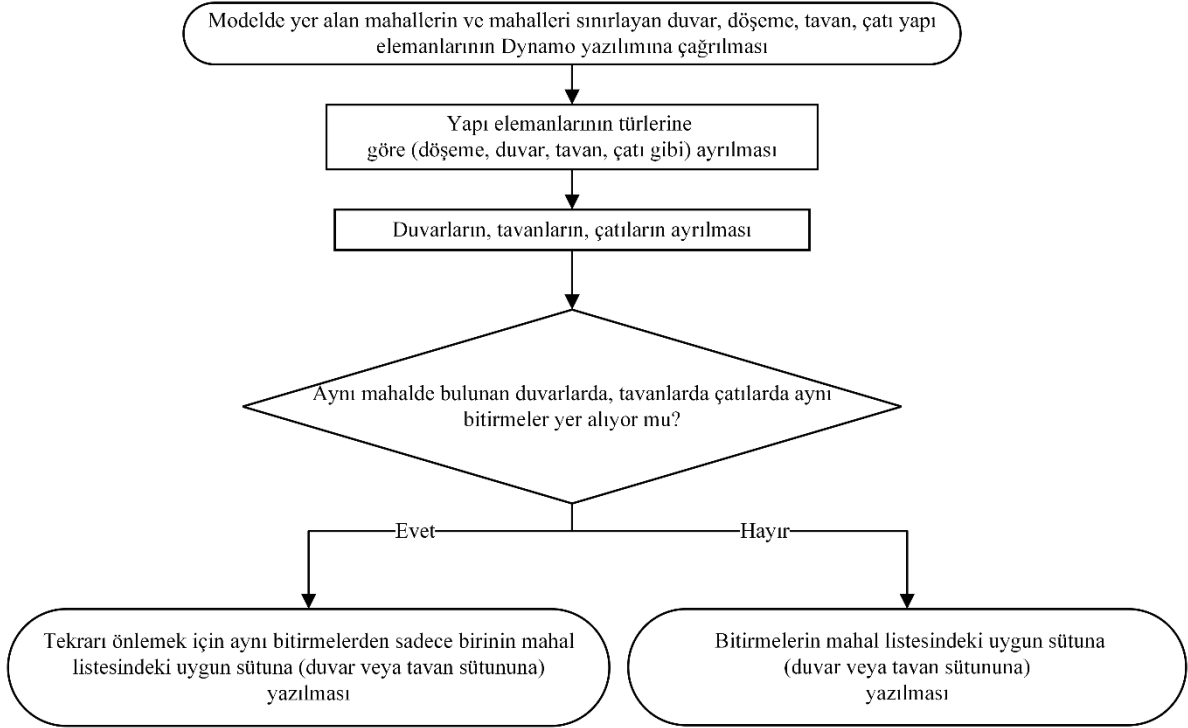
Mahal listesinde yer alacak yapı elemanlarına karar verilmesinin ardından Dynamo görsel programlama yazılımında oluşturulacak komut dizilimlerinin ana hatları belirlenmiştir. Öncelikle modelde yer alan tüm mahaller ve bu mahalleri sınırlayan döşeme, duvar, tavan ve çatı gibi elemanlar Dynamo yazılımına çağrılacaktır. Ardından, bu yapı elemanlarından duvarlara ait bitirmelerin; ait oldukları mahallerle mahal listesinde yer alan duvar bitirmelerinin kesiştiği hanelere yazılması planlanmıştır. Mahalde yer alan döşemeler zemin ve/ veya tavan döşemesi olabilmektedir. Bu ayrım, döşeme bitirmesinin zemin döşemesi hanesine mi yoksa tavan bitirmesi hanesine mi yazılacağına karar verilebilmesi açısından önemlidir. Döşemelerin mahaller içerisinde kotlara göre ayrılması tasarlanmıştır, kotu alta olan döşemelerin bitirmesinin döşeme hanesine, üstte kalan döşemelerin bitirmelerinin de mahal listesinde tavan hanesine yazılması planlanmıştır. Tavanların ve çatıların bitirmelerinin mahal listesinde yer alan

tavan bitirmesi hanesine doğrudan yazılmasının yeterli olacağı düşünülmüştür. Her mahalde yer alan yapı elemanları türlerinde (duvarlar, döşemeler, tavanlar, çatılar) aynı bitirmeler varsa bu bitirmelerden sadece bir tanesinin yazılması için seçilmesinin aynı bitirmelerin tekrar tekrar yazılmasının önüne geçilebileceği belirlenmiştir. Örneğin, mahali çevreleyen dört adet duvarın ikisinde 2 cm, diğer ikisinde 3 cm kalınlığında sıva+boya bitirme olarak belirlenmişse; mahal listesinde mahalın benzer duvar bitirmelerinin tekrarlanmaması, sadece “Sıva (2 cm) +Boya ve Sıva (3 cm) +Boya” gibi yazılmasının sağlanması düşünülmüştür. Ayrıca bir yapı elemanı türüne ait farklı bitirmelerin ayrılmasında kullanılacak ifadelerin isteğe bağlı olarak (ve, + gibi) belirlenebilmesi tasarlanmıştır. Şekil 5 ve Şekil 6’da mahal listesine bitirmelerin yazılabilmesi için tasarlanan Dynamo komut diziliminin belirleyici basamakları ve özet akış şeması verilmiştir.



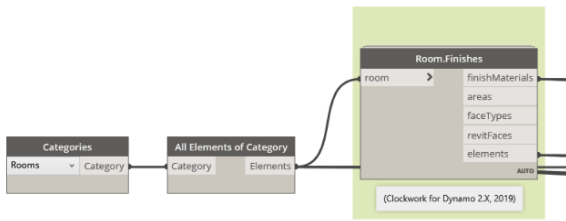
Şekil 5. Döşeme bitirmelerinin yazılabilmesi için tasarlanan Dynamo komut diziliminin akış şeması (URL-11)





Şekil 6. Duvar, tavan, çatı bitirmelerinin yazılabilmesi için tasarlanan Dynamo komut diziliminin akış şeması (URL-12)

Modelde yer verilen tüm mahallerin seçilmesi için; kategori düğümü (Categories node), kategorinin tüm elemanları (All Elements of Category node) düğümüne bağlanmaktadır. Ardından bu düğüm, Dynamo için geliştirilen Clockwork for Dynamo 2.X paketinde yer alan Mahal Bitirmeleri düğümüne (Room.Finishes) bağlanmaktadır (Dynamo 2.3.0, 2019; Clockwork for Dynamo 2.X, 2019).

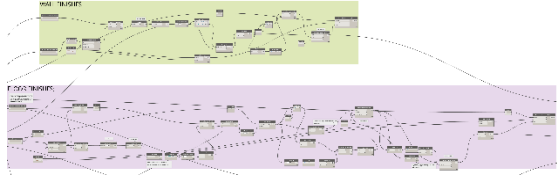


Şekil 7. Mahallerin ve bitirmelerin seçilmesi için kullanılan düğümler (Dynamo 2.3.0, 2019; Clockwork for Dynamo 2.X, 2019; URL-13)

Modelde yer alan tüm mahallerin ve bu mahallere ait bitirmelerin Dynamo 2.3.0 yazılımına aktarılmasının ardından, mahalleri sınırlayan elemanlar (zemin döşemesi, duvar, tavan döşemesi, asma tavan, çatı) ile bu elemanların bitirmelerinin eşleştirilmesi ve sonrasında da bitirmelerle mahallerin eşleştirilmesi aşamasına geçilmiştir. Mahal Bitirmeleri düğümünde yer alan bitirmeler (finishMaterials) çıkışı ile elemanlar (elements) çıkışı eşleştirilmiştir. Bu eşleşmelerden biri döşeme elemanları ve döşeme bitirmeleri için

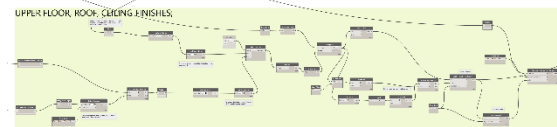
gerçekleştirilmiştir. Döşeme bitirmelerinin döşemelerle eşleştirilmesinin ardından bu döşemelerin bulunduğu mahaller ile döşeme bitirmeleri eşleştirilmiştir. Böylelikle hangi mahalde hangi döşeme bitirmelerinin yer aldığı tespit edilebilmiştir. Bu kısımda önemli nokta; bir mahalde hem zemin döşemesi hem de tavan döşemesinin bulunduğu senaryoda hangi döşeme bitirmesinin hangi bitirme hanesine yazılması gerektiğidir. Bu nedenle döşemelerin kotları tespit edilmesi için Clockwork paketinde yer alan eleman kotları ve kot düzlemleri (Element.Level ve Level.Plane) kullanılmıştır (Clockwork for Dynamo 2.X; 2019). Döşemelerin kotları mahallerin kendi içlerinde karşılaştırılarak hangi döşemenin zemin döşemesi hangi döşemenin tavan döşemesi olduğu ortaya konabilmiştir. Tavan döşemelerine ait bitirmeler mahal listesinin tavan hanesine yazılacağı için zemin döşeme bitirmelerinin yazılmasında dikkate alınmamış, tavan bitirmeleri hanesine yazılması için ayrılmışlardır. Bitirmelerin okunamadığı durumlarda, boş değerler için Clockwork paketinde yer alan “listeler için belirtilen dizinde yer alan elemanları belirtilen ifadeyle değiştiren düğüm” (List.ReplaceItemAtIndex+) kullanılmıştır (Clockwork for Dynamo 2.X, 2019). Bu sayede boş ifadeler – karakteriyle değiştirilmiştir. Duvar bitirmeleri de döşemelere benzer şekilde elde edilmiştir. Öncelikle mahalleri çevreleyen duvarlarla bu duvarlara ait bitirmeler eşleştirilmiştir. Ardından duvar bitirmeleriyle, duvarların bulunduğu mahaller eşleştirilmiş ve mahal listesine yazılmıştır. Şekil 8’de zemin

döşeme ve duvar bitirmelerinin mahal listesinde döşeme sütununa yazılması için kullanılan düğümler verilmiştir.



Şekil 8. Zemin döşeme ve duvar bitirmeleri düğümleri (Dynamo 2.3.0, 2019; Clockwork for Dynamo 2.X, 2019, URL-14)

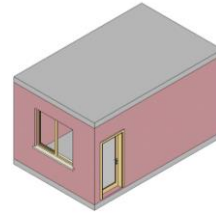
Mahal listesinde yer alması istenen tavan bitirmelerinin üst döşeme, asma tavan ve çatı elemanlarından elde edilmesi tasarlanmıştır. Bu aşamada döşemeler kısmında üst döşemeler olarak zemin döşemesinden ayrılan döşemelerin de tavan bitirmeleri olarak yazılması planlanmıştır. Çatıların ve tavanların duvar ve döşeme bitirmelerine benzer şekilde eldesi için; Room.Finishes düğümünün yapı elemanları (elements) çıkışı metne (string) dönüştürülmüş ve bu metinsel ifadelerde tavan ve çatının olup olmadığı sorgulanmıştır. Her iki elemanın aynı düğüm ile sorgulanabilmesi için Dynamo'da yer alan String.Contains düğümü yerine archilab paketinde yer alan String.Contains düğümü kullanılmıştır. Üst döşeme bitirmeleri zemin döşeme bitirmelerinden alındığı için, üst döşeme bitirmeleri ile asma tavan ve çatı bitirme listeleri birleştirilmiş ve mahal listesinin tavan sütununa yazılmıştır. Şekil 9'da tavan bitirmeleri için kullanılan düğümler verilmiştir.



Şekil 9. Tavan bitirmeleri düğümleri (archilab, 2019; Clockwork for Dynamo 2.X; 2019; Dynamo 2.3.0, 2019; URL-14)

### 2.3. Basitten karmaşığa doğru oluşturulan farklı modellerde Dynamo komut dizisinin denenmesi

Dynamo komut dizisinin oluşturulmasının ardından basitten karmaşığa doğru oluşturulan farklı mahaller üzerinde komut dizisi denenmiştir. Öncelikle tek mahal ve tek bitirmelerden oluşan model üretilmiştir. Duvarlar 20 cm kalınlığında tuğla duvar, zemin ve üst döşeme ise 20 cm kalınlığında betonarme döşemedir. Şekil 10'da 20 cm tuğla duvarlı, zemin ve üst döşemesi 20 cm kalınlığında betonarme döşeme olan basit mahal modeli ile duvar ve döşemeye ait tip penceresi katman pencereleri verilmiştir.



Şekil 10. Tek katmanlı elemanlardan oluşan model (solda) ve katman pencereleri (sağ üst ve sağ altta) (Autodesk Revit, 2019; URL-15)

Oluşturulan Dynamo komut dizisi çalıştırıldığında tavan bitirmesi haricinde tüm bitirmelerin doğru yazıldığı görülmüştür. Tavan bitirmesinin yazılması için Mahal ve Alan (Room & Area) başlığı altında Alan ve Hacim Hesaplamaları (Area and Volume Computations) kısmında yer alan, sadece alanın hesaplanması yerine alan ve hacmin hesaplanması (Areas and Volumes) seçeneğinin aktif hale getirilmesinin gerekli olduğu tespit edilmiştir. Şekil 11'de Dynamo komut dizisinin hacmin hesaplanması seçeneğinin aktif edilmeden önce ve sonra yazılan mahal bitirmelerinin gösterildiği mahal listeleri verilmiştir.

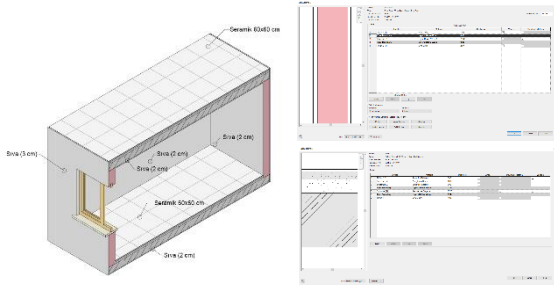
<Mahal Listesi>					
A	B	C	D	E	F
Mahal No	Mahal Adı	Alan	Döşeme Kaplaması	Duvar Kaplaması	Tavan Kaplaması
Zemin Kat					
01	Mahal	15 m <sup>2</sup>	Betonarme Döşeme	Tuğla Duvar (20 cm)	
		15 m <sup>2</sup>			
Ana Toplam		15 m <sup>2</sup>			

<Mahal Listesi>					
A	B	C	D	E	F
Mahal No	Mahal Adı	Alan	Döşeme Kaplaması	Duvar Kaplaması	Tavan Kaplaması
Zemin Kat					
01	Mahal	15 m <sup>2</sup>	Betonarme Döşeme	Tuğla Duvar (20 cm)	Betonarme Döşeme
		15 m <sup>2</sup>			
Ana Toplam		15 m <sup>2</sup>			

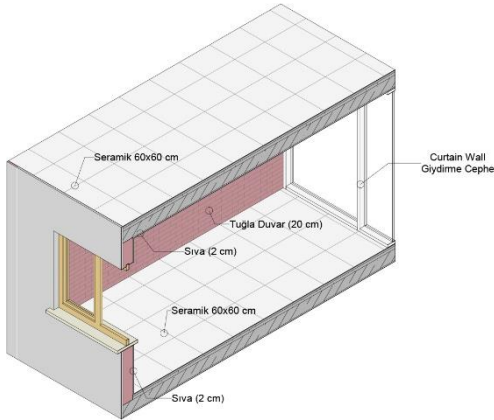
Şekil 11. Hacmin hesaplanması öncesi (üstte) ve sonrası (altta) yazılan mahal listeleri (archilab, 2019; Clockwork for Dynamo 2.X; 2019; Dynamo 2.3.0, 2019; URL-16)

İkinci örnek model, oluşturulan ilk modelin elemanlarının katmanlı elemanlara dönüştürülmesi ile elde edilmiştir. İlk modelde yer alan döşemeler; en altta sıva, en üstte seramik kaplama (60 x60 cm) olan döşemeye dönüştürülmüştür. Tuğla duvara da sıva dış bitirmeler (dışta 3 cm, içte 2 cm kalınlığında) ilave edilmiştir. Katmanlı elemanlarla (döşeme ve duvar) oluşturulan mahal için bitirmeler, geliştirilen Dynamo komut dizisi ile yazılmıştır. Şekil 12'de dönüştürülen model, model elemanlarının katman pencereleri ve mahal listesi verilmiştir.



Şekil 12. Dönüştürülen model (sol üstte), katman pencereleri (sağ üstte) ve mahal listesi (altta) (archilab, 2019; Clockwork for Dynamo 2.X; 2019; Dynamo 2.3.0, 2019; URL-17)

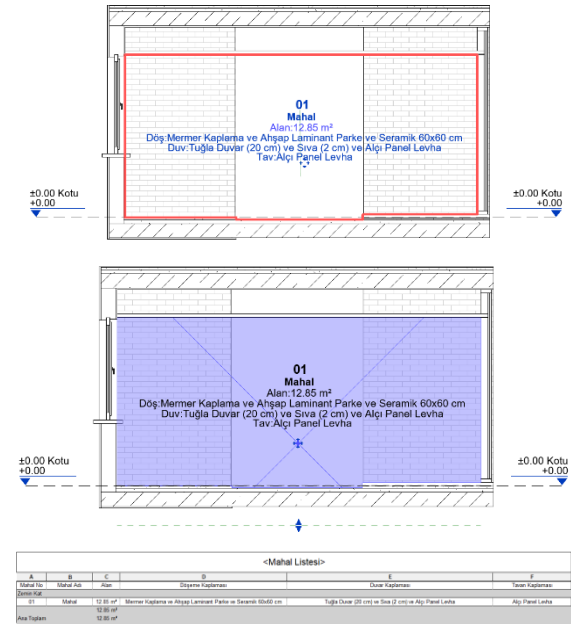
Oluşturulan modelde yer alan duvarlardan biri 20 cm kalınlığında tuğla duvara, bir diğeri de giydirme cepheye çevrilmiş ve mahal listesinin güncellenmesi için Dynamo komut dizisi çalıştırılmıştır. Her bitirme türünün kendi içinde ikiden veya ikiden daha fazla ve farklı bitirmelere sahip ise belirlenen metinle (string) ayrılması tasarlanmıştır. Örneğin bir mahalde, modelin dönüştürüldüğü gibi iki farklı duvar bitirmesi varsa, bu bitirmeler “duvar bitirme 1, belirlenen ayırma metni, duvar bitirme 2” biçiminde yazılacak şekilde Dynamo komut dizisi oluşturulmuştur. Ayırma metni olarak ve +, / gibi ifadeler kullanılabilir. Şekil 13’te güncellenen model ve Dynamo komut dizisinin tekrar çalıştırılmasıyla güncellenen mahal listesi verilmiştir.



<Mahal Listesi>					
A	B	C	D	E	F
Mahal İki	Mahal Adı	Alan	Dış Kaplama	Düvar Kaplaması	Tavan Kaplaması
01	Mahal	12,85 m <sup>2</sup>	Seramik 60x60 cm	Tuğla Duvar (20 cm) ve Sıra (2 cm)	Alçı Panel Levha
Area Toplam		12,85 m <sup>2</sup>			

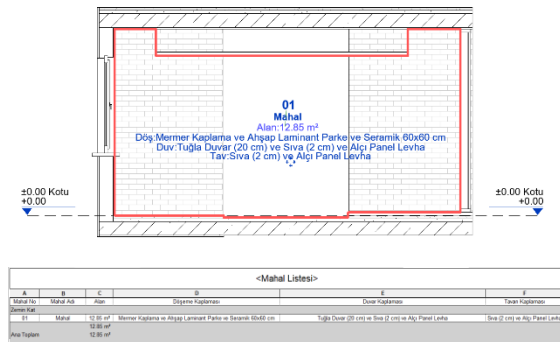
Şekil 13. Güncellenen model (üstte) ve mahal listesi (altta) ( archilab, 2019; Clockwork for Dynamo 2.X; 2019; Dynamo 2.3.0, 2019; URL-18)

Oluşturulan modele tüm üst döşemeyi kaplayacak şekilde asma tavan, farklı bitirmelerde zemin döşemesi ve duvarlar ilave edilerek Dynamo komut dizisi ile mahal listesi güncellenmiştir. Asma tavan bitirmesi alçı panel levha; zemin bitirmeleri seramik kaplama, ahşap laminant parke ve mermer kaplama; ilave edilen duvarların bitirmeleri alçı panel levha olarak belirlenmiştir. Çoklu bitirme ayraç metin ifadesi “ve” olarak değiştirilmiş ve Dynamo komut dizisinin çalışıp çalışmadığı kontrol edilmiştir. Zemin döşemesi bitirmelerinden ahşap laminant parkenin yazılmadığı görülmüştür. Bu durumun nedeninin mahal sınırlarının kesitte ahşap laminant parkeyi kapsamaması (kot farkından dolayı) olarak tespit edilmiştir. Mahalın sınırları kesitte tüm döşemeleri kapsayacak şekilde düzeltilmiş ve Dynamo komut dizisi tekrar çalıştırılmıştır. Şekil 14’te, oluşturulan modelin kesiti, tüm döşeme bitirmelerini kapsayacak şekilde mahal alt sınırının değiştirildiği kesit ve Dynamo komut dizisi ile güncellenmiş mahal listesi verilmiştir.



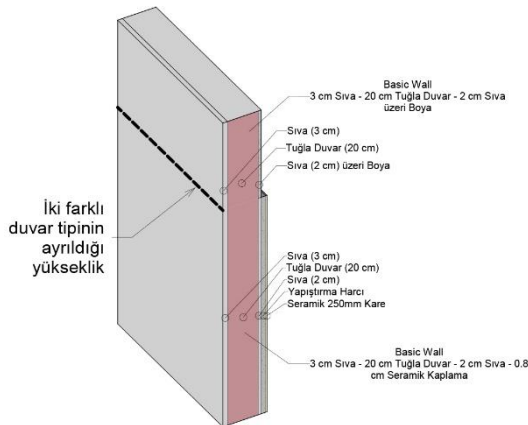
Şekil 14. Model kesiti (en üstte), mahal alt sınırının değiştirildiği kesit (ortada) ve mahal listesi (en altta) (archilab, 2019; Clockwork for Dynamo 2.X; 2019; Dynamo 2.3.0, 2019; URL-19)

Modelde yer verilen asma tavan yüzer asma tavana çevrilerek hem asma tavan bitirmesinin hem de üst döşeme bitirmesinin mahal listesinde tavan sütununa yazılması amaçlanmıştır. Kesitte mahal sınırları Revit tarafından otomatik olarak hem asma tavana hem de üst döşeme bitirmesini kapsayacak şekilde güncellenmiştir. Dynamo komut dizisi tekrar çalıştırılarak mahal listesi tavan sütununda asma tavan ve üst döşeme bitirmelerinin yazılması sağlanmıştır. Şekil 15'te yüzer asma tavan içeren modelin otomatik güncellenmiş mahal sınırlarının görülebildiği kesit ve Dynamo komut dizisiyle tavan bitirmelerinin güncellendiği mahal listesi verilmiştir.



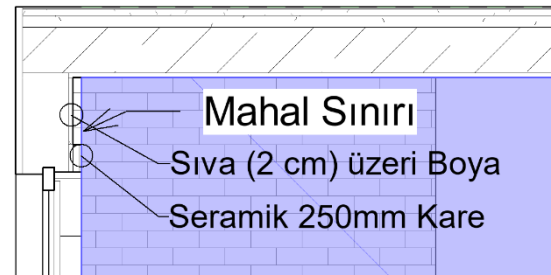
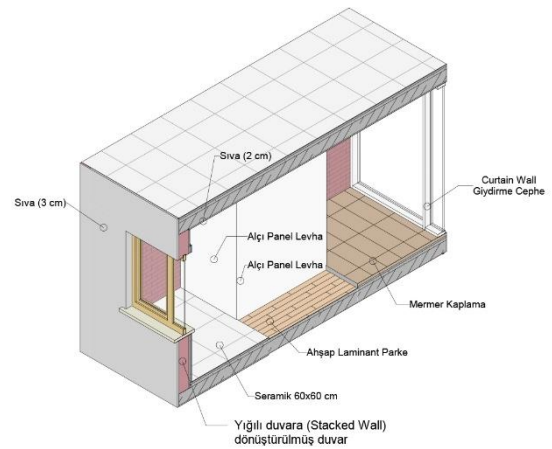
Şekil 15. Yüzer asma tavanlı modelin mahal sınırları (üstte) ve tavan bitirmelerinin güncellendiği mahal listesi (altta) (archilab, 2019; Clockwork for Dynamo 2.X; 2019; Dynamo 2.3.0, 2019; URL-20)

Revit YBM platformunda yer alan duvar türlerinden biri; en az iki duvar türünün üst üste konularak oluşturulan “istiflenmiş duvar” (Stacked wall) olarak tanımlanmaktadır (Hamad, 2019). Dynamo komut dizisiyle istiflenmiş duvar bitirmelerinin yazılması için modelde yer alan duvarlardan biri istiflenmiş duvara dönüştürülmüştür. Şekil 16'da modelde yer verilen istiflenmiş duvarın katmanları verilmiştir.



Şekil 16. Modelde yer verilen istiflenmiş duvarın katmanları (Autodesk Revit, 2019; URL-21)

Modelde yer verilen asma tavan kaldırılmış ve mahal bitirmelerinin güncellenmesi için Dynamo komut dizisi çalıştırılmıştır. İstiflenmiş duvara yer verilen modelde çoklu ve farklı kotlara oturan döşeme bitirmelerinin yazılmasında karşılaşılan, mahal sınırları ile bitirmelerin çakışmaması sorunu ile karşılaşılmıştır. Bu duruma kesitte, istiflenmiş duvarın alt kısmının daha geniş olması ve bu duvarın üst kısmında yer alan bitirmelerin mahal sınırından içte kalması olarak tespit edilmiştir. Şekil 17'de modelde yer verilen istiflenmiş duvar, kesitte mahal sınırları ile istiflenmiş duvarın bitirmesi arasındaki boşluk ve Dynamo komut dizisi ile istiflenmiş duvar bitirmelerinden olan Sıva (2 cm) üzeri Boya'nın yazılmadığı mahal listesi verilmiştir.

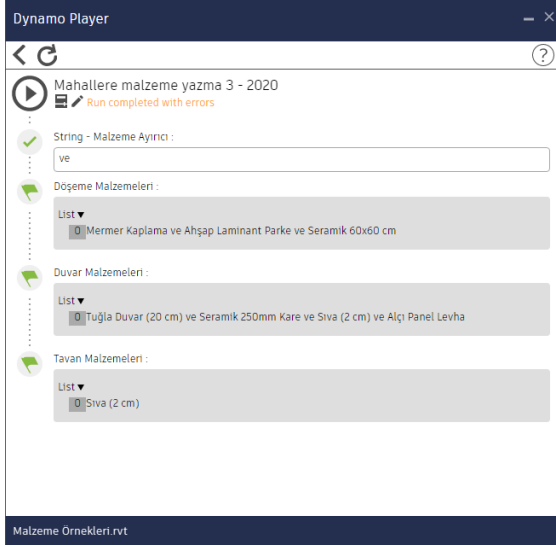


<Mahal Listesi>					
A	B	C	D	E	F
Mahal No	Mahal Adı	Alan	Döşeme Kaplaması	Duvar Kaplaması	Tavan Kaplaması
01	Mahal	12.85 m²	Marmar Kaplama ve Ahşap Laminant Parke ve Seramik 60x60 cm	Tuğla Duvar (20 cm) ve Sıva (2 cm) ve Alçı Panel Levha	Sıva (2 cm)
Alan Toplamı		12.85 m²			

Şekil 17. İstiflenmiş duvar (en üstte), mahal sınırı-bitirme arasındaki boşluk (ortada) ve istiflenmiş duvar bitirmesinin yazılmadığı mahal listesi (en altta) (archilab, 2019; Clockwork for Dynamo 2.X; 2019; Dynamo 2.3.0, 2019; URL-22)

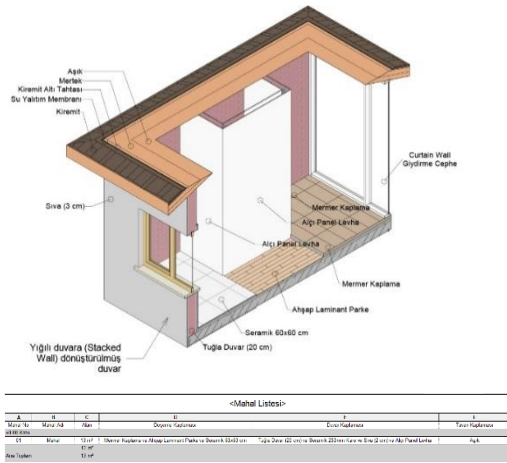
Oluşturulmuş Dynamo komut dizisi daha pratik kullanım amacıyla Dynamo Player için düzenlenmiştir. Dynamo Player, oluşturulan Dynamo komut dizisini pratik olarak yürütmek için kullanılan arayüzdür. Bu arayüzde, Dynamo ortamında giriş düğümleri olarak belirtilen düğümler düzenlenebilmekte ve çıkış düğümleri olarak belirtilen düğümler görülebilmektedir (URL-

23). Mahal listesinin yazılması için oluşturulan Dynamo komut dizisinde çoklu bitirmelerin ayrılması için kullanılan ifade düğümü giriş düğümü olarak belirtilmiştir. Çıkış düğümleri olarak; yazılan döşeme, duvar ve tavan bitirmeleri seçilmiştir. Şekil 18’de mahal listesinin yazılması için oluşturulan Dynamo komut dizisinin Dynamo Player arayüzünde görünümü verilmiştir.



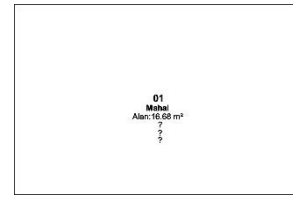
Şekil 18. Dynamo Player arayüzü (Dynamo 2.3.0, 2019; Dynamo Player, 2019; URL-24)

Oluşturulmuş örnek modelde yer alan üst döşeme, çatı bitirmesinin yazılıp yazılmadığının tespiti için çatı elemanına dönüştürülmüş ve ardından komut dizisi Dynamo Player arayüzünden çalıştırılmıştır. Geliştirilen Dynamo komut dizisi çatı bitirmesinin mahal listesinin tavan sütununa yazılmasını sağlamıştır. Şekil 19’da üst döşemenin çatıya çevrildiği model ve Dynamo Player arayüzü ile oluşturulan mahal listesi verilmiştir.



Şekil 19. Çatılı model (üstte) ve mahal listesi (altta) (archilab, 2019; Clockwork for Dynamo 2.X; 2019; Dynamo 2.3.0, 2019; Dynamo Player, 2019; URL-25)

Her ne kadar mimari anlamda karşılaştırılması mümkün olmayan bir mahal örneği olsa da geliştirilen Dynamo komut dizisinin test edilmesi amacıyla; sadece mahal ayırma çizgilerinden (Room separation) oluşan, herhangi bir yapı elemanı (döşeme, duvar, tavan) içermeyen mahal oluşturulmuştur. Bu mahalın oluşturulma amacı; herhangi bir bitirme içermeyen mahal için hazırlanan mahal listesinde, her sütuna belirlenen –sembolünün konulup konulmadığının tespit edilmesidir. Şekil 20’de herhangi bir yapı elemanı içermeyen mahal, bu mahalın bitirmelerinin yazılmamış hali ve yazılmış hali verilmiştir. Hazırlanan komut dizisiyle bitirmelerin olmadığı mahallerde, mahal listesinde yer alan sütunlarda –sembolünün konulabilmesi sağlanmıştır.



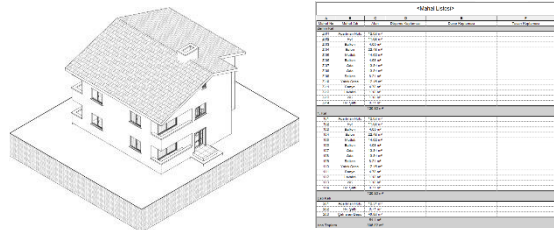
<Mahal Listesi>					
A	B	C	D	E	F
Room No	Malzeme Adı	Alan	Döşeme Kaplaması	Duvar Kaplaması	Tavan Kaplaması
D1	Mahal	10,00 m²			
		10,00 m²			
		10,00 m²			
Alan Toplam		10,00 m²			

<Mahal Listesi>					
A	B	C	D	E	F
Room No	Malzeme Adı	Alan	Döşeme Kaplaması	Duvar Kaplaması	Tavan Kaplaması
D1	Mahal	10,00 m²			
		10,00 m²			
		10,00 m²			
Alan Toplam		10,00 m²			

Şekil 20. Bitirme içermeyen mahal (en üstte), mahal listesinin yazılmamış (ortada) ve yazılmış hali (en altta) (Autodesk Revit, 2019; archilab, 2019; Clockwork for Dynamo 2.X; 2019; Dynamo 2.3.0, 2019; Dynamo Player, 2019; URL-26)

Hazırlanan Dynamo komut dizisinin tek mahalli modeller üzerinde denenmesinin ardından örnek çok katlı mimari model üzerinde mahal listesinin hazırlanması için Dynamo komut dizisi kullanılmıştır. Örnek konut yapısının modeli ve bu modelden oluşturulan, bitirmeleri yazılmamış mahal listesi Şekil 21’de verilmiştir.



Şekil 21. Örnek konut modeli (solda) ve bitirmeleri yazılmamış mahal listesi (sağda) (Autodesk Revit, 2019; URL-27)

Örnek konut yapısı modelinde yer alan mahallerde genellikle tek tür bitirmelere (duvarlar için sıva seramik kaplama veya panel levha; döşemelerde seramik kaplama, ahşap parke veya düzeltme betonu; tavanlarda, suya dayanıklı alçı panel levha, sıva veya kaplama tahtası vb.) yer verilmiştir. Balkon parapetlerinin iç kısımlarında 2 cm kalınlığında sıva kullanılırken balkonları sınırlayan duvarlarda 3 cm kalınlığında sıva kullanılmıştır. Çeşitlilik oluşturması adına balkonların tavan bitirmeleri 2 veya 3 cm kalınlığında sıva olarak belirlenmiştir. Ayrıca döşeme ve tavan bitirmelerinin olmadığı havalandırma şaftları da mahal listesine dâhil edilmiştir. Geliştirilen Dynamo komut dizisi Dynamo Player arayüzü ile çalıştırıldığında mahal listesinde yer verilen döşeme, duvar ve tavan bitirmeleri yazılabilmektedir. Şekil 22’de örnek konut yapısına ait mahal listesinin geliştirilen Dynamo komut dizisi ve Dynamo Player arayüzü ile yazılmış hali verilmiştir.

<Mahal Listesi>					
A	B	C	D	E	F
Mahal No	Mahal Adı	Alan	Döşeme Kaplaması	Düvar Kaplaması	Tavan Kaplaması
<b>Semin Kat</b>					
2-01	Apartman Holü	12.08 m <sup>2</sup>	Seramik 60x60 cm	Sıva (2 cm)	Sıva (2 cm)
2-02	Hol	11.68 m <sup>2</sup>	Seramik 60x60 cm	Sıva (2 cm)	Sıva (2 cm)
2-03	Balkon	4.05 m <sup>2</sup>	Seramik 60x60 cm	Sıva (3 cm)andSıva (2 cm)	Sıva (3 cm)
2-04	Salon	22.48 m <sup>2</sup>	Ahşap Laminant Parke	Sıva (2 cm)	Sıva (2 cm)
2-05	Mutfak	14.62 m <sup>2</sup>	Seramik 60x60 cm	Sıva (2 cm)	Sıva (2 cm)
2-06	Balkon	4.68 m <sup>2</sup>	Seramik 60x60 cm	Sıva (3 cm)andSıva (2 cm)	Sıva (2 cm)
2-07	Oda	13.84 m <sup>2</sup>	Ahşap Laminant Parke	Sıva (2 cm)	Sıva (2 cm)
2-08	Oda	13.84 m <sup>2</sup>	Ahşap Laminant Parke	Sıva (2 cm)	Sıva (2 cm)
2-09	Balkon	8.21 m <sup>2</sup>	Seramik 60x60 cm	Sıva (3 cm)andSıva (2 cm)	Sıva (3 cm)
2-10	Yatak Odası	12.46 m <sup>2</sup>	Ahşap Laminant Parke	Sıva (2 cm)	Sıva (2 cm)
2-11	Banyo	4.78 m <sup>2</sup>	Seramik 60x60 cm	Seramik 60x60 cm	Suya Dayanıklı Alçı Panel Levha
2-12	Lavabo	1.18 m <sup>2</sup>	Seramik 60x60 cm	Seramik 60x60 cm andPanel Levha	Suya Dayanıklı Alçı Panel Levha
2-13	WC	1.18 m <sup>2</sup>	Seramik 60x60 cm	Seramik 60x60 cm andPanel Levha	Suya Dayanıklı Alçı Panel Levha
2-14	Hv. Şaftı	0.71 m <sup>2</sup>	-	Sıva (2 cm)	-
128.36 m <sup>2</sup>					
<b>1. Kat</b>					
101	Apartman Holü	12.08 m <sup>2</sup>	Seramik 60x60 cm	Sıva (2 cm)	Sıva (2 cm)
102	Hol	11.68 m <sup>2</sup>	Seramik 60x60 cm	Sıva (2 cm)	Sıva (2 cm)
103	Balkon	4.05 m <sup>2</sup>	Seramik 60x60 cm	Sıva (3 cm)andSıva (2 cm)	Sıva (3 cm)
104	Salon	22.48 m <sup>2</sup>	Ahşap Laminant Parke	Sıva (2 cm)	Sıva (2 cm)
105	Mutfak	14.62 m <sup>2</sup>	Seramik 60x60 cm	Sıva (2 cm)	Sıva (2 cm)
106	Balkon	4.68 m <sup>2</sup>	Seramik 60x60 cm	Sıva (3 cm)andSıva (2 cm)	Sıva (2 cm)
107	Oda	13.84 m <sup>2</sup>	Ahşap Laminant Parke	Sıva (2 cm)	Sıva (2 cm)
108	Oda	13.84 m <sup>2</sup>	Ahşap Laminant Parke	Sıva (2 cm)	Sıva (2 cm)
109	Balkon	8.21 m <sup>2</sup>	Seramik 60x60 cm	Sıva (3 cm)andSıva (2 cm)	Sıva (3 cm)
110	Yatak Odası	12.46 m <sup>2</sup>	Ahşap Laminant Parke	Sıva (2 cm)	Sıva (2 cm)
111	Banyo	4.78 m <sup>2</sup>	Seramik 60x60 cm	Seramik 60x60 cm	Suya Dayanıklı Alçı Panel Levha
112	Lavabo	1.18 m <sup>2</sup>	Seramik 60x60 cm	Seramik 60x60 cm andPanel Levha	Suya Dayanıklı Alçı Panel Levha
113	WC	1.18 m <sup>2</sup>	Seramik 60x60 cm	Seramik 60x60 cm andPanel Levha	Suya Dayanıklı Alçı Panel Levha
114	Hv. Şaftı	0.71 m <sup>2</sup>	-	Sıva (2 cm)	-
128.36 m <sup>2</sup>					
<b>Çatı Katı</b>					
201	Apartman Holü	12.51 m <sup>2</sup>	Düzeltilme Beton	Sıva (2 cm)	Kaplama Tahtası
202	Hv. Şaftı	0.71 m <sup>2</sup>	-	Sıva (2 cm)	-
203	Çatı arası Depo	40.88 m <sup>2</sup>	Düzeltilme Beton	Sıva (2 cm)andSıva (3 cm)	Kaplama Tahtası
54.1 m <sup>2</sup>					
Ana Toplam					
		306.82 m <sup>2</sup>			

Şekil 22. Konut yapısı mahal listesinin yazılmış hali (archilab, 2019; Clockwork for Dynamo 2.X; 2019; Dynamo 2.3.0, 2019; Dynamo Player, 2019; URL-28)

Dynamo forumu tasarımcılar, mimarlar, mühendisler, sanatçılar ve sayısal tasarımla, programlama ile ilgilenen herkes için tartışma ortamı sağlamaktadır. Oluşturulan Dynamo komut dizisine ait ekran görüntüsü, Dynamo forumu Revit kategorisinde yer verilen mahal bitirmelerinin otomatik olarak yazılması gönderisi altında paylaşılmıştır. Bu paylaşımda, kısaca hangi elemanların odak alındığı ve komut dizisinin çalışma şartları ifade edilmiştir. Forum üyelerinin görüşleri ve deneyimleriyle Dynamo komut dizisinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır (Kron, 2016; URL-29).

## 4.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Geometrik olan veri ile geometrik olmayan verinin birlikteliği sayesinde YBM platformlarında oluşturulmuş modellerden çizimlerin yanı sıra farklı çizelgeleri elde etmek mümkündür. Ancak söz konusu mahal listeleri olduğunda; YBM platformlarından biri olan Autodesk Revit ile oluşturulan modele ait mahal listesinde yer alması istenen; döşeme, duvar, tavan bitirmeleri doğrudan modelde yer alan verilerden elde edilememektedir. Bu verilerin oluşturulan mahal listesine elle yazılması gerekmektedir. Diğer bir yöntem de mahallerin bitirmelerine göre sınıflandırıldığı “anahtar liste” yöntemidir. Anahtar listede yer verilen mahal türlerine göre bitirmeler doğrudan mahal listesinden seçilebilmektedir. Mahal listesinin elle doldurulması, çok fazla sayıda mahal olan modellerde zaman kaybına yol açabilmektedir. Anahtar liste yöntemi elle doldurma yöntemine göre daha fazla zaman tasarrufu sağlayabilmektedir. Fakat yanlış mahal türü seçilirse mahal bitirmelerinin yanlış yazılabilmesi de mümkündür. Öte yandan mahallerde yer verilen bitirmelerin değişmesi durumunda her iki yöntemde de mahal listelerinin güncellenmesi tamamen kişisel çabalarla sağlanmak zorundadır. Bu durumun temel nedeni model ile oluşturulan mahal listelerinin arasında herhangi bir bağlantı olmamasıdır. Bu bağlantının sağlanabilmesi için Dynamo görsel programlama yazılımı ile komut dizisi geliştirilmiştir. Geliştirilen komut dizisi ile mahal listesinde yer alması istenen döşeme, duvar, tavan bitirmeleri model elemanlarından elde edilebilmiş ve mahal listelerinin ilgili sütunlarına bu bilgilerin yazılması sağlanabilmiştir. Ancak oluşturulan Dynamo komut dizisi farklı kalınlıkta bitirmelere sahip döşemelerde ve istiflenmiş duvarlarda yer alan bitirmeleri yazamamıştır.

## 5.KAYNAKLAR

archilab. 2019. archi-lab.net 2020.22.1 <https://dynamopackages.com/#> (Son Erişim Tarihi: 04.07.2021)

AGC. 2015. The Contractor’s Guide to BIM, Associated General Contractors of America, 1st ed. AGC Research Foundation, Las Vegas, NV, 48 p.

Autodesk Revit. 2019. Autodesk Revit 2020.2 Öğrenci Sürümü.

Clockwork for Dynamo 2.X. 2019. Clockwork for Dynamo 2.3.0. <https://dynamopackages.com/#> (Son Erişim Tarihi: 03.07.2021)

Dynamo 2.3.0. 2019. <https://dynamobuilds.com/> (Son Erişim Tarihi: 03.07.2021)

Dynamo Player, 2019. Dynamo 2.3.0 için hazırlanan Dynamo Player arayüzü.

Dynamo Primer. 2019. The Dynamo Primer For Dynamo v2.0. <https://primer.dynamobim.org/> (Son Erişim Tarihi: 01.07.2021)

Eastman, C., Fisher, D., Lafue, G., Lividini, J., Stoker, D., Yessios, C. 1974. An Outline of the Building Description System. Carnegie Mellon University Institute of Physical Planning Research Report, Report No: 50, USA. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED113833.pdf> (Son Erişim Tarihi: 01.07.2021)

Hamad, M. M. 2019. Autodesk Revit 2019 Architecture. *Mercury Learning and Information LLC*, Dulles VA, 550 p.

Hasol, D. 2012. Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü. *YEM Yayın*, İstanbul, 519 s.

Khosakitchalert, C., Yabuki, N., Fukuda, T. 2020. Automated modification of compound elements for accurate BIM-based quantity takeoff. *Automation in Construction* vol.113 <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103142>.

Kirby, L., Krygiel, E., Kim, M. 2017. Mastering Autodesk Revit 2018. *John Wiley & Sons*, USA, 1056 p.

Kron, Z. 2016. New Dynamo Forum!. <https://dynamobim.org/new-dynamo-forum/#:~:text=A%20friendly%20environment%20to%20ask,answers%20about%20all%20things%20Dynamo.> (Son Erişim Tarihi: 10.06.2022)

Lévy, F. 2012. BIM in Small- Scale Sustainable Design. *John Wiley & Sons*, USA, 308 p.

Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., Teicholz, P. 2018. BIM Handbook A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers. 3rd Ed . *John Wiley & Sons*, USA, 649 p.

URL-1. 2015. <https://www.nationalbimstandard.org/faqs#faq1> (Son Erişim Tarihi: 01.07.2021)

URL-2. <https://github.com/kemrebakir/Automated-Revit-Room-Finish-Schedule-w-Dynamo/blob/main/Fig1.png> (Son Erişim Tarihi: 12.06.2022)

URL-3. <https://github.com/andydandy74/ClockworkForDynamo#readme> (Son Erişim Tarihi: 10.06.2022)

URL-4. <https://dynamopackages.com/#> (Son Erişim Tarihi: 12.06.2022)

URL-5. <https://github.com/ksobon/archilab> (Son Erişim Tarihi: 10.06.2022)

URL-6. <https://knowledge.autodesk.com/support/revit/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2021/ENU/Revit-Analyze/files/GUID-D8896964-32F8-4DE1-9EA0-109EB7571999-htm.html> (Son Erişim Tarihi: 04.06.2022)

URL-7. <https://github.com/kemrebakir/Automated-Revit-Room-Finish-Schedule-w-Dynamo/blob/main/Fig2.jpg> (Son Erişim Tarihi: 12.06.2022)

URL-8. <https://github.com/kemrebakir/Automated-Revit-Room-Finish-Schedule-w-Dynamo/blob/main/Fig3.jpg> (Son Erişim Tarihi: 12.06.2022)

URL-9. <https://github.com/kemrebakir/Automated-Revit-Room-Finish-Schedule-w-Dynamo/blob/main/Fig4.jpg> (Son Erişim Tarihi: 12.06.2022)

URL-10. <https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ENU/Revit-Model/files/GUID-241430FC-8084-43A1-AA3A-681B2883B0FC-htm.html> (Son Erişim Tarihi: 02.07.2021)

URL-11. <https://github.com/kemrebakir/Automated-Revit-Room-Finish-Schedule-w-Dynamo/blob/main/Fig5.png> (Son Erişim Tarihi: 12.06.2022)

URL-12. <https://github.com/kemrebakir/Automated-Revit-Room-Finish-Schedule-w-Dynamo/blob/main/Fig6.png> (Son Erişim Tarihi: 12.06.2022)

URL-13. <https://github.com/kemrebakir/Automated-Revit-Room-Finish-Schedule-w-Dynamo>

/blob/main/Fig7.png (Son Erişim Tarihi: 12.06.2022)

URL-14.  
[https://github.com/kemrebakir/Automated-Revit-Room-Finish-Schedule-w-Dynamo-/blob/main/Fig8\\_9.png](https://github.com/kemrebakir/Automated-Revit-Room-Finish-Schedule-w-Dynamo-/blob/main/Fig8_9.png) (Son Erişim Tarihi: 12.06.2022)

URL-15.  
<https://github.com/kemrebakir/Automated-Revit-Room-Finish-Schedule-w-Dynamo-/blob/main/Fig10.jpg> (Son Erişim Tarihi: 12.06.2022)

URL-16.  
<https://github.com/kemrebakir/Automated-Revit-Room-Finish-Schedule-w-Dynamo-/blob/main/Fig11.jpg> (Son Erişim Tarihi: 12.06.2022)

URL-17.  
<https://github.com/kemrebakir/Automated-Revit-Room-Finish-Schedule-w-Dynamo-/blob/main/Fig12.jpg> (Son Erişim Tarihi: 12.06.2022)

URL-18.  
<https://github.com/kemrebakir/Automated-Revit-Room-Finish-Schedule-w-Dynamo-/blob/main/Fig13.jpg> (Son Erişim Tarihi: 12.06.2022)

URL-19.  
<https://github.com/kemrebakir/Automated-Revit-Room-Finish-Schedule-w-Dynamo-/blob/main/Fig14.jpg> (Son Erişim Tarihi: 12.06.2022)

URL-20.  
<https://github.com/kemrebakir/Automated-Revit-Room-Finish-Schedule-w-Dynamo-/blob/main/Fig15.jpg> (Son Erişim Tarihi: 12.06.2022)

URL-21.  
<https://github.com/kemrebakir/Automated-Revit-Room-Finish-Schedule-w-Dynamo-/blob/main/Fig16.jpg> (Son Erişim Tarihi: 12.06.2022)

URL-22.  
<https://github.com/kemrebakir/Automated-Revit-Room-Finish-Schedule-w-Dynamo-/blob/main/Fig17.jpg> (Son Erişim Tarihi: 12.06.2022)

URL-23. Dynamo Player, Autodesk Help, [https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ENU/Revit-AddIns/files/GUID-BFCE20D2-86D4-4591-8CF3-5405D26DB825-htm.html#:~:text=Dynamo%20Player%20provides%20a%20simple,Visual%20Programming%20panel%20\(Dynamo%20Player\)](https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ENU/Revit-AddIns/files/GUID-BFCE20D2-86D4-4591-8CF3-5405D26DB825-htm.html#:~:text=Dynamo%20Player%20provides%20a%20simple,Visual%20Programming%20panel%20(Dynamo%20Player)) (Son Erişim Tarihi: 02.07.2021)

URL-24.  
<https://github.com/kemrebakir/Automated-Revit-Room-Finish-Schedule-w-Dynamo-/blob/main/Fig18.png> (Son Erişim Tarihi: 12.06.2022)

URL-25.  
<https://github.com/kemrebakir/Automated-Revit-Room-Finish-Schedule-w-Dynamo-/blob/main/Fig19.jpg> (Son Erişim Tarihi: 12.06.2022)

URL-26.  
<https://github.com/kemrebakir/Automated-Revit-Room-Finish-Schedule-w-Dynamo-/blob/main/Fig20.jpg> (Son Erişim Tarihi: 12.06.2022)

URL-27.  
<https://github.com/kemrebakir/Automated-Revit-Room-Finish-Schedule-w-Dynamo-/blob/main/Fig21.jpg> (Son Erişim Tarihi: 12.06.2022)

URL-28.  
<https://github.com/kemrebakir/Automated-Revit-Room-Finish-Schedule-w-Dynamo-/blob/main/Fig22.PNG> (Son Erişim Tarihi: 12.06.2022)

URL-29.  
<https://forum.dynamobim.com/t/automation-of-typing-finishing-materials-into-room-schedule/45982/21> (Son Erişim Tarihi: 10.06.2022)

Zorlutuna, E., Kaya, U., Düz, S. 2020. Comparison of BIM Based Alternative Scheduling Workflows for Confined Wall Systems in Advances in Building Information Modeling. Communications in Computer and Information Science. Ofluoglu, S., Ozener, O. O., & Isikdag, U. (Eds.). doi:10.1007/978-3-030-42852-5



# Yerel Yönetimlerde Elektronik İhale (E-İHALE) Sistemleri ve Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) Entegrasyonu

Ömer Galip PINAR (ORCID: 0000-0003-2256-669X)

İstanbul Medipol Üniversitesi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Yönetimi ve Hukuku  
Doktora Programı  
e-posta:omer.pinar@std.medipol.edu.tr

## ÖZET

Türkiye’ de devlet kurumlarında olduğu gibi, yerel yönetimlerde de ihale yöntemi olarak, Elektronik Kamu Alımları Platformu (EKAP) denilen bir uygulama kullanılmaktadır. Yapılan bu çalışma kapsamında da EKAP konusunda uzmanların yapmış olduğu çalışmalar incelenmiş, Yapı Bilgi Modellemesi (YBM)’ nin genel kullanımı hakkında bilgiler verilerek buna bağlı olarak gelişen yerel yönetimlerdeki proje yönetim süreçleri irdelenmiş ve yine yerel yönetimlerde geleneksel yöntemler ile yapılan bu süreçler hakkında bilgiler verilmiştir. Ayrıca EKAP ve Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) entegrasyonu hakkında çalışmalara yer verilerek, geleneksel yöntemler ile uygulanan proje yönetim süreçlerinin ve söz konusu entegrasyonun uygulanması halinde bu süreçlerin nasıl evrileceğine dair şemalar ve şekiller verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Elektronik Kamu Alımları Platformu (EKAP), Proje Yönetim Süreçleri, Geleneksel Yöntemler, Yapı Bilgi Modellemesi (YBM), Yerel Yönetimler, Süreç Yönetimi.

## ABSTRACT

In Turkey, as in state institutions, an application called Electronic Public Procurement Platform (EPPP) is used as a tender method in local governments. Within the scope of this study, the studies carried out by the experts on EPPP were examined, information about the general use of Building Information Modeling (BIM) was given, and the project management processes in local governments that developed accordingly were examined and information was given about these processes, which were carried out with traditional methods in local governments. In addition, studies on the integration of EPPP and Building Information Modeling (BIM) are

given, and diagrams and figures are given about the project management processes applied with traditional methods and how these processes will evolve if the said integration is implemented.

**Key words:** Electronic Public Procurement Platform (EPPP), Project Management Processes, Traditional Methods, Building Information Modeling (BIM), Local Governments, Process Management.

## 1.GİRİŞ

İnşaat sektöründe, uluslararası pazardan kaynaklı rekabeti artırıcı ve daha kaliteli işçiliklerin yapılması açısından büyük önem arz eden E-ihale işlemlerinin etkin ve yetkin şekilde uygulanmaması, özellikle yerel yönetimlerde ortaya çıkan iş ve işlemlerin, gelişimi açısından veya nitelikli imalatların yapılması açısından büyük bir engel olarak ortaya çıkmaktadır (Çıracıoğlu ve Yaman, 2020). Yapılan literatür araştırmaları sonucunda özellikle Türkiye’ de kullanılan E-ihale sistemlerinin de temelini oluşturan ve yerel yönetimlerde de sıklıkla başvuru olan EKAP sistemi çok yönlü şekilde ele alınmıştır. EKAP sistemi uygulanmaya başlandığı 2010 yılından bu zamana kadar birçok yerel yönetimin yapmış olduğu ihale sayıları ciddi oranda artış göstermiştir (Eroğlu ve Tunç, 2018).

E-ihale süreçlerinin gerektiği gibi uygulanmaması, yerel hizmetlerin sağlanmasında çeşitli aksaklıklar meydana getirmektedir. Bu pencereden bakıldığı zaman, yerel yönetimlerdeki bazı zorluklar bunların belli başlı sebepleri arasında sayılabilmektedir (Yılmaz ve Özmen, 2018). Yapılan ihalelerin fazlalığı aslında hizmetlerin çeşitliliğinden kaynaklanmakla beraber günlük ve acil ihtiyaçların doğması ve değişen dünya düzeni ile birçok farklılık gösterebilmektedir. Bütün bu iş ve işlemleri EKAP ile entegre edilebilecek bir Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) kavramı ile bütünleştirilebilirse, çok daha verimli sonuçlarda elde edilebilecektir. Diğer bir deyişle EKAP uygulamasının oluşturulacak bir YBM ile entegrasyonu başarılı bir şekilde sağlanabilirse yerel yönetimler açısından zaman ve maddi

kayıpların önüne geçilebilir, özellikle vatandaş memnuniyeti yüksek oranda sağlanabilir duruma gelecektir (Atabay ve Öztürk, 2019).

## 2. YEREL YÖNETİMLERDE E-İHALE – EKAP SİSTEMLERİ

E-devlet çalışmalarının Türkiye’de daha yaygın hale gelmesi ve hemen hemen tüm kamu kuruluşlarımızda daha etkin kullanılması ile beraber, kamu kurumları arasındaki bilgi alışverişi daha nitelikli bir hale gelmiştir (Saraç, 2013). Bu sürecin gelişmesi ile beraber bu kamu kurumlarında tıpkı özel sektördeki gibi performans ve stratejik yönetim faktörleri daha da önem arz etmeye başlamıştır.

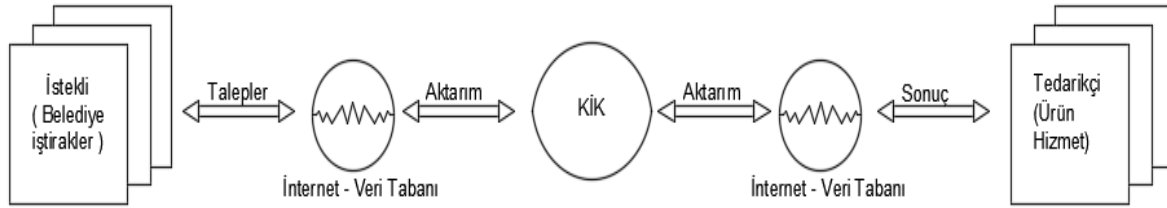
### 2.1. Elektronik İhale Süreci

Elektronik ihale süreçleri, günümüzde gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin kurumsal anlamdaki E-Devlet çalışmaları içerisinde önemli bir yere sahiptir. Özellikle son yaşanan pandemik hastalıklar neticesinde vatandaşların elektronik ortamlarda tüm resmi süreçlerini halledebilmesi büyük bir kolaylık olarak görülmektedir. Diğer bir taraftan Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (OECD)

tahminlerine göre, kamu alımlarına konu olan piyasa hacmi, ülkelerin Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH)’larına ortalaması %15’ine denk gelmektedir (İmamoğlu ve Özbilgin, 2012). Ancak, bu sürecin tek bir merkezden yürütülmesi küreselleşen dünyamızda pek mümkün gözükmemektedir. Bu yakalanabildiği müddetçe uluslararası tedarikçilerden daha şeffaf bir şekilde mal ve hizmet alınmasının önü açılacaktır.

### 2.2. Türkiye’de Elektronik İhale Sistemi ve Süreçleri

Kamu İhale Kurumu (KİK), Türkiye’de elektronik ihale sisteminin geliştirilmesi, yaygın olarak kullanılması ve varsa eksikliklerin giderilmesinden sorumlu olan kurumdur (Çıracıoğlu ve Yaman, 2020). Tüm kamu kuruluşlarında daha şeffaf, çoğulcu, hesap verilebilir ve sürdürülebilir bir ihale sisteminin geliştirilmesi adına, 04.01.2002 tarih ve 4734 sayılı “Kamu İhale Kanunu” ile söz konusu kurumun tüzüğü yürürlüğe girmiştir. Bu hususta gerek AB gerekse diğer dünya modelleri incelenmiştir. Şekil 1 yerel yönetimler baz alınarak temelde bu uygulamanın aktörlerini göstermektedir (İmamoğlu ve Özbilgin, 2012).

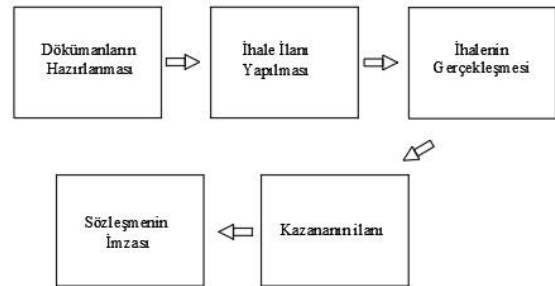


Şekil 1. KİK aktörleri (İmamoğlu ve Özbilgin, 2012)

### 2.3. Yerel Yönetimlerde Elektronik İhale Sistemi ve Etkileri

Türkiye’de ve dünyada genel bir inceleme yapıldığı zaman, insanların daha müreffeh bir yaşam sürebilmeleri adına yerel yönetim hizmetleri çok büyük bir önem arz etmektedir. Her bölgenin kendine has dinamikleri ve etkileri göz önünde alındığı zaman, merkezi yönetimlerin hizmet götürme anlamında daha pasif kalabileceği gerçeği bilinmektedir. Ancak ücra noktalarda bulunan yerleşimlere o yerel yönetim bütçesi ölçeğinde hizmetin ve ürünün gitmesi de zorunlu bir durumdur. Elektronik ihale sistemi ile ulusal ölçekte ve uluslararası anlamda tedarikçilerin bu bölgelere hizmet götürmesi daha kolay olmaktadır. Böylece hem rekabetçi bir ortam sağlanabilmekte hem de yerel ölçekte daha kaliteli iş ve işlemler ortaya çıkmaktadır (Hamdi, 2016). Ayrıca yine

daha şeffaf alımlar yapılmakta ve kontrol edilebilirliği daha sağlıklı olmaktadır. En temel anlamda Şekil 2’de KİK üzerinden yapılan bir alım süreci ifade edilmiştir.



Şekil 2. En temel anlamda KİK süreci

## 3. YAPI BİLGİ MODELLEME VE EKAP ENTEGRASYONU

Birçok devlet kurumunda kullanılan EKAP sistemi ile mal ve hizmet alım süreçleri gerçekleştirilmektedir. Bu kurumların içerisinde ise yerel yönetimler genel bütçelerinin %20' lik kısımlarından daha fazlasını bu süreçlerde harcamaktadırlar. O bölgenin ihtiyaçlarına yönelik hazırlanan inşaat projelerinde yine KİK üzerinden devam eden süreçlerden oluşmaktadır. Bu süreçler ise söz konusu yapım işlerinin bir takım hukuki süreçlerinin tamamlanmasını gerektirmektedir. Yani, sadece ihale süreci değil söz konusu belediyelerin bahsi geçen yapım işleri ile alakalı olarak yapı ruhsatları, yapı kullanma izin belgeleri düzenlemeleri ve ayrıca farklı birçok kurumdan (Elektrik, su, Telekom vb.) uygunluk belgeleri almaları gerekmektedir. Tüm bu süreçler ise karmaşık olarak değerlendirilmesi gereken bir yapım süreci olmaktadır.

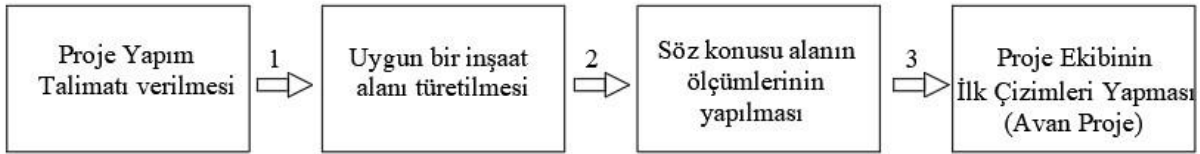
### 3.1. Yerel Yönetimlerde Proje Yönetim Süreçlerinde Yaşanılan Aksaklıklar

Yerel yönetimlerin bilgi ve bilgi yönetimine yaklaşım süreçleri incelendiğinde ve bununla ilgili yöneticiler ile görüşüldüğü zaman, teknolojinin sunmuş olduğu olanaklardan tam olarak yararlanılamadığı gözlemlenmektedir (Özbilgin v.d., 2012). Özellikle proje yönetimlerinde daha çok geleneksel yöntemlerden yararlandığı, teknolojiye ulaşmada bir sorun olmadığı ama yerel yönetimde görev alan her bir yönetici ve çalışanın kendi inisiyatifi ile bu teknolojiyi parça parça ve

birbirinden bağımsız bir şekilde kullandığı gözlemlenmiştir. Bu birbirinden kopuk çalışma metodları, süreçlerin uzun ve yorucu olmasına, maliyetlerin artmasına, niteliksiz ürünlerin ortaya çıkmasına ve devlet olanaklarının kontrolsüz bir şekilde ve kişilerin inisiyatifine bırakılmış şekilde yönetilmesine sebep olduğu gözlemlenmiştir. En temel anlamda daha nitelikli bir ürün ortaya çıkacak süreçte gereksiz proje revizyonlarına sebep olmakta ve farklı kurumların aynı konu hakkında bile farklı görüşler vermesine sebep olduğu gerçeği ortadadır. Yapılan proje çalışmalarının nitelikli ürünlere dönüşmesi adına EKAP sistemi ile Yapı Bilgi Modellemesi kavramlarının entegrasyonu bu sebeple bu çalışma içerisinde irdelenmiştir.

### 3.2. Yerel Yönetimlerde Proje Yönetim Süreçleri

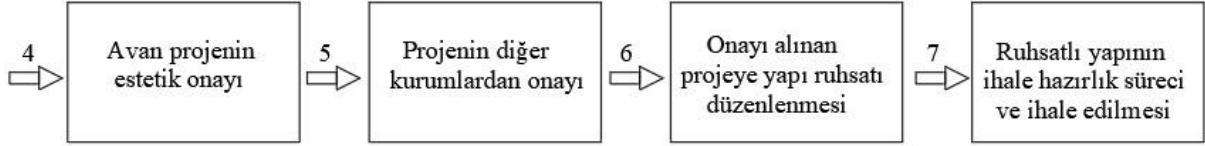
En temel anlamda bir yerel yönetimde yapılacak olan bir inşai faaliyette geleneksel yöntemlerle gerçekleşen süreçler incelendiği zaman, ilk aşaması olarak Şekil 3' de verilen şema göze çarpmaktadır. Söz konusu şekil incelendiği zaman öncelikle kurum yetkilisi tarafından bir talimat verilir ve o belediyenin teknik ekiplerince bu talimat doğrultusunda süreç yönetimi başlar. Numaralandırılan süreçler aynı ekte olması gereken diğer paydaşlardan ve diğer adımlarda sorumlu olacak kişilerden bağımsız ve habersiz bir şekilde yönetilmektedir.



Şekil 3. Yerel yönetimlerde proje yönetimi 1. aşama

Yine Şekil 4' de gösterildiği şekilde Talimatın verilmesinden proje ekibinin ilk çizimleri yapması ve estetik onayın alınmasına kadar geçen süreçte kurum içerisinde farklı bir birim tarafından yürütülen bu süreçte ortak bir payda altında bulunması gereken birimler henüz yoktur. Burada farklı birimler sadece çalışan kişilerin inisiyatifi ile ancak bu kurgudan bilgidar olabilecektir. Aslında temelde yine geleneksel metod olarak yürütülen bu işleyiş kendi içinde farklı disiplinler oluşturmakla beraber bu disiplinler bu aşamada henüz birbirinden kopuk bir şekilde kendi kişisel gayretleri ile bu süreci yönetmektedir. Tüm bu hususlar göz önünde bulundurulduğunda Şekil 4' de görüleceği üzere avan proje onayı – farklı kurumlardan alınacak görüşlere bağlı olarak gelişen iş süreçleri – bu onaylardan sonra, ilgili belediyenin bir birimi olan yerde ruhsat onayı ve akabinde yine başka birime

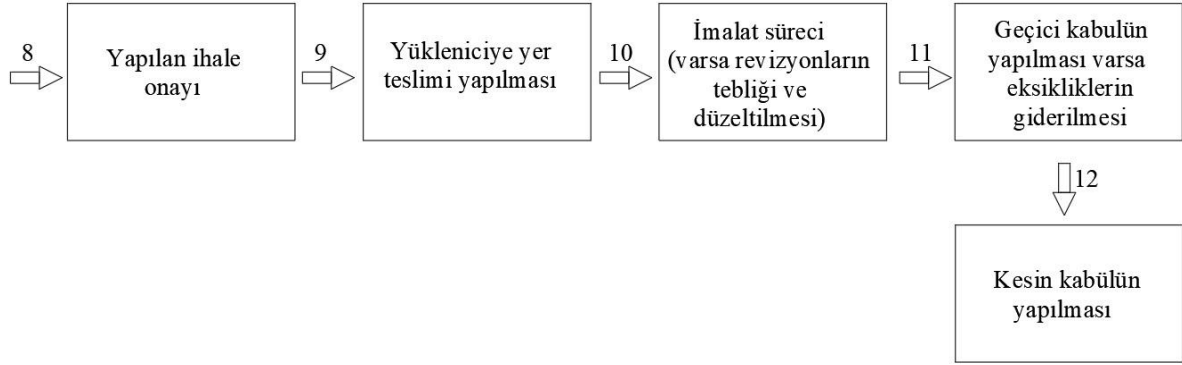
gitmesi hepsi başlı başına kendi içinde bir süreçtir. Bu süreçlerin birbiri ile ilişkili olması gerekirken hepsi birbirinden bağımsız bir şekilde ilerlemektedir. En nihayetinde projenin diğer kurumlardan onaylarının alınması sürecinden itibaren artık, belediyenin farklı bir birimi o ana kadar yapılan projelere vakıf olabilecek düzeye gelecektir. O andan itibaren estetik kaygılarla düzenlenen projenin imar kanunu hükümlerine uygun olup olmadığı, ilgili yönetmeliklere karşı uygun nitelikleri taşıyıp taşımadıklarının tasdiki olur. Bununla birlikte elektrik, mekanik ve statik projeler yapılacak ve söz konusu avan proje kanun hükümlerine uygun değilse farklı bir birim tarafından revizyonlar yapılacaktır. Bu yapılan revizyonlardan projenin ilk sahibinin bilgi sahibi olması yine farklı kişilerin inisiyatifine bırakılacaktır.



Şekil 4. Yerel yönetimlerde proje yönetimi 2. aşama

Bu süreçten sonra bahsi geçen projeye ruhsat verilir bütün işlem dosyası yine belediyenin farklı bir birimine ihale edilmek üzere teslim edilecektir. Şekil 5' de görülen düzene göre ihale edilmek üzere söz konusu işi alan birim bununla ilgili keşif ve metrajlarını çıkaracak, poz tariflerini oluşturacak ve yaklaşık maliyet hesabı yaptıktan sonra ihaleye çıkılabilir bir noktaya gelecektir. Bu süreç içerisinde söz konusu projede nasıl bir yaşam düşünüldüğü yani nasıl hayal edilip, nasıl imal edileceği, hangi mimari ve estetik kaygılar

güdüldüğü bilinmeyecek ve bazı malzemeler yaklaşık maliyet korkusu ile yeniden düzenlenecektir. İlk süreçten ihale sürecine gelinceye kadar farklı birimler kendilerine has revizyonlar yaparak, projenin çıkış amacından uzaklaşacak ve üstelik yaşanan zaman kaybına rağmen henüz asıl istenilen düzeyde olunmayacaktır. Bu zaman içerisinde maliyet artışları ve mevsimsel etkiler projenin etki süresinin dışına çıkacak ve hedefte sapmalar meydana gelecektir (Aydın ve Koman, 2021).



Şekil 5. Yerel yönetimlerde proje yönetimi 3. aşama

İş nihayete büründüğünde yani söz konusu iş emri ile başlayan süreç içerisinde, talepler farklı olmuş olacak, proje çizim ekibinin kendi mimari öngörüsü ile çizmiş olduğu proje farklı bir kimliğe bürünecek, farklı birimin yönetmelik ve kanun kaygılarından dolayı yaptığı revizyonlar farklı olmuş olacak sonraki aşamada bütçe kaygılarından dolayı yine aynı belediyenin farklı bir birimi söz konusu projeyi revizyona uğratacak ve gün sonunda ihale sonucu ile beraber ortaya çıkacak ürün imalat bittikten sonra daha farklı bir kimliğe dönüşecektir.

Tüm bu süreçler gelişip neticelenmesi arasındaki süreçte birbirinden bağımsız şekilde fikirler ortaya çıkacak ve bir çok kişiden yararlanılması adı altında gereğinden fazla kişi istihdamı olacaktır. Bu sürece ekstra olarak zaman kayıpları ve maliyet kayıpları eklenecek ve yerel yönetimlerde en önde gelmesi gereken vatandaş memnuniyeti ötelenmiş olacaktır. Aslında bir proje içerisinde kurumsal firmalarda olduğu gibi bir devlet kurumunda da maliyet – fayda – zarar analizleri yapıldığı zaman süreçlerin ne kadar bozulduğu, amaca uygunluğun kalmadığı açıkça görülecektir.

### 3.3. Yapı Bilgi Modellemesi ve EKAP

Tüm bu süreçlerde geleneksel veya teknolojik anlamda proje yönetim sistemlerinin nitelikli bir şekilde kullanılması sayesinde, sorunsallık anlamında bir tıkanma olmayacaktır. Zira Türkiye’ de birçok kurumda ve yerel yönetimlerde kullanılan EKAP sistemi ile aslında teknolojik anlamda birçok girdiye çok rahat ve istenilen zamanda erişim imkanı sağlanmıştır. En temel anlamda bir hizmet alımını bir belediyede farklı bir birim resmi süreçlerini hallederken söz konusu malı başka bir birimin kullandığını düşünelim. Bu süreç içerisinde kullanılacak ürünün cinsi ve miktarı ile ilgili o birim tarafından sistemsel olarak girdileri yapılır, bu girdileri ve gerekli olan bilgileri gören diğer birim anında EKAP sistemi üzerinden bunun resmi sürecini başlatır. Bu ürüne ilgililer tekliflerini iletir ve kanuni süreçler içerisinde bu ihtiyaç şeffaf bir şekilde karşılanmış olur. Burada ihtiyaç sahibi birimden bir çalışan, EKAP sistemine girdileri yapacak başka birimden bir çalışan ile tüm süreç hızlı bir şekilde tamamlanmış olur. Geleneksel

olarak bakıldığı zaman ise, öncelikle ihtiyaç listesini belirleyecek olan bir çalışan ve süreç, daha sonra bunun piyasa araştırmasını yapacak olan başka bir çalışan ve süreç, alınan piyasa çalışmasının onayını verecek olan başka bir çalışan ve süreç ve en son bu ürünü almak için sözleşmesel konuları halledecek olan başka bir çalışan ve süreç, işte tüm bu karmaşık sistemden ziyade EKAP sistemi üzerinden çok basit ve hızlı bir şekilde ürün alımı gerçekleşmiş olacaktır. Yapı Bilgi Modellemesi aynı bu şekilde ve çok daha kapsayıcı bir şekilde birçok farklı sahaya etki edecek bir alt yapı ile kurulması mümkündür. Şekil 6' da YBM'nin proje süreçlerinde ki kullanım sahaları verilmiştir (Dortek, 2018).



Şekil 6. YBM süreçleri (Dortek, 2018)

Tam olarak bu noktada EKAP sistemi ile beraber yerel yönetimlerde nitelikli bir şekilde Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) kurulum ve işletilir ise hem süreçler daha iyi bir şekilde kontrol edilebilecek hem de zaman ve maliyet olarak daha minimize edilerek kamu bütçeleri daha ekonomik olarak kullanılabilir. İlk başlarda karmaşık bir düzen olarak görünse de özellikle YBM uygulamaları birçok farklı birimden oluşan ve hukuka dayalı ilkeler ile yönetilen yerel yönetimlerin daha şeffaf ve sorgulanabilir bir şekilde yönetilmesini sağlayacaktır. Süreçlerin geriye dönük sorgulamalarının daha nitelikli bir şekilde yapılması ve ortaya çıkan sorunların çözümleri için daha hızlı bir şekilde aksiyon alınmasını sağlayacaktır. Bu bağlamda en temel anlamda hızlı ve maliyet kontrollü işlerin yapılması da hem yöneticileri rahatlatacak hem de vatandaşların istekleri doğrultusunda daha nitelikli ürünlerin ortaya çıkması daha kolay bir hale gelecektir.

#### 4. ÖRNEK BİR ÇALIŞMA İLE YAPI BİLGİ MODELLEMESİ VE EKAP ENTEGRASYONU

Yapılan bu çalışma ile örnek bir proje üzerinde uygulanan ve en temel anlamda YBM uygulaması olarak kullanılan bir proje üzerinden daha önceki bölümlerde verilen geleneksel yöntem ile YBM

uygulanması kullanıldığı zaman nasıl bir farklılık olacağını açıklaması yapılmıştır. Kısım kısım yapılan proje, örnekleri ile açıklanarak aslında YBM ve EKAP entegrasyonunun proje – süreç-maliyet- fayda – zarar karşılaştırmaları daha rahat bir şekilde yapılmıştır. Mevcut belediyenin farklı birimlerinin entegrasyonu daha nitelikli hale gelmiş, yapılan iş kaliteli bir biçimde ortaya çıkmış ve maliyet analizi yapılarak güvenli tarafta kalınması sağlanmıştır.

#### 4.1. Yapı Bilgi Modellemesi İçin Kullanılacak Program Seçimi ve İş Başlangıcı

Yerel yönetimlerde kullanılacak program seçimi özellikle söz konusu teknik birimlerin hepsinin rahatça erişim sağlayabileceği ve kişisel verilerin korunması amacı ile nitelikli bir seçim yapılmıştır. Bu anlamda sistemin ortak paydaşlarının aşağıdakiler olması düşünülmüştür :

- Proje ekibi
- Yapı ruhsatı ekibi
- Fen işleri ekipleri
- İhale (EKAP) sorumlusu ekipleri

Bu karar için süreç içerisinde yapılan projelerdeki görüş bildiren ve katkı sunan ekiplerin genel incelemesi yapılmış ve bu deneme yapılabilmesi için yukarıda adı anılan ekipler göz önüne alınmıştır. Ülkemizde bulunan bir belediyenin iş emrinin belediye başkanı tarafından doğrudan verildiği göz önüne alınmış ve çalışmalar yatay ve düşey hiyerarşi düşünülerek yapılmıştır.

Burada YBM'nin ihale süreçlerinde kullanılmasında ki sebeplerden biri de, YBM ile çalışmanın sadece bir yazılım seçimi olmadığını farkında olmaktır (Domer, 2017). Yani YBM ile herhangi bir yerel yönetimde bulunan birden çok birimin birbirleri arasındaki koordinasyonun sağlanmasına katkı sağlamasıdır. Ayrıca ortak bir veri ortamı yaratabilme imkanı sunması ile faydalı bir çalışma prensibi oluşturabilmesidir. Yine ihale süreçlerine sağlayacağı bir diğer fayda da, YBM'nin maliyet tahminlerinde veya maliyetleri oluşturmada verimli bir şekilde kullanılabilmesidir.

Kurumun kendi iç sistemi ile kolay entegre olabilecek YBM tabanlı bir proje ve modelleme programı seçilerek iş başlangıcı yapılmıştır. Belediye içinde sadece proje paydaşlarına söz konusu programa erişim izni verilmiş ve kendi içinde üst yönetim tarafından kontrol edilebilen bir veri tabanı hazırlanmıştır. Burada en temel anlamda MS Office programlarından yararlanılmış ve CAD tabanlı program ile uyum gösterecek bir modelleme programı olan ARCHICAD programı kullanılmıştır. Bu programın kullanılma sebebi ise hem program erişimine daha kolay ulaşılabilmesi

hem de kurum içerisinde hazır bir şekilde bu programların kullanılmalıdır.

Burada seçilen proje ilçe merkezinde trafik yoğunluğunu farklı akslara yayarak ilçe merkezini rahatlatmak bir cadde üretmek ve şehre yeni bir cazibe merkezi yaratmak düşüncesi ile yola çıkmıştır. Bu anlamda kontrol edilmesi ve karşılaştırmaların yapılabilmesi açısından küçük ölçekli bir proje seçilmiş ve söz konusu süreç ve maliyetlerin minimize edilmesi sağlanmıştır. Ayrıca bütünsel olarak bakılabilmesi açısından sistem paydaşlarının vereceği etki ve katkıların maksimum düzeyde olması ve her bir birimin görev sahalarında o etkiyi vermeleri göz önünde bulundurulmuştur.

#### 4.2. Model Girdileri ve İlk Oluşum

Uygulaması yapılacak olan projenin talimatı verildikten sonra, söz konusu proje için ilgili üst yetkili tarafından bütün paydaşların bir arada olduğu bir toplantı tertip edilip, bu toplantıda söz konusu proje için iş bölümü yapılır ve bu projenin üst ölçekte bir YBM uygulaması içinde toparlanması için bir YBM sorumlusu atanır. YBM sorumlusunun kapalı devre oluşturacağı modelin bütün girdileri ve görev dağılımı yapılır. Yapılan görev dağılımı neticesinde her birimin yetkileri oluşturulan modele girdi olarak dağıtılır. Model verileri dağıtıldıktan sonra proje için ön keşif ve arazi çalışması yapılabilmesi için planlama birimi tarafından uygun olan arazilerin türetilmesi yapılarak modele girdileri yapılır. Bu aşamada yine proje ekibi bu girdileri eş zamanlı görerek, ruhsat birimine arazi ölçümleri için gerekli talimatlar gider ve ruhsat ekibi yapılan ölçümleri (kot kesit, aplikasyon v.b.) sisteme yükler. Bunun ardından proje ekibi sistemdeki veriler ile beraber projenin ilk çizimlerini yapar. Burada arazinin belli başlı özellikleri ile ilgili olarak sistemden anlık olarak

sorular yöneltip gerekli cevaplar alınır. Alınan bu cevaplara istinaden proje ekibi söz konusu yere ilk avan proje çizimini yapar ve ruhsat ekibinin kontrolüne gider. Bu aşamaya kadar olan kısım ekipler arası koordinasyon ve sağlıklı bilgi akışı ile devam eder ve iş emirleri anlık olarak takip edilir. Burada geciken kısımlar var ise YBM sorumlusu tarafından sorumlu olan üst yöneticiye anlık bildirimleri yapılır.

Geleneksel yöntemden farklı olarak sistem üzerinden tanımlanmış sorumluların bilgisi dahilinde ve hızlı bir süreç takibi yapılarak, farklı disiplinlerarası uyum tam manası ile sağlanmış olur. Sadece sisteme tanımlanmış sorumlular ile birçok farklı kişinin konu ile uğraşmasının önüne geçer ve var olan gecikmelerin hangi birimlerden kaynaklandığına ulaşılması ile anlık çözümler için toplantılar tertip edilir. Burada hem ruhsat ekibine kontrol için izin verilir hemde EKAP sorumlusuna yine keşif ve iş kalemlerinin takibi için verilerek ilerleyen zamanda bir sorunla karşılaşılıp geriye dönüp revizyon yapılmaz ve zamandan kazanılır. Ayrıca yine EKAP sorumlusuna kullanılacak malzemelerin keşfi yapılması için zaman kazandırılmış olur.

İlk aşama olarak projenin ortaya çıkarılması ve görsellerin elde edilmesi ile beraber ilgili kurum amirine ve kamuoyuna nitelikli sunumlar ve bilgilendirmeler bu sayede yapılmış olur. Bu aşamaya kadar olan kısımlar kapalı devre sistem ile hazırlanıp EKAP aşamasına kadar söz konusu proje detayları çıkmamış olarak rekabetin sağlanmasının da önü açılmış olur. İlgili sorumlular bu aşamada sadece sistem içerisinde revizyonlar yaparak ilgili notları düşebilir böylece kurum dışına bilgi aktarımının önüne geçilir. Şekil 7' de en basit anlamda YBM modelinin ilk aşamasından bir şema paylaşılmıştır.



Şekil 7. Yapı bilgi modellemesi 1. aşama

#### 4.3. Projenin Onayı ve EKAP Süreci

Süreç kendi mecrasında ilerlerlerken YBM sorumlusu olarak atanan kişi söz konusu kapalı devre sistemden gördüğü varsa gecikmeler, aksamalar bunları kurum amirine raporlar. Böylece bu ilk aşama geleneksel sisteme göre daha az iş gücü, daha az maliyet ve daha hızlı bir şekilde gerçekleşmiş oldu. Artık süreç avan projenin

estetik kurul onayı ile ruhsat birimi tarafından yapılma evresindedir. Bu evrede YBM üzerinden yine proje ekibinin varsa revizyonlarını içeren kısımların erişimi açılmıştır. Böylece proje ekibinin ilk gerçekleştirmiş olduğu projenin kendi kontrolleri dışında revizyonlara uğramasının önüne geçilir.

Estetik olarak onaylanan projeye fen işleri birimi tarafından diğer alt yapı kurumlarından (İSKİ, Ayedaş, Telekom v.b.) gerekli onaylar alınması evresi sadece ilgili birimi ilgilendirdiği için burada yaşanabilecek bir aksaklık veya süreç uzaması yine YBM sorumlusu tarafından anında müdahil olunarak süreç nerede tıkandıysa oraya etki edilmenin önü açılır..

Fen işleri ekiplerinin ilgili kurum onaylarını almasının ardından proje tekrar ruhsat birimine gider. Onayı alınan projeye ilgili kanun ve yönetmelik hükümleri gereğince onaylı olarak yapı ruhsatı düzenlenerek söz konusu projenin o ana kadar olan süreçte bütüncül olarak irdelenip ilk anda kurum amirinin istediği şekilde ruhsat aşamasına gelmesi sağlanmıştır. Bu ana kadar olan süreçte geleneksel sistemden farklı olarak ilk iş emrinde verilen ve istenilen tipte projeye ruhsat verilebilmesinin önü açılmış, gereksiz revizyonların önüne geçilmiş ve böylece bir diğer anlamda vatandaşların istekleri ve kurum amirinin talimatları doğrultusunda daha nitelikli bir proje üretilmesine sebep olmuştur. EKAP birim sorumlusunun proje biriminin ilk çizimleri yapmasından ruhsat alınmasına kadar geçen süreçte her bir aşamada bulunarak;

- Söz konusu projenin keşfinin oluşturulması için zaman kazanarak bir altlık oluşturmuş, ve ihale aşamasında

- gelinene kadar mevcut ihale dosyası çalışmalarına başlamış,
- Söz konusu projenin birim fiyat analizlerini yaparak hem proje ekibini hem de ruhsat birimini gerekli zamanlarda görüşler belirterek uyarılmış,
- Yapılan proje revizyonlarında malzeme bilgisi ve fiyat bilgisi sayesinde yaklaşık maliyetin düşürülmesine ve bütçe tertibinde bulunarak, kurumun maddi menfaat sağlamasına sebep olmuştur.
- Eş zamanlı kontroller sonucu diğer birimlerde kendilerini geliştirmek adına piyasa süreçlerinden, fiyat analizlerinden habersiz kalmamış ve bir bütünlük oluşmuştur.

Tüm bu süreçlerden sonra EKAP birim sorumlusu ihale hazırlık süreçlerini, proje birimi ve ruhsat birimlerinin son onayları ile beraber ihale sürecini başlatmak için dosyayı tamamlamış olur. Bu sürecin başıyla sonu arasında geçen sürede YBM sistemi içerisinde ki disiplinler arası etkileşim en üst seviyeye çıkarılmış ve herhangi bir aksaklık durumunda YBM sorumlusu tarafından yine anında kurum amirlerine raporlanmıştır. Böylece hem çalışan profili olarak üzerlerinde kontrolün her an olduğunu bilen birimler daha fazla efor sarfetmiş hem de kurum kendi menfaatine maliyet analizlerini daha nitelikli yapmıştır. Bu bölüm Şekil 8' de yine şematik olarak verilmiştir.



Şekil 8. Yapı bilgi modellemesi 2.aşama

#### 4.4. EKAP ve Yapım İşleri Kontrolü

Söz konusu proje ihale edildikten sonra EKAP birimi tarafından ilgili kanun hükümleri gereğince uygunluğu sağlanan süreç nihayete erdirilir. Bu süreçte ihalesi tamamlanmış işi ilgili kurumun teknik ekibi ortak olarak izler, takibini yapar ve sonuçlanması ile beraber iş yeri teslimine artık hazır olan arazi bütün teknik ekibin kontrolünden ve onayından hızlı bir şekilde geçmiş olur. İhaleyi kazanan firmaya iş yeri teslimi fen işleri ekipleri tarafından yapılır. İşin başında ihaleyi kazanan firma ile proje ekibi – fen işleri ekiplerinin de içinde olacağı bir toplantı ile son detaylar paylaşılır. Bu toplantıda alınan kararlar YBM uygulaması içerisinde toplantı tutanakları olarak yine paylaşılır. Artık bu sürecin bir diğer paydaşı yüklenici firmadır. YBM sorumlusu tarafından atanacak yüklenici sorumlusu tarafından süreç içerisindeki

bilgilendirmeler ve iş emirlerini ile süreç yönetimi ve şantiye yönetimi yapılır.

İmalat süreci içerisinde yüklenici firma tarafından yapılan her uygulama ve seçilecek malzeme türü, cinsi yine YBM üzerinden idare onayına sunulacak söz konusu onay süreçleri çok daha hızlı ve sağlıklı bir şekilde yapılır. Bu süreçler içerisinde hem proje ekipleri ve saha kontrolörü olan fen işleri ekipleri şantiyede bulunana olumsuzluklara veya gelişecek her türlü olaya günlük şantiye raporları ile beraber eş zamanlı müdahalede bulunur. Ayrıca her şantiye sürecinde karşılaşılabilecek olan ve imalat revizyonu gerektirecek olaylar anında yüklenici tarafından raporlanabilecektir. Sözleşmeden kaynaklı sıkıntıların olmaması adına tutanaklar bildirimler yazılı olarak idarenin bilgisine ve onayına sunulacaktır koordinasyon nitelikli bir şekilde sağlanacak ve süreç yönetimi daha nitelikli

bir hal alacaktır. Bu şekilde ruhsat projelerine aykırılık teşkil edebilecek imalatlar varsa böylece aynı anda mevzuat olarak ruhsat ekibi tarafından sorgulanabilecektir. Böylece bütün disiplinler arası Söz konusu imalat sürecinin daha nitelikli ve kontrollü işlemesi sonucu kararlar daha hızlı alınacak ve imalat süreci hızlı ve nitelikli bir şekilde bitirilecektir. Böylece söz konusu işlemler bütüncül olarak ele alınıp artık geçici kabul ve akabinde kesin kabul aşamalarına gelecek ve idare

bu şekilde daha nitelikli bir iş ortaya çıkaracaktır. Bütün bu imalatlar süresince yine kurum amirlerinin varsa tıkanmaların, süreç uzamalarının sebeplerini sorgulamaları daha sağlıklı bir şekilde olacaktır. Geleneksel yöntemle daha uzun sürelerle yayılan bu iş ve işlemler daha şeffaf ve daha sorgulanabilir olacaktır. Bu şekilde süreçlerin yer aldığı şema Şekil 9’ da ifade edilmiştir.



Şekil 9. Yapı bilgi modellemesi 3. aşama

## 5.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında, en genel anlamında ülkemizde devlet kurumlarında sıklıkla kullanılan EKKAP sisteminin özellikle yerel yönetimlerdeki uygulamaları üzerinde durulmuş ve yerel yönetimlerde ne sıklıkla ve ne amaçla kullanıldığı anlatılmıştır. Özellikle kamu yükünün ve hizmet yükünün büyük bir kısmını çeken belediyelerde vatandaşların ihtiyaçlarına yönelik yapılan harcamalar EKKAP sistemi ile daha şeffaf bir hale bürünmekle beraber aslında ulusal anlamdaki rekabeti destekleyici birçok niteliği içerisinde barındırmaktadır. Bu süreçlerin çok daha nitelikli bir hal alması artık daha fazla kaçınılmazdır. Çünkü, belediyelerin son dönemlerdeki gelir gider durumları incelendiği zaman, faaliyet alanları günden güne daha fazla genişlerken aynı ölçüde finansman kaynakları genişlememektedir. Özellikle dünyada olduğu gibi Türkiye’de de başlı başına bir sorun olan salgın hastalıklarında baş gösterdiği bu zaman dilimlerinde hizmet faktörü kendi içinde büyük bir evrime uğramış durumdadır. Bu durumda özellikle belediyeler daha çok banka kredilerine yüklenmiş durumdadırlar. Benzer bir örnek olacak şekilde, yapılan bir inceleme sonucunda toplam yükümlülükler içinde banka kredilerinin payı gözle görülür biçimde yükseldiği görülmüştür. Zira 2007

yılında banka kredilerinin toplam yükümlülükler içerisinde ki payı yüzde 8’den 2017 yılında yüzde 23.5’a çıkmıştır (Eroğlu ve Tunç, 2018). Söz konusu verilere ilişkin görsel Tablo 1’ de gösterilmektedir. Sırf bu verilere bakarak bile aslında belediyelerde yapılan harcamaların ne derecede kontrol altına alınması gerekliliği hususu göz önüne alınmalıdır. EKKAP sistemi de bu şekilde iş ve işlemleri E-Devlet çalışmaları kapsamında daha nitelikli ve takip edilebilir bir şekilde yapılmasını sağlamaktadır. Ancak sadece EKKAP sistemsal olarak bu işlemlerin, komplike projelerin yapıldığı bir dönemde yeterli olmamaktadır. Bu sistemin daha işlevsel bir hale gelmesi gerekmektedir. Çalışan sayısının özellikle son yıllarda göze çarpar bir şekilde arttığı belediyelerde teknolojik çalışmaları yönetebilecek çalışan sayısı istenilen seviyeden de fazla olmasına rağmen yine istenilen derecede ve kalitede iş ve işlemler olamamaktadır.

Özellikle istihdam edilen kişilerin profilleri de bu işlemleri yapabilecek nitelikte ehil olması gerekmektedir. Eğer nitelikli şekilde istihdam yapılırsa söz konusu süreçler daha az iş gücü ile daha sorgulanabilir bir şekilde sürdürülebilir bir hal alabilir.

Tablo 1. Mahalli idareler genel faaliyet raporu ( Milyon TL) (Eroğlu ve Tunç, 2018)



Yıl	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>Toplam Yüküm.</b>	27.098	30.982	34.992	43.066	41.981	45.331	50.794	54.078	63.577	80.649	107.627
<b>Banka Kredileri</b>	2.187	4.212	5.515	5.876	6.263	7.362	10.850	12.552	14.006	17.848	25.373
<b>Kamu İdarelerine Mali Borçlar</b>	12.880	10.131	10.325	15.133	11.815	12.244	7.331	7.952	8.781	10.225	11.561
<b>Dış Mali Borçlar</b>	1.230	2.699	3.709	5.037	6.295	6.184	6.812	6.284	7.056	9.213	11.253
<b>Bütçe Emanetleri</b>	4.226	5.554	5.754	6.105	6.067	6.690	8.660	9.837	11.404	13.165	18.544
<b>Vergi ve Sosyal Güvenlik</b>	2.217	2.950	2.821	3.547	2.966	2.941	3.136	3.090	3.600	2.752	2.847
<b>Diğer Yüküm.</b>	4.444	5.432	6.865	7.364	8.571	9.908	14.003	14.361	18.727	27.444	38.046

Çalışan sayıları göz önüne alındığı zaman yerel yönetimlerde istihdam edilen personel sayısının çok fazla olduğu göz önündedir. Bu anlamda Tablo 2’de 2016-2017 yıllarında yerel yönetim türlerinde istihdam edilen taşeron olarak adlandırılan kişi sayısı verilmiştir. Özellikle bu tablodan da görüleceği üzere yerel yönetimlerin hemen hepsinde istihdam etmede bir sorun oluşmadığı gibi istihdam türlerinde temel sorunlar oluşmaktadır. Zira belediyelerde, yani kamu hizmetini yerelde halka sunan belediye gibi kurumlarda istihdam konusu genel hatlar itibari ile siyaset ile iç içe olduğundan sebeple, her an bir istihdamın önü açık ve istihdam sayıları da bu sebeple dalgalanmalara sebep olabilmektedir (Ertan, 2018). Bu anlamda teknolojik anlamdaki süreçlerin yönetimi daha komplike bir sistem kurulumu ile daha mümkün bir hal alabilmektedir.

EKAP sistemi ile kontrol altına alınması düşünülen belediye alımları, daha komplike projeler ile yanyana gelince belediyenin diğer birimlerinden bağımsız bir şekilde hareket etmesi sebebi ile söz konusu ihalelerde şeffaflık sağlanamamakta ve işin başında düşünülen projelerden bağımsız şekilde işler ortaya çıkmaktadır. Hem kurumun daha fazla iş gücü harcamasına sebep olmakta ve nihayete eren işlerde işin sonunda sorgulanabilir bir maliyet ve fayda – zarar analizleri yapılamamaktadır (İpek, 2018). Özellikle geleneksel sistemler ile yürütülmeye çalışan inşaat süreçleri başı ve sonunda kurumun harcadığı zamana değmeyecek nitelikte işlemler oluşmaktadır. E-Devlet süreçlerinin çok hızlı bir şekilde geliştiği Türkiye’de Yapı Bilgi Modelleme adı ile anılan süreç yönetim mekanizması da nitelikli bir şekilde

uygulamaya koyulur ise bu şekilde daha sorgulanabilir süreçlerin ortaya çıkacağı açıktır.

Bu sebeple yapılan bu çalışmada örnek bir yol projesine basit bir şekilde uygulanmaya çalışılan bu sistem entegrasyonu başarılı bir şekilde uygulanmış ve somut sonuçlar elde edilmiştir. Bu uygulamanın yapılmak istenmesindeki amaç günümüzde teknolojik gelişmelere rağmen özellikle inşaat sektöründeki verim düşüklüğü göz önüne alınmıştır (Akkoyunlu, 2015). Bu düzen aynı şekilde belediyelerde de devam etmektedir. Geleneksel proje teslim yaklaşımının dağınık bir yapı olması sebebiyle ve yetersiz birlikte çalışma disiplinlerinin olması sebebi ile belediyede böyle bir pilot uygulama yapılmıştır. Yapılan uygulama süreci kapsamı süresince kapalı devre olacak şekilde bir uygulama ile CAD tabanlı yazılımlardan faydalanılmış ve eş zamanlı olarak EKAP verileri de sisteme anlık notlar ve sorumlu bildirimleri olarak girilmiştir. Sistemi kullanan paydaşlar belediyenin 4 farklı müdürlüğünü oluşturmaktadır. Sistem entegrasyonu ile geleneksel yöntemden farklı olarak gelişmeler şu şekilde olmaktadır;

- İlk iş emrinin kurum amiri tarafından verilmesi ile beraber süreç daha kontrol edilebilir bir şekilde başlamıştır.
- YBM sorumlusu tarafından sistemin paydaşları ile oluşturulan kapalı sistem ve EKAP entegrasyonu ile farklı birimlerde bu sistem içerisinde görev alacak kişiler ve görev tanımları belirgin bir şekilde belirlenmiştir.
- Geleneksel metodlarla yapılan süreç yönetimi ile sürdürülen işlerin süresi ile karşılaştırıldığı zaman YBM-EKAP sistem

entegrasyonu ile ortalama olarak 2 ay gibi bir erken sürede bütün işlemler sonuçlandırılmıştır.

Tablo 2. Mahalli idarelerde taşeron sayısı ( Adet ) (Eroğlu ve Tunç, 2018)

Yerel Yönetim Türü	2016	2017
İl Özel İdaresi	4.624	5.526
Belediyeler	303.293	300.572
Belediye Bağlı İdareleri	38.527	35.685
Mahalli İdare Birlikleri	858	1.765
<b>TOPLAM</b>	<b>347.302</b>	<b>343.548</b>

- Geleneksel metotlarla yapılan süreç yönetiminde belediye içindeki dört farklı birimden o an kimde iş yükü az ise o çalışan üzerinden devam eden süreçler YBM – EKAP entegrasyonu ile belirli kişilerce yapılmış, YBM sorumlusu tarafından iş tanımı yapılan toplam beş kişi ile bütün süreç bitirilmiştir.
- Yine geleneksel yöntemlerden farklı olarak hem iş gücünün daha nitelikli kullanılması hem de sürelerin azalmasıyla bütçesel anlamda devlet bütçesine olumlu yansımaları olmuştur (Eroğlu, 2020).
- Özellikle EKAP sürecinin sisteme entegrasyonu ile pozların nitelikli şekilde araştırmalarının yapılması ve metrajların kontrol edilebilirliği ile gereksiz ihale bütçelerinin önüne geçilmiştir. Şeffaflık, rekabet, eşit muamele, güvenilirlik ve gizlilik etkenleri daha nitelikli sağlanmış olur (Yıldız, Topal, Yıldız ve Tosunoğlu, 2018).
- YBM tarafından sağlanan bu iş bölümü ile, yaşanabilecek zaman kayıplarının hangi birimlerden ve nelerden kaynaklandığı raporlanmış ve sorun hızlıca giderilmiştir.

Bu çalışma kapsamında uygulanan BIM planı sonucunda elde edilen veriler ve en temel anlamda BIM uygulama planına dair açıklamalar Tablo 3’ de açıklamalı olarak paylaşılmış ve tüm bu farklılıklardan da anlaşılacağı üzere YBM – EKAP sistem entegrasyonu ile geleneksel yöntemlerden farklı olarak tüm süreçler kontrol altına alınmıştır. Bu şekilde daha şeffaf iş süreçleri ortaya çıkmış ve

söz konusu çalışmanın bu şekilde gözle görülür ve olumlu etkileri iş sonunda tüm hatları ile masaya yatırılmıştır. Ortaya çıkan sonuçlar ile beraber bu işlem belediyenin tüm sistemi ile genel entegrasyonu sağlandığı takdirde en küçük ölçekli mal ve hizmet alımları daha kontrol edilebilir bir hal alacak duruma geleceği sonucu ile karşılaşılmıştır. Bu şekilde süreç yönetimleri uygulandığı zaman, özel kurumlar mantığı ile yönetilecek olan yerel yönetim bütçeleri ile daha katılımcı ve yönetilebilir bir yerel yönetim şekli ortaya çıkacaktır.

Söz konusu olumlu etkiler göz önünde bulundurulduğunda, bu sistemin sadece yerel yönetimlerde değil, devletin diğer kurumlarında kullanılması ile gereksiz istihdamların önüne geçilecektir. Kurum bütçelerinin keyfi kullanımlarının önüne geçilecek ve gereksiz zaman para kayıpları minimum düzeye inecektir. Özellikle E-Devlet gibi dijitalleşmenin hızlı bir şekilde olduğu ülkemizde bu şekilde yapılacak sistem entegrasyonunun tüm kurumlara yayılması ile devlet bütçelerinde ciddi iyileşmeler ve kontrol edilebilirlik artacak ve gereksiz kayıplar devlet kurumlarında önlenebilecektir.

Tablo 3. BIM uygulama planı kontrol listesi tablosu

Aşamalar / Açıklamalar	Kontrol Listesi, BIM
İlk talepler	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Arazi modeli üretilsin mi?</li><li>➤ Resmi makamlardan ve yönetmelik / kanunların gereksinimlerine göre konsept modeli ve gereksinimleri öğrenin.</li><li>➤ İletişim platformu oluşturun.</li><li>➤ Söz konusu işe ilişkin mevcut talimatları değerlendirin.</li></ul>
Kurum içi ve kurum dışı ön görüşmeler	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Arazi modelinden ilk çizimlerin üretimesi.</li><li>➤ Konum haritası ve konum planı / plan notlarının çalışılması.</li><li>➤ 3D çizimler üretilmesi.</li><li>➤ Etkileşimli model görüntüleri.</li></ul>
Yapı ruhsat başvurusu	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ BIM'den ilk açıklama ve geri dönüşlerin alınması.</li><li>➤ Açıklamalar ve çizimler için ekstra bilgilerin gerekli olup olmadığının sorgulanması.</li><li>➤ Ön talepler karşılandı mı? İletişimler sağlandı mı? Varsa değişiklikler yapıldı mı?</li><li>➤ Bütün gereksinimler karşılandı mı ?</li></ul>
İhale ve inşaat aşaması	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Uygulama projeleri teslimi.</li><li>➤ Çizimlere ilişkin açıklamalar.</li><li>➤ Modelden ve çizimlerden keşif listeleri ve teknik / idari şartnamelerin çıkarımı.</li><li>➤ Şantiye içi iletişim için görsel modellerin hazırlanması.</li><li>➤ Şantiye yönetimi için BIM' den alınan yönetim, işletme ve bakım dökümantasyonu sağlanması.</li><li>➤ BIM' den alınan model veya keşif listesi ve poz tariflerine istinaden, söz konusu malzemelerin teslimat süreçleri, üretimleri ile ilgili bilgi akışının sağlanması.</li><li>➤ Modelden alınan keşif miktarlarının güncellenmesi.</li><li>➤ İmalat aşamasında güncellenen keşiflerin BIM'e aktarılması. Bunlarla ilgili hesaplamaların yapılması. Açıklamaların BIM' e girilmesi.</li></ul>
Teslim	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Yönetim, çalıştırma ve bakım evraklarının teslimi.</li><li>➤ Yapılan işin tanım evraklarının teslimleri.</li><li>➤ Tüm kamu hizmetleri için yapılan alt yapı hatları, yollar ve kanalları gösterir krokiler, projeler ve tanımlarının teslimi.</li><li>➤ İlgili kamu hizmet kurumlarının tarifleri, ilgilileri, tedarikçilerin evrakları ve bakım hizmet rehberlerinin tesliminin yapılması.</li></ul>

## 6.KAYNAKLAR

Akkoyunlu, T. , 2015. Kentsel Dönüşüm Projeleri İçin BIM Uygulama Planı Önerisi. *Doktora tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü.*

Atabay, Ş., & Öztürk, M. B., 2019. Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) Uygulama Planı Üzerine İnceleme. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 7(2), 418-430.

Aydın, T. K., & Koman, İ. Yapı Bilgi Modeli ile Yürütülen Projelerde Değişikliklerin Yönetimi için Bir Model Önerisi. *Yapı Bilgi Modelleme*, 3(1), 35-50.

Çıracıoğlu, A. S. & Yaman, H., 2020. İnşaat Sektöründe Elektronik İhale ( E-İhale ) Sistemleri ve Yapı Enformasyonu Modellemesi Entegrasyonu:

Örnek Bir Çalışma. *Journal of Computational Design*, 1 (2), 27-40.

Domer, B., 2017. BIM, a new method and what it means for the industry. *2017 Annual Conference of the European Society of Construction Law University of Fribourg Switzerland.*

Ertan, S., 2018/2. Belediyelerde İşçi İstihdamı Kronolojisi. *Emek Araştırma Dergisi (GEAD)*, 9(14), 99-114.

Eroğlu, E., & Tunç, G. 2018/2. Devletin Yeniden Ölçeklenmesi ve Finansallaşma: Yerel Yönetimlerin Mali Etkinliklerinin Değerlendirilmesi. *Emek Araştırma Dergisi (GEAD)*, 9(14), 23-50.

Eroğlu, E. 2021. Belediye Gelirlerinin Yapısının ve Gelir Artırımı Konusunda Yapısal Kısıtların

Değerlendirilmesi. *Maliye Çalışmaları Dergisi*, (64), 31-49.

Dortek, 2018. The Top 10 Benefits of Using YBM. <http://www.dortek.com>. (E. Tarihi: 22.02.2018)

Hamdi, A., 2016. *Açık İhale Yöntemiyle Mal veya Hizmet Alımı-Doğrudan temin iş akış süreçleri*. <https://docplayer.biz.tr/9367345-Acik-ihale-yontemiyle-mal-veya-hizmet-alimi-is-akisi.html>

İmamoğlu, M. Y. & Özbilgin, İ. G., 2012. Türkiye’ de Elektronik Kamu İhale Sisteminde Kurumsal Yönetim ve Birlikte Çalışabilirliğin Önemi. *Ekonomi ve Yönetim Dergisi*, 7(1), 20-34.

Ofluoğlu, S., & Alkawi, G., 2016. Bir Öğrenci Proje Yarışması Üzerinden Disiplinlerarası Birlikte Çalışma ve BIM Kullanımı. *Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu*.

Saraç, A. (2013). İnşaat sektöründe elektronik ihale (e-ihale) sistemleri ve yapı enformasyonu modellemesi entegrasyonu: örnek bir çalışma. *Doktora tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Sayan, İ. Ö., 2018/2. Türkiye’ de Kamuda Taşeron İşçi İstihdamı: 696 Sayılı KHK’ ya İlişkin Bir Değerlendirme. *Emek Araştırma Dergisi (GEAD)*, 9(14), 63-76

Yıldız, S., Topal, M.H., Yıldız, E. & Tosunoğlu, B., 2018. Firmaların E-Devlet Hizmetleri Kullanımını Etkileyen Faktörler: EKAP Üzerine Bir Uygulama. *The Journal of International Scientific Researches*, 3 (1), 11-28.

Yılmaz, R.K. , & Özmen Yılmaz, D. 2018/2. Türkiye’ de “Bölgesel Ekonomik Hoşnutsuzluk Endeksi” ve Yerel Seçimler: Politik Makroiktisat Bağlamında Bir Analiz. *Emek Araştırma Dergisi (GEAD)*, 9(14), 77-98.

## BIM ile Bütünleşmenin LEED Sertifikasyon Sürecine Etkilerinin Enerji Kriteri Kapsamında İncelenmesi

Elif AK ( Orcid : 0000-0003-3933-2291 )  
Kr2b, karababa.destafanis architecture  
e-posta: 20212109003@ogr.msgsu.edu.tr

### ÖZET

Yapı sektöründe yaygın olarak kullanılmaya başlayan Yapı Bilgi Modellemesi (Building Information and Modeling - BIM), yeşil bina değerlendirme sistemleri sürecinde de katkı sağlayabilmektedir. Bu makalede, BIM ortamında modellenmiş bir konut projesinin yeşil bina değerlendirme sistemlerinden yaygın olan LEED sertifikasından en yüksek puan değerine sahip olan “Enerji ve Atmosfer” kategorisinde hesaplama adımları incelenecektir. Bu çalışmanın amacı, yapı sektöründe çalışan meslek gruplarına LEED sertifikası sürecinde enerji analizi işlemlerinde BIM kullanabilecekleri bir yaklaşım ortaya koymaktır.

**Anahtar Kelimeler:** BIM, Sürdürülebilirlik, Yeşil Bina, Enerji Analizi, LEED

### ABSTRACT

Building Information Modeling (BIM), which has been widely used in the construction industry, also contributes to the green building evaluation systems process.

In this article, the use of a housing project modeled in the BIM from the LEED certification with the "Energy and Atmosphere" category, which is the most common green building evaluation system, will be examined. The purpose of this study is to guide the professional groups working in the construction industry how they can use BIM with energy analyzes in the LEED certification process.

**Key Words:** BIM, Sürdürülebilirlik, Yeşil Bina, Enerji Analizi, LEED

### 1.GİRİŞ

Bilgi teknolojilerinin inşaat sektöründe önemli gelişmelerden birisi olan Yapı Bilgi Modellemesi veya Building Information and Modeling (BIM)

tasarım sürecinden, inşaat sürecine hatta yaşam döngüsünü tamamlamış binaların yıkım sürecine kadar birçok alanda katkı sağlayabilmektedir. Geleneksel tasarımın aksine BIM ile yönetilen proje süreçlerinde disiplinler ve meslekler arası kurulan bütünleşme ile kavramsal tasarımdan yapıma kadar kesintisiz bilgi alışverişi sağlanarak; tasarım ve üretimle ilgili kararlar analiz veriliyle kolayca optimize edilebilmektedir (Kolarevic, 2011). BIM, projede paydaşlara etkin birlikte çalışma fırsatını tanımamasının yanı sıra, daha kaliteli sonuç ürünün oluşturulması, risklerin azaltılması, süre ve maliyet gibi kayıpların minimuma indirilmesi ve çevreye duyarlı binaların inşaa edilmesini amaçlamaktadır (Yaman ve İlhan, 2010). Bu amaç doğrultusunda hazırlanmış modeldeki veriler, proje sürecine farklı aşamalarda dahil olacak şekilde bütünleşik bir proje veritabanında saklanarak yönetilmektedir.

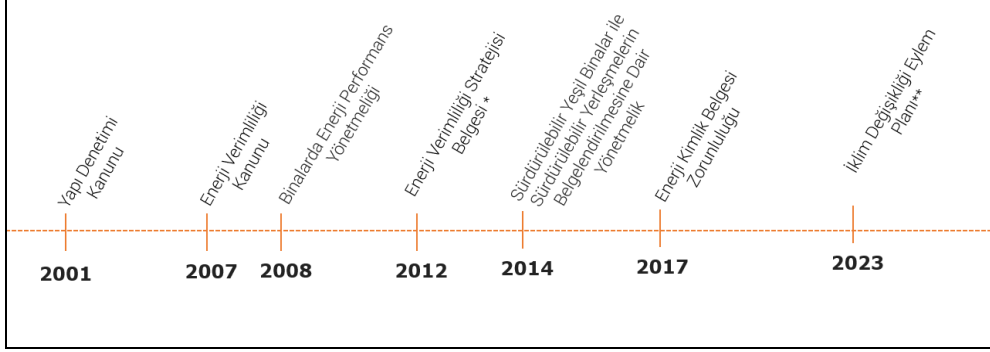
Proje ölçeklerinin büyümesi, disiplinler arası iş akış kollarının açılmasıyla beraber hata paylarının artması; süre ve maliyet açısından da paydaşları kayıplar uğratmaktaydı. Böylelikle BIM sistemine duyulan ihtiyaç artmış, zamanla birçok firma farklı yazılım kullanımları geliştirmeye başlamıştır.

Yazılım alternatifleriyle beraber dosya alışverişinde bilginin korunumu önem kazanmış ve farklı formatlar geliştirilmiştir. Geleneksel olarak kullanılan BIM ile uyumlu dosya değişim formatı aşağıdaki iki kategoriye ayrılabilir (Bellido-Montesinos ,2019) :

1. Kapalı Dosya Formatları (DWG, DXF, RVT veya NWD v.b.):  
Yalnızca kendi programında ve izin verilen diğer yazılımlar tarafından okunabilir. Bu dosyaların kullanımı, farklı yazılım türlerinde birlikte çalışabilirliği engelleyebilir.
2. Açık Dosya Formatları :  
Her türlü yazılım tarafından okunabilmekte ve düzenlenebilmektedir. Genellikle açık kaynak kodlu olarak adlandırılmakta ve gelişimi uluslararası işbirliği üzerine kurulmaktadır.

BIM ile kullanılan dosya formatlarından, Industry Foundation Classes (IFC) ve Construction Operations Building Information Exchange (COBie). IFC format, farklı yazılımların BIM verilerini anlamasına ve paylaşmasına yardımcı olurken, COBie formatı da profesyonellerin BIM bilgilerini okunabilir bir biçimde anlamalarına ve paylaşmalarına yardımcı olabilmektedir.

Bu dosya formatları geometrik olan ve geometrik olmayan varlık verilerinin okunabilmesini sağlamaktadır. Proje sürecine dahil olan girdilerin BIM yazılımları arasında tüm disiplinlerde doğru anlaşılabilmesi ve okunabilmesinde kritik bir öneme sahiptir.



Şekil 1. Türkiye’de Sürdürülebilirliğe Yönelik Politikalar ve Yasal Düzenlemeler (Calapkulu,2020)

Proje yönetim sürecine dahil olan girdilerin haricinde enerji korunumu, yüksek performans gibi endişelerle beraber sürdürülebilirlik kavramına ilgi artmaya başlamıştır. Tüm dünyada çeşitli kanun ve düzenlemelerle, daha sürdürülebilir projeler ortaya çıkarmak üzere inşaat sektörünün ürün ve süreçler açısından sürdürülebilir yenilikleri benimsemesi talep edilmektedir (Hellstrom, 2007; Steurer ve Hametner, 2011). Bulunduğu çevreye bina yaşam döngüsü sırasında en az zarara sebep olacak binalara talep artmakta olup, bu binalar uzun dönemde maliyet açısından en ekonomik olarak değerlendirilmeye başlanmıştır.

Tüm bu nedenlerle, inşaat sektöründe sürdürülebilir yapı tasarımı için teknolojik yenilikler ile bütünleşmenin olası faydaları tartışılmaya başlanmıştır. Ayrıca, sürdürülebilir yapı malzemelerindeki hızlı gelişim, proje süreçlerinde BIM kullanımına destek olmaktadır (İlhan ve Yaman 2015).

Yüksek enerji kullanımı bağımlısı olan ülkelerden biri olan Türkiye’de de binalarda enerji verimliliği adına önemli adımlar atılmaya başlanmıştır (Şekil 1). Yeni düzenlenen politikalar ve yasal zorunluluklarla beraber “İklim Değişikliği Eylem Planı” ile 2023 yılına kadar en az 1 milyon binada ısı yalıtımı ve enerji verimliliğinin sağlanması, binalarda yenilenebilir enerjinin artırılması, kamuya ait bina ve tesislerde enerji tüketiminin %10 ile %20 arasında azaltılması hedeflenmektedir (URL-1).

2023 Eylem Planına dahil olarak da günümüzde de 50 m<sup>2</sup> üzerinde inşaat alanına sahip tüm binalarda “Enerji Kimlik Belgesi” çıkarılması zorunlu hale gelmiştir. Bu belge sayesinde yeni yapılacak ve yapılmakta olan binalar için en düşük C sınıfı

olacak şekilde inşaata izin vermektedir. Günümüzde ise “İklim Değişikliği Eylem Planı” için hala çalışmalara devam edilmektedir. (Calapkulu,2020).

Bu makale kapsamında ele alınan yapı tipi yeni yapılan konut projeleridir. Bu çalışma için örnek bir pilot proje belirlenmiş olup BIM’in LEED sürecindeki aşamaları, enerji kategorisinin seçilmiş alt başlıklarıyla incelenecektir.

## 2. BIM VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Avrupa Birliğindeki binaların enerji tüketimi %40 ve karbon salımı ise %36 olup, toplam enerji tüketimi açısından binalar diğer enerji tüketen kaynaklara oranla çevreye etki oranı daha yüksektir (European Commission, 2019). Enerjinin büyük bir bölümü yapı sektörü tarafında tüketilmekte olup günümüzde artan çevre sorunlarıyla beraber yapı sektörünün duyarlı bir yaklaşım geliştirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Bu sebeple yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına öncelik veren, çevreye saygılı, sürdürülebilir mimarlık anlayışını benimseyen yapı tasarımları tercih edilmeli ve devlet tarafında geliştirilen yasal düzenlemelerle desteklenmelidir.

Sürdürülebilir tasarım “en azla en çoğu gerçekleştirmek” olarak tanımlanarak, enerji kullanımında yenilenemeyen kaynakların, çevresine olumsuz etkiler vermelerinden dolayı bu etkileri azaltacak sistemler olan pasif sistemler kullanılması gereğinin önemi belirtmiştir. Az enerji kullanılarak dayanıklı malzemeden üretilen yapıların, uzun vadede sürdürülebilirliğe büyük oranda katkı sağladığı ifade edilmektedir (Foster P., 2001).

Bilişim sektörünün gelişmesi ile geleneksel yöntemler haricinde yapılan enerji analizleri bina sürdürülebilirliğine ve enerji korunumlu yapı üretiminin tercih edilmesine oldukça katkı sağlamaktadır. Mimari sürdürülebilirliğe en çok katkı sağlayan bilgisayar destekli yöntemlerden biri ise Yapı Bilgi Modellemesidir. Günümüzde Yapı Bilgi Modellemesi aracılığıyla elde edilen enerji analizleri verileri sayesinde tasarım sürecinde, üretilecek yapının enerji tüketim değerlerinin görüntülenebilme olanağı sağlanır. Ayrıca çok disiplinli bilgilerin tek bir model içinde var olmasına olanak sağladığı için, tasarım süreci boyunca sürdürülebilirlik önlemlerinin dahil edilmesi için bir fırsat yaratır. BIM sürdürülebilir tasarımda aşağıdaki yönere yardımcı olabilmektedir (Krygiel ve Nies, 2008):

- Bina yönelimi (iyi bir yönelim seçmek binanın kullandığı enerjiyi azaltma)
- Bina kütlesi oluşturma (bina formunu analiz etmek ve binayı optimize etme)
- Güneş ışığı analizi (enerji tüketimini azaltma, ideal güneş ışığını kullanma)
- Su kullanımı (bir binada su ihtiyacının azaltılması)
- Enerji modellemesi (enerji ihtiyaçlarının azaltılması ve yenilenebilir enerji seçenekleri düşük enerji maliyetlerine katkıda bulunma)
- Sürdürülebilir malzemeler (malzeme ihtiyaçlarının azaltılması ve geri dönüştürülmüş malzemeler)
- Saha ve lojistik yönetimi (atıkları ve karbonu azaltmak için ayak izi)

### 3. YEŞİL BİNA DEĞERLENDİRME SİSTEMLERİ

Yeşil bina kavramı, 1990'lı yılların başında Bina Araştırma Kurumu (Building Research Establishment – BRE), Amerikan Mimarlar Enstitüsü'nün (American Institute of Architects – AIA) oluşturduğu Çevre Komitesi (Committee on the Environment – COTE) ve Amerikan Yeşil Bina Konseyi (US Green Building Council – USGBC) oluşumları ile başlamıştır (Krygiel ve Nies, 2008) Sertifika sistemleri, evrensel kabul edilecek standartlar oluşturarak yeşil binayı tanımlamak, bütünsel bir bina tasarım yöntemi geliştirmek, yeşil bina kavramını desteklemek, yeşil binanın yararları konusunda tüketici bilincini artırarak bina pazarını dönüştürmeyi amaçlamaktadır (Şimşek, 2012).

Ülkelerin kendi standartlarına özgü sistemler oluşturmak istemeleriyle beraber günümüzde birçok yeşil bina değerlendirme sistemleri bulunmaktadır. Bu yeşil bina değerlendirme sistemleri arasında en yaygın kullanılanları; 1990 yılından İngiltere'de başlanan BREEAM (Building Research

Establishment Environmental Assessment Method) ile 1998 yılında hazırlanan ve kullanılmaya başlanan, ABD kökenli LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)'dir.

#### 3.1. LEED Sertifikası

Yeşil bina değerlendirme sistemi olarak geliştirilen LEED v1.0 ilk olarak 1998 yılında USGBC tarafından sunuldu. O zamandan beri hızla gelişen ve bugüne kadar güncellenen standartlarla daha kapsayıcı bir hal almıştır 2014 yılından itibaren LEED v4.1 beta sürümü kullanılmaktadır (Guo ve ark, 2021) . Bu versiyondaki yeniliklerden ilki sistemin, binanın bütünü yanı sıra iç mekanlar için de kullanılabilir olmasıdır. Sistem, mevcut binaları bina tiplerine göre ayırmaksızın bütün tipler için geçerlidir. Tüm bina türleri ve tüm bina aşamaları için değerlendirmeler LEED derecelendirme sistemine dahil edilmiştir ve farklı binaların değerlendirilmesi için ayrıntılı referans kılavuzları oluşturulmuştur.

İlk kullanımda “Yeni Yapılar “ için geliştirilen LEED sertifikası daha sonra farklı yapı türlerini de kapsayacak şekilde başlıklara ayrılmıştır ve farklı kullanımı kapsar:

1. LEED-BD+C (Yeni Yapılar)
2. LEED-ID+C (İç Tasarım + İnşaat)
3. LEED-O+M (Operasyonlar + Bakım)
4. LEED-Residential (Konutlar)
5. LEED-Cities and Communities (Şehirler ve Yerleşim Birimleri)

En sık kullanılan, LEED BD+C (Building Design & Construction) sertifika çeşidi okullar, binalar evler ve daha bir çok yapı çeşitlerini de kapsamaktadır. Bu sertifika çeşidi 8 katlı konut yapılarına kadar kullanılabilir. LEED BD+C (Building Design & Construction) sertifika çeşidi okullar, binalar evler ve daha bir çok yapı çeşitlerini de kapsamaktadır. Bu sertifika çeşidi 8 katlı konut yapılarına kadar kullanılabilir.

Yapı türleri ait olduğu LEED çeşidine göre değerlendirilip Sertifikalı, Gümüş, Altın veya Platin sertifika almaya hak kazanırlar (URL-1).

- Sertifikalı (Certified): 40-49 puan
- Gümüş (Silver): 50-59 puan
- Altın (Gold): 60-79 puan
- Platin (Platinum) : 80+ puan

LEED sertifikasyon sistemi bazı kriterlerden oluşmaktadır. Bu kriterler aşağıdaki gibi sıralanmaktadır (Tablo-1).

Kategoriler	Puan
Sürdürülebilir Arazi (Sustainable Sites)	26 Puan
Su Verimliliği (Water Efficiency)	10 Puan
Enerji ve Atmosfer (Energy and Atmosphere)	35 Puan
Malzemeler ve Kaynaklar (Materials and Resources)	14 Puan
İç Mekan Yaşam Kalitesi (Indoor Air Quality)	15 Puan
Tasarım ve Yenilik (Innovation and Design)	6 Puan
Yerel Önem Sırası	4 Puan

Tablo-1 Leed Kriterleri ve Puanlama Listesi (URL-2)

Bu çalışmada en güncel sürüm olması sebebiyle LEED V4.1 BD+C kılavuzunu kullanarak, en yüksek puan değerine sahip ve sertifika sürecinde kritik bir önem taşıyan Enerji ve Atmosfer kriterinden “Enerji Performans Optimizasyonu” ve “Yerinde Yenilenebilir Enerji” kredileri üzerinden BIM yöntemleri kullanılarak LEED puanı hesaplaması yapılacaktır.

### 3.1.2 LEED Enerji ve Atmosfer Kriteri

Yukarıda ifade edildiği gibi yapı çevre yüksek miktarda fosil yakıtlı enerji tüketmektedir (Şimşek, 2012 ; Krygiel ve Nies, 2008 ; Guo ve ark, 2021). Bu sebeple “Enerji ve Atmosfer” kriteri ile bina performansını artırmak enerji kullanımını azaltmaya çalışır. Aynı zamanda toplam enerji tüketimini azaltacak yönde alınacak tedbir ve stratejileri teşvik eder. Enerji kullanımı izlenmesi ve yenilenebilir enerji sistemleri kullanılması ödüllendirilir.

Yeni bina tasarımında uygulanan LEED v4 sertifikasyon süreçlerinin enerji ve atmosfer kategorisinde 4 ön şart ve 7 kredi olmak üzere toplamda 11 ayrı değerlendirme kriteri bulunmaktadır (Arslan, 2015). LEED V4.1 kılavuzunda ise toplam 4 ön şart ve 6 kredi bulunmaktadır (URL-2). LEED v4’ten farklı olarak “Yeşil Güç ve Karbon Dengesi” ile “Yenilenebilir Enerji” kredileri tek bir kredi olarak kabul edilmiştir. Bu krediler temel devreye alma ve doğrulama, düşük enerji performansı, bina enerji seviyesi ölçümü, ana soğutucu idaresi, gelişmiş devreye alma, enerji performans optimizasyonu, gelişmiş enerji ölçümü, sistem uyumlaştırılması, yenilenebilir enerji ve gelişmiş soğutucu akışkan yönetimi kredileri tasarım ve inşaat sürecinde göz önünde bulundurulması gereken kredilerdir (Tablo-2).

Enerji ve Atmosfer		Puan 33
Ön Koşul 1	Temel Devreye Alma ve Doğrulama	Gerekli
Ön Koşul 2	Düşük Enerji Performansı	Gerekli
Ön Koşul 3	Bina enerji seviyesi ölçümü	Gerekli
Ön Koşul 4	Ana Soğutucu İdaresi	Gerekli
Kredi 1	Gelişmiş Devreye Alma	6
Kredi 2	Enerji Performans Optimizasyonu	18
Kredi 3	Gelişmiş Enerji Ölçümü	1
Kredi 4	Sistem Uyumlaştırılması	2
Kredi 5	Yenilenebilir Enerji	5
Kredi 6	Gelişmiş Soğutucu Akışkan Yönetimi	1

Tablo-2 Enerji ve Atmosfer Puanlama Listesi (URL-2)

Enerji ve atmosfer kategorisinde mimari kararları etkileyen en yüksek puan değerine sahip olmasından dolayı bu çalışma “Enerji ve Performans Optimizasyonu” ve “Yenilenebilir Enerji” kredileri üzerinden devam edecektir.

#### 3.1.2.1 Enerji Performans Optimizasyonu Kredisi

Bu kredinin amacı, yapılarda enerji kullanımını azaltılmasını amaçlayarak sürdürülebilir yapı tasarımını teşvik etmektedir. Enerji kategorisinin içinde en yüksek puana sahip olan kredi değeridir. Binanın çevresel ve ekonomik etkilerini azaltmayı amaçlar. Etkin enerji tasarrufunu desteklemektedir. Bu kredi temel olarak ASHRAE 90.1-2007 standardını göz önünde bulundurularak geliştirilmiştir (Gürgün , 2017). Yapının iyileştirme yüzdesi hesaplanarak kredi puanı belirlenir (Şekil 2). Teklif verilen binada, temel alınan binaya oranla yüzdelik gelişme gerçekleştirilebilir için EA Minimum Enerji Performansı Önkoşulu kriterlerine uyulmalıdır.

$$\text{İyileştirme Yüzdesi} = 100 \times \frac{(\text{Referans Bina Enerji Performansı} - \text{Önerilen Bina Enerji Performansı})}{\text{Referans Bina Enerji Performansı}}$$

Şekil 2. İyileştirme Yüzde Hesabı

LEED V4.1’de enerji modellemesinden alınabilecek maksimum puan 9 puan olup toplam 18 puandan geri kalan 9 puanın sera gazı emisyon değeri sonucuna göre hesaplanmaktadır. Bir binadaki emisyon salımına o binadaki cihaz seçimlerinin büyük bir oranda etkisi bulunmaktadır. Bu çalışmada mekanik elemanlar tanımlanmayacağı için mimari model ile birlikte 9 puan üzerinden değerlendirme yapılacaktır.

#### 3.1.2.2 Yerinde Yenilenebilir Enerji

Bu kredinin amacı, binanın enerji tüketiminden dolayı ortaya çıkan olumsuz çevresel etkiyi azaltmak için yenilenebilir enerji kullanımını teşvik



etmektedir. Sınırlı enerji kaynaklarının kullanımı yerine, doğada sınırlı olmayan ve yenilenebilir enerji üretimini tercih edilmesini desteklemektir. LEED 4.1 kılavuzuna göre yenilenebilir enerji için 3 farklı strateji sunulmuştur (URL-2) . Bunlar yerinde yenilenebilir enerji, yeni tesis dışı yenilenebilir enerji ve tesis dışı yenilenebilir enerji olarak ayrılmaktadır (Tablo-3).

Puan	1.Aşama	2.Aşama	3.Aşama
1	%2	%10	%35
2	%5	%20	%75
3	%10	%30	%100
4	%15	%40	
5	%20	%50	

1.Aşama : Yerinde yenilenebilir enerji  
2.Aşama: Yeni Tesis dışı enerji  
3.Aşama : Tesis dışı enerji

Tablo-3 Yerinde Yenilenebilir Enerji Puan Değerleri (URL-2)

#### 4. VAKA ÇALIŞMASI

Bu çalışma ,LEED ile BIM arasındaki bilgi değişim sürecini ortaya koymak amacıyla örnek bir pilot proje üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Yapılı çevrenin tükettiği toplam enerjinin yarısını konutların tüketmesinden dolayı konutların enerji etkinliğini artırmak sürdürülebilirlik için kritik önem taşır (Karaca vd.,2012). Bu kapsamda örnek pilot proje için küçük ölçekli bir konut projesi belirlenmiştir. Proje konum itibarıyla Karadeniz ile Akdeniz iklimi arasında geçiş iklimi özelliği gösteren Şile Kumbaba'da 6 adet tekli ve 4 adet ikiz villadan oluşan site bölgesindedir.

Araştırma sürecinde ilk olarak BIM ortamında bir model hazırlanmış olup gerekli adımlar 4.1 ve 4.2 nolu kısımda anlatılmaktadır. Modelin GBS ortamına aktarılmasıyla beraber öncelik olarak 4.4 nolu kısımda kazanılan enerji (yenilenebilir enerji üretimi) ; 4.5 nolu kısımda ise harcanan enerji (Enerji Performans Optimizasyonu) verileri değerlendirilmiştir. Elde edilen bu iki verinin LEED online formundaki yeri belirlenmiştir.

##### 4.1 BIM Tabanlı Sürdürülebilirlik Analizleri için Yazılım Seçimi

Günümüze kadar yapılmış olan çalışmalarda en sık tercih edilen BIM yazılımı Autodesk Revit olarak belirlenmiş olup BIM tabanlı sürdürülebilirlik analizlerden (EnergyPlus, Ecotech, IES-VE, Green Building Studio vs.) en sık tercih edilen Green Building studio olduğu tespit edilmiştir (Bellido-Montesinos vd., 2019 ; Pereira vd., 2021) .

Yapılan araştırmalar sonucunda bu çalışma için Autodesk firmasına ait Revit yazılımı ve enerji analizleri için aynı firmaya ait Green Building Studio yazılımları tercih edilmiştir.

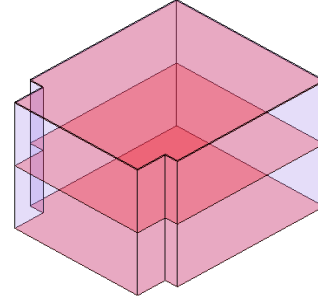
Yazılımlar arası iş akışı üç aşamada gerçekleştirilmektedir. BIM modeli Revit ortamında hazırlanarak gbXML formatında çıktı alınarak Green Building Studio'ya aktarılmıştır. Aktarım süreci araştırmanın “Yapı modelinin hazırlanması ve gerekli bilgilerin belirlenmesi ” kısmında anlatılmaktadır.

##### 4.2 Yapı Modelinin Hazırlanması ve Gerekli Bilgilerin Belirlenmesi

Green Building Studio enerji simülasyonunda desteklenmiş olan 3 temel iş akışı bulunmaktadır (URL-4).

###### 1.Kavramsal ve Kütleli Modelleme:

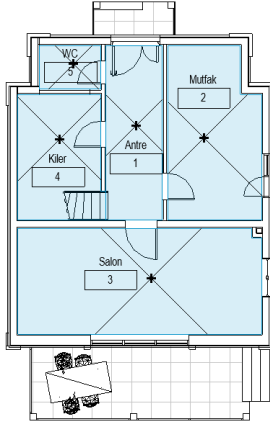
Projenin erken tasarım aşamasında kullanılmaktadır. Süreç içinde hızlı ve güçlü bir veri oluşturur. Aynı zamanda bu yöntem ile enerji modelini dışarıya aktarmadan Revit eklentileri için gerekli analizler elde edilebilir (Şekil 3) .



Şekil 3. Kavramsal ve Kütleli modelleme

###### 2.Oda/Mekan Öğeleri ile Modelleme:

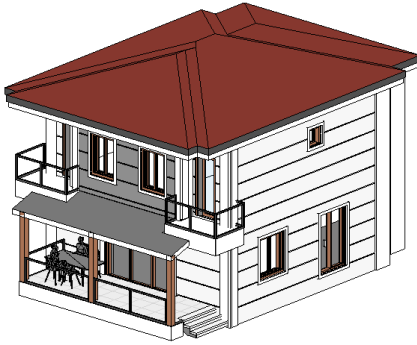
Revit'te enerji modeli için bina modeli kullanılabilir. Tam bir bina modeli oluşturularak proje gbXML formatında dışarıya aktarılır ve GBS aracılığıyla analiz edilir. Modeli içinde doğru bir şekilde mekanların atamasının yapılması gerekir (Şekil 4).



Şekil 4. Oda/Mekan Öğeleri ile Modelleme

### 3. Yapı elemanları ile Modelleme:

Yapı elemanlarının katmanlı olarak modellenerek termal özellikleri ile Enerji Analitik Modeline dahil edilebilir. Detaylı bir bilgi modeli gerekmektedir (Şekil 5).



Şekil 5. Yapı Elemanları ile Modelleme

Bu çalışma kapsamında seçilen örnek villa projesi için oda/mekan öğelerinin modellendiği bir bina modeli oluşturulmuştur. Çatı, zemin ve duvar malzemeleri belirlenmemiş olup avan proje aşamasından devam edilmiştir. Revit ortamında hazırlanan enerji modellerinin analizlerinden verilerin elde edilmesi için analiz tipine göre başlıca model bilgileri belirlenmesi gerekir. Bu işlem Revit üzerinden **Energy Settings** (Şekil 6) sekmesinden gerçekleştirilebileceği gibi GBS ortamında da yapılabilir. Revit bu kısımda modelin modu hakkında 3 farklı seçenek sunmaktadır.

1. Kavramsal Kütleler : Sadece kütlele modelleme için kullanılmaktadır.
2. Bina Elemanları : Sadece bina elemanları bulunan modeller için kullanılmaktadır.
3. Kavramsal Kütleler ve Bina Elemanları : Hem kütlele modelin bulunduğu hem bina elementlerinin modellendiği yapılar için kullanılmaktadır.

Bu çalışmada analiz modu, bina tipi, bina konumu ve bina işletim zamanı verileri modele girilmiştir.

Parameter	Value
<b>Energy Analytical Model</b>	
Mode	Use Conceptual Masses
Ground Plane	Zemin Kat
Project Phase	New Construction
Analytical Space Resolution	45.72
Analytical Surface Resolution	30.48
Perimeter Zone Depth	365.76
Perimeter Zone Division	<input checked="" type="checkbox"/>
Average Vertical Void Height Th	182.88
Horizontal Void/Chase Area Thr	0.093 m <sup>2</sup>
<b>Advanced</b>	
Other Options	Edit...

Şekil 6. Enerji Ayarları

### 4.3 Modelin Green Building Studio (Gbs)'ye Aktarılması ve Enerji Analizlerinin Değerlendirilmesi

Enerji modelinin elde edilmesiyle beraber gbXML formatı ile dosyanın dışarıya aktarılması gerekir. Kullanıcı hesabı ile giriş yapılarak Green Building Studio' da New Project kısmından yeni proje oluşturulur. Proje bilgileri girildikten sonra ana ekrandan Action sekmesine tıklanarak gbxml dosyası yüklenir. Bu aşamada proje verileri düzenlenebilir veya detaylandırılabilir. Tasarım alternatifleri (Design Alternative) paneli ile proje yönelik alternatifler eş zamanlı olarak belirlenerek analiz verileri karşılaştırılabilir. Böylelikle binanın enerji kullanımının optimizasyonu için veriler, yıllık enerji maliyeti, yaşam döngüsü maliyeti gibi birçok alanda bilgiler elde edilmektedir (Şekil 7).

Enerji, Karbon ve Maliyet Özeti	
Yıllık Enerji Maliyeti	4,506 TL
Yaşam Döngüsü Maliyeti	61.371 TL
Yıllık CO <sub>2</sub> Emisyonları	
Elektrik	0.0 mg
Yerinde Yakıt	6.8 mg
Büyük SUV Eşdeğeri	0,7 SUV / Yıl
Yıllık Enerji	
Enerji Kullanım Yoğunluğu (EUI)	1.858 MJ / m <sup>2</sup> / yıl
Elektrik	10,752 kWh
Yakıt	135.814 MJ
Yıllık En Yüksek Talep	3,5 kW
Yaşam Döngüsü Enerjisi	
Elektrik	322.570 kWh
Yakıt	4.074.429 MJ
varsayımlar	

Şekil 7. GBS Temel Veriler

### 4.4 Potansiyel Yenilenebilir Enerji Üretiminin Değerlendirilmesi

Çalışmanın bu aşamasında elde edilen enerji analiz verileri incelenecek ve yenilenebilir enerji üretim kriterinde elde edilebilecek veriler hesaplanacaktır. Bunun için GBS'nin Run List kısmından Energy

and Carbon Results sekmesi aktif edilir. Photovoltaic satırında bulunan menüden binanın güneş panelleri (PV) ile elde edebileceği enerji haricinde diğer bir yenilenebilir enerji kaynağı olan rüzgar enerjisi ile yıllık üretebileceği elektrik değerleri hesaplanabilmektedir (Şekil 8). Revit ortamında herhangi bir farklı ayarlama yapılmadığı sürece GBS ortamında hesaplanan yenilenebilir enerji verilerinden fotovoltaik enerji otomatik olarak çatı üzerinden hesaplanacaktır.

Fotovoltaik Potansiyel ( daha fazla detay )	
Yıllık Enerji Tasarrufu:	5.180 kWh
Toplam Kurulu Panel Maliyeti:	12.150 TL
Nominal Nominal Güç:	4 kW
Toplam Panel Alanı:	29 m <sup>2</sup>
Maksimum Geri Ödeme Süresi:	12 yıl @ 0,17 TL / kWh

Rüzgar Enerjisi Potansiyeli	
Yıllık Elektrik Üretimi:	1.670 kWh

varsayımlar ⓘ

Şekil 8. Yenilenebilir Potansiyel Enerji Sonuçları

Daha fazla detay kısmına tıklanarak kurulacak güneş panellerinin geri ödeme süresi hesaplamaları da yapılabilmektedir. Kurulu panel maliyeti, panel tipi, uygulanan elektrik maliyeti gibi veriler girilebildiği gibi fotovoltaik yüzey analizi verileri de elde edilebilmektedir. Çatıya yerleştirilecek panelin yönü, eğim derecesi, panel alanı gibi alternatifleri inceleyerek proje için elde edilebilecek ideal yenilenebilir enerji verilerine ulaşılabilmektedir (Şekil 9).

Yüzey Değişkenleri				
ID	Tip	Yön	Eğim (derece) ⓘ	Panel Alanı (m <sup>2</sup> )
amaç3921	Çatı	W	18	2
amaç4093	Çatı	W	18	7
amaç4179	Çatı	S	18	4
amaç4228	Çatı	E	18	8
amaç3838	Çatı	E	18	3
amaç3879	Çatı	n	18	3
amaç3964	Çatı	n	18	1
amaç3760	Çatı	W	18	1

Şekil 9. Alternatif Yenilenebilir Enerji Verileri

#### 4.5 Enerji Performans Optimizasyonun Değerlendirilmesi

Çalışmanın bu aşamasında elde edilen enerji analiz verileri incelenecek ve enerji optimizasyonu kriterinde elde edilebilecek veriler hesaplanacaktır. GBS ortamına yüklenmiş olan referans yapı için farklı alternatifler geliştirilebilir, eş zamanlı olarak alternatifler arasında karşılaştırma

yapılabilmektedir. Bunun için Run List sekmesinden referans yapı seçilmelidir. Design Alternatives seçeneği ile bina performansını iyileştirecek tasarım alternatifleri oluşturulmalıdır. Genel, aydınlatma, çatı ve duvar tipleri olmak üzere 4 başlıkta değişiklikler yapılmaktadır.

1. Genel alternatifler : Yapı yönü, HVAC sistemleri ve özellikleri, tesis kullanım süresi gibi özellikleri kapsamaktadır.
2. Aydınlatma alternatifleri: Aydınlatma verimliliği, aydınlatma kontrolleri, günışığı kontrol verileri gibi özellikleri kapsamaktadır.
3. Çatı alternatifleri: Çatının malzeme özellikleri bu alandan belirlenir.
4. Duvar alternatifleri: Duvar tipi, cam tipi, gölgeleme, pencere duvar oranı özelliklerini kapsamaktadır.

Bu alanda yeni bir alternatif yaratmak için yukarıda belirtilen sekmelerden alternatifte uygulanacak bir değer seçilir. Daha sonra “Enter Alternative Name” kısmından alternatifte değer belirlenerek “Add Alternative” ile tabloya eklenir. Eklenen tüm alternatifleri çalıştırmak için “Run Added Alternatives” aktif hale getirilir (Şekil 10).

1. Select Changes Below:		2. Enter Alternative Name:		3. Add Alternative		4. Run Added Alternatives	
				Reset Dropdown Selections Below		Save Added & Unrun All	
General	Lighting	Roof	Northen Walls				
Alternatives/Annual Energy Cost	Rotation HVAC	Outside Air Flow Per Person Value/ventilation					
135	73,4,518	+135					
140	73,4,515	+120					
145	73,4,516	+105					
80	73,4,520	+90					
75	73,4,522	+75					
80	73,4,521	+60					
80	73,4,520	+50					
75	73,4,520	+45					
85	73,4,521	+45					

Şekil 10. Alternatif ekleme tablosu

Run List sekmesinde eklenen tüm yeni alternatifler liste halinde görüntülenmektedir. Aynı zamanda elde edilen tüm alternatif verilerini referans modele göre mutlak değer alınarak verimli ve verimsiz tasarımlar daha kolay şekilde değerlendirilebilmektedir. Aynı sekmeden seçilen alternatif aktif hale getirerek yıllık enerji maliyetini, yaşam döngüsü maliyetini, malzemelerin U-değerlerini referans model ile karşılaştırmalı olarak incelenebilmektedir (Şekil 11 ve Şekil 12)

Roofs	R30 Wood Frame Roof U-Value: 0.16 ⓘ
Exterior Walls	R30 Wood Frame Wall U-Value: 0.21 ⓘ
Interior Walls	Uninsulated Interior Wall U-Value: 2.35 ⓘ
Interior Floors	R0 Wood Frame Carpeted Floor U-Value: 1.16 ⓘ
Slabs On Grade	Un-insulated solid U-Value: N/A ⓘ
Nonsliding Doors	R2 Default Door (11 doors) U-Value: 2.39 ⓘ

Şekil 11. Seçilen alternatif çalışma yapısının değerleri

1 Base Run	2 Design Alternative
<b>Energy, Carbon and Cost Summary</b>	<b>Estimated Energy &amp; Cost Summary</b>
Annual Energy Cost TL4,506 Lifecycle Cost TL61,371	Annual Energy Cost TL2,973 Lifecycle Cost TL40,494
<b>Annual CO<sub>2</sub> Emissions</b>	<b>Annual CO<sub>2</sub> Emissions</b>
Electric 0.0 Mg Onsite Fuel 6.8 Mg Large SUV Equivalent 0.7 SUVs / Year	Electric 0.0 Mg Onsite Fuel 3.8 Mg Large SUV Equivalent 0.4 SUVs / Year
<b>Annual Energy</b>	<b>Annual Energy</b>
Energy Use Intensity (EUI) 1,141 MJ / m <sup>2</sup> / year Electric 10,752 kWh Fuel 135,814 MJ Annual Peak Demand 3.5 kW	Energy Use Intensity (EUI) 1,141 MJ / m <sup>2</sup> / year Electric 8,687 kWh Fuel 75,883 MJ Annual Peak Demand 2.7 kW
<b>Lifecycle Energy</b>	<b>Lifecycle Energy</b>
Electric 322,570 kW Fuel 4,074,429 MJ	Electric 260,614 kW Fuel 2,276,487 MJ
Assumptions ⓘ	Assumptions ⓘ

Şekil 12. Referans model ile alternatif model verilerin karşılaştırılması

#### 4.6 Elde Edilen Analiz Verilerinin LEED Sertifikalanma Aşamasındaki Yeri

Araştırmanın bu kısmında USGBC'nin paylaşmış olduğu LEED için örnek formlardan faydalanarak elde edilen veriler formlar üzerine işlenecektir.

LEED sertifikası süreci toplamda 5 ana aşamadan oluşmaktadır (Arslan, 2015) ;

1. Projenin kayıt edilmesi
2. Ekip yönetimi
3. Proje ekibini kurulması
4. LEED puan kartlarının oluşturulması ve yönetimi
5. Kredi yorumlama talebinin sunulması ve ön şart/kredi belgelerinin hazırlanması

Bu aşamaların hepsi tasarım ve inşaat sürecini kapsamaktadır. Proje kayıt süreci ve yönetimi tamamen LEED online sistemi üzerinden gerçekleştirilmektedir. LEED online sistemine kayıt olduktan sonra kullanıcı panelinden "Create New Project" ile yeni proje başlatılır. İlk olarak proje ismi belirlenerek başvurulacak sertifika türü seçilir. Sertifika türleri arasında daha sonra geçiş yapılabilmektedir. Yapı tipi, brüt taban alanı, mal sahibi bilgileri bu alanda belirlendiği gibi daha sonra da değiştirilebilmektedir. Bir sonraki adımda sözleşmeyi onaylayarak ödeme kısmıyla beraber proje LEED online sistemine kayıt edilmiş olur. Kayıt edilen projeyi çalıştırarak krediler kataloğundan teslim formlarına ulaşılabilir. Elde edilen veriler ile ilgili kredi formları doldurularak teslim aşamasına hazırlanır. Proje teslim edildikten sonra gerekli kontrollerle beraber proje portalında elde edilen puana ulaşılabilir. Detaylı aşamalar ABD Yeşil Bina Konseyi veya U.S. Green Building Council (USGBC) Web sitesinde açıklanmaktadır (URL-3).

Green Building Studio ortamında elde edilen enerji verileri LEED online sistemindeki ilgili formlara doldurulabilmektedir. USGBC paylaşmış olduğu örnek formlar kısmından da olası puan hesaplaması yapılmaktadır.

Bu çalışmada seçilen konut yapısının Green Building Studio ile elde edilen veriler ile ilk olarak yenilenebilir enerji kriterinde alabileceği potansiyel puan hesaplaması örnek forum üzerinden gerçekleştirilmiştir. Daha sonraki adımda aynı işlem enerji optimizasyonu kredisi için de gerçekleştirilecektir.

Yenilenebilir enerji kaynağı, enerji tipi, yıllık enerji tasarrufu , nominal güç verisi, enerji birimi , yıllık kazanılan enerji maaliyeti verileri bu tabloya eklenmiştir. Yapının senelik harcamış olduğu toplam enerji maliyeti ile yıllık kazanılan enerji maliyetinin yüzdelik oranı ile LEED puanı bu form üzerinden otomatik olarak hesaplanmıştır. Bu değer %19 olup yerinde yenilenebilir enerji kullanılacağından dolayı Tablo-2 deki puan hesabına göre 4 LEED puanı elde edilmiştir.

Enerji optimizasyonu için elde edilen alternatif veriler ile "LEED v4.1 Minimum Energy Performance Calculator" dosyasında ilgili tablolara giriş yapılır. Bu dosyaya USGBC'nin Web sitesinden önkoşulun kredi kitaplığında kaynaklar kısmından ulaşılabilir. Referans Yapının (Baseline Building) enerji değerleri hesaplamaları için yapının 0°, 90°, 180° ve 270° olmak üzere arazi üzerinde konumlandırılmasına göre dört ayrı alternatifte enerji değerlerinin ortalaması hesaplanır. Bu aşama Green Building Studio ortamında tasarım alternatiflerinde otomatik olarak hesaplanmaktadır. Aynı işlem Alternatif Yapı (Proposed Building) için yapılar ilgili tablodaki kısımlar doldurulur. Enerji kullanımı ve maliyet değerleri karşılaştırmalı olarak gözlemlenebilir (Şekil 13). Elde edilen değerler ile hesaplayıcı dosyasının özet sütununda verimlilik oranı hesaplanmaktadır (Şekil 14).

	Enerji Kullanım Yoğunluğu (MJ/m <sup>2</sup> /yıl)	Maaliyeti (TL)	Verimlilik Oranı
Referans Yapı (RY)	1.857	4,506	%34
Alternatif Yapı (AY)	1.140	2.973	

Şekil 13. Referans Yapı ile Alternatif Yapı karşılaştırılması

Summary	
Note: All information in this section is READ-ONLY. To edit, see previous tabs.	
<b>Total performance without renewables</b>	
proposed site energy [kWh]	1.140
proposed annual cost [\$]	2.973
proposed annual GHG [kg]	-
<b>Prerequisite</b>	
% Improvement Site-Energy	38,68
% Improvement Cost	34,02
% Improvement GHG Emissions (ex. tier 2- and 3-renewables)	-

Şekil 14. Enerji Performans Hesaplayıcısı ile elde edilen özet veriler

“Enerji Performans Hesaplayıcısı” belgesi, önkoşul kriteri olan “Minimum Enerji Performansı” formunda ilgili alana yüklenir. Bu forma ek olarak enerji modelleme raporlarından simülasyon girdi-çıkı raporları forma eklenir. Simülasyon özet raporlarında istenilen enerji değerlerinin bir kısmı aşağıda listelenmiştir :

- Son kullanıma ve yakıt kaynağına göre enerji tüketimi
- Yakıt kaynağına göre toplam enerji tüketimi ve maliyeti
- Yakıt kaynağına göre toplam enerji tüketimi ve sera gazı emisyonları

Bu formun yüklenmesiyle beraber “Enerji ve Atmosfer” kategorisinin diğer kriteri olan “ Enerji Optimizasyonu” kredisinin formuna elde edilen verilerle beraber veri girişi yapılır. Formda ilk olarak birim tipi belirtilmektedir. Veri girişinin ikinci adımı olarak tasarım sürecinde analiz edilen verimlilik ölçülerini ve hangi analiz yönteminin kullanıldığını, bu sonuçların karar vermede nasıl hesaba katıldığını açıklayan özet belgesi yüklenmektedir. Son olarak enerji performans hesaplayıcısından elde edilen iyileştirme değerleri kullanıcı tarafından tabloya girilmektedir. Böylelikle maliyet bazında iyileştirme yüzdelik değeri ile LEED puanı hesaplanmaktadır. Bu değer %34 olup 6 LEED puanı elde edilmiştir.

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Geleneksel yöntemler ile karşılaştırıldığında BIM tabanlı sürdürülebilir yazılımlar ile çok hızlı sonuçlar elde edilmektedir. Bina enerji modeli ile elde edilen veriler eş zamanlı olarak farklı enerji kriterlerinde değerlendirebileceği gibi aynı zamanda farklı alternatifler üzerinden de sonuçlar karşılaştırılabilir. Bu durum proje tasarım sürecini de kapsayacak şekilde önemli ölçüde zaman ve kaynak tasarrufu sağlamaktadır. Enerji analizleri elde edilmesi açısından yeterli gelişmişlik

düzeyinde birçok yazılımın olmasının yanı sıra yapılan araştırmalarla beraber henüz yeşil bina değerlendirme sistemlerinin tüm kriterleriyle doğrudan entegre olabilen yazılım bulunmamaktadır (Azhar vd. 2010 ; Bayar, 2020). Elde edilen enerji verilerinin enerji yazılımları aracılığıyla hesaplanarak bu verilerin LEED formlarına yarı otomasyon bir sistem ile girilebilecek olması hem süre açısından verimliliğe hem de insan faktörünün azaltılarak hata payının minimize edilmesini sağlayacaktır.

Yazılımların gelişmesiyle beraber günümüzde LEED günüşiği ve LEED su verimliliği başlığı altında enerji analizleri Green Building Studio yazılımına da eklenmiştir. Fakat GBS'nin güncel kullanımını olan “Version 2021.0.42.7” in kullanmış olduğu LEED sertifikası 2005 tarihli V2.2 kılavuzudur. Bu yazılım aracılığıyla su verimliliği kredisinde elde edilecek potansiyel puan değeri doğru bir değeri yansıtmayacağı gibi bu kılavuz LEED online sisteminde aktif değildir. Yazılımın güncel kılavuz olan V4.1 ile entegre olarak çalışabilmesi ilgili kredileri barınması sertifika sürecinde kullanıcıya kolaylık sağlayacaktır.

Enerji analizleri kapsamında elde edilen alternatif verilerin sadece enerji kazancı kapsamında değil aynı zamandan bina yapım maliyeti açısından eş zamanlı olarak ulaşılabilecek olması süreci işveren tarafına da olumlu olarak yansıtmaktadır. İnşaat maliyeti-enerji ilişkisi bu aşamada önemli bir rol oynamaktadır. Bu verilere sadece yenilenebilir enerji kredisinde güneş enerji panelleri kurulum maliyetinde rastlanılmış olup; enerji optimizasyonu için yaratılan tasarım alternatiflerinde yapı malzemeleri ve ekipmanlar için inşaat maliyetlerine ulaşılamamıştır. Bu verilerin ilişkilendirilmesi, yazılım tarafından kullanıcıya daha açık bir sistem oluşturma potansiyeli taşımaktadır.

## 6. KAYNAKLAR

Arslan, N. C. (2015). *Yeşil bina projelerinde tasarım süreci için bir yaklaşım: LEED v4 sertifikalandırma süreci modeli* (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Azhar, S., Brown, J., & Sattineni, A. (2010, June). A case study of building performance analyses using building information modeling. In *Proceedings of the 27th international symposium on automation and robotics in construction (ISARC-27), Bratislava, Slovakia* (sf. 25-27).

Azhar, S., Carlton, W. A., Olsen, D., & Ahmad, I. (2011). Building information modeling for sustainable design and LEED® rating analysis. *Automation in construction*, 20(2), 217-224.

Azhar, S., & Brown, J. (2009). BIM for sustainability analyses. *International Journal of Construction Education and Research*, 5(4), 276-292.

Bellido-Montesinos, P., Lozano-Galant, F., Castilla, F. J., & Lozano-Galant, J. A. (2019). Experiences learned from an international BIM contest: Software use and information workflow analysis to be published in: *Journal of Building Engineering*. *Journal of Building Engineering*, 21, 149-157.

Bayar, B. (2020). *A review of BIM-based energy analysis tools for LEED certification process* (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Calapkulu, S. (2020), [www.sektorumdergisi.com/LEED-sertifikasi-ve-yesil-bina-sertifikalari/](http://www.sektorumdergisi.com/LEED-sertifikasi-ve-yesil-bina-sertifikalari/), alındığı tarih: 26.12.2021

Foster, P. (2001). The potential negative impacts of global climate change on tropical montane cloud forests. *Earth-Science Reviews*, 55(1-2), 73-106.

Gürgün, A. P. (2017). Türkiye'deki LEED NC 2009 sertifikalı binaların enerji ve atmosfer kredilerinin değerlendirilmesi. *Politeknik Dergisi*, 20(2), 383-392.

Guo, K., Li, Q., Zhang, L., & Wu, X. (2021). BIM-based green building evaluation and optimization: A case study. *Journal of Cleaner Production*, 320, 128824.

İlhan, B., & Yaman, H. (2015). BIM ve Sürdürülebilir Yapım Bütünleşme: IFC-Tabanlı Bir Model Öneri. *Megaron*, 10(3). (Hellstrom, 2007; Steurer ve Hametner, 2011).

Kibert, C. J. (2016). *Sustainable construction: green building design and delivery*. John Wiley & Sons.

Keskin, D. N., & Akgül, D. (2020). Farklı LEED Versiyonlarının İç Mekânlardaki Su ve Enerji Verimliliği Üzerindeki Etkileri. *International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences*, 32(3), 340-350.

Karaca, M., & Varol, Ç. (2012). Konut Alanlarında Enerji Etkinliği: Toplu Konut İdaresi Başkanlığı (Toki) Toplu Konut Projeleri Üzerine Eleştirel Bir Değerlendirme (1). *Metu Jfa*, 2, 127.

Kolarevic, B. (2011), ACADIA 11: Integration through Computation [Proceedings of the 31st Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture (ACADIA) sf. 30-33

Krygiel ve Nies, (2008), Green BIM Successful Sustainable Design with Building Information Modeling

Pereira, V., Santos, J., Leite, F., & Escórcio, P. (2021). Using BIM to improve building energy efficiency—A scientometric and systematic review. *Energy and Buildings*, 250, 111292.

Yaman, H., & İlhan, B. (2010). İnşaat Sektöründe Bina Enformasyonu Modellemesi Kavramına Genel Bir Bakış. 1. *Proje ve Yapım Yönetimi Kongresi*, 29.

**URL-1:** <<https://www.usgbc.org/leed>> ,  
Erişim: 26.12.2021

**URL-2** : <<https://www.usgbc.org/leed-tools/scorecard>> Erişim : 26.12.2021

**URL-3** : < <https://www.leedonline.com/projects>>  
Erişim : 26.12.2021

**URL-4:**  
<[https://help.autodesk.com/view/BUILDING\\_PERFORMANCE\\_ANALYSIS/ENU/](https://help.autodesk.com/view/BUILDING_PERFORMANCE_ANALYSIS/ENU/)> ,  
Erişim : 26.12.2021

# Tümleşik Proje Teslim Yönteminde Erken Evreden İtibaren BIM Kullanımının (IPD/BIM) Verimlilik ve Birlikte Çalışma Üzerine Etkileri

Aras M. DÖNMEZER (Orc ID: 0000-0002-0883-3336)  
Karababa – Destefanis Mimarlık  
e-posta: arasdonmezer@gmail.com

## ÖZET

Bu çalışmada BIM ile gerçekleştirilen projelerin birlikte çalışma üzerine olan etkileri, teslim yöntemleri üzerinden irdelenecektir. Bu teslim yöntemlerinden BIM/IPD ile yönetilen süreçlerin günümüzdeki yeri ve inşaat sektöründe uygulamaları ele alınacaktır. Makalede, teknoloji ile gelişen ve dönüşen iletişim yöntemleri, teslim yöntemleri, ortak paylaşım ortamları ve bunların proje erken evresinden tesis yönetim evresine kadar ne gibi avantajları, potansiyelleri ve dezavantajlarının olduğu konular tartışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Birlikte çalışma; BIM; IPD; Tümleşik Teslim Yöntemleri; Bulut Tabanlı Sistemler.

## ABSTRACT

In this study, new potential methods of collaborative working with BIM will review with examples of delivery methods. The industry's definition of managing progress with BIM/IPD methods will evaluate. Transforming and developing methods of communication; Project Delivery Methods, Common Data Environment, and its advantages and disadvantages are the main subjects of this study from the beginning of the early stage of design to the facility management phase.

**Keywords:** Collaboration; BIM; IPD; Integrated Delivery Methods; Cloud Systems.

## 1.GİRİŞ

İnşaat sektörü geleneksel mimariden endüstri devrimi sonrası hızlı bir devinim göstererek daha karmaşık binalara ve şehirlere doğru yol almıştır. Bu durum yapı maliyetlerinin artmasına ve yapım süreçlerinin uzamasına sebep olmuştur. (Kuytan, 2021)

Son yıllarda yapı gereksinimleri daha karmaşık hale gelmiştir. Yapı endüstrisi, detay seviyesinde ve verimlilikte ilerleyiş kaydetmiştir. Bununla birlikte optimizasyon çözümleri ve disiplinler arası çalışma ekiplerine olan gereksinim talebi artmıştır (Adetola, 2011). Bu durum geleneksel yöntemler ile proje üretmenin yerini; projenin erken aşamasından başlayarak karmaşık ve çoklu iletişimler sonucu üretilen yeni bir temsil yöntemini sorgulamanın önünü açmaktadır. Mimari tasarımın temsili ve üretimi teknoloji ile beraber değişime uğramaktadır. 15.yy dan beri ilk kez BIM, mimari tasarım ve sunumun konsept ve üretim araçlarını değiştirme potansiyeline sahiptir (Ambrose, 2006).

Birlikte çalışma sonucu elde edilen projelerde iletişim yöntem ve biçimi önem arz etmektedir. İnşaat sektöründe iyi bir iletişim; bilgiye (BIM ortamında bilginin modeline) düzenli ve hızlı bir şekilde ulaşmaya bağlıdır. Son yıllarda teknolojik gelişmelerin gerisinde kalan inşaat sektöründe, diğer sektörlerle göre, proje paydaşlarının üretkenliklerinde önemli bir düşüş gözlenmiştir (Salah, 2014).

Bu çalışmanın ilerleyen kısımlarında tüm disiplinlerin risk ortağı olduğu, şeffaf ve erişilebilir bir ortak veri paylaşımının (CDE) olduğu, model ile bilgiyi bir araya getiren ortamların (BIM) pratikteki karşılığı, avantaj ve olumsuzlukları proje teslim yöntemleri üzerinden incelenecektir.

Proje yönetiminde karşılaşılan problemler şu şekilde sıralanabilir (Özperçin, 2016):

- İletişim ve koordinasyon
- İş sahibinin talepleri
- Kaliteli son ürün üretmek
- Yanlış tasarım kararları
- Bütçe
- Yanlış planlama
- İşveren değişiklikleri

Bu çalışmada projelendirme süreçlerindeki iletişim - koordinasyon ve yanlış planlama sorunları üzerinde durulacaktır.

## 2. PROJE TESLİM YÖNTEMLERİ

Projelerin koordinasyon içinde ve verimli ilerleyebilmesi için çeşitli teslim yöntemleri geliştirilmiştir. Aşağıda sık kullanılan üç temel proje teslim yöntemi incelenmiştir.

### 2.1 Geleneksel Proje Teslim Yöntemleri

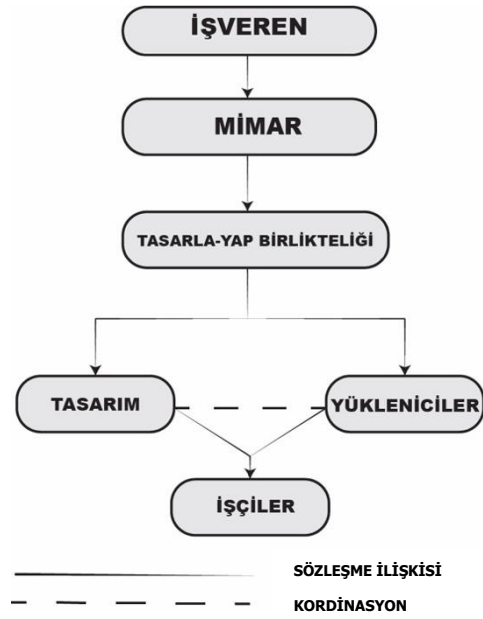
Geleneksel teslim yöntemlerinde doğrusal iş akışı söz konusudur. Doğrusal iş akışı sebebi ile paydaşlar sırayla sürece dahil olmaktadır (Çileli, 2020). Geleneksel yöntemlerde risk, belirli bir paydaşın üzerinde yoğunlaşma eğilimi gösterir. İş birlikçi bir yaklaşım yoktur.

Geleneksel yöntemde (Tasarla-Yap, Tasarla-Teklif Ver-Yap, Maliyet+Ücret, Garantili Maksimum Fiyat) gibi birçok yöntemle yürütülen projelerde bütçe, zaman ve iletişim gibi problemler süregelmektedir. Aşağıda geleneksel teslim yöntemlerinden Tasarla-Yap ve Tasarla-Teklif Ver-Yap yöntemlerinin özellikleri, avantaj ve dezavantajlarına değinilecektir.

#### 2.1.1 Tasarla – Yap (DB : Design - Build)

Bu yöntem tasarımcı ve yüklenici arasında sıkı bir bağın olduğu işverenin de istediği ölçüde dahil olabileceği bir yöntemdir. Bu yönü ile ileride bahsedilecek olan IPD yöntemi ile benzerlik gösterir çünkü tasarımcı ve yüklenici arasında daha erken aşamada iş birliği söz konusudur. Uygulama hakkında alınacak kararların tartışılması mimari tasarım aşamasında başlar (Şekil 1). Olumsuz yanları ise kalite kontrolün zayıf ve DB takımına bağlı

olması, işveren ve diğer disiplinler ile kuvvetli bir iletişim vaat etmemesi, tasarımın sürekli olarak uygulamaya yönelik bir baskı altında olması olarak sıralanabilir. Risk paylaşımının olmaması, sorumluluğun tasarım ekibi üzerinde toplanması ve işverenin yalnızca proje başlangıcında aktif rol oynaması bu yöntemin zayıflıkları arasında gösterilmektedir. Genellikle uzmanlık gerektiren havalimanları petrol rafineleri gibi projeler bu teslim yöntemini kullanmaktadır.

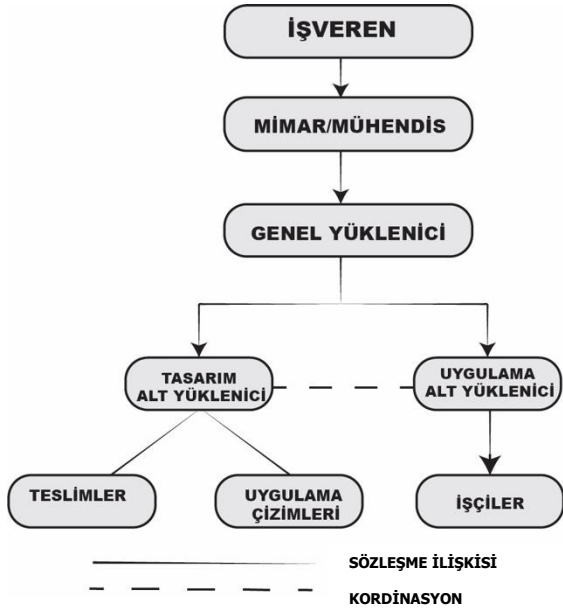


Şekil 1. Tasarla-Yap Yönteminde Paydaşlar Arasındaki İlişki (AIA, 2007)

#### 2.1.2 Tasarla – Teklif Ver – Yap (DBB : Design – Bid - Build)

Bu yöntem üç aşamadan oluşan oldukça yaygın kullanılan bir yöntemdir. Herkesin rolünün tanımlı olduğu, işveren için düşük riskli, işverenin en düşük maliyetli teklifi seçebildiği bir yöntemdir. Mal sahibi ile tasarım ekibi ve yüklenici arasında ayrı olarak sözleşme imzalanmaktadır. Olumsuz yanları ise, tüm projenin uygulama aşamasına gitmeden önce tamamlanmış olması gereği, zayıf iletişim, gecikmeler ve sık değişikliğe uğrama potansiyeli olarak sıralanabilir. Koordinasyon, tasarımcı ve uygulamacı arasında yürütülür (Şekil 2).





Şekil 2. Tasarla - Telif Ver - Yap Yönteminde Paydaşlar Arasındaki İlişki (AIA, 2007)

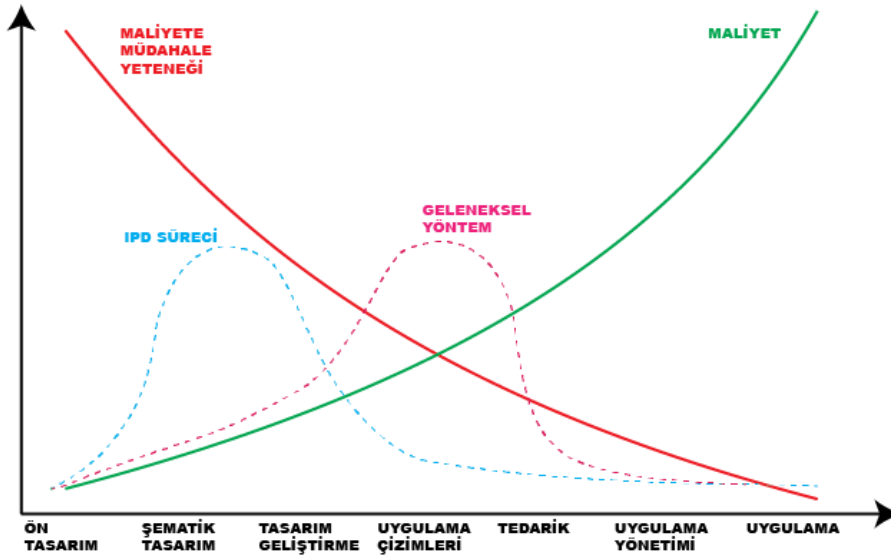
Bu iki yöntemin ortak olumsuzlukları yeni bir teslim yöntemi ihtiyacını beraberinde getirmiştir. Özellikle, yukarıda bahsedilen geleneksel teslim yöntemlerindeki koordinasyon eksikliği, düşük verimli sonuçların temel sebebi olarak gösterilmektedir (Andary, 2020).

Aşağıdaki bölümlerde daha yeni bir yöntem olan Tümüleşik Proje Teslim yöntemi incelenecektir

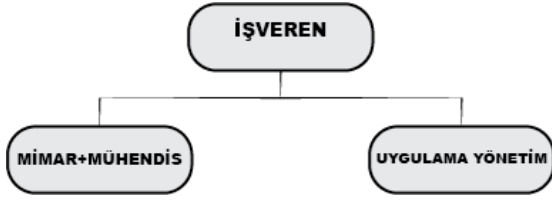
## 2.2 Tümüleşik Proje Teslim Yöntemi (IPD)

Tümüleşik proje teslim yöntemi veya diğer adıyla IPD (Integrated Project Delivery), verimi arttırmak ve kayıpları minimize etmek için tüm katılımcıları birlikte çalışmaya motive eden ve tüm bu katılımcıların doğrudan veri paylaşımına imkan veren böylece iletişim bariyerlerini en aza indirmeyi hedefleyen bir yöntemdir (Karzouna, 2018). IPD; endüstrinin düşük üretimine ve bugün halen verimsiz oluşuna uygulanabilir bir çözüm olarak değerlendirilmektedir (CMAA 2010).

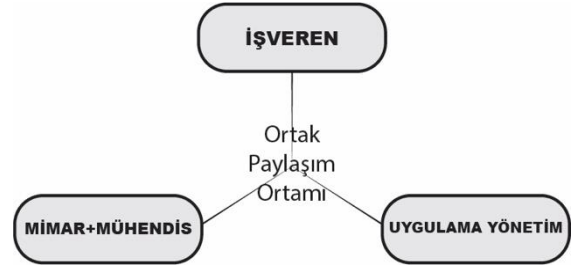
*Tasarla - Teklif ver – Uygula ve Tasarla - Uygula* gibi geleneksel teslim yöntemlerinin verimsizliğinin önüne geçmek için, alternatif proje teslim yöntemleri sunulmuştur. Tümüleşik proje teslim yöntemi (Integrated Project Delivery: IPD) son zamanlarda geleneksel proje teslim yöntemleri yaklaşımına uygulanabilir bir alternatif olarak sunulmaktadır (Khanna, 2021)



Şekil 3. MacLeamy Eğrisi - Birlikte çalışma, tümleşik bilgi, yapı tasarımında proje yaşam döngüsü, uygulama ve operasyon fazları (MacLeamy, 2004).



Şekil 4. Geleneksel Teslim Yöntemleri Yaklaşımı  
(AIA, 2007)



Şekil 5. IPD Teslim Yöntemi Yaklaşımı  
(AIA, 2007)

1990'lı yıllarda Tümüleşik Proje Teslim yöntemi AIA tarafından geliştirilmiştir. American Institute of Architects AIA (2007) 'de belirtildiği gibi "Tümüleşik proje teslim yöntemi (IPD), insanları, sistemleri, iş strüktürü ve pratiklerini, birlikte çalışmayı, tüm katılımcıların dahil olduğu optimize sonuçları, iş sahibi için kazanımları, düşük atık - maksimum verimlilik süreçlerini dahil eden; tasarım, üretim ve yapım aşamalarıyla birlikte, işverenin de sürece dahil olduğu bir sistemdir" (Şekil 4) .

### 2.2.1 IPD Yönteminin Avantajları

Sektör liderleri, ulusal platformlar ve tesis sahipleri, yüksek performans, süre ve bütçe konularındaki etkisine inandıkları için IPD yönteminin destekçisi ve yürütücüsü olmuştur (Özpercin, 2016).

Yukarıda bahsedilen yöntemlerden Tasarla – Teklif Ver – Yap (DBB) yönteminde proje tasarım aşaması ve uygulama aşaması birbirinden ayrıdır. Bu durum işverenin, kontrol ve takım rollerinin belirlenmesi, maliyet gibi açılardan avantajlar sağlasa da bütüncül bir son ürün elde etmeyi zorlaştırmaktadır. Bu kopukluğun giderilmesi ile yapı analizlerinden ön görülmemiş proje değişikliklerine kadar birçok alanda daha etkili bir süreç yaşandığı teorik olarak belirtilmektedir.

Şekil 3' de görüldüğü gibi IPD sürecinde tasarım için harcanan emek tasarım geliştirme (Design Development - DD) aşamasında en üstlere ulaşırken geleneksel yöntemlerde bu emek uygulama çizimleri sırasında en üst seviyelere çıkmaktadır. Bu gecikme, Bilgi Talebi (RFIs) ve Değişiklik Emirleri (COs) sayısında artışa sebep olmaktadır (Özpercin, 2016).

**2.2.1.1 Süre:** IPD yöntemi, geleneksel yöntemler ile kıyaslandığı zaman tasarımdan inşaat aşamalarına kadar tek bir modelin kademe kademe geliştirilmesi sonucu oluşturulur. Bu nedenle uygulama sırasında modelin yeniden oluşturulması gerekmemektedir. Bu durum süre ve maliyet açısından avantaj sağlamaktadır. Bir başka konu ise tasarım ve yapım aşamaları beraber ilerlediği için proje daha tasarım aşamasındayken birçok işveren isteği ve değişiklik yüklenici tarafından kontrol edilecek ve ileride daha az revizyon meydana gelecektir (Özpercin, 2016).

**2.2.1.2 Sürdürülebilirlik:** Karmaşıklaşan yapım süreci yönetme ve bilginin aktarılması sırasında problemlere sebep olmaktadır. Bu karmaşık süreçte alınacak kararlar birbirini lineer bir çizgide etkilemek yerine karmaşık bir karar alma mekanizmasında çalışmaktadır. Bu durumun yönetilmesi sürecin en başından birbiri ile iletişim halinde, risk paylaşımı yapılan bir teslim yöntemini gerekli kılmaktadır.

**2.2.1.3 Birlikte Çalışma:** Risk ve ödül paylaşımının olduğu bu yöntemde güven üzerine kurulu bir ortak ürün elde edilme amacı vardır. Proje başından itibaren şeffaf bir paylaşım ortamının olması kontrol mekanizmasının da sürecin içinde eş zamanlı olarak ilerlemesini sağlamaktadır. Bu durum ek bir kontrol için gereken iş gücünü azaltmaktadır.

**2.2.1.4 Bütçe:** Erken aşamada başlanan birlikte çalışma ileride çıkacak problemlere önceden müdahale etme yeteneği elde etmeyi sağlar. Bu ön görüler daha doğru ve istenen bütçe içerisinde kalmayı kolaylaştırır (AIA, 2007).

## 2.2.2 IPD Yönteminin Dezavantajları

IPD yönteminin en büyük dezavantajı takımların birbirine güvenmesi üzerine kurulmuş olması ve bu güvenin kurulmasının zaman alması olarak nitelendirilebilir (Pastar, 2021). Khanna'nın Hindistan yapı sektörü üzerine yapmış olduğu çalışmada iki teknik yetersizlik üzerinde durulmuştur. Bunlar, BIM kullanımındaki yetersizlikler ve erken evrede tanımlanmış hedeflerin eksikliğidir. Hindistan özelinde, IPD dezavantajları arasında, ortak güvenin kurulması ve IPD hakkındaki geçmiş bilgi ve birlikte çalışma deneyimine olan saygının kurulmasının zorluğu olarak belirtilmiştir. İş sahibinin bilgi eksikliği, erken evre katılım, ödül paylaşımının zorluğu diğer zorluklar olarak tanımlanmıştır (Khanna, 2021). Takım çalışmasının, güçlü iletişimin ve risk paylaşımının yapıldığı bu yöntemde takım bireylerinin güçlü ve zayıf yönlerini tespit etmek oldukça önemlidir. Bu durum tüm disiplinleri kendi içinde toplayan büyük ölçekli ve istikrarlı ofislerin yaygınlaşmasının gerekliliği olarak yorumlanabilir.

Diğer teslim yöntemlerinin aksine tasarıma başlamadan önce tüm sürecin standartları ve koordinasyonunu yapma gerekliliği ek bir iş gücü gerektirmektedir. Bu durum uzun vadede bütçe ve zaman olarak olumlu sonuçlar doğursa da proje başlangıcında işveren açısından yüksek maliyetlere sebep olabilir.

IPD yönteminde tasarım, sadece tasarımcının sorumlu olduğu bir süreç değil, risk paylaşımının esas olduğu diğer disiplinlerin de katkıda bulunduğu bir süreçtir. Bu durum son ürünün aidiyetini sorgulamaya yol açmaktadır. Bir başka husus ise IPD'nin teknolojik bir altyapı ve bu teknoloji hakkında bilgili insanlara ihtiyaç duyması olarak nitelendirilebilir. Ortak bir dile sahip aynı teknolojik bilgi seviyesindeki paydaşları bir araya getirmenin zorluğu bir başka dezavantaj olarak yorumlanabilir. Tasarımın teknoloji ile birlikteliğinin zayıf kalması IPD yöntemindeki iletişimin zayıf kalmasına neden olmaktadır. Özellikle geleneğe olan bağlılığın kırılmasının zorluğu, tasarımcıların geleneksel yöntemler ile tasarım üretme alışkanlıkları gibi sebepler IPD süreçlerine geçişte zorluklara sebep olmaktadır.

## 2.2.3 Geleneksel Yöntemler ve IPD Yönteminin Karşılaştırılması

Yukarıda bahsedildiği gibi geleneksel teslim yöntemlerinde diğer disiplinlerin sürece dahil olmaları parçalı ve sınırlı iken; IPD yönteminde, erken aşamalarda tüm disiplinlerin projeye dahil olma ve süreci takip edip müdahalede bulunma şansına sahiptir. Bu durum risk paylaşım oranının artmasının, iletişim ve koordinasyonun daha etkili hale gelmesinin önünü açmaktadır.

Tablo 1. Geleneksel Yöntemler ve IPD Farklılıkları (Jones, 2014)

Teslim Yöntemi/Proje Süreci	Geleneksel Yöntem	IPD
<b>Takımlar</b>	Parçalı, hiyerarşik	Erken süreçte dahil olunan, açık ve işbirlikçi
<b>Süreç</b>	Çizgisel, ayrıştırılmış	Bütüncül, açık bilgi paylaşımı,
<b>Risk</b>	Bireysel yönetilen	Kolektifçe yönetilen
<b>Ödül</b>	Bireysel	Takım başarısı = Proje başarısı
<b>İletişim</b>	2 boyutlu, analog	Dijital, yapı bilgi modeli (3,4,5 Boyutlu)

Tablo 1'de gösterildiği gibi IPD yöntemi, geleneksel yöntemlere göre daha katılımcı, bütüncül ve teknolojiden güç alan bir yöntemdir. Geleneksel süreçlerde, parçalı ve hiyerarşik takım yapısı, doğrusal bir yol izlenmesi, riskin paylaşılmaması, takım anlayışının hakim olmayışı ve iki boyutta bir iletişim sağlanması gibi anlayışlar varken; IPD yönteminde, bütüncül ve işbirlikçi takım yapısı, şeffaf bilgi paylaşım süreci, risk paylaşımı, takım başarısının önemli olması ve dijital bilgi modeli ile çalışılması gibi anlayışlar hakimdir. Yöntemler arasındaki bu farklılıklardan görüldüğü üzere IPD yönteminde iletişime açık, şeffaf ve ortaklaşa bir anlayışın hakim olduğu görülmektedir.

### 3. IPD YÖNTEMİ VE BIM' İN BİRLİKTE KULLANIMI

Önceki bölümlerde IPD yönteminin birlikte çalışabilirlik üzerine etkileri ve diğer yöntemler ile karşılaştırılmasından bahsedildi. Bir sonraki bölümde IPD yöntemi ve BIM süreçleri birlikte ele alınacaktır.

#### 3.1 IPD Yönteminde BIM' in Kullanımı

AIA'ya göre inşaat sektöründe Tümüleşik Proje Teslim yöntemi (IPD) ve Yapı Bilgi Modeli (BIM) birlikte yürütülen, birbirini tamamlayan bir yöntem ve teknolojidir. IPD, teslim yöntemi olarak inşaat sektöründe BIM yaklaşımının en etkili şekilde kullanılabilceği bir yöntem olarak ortaya konulmuştur (Porwal ve Hewage, 2013). BIM kullanımı tasarım ve uygulama aşamalarında ve tesis yönetiminde, analizler oluşturulmasında etkin bir rol oynar. Yapının sanal bir ikizini oluşturmak ve tüm bilgiyi herkese açık bir şekilde burada toplamak bilgi aktarımını kuvvetlendirerek hata payını azaltmaktadır. IPD yönteminin proje paydaşlarını her aşamada bir araya getiren yapısı, BIM sayesinde daha güçlü ve erişilebilir hale gelmektedir. Birlikte çalışma ortamında bilgiye tüm paydaşların erişebilmesi ve bu bilginin belirli bir sistematikte kurgulanması IPD yönteminde önemli bir unsur olan iletişimi kuvvetlendirmektedir. IPD yönteminde, paydaşlar arasında bilginin kolayca aktarıldığı, dönüştürüldüğü, müdahale edilebildiği ve güncel tutulduğu bir ortam sağlayan BIM, iletişimdeki kopuklukların ve eksikliklerin önüne geçilmesinde önemli bir rol almaktadır. İletişimi iki boyuttan çoklu boyutlara taşıması sebebi ile BIM, IPD yönteminin önemli bir unsurudur.

### 4. SEKTÖRDE IPD KULLANAN ŞİRKETLER ÜZERİNDEN VAKA ÖRNEKLERİ

Bu bölümde, AIA Minnesota, Minnesota Üniversitesi Mimarlık Bölümünün yayınlamış olduğu “*Integrated Project Delivery : Case Study, 2012*” (Link 1) ve “*Integrated Project Delivery : Case Study, 2010*”(Link 2) adlı çalışmalardan alınan verilerden yararlanılarak dört vaka çalışması ile IPD süreçlerinin proje yaşam döngüsüne etkileri incelenip yorumlanacaktır.

AIA'nın yapmış olduğu çalışmadan 2012 yılından *Cathedral Hill Hastanesi* ve *Edith Green Wendell Wyatt Federal Binası* adlı iki proje seçilmiştir. Bu iki projenin seçilme amacı farklı motivasyonlara sahip olmaları, benzer ölçeklerde olmaları ve geçmişte benzer teslim yöntemleri deneyimlerine sahip olmalarıdır. AIA'nın 2010 yılında yapmış olduğu bir başka çalışmadan ise St. Clare Sağlık Merkezi ve Sutter Health Fairfield Medical Ofis Binası birbirine yakın motivasyonları olan projeler olarak görüldüğü için seçilmiştir. Bu projeler üzerinden IPD süreçlerinin sektördeki karşılıkları bu çalışma kapsamında incelenecektir.

#### 4.1 Cathedral Hill Hastanesi

San Francisco, CA şehrinde bulunan hastane yapısı 80.000 metrekare alana sahip ve yaklaşık 1 milyar dolar maliyete sahiptir. Proje başlangıcı Ağustos 2007 ve bitişi Mart 2015'tir. Proje, özel bir kuruma ait, yeni bir kentsel yapıdır (AIA, Minnesota, 2012).

Projede daha önce Tümüleşik Teslim Yöntemi ile çalışma deneyimi olan kişi sayısı yüzde 25' in altındadır. AIA, Minnesota'nın yaptığı çalışmada erken evreden itibaren işverenin IPD süreçlerinden beklentileri anket çalışmaları ve görüşmeler sonucunda belirlenmiştir.

AIA'nın raporu incelendiğinde, bütçe hedeflerinin sağlanması önemli bir unsur olarak görülmektedir. Proje tamamlandığında IPD yöntemi ile istenilen hedeflerin yakalandığı görülmektedir. Projenin San Fransisco şehrinde yer alması ve şehrin dinamikliğinden kaynaklı yapım faaliyetlerinin zorluğu, zaman planlamasının kesin bir şekilde yapılmasını zorlaştırdığı incelemelerde anlaşılan bir başka husustur.

Risk Yönetiminin de başarılı bir şekilde yürütüldüğü sonuçlarını belirten AIA, güven ortamının oluştuğunu ve paydaşların uyum sağlayabildiğini eklemiştir. Bu durum IPD yöntemi ile proje tecrübesi düşük olan bir ekip için verimli bir çalışma ortamının kolayca kurulabildiği açısından önemli bir örnek olarak bulunmuştur.

Rapordan elde edilen bilgilere göre teknik detay seviyesinin yüksek olması beklentiler arasında olmasına rağmen IPD yönteminin detay seviyesine olan etkisinden bahsedilmemiştir. Proje sonunda ise detay seviyesinin yüksek olduğu bir proje elde edildiğinden bahsedilmiştir.

#### 4.2 Edith Green Wendell Wyatt Federal Binası

Portland, Oregon bölgesinde bulunan bina yapısı 49.000 metrekare alana sahip ve yaklaşık 123 milyon dolar maliyete sahip bir projedir. Proje başlangıcı Aralık 2009 ve bitişi Mayıs 2013'tür. Kamusal bir yapının renovasyon işlerini kapsamaktadır. (AIA, Minnesota, 2012).

Projede daha önce Tümüleşik Teslim Yöntemi ile çalışma deneyimi olan kişi sayısı yüzde 6'nın altındadır. Rapordan elde edilen bilgilere göre maliyet öngörüsü konusunda beklentileri yüksek olan işverenin, IPD ile zaman planlaması hedeflerine ulaştığı görülmektedir. İşverene göre; sabit fiyatlı kontratların aksine, IPD'nin en büyük avantajları arasında tasarım değişikliği riskinin azalması ve şeffaf, güvене dayalı ortak bir çalışma ortamının oluştuğu sonucu aktarılmıştır. Bu durum, yukarıda bahsedilen IPD'nin avantajları - bütçe kısmına ve şekil 5'deki ortak çalışma ortamına destekleyici somut bir örnek teşkil etmektedir.

Çalışmada bu proje için zaman planlamasının da işveren için önemli bir motivasyon olduğu belirtilmektedir. İşverenin belirttiğine göre zaman planlamasından IPD süreçleri sayesinde istenilen verim alınmıştır.

Risk yönetimi konusunda, paydaşların gerekli sorumlulukları yerine getirerek şeffaf bir çalışma ortamının oluşturulduğu, bunun risk yönetimi açısından büyük avantajlar sağladığı belirtilmiştir. Projede IPD yönteminin zaman yönetimine olan olumlu etkileri görülmektedir. Projedeki Batı cephesinin tasarlanması için yedi hafta sürelerinin olduğunu belirten mimari ekip tümleşik çalışma sayesinde tüm ekiplerin birlikte hareket ederek hedeflerine ulaştığını belirtmiştir. Bu durum yukarıda belirtilen ortak çalışma ortamının bir örneği olarak görülmektedir.

#### 4.3 St. Clare Sağlık Merkezi

AIA'nin yaptığı bir başka olay raporu çalışması olan, Integrated Project Delivery: Case Studies, 2010' a göre Clare Sağlık Merkezi, 400.000 metrekare alana sahip ve 154 yataklıdır. İşveren SSM Sağlık, mimar ise HGA Mimarlık'tır.

Raporda, işverenin IPD yöntemi süreçleri konusunda yeterli bilgi sahibi olmadığı için *Garantili maksimum fiyat* (Guaranteed Maximum Price) yöntemi ile çalışmayı fakat IPD yönteminin kısmi teknolojik avantajlarını kullanmak istediği belirtilmektedir.

HGA mimarlık ise daha önce IPD yöntemleri konusundaki deneyimlerine dayanarak bu sürecin tamamen IPD yöntemleri ile yürütülmesinin doğru olacağı kanısına varmıştır. (AIA, Integrated Project Delivery: Case Studies, 2010). Raporda belirtilen bilgiye göre, elektrik, mekanik ve yangın danışmanlarının HGA mimarlık ile sözleşme imzalamıştır. Proje sürecinde IPD yöntemlerinin takip edildiği ve riskin paydaşlar arasında dağıtılmış olduğu görülmektedir.

IPD takımı adı verilen mimari ekibin tüm paydaşlar ile haftalık toplantılar yaptığı ve bu toplantılarda işveren temsilcisi, mimar ve diğer mühendislerin bir araya geldiği, yönetim takımı adı verilen başka bir ekibin ise kalite ve kontrol amaçlı aylık toplantılarla bir araya geldikleri raporda belirtilmiştir. Proje sonunda paydaşların düzenli toplantıları verimli bulunduğu gözlemlenmiştir.

Raporda belirtildiği üzere, işveren büyük ölçekli projelerde IPD yöntemlerinin verimli olacağını fakat bütçesi beş milyon dolardan aşağı olan projeler için gerekli olmayacağı yorumunda bulunmuştur. Ayrıca işverenin ilk görüşü tüm mekanik tesisatı modellemenin gerekli olmadığı yönünde olduğu belirtilirken proje sonunda dijital bir ikizin elde edilmesinin önemli bir varlık olduğunu ve işletme sırasında bu bilginin kullanılması fikrini olumlu bulduğu not edilmiştir. Vaka çalışmasında, projelendirme kısmında daha çok vakit harcandığı fakat uygulama sırasında stres seviyesi düşük bir çalışma ortamının elde edildiği kanısının hakim olduğu görülmektedir.

#### 4.4 Sutter Health Fairfield Medical Ofis Binası

AIA'nın 2010 yılında yaptığı çalışmadan alınan bir diğer örnek medikal bir ofis binasıdır. Proje 6500 metrekare alanına sahiptir. Onkoloji, pediatri yönetim birimleri gibi bölümleri vardır. HGA mimarlık projeyi görece küçük ölçekli olması dolayısıyla ortaklaşa çalışmayı deneyimlemek için bir fırsat olarak gördüğünü raporlarında belirtmiştir.

Mimarlık firması ve yüklenici firmanın daha önce geleneksel yöntemler ile yürütülen başka bir projede beraber çalıştıkları raporda belirtilmiştir. Ekiplerin IPD yöntemi ile birlikte çalışma deneyimlerinde paydaşlar arasında risk paylaşımının yapıldığı ve iyi bir iletişim ortamının kurulduğu gözlenmiştir.

İşveren, mimar ve yüklenici firma arasında düzenli toplantıların düzenlendiğini belirten raporda, Tümüleşik Proje Takımı (IPT – Integrated Project Team) adı verilen bir takım oluşturulduğu; bu ekibin içinde işveren, mimar ve yüklenici temsilcilerinin yanı sıra elektrik, mekanik gibi alt yüklenicilerin de haftalık toplantılara katıldığı bildirilmektedir. Bunun dışında çekirdek ekip adı verilen, yine işveren, mimar ve yüklenici firmanın yüksek seviye yetkililerinden oluşan bir başka ekip ise her ay IPT tarafından çözülememiş konuları çözüme kavuşturmak için toplandığı araştırma notlarında görülmektedir. Rapora göre yüklenici firma yapı ve süreçten memnun kalmıştır. Proje zamanında ve bütçenin altında bir maliyetle tamamlanmıştır.

#### 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Sonuç olarak IPD ve BIM destekli teslim yönteminin diğer yöntemlere göre proje başlangıcında daha koordineli ve planlı bir çalışma gerektirmesi iş yükünü erken aşamada artırmakta fakat son ürüne ulaşırlırken daha az problemlili bir sürece daha hızlı ve doğru bütçeler ile ulaşmamızı sağlamaktadır. Sürecin daha çok pratik edilmesi ve sektördeki ile paylaşılması daha hızlı gelişime sebep olacaktır. Tasarım fikrine başlarken BIM kullanılacağına bilincinde olmak ve tasarımı BIM süreçlerinde göre yönlendirmek tüm sürecin daha istikrarlı ve daha az problemlili geçmesi konusunda yardımcı olacağına inanılmaktadır. Son ürünün kime ait olduğu konusunda tartışmalar olsa da ürün kolektif bir ortak son ürün olarak nitelendirilebilir. Vaka çalışmalarında farklı motivasyonlara sahip olan şirketlerin çoğunlukla hedeflerine ulaştığını ve IPD yöntemlerini bir sonraki projelerinde uygulama konusundaki isteklerindeki artış gözlemlenmiştir. IPD'nin yeni bir yöntem olması sebebi ile paydaşların geçmiş tecrübelerinin az olmasına rağmen henüz ilk deneyimlerinde gözle görülür faydalar sağlandığı ortaya konulmuştur. IPD yöntemlerini kullanan şirketler arttıkça sektördeki tecrübenin artması ile elde edilen faydanın artacağına inanılmaktadır. IPD yönteminde iletişimin önemi dikkat çekmektedir. Daha kuvvetli iletişim ve takım çalışmasının projelendirme aşamasında daha doğru sonuçlar elde ederek uygulama sırasında daha az hataya sebep olunmasına yardımcı olduğu görülmüştür. Şirketlerin deneyimi olmamasına rağmen IPD yöntemine geçişteki isteklerinin yüksek olması ve geçiş süreçlerinin çok zorlayıcı olmaması IPD yöntemine geçmek isteyen şirketler için bir motivasyon olarak görülmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

- Adetola, A., 2011. Collaborative engagement approaches for delivering sustainable infrastructure projects in the AEC sector
- AIA, 2007. Integrated Project Delivery A Guide, Version 1, California
- AIA, Minnesota., 2012. AIA, Minnesota School of Architecture, Integrated Project Delivery: Case Study
- Ambrose, A., 2006. Plan is Dead: to BIM or not to BIM, that is the question - Computing in Architecture - Re-Thinking the Discourse - ASCAAD, 2006
- Andary, E., 2020. Integrated project delivery implimentation framework for water and waste water treatment plant projects. 27, 609-633
- CMAA, 2010. Managing Integrated Project Delivery. [https://www.leanconstruction.org/wp-content/uploads/2016/02/CMAA\\_Managing\\_Integrated\\_Project\\_Delivery\\_1.pdf](https://www.leanconstruction.org/wp-content/uploads/2016/02/CMAA_Managing_Integrated_Project_Delivery_1.pdf)
- Çileli, E., 2020. Türkiyede BIM Tabanlı Yapım Projelerinin Tasarım Süreçlerinin IPD ile ilişkilendirilmesi Analizi ve Proje Süreç Matrisine Adaptasyonu
- Jones, B., 2014. Integrated Project Delivery for Maximizing Design and Construction Considerations Regarding Sustainability
- Karzouna, A., 2018. Assessing the Benefits of the Integrated Project Delivery Method: A Survey of Expert Opinions
- Yıldız, N., 2021. Yapı Bilgi Modellemesinin İnşaat Yönetimi Açısından Değerlendirilmesi
- Ma, Z., 2018. A dedicated collaboration platform for integrated Project Delivery. Automation in Construction 86, 199-209
- Özpercin, G., 2016. Integrated Project Delivery Method Using BIM to Support of Sustainable Design and Construction, 57
- Pastar, M., 2021. Which Project Delivery Method Is Best for Your Project and Why?
- Porwal, A., ve Hewage, K., 2013. Building Information Modelling (BIM) partnering framework for public construction projects. Automation in Construction, 31, 204-214
- Salah, F., 2014. Investigations of strengths and weakness of 4D BIM Software
- Link1: AIA, Minnesota, 2012  
[https://conservancy.umn.edu/bitstream/handle/11299/201408/aia\\_2012\\_issued.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://conservancy.umn.edu/bitstream/handle/11299/201408/aia_2012_issued.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Link2: AIA, 2010  
<https://www.ipda.ca/site/assets/files/1111/aia-2010-ipd-case-studies.pdf>