

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

MİMARLIK ANABİLİM DALI

**TÜRKİYE'DE YAPI BİLGİ MODELLEMESİNİN MİMARİ PROJELERDE
KULLANIMI ÜZERİNE BİR UYGULAMA ÇALIŞMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mimar Semiha SELİM

**HAZİRAN 2019
TRABZON**



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce

Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : / /

Tezin Savunma Tarihi : / /

Tez Danışmanı :

Trabzon

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Mimarlık Anabilim Dalında
Semiha SELİM Tarafından Hazırlanan**

**TÜRKİYE'DE YAPI BİLGİ MODELLEMESİNİN MİMARİ PROJELERDE KULLANIMI
ÜZERİNE BİR UYGULAMA ÇALIŞMASI**

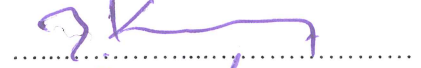
**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 28 / 05 / 2019 gün ve 1806 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.**

Jüri Üyeleri

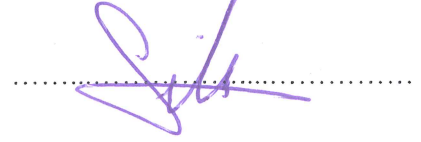
Başkan : Doç. Dr. İdil AYÇAM



Üye : Doç. Dr. Mustafa KAVRAZ



Üye : Dr. Öğr. Üyesi Sibel MAÇKA KALFA



**Prof. Dr. Asim KADIOĞLU
Enstitü Müdürü**

ÖNSÖZ

Teknolojinin gelişmesiyle yapı sektöründe tüm dünyada önemli kabul edilen yeni bir sistem ortaya çıkmıştır. Yapıların tüm yaşam süreçlerinde etkili olarak görev alan, proje paydaşlarına zamandan, yüklenicilere maliyetten tasarruf ettiren ve bilgi karmaşasını engelleyen bu sistem ülkemizde ‘Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) olarak adlandırılmaktadır. YBM sistemi ile ilgili yapılan birçok çalışma bulunmakla beraber bu sistemin Türkiye piyasasındaki güncel durumu hakkında yeterli veri yoktur. Tez çalışmasında, bu veri eksikliğinin kapatılması için Türkiye’deki mimarlık ve mühendislik firmaları ile anket çalışması yapılmıştır. Ayrıca dünyada en geçerli YBM yazılımı olan Autodesk Revit Architecture ile örnek bir konut projesinde uygulama yapılarak YBM sisteminin avantaj ve dezavantajları sorgulanmıştır.

Tez çalışmam boyunca bilgisiyile beni ve çalışmamı yönlendiren, bana en anlayışlı haliyle yardımcı olan, çalışmasına ve enerjisine hayran olduğum çok değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Sibel MAÇKA KALFA’ya ve tez savunmamdaki değerli jüri üyelerim, Doç. Dr. İdil AYÇAM ve Doç. Dr. Mustafa KAVRAZ’a teşekkürü bir borç bilirim.

Hayatım boyu bana güzel imkanlar sunan, anlayışlarını ve sevgilerini hiç eksik etmeyen, her zaman desteklerini hissettiğim güzel aileme teşekkür ederim. Tez dönemimde bir an olsun eksikliğini hissetmediğim, ilgisini, sevgisini ve anlayışını her an hissettiğim, zor zamanlarımı kolaylaştıran sevgili nişanlım Hakan ERTUĞRAL’a, lise yıllarımdan beri dostluğunu hiç kaybetmediğim, her anımda yanımda olan dosttan çok kız kardeşim olan, tez dönemimde de bilgisinden sıkça yararlandığım sevgili meslektaşım Arş. Gör. Sena Göknur KOÇ’a da teşekkürü bir borç bilir ve bu çalışmanın ülkemiz için yararlı olmasını dilerim.

Semiha SELİM

Trabzon 2019

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Türkiye’de Yapı Bilgi Modellemesinin Mimari Projelerde Kullanımı Üzerine Bir Uygulama Çalışması” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Sibel MAÇKA KALFA’nın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 18/06/2019

Semiha SELİM



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
TABLolar DİZİNİ.....	XI
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Literatür Araştırması	4
1.3. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	11
1.4. Yapı Bilgi Modellemesi (YBM).....	12
1.4.1. YBM Sisteminin Gelişim Süreci.....	14
1.4.2. IFC (Industry Foundation Classes) Formatı.....	15
1.4.3. YBM Sistemi Seviyeleri.....	16
1.4.3.1. YBM Sistemi Gelişim Seviyeleri (LOD)	16
1.4.3.2. YBM Sistemi Olgunluk Seviyeleri.....	18
1.4.3.3. YBM Sistemi Uygulama Seviyeleri	18
1.4.4. YBM Sisteminin Kullanım Alanları.....	19
1.4.4.1. Tasarım Sürecinde Kullanım.....	20
1.4.4.2. Yapısal/Çevresel Analizlerde Kullanım	20
1.4.4.3. Bina Yapım Sürecinde Kullanım	20
1.4.4.4. Bina İşletiminde Kullanım	21
1.4.5. YBM Sistemlerinin Geleneksel Sistemler ile Karşılaştırılması	21
1.4.6. YBM Sistemi Yazılımları.....	22
1.4.6.1. Autodesk Revit Architecture	24
1.4.6.2. Graphisoft ArchiCAD	25
1.4.6.3. Nemetschek Allplan	25

1.4.6.4.	Bentley MicroStation	25
1.4.7.	YBM Sisteminin Avantajları, Dezavantajları, Riskleri ve Zorlukları.....	26
1.4.8.	YBM Sisteminin Dünyadaki Yeri	28
1.4.9.	YBM Sisteminin Türkiye’deki Yeri.....	30
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR	32
2.1.	Yöntem	32
2.1.1.	Anket Çalışması Yöntemi ve Sonuçların Değerlendirilmesi	32
2.1.2.	Uygulama Çalışması Yöntemi ve Sonuçların Değerlendirilmesi.....	50
2.1.2.1.	Örnek Projede YBM Sisteminin Kullanılmamasından Kaynaklanan Hatalar	67
3.	BULGULAR VE DEĞERLENDİRME	73
3.1.	Anket Çalışmasının Bulguları ve Değerlendirmesi.....	73
3.2.	Uygulama Çalışması Bulguları ve Değerlendirilmesi.....	74
4.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER	75
5.	KAYNAKLAR.....	78
6.	EKLER	84
	ÖZGEÇMİŞ	

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

TÜRKİYE’DE YAPI BİLGİ MODELLEMESİNİN MİMARİ PROJELERDE
KULLANIMI ÜZERİNE BİR UYGULAMA ÇALIŞMASI

Semiha SELİM

Karadeniz Teknik Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Mimarlık Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Sibel MAÇKA KALFA

2019, 83 Sayfa, 14 Sayfa Ek

Son yıllarda yapı sektöründe önemli gelişmelere yol açan Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) ile ilgili yapılan araştırmalar dünya genelinde gün geçtikçe artış göstermektedir. Türkiye’de durum benzer olsa da YBM sistemin gelişimini tam anlamıyla ortaya koyan çalışmaların azlığı dikkat çekmektedir. Bu sebeple bu çalışmada Türkiye’de YBM sisteminin kullanımı ve gelişimi araştırılmıştır. Bu amaçla çalışmanın ilk aşamasında Türkiye’de bu sistemi kullanan 60 mimarlık ve mühendislik firmasına 20 sorudan oluşan bir anket hazırlanmış ve e-posta yoluyla iletilmiştir. Firmalardan alınan cevaplar doğrultusunda ankete katılım oranı %29 olarak belirlenmiştir. Anket sonucunda Türkiye’de YBM sisteminin proje süreçlerinin hangi aşamalarında kullanıldığı, en çok hangi yazılımın tercih edildiği, çalışanların eğitim durumu, karşılaşılan problemler ve YBM sisteminin kullanılabilirliği gibi konular değerlendirilmiştir. Çalışmanın 2. aşamasında dünyada en çok tercih edilen YBM yazılımı olan Autodesk Revit Architecture ile bir uygulama çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada Trabzon ilinde daha önceden geleneksel sistemlerle projesi çizilerek uygulaması yapılmış bir konut projesi örnek olarak seçilmiştir. Bu projeye ait metraj ve maliyet listeleri ile yazılım kullanılarak elde edilen listeler karşılaştırılmıştır. Ve bu çalışma sonucunda YBM sisteminin ve Autodesk Revit Architecture yazılımının yapı sektörüne sağladığı avantaj ve dezavantajların belirlenmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: YBM, Autodesk Revit Architecture, Türkiye, Alan çalışması

Master Thesis

SUMMARY

A CASE STUDY ON BIM USAGE IN ARCHITECTURAL PROJECTS IN TURKEY

Semiha SELİM

Karadeniz Technical University
Institute of Natural Science
Architecture Main Science
Advisor: Asst. Prof. Sibel MAÇKA KALFA
2019, 83 Pages, 14 Appendix Pages

In recent years, research on Building Information Modeling (BIM), which has led to significant developments in the building sector, has been increasing day by day. Though similar situation in Turkey, it is noteworthy scarcity of studies demonstrating literally the development of the BIM system. For this reason, the use and development of the BIM system in Turkey were investigated in this study. For this purpose, a questionnaire consisting of 20 questions sent by e mail to the 60 architectural and engineering companies using this system in Turkey in the first phase of the study. According to the answers received from the companies, the participation rate was determined as 29%. The survey was conducted to determine which phase of the project BIM system was used at most, which software is the most preferred, training status of employees, the problems encountered and the availability of the BIM system was questioned. In the second phase of the study, an application study was made with Autodesk Revit Architecture which is the most preferred BIM software in the world. In this study, a residential project which has been applied by drawing the project with traditional systems in Trabzon was chosen as an example. The metrics and cost lists of the project and the lists obtained by using the software were compared. And as a result of this study, it was aimed to determine the advantages and disadvantages of the BIM system and Autodesk Revit Architecture software for the building sector.

Key Words: BIM, Autodesk Revit Architecture, Turkey, Case Study

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. MC-GRAW HİLL 2014 raporuna göre dünyada YBM sisteminin kullanılma süreleri	3
Şekil 2. Çalışma yöntemlerinin yüzdeler dağılımı	10
Şekil 3. Çizim teknolojileri gelişim aşamaları (URL-3).....	11
Şekil 4. YBM Sisteminin Tanımları (Ofluoğlu, 2014, Özge, 2009, O'Connor vd., 2004, Carmona ve Irwin, 2007, Özorhon ve Karahan., 2016).	12
Şekil 5. YBM Sisteminin Terimsel Açılımı (URL-4, URL-5, Azhar vd., 2012).	13
Şekil 6. YBM sistemi ile ilgili yanlış bilinenler (Eastman vd., 2011).....	13
Şekil 7. Popüler yazılım firmalarının kuruluş yılları (Kalfa, 2016).	14
Şekil 8. YBM sistemi paydaşları (Kalfa, 2016, Eastman vd., 2011).....	16
Şekil 9. AIA'ya göre LOD tanımları(AIA, 2008, URL-7).....	17
Şekil 10. LOD seviyeleri ve paydaşlarla ilişkisi (URL-8).....	17
Şekil 11. YBM sistemi uygulama seviyeleri (URL-9, URL-10).....	19
Şekil 12. YBM sisteminin yapı sektörüne sağladığı yararlar (Azhar, 2011).....	27
Şekil 13. Bazı ülkelerdeki YBM sistemi kullanımını (McGraw Hill, 2014; URL-26; Kalfa, (2016).	29
Şekil 14. Tez kapsamında izlenen adımlar	32
Şekil 15. Belirlenen 60 firmanın şehir dağılım yüzdesi	34
Şekil 16. Türkiye'de YBM sistemi yazılımlarının kullanım oranları	36
Şekil 17. YBM sistemi yazılımlarının kullanım oranları	37
Şekil 18. YBM sistemini kullanabilen çalışan sayısının oranı	38
Şekil 19. YBM sistemine uyum süresi ile ilgili katılımcıların verdiği cevapların yüzdeler dağılımı.....	40
Şekil 20. YBM sisteminin yararlı bulunup bulunmadığı ile ilgili katılımcıların verdiği cevapların oranı	42
Şekil 21. Metraj listelerinde ve maliyet analizlerinde doğru sonuçlara ulaşılması ile ilgili katılımcıların verdiği cevapların oranı	42
Şekil 22. YBM sistemi ile bina yapım sırasında oluşabilecek sorunların çözülebilmesi ile ilgili katılımcıların verdiği cevapların yüzdeler dağılımı.....	43
Şekil 23. YBM sisteminin iş akışında kolaylık sağlama ile ilgili katılımcıların verdiği cevapların yüzdeler dağılımı	44

Şekil 24. YBM sisteminin piyasada amacına uygun kullanılabilmesi ile ilgili katılımcıların verdiği cevapların yüzdeler dağılımı	44
Şekil 25. YBM sisteminin proje aşamasında zaman tasarrufu sağlaması ile ilgili katılımcıların verdiği cevapların yüzdeler dağılımı	45
Şekil 26. YBM sisteminin gelişmeye olan ihtiyacı ile ilgili katılımcıların verdiği cevapların yüzdeler dağılımı	46
Şekil 27. YBM sisteminin geleneksel sistemlerden daha zor bulunması ile ilgili katılımcıların verdiği cevapların yüzdeler dağılımı	46
Şekil 28. YBM sisteminin disiplinler arası kullanım kolaylığı sağlaması ile ilgili katılımcıların verdiği cevapların yüzdeler dağılımı	47
Şekil 29. YBM sisteminin işveren memnuniyetini artırması ile ilgili katılımcıların verdiği cevapların yüzdeler dağılımı	48
Şekil 30. YBM sisteminin tüm proje türlerinde kullanılabilir olması ile ilgili katılımcıların verdiği cevapların yüzdeler dağılımı	48
Şekil 31. Katılımcıların kendi YBM bilgilerini yeterli görmeleri ile ilgili verdikleri cevapların yüzdeler dağılımı	49
Şekil 32. Disiplinler arası çalışmanın bireysel olarak projeye hakimiyeti artırması ile ilgili katılımcıların verdiği cevapların yüzdeler dağılımı	50
Şekil 33. Örnek konutun konumu	51
Şekil 34. Örnek konuta ait görseller	51
Şekil 35. Autocad yazılımında normal kat planı görünümü	54
Şekil 36. Revit yazılımda normal kat planı görünümü	55
Şekil 37. Revit yazılımda aksların ve kolonların yerleştirilmesi	55
Şekil 38. 3D modelde kolon yerleşiminin kontrolü	56
Şekil 39. Katmanların düzenlenmesi	56
Şekil 40. Katman malzemelerinin isimlendirilmesi	57
Şekil 41. Duvar çizimi	57
Şekil 42. Duvar kesişim detayı	58
Şekil 43. Duvarlar, kapılar ve pencerelerin yerleştirilmesi ve 3D olarak kontrolü	59
Şekil 44. Kalıp planı çizilmesi	60
Şekil 45. Pencere metraj listesi	66
Şekil 46. Örnek projede uygulanan statik projeden kaynaklı bir hata	71

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Türkiye’de Üniversitelerde YBM sistemi ile ilgili verilen dersler (Kalfa, 2016).....	2
Tablo 2. Popüler YBM sistemi yazılımları süreçleri (URL-6).....	15
Tablo 3. YBM sistemi olgunluk seviyeleri (Khosrowshahi ve Arayıcı, 2012).	18
Tablo 4. YBM sisteminin kullanım alanları ve aktörleri (Ofluoğlu, 2009).....	19
Tablo 5. YBM sisteminin geleneksel sistemlerle karşılaştırılması.....	22
Tablo 6. YBM sistemi ile uyumlu çalışan ve yaygın kullanılan yazılımlar (Kalfa, 2016, Özorhon, 2018, Logothetis vd., 2015).....	23
Tablo 7. YBM sisteminin avantajları, dezavantajları, yarattığı riskler ve zorluklar (Kalfa, 2016, Eastman vd., 2011, Azhar vd., 2011).	26
Tablo 8. YBM kullanımının yaygınlaşması için hükümetlerin oluşturduğu bazı YBM rehberleri (Kalfa, 2016, URL-20-25).	29
Tablo 9. Özel sektörde YBM sistemi ile çalışmalarının bulunduğu bilinen bazı mimarlık ve mühendislik firmaları ve bu firmaların bulunduğu iller.....	33
Tablo 10. Ankete cevap veren firmalar	35
Tablo 11. Örnek konuta ait proje çizimleri.....	52
Tablo 12. Projenin yükleniciden alınan verilere göre bazı malzemelere ait birim fiyatlar ve bir kata ait metraj listesi	53
Tablo 13. İç duvar tiplerinin katmanları	58
Tablo 14. Döşemelerin katmanlarının belirlenmesi	60
Tablo 15. Metraj listelerinin oluşturulması	61
Tablo 16. Kapı metraj listesi	62
Tablo 17. Kolon hacim metrajı.....	63
Tablo 18. Döşeme katmanlarına ait metraj listesi	65
Tablo 19. Geleneksel sistemlerle ve YBM sistemleriyle elde edilen metraj sonuçlarının karşılaştırılması.....	66
Tablo 20. Örnek projede uygulanan mimari tasarımdan kaynaklı hatalar	68
Tablo 21. Örnek projede uygulanan elektrik tesisatından kaynaklı hatalar	69
Tablo 22. Örnek projede uygulanan sıhhi tesisattan kaynaklı hatalar	70

SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
BIM	: Building Information Modeling
BİT	: Bilgi ve İletişim Teknolojisi
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
MEP	: Mechanical, Electrical and Plumbing
MMİ	: Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat
NBS	: National BIM Survey
YBM	: Yapı Bilgi Modellemesi
2D	: 2 Boyutlu
3D	: 3 Boyutlu
4D	: 4 Boyutlu
5D	: 5 Boyutlu
6D	: 6 Boyutlu
7D	: 7 Boyutlu

1.GENEL BİLGİLER

1.1.Giriş

Yapı sektörü, birçok disiplinin ortak çalışmasını gerektiren önemli bir sektördür. Disiplinler arası çalışma, tasarım ve uygulama açısından titizlik gerektirir ve bu gibi çalışmalarda iletişimsizlikten doğan koordinasyon eksikliklerine rastlamak olağandır. Koordinasyon eksikliği sonucu zaman kaybı olabildiği gibi ekonomik açıdan da kayıplar yaşanabilmektedir. Yaşanabilecek bu kayıpları asgariye indirebilmek için araştırmacılar yeni bir sistem arayışına girmişler, teknolojinin gelişimine paralel olarak da yapının tasarımından uygulamasına, uygulamasından kullanımına ve revizyonlarına veya ömrünü doldurmasına kadar olan bütün süreçleri ve bu süreçlerde bulunması gereken disiplinleri kapsayan yeni bir sistem ortaya çıkarmışlardır. Dünyada 'Building Information Modeling (BIM)', ülkemizde ise 'Yapı Bilgi Modellemesi(YBM)' olarak adlandırılan bu sistem uzun yıllar süren bir çalışmanın ürünüdür ve yapı sektörü için oldukça önemli bir buluştur (Eastman vd., 2011).

YBM sistemi bir yazılım türü değil tüm disiplinleri tek çatı altında toplayan bir sistemdir ve bu sistem genel olarak, bir yapının oluşmasında rol oynayan bütün paydaşların bir sanal ağ yardımıyla birlikte çalışması ve çalışma sonucu her paydaşa hitap eden nesne tabanlı bir dijital model oluşması olarak tanımlanabilir. Oluşan bu dijital model ile YBM sistemi yapının tasarım, yapım, işletim ve onarım aşamalarında mimarlara, mühendislere, işverenlere, yüklenicilere ve yöneticilere YBM sistemine uyumlu çeşitli yazılımlarla yardımcı olarak kolaylık sağlamaktadır.

Yapının dijital modelinin koordineli bir şekilde oluşturulmasında YBM sistemine uyumlu birçok yazılım kullanılmaktadır. Her disiplin kendisine hitap eden yazılımı seçerek bu sürece dahil olmaktadır. NBS (National BIM Survey) 2018 raporuna göre dünyada en çok kullanılan YBM sistemi yazılımları Autodesk Revit (Architecture/Structure/MEP) yazılımı ve onu takiben Graphisoft ArchiCAD yazılımıdır. Bentley Microstation, Nemetscheck Allplan ve Nemetscheck Vektorworks yazılımları da diğer yaygın YBM sistemi yazılımlarıdır. Autodesk, Bentley ve Nemetschek mimarlık ve mühendislik alanındaki yazılımlarıyla birden çok disiplin üzerinde çalışırken Graphisoft mimari ağırlıklıdır, ancak çoğu YBM sistemi yazılımlarıyla uyumlu çalışabilmektedir.

YBM sistemi, bu sisteme uyumlu yazılımlarla günümüzde çok fonksiyonlu olarak kullanılmaktadır. Böylece yapıya ait plan, kesit, görünüş gibi çizimlerin yanında üç boyutlu model eş zamanlı olarak oluşturulabilmektedir. YBM sisteminin maliyet ve metraj hesabı, sürdürülebilirlik analizleri, çakışma analizleri ve bina işletimi gibi üç boyut üzeri seviyelerde sağladığı yararlar yapı sektörünün de ihtiyacı dolayısıyla ilgi çekmektedir.

Yapı sektöründeki ihtiyaçlar ve gelişmeler sonucu yaygınlaşan YBM sistemi, akademik alanda da üzerinde çalışılması gereken bir konu haline gelmiştir. Bazı üniversitelerde bu sistemle ilgili dersler verilmeye başlanmıştır (Tablo 1).

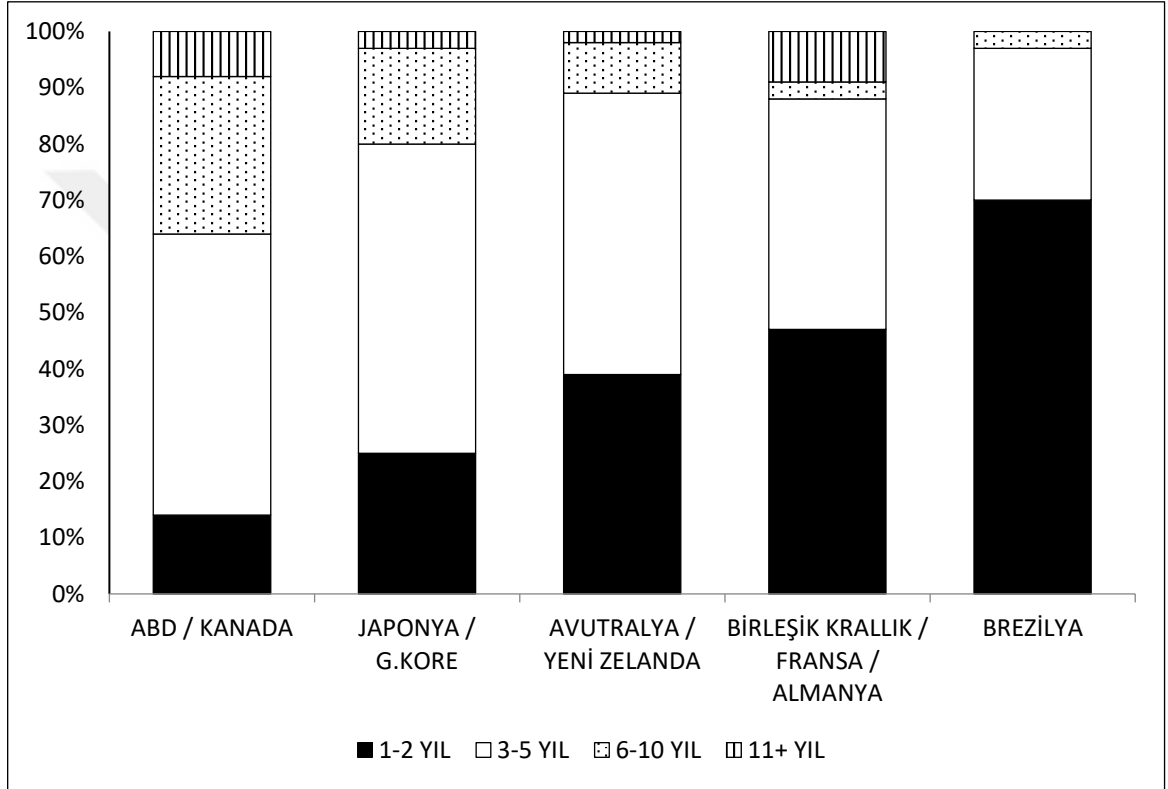
Tablo 1. Türkiye’de Üniversitelerde YBM sistemi ile ilgili verilen dersler(Kalfa, 2016).

ÜNİVERSİTE	BÖLÜM	PROGRAM	ŞEHİR
İstanbul Kültür Üniversitesi	Mimarlık	Lisansüstü	İstanbul
Beykent Üniversitesi	Tasarım ve İnşaat Yönetimi	Lisans	İstanbul
İstanbul Teknik Üniversitesi	İnşaat Yönetimi	Lisans	İstanbul
İstanbul Teknik Üniversitesi	Disiplinlerarası İnşaat Proje Yönetimi	Lisans	İstanbul
İzmir Ekonomi Üniversitesi	İnşaat Yönetimi	Lisansüstü	İzmir
Karadeniz Teknik Üniversitesi	Mimarlık	Lisansüstü	Trabzon
Mimar Sinan Üniversitesi	Mimarlık	Lisansüstü	İstanbul
Yıldız Teknik Üniversitesi	Mimarlık	Lisans	İstanbul
Yıldız Teknik Üniversitesi	Mimarlık	Lisansüstü	İstanbul
İzmir Teknoloji Enstitüsü	Mimarlık	Lisans	İzmir
Orta Doğu Teknik Üniversitesi	Yapı Bilimi	Lisansüstü	Ankara

Ülkemizde YBM sistemi ile ilgili eğitim henüz yaygın değildir. Bu durum yapı sektöründe de YBM sistemine geçişi yavaşlatmaktadır ancak son yıllarda YBM sistemi daha yaygın kullanılmaya başlanmış olup giderek bu yaygınlık artmaktadır. YBM sistemi ile ilgili ülkemizdeki önemli çalışmalarından biri İstanbul Büyükşehir Belediyesi’nin raylı sistem projelerinde YBM sistemi ile çalışmayı zorunlu hale getirmesidir. Böylece, YBM sistemine erken geçiş yapan uluslararası mühendislik ve mimarlık firmaları, henüz YBM sistemi ile tanışmamış rakiplerine karşı rekabet üstünlüğü elde etmişlerdir (URL-1).

Türkiye’nin YBM sistemine geçişte yeni olmasına karşın dünyada Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve Birleşik Krallık YBM sistemine geçişte üst sıralarda yer

almaktadırlar. Mc Graw Hill 2014 raporuna göre ABD, Kanada, Birleşik Krallık, Fransa ve Almanya YBM sistemini kullanmaya diğer ülkelerden önce başlamışlardır(Şekil 1). YBM sistemi konusunda öncü olan ülkeler YBM sistemine geçişin hızlı olmasını sağlamak amacıyla rehberler ve standartlar oluşturmuşlardır. Bu öncü ülkelerin hükümetleri ihale ettikleri projelerde YBM sistemini bu standartlara göre kullanmayı zorunlu kılmışlardır (URL-1).



Şekil 1. MC-GRAW HİLL 2014 raporuna göre dünyada YBM sisteminin kullanılma süreleri

Yapı sektöründe Türkiye, dünyadaki en büyük 250 müteahhitlik firması arasında 46 firma bulundurarak birinci olan Çin'den sonra en fazla firma bulunduran ülke olmuştur (URL-2). Türkiye'nin yapı sektöründeki bu başarısıyla birlikte YBM sisteminin Türkiye'de önemli ve yeni gelişen bir sistem olması nedeniyle bu çalışma Türkiye'de YBM sisteminin genel durumu üzerine yoğunlaşmıştır. Mimarlık ve mühendislik firmalarıyla yapılan anket çalışması ile bu durum sorgulanmış; YBM sisteminin yararları, zararları, riskleri ve bu sistemin ülkemizdeki kullanılabilirliği incelenmiştir. Ayrıca

Autodesk Revit yazılımı ile Trabzon ilinde bir konut projesinden bir bölüm modellenerek bu yazılımdan elde edilen veriler denetlenmiştir.

1.2.Literatür Araştırması

YBM sisteminin ortaya çıkışı ile dünya çapında bu sistemin doğru anlaşılıp uygulanması ve bu sisteme uyum sağlanması için yapılan çalışmalar ivme kazanmıştır. . Bu bölümde yapılan çalışmalar arasından daha çok Türkiye’de ve dünyada YBM sisteminin ne durumda olduğu ile ilgili bilgiler içeren çalışmalar incelenmiştir.

Bu kapsamda, Kalfa (2016) çalışmasında, YBM sisteminin yapı sektörü açısından yararlarını, riskleri ve zorluklarını tartışmıştır. YBM sisteminin dünyada ve Türkiye’de ne durumda olduğunu inceleyerek Türkiye’de YBM sistemi ile yapılan uygulamaları ve bu sistemle ilgili ne tür eğitim verildiğini araştırmıştır.

Santos vd. (2017) 2005 ve 2015 yılları arasında YBM sistemi ile ilgili İngilizce olarak yazılıp yayınlamış ve en çok alıntılanmış yüz makale için bibliyometrik analiz yapmışlardır. Yapılan bu analiz sonuçlarına göre incelenen makalelerin sadece küçük bir kısmının 2011 yılından önce yazılmış olması ve sayılarının son 5 yılda önemli oranda artış göstermesi YBM sisteminin gelişimi hakkında bilgi vermektedir.

Özge (2009) yaptığı çalışmada, YBM sistemin yapı sektörüne kazandırdıklarını; yüksek kalitede tasarım, proje sürecinin doğru gelişimi, işverene daha iyi çözümler sunmak, hızlı proje uygulaması ve maliyet tasarrufu olarak 5 önemli başlıkta açıklamıştır. Geleneksel sistem ile tasarım ve YBM sistem ile tasarım karşılaştırılmasının örnek proje üzerinden yapıldığı bir çalışmayı incelemiştir. İncelemesi sonucu YBM sisteminin 2 boyutlu tasarımla elde edilemeyen aşamaları, simülasyonları, bilgi ve görselleştirmeleri kullanıcıya sağlayarak projenin tüm sürecini kolaylaştırdığını vurgulamıştır. Ayrıca geleneksel sistemden YBM sistemine nasıl geçilecek, öğrencilere bu sistem nasıl aktarılacak, mimar ve mühendisler bu sistemi neden tercih etmeli ve YBM sistemine geçiş süreci nasıl hızlandırılır sorularına yanıt aramıştır.

Lu vd. (2014), 1998-2012 yılları arasında yayınlanan mimarlık, mühendislik ve inşaat (MMİ) sektöründe bilgi ve iletişim teknolojisi (BİT) ile ilgili makaleleri incelemiştir. Bu çalışma için 12 uluslararası hakemli dergiden 145 makale seçilmiştir. Makalelerin çoğunda (47 makale), inşaat sürecinde işbirliği, iletişim veya koordinasyon konularını kapsamlı bir şekilde ele alınmıştır. BİT hizmetleri teknoloji ile doğru orantılı gelişen ve

karmaşık olabilen yapı gereksinimlerini karşılamak için, ortak bir sisteme veya platforma (örneğin, YBM sistemi) entegre edilmiştir. Araştırmaların çoğunda, YBM sisteminin proje boyunca işbirliği ile faydalarını kabul edilmiş olsa da, gelecek dönemlerde ne olacağı konusundaki endişeler için daha fazla araştırmanın yapılması gerektiği düşünülmektedir. Bu araştırmaların incelemesi sonucunda elde edilen verilere göre vaka çalışmaları % 26, anket çalışmaları % 19, mülakatlar % 10 ve uygulama modelleri % 10 tercih edilme oranlarıyla araştırma yöntemi ve sonuçlar için en popüler yöntemler olarak tespit edilmiştir.

Erdem (2018), yapı sektöründe tasarım sürecinin kendinden sonraki süreçlere oldukça önemli bir etkisinin olduğunu savunmuş ve yapı kalitesini doğrudan etkilediğini belirtmiştir. Tasarım sürecinde yalın düşünceden ve öneminden bahsetmiş ve atıkların(zaman, malzeme, iş gücü) azaltılması için gerekliliğini anlatmıştır. Ayrıca 33 katılımcı ile anket çalışması ve 6 katılımcı ile mülakat yapmıştır. Bu çalışmaları yapı sektöründen aktif olarak YBM sistemini kullanan veya bu sistemin farkında olan katılımlarla yapmıştır. İTÜ Veri Toplama ve İstatistik Sistemi üzerinden yapılan bu anket çalışması sonucu katılımcıların hepsinin YBM sistemi yazılımlarından Reviti kullandıkları görülmüştür. Revit yazılımına ek olarak katılımcıların %75'i Autodesk Navisworks yazılımı da tercih etmiştir. Katılımcılar ayrıca YBM sisteminin en önemli üç yararını da model tabanlı metraj çıkarılabilmesi, çakışma analizleri ve işbirliği ve iletişim sonucu verimin artması olarak belirtmiştir.

Ademci (2018), literatür araştırması sonucu YBM sisteminin kullanımını engelleyen faktörlerin tespit edilmesinde genellikle anket çalışması yönteminden yararlanıldığını tespit etmiştir. Bu nedenle Türkiye'de YBM sisteminin benimsenip benimsenmemesini, bunların nedenlerini, uygulama alanlarını, kullanımını engelleyen faktörleri, bu sistemi kullanan ve kullanmayan kişilerle yaptığı bir anket çalışması ile incelemiştir. Anket çalışmasında farklı disiplinlerden 905 kişi yer almış ve Türkiye'de YBM sistemi kullanım oranını %20,26 ile düşük olarak belirlenmiştir, YBM sistemine geçişte en çok karşılaşılan zorluğun ise bu sistem için gerekli yatırım maliyeti (yazılım maliyeti, donanım maliyeti, teknolojik eğitim maliyeti) olduğunu belirtmiştir. Ayrıca YBM sistemi gelişim stratejilerinin ülkeden ülkeye değiştiğini belirterek 15 ülkenin YBM sistemi gelişim stratejilerini incelemiştir.

Inusah (2018), çalışmasında Türkiye'de YBM sisteminin inşaat projelerinde maliyet, teslimat süresi ve kalite kriterleri açısından başarılı olup olmadığını araştırmıştır ve bunun için YBM sistemini öncelikli olarak benimseyen ve uygulayan Türk inşaat firmaları ile bu

firmaların YBM sistemini kullanmadan önceki başarı durumlarının YBM sistemini kullandıktan sonraki yıllarda performanslarının maliyet, teslimat süreci ve kalite açısından nasıl geliştiğini incelemiştir. Ayrıca bir kısmı özel sektörden bir kısmı da akademik camiadan 8 katılımcı ile görüşme yöntemi ile veriler elde etmiş ve bu verileri analiz etmiştir. Bu görüşmelere göre yapı sektöründe çalışan katılımcıların büyük çoğunluğu 6-10 yıl arası deneyimlidir. Katılımcıların ayrıca YBM sistemine geçiş yapmalarına rağmen projelerin başlangıç aşamalarında geleneksel yöntemlerle tasarım yapabildikleri görülmüştür. Katılımcılar YBM sisteminin yeterince benimsenmemesinin üç önemli nedenini bir uygulama rehberinin olmayışı, insanların değişime direnmesi ve yeni bir sistem olduğu için faydalarını kavramanın zaman alması şeklinde belirtmişlerdir.

Yılmaz vd, (2016) çalışmalarında, bir üniversitenin tesis yönetiminden sorumlu birimi ve tesis yöneticileri tarafından, tesis yönetiminde hangi araç ve teknolojilerin kullanıldığını belirlemek için mülakat yöntemini kullanmışlardır. Yapı sektöründeki büyük inşaat firmaları tarafından kullanılan profesyonel araç ve teknolojilerden oldukça az bir kısmının çalışmanın yapıldığı üniversitede kullanıldığını tespit etmişlerdir. Bu durum tesis yönetiminde iş süreçlerinin yönetilmesi ile ilgili ciddi sorunlara ve bilginin kalitesiz olmasına yol açmaktadır.

Sarı (2017), Türkiye’de YBM sistemi olgunluğunu değerlendirmek için Türkiye’deki mimarlık, mühendislik ve inşaat firmalarından yedisi ile çalışmıştır. Bu çalışma sonucunda yapı sektörü için resmi YBM uygulama rehberi eksikliği olduğunu ortaya çıkarmıştır. Değerlendirme çalışması öncesi Sarı, Türkiye’deki mimarlık ve mühendislik firmaları arasında YBM sisteminin benimsenme seviyesini araştırmak için bir anket yapmaya çalışmıştır ancak yeterli katılım sağlanamadığı için anket bu çalışmada kullanılamamıştır.

YBM sisteminin en iyi şekilde uygulanması için eğitim en önemli yatırımdır. Alkawi, (2016) çalışmasında, mimarlık eğitiminde disiplinler arası çalışma yaklaşımlarının nasıl gerçekleştirilebileceğine dair önerilerde bulunmayı amaçlamıştır. Disiplinler arası öğrenme ve birlikte çalışılabilir ortamların öğrenme açısından mimarlık öğrencilerine çok faydalı olacağını açıklamıştır. Çalışmasında ‘Design Together’ yarışması katılımcılarına 2 ayrı anket çalışması yapmıştır. İlk anket yarışma öncesinde eğitim için İstanbul’da bulunan 56 katılımcıya yapılmıştır. İkinci anket ise yarışmada projesini teslim eden 6 ekipten 4 mimarlık, 11 inşaat mühendisliği, 1 makine mühendisliği öğrencisi olmak üzere 16 katılımcıya yapılmıştır. Her iki ankette de disiplinlerarası işbirliği süreci ve YBM sisteminin rolü üzerine sorular bulunmaktadır. Çalışmalar sonucunda mimarlık öğrencileri

için farklı disiplinlerden kişilerle çalışarak pratik ve bilgi kazanmasının önemini vurgulamıştır.

O'Connor vd. (2004) ABD ekonomisi için verimlilik kayıplarını belirlemek ve tahmin etmek için bir çalışma yürütmüştür. Röportajlar ve internet anketleri kullanılarak 70 firmadan 105 katılımcı ile çalışma yapılmıştır. Yetersiz seviyede birlikte çalışabilirliğin inşaat maliyetini arttırdığı üzerine durulmuştur. Birlikte çalışabilirlik paydaşların karşılıklı bilgi değişimine dayalı iletişimi olarak tanımlanmaktadır (Ofloğlu, 2014).

Becerik-Gerber ve Rice (2010) yaptıkları çalışmaya iki aşamalı bir projenin tüm aşamalarında bulunup süreci gözlemleyerek ve proje ekibi üyeleriyle görüşmeler yaparak başlamışlardır. Bu toplantı ve görüşmeler sonucunda veri toplamak için anket yönteminin en uygun yöntem olacağına karar verilmiştir. Yazarlar 424 kişinin katıldığı bir anket çalışması düzenlemişlerdir. 4 aşamadan oluşan bu ankette toplamda 22 soru vardır. İlk bölümde YBM sistemi kullanım kalıpları, firma türü, kullanılan YBM sistemi yazılımları; ikinci kısımda projeye özgü sorular; üçüncü ve dördüncü bölümlerde ise sırasıyla YBM sisteminin maliyetlerine ve faydalarına odaklanılmıştır. Ankete katılanların çoğunluğunu mimarlık ve mühendislik firmaları oluşturmaktadır ve katılımcılar %99 oranla ABD'nin 27 eyaletindedir. Bu anketin amaçlarından biri YBM kullanımının ekonomik etkisini incelemektir ve katılımcıların %55'i YBM sisteminin proje maliyetlerini düşürmede etkili olduğunu belirtmişlerdir. Anket sonuçlarına göre katılımcılar YBM sisteminin büyük projeler için daha uygun olduğunu belirtmişlerdir Ayrıca katılımcıların neredeyse üçte ikisinin YBM sistemini projelerinin %60'ından fazlasında kullandığı görülmüştür. Tesis yönetimi için ise YBM sistemini kullanan katılımcıların sadece %16 olduğu görülmüştür. Anket çalışmasında en çok kullanılan YBM sistemi yazılımı ise %41,6'lık bir oranla Revit olarak belirlenmiştir. Diğer bir yandan araştırmaya göre YBM sisteminin günümüzde sürdürülebilirlik açısından etkisi sınırlıdır ancak gelecek için umut vadetmektedir.

Khosrowshahi ve Arayıcı (2012) Finlandiya'da ve İngiltere'de YBM sistemi uygulamalarının durumunu incelemişlerdir. Finlandiya'da 8 yüz yüze görüşme ve İngiltere'de anket çalışması yapmaya karar vermişlerdir. Anket sonuçlarına göre katılımcıların %62'den fazlası YBM sistemini bina yaşam döngüsü için 3D modelleme, analiz ve dokümantasyon olarak tanımlamıştır. Katılımcılar ayrıca YBM sisteminin gelişmesinin önündeki en önemli üç engeli de YBM sistemi konusundaki bilgisizlik, personel yetiştirmekte istekli olmayan işveren ve YBM sistemine geçiş maliyeti olarak belirtmişlerdir. Aynı anket sonucu katılımcıların en çok kullandığı YBM sistemi yazılımını

Revit olarak belirlemiştir. Reviti takip eden yazılım ise ArchiCAD'tir. Aksanova vd. (2018) de YBM sisteminin tarihsel gelişim süresi haritasını oluşturmuş ve Finlandiya'da yaptığı 20 yüz yüze görüşme sonucu YBM sisteminin verimlilikte artışı sağladığını belirtmiştir.

Sürdürülebilirlik açısından yeni bir kapı aralayan YBM sistemi sunduğu simülasyonlar sayesinde enerji israfından kaçınılmasını sağlamaktadır. Mohammed (2019) bina yaşam döngüsü boyunca sürdürülebilirliği sağlama stratejileri aracılığıyla, sürdürülebilirlik geliştirme araçları inceleyerek analiz etmiştir. Akkaya (2012) çalışmasıyla projenin henüz tasarım aşamasında beton zayıflığının minimum olmasının sağlanması, kalite düşmeden yapı maliyetini düşürmeyi ve inşaat sürecinde beton atık miktarını azaltarak sürdürülebilirliğe katkıda bulunmayı amaçlamıştır. Beton atığı analizi için YBM sistemi yazılımı olan Allplan programını tercih etmiştir. Heigermoser vd. (2019) ise çalışmalarında son planlayıcı sistemi (LPS) tanıtmışlardır. Bu sistem inşaat atığını azaltmayı amaçlamakta ve bu sayede YBM sisteminin daha bilinçli kullanılmasının sağlanması hedeflenmektedir.

YBM sisteminin sürdürülebilirlik açısından ne seviyede olduğunu belirlemek için Santos vd. (2019) 2008 ve 2017 yılları arasında yayınlanan 317 dergi makalesi inceleyerek informetrik analiz yapmışlardır. Sürdürülebilirlik ile ilgili çalışmaların son 5 yılda artış gösterdiğini belirlemişlerdir.

Muratoğlu (2015), geleneksel sistemin ve YBM sisteminin kullanıldığı projelerde tasarım aşamasından kaynaklanan ve yapım aşamalarını etkileyen uyuşmazlıklar üzerinde YBM sistemi kullanımının etkisinin olup olmadığını, var ise hangi uyuşmazlıklar üzerine nasıl bir etkisi olduğunu araştırmıştır. Geniş çaplı bir literatür araştırması ardından YBM sistemi kullanılan projelerde öncelikle anket çalışması yapılması düşünülmüştür. Ancak çalışmanın yapıldığı dönemde Türkiye'de anket çalışması için yeterli sayıda YBM kullanılan projeye ulaşılamamıştır. Bu nedenle incelenen projelerde vaka etüdü çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu etütler sonucu tasarım aşamasının geleneksel sisteme göre daha uzun sürdüğü ancak daha birikimli ilerlediği belirtilmiştir.

Yeni bir teknoloji olan YBM sistemine geçiş süreci ve uyum da oldukça önemli ve zaman alan bir süreçtir. Geleneksel sistemleri terk ederek yeni bir sisteme geçecek olmak bazı süreç problemlerine ve soru işaretlerine neden olabilir. Yapı teknolojisine birçok kolaylık getirdiği bilinen YBM sistemine geçişin en az sorunla olabilmesi için bazı araştırmalar yapılmıştır. Özcan (2010) çalışmasında, YBM sistemin geçişte tasarım aşamasında karşılaşılan problemleri incelemiştir. Geleneksel sistemden YBM sistemine

geçiş süreçlerini anlatmış ve YBM sistemini destekleyen yazılımlardan bahsetmiştir. Önde gelen YBM sistemi yazılımları Autodesk Revit Architecture, Graphisoft ArchiCAD, Nemetschek Allplan tanıtılmış ve YBM sisteminin kullanıldığı bir örnek ile tasarım süreci, uygulama süreci ve proje yönetimi hakkında bilgiler verilmiştir. Çalışmasında ayrıca, YBM sistemlerinin tasarım konusunda kullanıcılara sunduklarına dair bir sorgulama yaparak bu yazılımların geliştirilmesi için eksiklikleri tespit etmek amacıyla bir anket çalışması düzenlemiştir. İstanbul Teknik Üniversitesi'nde 2009-2010 güz yarısında yüksek lisans dersi olarak Autodesk Revit Architecture 2010 eğitimi verilmiş ve bu eğitimi alan öğrencilere YBM sisteminin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanan anket çalışması yapılmıştır. Katılımcıların %85'i YBM sistemi yazılımlarını geleneksel yöntemlere göre daha başarılı bulmuştur, %75'i ise YBM sistemini geleneksel yöntemlerden daha hızlı bulmuştur. Ayrıca katılımcıların %90'ı da YBM sistemini geleneksel sistemlerden daha verimli bulduğunu belirtmiştir. Sonuç olarak YBM sisteminin genel mantığının katılımcılar tarafından benimsenebildiğini görmek olasıdır. Ancak YBM sistemine geçiş için gerekli olan uyum süreci ve yeni yazılımlardan kaynaklanan farklı arayüz, bu süreçte ilk aşamada karşılaşılan zorluklar olarak görülmektedir.

YBM sistemi çok disiplinli yapısı ile oldukça geniş bir ağa sahiptir. Karmaşa olmaması için iyi organize edilmiş bir çalışma tabanı oluşturmak gereklidir. Bu ihtiyaç YBM sistemi için uygulama planlarının oluşturulmasını sağlamıştır. Bahadur (2018) YBM sistemi uygulama planları üzerine bir çalışma yapmıştır. MIT, Harvard University, Princeton University, Penn State University gibi üniversitelerce hazırlanmış planlar; Amerika Birleşik Devletleri Ordusu Mühendisleri Birliği (USACE), Singapur Ulusal Kalkınma Bakanlığı (Singapur BCA), Yeni Zelanda İşletme, İnovasyon ve İstihdam Bakanlığı (NZBAC) gibi kurumların kendi ülkeleri için kurdukları çalışma birimlerince hazırlanmış devlet destekli planlar; Birleşik Krallık Mimarlık Mühendislik Yapı Endüstrisi Komitesi (AECUK) Yapı Proje Komitesi (CPIc) gibi komitelerce tanımlanmış YBM sistemi uygulama planlarını inceleyerek karşılaştırmıştır. Ayrıca YBM sistemi yazılımı Revit ile oluşturulmuş bir projeyi YBM uygulama planı açısından inceleyerek proje üretiminde görevli kişilere anket çalışması yapmıştır. Ankete katılanlar YBM sistemi yazılımı ile proje dokümanlarını daha hızlı hazırladıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca katılımcılar yazılımı öğrenmek için çaba sarf etmek gerektiğini ifade etmişlerdir.

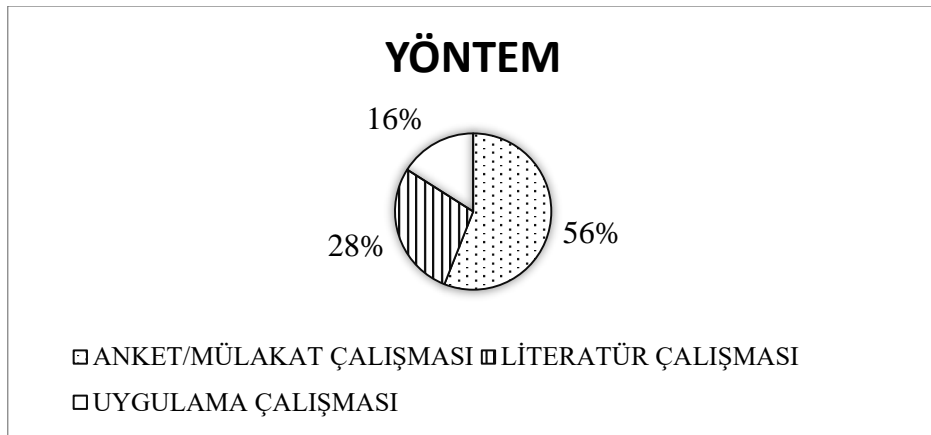
YBM sistemi belirli standartlar ile doğru bir şekilde ilerleyen bir proje sürecini sağlamaktadır. Ancak yüklenicinin, bilgilerini herkese açma yönünde güvenlikle ilgili

şüpheleri vardır. Guo vd. (2019) yaptıkları anket çalışması sonucu YBM sisteminin şeffaf olması nedeniyle yüklenicilerin çıkarlarının zedelendiğini tespit etmişlerdir. Bu şeffaflık sayesinde etik dışı uygulamaların önüne geçilebilmektedir. Ancak yükleniciler paylaşılan bilgilerin rekabet ortamına etkisi nedeniyle YBM sistemini tercih etmemektedirler.

Yeni bina oluşturmanın yanı sıra bina yenilemesinde de YBM sisteminden yararlanılmaktadır. Ding vd. (2019) çalışmalarında Çin'in Hainan kentinde bir yenileme projesi için vaka çalışması yapmışlardır. 3D lazer tarayıcılarla elde edilen veriler modelleme için kullanılmıştır. Model inşaat sırasında ihtiyaç duyulan tüm bilgileri içermektedir. 10 ay süren çalışma sonucu proje yönetimin maliyetinde %40'tan fazla tasarruf edildiği görülmüştür. Amorusa vd. (2018) de Güney Kore'de örnek bir dairenin YBM sistemi ile sanal olarak yeniden üretilerek enerji tüketimi ve konfor durumunu analiz etmek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Yenilenmeden sonra binanın ısıtma yükünde %57, soğutma yükünderse %11 azalma tespit edilmiştir. Bu çalışma sonucu yaşlı apartman dairelerinin yenilenmesi için temel koşullar ve kriterler belirlemek hedeflenmiştir.

Okakpu vd. (2019) çalışmalarında Yeni Zellanda'daki yenileme projesi paydaşları arasında YBM sisteminin benimsenmesini sağlayan temel çevresel faktörleri incelemişlerdir. 105 Yeni Zellandalı inşaat profesyonelinin çevrimiçi ankete verdiği cevaplarla yapısal eşitlik modellemesi analizi yapılmıştır. Politika başka olmak üzere müşteri beklentisinin de YBM sisteminin benimsenmesinde etkili olduğu görülmüştür.

Literatür araştırması sonucu çalışmalarda kullanılan yöntemlerin yüzdeler dağılımı Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Çalışma yöntemlerinin yüzdeler dağılımı

Literatür araştırması sonucu Şekil 2’de belirtildiği gibi %56 anket/mülakat çalışması, %28 literatür çalışması ve %16 uygulama çalışması yapıldığı görülmüştür. İncelenen çalışmalar, ülke, yıl, disiplin, çalışma başlığı ve yöntem olarak karşılaştırılabilir şekilde tablollaştırılarak Ek 3’te verilmiştir. hazırlanan bu tabloya göre en çok 2018 ve 2019 yıllarında yapılan çalışmalar incelenmiştir ve en çok mimarlık disiplininden ve Türkiye’den araştırmalara yer verilmiştir. İnceleme sonucu anket/mülakat çalışmasının en yaygın olduğu ve uygulama çalışmalarında eksiklik olduğu görülmüştür.

1.3.Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

YBM sistemi dünyanın pek çok ülkesinde yıllardır kullanılmasına rağmen ülkemizde yeni yaygınlaşan bir sistemdir. Teknolojik gelişmelere paralel olarak sürekli gelişmekte olan bu sistem bir çok yeni arayışa zemin hazırlamış ve pratik çözümler üretilmesine imkan sağlamıştır. Bu nedenle zamanında serbest el çizimlerinin yerini alan bilgisayar destekli çizimler şu anda yerini YBM sistemi ile uyumlu çalışan yazılımlarla üretilen çizimlere bırakmıştır (Şekil 3). Ancak araştırmalar sonucu ülkemizde YBM sistemi kullanımının durumu ile ilgili ve hangi yazılımın en çok tercih edildiği ile ilgili bilgilerin yeterli olmadığı görülmüştür.



Şekil 3. Çizim teknolojileri gelişim aşamaları (URL-3).

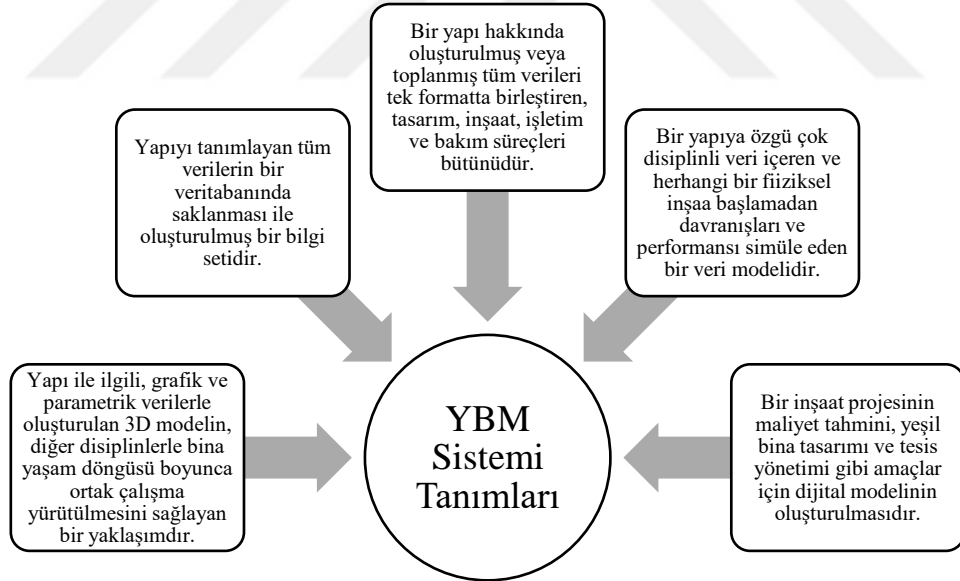
Bu çalışmada bu bağlamda YBM sisteminin Türkiye piyasasındaki gelişmişliğini, kullanılabilirliğini ve eksikliğini tespit edebilmek ve ülke olarak ne aşamada olduğumuzu görebilmek hedeflenmiştir. Türkiye’de YBM sistemini kullandığı bilinen 60 mimarlık ve mühendislik firmasına, hazırlanan 20 soruluk çevrimiçi anket çalışması e-posta yoluyla iletilerek gelen cevaplar doğrultusunda mevcut durum analizi yapılmıştır.

Bu çalışmada ayrıca Trabzon ilinde daha önceden geleneksel sistemlerle çizilen ve uygulanan bir konut projesinin bir katı Revit yazılımı ile tekrar üretilerek bu yazılımın bize neler sunduğu incelenip kullanıcılara yol göstermesi hedeflenmiştir.

1.4.Yapı Bilgi Modellemesi (YBM)

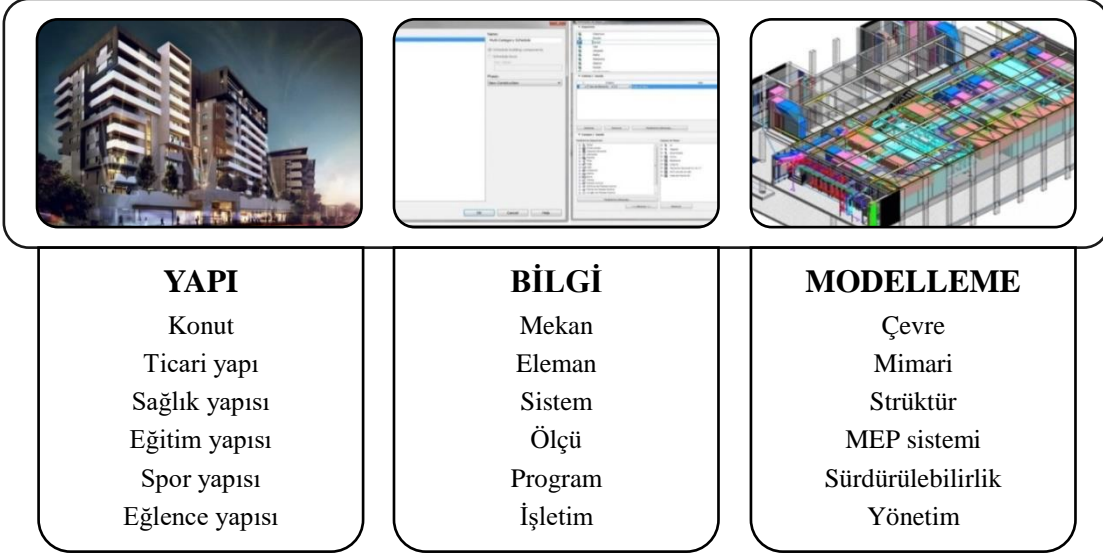
Yapı bilgi modellemesi tüm disiplinlerin bir bulut altında ve sanal bir model üzerinde koordineli bir şekilde, nesne tabanlı yapı bileşenleri ile çalışmasına imkan sağlayan bir sistemdir. Bu sistem koordinasyonun, güçlü iletişimin olmasıyla ve model üzerinden gerçekleştirilebilecek analiz ve simülasyonlar sayesinde inşaat sırasında oluşabilecek hataları önceden düzelterek ek maliyetin çıkmadığı doğru projeler üretmeye yardımcı olmayı amaçlamaktadır.

YBM sistemi ile ilgili birçok farklı tanım mevcuttur. Şekil 4'te YBM sisteminin tanımları şemalaştırılmıştır.



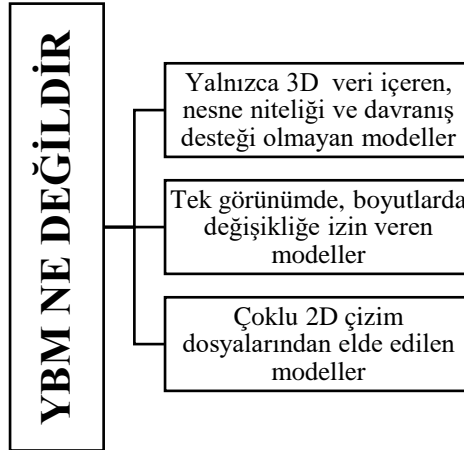
Şekil 4. YBM Sisteminin Tanımları (Ofluoğlu, 2014, Özge, 2009, O'Connor vd., 2004, Carmona ve Irwin, 2007, Özorhon ve Karahan., 2016).

YBM sisteminin terimsel açılımı Şekil 5'te belirtilmiştir.



Şekil 5. YBM Sisteminin Terimsel Açılımı (URL-4, URL-5, Azhar vd., 2012).

Yapı bilgi modellemesi sistemi yeni ve gelişmekte olan bir alan olduğu için konuya hakim olmayan pek çok kişi YBM sistemini farklı bir yazılımla, modelle veya uygulama ile karıştırmaktadır. Şekil 6’da YBM sistemi ile ilgili yanlış bilinen bazı tanımlar, modeller ve uygulamalar verilmiştir.



Şekil 6. YBM sistemi ile ilgili yanlış bilinenler (Eastman vd., 2011).

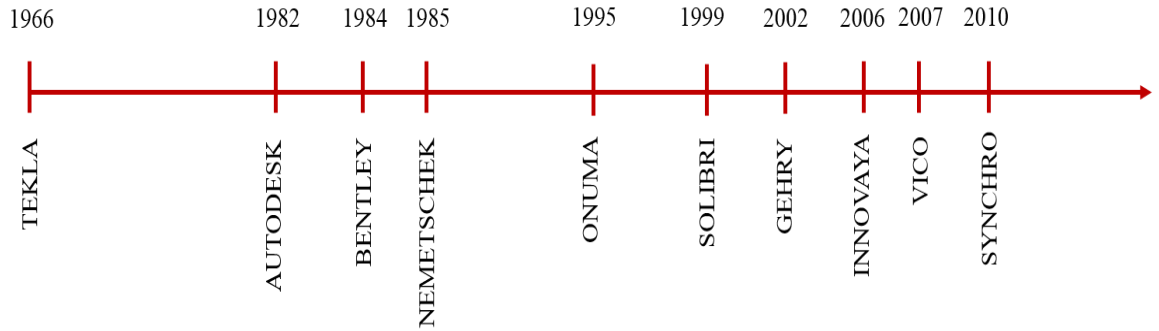
YBM sisteminin en belirgin yönü proje paydaşlarının birbiri ile kolay iletişim kurabilmeleri ve ortak çalışma yürütebilmeleri için kullandıkları sanal ağıdır. Bu ağ

sayesine çalışmalar birbiri ile ilişkilidir ve Şekil 6'da tanımları belirtilen modellerde bu sistem mümkün değildir.

1.4.1.YBM Sisteminin Gelişim Süreci

Günümüze kadar mimari, statik, mekanik ve elektrik projelerinin iki boyutlu olarak çizildiği bilgisayar destekli tasarım yazılımlarında yaşanan bir takım yetersizlikler YBM sistemlerinin ortaya çıkışını hızlandırmıştır. BDT yazılımları, önemli katkılarına rağmen yerine geçtikleri el çizimlerinde kullanılan çizim araçlarına benzer süreçlerle iki boyutlu proje çizimlerinin üretilmesine imkan tanımaya devam etmişlerdir. İki boyutlu çizimler içerisinde yer alan plan, kesit ve görünüşler bu yazılımlarla birbirlerinden bağımsız meydana getirildikleri için özellikle büyük metrajlı projelerde tüm proje belgelerini kapsayan tutarlı revizyonlar yapmak oldukça zordu. Her bir proje belgesinin tek tek elden geçirilmesi gerekmekteydi (Ofluoğlu, 2014).

Yazılım firmaları yapı sektöründe oluşan koordinasyon eksikliğinden ve bilgi kaybından doğan verimsiz çalışmanın önüne geçebilmek için yıllar önce çalışmalara başlamışlardır. En popüler yazılım firmalarının kuruluş yılları Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7. Popüler yazılım firmalarının kuruluş yılları (Kalfa, 2016).

YBM sisteminin doğuşundan günümüze kadar piyasaya sürülen en popüler YBM sistemi yazılımları Tablo 2'de belirtilmiştir.

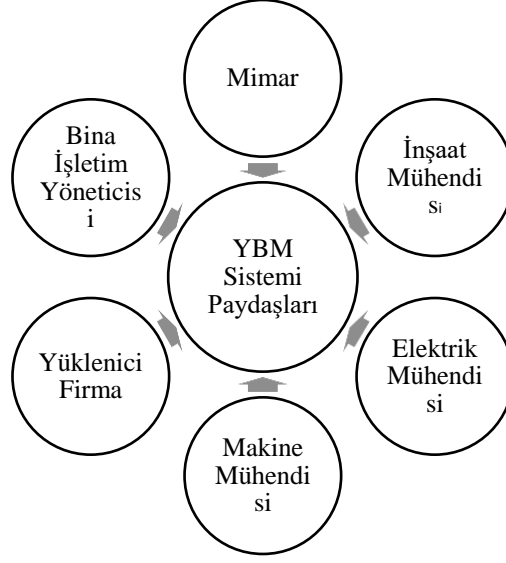
Tablo 2. Popüler YBM sistemi yazılımları süreçleri (URL-6)

YIL	YAZILIM
1957	Pronto,ilk ticari bilgisayar destekli tasarım yazılımı (CAM)
1963	Sketchpad,grafiksel kullanıcı arayüzü ile CAD yazılımı
1985	Vektorworks
1987	Graphisoft, ArchiCAD
1997	Graphisoft, ArchiCAD's Teamwork
2000	Autodesk, Revit (2002'de Autodesk tarafından satın alındı)
2001	Navisworks (2007'de Autodesk tarafından satın alındı)

1.4.2.IFC (Industry Foundation Classes) Formatı

Disiplinler arası koordinasyonun etkili bir şekilde gerçekleşmemesinden kaynaklanan ekstra maliyetleri azaltmak ve geleneksel sistem yazılımları ile ilgili eksiklikleri göz önüne alarak yapı ve yazılım sektörünün önde gelen firmaları 1994 yılında şimdiki adı BuildingSmart olan Uluslararası Birlikte Çalışabilirlik Kurumu'nu (Industry Alliance for Interoperability-IAI) kurmuşlar ve 1997'de Industry Foundation Classes (IFC) adıyla yeni bir veri standardı oluşturmuşlardır. Nesne tabanlı bir standart olan IFC herhangi bir yazılımdan bağımsız oluşturulmuş bir veri modeline sahip olacak şekilde kurgulanmıştır (Ofloğlu, 2014).

Günümüzde YBM sistemi yazılımları IFC standardını destekleseler de birlikte çalışabilirlik için farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler, yazılım ailesi grupları (örneğin Revit Architecture/Structure/MEP) ile diğer paydaşlar arası veri değişimini sağlamak, yazılımın kendi bünyesinde veya yazılıma eklenti olarak (örneğin Graphisoft Energy Evaluation, Construction Simulation) çalışmak ve farklı yazılımlardan gelen bilgiyi dönüştürmeden bir araya getirmek (örneğin Autodesk Navisworks, Solibri Model Checker) şeklindedir (Ofloğlu, 2014). IFC formatını kullanabilen YBM sistemi paydaşları Şekil 8'de belirtilmiştir.



Şekil 8. YBM sistemi paydaşları (Kalfa, 2016, Eastman vd., 2011).

1.4.3.YBM Sistemi Seviyeleri

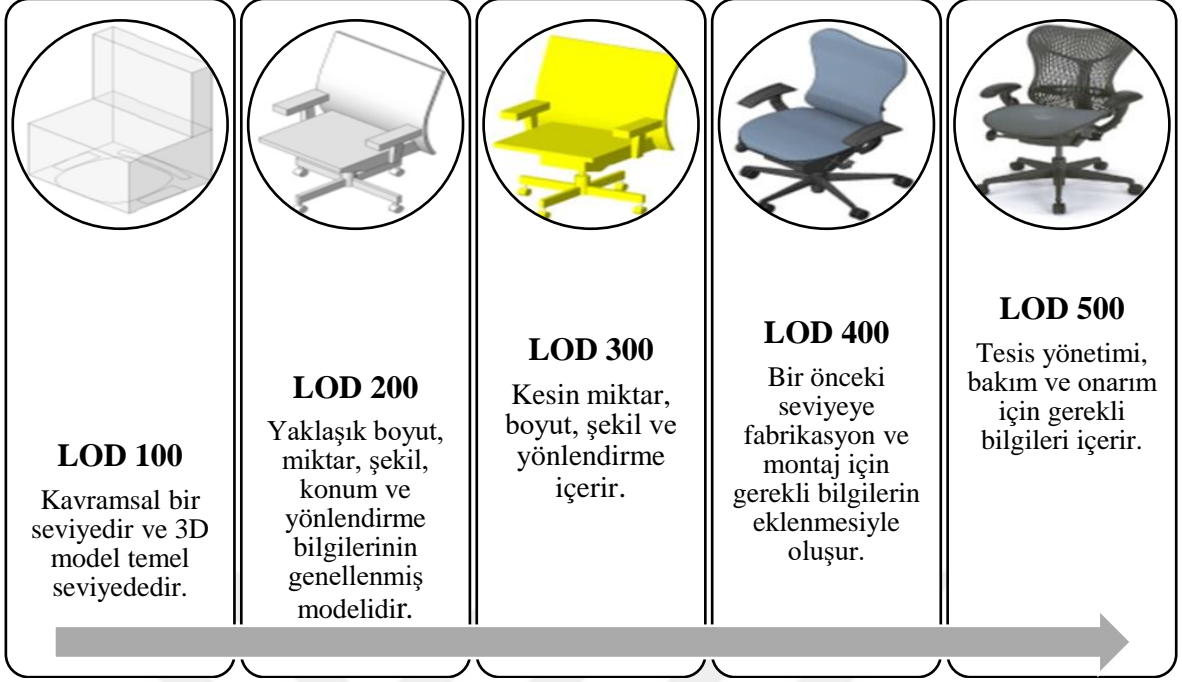
YBM sistemi seviyeleri içerdikleri bilgi seviyeleri ve türleri bakımından üç gruba ayrılabilir. Bunlar;

- 1.Gelişim Seviyeleri (Level Of Development-LOD)
- 2.Olgunluk Seviyeleri
- 3.Uygulama Seviyeleri şeklindedir.

1.4.3.1.YBM Sistemi Gelişim Seviyeleri (LOD)

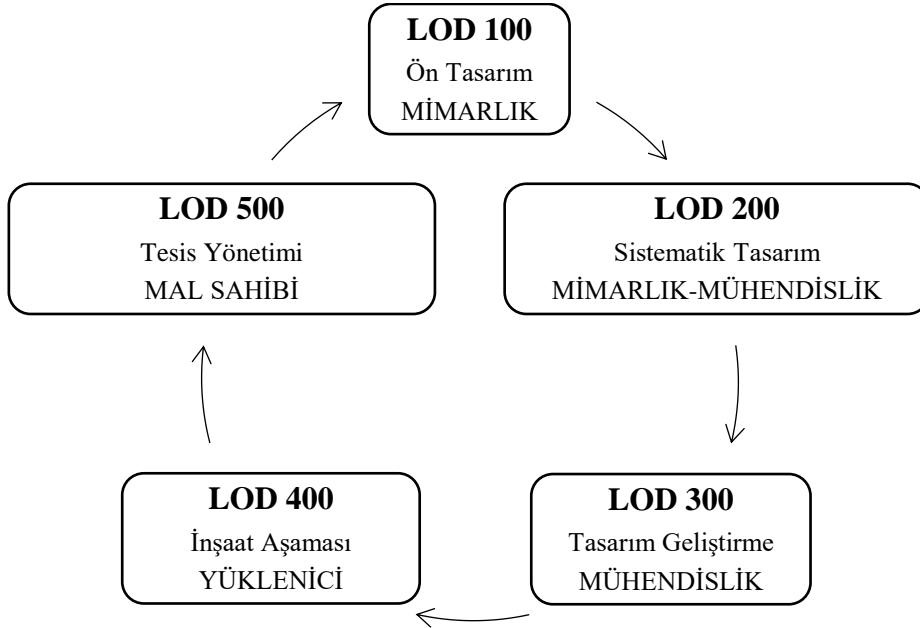
LOD çerçevesi YBM sistemi içerisindeki çeşitli sistemlerin gelişim durumlarını anlatmak için bir standart sağlar. Bu standart YBM sistemi ürünlerinin detaylı bir şekilde tanımlanmasını kolaylaştırarak iletişim ve uygulamada tutarlılık sağlamaktadır(Özorhon, 2018).

American Insitute of Architects (AIA) Belge E202-2008 YBM sistemi protokolünde gelişim seviyeleri 5 aşama olarak tanımlanmıştır. Her takip eden seviye takip ettiği seviyenin tüm özelliklerini taşımaktadır. AIA'ya göre LOD tanımları Şekil 9'da belirtilmiştir (AIA, 2008).



Şekil 9. AIA'ya göre LOD tanımları(AIA, 2008, URL-7).

Her LOD seviyesi bir önceki seviyeyi kapsadığı gibi disiplinler arası çalışmada da seviye arttıkça proje paydaşlarının sayısı artmaktadır. Hangi LOD seviyesinde hangi disiplinin yer aldığı Şekil 10'da verilmektedir.



Şekil 10. LOD seviyeleri ve paydaşlarla ilişkisi (URL-8).

1.4.3.2.YBM Sistemi Olgunluk Seviyeleri

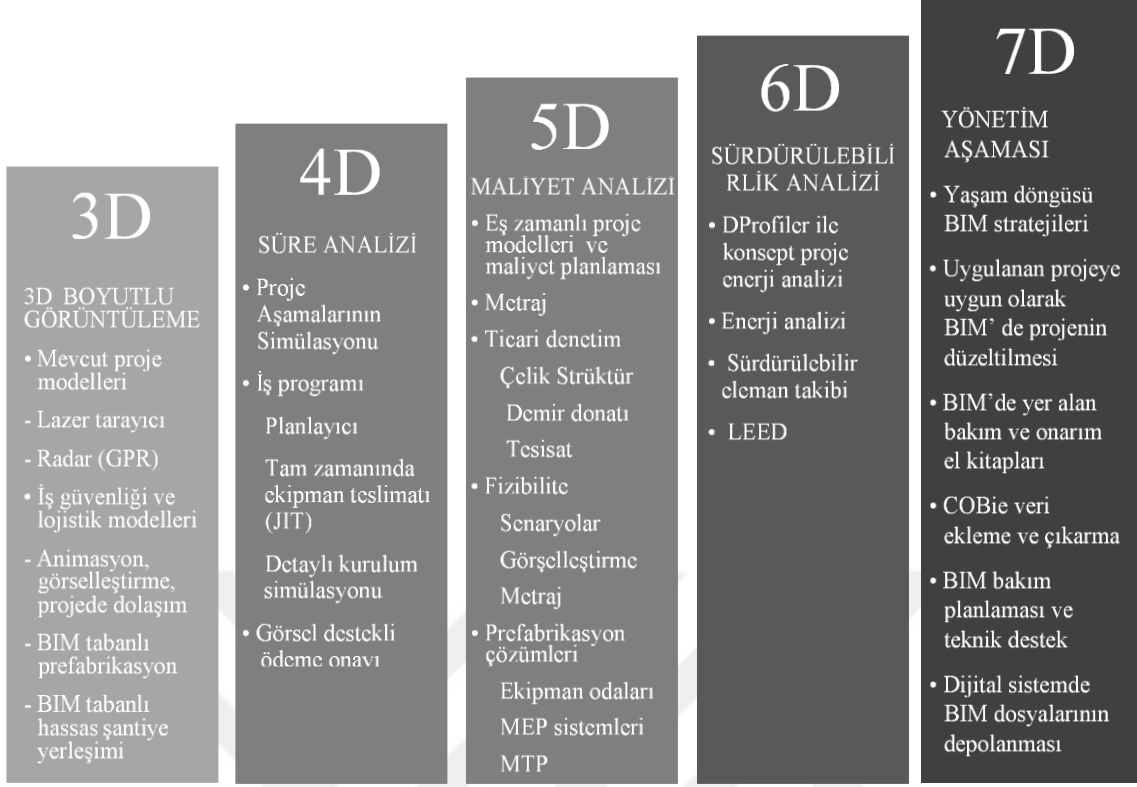
YBM sistemi olgunluk seviyeleri 0 ile 3 arasında sınıflandırılmaktadır. Bu işlemin amacı, kullanılacak işlemlerin, araçların ve tekniklerin kısa tanımlarını yaparak kolay anlaşılmasını sağlamak ve doğru teknikte ve sistematikte çalışma alanı oluşturmaktır (BIM Industry Working Group, 2011).Bu olgunluk seviyeleri Tablo 3'te açıklanmaktadır.

Tablo 3. YBM sistemi olgunluk seviyeleri (Khosrowshahi ve Arayıcı, 2012).

YBM SİSTEMİ OLGUNLUK SEVİYELERİ	
SEVİYE 0	<ul style="list-style-type: none"> - YBM sistemi öncesi geleneksel sistemlerle yapılan inşaat uygulamalarını ifade eder. - Bu seviyede proje bilgileri kağıt üzerinde çizimler veya yazılı belgeler olarak saklanmaktadır. - Bu bilgilerin saklanması ve korunması zordur. - Bu durum kötü bilgi yönetimine ve yanlış anlaşılmalardan doğan işlevsel verimsizliklere neden olur.
SEVİYE 1	<ul style="list-style-type: none"> - 2D'den 3D'ye geçişi yani nesne tabanlı modellemeyi ve dökümantasyonu ifade eder. - YBM modeli neyi ifade ettiği belli olmayan çizgilerden değil gerçek mimari elemanlardan oluşur. - Bu seviyede YBM modeli çok disiplinli değildir. - Geleneksel sistem çizimleri terk edilmemiştir.
SEVİYE 2	<ul style="list-style-type: none"> - Bu seviye modellemeden işbirliğine ve birlikte çalışabilirliğe doğru ilerlemeyi ifade etmektedir. - Proje paydaşları arasında işbirliği vardır. - Paydaşlar arası veri paylaşımı mevcuttur.
SEVİYE 3	<ul style="list-style-type: none"> - Bu seviye proje yaşam döngüsü sürecini kapsar. - YBM sisteminin esas amacını yansıtır.

1.4.3.3.YBM Sistemi Uygulama Seviyeleri

Genel olarak uygulama seviyeleri oluşturulan 3D model üzerinden alınan verileri ifade etmektedir. Her seviye bir önceki seviyedeki verilere eklenerek ilerler. Uygulama seviyeleri Şekil 11'de ifade edilmektedir.



Şekil 11. YBM sistemi uygulama seviyeleri (URL-9, URL-10)

1.4.4.YBM Sisteminin Kullanım Alanları

YBM sistemi tasarım sürecinden bina işletimine kadar binanın tüm varlık döngüsü içinde kullanılabilir. Bu kullanımlar ve aktörleri Tablo 4'te belirtildiği gibi 4 başlıkta toplanabilir (Ofloğlu, 2009).

Tablo 4. YBM sisteminin kullanım alanları ve aktörleri (Ofloğlu, 2009).

KULLANIM ALANLARI	AKTÖRLER
Tasarım Sürecinde Kullanım	Mimar
Yapısal/Çevresel Analizlerde Kullanım	Mimar ve Mühendisler
Bina Yapım Sürecinde Kullanım	Yüklenici
Bina İşletiminde Kullanım	Yönetici

1.4.4.1.Tasarım Sürecinde Kullanım

Tasarım süreci mimarın en fazla rol aldığı evredir. Mimar aldığı tasarım kararlarını sanal bir model üzerinden görerek hem kendisi hem de diğer proje paydaşları için bu tasarım kararlarının uygunluğunu denetler (Oflluođlu, 2009).

Tasarım sürecinde yapılan hatalar erken tespit edilemediği takdirde inşaat aşamasına geçildiğinde büyük sorunlara yol açmaktadır. Özellikle maliyet alanında yapılan yanlış hesaplamalar inşaat firmalarını büyük ekonomik zarara uğratmaktadırlar. Maliyetin yanı sıra yanlış tasarım kararları sonucu bina kullanıcılarının konforunu etkileyecek sorunlar da ortaya çıkmaktadır. Bu hataları önceden görebilmek ve önlemler alabilmek için YBM sisteminin kullanımı önem taşımaktadır. YBM sisteminin kullanıcıya sunduğu 3D model ve bu model üzerinden elde edilen veriler tasarım kararlarında hataları en aza indirmektedir.

1.4.4.2.Yapısal/Çevresel Analizlerde Kullanım

YBM sistemi yazılımlarının sunmuş olduğu en önemli avantajlardan birisi geometrik verilere ek olarak parametrik değerleri de bünyesinde bulundurmasıdır. IFC gibi ortak bir veri standardını kullanan proje bilgisine farklı yazılımlar tarafından ulaşılabilmektedir ve üzerinde işlem yapılarak yapı formu ve malzeme seçimi ile ilgili kararlar denetlenip gerekirse üzerinde değişiklik yapılmasını sağlamaktadır. Proje uygulanmadan elde edilen bu tür veriler hem bina yapımı hem de maliyet ve zaman açısından önemli faydalar sağlamaktadır(Oflluođlu, 2009).

YBM sistemine uyumlu yazılımlarla yapılan bu analizler; yapısal analiz, enerji analizi, ışık analizi ve akustik analizdir.

1.4.4.3.Bina Yapım Sürecinde Kullanım

Bu aşamada YBM sistemi proje katılımcıları arasında kolay iletişime imkan sağlaması, ek maliyeti azaltması, güvenlik ile ilgili kararların alınması, makine ve teçhizatın geliş gidişiyle ilgili plan yapılabilmesi açısından önemli katkıda bulunmaktadır.

Tüm bu etkenlerin düzenli bir şekilde sağlanması proje ile ilgili planlanan iş takviminin doğru bir şekilde gerçekleşmesini sağlayacaktır.

İş takviminin düzgün ilerlemesi açısından iletişim çok önemlidir. YBM sisteminde aynı projede çalışan paydaşların birbiri ile bilgi paylaşması hem kendileri hem de projenin ilerleyişi açısından önemli görülmektedir.

İyi iletişim sonucu birbiri ile sorunlu olabilecek elemanlar önceden görülebilir ve önlemleri alınabilir. YBM sistemi ile hazırlanan proje ne kadar detaylı hazırlanırsa bu gibi sorunların çözümleri de o derece kolay olacaktır (Ofloğlu, 2009).

YBM sistemi sayesinde kalite ve verim artışı olmaktadır. Kontrol edilebilir olması nedeniyle de güvenilir inşaat süreçleri oluşmaktadır (Dave vd., 2013).

1.4.4.4.Bina İşletiminde Kullanım

Yapı sahipleri ve yükleniciler yapı ile ilgili operasyonlarda ve bakım işlemlerinde YBM sistemlerinden yararlanabilmektedirler. Yapıya ileride ihtiyaca göre yapılabilecek ekler ve müdahalelerde veri tabanında saklanmakta olan bilgilerden faydalanılabilmektedir. Taşıyıcı ve kaplayıcı malzemenin geçtiği yerleri bilmek, mekanik ve elektrik tesisat ile ilgili müdahalelerde bulunurken bu tesisatların geçtikleri yerleri belirlemek açısından 3D modelden faydalanılmaktadır (Ofloğlu, 2009). Ayrıca 3D modelden acil tahliye durumlarından yararlanılmaktadır. Bina işletimi sırasında yapılan değişikliklerin modele işlenmesi ile bilginin güncel kalması sağlanacaktır (Dave vd., 2013).

1.4.5.YBM Sistemlerinin Geleneksel Sistemler ile Karşılaştırılması

Tasarım aşamasında 2D tabanlı iletişim ile ilgili karşılaşılan en yaygın sorunlardan biri, maliyet tahminleri, enerji kullanımı analizi, yapısal detaylarla ilgili bilgileri üretmek için gereken zamanın önemi ve masraftır. Bu analizler geleneksel sistemlerde tasarım son halini aldıktan sonra yapılmaktadır. Bu aşamadan sonra tasarım üzerinde önemli değişiklik yapmak özgün tasarımdan ödün vermeyle sonuçlanmaktadır. Bu nedenle YBM sistemi sadece proje çizimlerinin ve görselleştirmelerin oluşturulma şeklini değiştirmez, aynı zamanda tüm kilit süreçleri değiştirebilmektedir (Eastman vd., 2011).

YBM sistemi, elle ya da bilgisayar yardımıyla yapılan 2D çizim yöntemlerinden; bina yapım sırasında meydana gelebilecek uyuşmazlıkların önlenmesi, proje çizimlerini gerçeğe en yakın haliyle, zamanında tamamlamaya ve yapım ile ilgili belgeleri en hızlı ve doğru şekilde hazırlamaya olanak sağlaması, herhangi bir belgede yapılan değişiklikleri ilişkili diğer belgelere anında yansıtabilmesi ve tüm proje paydaşlarına aynı 3D model üzerinde eşzamanlı çalışabilme imkanı sağlamasıyla ayrılmaktadır (Yaman ve İlhan, 2010).

YBM sistemi, bir yapıyı kimliksiz çizgilerle ifade ederek tasarımcının ya da kullanıcının hayal gücüne bağlı bilgiler veren geleneksel sistemlerden farklı olarak yapıyı gerçek yapı elemanlarıyla ifade ederek, tasarımcı veya kullanıcının hayal gücünün gerçeğe uygun ve her paydaşın anlayabileceği bir 3D modelini verir (Akkaya, 2012). Bu farklılıklardan doğan YBM sisteminin geleneksel sistemler ile karşılaştırması Tablo 5'te verilmektedir.

Tablo 5. YBM sisteminin geleneksel sistemlerle karşılaştırılması

YBM SİSTEMLERİ	GELENEKSEL SİSTEMLER
3 boyutlu model, planlar, kesitler, görünüşler aynı anda üretilir.	2 boyutlu plan çizimleri, kesitler, görünüşler, detay çizimleri ve 3 boyutlu görselleştirme ayrı ayrı yapılır.
Zaman tasarrufu sağlar.	Çizim tekrarı gerektirdiği için zaman kaybı yaşanır.
Diğer disiplinlerle ortak bir platformda çalışabilir	Her disiplin birbirinden bağımsız çalışmasını sürdürür.
Yapı modeli oluşturulurken metraj listeleri kendiliğinden oluşur.	Metraj listeleri ayrıca yapılır.
YBM sisteminde her eleman gerçek bir yapı elemanının özellikleri taşır ve bunu bilir.	Veriler çizgilerden ibarettir. Her eleman bir çizgidir.
Revizyon sırasında yapılan değişiklikler diğer çizimlerde de otomatik olarak kendini yeniler.	Herhangi bir çizimde yapılan revizyon için kesit görünüş vb çizimlerin hepsi tekrar elden geçirilir.
İletişimden kaynaklanan bilgi eksikliği yoktur.	İletişimden kaynaklanan bilgi kayıpları olabilir

1.4.6.YBM Sistemi Yazılımları

YBM sisteminin ortaya çıkışı ile günümüze kadar pek çok firma YBM sistemleri ile uyumlu çok sayıda yazılım geliştirmiştir. Doğru ve güvenilir yazılım seçimi projenin başarısında oldukça önemlidir. YBM sisteminin hangi işlevinden faydalanmak isteniyorsa

ona yönelik bir yazılım seçimi yapılmalıdır (Özorhon, 2018). Ayrıca birlikte çalışabilirlik açısından paydaşların birbiri ile uyumlu yazılımlar kullanmaları önemlidir. Tablo 6'da YBM sistemi ile uyumlu çalışan ve yaygın olarak kullanılan yazılımlar listelenmektedir.

Tablo 6. YBM sistemi ile uyumlu çalışan ve yaygın kullanılan yazılımlar (Kalfa, 2016, Özorhon, 2018, Logothetis vd., 2015)

DİSİPLİN	FİRMA	YAZILIM
MİMARİ	Autodesk	Revit Architecture
	Graphisoft	ArchiCAD
	Bentley Systems	Bentley Architecture
	Nemetschek	Allplan Architecture, Vectorworks Architect
	CADSoft	Envisioneer
	Gehry Technologies	Dijital Project Designer
	Virtual Build Technologies	RhinoBIM
	Softtech	Spirit
	IntelliCAD	IDEA Architectural Design
YAPISAL	Autodesk	Revit Structure, Robot Structural analysis
	Bentley Systems	RAM-STAAD-ProSteel, Structural Modeler
	Nemetschek	Allplan Structure, Scia
	Tekla	TeklaStructures
	CypeCAD	Cype
	Graitec	Advance Design
	StructureSoft	Metal Wood Framing
MEKANİK, ELEKTRİK VE SIHHİ TESİSAT	Autodesk	Revit MEP, CADMEP
	Bentley Systems	Hevacomp Mechanical Designer, MicroStation,
	Nemetschek	Allplan AX3000
	IntelliCAD	FineHVAC + FineLIFT + FineELEC+ FineSANI
	Gehry Technologies	Digital Protect MEP Systems Routing
SÜRDÜRÜLE- BİLİRLİK	Autodesk	Ecotect Analysis, Green Building Studio
	Graphisoft	EcoDesigner
	Bentley Systems	Hevacomp, Tas Simulator
	IES Solutions	Virtual Environment VE-Pro
	Design Builder	Design Builder

Tablo 6'nın devamı

DİSİPLİN	FİRMA	YAZILIM
YAPIM SİMÜLASYONU VE ANALİZİ	Autodesk	Navisworks, BIM 360 Glue and Field
	Bentley Systems	ConstrucSim
	Solibri	Solibri Model Checker
	Tekla	Tekla BIMSight
	Synchro	Synchro Professional
	Innovaya	Innovaya
	Vico Sorftware	Vico Office Suite
TESİS YÖNETİMİ	Graphisoft	Vintocon ArchiFM
	Bentley Systems	Facilities,
	Nemetschek	Allplan Alfa
	Ecodomus	Ecodomus
	Onuma	Onuma System

Tablo 6 incelendiğinde mimarlık mühendislik alanında kullanılan yazılımlardan literatür araştırması sonucu elde edilen bilgilere dayanarak en çok tercih edilenlerin Autodesk Revit Architecture, Graphisoft ArchiCAD, Nemetschek Allplan ve Bentley MicroStation yazılımları olduğu görülmektedir.

1.4.6.1. Autodesk Revit Architecture

Revit Architecture Autodesk'in mimarlar için oluşturduğu bir mimari tasarım ve dokümantasyon yazılımı uygulamasıdır. Bu yazılımı oluşturan araçlar ve özellikler YBM sistemi iş akışlarını desteklemek için tasarlanmıştır. Revit ile oluşturulan her model tüm projeyi temsil ederek tek bir veritabanında toplanmaktadır. Bu işlem sonucunda modelin bir kısmında yapılan değişiklik otomatik olarak diğer kısımlara da yansımakta ve böylece yapılan işten ve zamandan tasarruf edilmiş olmaktadır(URL-12).

3D modeldeki her bileşen malzeme, miktar ve diğer sınıflandırma tipleri gibi kendisiyle ilişkili bilgilere sahiptir (URL-13).

1.4.6.2.Graphisoft ArchiCAD

ArchiCAD yazılımı Graphisoft tarafından pazarlanan en eski YBM sistemi yazılımlarındandır (Eastman vd., 2011). 27 dilde sürümü bulunan ArchiCAD yazılımının sadece dili değil arayüzü de bulunduğu ülke pazarına adapte olacak şekilde geliştirilmiştir (URL-14). Mimarlar için üretilen bu yazılım proje hakkındaki tüm verileri bir merkezde toplamakta ve projede yapılan değişikliklerin eş zamanlı olarak plan, kesit, görünüş, 3D model ve malzeme listelerinin güncellenmesini sağlamaktadır(URL-15).

1.4.6.3.Nemetschek Allplan

Allplan yazılımı projenin eskizlerinden etütlerine, modellenmesine, pafta düzenine, detaylandırılmasına, metraj çıkartılmasına ve uygulama çizimlerine kadar tüm tasarım süreçlerini kapsayan bir çözümdür. Bir projede 2D çizimleri ve 3D modelini birlikte görebilme ve değiştirebilme yeteneği, çalışma sırasında eş zamanlı geri besleme yapılabilmesini sağlayarak tasarım süreçlerini hızlandırmaktadır (URL-16).

YBM sistemi ile Allplan tüm proje paydaşlarını birbirine bağlamaktadır. 3D model verileri ve belgeler tüm bina ömrü boyunca merkezi olarak yönetilebilmektedir (URL-17).

1.4.6.4.Bentley MicroStation

Bentley MicroStation mühendisler, inşaatçılar, mimarlar ve işletme sahipleri için tasarlanmış bir modelleme yazılımıdır. Bünyesinde nesne yönetimi, taslak hazırlama, modelleme ve görselleştirme araçları barındırmaktadır. Bu yazılım proje teslimini hızlandırmayı ve altyapı varlıklarının kalitesini ve performansını iyileştirmeyi amaçlamaktadır. Her türlü altyapı çalışmaları için kullanılabilir. Bu altyapı çalışmaları binaları, yolları, köprüleri, rayları, su şebekelerini, madencilik ve haberleşme şebekelerini içermektedir (URL-18). Ayrıca bu yazılım coğrafi bilgi sistemleri(CBS) ile birlikte çalışabilmektedir(URL-19).

1.4.7.YBM Sisteminin Avantajları, Dezavantajları, Riskleri ve Zorlukları

Yapıların tasarım ve uygulama süreçlerinde kullanılan 2D çizimlerin ve dokümanların yetersiz kalması YBM sistemine geçişi gerektirmektedir. YBM Sistemi, işbirliğine dayalı çalışma ortamında proje dağılımı esnasında karşılaşılabilecek karmaşanın önlenmesi, tasarım ve üretim aşamalarında ekipler arasında oluşabilecek anlaşmazlığın giderilmesi gibi gelişmeleri içermektedir (Özge, 2009). YBM sistemi avantajlı bir sistem olmakla beraber yeni bir sistem olmasının getirdiği uyumdan kaynaklanan bazı riskleri de içerir. Bu sistemin içerdiği avantajlar, dezavantajlar, riskler ve zorluklar Tablo 7’de belirtilmektedir.

Tablo 7. YBM sisteminin avantajları, dezavantajları, yarattığı riskler ve zorluklar (Kalfa, 2016, Eastman vd., 2011, Azhar vd., 2011).

AVANTAJLAR	
<ul style="list-style-type: none"> • Tutarlılık • Görselleştirme ve Simülasyon • Koordinasyon ve İşbirliği • Çatışma Tespiti ve Risk Azaltma • Maliyet ve Kalite Kaybı olmadan hızlı çizim • Yüksek Seviyede Kişiselleştirme ve Esneklik • Bina Yaşam Döngünün Kolay Bakımı, • Program ve Maliyet Optimizasyonu 	<ul style="list-style-type: none"> • Yalın İnşaat Uygulaması • Prefabrikasyon • Model • İnşaat Planlama ve İzleme • Gerçeklik • İhmallerin ve Hataların Azaltılması • Genel Olarak Proje Süresini Kısaltmak
DEZAVANTAJLAR	
<ul style="list-style-type: none"> • Tasarım Sürecinin Uzun Sürmesi 	
RİSKLER	
<ul style="list-style-type: none"> • Düşük Seviyede İşbirliği • Proje Ekiplerinin Eksik Bilgisi • YBM Uygulama Planının Olmaması 	
ZORLUKLAR	
<ul style="list-style-type: none"> • Teknik Zorluklar • Yetenek ve Eğitim Zorlukları 	

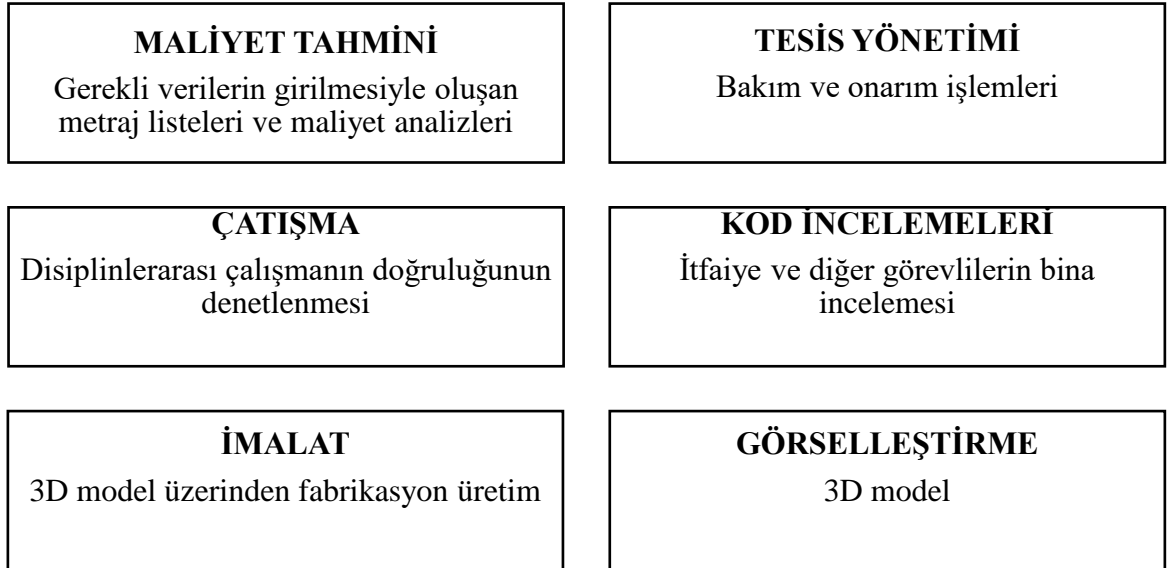
YBM sistemi, proje ve kağıt merkezli işlemleri mevcut görev otomasyonundan, bu görevlerin koordineli ve işbirliğine dayalı bir sürece dönüştürüldüğü entegre ve birlikte çalışabilir bir düzene doğru ilerletir. İyi kullanıldığında, YBM sistemi daha düşük

maliyetle daha kaliteli binalar yapılmasını sağlar ve proje süresini kısaltıp daha entegre bir tasarım oluşturulmasını ve inşaat sürecinin kolaylaştırılmasını sağlar (Eastman, 2011).

YBM sistemi kavramı, yapının yaşam döngüsü süresince mimar, mühendis ve diğer tüm yapı profesyonelleri arasında bilgi alışverişi ve verimli işbirliği ortamı yarattığı için mühendislik projelerine önemli düzeyde değer ve profesyonellik katmaktadır (URL-1).

YBM sistemleri sayesinde tasarım aşamasında ve daha sonra girilen tüm veriler bir veritabanında saklanmakta ve böylece bu bilgiler sadece tasarımcı tarafından değil, yüklenici ya da bina sahibi tarafından da kullanılabilir (Özge, 2009). İnşaat projelerinde ve yapıların yaşam döngüsünde bilgi miktarı zamanla doğru orantılı bir şekilde artmaktadır. Bu nedenle, inşaat projesinin başarılı olarak tamamlanması ve yapının yaşam döngüsünde doğru bakım ve onarım kararlarının verilebilmesi için yapı bilgilerinin saklanması, paylaşımı ve yeniden kullanımı için kritiktir (Yılmaz vd, 2016). Ayrıca bilgilerin saklanması projenin yürütücülüğü başka bir ekibe geçtiği zaman meydana gelebilecek bilgi kaybının azalmasını da sağlamaktadır (Çetiner, 2010).

YBM sistemi yapı sektörüne kazandırdığı en önemli 4 yararı, kolay veri paylaşımı, tahmin edilebilirlik, daha az hata ve hızlı proje teslimi şeklindedir (Şekil 12).



Şekil 12. YBM sisteminin yapı sektörüne sağladığı yararlar (Azhar, 2011).

YBM sisteminin genel kabul gören yararları şunlardır:

- Projede inşaat aşamasında karşılaşılabilecek problemlerin daha tasarım aşamasındayken tespit edilebilmesi
- Projede çalışan tüm paydaşların senkronize şekilde çalışmasına ve proje sürecinin sorunsuz ilerlemesine imkan tanınması
- Maliyet hesaplamada hata payını en aza indirilmesi ve proje süresince nakit akışında kontrol sağlanması
- İş tekrarını engelleyerek zaman ve ekstra masraftan tasarruf sağlanması
- Projenin tüm detaylarını 3D model üzerinden görerek verimliliği artırması
- Proje verilerini daha sonra da kullanmak için saklaması
- Proje kararlarının verilmesini kolaylaştırması
- Belirsizlikleri ortadan kaldırarak tüm paydaşlar için şeffaf bir iş akışına olanak tanınması
- Simülasyonlar sayesinde, oluşabilecek atıkların en aza indirilmesini sağlayarak çevreci bir tutum sergilemesi (URL-11).

1.4.8.YBM Sisteminin Dünyadaki Yeri

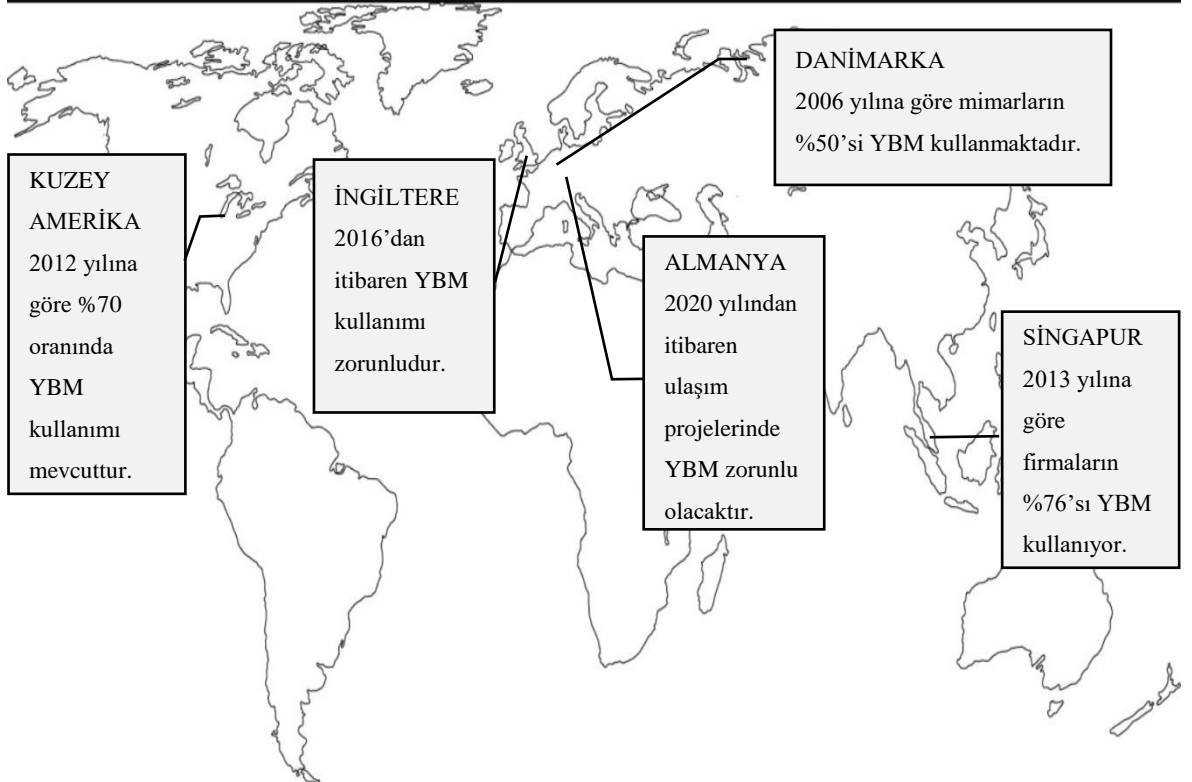
YBM sistemi kullanımı daha hızlı ve güvenilir proje teslimi için hükümetler ve büyük şirketler tarafından hızla desteklenmektedir (Mc-Graw Hill, 2014). Araştırmalara göre YBM sistemlerini etkin kullanan ülkeler; ABD, Kanada, İngiltere, Danimarka, Norveç, Finlandiya, Almanya, Fransa, Çin, Japonya, Güney Kore, Brezilya, Avustralya, Singapur, Birleşik Arap Emirlikleri'dir (Kalfa, 2016, M-Graw Hill, 2014, Wong vd., 2009).

Uluslararası inşaat projelerinde, YBM sistemi bir dünya standardı haline gelmiştir. İngiltere, ABD, Norveç, Finlandiya ve Singapur gibi ülkelerin hükümetleri, ihale ettikleri inşaat projelerinde YBM sisteminin kullanılmasını zorunlu hale getirmişlerdir. Bu ülkeler dışındaki birçok hükümet de çeşitli YBM sistemi çözümleriyle yapı sektörünü destekleyerek, bu sistemin gerekliliğini vurgulamaktadırlar (URL-1). YBM kullanımının yaygınlaşması için hükümetlerin oluşturduğu bazı YBM rehberleri Tablo 8'de belirtilmektedir.

Tablo 8.YBM kullanımının yaygınlaşması için hükümetlerin oluşturduğu bazı YBM rehberleri (Kalfa, 2016, URL-20-25).

ÜLKE	STANDART
İNGİLTERE	<ul style="list-style-type: none"> • PAS 1192-3: 2004 • BS1192-4:2004 • PAS1192-2:2013 • BS1192:2007+A2:2016
ALMANYA	<ul style="list-style-type: none"> • Planen Bauen 4.0
FRANSA	<ul style="list-style-type: none"> • XP P07-150
AVUSTRALYA	<ul style="list-style-type: none"> • NATSPEC National BIM Guide
AMERİKA	<ul style="list-style-type: none"> • The National BIM Standard-United States • Los Angeles Community College District (LACCD) Building Information Modeling Standards

McGraw Hill Construction 2010 araştırmasına göre İngiltere, Fransa ve Almanya araştırmasına göre bu 3 ülkede müteahhitlerin %24'ü YBM sistemini kullanmaktadır (McGraw Hill 2014). McGraw Hill Construction 2012 araştırma göre ise Kuzey Amerika araştırmalarına göre ise YBM kullanımı %70 seviyesindedir (Mc-Graw Hill 2014).Bazı ülkelerdeki YBM kullanımı ile ilgili önemli bilgiler Şekil 13'te belirtilmiştir.



Şekil 13. Bazı ülkelerdeki YBM sistemi kullanımı(McGraw Hill, 2014; URL-26; Kalfa, (2016).

Araştırmalara göre dünyanın pek çok ülkesinde YBM sistemi ilgili standartlar mevcuttur. Bazı ülkeler kendi YBM sistemi standartlarını oluştururken bazıları ise dünyada kabul gören YBM uygulama rehberlerini kullanmaktadırlar. Bu standartlar hükümetlerin desteğiyle oluşturulmakta ve YBM sisteminin hızla yayılmasının sağlanması için projelerde zorunlu kılınmaktadır. Ülkemizde ise konuyla ilgili henüz bir yasal zorunluluk getirilmemiştir.

1.4.9.YBM Sisteminin Türkiye’deki Yeri

Yapı sektöründe bilgi yönetimi ve proje verimi üzerinde oldukça etkili olan YBM sisteminin kullanımı son yıllarda giderek artış göstermiştir. Türkiye’de ise YBM sistemini kullanmayı hedefleyen firmalar bu sisteme uyum sağlamakta zorluk çekmekte ve uygulamaya yönelik çerçevelere ihtiyaç duymaktadırlar. Ergen ve Öktem bildirimlerinde yer alan çalışmada, yerli firmaların YBM sistemine geçişte rehber olarak kullanabilecekleri bir çerçeve oluşturulmasını amaçlamışlardır. Çalışma sonucunda organizasyonel ve operasyonel olmak üzere iki çerçeve geliştirilmiştir ve bu bildirimde operasyonel çerçevenin detayları verilmiştir. Bu çalışmada geliştirilen çerçeve yardımıyla uyum sürelerinin kısaltılması ve YBM sisteminin proje üzerindeki faydalarının kısa sürede elde edilmesi hedeflenmektedir (Ergen ve Öktem, 2017).

Ülkemizde YBM sistemi konusunda hükümet desteği yoktur. Bu nedenle proje paydaşlarının kullanabileceği bir standart oluşturulmamıştır ancak Özorhon (2018) ‘Yapı Bilgi Modellemesi’ adlı YBM sistemini kapsamlı olarak örnek uygulamalarla açıkladığı kitabı ile, YBM sistemi hakkında ilk Türkçe kılavuzu yayınlamış sayılabilmektedir. Ayrıca İstanbul Büyükşehir Belediyesi’nin raylı sistem projelerinde YBM sistemini kullanmayı zorunlu kılan kararı ile resmi kurumların bu sisteme destekleri başlamıştır.

YBM sisteminin yapı sektöründe ne durumda olduğunu saptamak için bazı araştırmalar yapılmıştır. Yapılan bir anket çalışmasına göre YBM sistemi en çok konut projelerinde kullanılırken bunu ticari binalar ve endüstri yapıları izlemiştir. Ankete göre bu sistemin en çok kullanıldığı süreç tasarım süreci olurken en az kullanılan süreç ise bina yönetimi süreci olmuştur. Ayrıca anket, çalışanlar arası koordinasyonun ve çalışan eğitiminin önemini göstermiştir (Özorhon ve Karahan, 2016). Başka bir çalışmada ise, bir üniversitenin tesis yönetiminden sorumlu çalışanları tarafından tesis yönetiminde hangi araç ve teknolojilerin kullanıldığını belirlemek için mülakatlar yapılmıştır. Uluslararası

büyük inşaat firmaları tarafından kullanılan profesyonel araçlar ve teknolojilerden çok azının incelenen bu üniversitede kullanıldığı tespit edilmiştir (Yılmaz vd., 2016).

Literatürde belirtildiği gibi son yıllarda Türkiye’de üniversite eğitiminde YBM sistemlerine yer verilmeye başlanmıştır. Bu gelişme ile yapı sektöründe YBM sistemi bilgisine sahip teknik personel bulmaktaki sorun çözülmüş olacaktır.

Yapı sektöründe YBM sistemine geçiş son yıllarda ivme kazanmıştır. Türkiye’de daha çok İstanbul ve Ankara gibi büyük şehirlerde kullanılan YBM sistemi giderek yaygınlaşmaktadır.

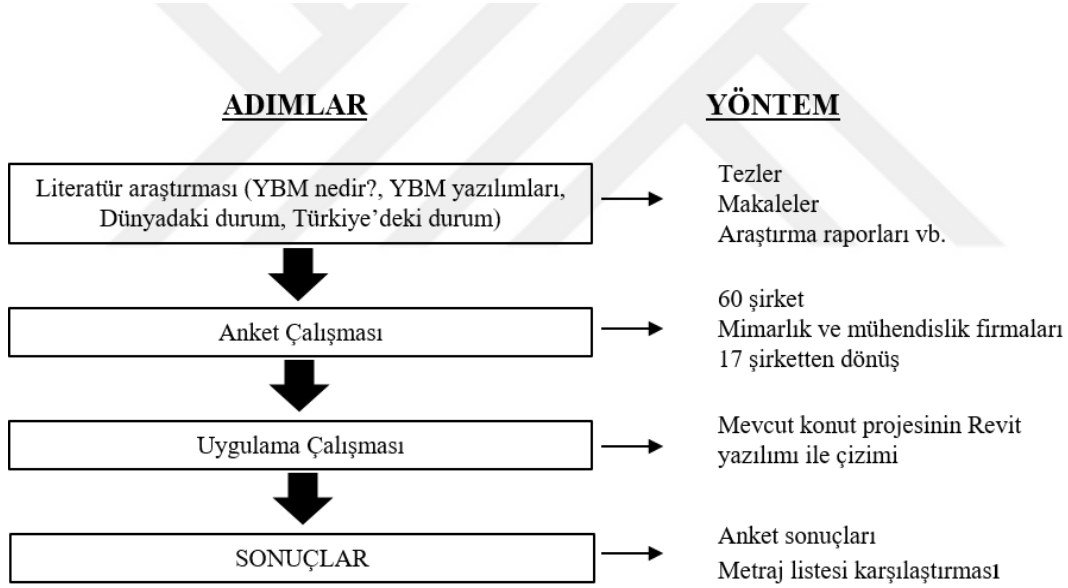


2.YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu bölümde çalışmanın kriterleri ve yöntemi açıklanmıştır. Yapılan çalışmalar, anket çalışması ve uygulama çalışması olarak iki ana başlıkta incelenmiştir.

2.1.Yöntem

Bu tez çalışmasında öncelikle kapsamlı bir literatür araştırması yapılmıştır. Türkiye’de YBM sisteminin durumu araştırılmak istendiği için inceleme yapılırken bu alanda yapılan çalışmalara ağırlık verilmiş, tezler, makaleler, araştırma projeleri ve kitaplar bu bağlamda incelenmiştir. Tez kapsamında izlenen adımlar Şekil 14’te belirtilmiştir.



Şekil 14. Tez kapsamında izlenen adımlar

2.1.1.Anket Çalışması Yöntemi ve Sonuçların Değerlendirilmesi

YBM sistemi ile ilgili toplanan bilgiler ışığında, Türkiye’de YBM sisteminin ne oranda ve ne amaçlarla kullanıldığını, hangi YBM sistemi araçlarından faydalandığını ve YBM sistemi bilgisinin edinim şeklini araştırmak ve bir sonuç çıkartmak için mimarlık ve mühendislik firmalarına uygulamak üzere bir anket hazırlanmıştır. Bu çalışmanın sonunda bir genelleme yapılarak YBM sisteminde ülke olarak nerede olduğumuzu belirlemek

amaçlanmıştır. Ayrıca YBM sistemi ile ilgili verilen eğitimin yeterli olup olmadığının tartışılması ve önerilerde bulunulması hedeflenmiştir.

Bu çalışma için Türkiye’de YBM sistemini kullandığı bilinen mimarlık ve mühendislik firmaları seçilmiştir. Bu firmalar internet haberlerine çıkan, ödül alan ve alanında öncü firmalardan seçilerek 60 firma ile sınırlandırılmıştır(Tablo 9).

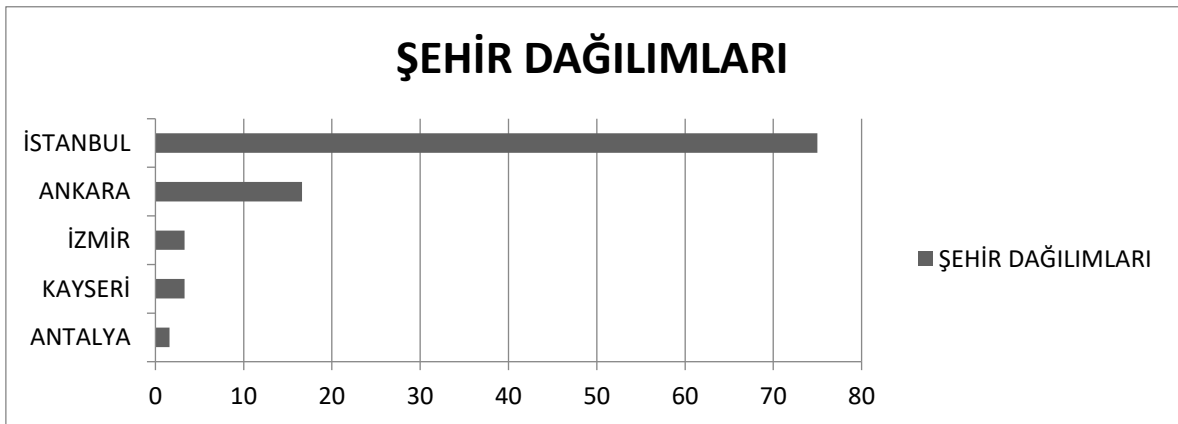
Tablo 9. Özel sektörde YBM sistemi ile çalışmalarının bulunduğu bilinen bazı mimarlık ve mühendislik firmaları ve bu firmaların bulunduğu iller

FİRMALAR	
<ul style="list-style-type: none"> • ACE MİMARLIK • ACS MİMARLIK • ADNAN KAZMAOĞLU MİMARLIK • AGA ENERJİ • ALAPALA MAKİNA • ALSİM ALARKO • ALTUN ARCHİTECTURE AND DESIGN • APC İNŞAAT • ARCADİS • A TASARIM MİMARLIK • AYÇA KADIOĞLU MİMARLIK • BEOFFİCE ARCHİTECTURE • BOLD MİMARLIK 	<ul style="list-style-type: none"> • İGLO MİMARLIK • İKON PROJE • İYİOFİS • GMW MİMARLIK • GOA ARCHİTECTURE • HALÜKAR MİMARLIK • HAUSTELL MİMARLIK • KALYON İNŞAAT • MELİKE ÖZÖMER • METGÜN İNŞAAT • MUUM MİMARLIK • NUN MİMARLIK • OFFİCE İSTANBUL ARCHİTECTS • OFİS MPU

Tablo 9'un devamı

<ul style="list-style-type: none"> • BOYTORUN MİMARLIK • BOYUT MİMARLIK • CO-DO MİMARLIK • ÇIRAKOĞLU MİMARLIK (CAA) • DAFNİ MİMARLIK-RESTORASYON • DEGO STUDIO • DNA MİMARLIK • DOME MİMARLIK • DVK İNŞAAT • EGART MİMARLIK • ELİPS TASARIM MİMARLIK • EMRE AROLAT MİMARLIK • ENKA • EOX ARCHITECTS • ERGÜN MİMARLIK • EVRENOL ARCHITECTS 	<ul style="list-style-type: none"> • ÖNCÜOĞLU MİMARLIK • PROCS MÜHENDİSLİK-PROJE • PROMER MÜHENDİSLİK • PROTA MÜHENDİSLİK • RÖNESANS HOLDİNG • SABRİ PAŞAYİĞİT MİMARLIK • SERBAN İNŞAAT • SİGAL MÜHENDİSLİK • SİGMA MÜHENDİSLİK • TABANLIOĞLU MİMARLIK • TAV MÜHENDİSLİK • TECE MİMARLIK • THE CAT WORK MİMARLIK • VEN MİMARLIK • 2B DEZİGNED
---	--

Anket çalışması için belirlenen 60 firmanın 45'i İstanbul, 10'u Ankara, 2'si İzmir, 2'si Kayseri ve 1'i Antalya'dadır. Şekil 15'te bu firmaların şehir dağılımlarının yüzdelik değerleri belirtilmiştir.



Şekil 15. Belirlenen 60 firmanın şehir dağılım yüzdesi

Katılımcılara kolaylık olması açısından internet ortamında oluşturulan 20 soruluk çevrimiçi anket e-posta yoluyla belirlenen 60 firmaya iletilmiş ve firmayı temsilen bir kişinin bu anketi doldurması istenmiştir. Dönüş alınamayan firmalara belirli aralıklarla tekrar mail atılmıştır ve bu süreç sonucunda 60 firmanın 2'si ankete katılmama nedenlerini belirtmiş, kalan 58 firmanın 17'si ise anketi yanıtlamıştır(Tablo 10). Ankete katılmayan firmalardan biri hala YBM sistemine geçiş sürecinde olduğunu belirterek ankete katılmalarının doğru olmadığını belirtmiş, diğeri ise YBM sistemi ile ilgili çalışmalar yaptıklarını ancak ortak çalışacak mühendislik firmaları bulamadıkları ve çalıştıkları kurumların YBM sistemi ile uyumlu olmaması nedeniyle bu çalışmalarını askıya aldıklarını belirtmiştir. Böylece geri dönüş oranı %31,7, ankete katılım oranı ise %29 olarak belirlenmiştir.

Tablo 10. Ankete cevap veren firmalar

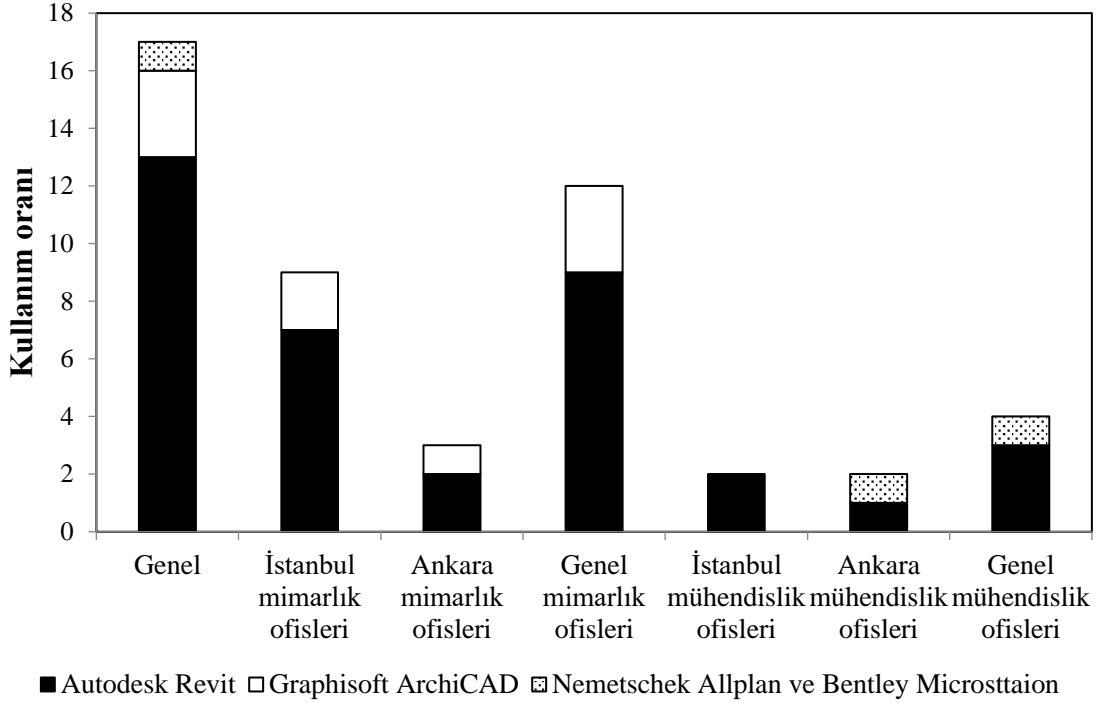
NUMARA	FİRMA	ŞEHİR
1	İSİMSİZ (MİMARLIK)	İSTANBUL
2	MUUM MİMARLIK	İSTANBUL
3	DEGO STUDIO	İSTANBUL
4	GMW MİMARLIK	İSTANBUL
5	ADNAN KAZMAOĞLU MİMARLIK	İSTANBUL
6	SABRİ PAŞAYİĞİT MİMARLIK	İSTANBUL
7	EOX ARCHİTECTS	İSTANBUL
8	CO-DO MİMARLIK	İSTANBUL
9	BOLD MİMARLIK	İSTANBUL
10	VEN MİMARLIK	ANKARA
11	ÖNCÜOĞLU MİMARLIK	ANKARA
12	İSİMSİZ (MİMARLIK)	ANKARA
13	MELİKE ÖZÖMER MİMARLIK	KAYSERİ
14	PROCS MÜHENDİSLİK PROJE	İSTANBUL
15	TAV İNŞAAT	İSTANBUL
16	PROMER MÜHENDİSLİK	ANKARA
17	PROTA MÜHENDİSLİK	ANKARA

Katılımcılara uygulanan anket formu EK-1’de, katılımcıların ankete verdikleri cevaplar EK-2’de verilmiştir.

Anketlerden elde edilen bilgiler ışığında yapılan değerlendirmeler aşağıda özetlenmiştir.

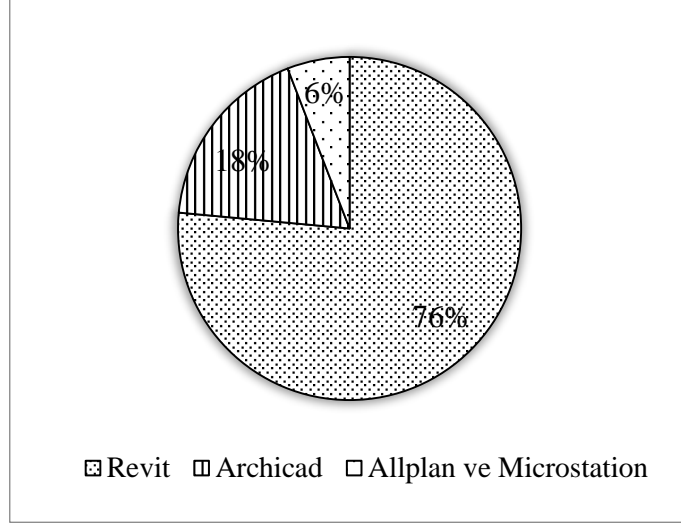
Yazılım programı kullanımı ile ilgili sonuçlar;

Türkiye’de YBM sistemi yazılımlarının kullanım oranları Şekil 16’da görülmektedir.



Şekil 16. Türkiye’de YBM sistemi yazılımlarının kullanım oranları

Şekil 16’da YBM sistemi yazılımlarının şehir, mimarlık ve mühendislik olarak kullanım dağılımı gösterilmiştir. Grafiğe göre genel olarak Revit yazılımı tercih edilmektedir ve onu takiben ArchiCAD yazılımı 2. sırada tercih edilmektedir. ArchiCAD yazılımı mühendislik alanında kullanılmazken, mühendislik alanında Revit yazılımından sonra Allplan ve MicroStation yazılımları tercih edilmektedir. Ayrıca Allplan ve MicroStation yazılımları da mimarlıkta tercih edilmemektedir. YBM sistemi yazılımlarının kullanım oranları Şekil 17’de verilmiştir.



Şekil 17. YBM sistemi yazılımlarının kullanım oranları

Katılımcıların verdiği cevaplar doğrultusunda;

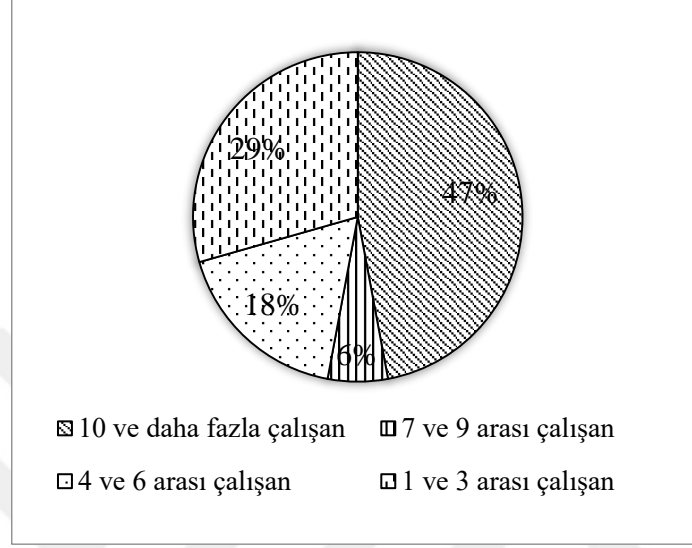
- 4 YBM yazılımı içinden 17 katılımcının 13'ü sadece Revit yazılımını, 3'ü sadece ArchiCAD yazılımını, 1 katılımcı da hem Allplan hem de Microstation yazılımını kullanmaktadır. 2 katılımcı sorulan 4 yazılım dışında da YBM yazılımı kullandığını belirtmiştir. Belirlenen 4 YBM yazılımı dışında başka yazılım kullandığını belirten katılımcıların mühendislik firmaları olduğu dikkat çekmiştir. İstanbul mimarlık ofisleri için 9 katılımcının 7'si sadece Revit yazılımını kullanırken 2'si ise sadece ArchiCAD yazılımını kullandığını belirtmiştir. Ankara mimarlık ofisleri için 2'si sadece Revit yazılımını tercih ederken 1'i sadece ArchiCAD yazılımını tercih etmektedir. Kayseri'den katılan tek katılımcı ise sadece Revit yazılımını tercih ettiğini belirtmektedir.
- İstanbul mühendislik ofisleri için 2 katılımcının 2'si de sadece Revit yazılımını kullandığını belirtmiştir. Ankara mühendislik ofisleri için 2 katılımcının 1'i sadece Revit yazılımını kullanırken diğer katılımcı ise hem Allplan yazılımını hem de Microstation yazılımını kullandığını belirtmiştir. Ankara'daki mühendislik ofisleri ayrıca, belirlenen 4 YBM yazılımı dışında da farklı YBM yazılımları kullandıklarını belirtmişlerdir.

Sonuç olarak; literatür araştırmasında belirtildiği gibi dünyada en çok kullanılan YBM sistemi yazılımı Autodesk Revit Architecture, Türkiye'de de en çok kullanılan YBM sistemi yazılımı olmuştur.

YBM sistemini kullanabilen çalışan sayısı ile ilgili sonuçlar;

Türkiye’de ofislerde YBM sistemini kullanabilen çalışan sayısının yüzdelerik dağılımı

Şekil 18’de belirtilmiştir.



Şekil 18. YBM sistemini kullanabilen çalışan sayısının oranı

Kullanıcıların verdikleri cevaplara göre;

- 17 katılımcının 8’i ofislerinde 10 ve daha fazla YBM sistemini kullanan çalışan olduğunu belirtmiştir. 5 katılımcı, ofislerinde 1 ile 3 arası çalışan, 3 katılımcı 4 ile 6 arası çalışan ve 1 katılımcı da 7 ile 9 arası çalışan bulunduğunu belirtmiştir.

Sonuç olarak; mimarlık ve mühendislik firmalarında YBM sistemini kullanan çalışan sayısı 10 ve üzeridir. Anketten elde edilen cevaplara göre, mühendislik firmalarında YBM sistemini kullanan çalışan sayısı 7 ve üzeri iken mimarlık ofislerinde bu sayı değişkendir.

Disiplinlerarası çalışma ile ilgili sonuçlar;

Bu kısımda Türkiye’de YBM sisteminin asıl amacı olan disiplinlerarası birlikte çalışabilirliğini ölçmek amaçlanmıştır. Sorulan disiplinler belirlenirken mimarlık kesin var olarak kabul edilmiştir.

Katılımcıların verdikleri cevaplara göre;

- 17 katılımcının 16’sı inşaat mühendisliği ile, 15’i makine mühendisliği ile, 14’ü ise elektrik mühendisliği ile birlikte çalıştığını belirtmiştir.
- Kayseri’deki katılımcı ise birlikte çalışabilecek ofis azlığından bahsederek ortak çalışma yapmadıklarını belirtmişlerdir.

- Belirlenen 3 disiplin dışında 4 katılımcı farklı disiplinlerle de ortak çalıştıklarını belirtmişlerdir. Bunlardan 2 katılımcı peyzaj mimarlığı ile birlikte çalıştığını belirtirken 2 katılımcı da harita mühendisliği ile ortak çalıştığını belirtmiştir.

Sonuç olarak; mimarlık en çok inşaat mühendisliği ile birlikte çalışmaktadır. Bunu sırasıyla makine mühendisliği ve elektrik mühendisliği takip etmektedir. Her disiplini birlikte kullanan katılımcılar olduğu gibi disiplinlerarası çalışma yapmayan katılımcılar da mevcuttur. Sorulan disiplinler dışında kullanıcıların bazıları harita mühendisliği ve peyzaj mimarlığı ile de çalışma yaptıklarını belirtmişlerdir.

YBM sistemi bilgisinin edinimi ile ilgili sonuçlar;

Bu kısımda YBM sistemi ile ilgili eğitimin ne şekilde edinildiğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

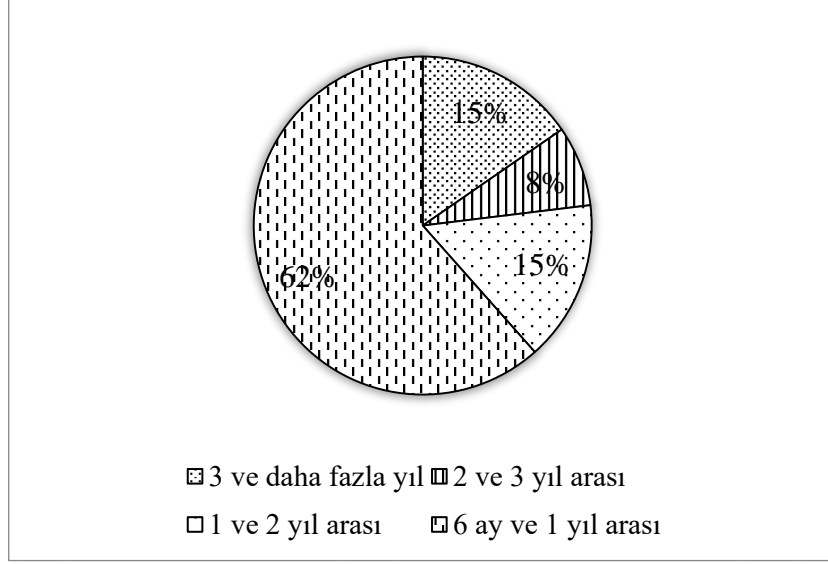
Katılımcıların verdikleri cevaplara göre;

- 17 katılımcının 15'i YBM sistemi bilgisini çalışma ortamında edindiğini belirtmiştir.
- 15 katılımcının 8'i YBM sistemi bilgisini yalnızca çalışma ortamında edindiğini belirtmiştir.
- 4 katılımcı çalışma ortamının yanında internet ortamından da yararlanarak YBM sistemi bilgisini edindiğini belirtmiştir.
- 2 katılımcı çalışma ortamının yanında özel eğitim kurumlarından yararlanırken 2 katılımcı ise sadece özel eğitim kurumlarından YBM sistemi bilgisini edindiğini belirtmiştir.
- Çalışma ortamında YBM sistemi bilgisini edinenlerden 3'ü üniversitede YBM ile ilgili eğitim almıştır.

Sonuç olarak; katılımcılar çalışma hayatının dışında YBM sistemi ile ilgili eğitim alsalar da en çok bilgi edinimini çalışma hayatında gerçekleştirmişlerdir.

YBM sistemine uyum süresi ile ilgili sonuçlar;

Ankete katılanların YBM sistemine ne kadar sürede uyum sağladıklarının yüzdeler gösterimi Şekil 19'da verilmiştir.



Şekil 19. YBM sistemine uyum süresi ile ilgili katılımcıların verdiği cevapların yüzdeleri dağılımı

- 17 katılımcının 8'i YBM sistemine 6-12 ay arası sürede uyum sağlamıştır. 4 katılımcı 0-6 ay arası sürede YBM sistemine uyum sağladığını belirtmiştir. 2 katılımcı 1-2 yıl süre içinde, 2 katılımcı 3 yıl ve daha fazla sürede, 1 katılımcı ise 2-3 yıl arası sürede YBM sistemine uyum sağladığını belirtmiştir.

Sonuç olarak; katılımcıların çoğu 6 ay ile 1 yıl arasında sürede YBM sistemine uyum sağladıklarını belirtmişlerdir. Uyum sürecini hızlı geçiren katılımcıların çoğunun YBM sistemi ile ilgili bilgilerini çalışma ortamında edindikleri görülmüştür.

YBM sistemleriyle yapılan analizler ile ilgili sonuçlar;

Katılımcıların verdikleri cevaplara göre;

- Katılımcıların 11'i yapısal analiz, 10'u aydınlatma analizi, 8'i enerji analizleri, 8'i ekonomi analizleri ve 1'i ise akustik analiz yapmaktadır.
- 1 katılımcı bu analizlerin hiçbirini yapmadığını belirtmiştir.
- Sadece yapısal analiz yapan 3 katılımcı vardır. Ayrıca sadece ekonomi analizi yapan 2 katılımcı vardır.
- Soruda belirtilen her analizi yapan ise 1 katılımcı mevcuttur.
- Katılımcılardan 2'si sorulan analizler dışında da analiz yaptığını belirtmiştir.

Sonuç olarak; YBM sistemi ile en çok yapısal analizin yapıldığı görülmüştür. Bunu sırasıyla aydınlatma analizi, enerji analizi, ekonomi analizi ve akustik analiz takip etmektedir.

YBM sistemlerinin kullanıldığı süreçler ile ilgili sonuçlar;

Bu kısımdaki amaç YBM sistemlerinin projelerde en çok hangi aşamada kullanıldığını belirlemektir.

Katılımcıların verdikleri cevaplar doğrultusunda;

- YBM sistemini 15 katılımcı tasarım sürecinde, 11 katılımcı bina yapım sürecinde, 4 katılımcı analizlerde, 3 katılımcı bina işletiminde ve 3 katılımcı da coğrafi bilgi sistemleri (CBS) kapsamında kullanmaktadır.
- 5 katılımcı YBM sistemini yalnızca tasarım aşamasında kullandığını belirtmiştir.
- 2 katılımcı yalnızca bina yapım sürecinde YBM sisteminden yararlandıklarını belirtmişlerdir.

Sonuç olarak; YBM sisteminin en çok tasarım aşamasında kullanıldığı görülmüştür. Bunu bina yapım süreci takip etmektedir. YBM sistemini proje sürecinin tüm aşamalarında kullanan katılımcı görülmemiştir.

Anketin bundan sonraki kısımları puanlama sistemine göredir ve puanlama sistemi şu şekildedir:

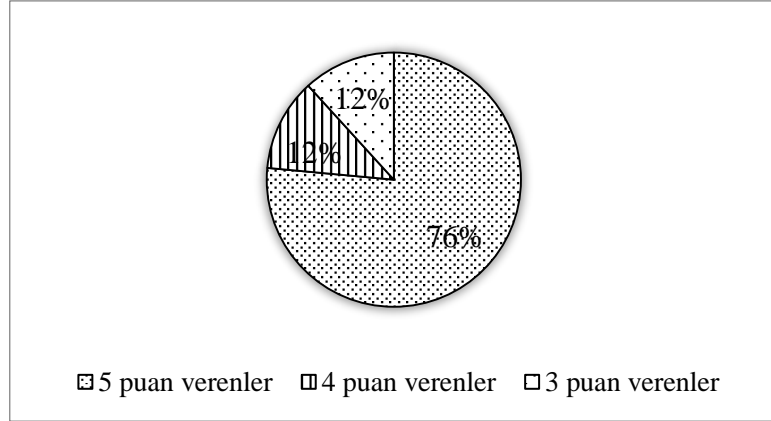
- 1 puan: kesinlikle katılmıyorum %0
- 2 puan: katılmıyorum %25
- 3 puan: kararsız (ne pozitif ne negatif) %50
- 4 puan: katılıyorum %75
- 5 puan kesinlikle katılıyorum %100

YBM sisteminin yararlı bulunması ile ilgili puanlama sonuçları;

Katılımcıların verdikleri cevaplara göre;

- 13 katılımcı 5 puan, 2 katılımcı 4 puan, 2 katılımcı da 3 puan vermiştir.

Verilen cevapların yüzdelik dağılımı Şekil 20’de verilmiştir.



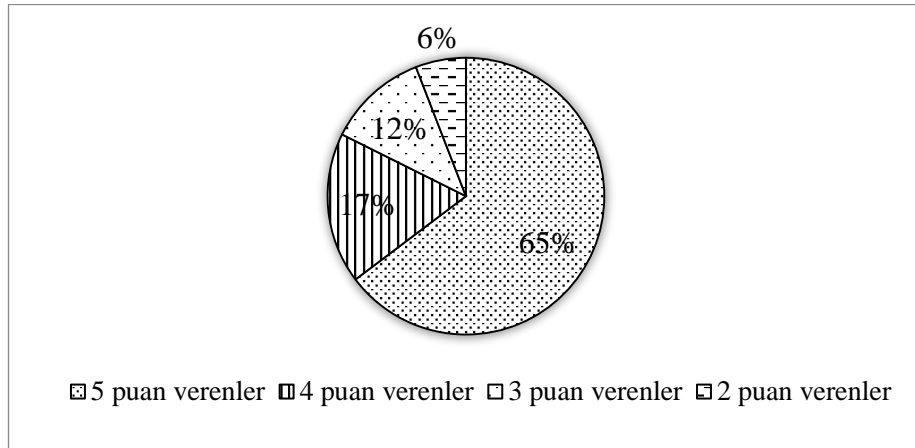
Şekil 20. YBM sisteminin yararlı bulunup bulunmadığı ile ilgili katılımcıların verdiği cevapların oranı

Sonuç olarak; katılımcılar genellikle YBM sistemini yararlı bulmaktadırlar. Metraj listelerinde ve maliyet analizlerinde doğru sonuçlara ulaşılması ile ilgili sonuçlar;

Katılımcıların verdikleri cevaplara göre;

- Katılımcıların 11'i 5 puan, 3'ü 4 puan, 2'si 3 puan ve 1 katılımcı da 2 puan vermiştir.

Verilen cevapların yüzdelik dağılımı Şekil 21'de verilmiştir.



Şekil 21. Metraj listelerinde ve maliyet analizlerinde doğru sonuçlara ulaşılması ile ilgili katılımcıların verdiği cevapların oranı

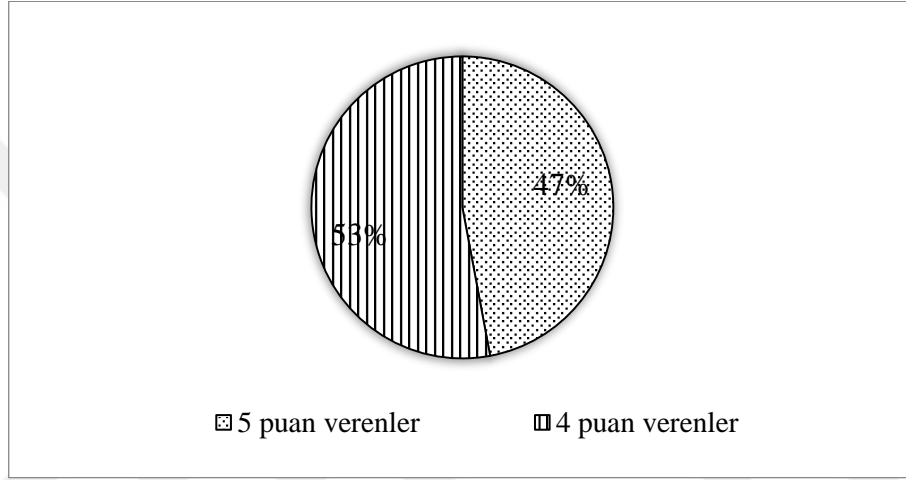
Sonuç olarak; katılımcıların çoğunun metraj listeleri hazırlamakta ve maliyet analizi yapmakta YBM sisteminden doğru şekilde yararlandığı görülmektedir.

YBM sistemi ile bina yapım sırasında oluşabilecek sorunların çözülmesi ile ilgili sonuçlar;

Katılımcıların verdikleri cevaplara göre;

- 8 katılımcı 5 puan verirken 9 katılımcı da 4 puan vermiştir.

Verilen cevapların yüzdelik dağılımı Şekil 22’de verilmiştir.



Şekil 22. YBM sistemi ile bina yapım sırasında oluşabilecek sorunların çözülebilmemesi ile ilgili katılımcıların verdiği cevapların yüzdelik dağılımı

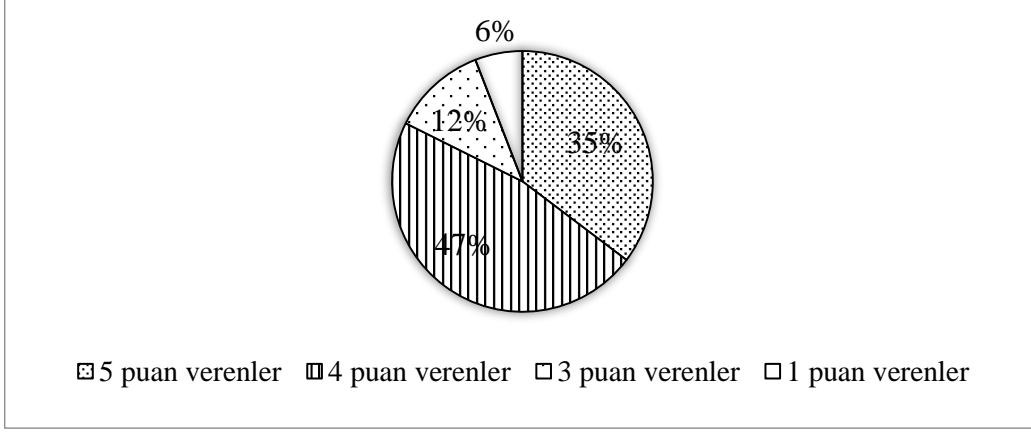
Sonuç olarak; katılımcılar genel olarak YBM sistemi ile bina yapım sürecinde oluşabilecek sorunların çözülebileceğini düşünmektedirler.

YBM sisteminin iş akışında kolaylık sağlaması ile ilgili sonuçlar;

Katılımcıların cevaplarına göre;

- 6 katılımcı 5 puan, 8 katılımcı 4 puan, 2 katılımcı 3 puan ve 1 katılımcı da 1 puan vermiştir.

Verilen cevapların yüzdelik dağılımı Şekil 23’te verilmiştir.



Şekil 23. YBM sisteminin iş akışında kolaylık sağlaması ile ilgili katılımcıların verdiği cevapların yüzdeler dağılımı

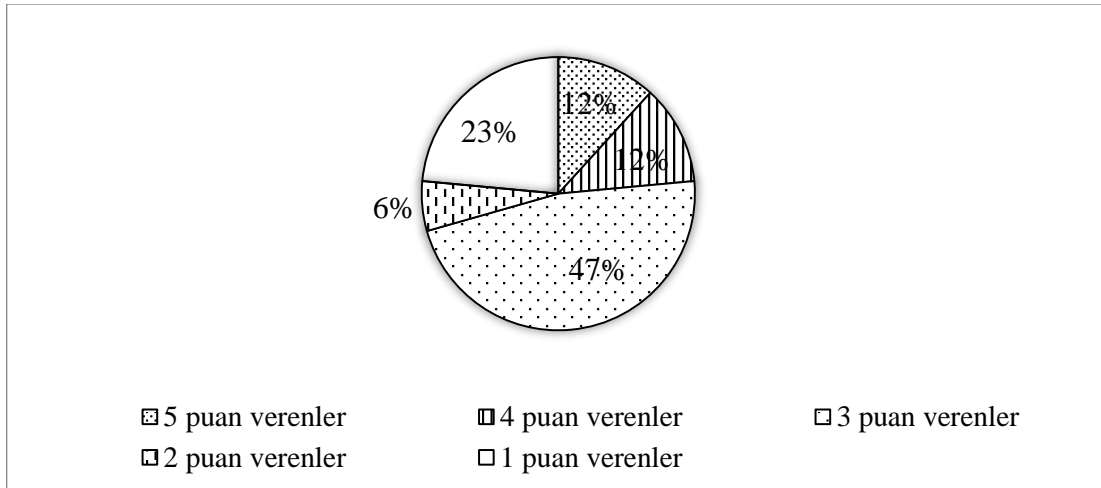
Sonuç olarak; katılımcıların çoğu YBM sisteminin iş akışında kolaylık sağladığını düşünmektedirler.

YBM sisteminin piyasada amacına uygun kullanılabilmesi;

Katılımcıların verdikleri cevaplara göre;

- 2 katılımcı 5 puan, 2 katılımcı 4 puan, 8 katılımcı 3 puan, 1 katılımcı 2 puan ve 4 katılımcı da 1 puan vermiştir.

Verilen cevapların yüzdeler dağılımı Şekil 24’de verilmiştir.



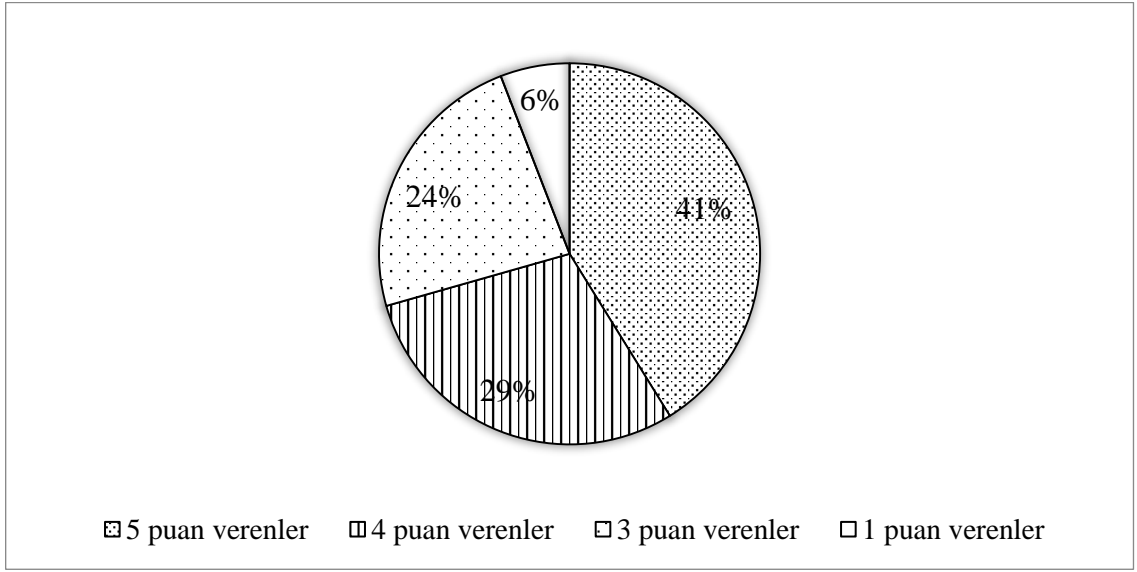
Şekil 24. YBM sisteminin piyasada amacına uygun kullanılabilmesi ile ilgili katılımcıların verdiği cevapların yüzdeler dağılımı

Sonuç olarak; katılımcılar YBM sisteminin piyasada amacına uygun kullanılıp kullanılmadığı konusunda bir fikir birliği oluşturamamış ve genel olarak kararsız kalmışlardır.

YBM sisteminin proje aşamasında zaman tasarrufu sağlaması ile ilgili sonuçlar;
Katılımcıların verdikleri cevaplara göre;

- 7 katılımcı 5 puan, 5 katılımcı 4 puan, 4 katılımcı 3 puan ve 1 katılımcı da 1 puan vermiştir.

Verilen cevapların yüzdelerik dağılımı Şekil 25'te verilmiştir.



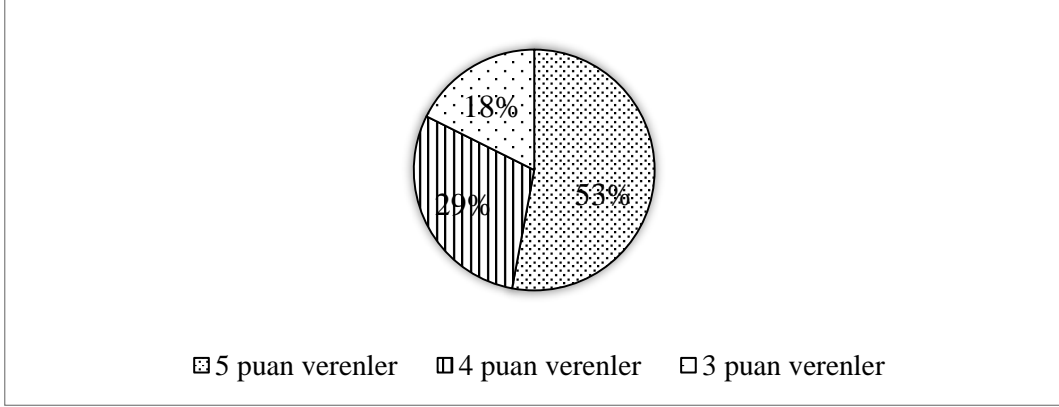
Şekil 25. YBM sisteminin proje aşamasında zaman tasarrufu sağlaması ile ilgili katılımcıların verdiği cevapların yüzdelerik dağılımı

Sonuç olarak; YBM sisteminin proje aşamalarında zaman tasarrufu sağladığı çoğu katılımcı tarafından kabul edilmektedir.

YBM sisteminin gelişmeye olan ihtiyacı ile ilgili sonuçlar;
Katılımcıların verdikleri cevaplara göre;

- 9 katılımcı 5 puan, 5 katılımcı 4 puan 3 katılımcı da 3 puan vermiştir.

Verilen cevapların yüzdelerik dağılımı Şekil 26'da verilmiştir.



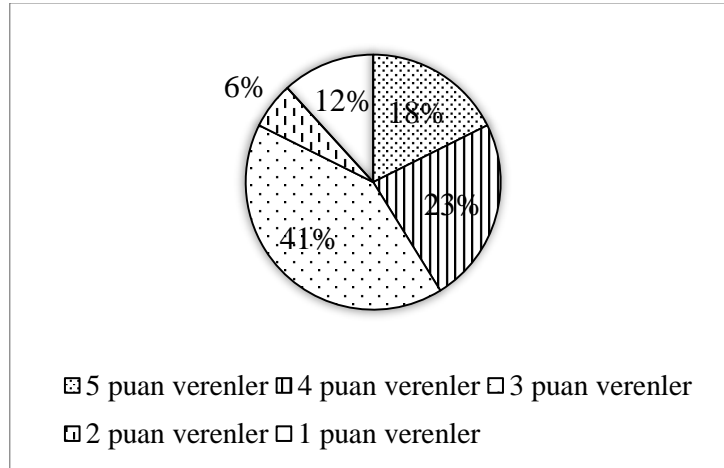
Şekil 26. YBM sisteminin gelişmeye olan ihtiyacı ile ilgili katılımcıların verdiği cevapların yüzdeler dağılımı

Sonuç olarak; katılımcıların çoğu YBM sisteminin gelişmeye ihtiyacı olduğunu belirtmişlerdir.

YBM sisteminin geleneksel sistemlerden daha zor bulunması ile ilgili sonuçlar; Katılımcıların verdikleri cevaplara göre;

- 3 katılımcı 5 puan, 4 katılımcı 4 puan, 7 katılımcı 3 puan, 1 katılımcı 2 puan ve 2 katılımcı da 1 puan vermiştir.

Verilen cevapların yüzdeler dağılımı Şekil 27’de verilmiştir.



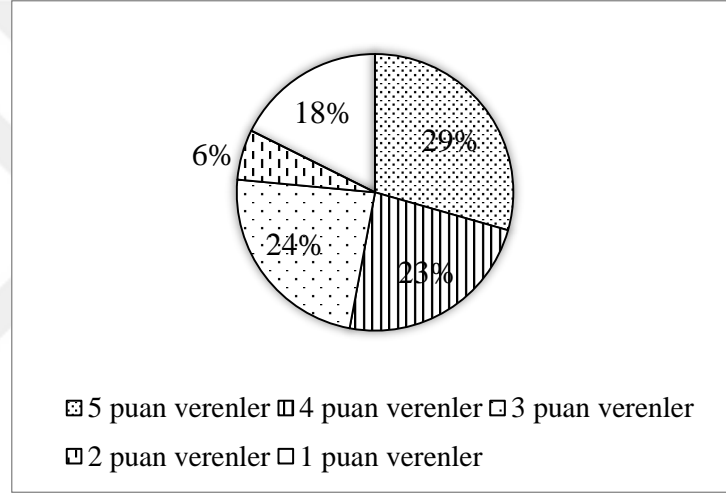
Şekil 27. YBM sisteminin geleneksel sistemlerden daha zor bulunması ile ilgili katılımcıların verdiği cevapların yüzdeler dağılımı

Sonuç olarak; katılımcılar YBM sisteminin geleneksel sistemlerden zor olup olmadığı konusunda bir fikir birliğinde bulunamamışlar ve genel olarak kararsız kalmışlardır. Ayrıca YBM sisteminin daha zor olduğunu düşünen katılımcıların genellikle mühendislik firmalarından oldukları belirlenmiştir.

YBM sisteminin disiplinler arası kullanım kolaylığı sağlaması ile ilgili sonuçlar; Katılımcıların verdikleri cevaplara göre;

- 5 katılımcı 5 puan, 4 katılımcı 4 puan, 4 katılımcı 3 puan, 1 katılımcı 2 puan ve 3 katılımcı da 1 puan vermiştir.

Verilen cevapların yüzdeler dağılımı Şekil 28’de verilmiştir.



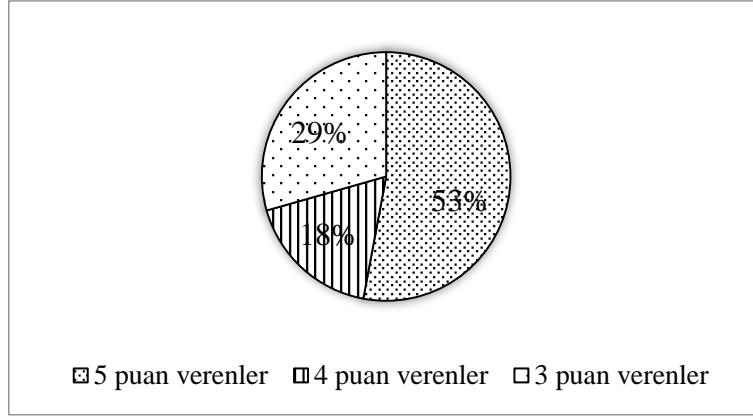
Şekil 28. YBM sisteminin disiplinler arası kullanım kolaylığı sağlaması ile ilgili katılımcıların verdiği cevapların yüzdeler dağılımı

Sonuç olarak; katılımcıların sadece yarısından biraz fazlası YBM sisteminin disiplinlerarası rahatlıkla kullanılabildiğini belirtmişlerdir.

YBM sisteminin işveren memnuniyetini artırması ile ilgili sonuçlar; Katılımcıların verdikleri cevaplara göre;

- 9 katılımcı 5 puan, 3 katılımcı 4 puan ve 5 katılımcı da 3 puan vermiştir.

Verilen cevapların yüzdeler dağılımı Şekil 29’da verilmiştir.



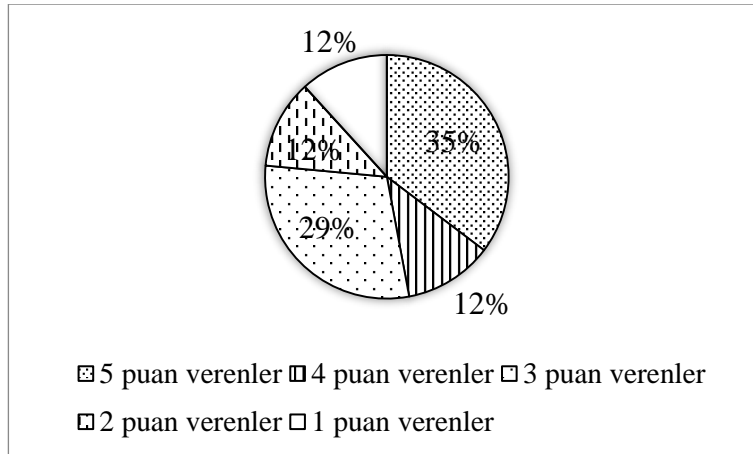
Şekil 29. YBM sisteminin işveren memnuniyetini artırması ile ilgili katılımcıların verdiği cevapların yüzdeler dağılımı

Sonuç olarak; genelde YBM sisteminin işveren memnuniyetini arttırdığı düşünülmektedir.

YBM sisteminin tüm proje türlerinde kullanılabilir olması ile ilgili sonuçlar; Katılımcıların verdikleri cevaplara göre;

- 6 katılımcı 5 puan, 2 katılımcı 4 puan, 5 katılımcı 3 puan, 2 katılımcı 2 puan ve 2 katılımcı da 1 puan vermiştir.

Verilen cevapların yüzdeler dağılımı Şekil 30'da verilmiştir.



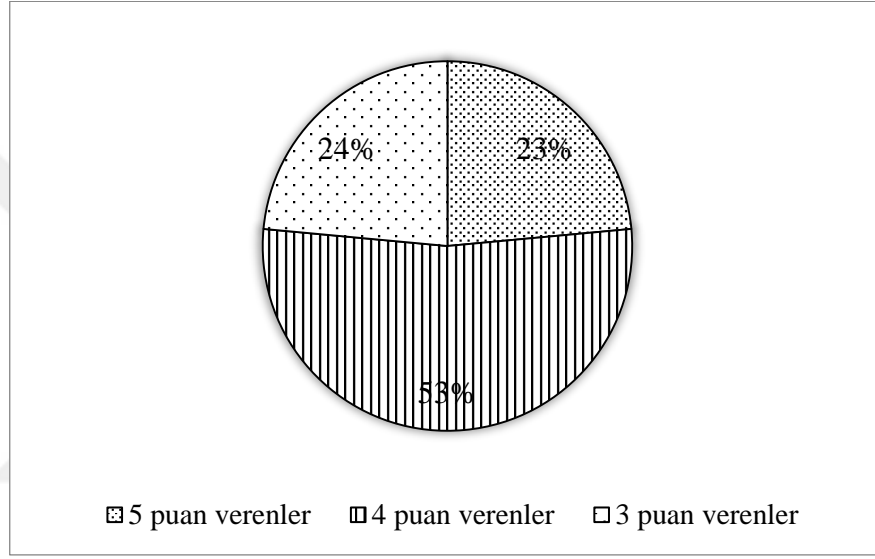
Şekil 30. YBM sisteminin tüm proje türlerinde kullanılabilir olması ile ilgili katılımcıların verdiği cevapların yüzdeler dağılımı

Sonuç olarak; her türlü projede YBM kullanılabilirliği ile ilgili fikir birliği oluşturulamamıştır. Katılımcıların sadece yarısından biraz azı bu düşünceye katılırken diğer katılımcılar kararsız veya olumsuzdur.

Katılımcıların kendi YBM bilgilerini yeterli görmeleri ile ilgili sonuçlar;
Katılımcıların verdikleri cevaplara göre;

- 4 katılımcı 5 puan, 9 katılımcı 4 puan ve 4 katılımcı da 3 puan vermiştir.

Verilen cevapların yüzdeler dağılımı Şekil 31’de verilmiştir.



Şekil 31. Katılımcıların kendi YBM bilgilerini yeterli görmeleri ile ilgili verdikleri cevapların yüzdeler dağılımı

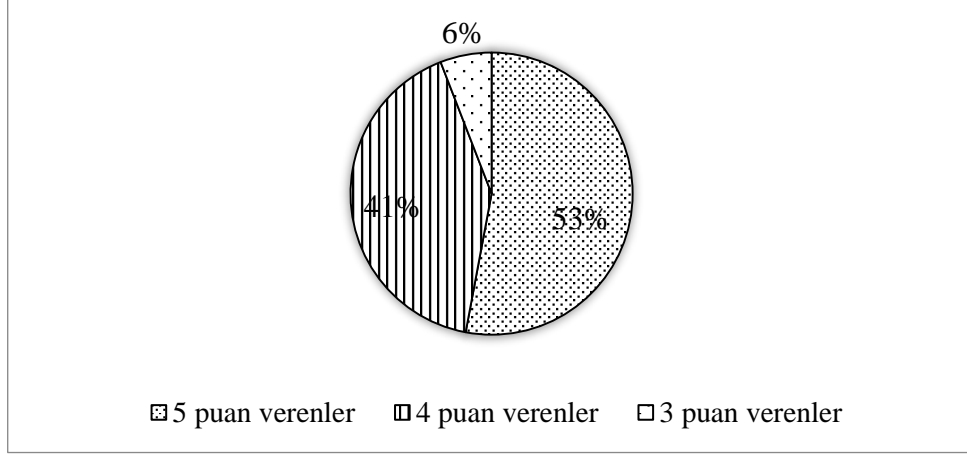
Sonuç olarak; katılımcıların YBM sistemi ile ilgili edindikleri bilgilerini yeterli buldukları görülmektedir.

Disiplinler arası çalışmanın bireysel olarak projeye hakimiyeti arttırması ile ilgili sonuçlar;

Katılımcıların verdikleri cevaplara göre;

- 9 katılımcı 5 puan, 7 katılımcı 4 puan ve 1 katılımcı da 3 puan vermiştir.

Verilen cevapların yüzdeler dağılımı Şekil 32’de verilmiştir.



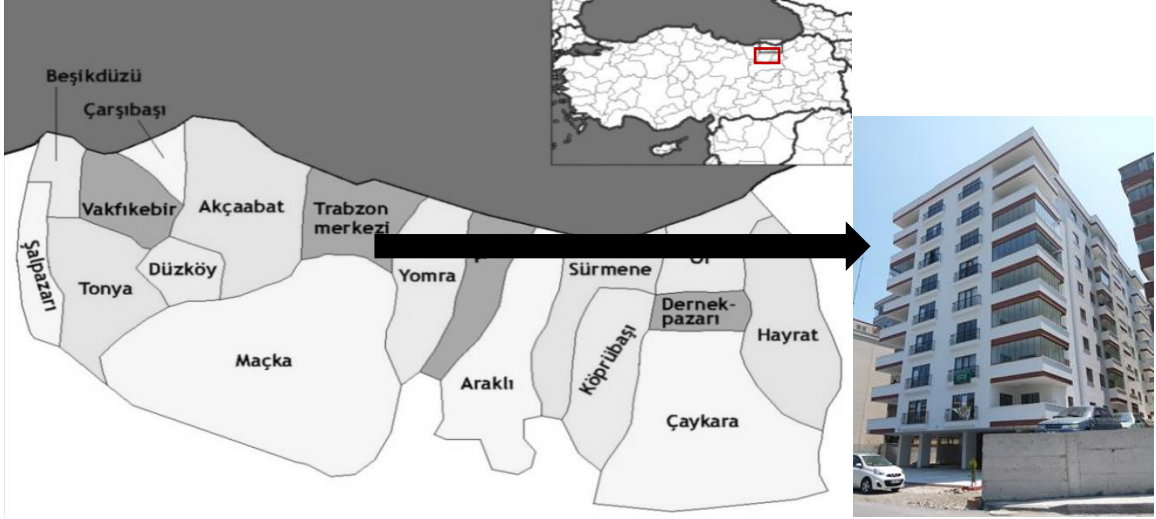
Şekil 32. Disiplinler arası çalışmanın bireysel olarak projeye hakimiyeti arttırması ile ilgili katılımcıların verdiği cevapların yüzdeleri dağılımı

Sonuç olarak; genellikle katılımcılar diğer disiplinlerle ortak bir çalışma yürütmenin bireysel olarak da projeye hakimiyeti arttırdığını düşünmektedirler.

2.1.2.Uygulama Çalışması Yöntemi ve Sonuçların Değerlendirilmesi

Çalışmalara genel olarak bakıldığında YBM sistemi yazılımlarından en çok kullanılanın Revit olduğu görülmektedir. Ayrıca uygulama yapılan çalışmaların genellikle karşılaştırma olmadığı yeni çizim olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle çalışmanın ikinci kısmında geleneksel yöntemlerle proje çizimleri gerçekleştirilen ve uygulaması yapılmış örnek bir konut projesi seçilmiştir. Seçilen bu projenin bir kısmının Revit yazılımı ile yeniden üretilmesi hedeflenmiştir. Trabzon ilinde bulunan bu projenin verileri toplanmış ve yeniden üretim sonucu elde edilecek verilerle karşılaştırma yapmak amaçlanmıştır. Bu uygulama ile de Revit yazılımının metraj listelerinin ve maliyet analizlerinin güvenilirliğini ölçmek hedeflenmiştir.Trabzon ilinde YBM yazılımlarını kullanabilen paydaşlar bulmanın zorluğu nedeniyle çalışma sadece mimari olarak ele alınmıştır.

Seçilen örnek konut 2015 yılı boyunca geleneksel yöntemlerle projelendirilmiş ve 2016 yılında ruhsat alarak yapımına başlanmıştır. Mimari projelendirme için Autodesk Autocad yazılımı tercih edilmiş ve 3D modeli oluşturulmamıştır. Örnek konutun konumu Şekil 33'te verilmiştir.



Şekil 33. Örnek konutun konumu






Örnek konuta ait görseller Şekil 34’te verilmiştir.



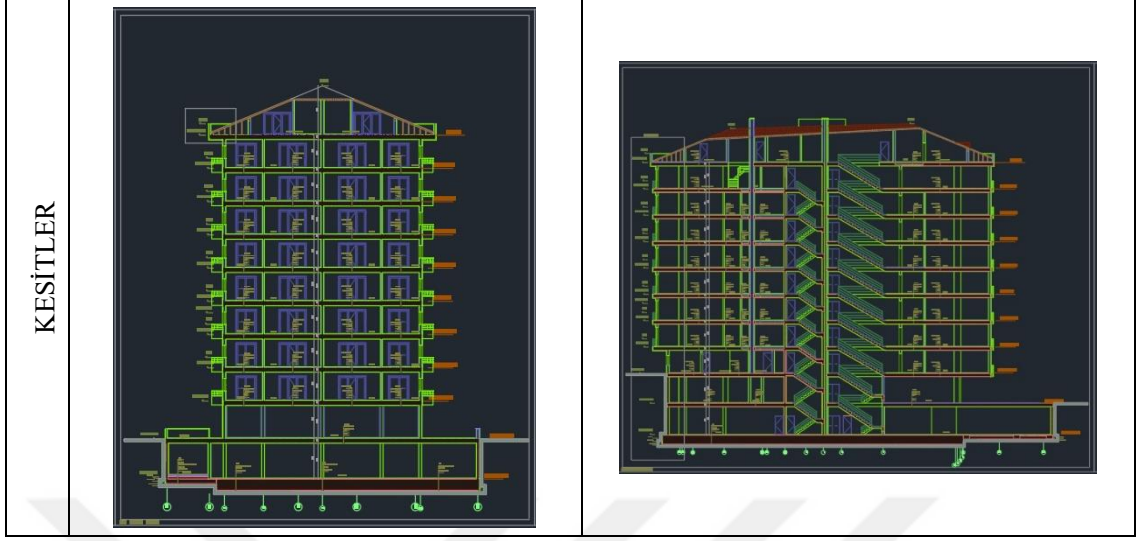
Şekil 34. Örnek konuta ait görseller

Örnek konuta ait proje verileri Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. Örnek konuta ait proje çizimleri

PLAN		
GÖRÜNÜŞLER		
		

Tablo 11'in devamı



Projenin yüklenicisinden alınan verilere göre bazı malzemelere ait birim fiyatlar ve bir kata ait metrajlar Tablo 12'de belirtilmiştir. Bu hesaplamalar elle yapılarak kağıt üzerinde kayıt altına alınmıştır.

Tablo 12. Projenin yüklenicisinden alınan verilere göre bazı malzemelere ait birim fiyatlar ve bir kata ait metraj listesi

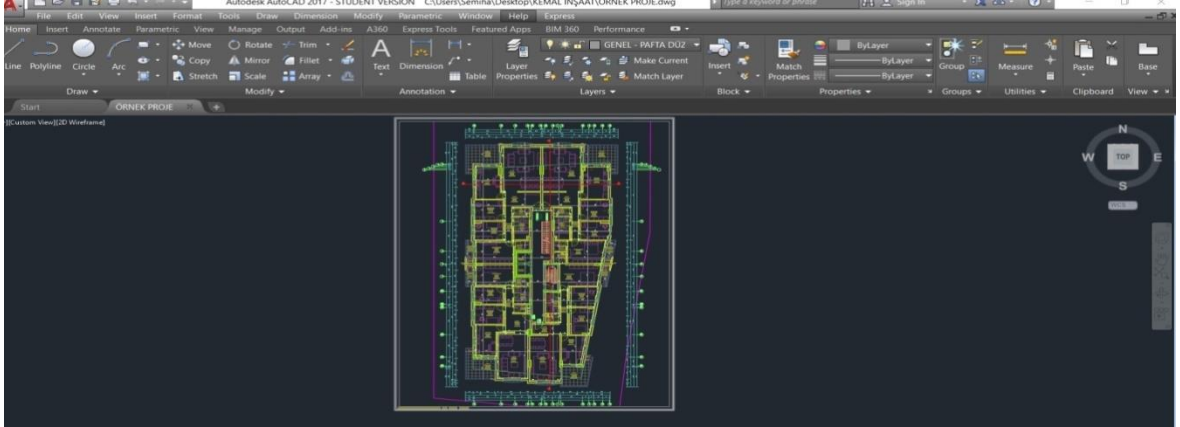
MALZEME ADI	BİRİM FİYAT	MİKTAR
LAMİNANT PARKE	50 TL (m ²)	392 m ²
YER SERAMİĞİ(KAT HOLÜ ve BALKON)	20TL (m ²)	90 m ²
YER SERAMİĞİ(ISLAK HACİMLER)	22 TL (m ²)	42 m ²
DUVAR SERAMİĞİ	22 TL (m ²)	228 m ²
LAMİNANT PARKE ALTI ŞİLTE	0,50 TL (m ²)	392 m ²
SIVA	3TL (m ²)	1.364,8 m ²
KOLON BETONU	220 TL (m ³)	29,2 m ³
YANGIN KAPISI	750 TL (tane)	1 adet
ODA PENCERELERİ	1.700 TL (tane)	8 adet

Tablo 12'nin devamı

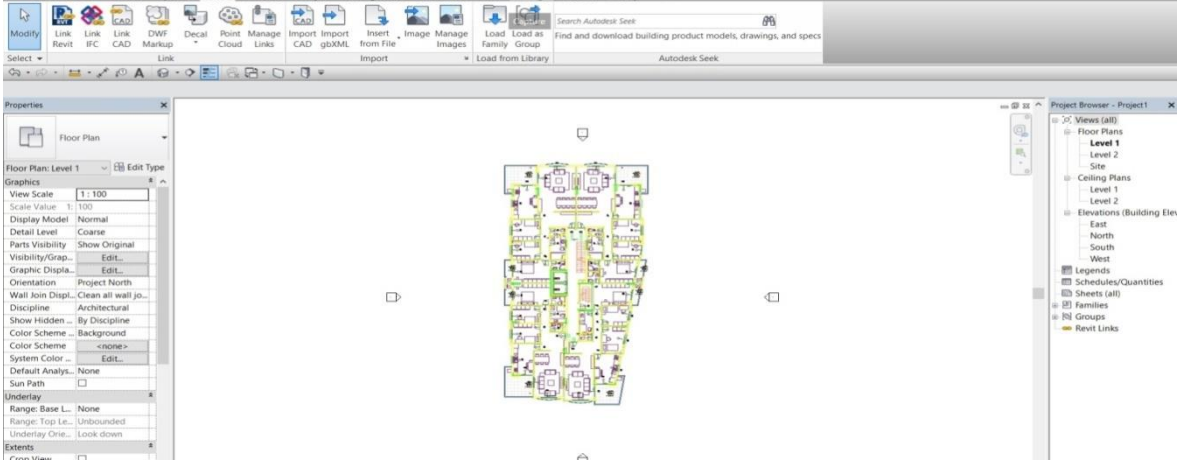
MALZEME ADI	BİRİM FİYAT	MİKTAR
MUTFAK PENCERELERİ	805 TL (tane)	4 adet
BALKON KAPILARI	1.740 TL (tane)	12 adet
FRANSIZ BALKON KAPILARI	1.850 TL (tane)	4 adet
TUĞLA	0,60 TL (tane)	16.550 adet (662 m ²)
DAİRE İÇİ KAPILAR	450 TL (tane)	32 adet
ÇELİK KAPI	1.250 TL (tane)	4 adet

Uygulama çalışması için Revit yazılımı öğrenilmiş ve Autocad yazılımından altlık alınarak projenin bir katının yeniden üretimine başlanmıştır.

İlk adım olarak örnek projenin normal kat planı altlık olarak kullanılmak için Revit yazılımına alınmıştır. Bu işlem Revit arayüzünde *insert* sekmesi altında *import CAD* ile yapılmıştır. Şekil 35 ve Şekil 36'da sırasıyla normal kat planının Autocad yazılımındaki halinin ve Revit yazılımındaki halinin görselleri verilmiştir.

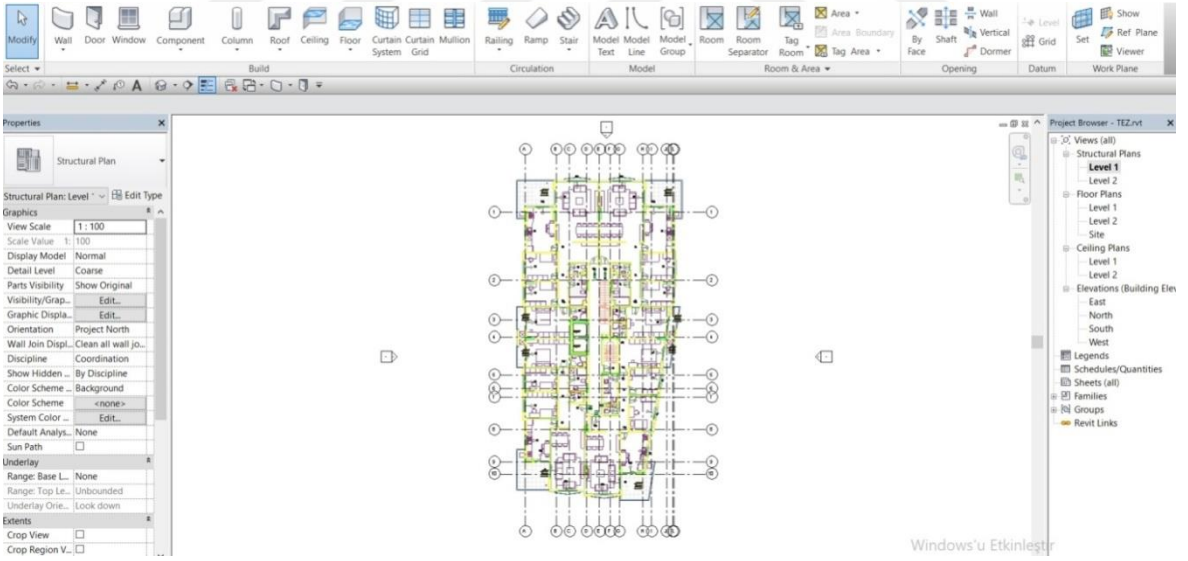


Şekil 35. Autocad yazılımında normal kat planı görünümü

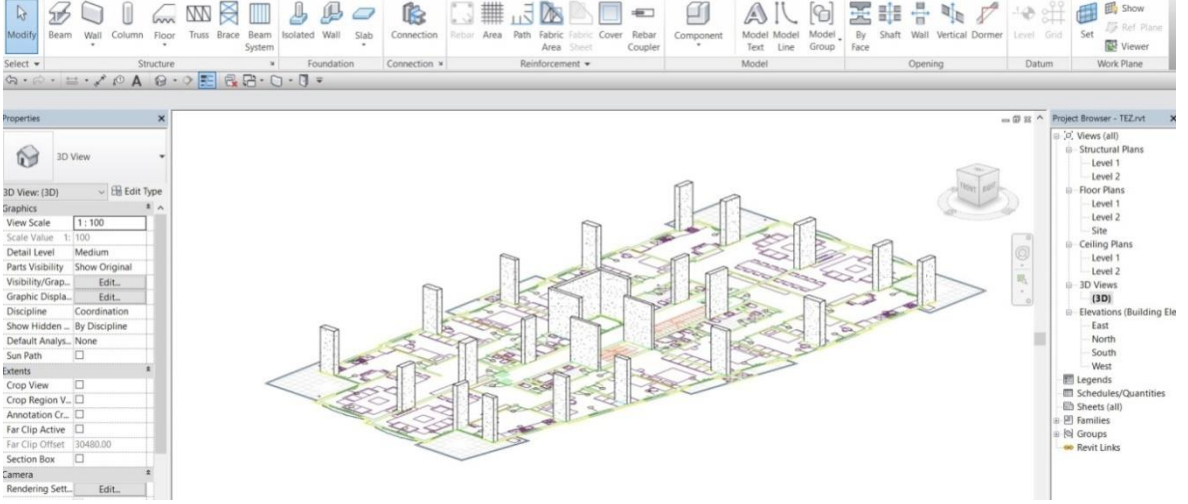


Şekil 36. Revit yazılımda normal kat planı görünümü

Revit yazılımına aktarılan 2D çizim üzerinden ilk olarak akslar ve boyutlarına uygun olarak kolonlar yerleştirilmiştir (Şekil 37). Bu işlem yapılırken eşzamanlı olarak 3D modelde de kolonların olduğu görülmektedir (Şekil 38).

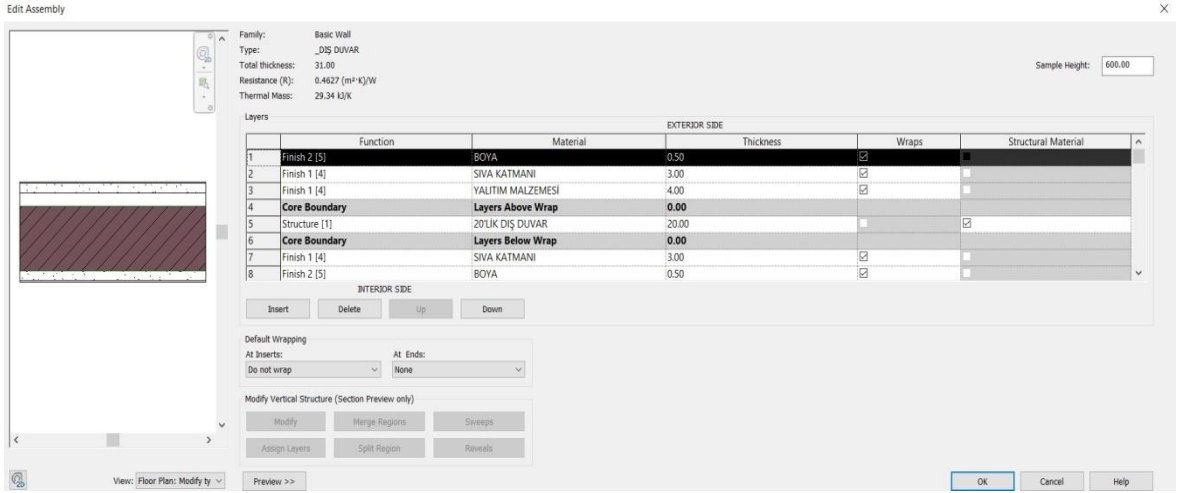


Şekil 37. Revit yazılımda aksların ve kolonların yerleştirilmesi

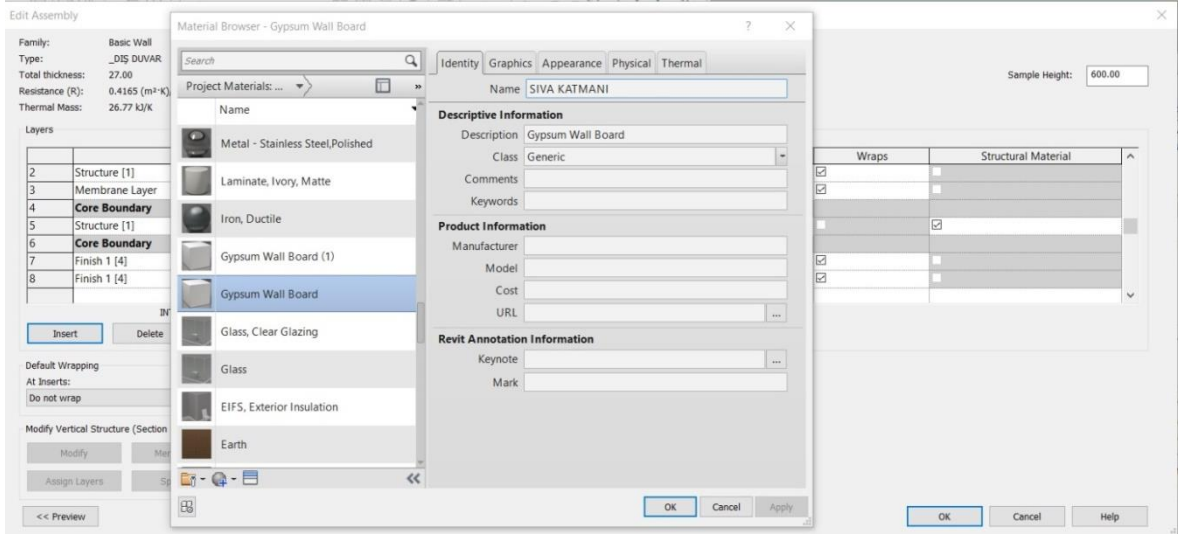


Şekil 38. 3D modelde kolon yerleşiminin kontrolü

Kolonlar yerleştirildikten sonra duvarlar bulunacakları yere göre ayrı ayrı oluşturulmuştur. Duvarlar içerdikleri katmanlar dikkate alınarak üretilmiştir. Şekil 39'da belirtildiği gibi ana duvar malzemesi dışındaki katmanlar yapının içinde veya dışında olma durumuna göre ayrılmıştır. Şekil 40'ta görüldüğü gibi katman malzemeleri metraj listelerinde hangi isimde gösterilmek isteniyorsa o şekilde isimlendirilmelidir. Bu kısım listeler için önemlidir.

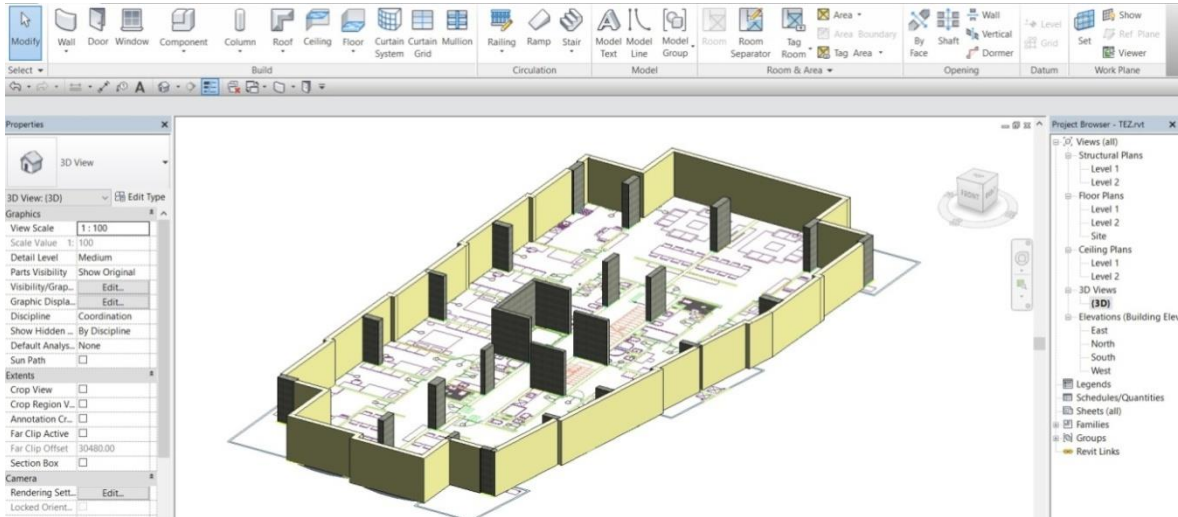


Şekil 39. Katmanların düzenlenmesi

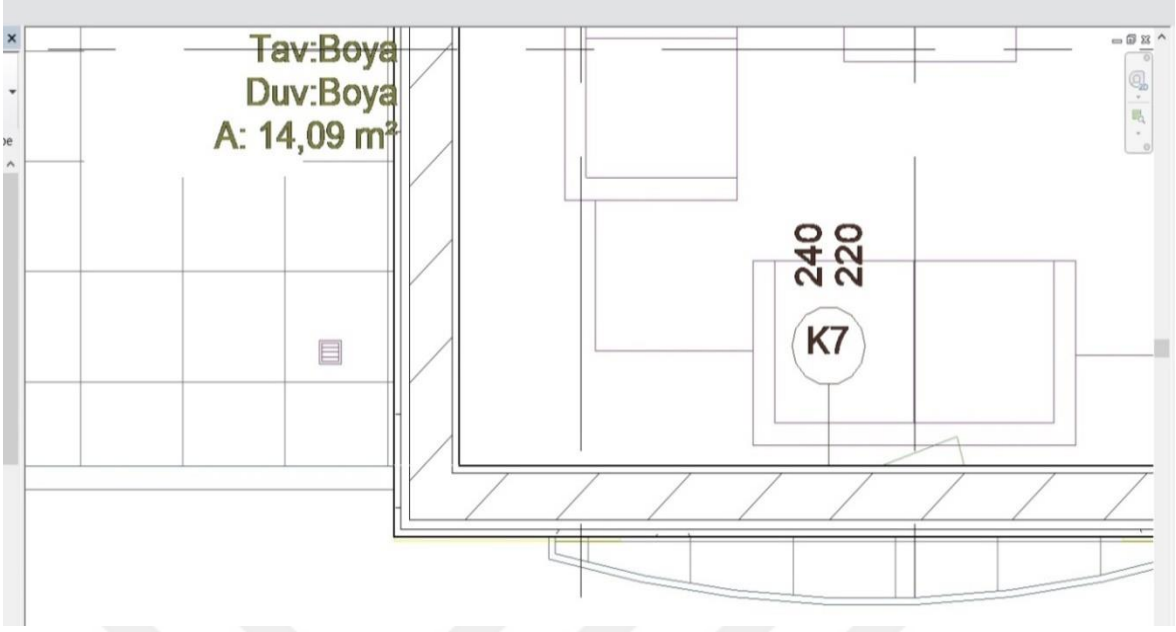


Şekil 40. Katman malzemelerinin isimlendirilmesi

Dış duvar elemanları çizildikten sonra 3D modelden de kontrolleri yapılmaktadır. Ayrıca dış duvar çizilirken köşe kesişimleri otomatik olarak birleşmektedir. Şekil 41’de ve Şekil 42’de sırasıyla duvar çizimi sonrası 3D model ve duvar kesişimleri görseli bulunmaktadır.



Şekil 41. Duvar çizimi



Şekil 42. Duvar kesişim detayı

Dış duvar oluşturulduktan sonra 20 cm'lik iç duvarlar ve 10 cm'lik iç duvarlar oluşturulmuştur. Banyolara denk gelen iç duvarlar için boya katmanı yerine seramik katmanı bulunduran iç duvarlar ayrı olarak oluşturulmuştur. Tablo 13'de oluşturulan iç duvar tipleri katmanlarıyla gösterilmiştir.

Tablo 13. İç duvar tiplerinin katmanları

Function	Material	Thickness	Wraps	Structural Material
1 Finish 2 [5]	BOYA	0.50	<input checked="" type="checkbox"/>	
2 Finish 1 [4]	SIVA KATMANI	3.00	<input checked="" type="checkbox"/>	
3 Core Boundary	Layers Above Wrap	0.00		
4 Structure [1]	10'LUK İÇ DUVAR	10.00		<input checked="" type="checkbox"/>
5 Core Boundary	Layers Below Wrap	0.00		
6 Finish 1 [4]	SIVA KATMANI	3.00	<input checked="" type="checkbox"/>	
7 Finish 2 [5]	BOYA	0.50	<input checked="" type="checkbox"/>	

Function	Material	Thickness	Wraps	Structural Material
1 Finish 2 [5]	SERAMİK	1.00	<input checked="" type="checkbox"/>	
2 Finish 1 [4]	SIVA KATMANI	3.00	<input checked="" type="checkbox"/>	
3 Core Boundary	Layers Above Wrap	0.00		
4 Structure [1]	10'LUK İÇ DUVAR	10.00		<input checked="" type="checkbox"/>
5 Core Boundary	Layers Below Wrap	0.00		
6 Finish 1 [4]	SIVA KATMANI	3.00	<input checked="" type="checkbox"/>	
7 Finish 2 [5]	SERAMİK	1.00	<input checked="" type="checkbox"/>	

Function	Material	Thickness	Wraps	Structural Material
1 Finish 2 [5]	SERAMİK	1.00	<input checked="" type="checkbox"/>	
2 Finish 1 [4]	SIVA KATMANI	3.00	<input checked="" type="checkbox"/>	
3 Core Boundary	Layers Above Wrap	0.00		
4 Structure [1]	20'LUK İÇ DUVAR	20.00		<input checked="" type="checkbox"/>
5 Core Boundary	Layers Below Wrap	0.00		
6 Finish 1 [4]	SIVA KATMANI	3.00	<input checked="" type="checkbox"/>	
7 Finish 2 [5]	BOYA	0.50	<input checked="" type="checkbox"/>	

Tablo 13'ün devamı

	Function	Material	Thickness	Wraps	Structural Material
1	Finish 2 [5]	BOYA	0.50	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Finish 1 [4]	SIVA KATMANI	3.00	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Core Boundary	Layers Above Wrap	0.00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Structure [1]	20'LIK İÇ DUVAR	20.00	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Core Boundary	Layers Below Wrap	0.00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Finish 1 [4]	SIVA KATMANI	3.00	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Finish 2 [5]	BOYA	0.50	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

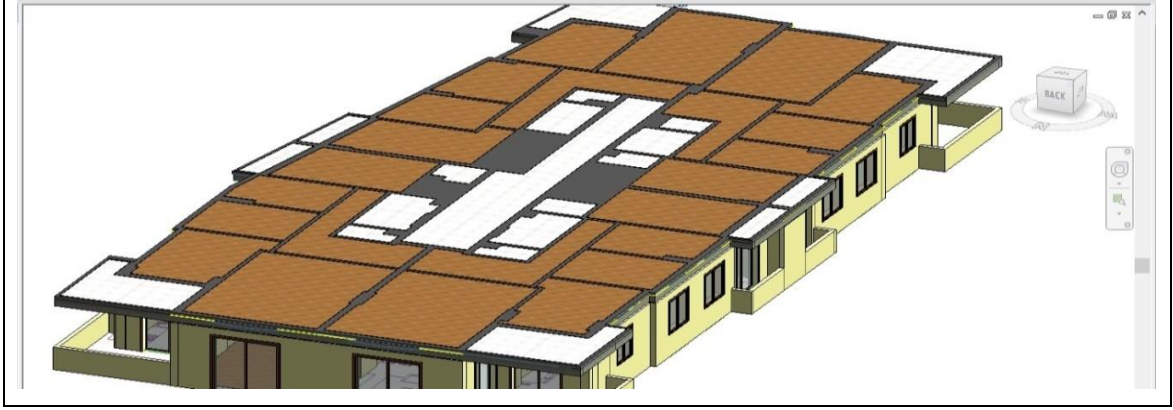
Oluşturulan kolonların etrafında sıva ve boya görünmediği için duvar oluşturur gibi sıva malzemesi oluşturulup kolonların etrafına çizilmiştir. Duvarların yerleşimi bitirildikten sonra kapılar ve pencereler uygun modelde ve boyutta seçilerek projeye yerleştirilmiştir (Şekil 43).



Şekil 43. Duvarlar, kapılar ve pencerelerin yerleştirilmesi ve 3D olarak kontrolü

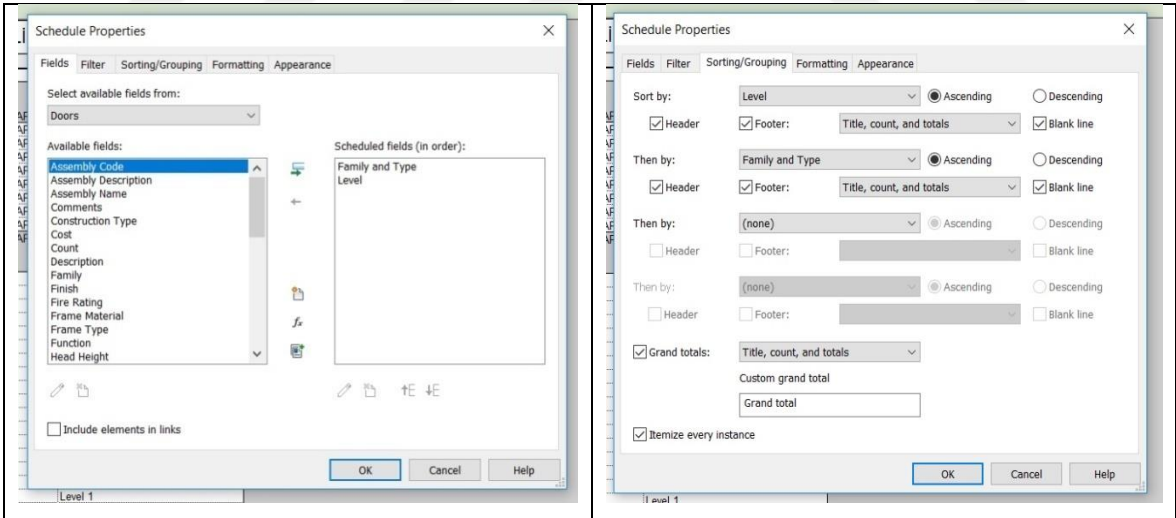
Örnek proje, toplanan verilere göre 35cm'lik asmolen döşemeye sahiptir. Çalışmanın bu kısmında kullanılan beton miktarı belirlenmek istenmiştir. Bunun için kalıp planından yararlanılarak döşeme oluşturulmuştur. Ancak statik projenin geleneksel yöntemlerle çizilip elimizde sadece çıktı olarak mevcut olması, demir donatı miktarının bilinmiyor olması ve mimari bilginin bu işlem için yeterli ve doğru olamayacağı gibi etkilerle beton

Tablo 14'ün devamı



Çalışmanın sonunda girilen malzemelerin metraj listeleri oluşturulmuştur. Bu işlem için *Analyze* sekmesi altında *Schedule/Quantities* 'den yararlanılmıştır. Bu bölümden listelerin ne şekilde görüneceğinin ve ne içereceğinin ayarları yapılmaktadır. Ayarların görselleri Tablo 15'de verilmiştir.

Tablo 15. Metraj listelerinin oluşturulması



Örnek konut projesinin Revit yazılımı ile yeniden üretilmesi sırasında yazılıma girilen bilgiler sayesinde bazı metraj listeleri elde edilmiştir. Bu listelerde gösterilmek istenen bilgi kullanıcı tarafından yönetilmektedir. Tablo 16'da örnek konutun 1 katına ait kapı metraj listesi belirtilmiştir. Bu listede kapının cinsi, eni, boyu, ve birim fiyatı gösterilmektedir.

Tablo 16'nın devamı

M_Door-Interior-Single-Full Glass-Wood: SALON KAPISI 100CM			
450.00			
M_Door-Interior-Single-Full Glass-Wood: SALON KAPISI 100CM	220.0	100.0	450.00
M_Door-Interior-Single-Full Glass-Wood: SALON KAPISI 100CM	220.0	100.0	450.00
M_Door-Interior-Single-Full Glass-Wood: SALON KAPISI 100CM	220.0	100.0	450.00
M_Door-Interior-Single-Full Glass-Wood: SALON KAPISI 100CM	220.0	100.0	450.00
450.00: 4			1800.00
M_Door-Interior-Single-Full Glass-Wood: SALON KAPISI 100CM: 4			1800.00
M_Single-Flush: _DIŞ KAPI			
1250.00			
M_Single-Flush: DIŞ KAPI	210.0	100.0	1250.00
M_Single-Flush: DIŞ KAPI	210.0	100.0	1250.00
M_Single-Flush: DIŞ KAPI	210.0	100.0	1250.00
M_Single-Flush: DIŞ KAPI	210.0	100.0	1250.00
1250.00: 4			5000.00
M_Single-Flush: _DIŞ KAPI: 4			5000.00
M_Single-Flush: _ODA KAPISI 90 CM			
450.00			
M_Single-Flush: ODA KAPISI 90 CM	210.0	90.0	450.00
M_Single-Flush: ODA KAPISI 90 CM	210.0	90.0	450.00
M_Single-Flush: ODA KAPISI 90 CM	210.0	90.0	450.00
M_Single-Flush: ODA KAPISI 90 CM	210.0	90.0	450.00
M_Single-Flush: ODA KAPISI 90 CM	210.0	90.0	450.00
M_Single-Flush: ODA KAPISI 90 CM	210.0	90.0	450.00
M_Single-Flush: ODA KAPISI 90 CM	210.0	90.0	450.00
M_Single-Flush: ODA KAPISI 90 CM	210.0	90.0	450.00
M_Single-Flush: ODA KAPISI 90 CM	210.0	90.0	450.00
M_Single-Flush: ODA KAPISI 90 CM	210.0	90.0	450.00
M_Single-Flush: ODA KAPISI 90 CM	210.0	90.0	450.00
M_Single-Flush: ODA KAPISI 90 CM	210.0	90.0	450.00
M_Single-Flush: ODA KAPISI 90 CM	210.0	90.0	450.00
450.00: 12			5400.00
M_Single-Flush: _ODA KAPISI 90 CM: 12			5400.00
Grand total			45200.00

Uygulama sonucu elde edilen bir diğer metraj listesi olan kolon hacim metrajı listesi Tablo 17'de verilmiştir.

Tablo 17. Kolon hacim metrajı

<KOLON HACİM METRAJ>	
A	B
Family and Type	Volume
M Concrete-Rectangular-Column: 80*30 KOLON	
M Concrete-Rectangular-Column: 80*30 K	0.70 m ³
	0.70 m ³
M Concrete-Rectangular-Column: 90*25 KOLON	
M Concrete-Rectangular-Column: 90*25 K	0.65 m ³
	0.65 m ³
M Concrete-Rectangular-Column: 90*30 KOLON	
M Concrete-Rectangular-Column: 90*30 K	0.78 m ³
M Concrete-Rectangular-Column: 90*30 K	0.78 m ³
M Concrete-Rectangular-Column: 90*30 K	0.78 m ³
	2.35 m ³
M Concrete-Rectangular-Column: 90*50 KOLON	
M Concrete-Rectangular-Column: 90*50 K	1.31 m ³
	1.31 m ³
M Concrete-Rectangular-Column: 100*35 kolon	
M Concrete-Rectangular-Column: 100*35 k	1.02 m ³
M Concrete-Rectangular-Column: 100*35 k	1.02 m ³
M Concrete-Rectangular-Column: 100*35 k	1.02 m ³
	3.05 m ³

Tablo 17'nin devamı

M Concrete-Rectangular-Column: 100*40 KOLON	
M Concrete-Rectangular-Column: 100*40 K	1.16 m ³
M Concrete-Rectangular-Column: 100*40 K	1.16 m ³
M Concrete-Rectangular-Column: 100*40 K	1.16 m ³
	3.48 m ³
M Concrete-Rectangular-Column: 110*30 KOLON	
M Concrete-Rectangular-Column: 110*30 K	0.96 m ³
M Concrete-Rectangular-Column: 110*30 K	0.96 m ³
M Concrete-Rectangular-Column: 110*30 K	0.96 m ³
	2.87 m ³
M Concrete-Rectangular-Column: 110*40 KOLON	
M Concrete-Rectangular-Column: 110*40 K	1.28 m ³
M Concrete-Rectangular-Column: 110*40 K	1.28 m ³
	2.55 m ³
M Concrete-Rectangular-Column: 120*40 KOLON	
M Concrete-Rectangular-Column: 120*40 K	1.39 m ³
	1.39 m ³
	1.39 m ³
M Concrete-Rectangular-Column: 130*40 KOLON	
M Concrete-Rectangular-Column: 130*40 K	1.51 m ³
	1.51 m ³
M Concrete-Rectangular-Column: 140*30 KOLON	
M Concrete-Rectangular-Column: 140*30 K	1.22 m ³
	1.22 m ³
M Concrete-Rectangular-Column: 200*20 KOLON	
M Concrete-Rectangular-Column: 200*20 K	1.16 m ³
M Concrete-Rectangular-Column: 200*20 K	1.16 m ³
	2.32 m ³
M Concrete-Rectangular-Column: 225*25 PERDE	
M Concrete-Rectangular-Column: 225*25 P	1.63 m ³
M Concrete-Rectangular-Column: 225*25 P	1.63 m ³
	3.26 m ³
M Concrete-Rectangular-Column: 360*25 PERDE	
M Concrete-Rectangular-Column: 360*25 P	2.61 m ³
	2.61 m ³
Grand total: 25	29.26 m ³

Tablo 18'de döşeme katmanlarının metraj listeleri belirtilmiştir. Bu listede döşeme katmanı malzemelerine ait malzeme isimleri ve metrekaeler verilmiştir.

Tablo 18. Döşeme katmanlarına ait metraj listesi

DÖŞEME KATMANLARI MALZEME METRAJI			
	SAP	16 m ²	
	ŞAP	34 m ²	
	ŞAP	16 m ²	
	ŞAP	12 m ²	
	ŞAP	10 m ²	
	ŞAP	16 m ²	
	ŞAP	16 m ²	
	ŞAP	16 m ²	
	ŞAP	12 m ²	
	ŞAP	10 m ²	
	ŞAP	17 m ²	
	ŞAP	34 m ²	
	ŞAP	16 m ²	
	ŞAP	10 m ²	
	ŞAP	11 m ²	
	ŞAP	13 m ²	
	ŞAP	27 m ²	
	ŞAP	13 m ²	
	ŞAP	11 m ²	
	ŞAP	10 m ²	
	ŞAP	17 m ²	
	ŞAP	14 m ²	
	ŞAP	13 m ²	
	ŞAP	13 m ²	
	ŞAP	2 m ²	
	ŞAP	7 m ²	
	ŞAP	3 m ²	
	ŞAP	2 m ²	
	ŞAP	5 m ²	
	ŞAP	2 m ²	
	ŞAP	12 m ²	
	ŞAP	11 m ²	
	ŞAP	2 m ²	
	ŞAP	5 m ²	
	ŞAP	2 m ²	
	ŞAP	7 m ²	
	ŞAP	2 m ²	
	ŞAP	33 m ²	
	ŞAP	3 m ²	
	ŞAP	3 m ²	
	ŞAP	3 m ²	
	ŞAP	3 m ²	
	ŞAP	2 m ²	
	ŞAP: 45	523 m ²	
	ŞİLTE	16 m ²	
	ŞİLTE	34 m ²	
	ŞİLTE	16 m ²	
	ŞİLTE	12 m ²	
	ŞİLTE	10 m ²	
	ŞİLTE	16 m ²	
	ŞİLTE	16 m ²	
	ŞİLTE	16 m ²	
	ŞİLTE	12 m ²	
	ŞİLTE	10 m ²	
	ŞİLTE	17 m ²	
	ŞİLTE	34 m ²	
	ŞİLTE	16 m ²	
	ŞİLTE	10 m ²	
	ŞİLTE	11 m ²	
	ŞİLTE	13 m ²	
	ŞİLTE	27 m ²	
	ŞİLTE	13 m ²	
	ŞİLTE	27 m ²	
	ŞİLTE	13 m ²	
	ŞİLTE	11 m ²	
	ŞİLTE	10 m ²	
	ŞİLTE	17 m ²	
	ŞİLTE	14 m ²	
	ŞİLTE: 24	389 m ²	
Floor: LAMINANT			Floor: SERAMİK
Floor: LAMINANT	10 m ²		Floor: SERAMİK
Floor: LAMINANT	10 m ²		Floor: SERAMİK
Floor: LAMINANT	10 m ²		Floor: SERAMİK
Floor: LAMINANT	10 m ²		Floor: SERAMİK
Floor: LAMINANT	11 m ²		Floor: SERAMİK
Floor: LAMINANT	11 m ²		Floor: SERAMİK
Floor: LAMINANT	12 m ²		Floor: SERAMİK
Floor: LAMINANT	12 m ²		Floor: SERAMİK
Floor: LAMINANT	13 m ²		Floor: SERAMİK
Floor: LAMINANT	13 m ²		Floor: SERAMİK
Floor: LAMINANT	13 m ²		Floor: SERAMİK
Floor: LAMINANT	14 m ²		Floor: SERAMİK
Floor: LAMINANT	16 m ²		Floor: SERAMİK
Floor: LAMINANT	16 m ²		Floor: SERAMİK
Floor: LAMINANT	16 m ²		Floor: SERAMİK
Floor: LAMINANT	16 m ²		Floor: SERAMİK
Floor: LAMINANT	16 m ²		Floor: SERAMİK
Floor: LAMINANT	16 m ²		Floor: SERAMİK
Floor: LAMINANT	16 m ²		Floor: SERAMİK
Floor: LAMINANT	17 m ²		Floor: SERAMİK
Floor: LAMINANT	17 m ²		Floor: SERAMİK
Floor: LAMINANT	27 m ²		Floor: SERAMİK
Floor: LAMINANT	27 m ²		Floor: SERAMİK
Floor: LAMINANT	34 m ²		Floor: SERAMİK
Floor: LAMINANT	34 m ²		Floor: SERAMİK
Floor: LAMINANT: 24	389 m ²		Floor: SERAMİK: 21
			133 m ²

Şekil 45'te pencere metraj listesi Revit yazılımından görsel olarak alınmıştır. Bu listede pencere tipi, eni, boyu ve birim fiyatı gösterilmiştir.

<PENCERE METRAJI>			
A	B	C	D
Family and Type	Height	Width	Cost
M Casement Dbl with Trim: MUTFAK PENCERESİ	120.0	120.0	805.00
M Casement Dbl with Trim: MUTFAK PENCERESİ	120.0	120.0	805.00
M Casement Dbl with Trim: MUTFAK PENCERESİ	120.0	120.0	805.00
M Casement Dbl with Trim: MUTFAK PENCERESİ	120.0	120.0	805.00
805.00			3220.00
M Casement Dbl with Trim: MUTFAK PENCERESİ: 4			3220.00
M Casement Dbl with Trim: ODA PENCERESİ	130.0	160.0	1700.00
M Casement Dbl with Trim: ODA PENCERESİ	130.0	160.0	1700.00
M Casement Dbl with Trim: ODA PENCERESİ	130.0	160.0	1700.00
M Casement Dbl with Trim: ODA PENCERESİ	130.0	160.0	1700.00
M Casement Dbl with Trim: ODA PENCERESİ	130.0	160.0	1700.00
M Casement Dbl with Trim: ODA PENCERESİ	130.0	160.0	1700.00
M Casement Dbl with Trim: ODA PENCERESİ	130.0	160.0	1700.00
M Casement Dbl with Trim: ODA PENCERESİ	130.0	160.0	1700.00
1700.00			13600.00
M_Casement Dbl with Trim: ODA PENCERESİ: 8			13600.00

Şekil 45. Pencere metraj listesi

Revit yazılımı ile elde edilen bu veriler sonucu geleneksel sistemlerle ve YBM sistemi ile oluşturulan bazı metraj sonuçları karşılaştırılmış ve Tablo 19'da belirtilmiştir. Revit ile oluşturulan metraj listeleri hazırlanırken gerekli seçimleri yaparak bir liste oluşturmak yeterlidir. Yazılım hesaplamaları kendi yaparak listeleri otomatik olarak oluşturabilmektedir.

Tablo 19. Geleneksel sistemlerle ve YBM sistemleriyle elde edilen metraj sonuçlarının karşılaştırılması

METRAJ LİSTESİ	GELENEKSEL SİSTEM İLE ELDE EDİLEN METRAJ SONUÇLARI	YBM SİSTEMİ İLE ELDE EDİLEN METRAJ SONUÇLARI
Kapı	52 adet	52 adet
Kolon Hacmi	29,2 m ³	29,26 m ³
Laminant	389 m ²	389 m ²
Şilte	389 m ²	389 m ²
Şap	521m ²	523 m ²
Zemin Seramiği	132 m ²	133 m ²
Pencere	12 adet	12 adet

Tablo 19'da belirtildiği gibi çıkarılan sonuçlar birbirini tutmaktadır. Sonuçlardaki tutarlılık Revit yazılımının metraj listelerinde doğru sonuca ulaşmada kolaylık sağladığını göstermektedir. Ancak bu listeler oluşturulurken hatalarla karşılaşmamak için tasarım sürecinde yazılıma doğru verilerin girilmesi ve listede görülmesi istenen sonuçların doğru seçilmesi önemlidir.

Uygulama sonunda Revit ile çizilen projelerde çizim yükünün hafiflediği ve planlar oluşturulurken 3D modelin, kesitlerin, görünüşlerin, metraj listelerinin ve detayların eşzamanlı olarak düzenlendiği görülmüştür. Yapılan uygulama çalışmasındaki adımların hepsi toplam 8 saatlik çalışma ile yapılmıştır ve harcanan bu çalışma süresi yaklaşık 1 iş günü olarak belirlenmektedir. Yazılıma eklenen veriler sayesinde tasarımın devamında daha az zaman harcanması öngörülmektedir.

Çizilen planların 3D model üzerinden de takip edilebilir olması tasarımcının hayalindeki daha iyi yansıtmasına ve hatalarını görüp zamanında düzeltmesine olanak sağlamıştır. Zamanında fark edilemeyen ve düzeltilemeyen hataların literatürde de belirtildiği gibi zamandan ve maliyetten kayıplara neden olduğu bilinmektedir.

2.1.2.1. Örnek Projede YBM Sisteminin Kullanılmamasından Kaynaklanan Hatalar

Seçilen örnek konut binasının inşaat süreci bu çalışma için takip edilmiştir. Yapım aşamasında, mimari proje tasarım süreci 2D çizimler üzerinden gerçekleştirildiği için hayal gücünün yetmemesinden kaynaklı bazı hatalar olduğu görülmüştür. Ayrıca proje paydaşlarının koordineli çalışmaması nedeniyle bazı çakışmalar olmuştur. Bu hatalar yapım ekibi tarafından yerinde çözüm ile düzenlenmekte ve bilgi karmaşasına neden olduğu gibi proje revizyonlarını da gerektirmektedir.

Yapım aşamasında karşılaşılan bazı hatalar ve görselleri aşağıda maddeler halinde belirtilmektedir.

- Mimari tasarımdan kaynaklanan hatalar;

Bu tarz hatalar 2D çizim yaparken çizilen yapının yeterince hayal edilememesinden ve 3 boyutlu olarak hesaplanamamasından kaynaklanmaktadır. Tablo 20'de bu hatalarla ilgili örnek projeye ait bazı görseller verilmiştir.

Tablo 20. Örnek projede uygulanan mimari tasarımdan kaynaklı hatalar



1 numaralı görselde çatı eğimi ile kapı genişliğinin çakışması tasarlanırken hesap edilememiştir. Çözüm için oda kartonpiyerinin ve kapı kasasının bir kısmı kesilmiştir. Sonuç olarak kötü bir görsel ortaya çıkmış ve malzeme zayiatı meydana gelmiştir.

2 numaralı görselde üst katta değişen kat holü genişliği öngörülememiş ve alt kattaki duvar yanlış konumlandırılmıştır. Bunun sonucu mekan görselliği bozulmuştur.

3 numaralı görselde çatı eğimi ve pencerenin açılır kısmının çakışması öngörülememiştir. Bu hatanın sonucu kullanıcı konforu bozulmuştur.

- Elektrik tesisatından kaynaklanan hatalar;

Bu tarz hatalar mimar, makine mühendisi ve elektrik mühendisinin koordinasyon eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Tablo 21’de bu hatalarla ilgili örnek projeye ait bazı görseller verilmiştir. Görsellerde elektrik tesisatı diğer elemanları düşünmede yerleştirilmiştir.

Tablo 21.Örnek projede uygulanan elektrik tesisatından kaynaklı hatalar



1 numaralı görselde dairenin çelik kapısının açılmış hali ile görüntülü diafonun çakışması hesaplanamamış ve elektrik tesisatı yanlış yerleştirilmiştir. Bunun sonucunda kullanıcı konforu bozulmuştur.

2 numaralı görselde elektrik prizi ile doğalgaz boru hattının çakışması öngörülememiştir. Elektrik tesisatından sonra yapılan doğalgaz boru hattı değiştirilemeyeceği için çözüm olarak elektrik prizi iptal edilmiştir. Bunun sonucunda elektrik prizi için yapılan elektrik tesisatı maliyeti gereksiz masrafa dönüşmüştür.

- Sıhhi tesisattan kaynaklanan hatalar;

Bu tarz hatalar da diğerleri gibi 3 boyutlu düşünememekten ve koordinasyon eksikliğinden meydana gelmektedir. Bu hataların çözümleri inşaat sırasında yapılıp bazen proje dışına çıkılmayla bazen başka elemana zarar vermekle sonuçlanmaktadır. Tablo 22'de bu hatalarla ilgili örnek projeye ait bazı görseller verilmiştir.

Tablo 22. Örnek projede uygulanan sıhhi tesisattan kaynaklı hatalar



1 numaralı görselde yağmur iniş borusunun dirsek kısmı bina cephesinde kalmış ve kötü görsel oluşturmuştur.

2 numaralı görselde çatıdan gelen yağmur iniş borusunun yeri doğru belirlenemediği için çatı hatılının bir kısmının kırılmasına ve köşe duvarın bir kısmının kırılıp yeniden yapılmasına neden olmuştur. Bunun sonucu çatı hatılındaki demirlerin bir kısmının kesilmesi ile statik projenin dışına çıkmış ayrıca duvarın yeniden üretilmesi sonucu ek

maliyet ve bu işlemler için zaman kaybı meydana gelmiştir. Bu ek maliyetlerden tuğlanın yeniden örülmesi ve sıva yapılarak boyanma işlemi 40 tl malzeme maliyetine ve malzemelerin kuruma sırasına göre yapılmasından kaynaklanan en az 3 güne yayılan bir işçi çalıştırma maliyetine ve zaman kaybına neden olmaktadır.

3 numaralı görselde tesisatlar mutfak dolabı dikkate alınmadan yerleştirilmiştir. Dolabın tasarlandığı gibi yerine uymaması nedeniyle tesisat ile çakışan kısım kesilerek yerinde çözüm uygulanmıştır. Bu durum zaman kaybına ve malzeme zayiatına neden olmuştur.

- Statik projeden kaynaklanan hatalar;

Örnek projede düşük döşeme çözülürken diğer katlardan farklı olan son kat planı gözden kaçmış ve proje tüm katlarda aynı çözülmüştür. İnşaat aşamasında duvar örümü sırasında fark edilen hataya karşı yerinde çözüme gidilmiş ve düşük döşemeye göre duvar konumu değiştirilerek örülmüştür. Sonuç olarak kullanıcıyı zorlayacak, konforu bozacak çözümler ortaya çıkmıştır. Hatanın çözüm sonrasındaki durumu Şekil 46’da verilmiştir.



Şekil 46. Örnek projede uygulanan statik projeden kaynaklı bir hata

Örnek konut projesinin inşaat sırasında fark edilen ve yerinde çözüm üretilerek üstesinden geline bu hatalar projenin özgünlüğünün yitirilmesi, kullanıcı konforunun azalması, malzeme çakışması sonucu bozulmalar, kullanım ömrünün kısılması, zaman israfı ve maliyet yükselmesi ile sonuçlanmaktadır. YBM sistemi bu hataların öngörülmesini ve gereken önlemlerin zamanında alınmasını amaçlamaktadır.



3.BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

Bu bölümde tez çalışmasının bulguları 2 başlıkta incelenmektedir. Çalışmanın ilk kısmı için anket çalışması bulguları ve çalışmanın 2. kısmı için örnek bir konut projesinin Revit yazılımında yeniden üretimi bulguları bu 2 başlığı oluşturmaktadır.

3.1.Anket Çalışmasının Bulguları ve Değerlendirmesi

20 soruluk çevrimiçi anket çalışması cevaplarıyla birlikte değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonucu ulaşılan bulgular aşağıdaki gibidir.

- Literatür araştırmalarında görüldüğü üzere dünyada en çok kullanılan YBM sistemi yazılımı olan Revit, Türkiye’de de en yaygın tercih edilen YBM sistemi yazılımıdır. Katılımcılar bu yazılımlara genellikle 6 ay ile 1 yıl arasında bir sürede adapte olabilmektedirler. Bu süreci hızlı geçiren katılımcıların YBM sistemi ile ilgili bilgilerini genellikle çalışma ortamında edindikleri görülmüştür. Ankete katılanların YBM sistemi ile ilgili bilgilerini yeterli buldukları ve YBM sistemi ile ilgili üniversitelerde veya özel kurumlarda eğitim alsalar da en çok verimi çalışma ortamındaki öğrenmeden aldıkları belirlenmiştir. Bu durum teorik eğitimin değil pratik yapma ile eğitimin önemini göstermektedir.
- Mimarlık disiplini en çok inşaat mühendisliği ile birlikte çalışmaktadır. Bunu sırasıyla makine mühendisliği ve elektrik mühendisliği takip etmektedir. Ankete göre her disiplini birlikte kullanan katılımcının yanında hiçbir disiplinle ortak çalışma yapmayan katılımcı da mevcuttur. YBM sistemi tüm disiplinleri kapsayan bir sistem olması nedeniyle, katılımcılar piyasada YBM sisteminin amacına uygun kullanılmadığını düşünmektedirler. YBM sisteminin mimarlık ve mühendislik ofislerinde doğru kullanılmaması nedeniyle de katılımcıların yarısına yakın bir kısmı bu sistemin disiplinler arası kullanımı konusunda rahatlık sağlamadığını düşünmektedirler. Ayrıca katılımcılar YBM sisteminin geleneksel sistemlerden zor veya kolay olması ile ilgili genel bir yargı oluşturamamışlardır.
- Anket sonuçlarına göre YBM sisteminin en çok tasarım aşamasında kullanıldığı görülmüştür. Bunu bina yapım süreci takip etmektedir. Bu sistemi proje sürecinin

tamamında kullanan katılımcıya rastlanmamıştır. YBM sistemi ile yapılan analizlerden en yaygın olanı yapısal analizdir. Bunu sırasıyla aydınlatma analizi, enerji analizi, ekonomi analizi ve akustik analiz takip etmektedir. Ayrıca katılımcılar YBM sistemi yazılımlarıyla metraj listelerinde ve maliyet analizinde doğru sonuçlara ulaşmaktadırlar.

- Katılımcılar genel olarak YBM sistemini yararlı bulurken aynı zamanda gelişmeye ihtiyacı olduğunu da belirtmişlerdir. Bu sistem sayesinde bina yapım sürecinde oluşabilecek sorunların çözüleceğini ve iş akışında kolaylık olacağını düşünmektedirler. Böylece bu sistem kullanılarak hazırlanan projelerde zaman tasarrufu sağlandığı çoğu katılımcı tarafından kabul edilmektedir. Ayrıca tüm disiplinlerle ortak bir çalışma yürütmenin bireysel olarak da projeye hakimiyeti arttırdığı görülmektedir. Bu etkiler sonucunda işveren memnuniyetinin de arttığı belirtilmiştir. Ancak YBM sisteminin her türlü projede uygulanabilirliği konusunda katılımcılar kararsız kalmışlardır.

3.2.Uygulama Çalışması Bulguları ve Değerlendirilmesi

Uygulama çalışmasının bulguları aşağıda maddeler halinde belirtilmiştir.

- YBM sistemi yazılımları olmadan yapılan yapılarda, uygulama aşamasında fark edilen, birçok hata ile karşılaşılabilir. Geç fark edilen bu hatalar sonucu yerinde çözüm üretilmekte ve çözümler her zaman doğru olmamaktadır.
- Koordinasyon ve 3D görüntüleme bir yapıda oluşabilecek hataları en aza indirmektedir.
- Revit yazılımı ile bina elemanları oluşturmak ilk başta uzun zaman almaktadır ancak daha sonradan 3D model, görünüşler, kesitler, metraj listeleri için zaman harcamaya gerek kalmamaktadır.
- Revit yazılımı ile alınan metraj sonuçları geleneksel sistemlerle hazırlanan listelerle karşılaştırıldığında sonuçların küçük sapmalar dışında farklı olmadığı görülmektedir.
- Oluşturulan metraj listelerine birim maliyetler girilirse kolaylıkla toplam sonuçlara ulaşmak mümkündür.

4.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

YBM sisteminin Türkiye'deki genel durumunun araştırıldığı bu çalışmada ilk olarak geniş bir literatür araştırması yapılmıştır. Araştırma yapılırken tezler, makaleler, kitaplar ve uygulanan projeler incelenerek konunun anlaşılması için gerekli bilgiler toplanmıştır. Bu bilgiler ışığında, ülkeler için YBM sisteminin gelişmişliğinin incelenmesinde en çok anket çalışması yönteminin kullanıldığı belirlenmiştir. Bu nedenle çalışmanın ilk bölümünde Türkiye'de YBM sistemini kullandığı bilinen mimarlık ve mühendislik firmalarına anket çalışması yapılmıştır. Bu çalışma sonunda elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde verilmektedir.

- Türkiye'de en çok kullanılan YBM sistemi yazılımı, tüm proje paydaşlarına hitap edebildiği için sıkça tercih edilen, Autodesk Revit Architecture'dir.
- Türkiye'deki üniversitelerde YBM sistemi ile ilgili verilen eğitim yeterli değildir. Bu durum yapı sektöründe bu sistem hakkında bilgili çalışan bulmayı zorlaştırmakta ve sisteme geçiş sürecini yavaşlatmaktadır.
- YBM sistemlerine hızlı uyum sağlamak için tüm disiplinlerin birlikte hareket etmesi şarttır. Ülkemizde bu işbirliği tam anlamıyla gelişmemiştir.
- Korkulanın aksine YBM sistemi yazılımlarına uyum sağlamak uzun süreçler almamaktadır.
- YBM sistemini bina yaşam döngüsü boyunca kullanmak önemlidir ve sadece 3D model kullanmak bu sistemi kullanmak değildir. Ülkemizde en çok tasarım aşamasında kullanılan bu sistemin, projenin eskiz sürecinden bina işletimine ve onarımına kadar kullanılması gerekmektedir. Aksi halde bilgi karmaşası ve kayıpları oluşabilmektedir. Ayrıca sistemden tam anlamıyla verim alabilmek için sunduğu analizlerin uygulanması önemlidir. Ülkemizde en çok yapısal analiz yapılmakta olup sürdürülebilirlik analizlerinin tercih oranı düşüktür.
- YBM sistemini kullananların çoğu doğru sonuçlara ulaşabilmektedir ve bunun sonucu olarak bu sistemi yararlı bulmaktadırlar.
- Kullanıcılar YBM sisteminin iş akışlarına faydalı ve çıkabilecek problemlerin çözümünde etkili olduğunu düşünmektedirler. Bu etki sayesinde zamandan ve maliyetten kazanç sağlanmaktadır.

- Kullanıcılar her ne kadar şu anki haliyle de YBM sistemini yararlı bulsalar da sistemin gelişmeye ihtiyacı olduğunu düşünmektedirler.
- YBM sisteminin kullanımının özellikle İstanbul'da ve daha sonra Ankara'da yoğunlaştığı görülmektedir. Bunun sebebi bazı kurumların YBM sistemlerini desteklemeleridir. Ancak bu destek yeterli değildir ve ülkemizde YBM sistemi için bir rehber oluşturulmamıştır.

Çalışmanın 2. Kısımında Revit yazılımından neler elde edilebileceği ve bu verilerin doğruluğu incelenmiştir. Bunun için Trabzon ilinde bir konut projesi seçilmiş ve verileri toplanmıştır. Geleneksel yöntemlerle projesi çizilmiş bu konut projesinin bir kısmı Revit yazılımı ile tekrar üretilip elde edilen verilerle geleneksel yöntemlerle elde edilen veriler karşılaştırılmıştır. Bu çalışma sonucu elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde verilmektedir.

- Revit yazılımı ile oluşturulan her yapı elemanının kimliği bellidir ve ona göre davranış göstermektedir.
- Revit yazılımı tasarım sürecinin başında uzun zaman alıyor gibi görünse de projenin ileri aşamalarında iş tekrarına ihtiyaç duyulmadığı için genel olarak zaman tasarrufu sağlamaktadır.
- Proje oluşturulurken plan, kesit, görünüş, 3D model ve metraj listelerinin eş zamanlı oluşabilmesi ve değişikliklere karşı bir bütün olarak hareket edebilmesi projede veri kalitesini üst düzeye çıkarmakta ve karmaşayı ortadan kaldırmaktadır.
- Çalışma sonucu doğru metraj listelerine ulaşılabildiği görülmektedir. Ancak bunun için tasarım aşamasında girilen bilgilerin doğru olması gerekmektedir.
- YBM sistemleri kullanılmadan yapılan yapılarda yapım sürecinde önemli sıkıntılarla karşılaşabilmektedir.

Bu çalışma Türkiye'de YBM sistemi kullanımının güncel olarak belirlenmesi açısından önem taşımaktadır. Çalışma ilk kısmında kullanıcı tercihlerini araştırırken ikinci kısmında bu tercihlerin sonucunu denetlemektedir. Çalışma ayrıca YBM sistemleri kullanılmadan uygulanan projelerde ne tür zorluklarla karşılaşıldığını göstermiştir.

Gelecek çalışmalarda YBM sistemini kullanan ofislerin de artmasıyla anket çalışması geliştirilebilir ve daha çok sonuçla tekrar değerlendirilebilir. Revit yazılımı veya farklı bir YBM yazılımı ile sadece mimarlık üzerine değil tüm disiplinlerin ortak çalışması ile bir yapı.tasarım aşamasından bina yönetimine kadar takip edilebilir. Takip edilen yapının bina

inşaatı başlamadan yapılan maliyet hesapları ile inşaat yapımı sonrası harcanan miktarlar karşılaştırılıp varsa sapmaların nelerden kaynaklandığı tespit edilebilir. YBM sisteminin ülkemizde daha hızlı ve doğru bir şekilde benimsenmesi için bir YBM rehberi hazırlanabilir ve hükümet desteği ile de bu rehberle göre projeler üretilmesi zorunlu kılınabilir. Ayrıca gelecek çalışmalarda üniversite müfredatı için YBM sistemi ile ilgili dersler önerilebilir.

YBM sistemi yazılımlarından Revit'in genel hatlarıyla nasıl kullanıldığını gösteren bu çalışmada gelecek çalışmalara ve araştırmacılara yol gösterilmiştir.



5.KAYNAKLAR

- Ademci, M., E., 2018. An Analysis Of BIM Adoption In Turkish Architectural, Engineering And Construction (AEC) Industry, Master Thesis, Mimar Sinan Fine Arts University, Institute of Science and Technology, İstanbul.
- AIA-The American Institute for Architects, 2008. Document E202-2008-Building Information Modelling Protocol Exhibit, American Institute of Architects, Washington.
- Akkaya, D., 2012. İnşaat Sektöründe Yapı Bilgi Modellemesi Hakkında İnceleme, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Aksenova, G., Kiviniemi, A., Kocaturk, T., and Lejeune, A.,2019. From Finnish AEC knowledge ecosystem to business ecosystem: lessons learned from the national deployment of BIM., Construction management and economics, 317-335.
- Alkawi, G., 2016. Mimarlık Eğitiminde BIM Tabanlı Disiplinlerarası İşbirliği Önerisi, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Amoruso, F., Dietrich, U., and Schuetze, T., 2018. Development of a building information modeling-parametric workflow based renovation strategy for an exemplary apartment building in Seoul, Korea., Sustainability , 10, 4494.
- Azhar, S., 2011. Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. Leadership and management in engineering, 11, 3, 241-252.
- Azhar, S., Khalfan, M., and Maqsood, T., 2012. Building information modelling (BIM): now and beyond. Construction Economics and Building, 12,4, 15-28.
- Azhar, S., Nadeem, A., Mok, J. Y., and Leung, B. H.,2008, August. Building Information Modeling (BIM): A new paradigm for visual interactive modeling and simulation for construction projects. In Proc., First International Conference on Construction in Developing Countries , 1, 435-46.
- Bahadur, İ., 2018. Yapı Bilgi Modellemesi Uygulama Planının Yapı Bilgi Modellemesi Yazılımı Kullanılabilirliğine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bazjanac, V., 2006. Virtual building environments (VBE)-applying information modeling to buildings.

- Becerik-Gerber, B., and Rice, S., 2010. The perceived value of building information modeling in the US building industry. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 15, 15, 185-201.
- BIM Industry Working Group, 2011. Strategy paper for the government construction client group. Centre for Digital Built Britain, London, United Kingdom.
- Buildingsmart Australia, 2012. 'National Building Information Modelling Initiative'. Strategy: A strategy for the focussed adoption of building information modelling and related digital technologies and processes for the Australian built environment sector, Department of Industry, Innovation, Science, Research and Tertiary Education, Sydney.
- Carmona, J., and Irwin, K., 2007. BIM: who, what, how and why. *Building Operating Management*, 54, 10, 37-39.
- Çetiner, O., 2010, Mimarlıkta Yapı Bilgi Modelleme ve Örnekler, *Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri*, Muğla Üniversitesi, 10-12.
- Dave, B., Koskela, L., Kiviniemi, A., Owen, R. L., and Tzortzopoulos Fazenda, P., 2013. Implementing lean in construction: Lean construction and BIM-CIRIA Guide C725.
- Ding, Z., Liu, S., Liao, L., and Zhang, L., 2019. A digital construction framework integrating building information modeling and reverse engineering technologies for renovation projects. *Automation in Construction*, 102, 45-58.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. and Liston, K., 2011. BIM Handbook, A Guide to Building Information Modelling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors, John Wiley and Sons Inc., New Jersey.
- Erdem, B., 2018. Yapı Bilgi Modellemesi Tabanlı Yalın Tasarım Yönetimi Üzerine Bir İnceleme, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ergen, E. ve Öktem, S., 2017. BIM'e Geçiş Sürecinin Operasyonel Çerçevesi Operational Framework For BIM Adoption Pro. Samsun.
- Guo, H., Yu, R., and Fang, Y., 2019. Analysis of negative impacts of BIM-enabled information transparency on contractors' interests. *Automation in Construction*, 103, 67-79.
- Heigermoser, D., de Soto, B. G., Abbott, E. L. S., and Chua, D. K. H. 2019. BIM-based Last Planner System tool for improving construction project management. *Automation in Construction*, 104, 246-254.
- Inusah, Y., 2018. Türk İnşaat Sektöründe Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) Uygulamalarının Yaygınlığı Ve Uygulamalardaki Başarı Düzeyleri Üzerine Bir

İnceleme, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.

- Khosrowshahi, F., and Arayıcı, Y., 2012, Roadmap for implementation of BIM in the UK construction industry, Engineering, Construction and Architectural Management, 19, 6, 610-635.
- Logothetis, S., Delinasiou, A., and Stylianidis, E., 2015. Building information modelling for cultural heritage: a review, ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2, 5, 177.
- Lu, Y., Li, Y., Skibniewski, M., Wu, Z., Wang, R., and Le, Y., 2014. Information and communication technology applications in architecture, engineering, and construction organizations: A 15-year review. Journal of Management in Engineering, 31, 1, A4014010.
- Maçka Kalfa S., 2016, "Building Information Modelling (BIM) Systems and Their Applications in Turkey", 3rd International Conference on Turkey and Turkish Studies, Atina, Yunanistan, 27-30 Haziran.
- McGraw Hill Construction, 2014. The Business Value of BIM for Owners, SmartMarket Report, McGraw Hill, New York.
- Mohammed, A. B., 2019. Applying BIM to achieve sustainability throughout a building life cycle towards a sustainable BIM model. International Journal of Construction Management, 1-18.
- Muratoğlu, H., 2015. BIM Kullanımının Tasarım Aşamasından Kaynaklanan Uyuşmazlıklar Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- O'Connor, A. C., Dettbarn, J. L., and Gilday, L. T., 2004, Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the US Capital Facilities Industry, (No. Grant/Contract Reports (NISTGCR)-04-867.
- Ofluoğlu, S., 2014. Yapı Bilgi Modelleme: Gereksinim ve Birlikte Çalışabilirlik. Mimarist, Ocak.
- Ofluoğlu, S., 2009. Yapı bilgi modelleme: yeni nesil mimari yazılımlar, Mimar Sinan Üniversitesi, Enformatik Bölümü.
- Okakpu, A., GhaffarianHoseini, A., Tookey, J., Haar, J., Ghaffarianhoseini, A., and Rehman, A. 2018. A proposed framework to investigate effective BIM adoption for refurbishment of building projects. Architectural Science Review, 61, 467-479.
- Özcan, H., 2010. Yapı Bilgi Sistemleri ve Mimarlıktaki Yeri, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Özge, R. E., 2009. Mimarlık Pratiğinde Yapı Bilgi Sistemleri, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özorhon, B., 2018. BIM-Yapı Bilgi Modellemesi, Abaküs Kitap, İstanbul.
- Özorhon, B., ve Karahan, U., 2016. Critical success factors of building information modeling implementation, Journal of Management in Engineering, 33, 3, 04016054.
- Santos, R., Costa, A. A., and Grilo, A., 2017. Bibliometric analysis and review of Building Information Modelling literature published between 2005 and 2015. Automation in Construction, 80, 118-136.
- Santos, R., Costa, A. A., Silvestre, J. D., and Pyl, L. 2019. Informetric analysis and review of literature on the role of BIM in sustainable construction. Automation in Construction, 103, 221-234.
- Sarı, R., 2017. An Investigation Of Building Information Modeling Maturity In Turkish Small-Medium Size Enterprises Architectural And Engineering Firms, Master Thesis, Middle East Technical University, Ankara.
- Wong, A. K. D., Wong, F. K., and Nadeem, A., 2009. October, Comparative roles of major stakeholders for the implementation of BIM in various countries. In Proceedings of the International Conference on Changing Roles: New Roles, New Challenges, Noordwijk Aan Zee, The Netherlands, 5-9.
- Yaman, H., ve İlhan, B., 2010. İnşaat Sektörü'nde Bina Enformasyonu Modellemesi Kavramına Genel Bir Bakış. Proje ve Yapım Yönetimi Kongresi, 962-976.
- Yılmaz, G., Güngör, A. A., ve Demirörs, 2016. O. İnşaat Sektöründe kullanılan Bilgi ve İletişim Teknolojileri.
- URL-1, <https://www.protayazilim.com/bim-nedir>, 20 Mart 2019.
- URL-2, <https://www.enr.com/toplists/2018-Top-250-International-Contractors-1>, 13 Nisan 2019.
- URL-3, <https://www.aproplan.com/blog/quality-management-plan-construction/what-is-bim-what-are-its-benefits-to-the-construction-industry>, 10 Nisan 2019.
- URL-4, <http://teknotanitim.com.tr/portfolio-item/proje-3d-modelleme/>, 19 Mayıs 2019.
- URL-5, https://www.researchgate.net/figure/Autodesk-Revit-Architecture-left-panel-and-Graphisoft-ArchiCAD-right-panel-QTO_fig4_272491305, 19 Mayıs 2019.
- URL-6, <https://www.aproplan.com/blog/construction-collaboration/a-history-of-bim>, 10 Nisan 2019.

- URL-7, <http://www.avinal.com/index.php/tr/bim-yap-bilgi-modellemesi/lod-level-of-detail-ayr-nt-duezeyi-nedir>, 18 Mayıs 2019.
- URL-8, <https://www.olilo.ae/bim-lod-100-200-300-350-400-500.html>, 19 Mart 2019.
- URL-9, <http://dna-barcelona.com/about-us/205e00d865a1153ed6ba1f58ed22fd78/>, 10 Nisan 2019.
- URL-10, <http://biblus.accasoftware.com/en/bim-dimensions-3d-4d-5d-6d-7d-bim-explained/>, 19 Mart 2019.
- URL-11, <https://bimsoft.com.tr/bim-nedir/>, 16 Mart 2019.
- URL-12, https://www.edulearn.com/article/what_is_revit_architecture.html, 7 Nisan 2019.
- URL-13, <https://www.quora.com/What-is-Autodesk-Revit-used-for>, 7 Nisan 2019.
- URL-14, <https://helpcenter.graphisoft.com/knowledgebase/86314/>, 7 Nisan 2019.
- URL-15, <https://blog.bilisimegitim.com/archicad-nedir/>, 7 Nisan 2019.
- URL-16, <http://sanalkurs.net/allplan-nedir-ne-degildir-4028.html>, 16 Mayıs 2019.
- URL-17, <https://www.nemetschek.com/en/brands/allplan/>, 2 Nisan 2019.
- URL-18, <https://reviews.financesonline.com/p/bentley-microstation/#what-is>, 10 Nisan 2019.
- URL-19, <https://www.bentley.com/en/products/product-line/modeling-and-visualization-software/microstation>, 7 Nisan 2019.
- URL-20, <https://planen-bauen40.de/>, 7 Nisan 2019.
- URL-21, <https://www.bimteknoloji.com/fikir/bsi-pas-1192/>, 7 Nisan 2019.
- URL-22, <https://bim.natspec.org/documents/natspec-national-bim-guide>, 7 Nisan 2019.
- URL-23, <https://www.nationalbimstandard.org/>, 7 Nisan 2019.
- URL-24, <http://az776130.vo.msecnd.net/media/docs/default-source/contractors-and-bidders-library/standards-guidelines/bim/bim-design-build-standards-v4-1.pdf?sfvrsn=4/>, 7 Nisan 2019.
- URL-25, <https://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/campaigns/test-drive-bim-q3/bds/fy15-bim-business-brief-04-aec-staying-competitive-TR.PDF/>, 7 Nisan 2019.
- URL-26, http://cografyaharita.com/dunya_dilsiz_haritalari.html/, 7 Nisan 2019.

URL -27, https://en.wikipedia.org/wiki/File:Trabzon_districts.png/, 7 Nisan 2019.



6.EKLER

Ek 1. Anket Soruları

<p>Aşağıdaki YBM yazılımlarından hangilerini kullanıyorsunuz?</p> <p><input type="checkbox"/> Autodesk Revit</p> <p><input type="checkbox"/> Graphisoft ArchiCAD</p> <p><input type="checkbox"/> Nemetschek Allplan</p> <p><input type="checkbox"/> Bentley Microstation</p> <p><input type="checkbox"/> Diğer...</p>
<p>Ofisinizde YBM sistemini kullanan kaç çalışan var?</p> <p><input type="checkbox"/> 1-3</p> <p><input type="checkbox"/> 4-6</p> <p><input type="checkbox"/> 7-9</p> <p><input type="checkbox"/> 10+</p>
<p>Proje bütününde hangi disiplinlerle ortak çalışma yürütüyorsunuz?</p> <p><input type="checkbox"/> İnşaat Mühendisliği</p> <p><input type="checkbox"/> Elektrik Mühendisliği</p> <p><input type="checkbox"/> Makine Mühendisliği</p> <p><input type="checkbox"/> Diğer...</p>
<p>YBM bilginizi ne şekilde edindiniz?</p> <p><input type="checkbox"/> Üniversite Eğitiminde</p> <p><input type="checkbox"/> İnternet Ortamında</p> <p><input type="checkbox"/> Çalışma Ortamında</p> <p><input type="checkbox"/> Özel Eğitim Kurumları Aracılığıyla</p> <p><input type="checkbox"/> Diğer...</p>

Ek 1'in devamı

<p>Metraj ve maliyet hesabında doğru sonuçlara ulaşıyorum.(1'den 5'e artan)</p> <p>1 2 3 4 5</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p> <p>YBM Sistemi ile bina yapım sırasında oluşabilecek sıkıntılar giderilebilir.(1'den 5'e artan)</p> <p>1 2 3 4 5</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>
<p>YBM Sistemi iş akışında kolaylık sağlıyor.(1'den 5'e artan)</p> <p>1 2 3 4 5</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p> <p>YBM piyasada amacına uygun kullanılabilir.(1'den 5'e artan)</p> <p>1 2 3 4 5</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>
<p>YBM Sisteminin gelişmeye ihtiyacı var.(1'den 5'e artan)</p> <p>1 2 3 4 5</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p> <p>YBM Sistemi geleneksel CAD sistemlerine göre daha zordur.(1'den 5'e artan)</p> <p>1 2 3 4 5</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>
<p>YBM Sistemi disiplinler arası rahatlıkla kullanılabilir.(1'den 5'e artan)</p> <p>1 2 3 4 5</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p> <p>YBM işveren(müşteri) memnuniyetini artırmıştır.(1'den 5'e artan)</p> <p>1 2 3 4 5</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>

Ek 1'in devamı

Her türlü projede YBM kullanılabilir. (1'den 5'e artan)				
1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
YBM hakkında yeterli bilgiye sahibim. (1'den 5'e artan)				
1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
YBM hakkında yeterli bilgiye sahibim. (1'den 5'e artan)				
1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Diğer disiplinlerle ortak çalışmak bireysel olarak da projeye hakimiyeti artırır. (1'den 5'e artan)				
1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ek 2. Anket Cevapları

SORU 1'İN CEVAPLARI						
		Autodesk Revit	Grafisoft ArchiCAD	Nemetschek Allplan	Bentley Microstation	Diğer
İstanbul (Mimarlık Ofisleri)	Katılımcı 1	+				
	Katılımcı 2	+				
	Katılımcı 3	+				
	Katılımcı 4	+				
	Katılımcı 5		+			
	Katılımcı 6	+				
	Katılımcı 7	+				
	Katılımcı 8		+			
	Katılımcı 9	+				
Ankara (Mimarlık Ofisleri)	Katılımcı 10	+				
	Katılımcı 11	+				
	Katılımcı 12		+			
Kayseri (Mimarlık Ofisi)	Katılımcı 13	+				
İstanbul (Mühendislik Ofisleri)	Katılımcı 14	+				
	Katılımcı 15	+				
Ankara (Mühendislik Ofisleri)	Katılımcı 16			+	+	Pdms Aveva Navisworks, Civil 3D, Recap, Infraworks
	Katılımcı 17	+				
SORU 2'NİN CEVAPLARI						
	1-3	4-6	7-9	10+		
Katılımcı 1		+				
Katılımcı 2		+				
Katılımcı 3	+					
Katılımcı 4				+		
Katılımcı 5		+				
Katılımcı 6				+		
Katılımcı 7	+					
Katılımcı 8	+					
Katılımcı 9				+		
Katılımcı 10				+		
Katılımcı 11				+		
Katılımcı 12	+					
Katılımcı 13	+					

Ek 2'nin devamı

Katılımcı 14			+		
Katılımcı 15				+	
Katılımcı 16				+	
Katılımcı 17				+	
SORU 3'ÜN CEVAPLARI					
		İnşaat Mühendisliği	Elektrik Mühendisliği	Makine Mühendisliği	Diğer
İstanbul (Mimarlık Ofisleri)	Katılımcı 1	+	+	+	
	Katılımcı 2	+	+	+	
	Katılımcı 3	+	-	-	
	Katılımcı 4	+	+	+	
	Katılımcı 5	+	+	+	
	Katılımcı 6	+	+	+	
	Katılımcı 7	+	+	+	
	Katılımcı 8	+	-	+	
	Katılımcı 9	+	+	+	
Ankara (Mimarlık Ofisleri)	Katılımcı 10	+	+	+	Peyzaj Mimarlığı
	Katılımcı 11	+	+	+	Peyzaj Mimarlığı
	Katılımcı 12	+	+	+	
Kayseri (Mimarlık Ofisi)	Katılımcı 13	-	-	-	
İstanbul (Mühendislik Ofisleri)	Katılımcı 14	+	+	+	
	Katılımcı 15	+	+	+	
Ankara (Mühendisli k Ofisleri)	Katılımcı 16	+	+	+	
	Katılımcı 17	+	+	+	
SORU 4'ÜN CEVAPLARI					
	Üniversite Eğitiminde	İnternet Ortamında	Çalışma Ortamında	Özel Eğitim Kurumlarında	Diğer
Katılımcı 1			+		
Katılımcı 2			+		
Katılımcı 3			+		
Katılımcı 4			+		
Katılımcı 5			+		
Katılımcı 6	+	+	+		
Katılımcı 7		+	+		
Katılımcı 8		+	+		
Katılımcı 9			+		
Katılımcı 10			+	+	

Ek 2'nin devamı

Katılımcı 11				+		
Katılımcı 12			+			
Katılımcı 13				+		
Katılımcı 14			+			
Katılımcı 15	+		+			
Katılımcı 16			+	+		
Katılımcı 17	+	+	+			
SORU 5'İN CEVAPLARI						
	0-6 AY	6-12 AY	1-2 YIL	2-3 YIL	3+ YIL	
Katılımcı 1			+			
Katılımcı 2				+		
Katılımcı 3		+				
Katılımcı 4					+	
Katılımcı 5	+					
Katılımcı 6					+	
Katılımcı 7		+				
Katılımcı 8	+					
Katılımcı 9		+				
Katılımcı 10	+					
Katılımcı 11		+				
Katılımcı 12		+				
Katılımcı 13	+					
Katılımcı 14			+			
Katılımcı 15		+				
Katılımcı 16		+				
Katılımcı 17		+				
SORU 6'NIN CEVAPLARI						
	Enerji	Aydınlatma	Ekonomi	Akustik	Yapısal	Diğer
Katılımcı 1	+	+	-	-	+	
Katılımcı 2	+	+	+	-	-	
Katılımcı 3	+	+	+	-	+	
Katılımcı 4	+	+	-	-	+	
Katılımcı 5	-	-	-	-	+	
Katılımcı 6	+	+	+	-	+	Koordinasyon becerisi, VR
Katılımcı 7	-	-	-	-	+	
Katılımcı 8	-	-	+	-	+	
Katılımcı 9	-	-	+	-	+	
Katılımcı 10	+	+	+	+	+	
Katılımcı 11	-	+	-	-	+	
Katılımcı 12	+	+	-	-	-	
Katılımcı 13	-	-	+	-	-	
Katılımcı 14	-	-	-	-	-	
Katılımcı 15	-	-	-	-	+	
Katılımcı 16	-	+	-	-	+	Borulama/ Kablolama
Katılımcı 17	+	+	+	-	-	

Ek 2'nin devamı

SORU 7'İN CEVAPLARI							
		Tasarım Sürecinde	Analizlerde	Bina Yapım Sürecinde	Bina İşletiminde	CBS Kapsamında	Diğer
İstanbul (Mimarlık Ofisleri)	Katılımcı 1	+	-	+	-	-	
	Katılımcı 2	+	+	+	-	-	
	Katılımcı 3	+	-	+	-	-	
	Katılımcı 4	+	+	+	+	+	
	Katılımcı 5	+	-	-	-	-	
	Katılımcı 6	+	+	-	-	-	
	Katılımcı 7	+	-	-	-	-	
	Katılımcı 8	+	-	-	-	-	
	Katılımcı 9	-	-	+	-	-	
Ankara (Mimarlık Ofisleri)	Katılımcı 10	+	+	+	-	-	
	Katılımcı 11	-	-	+	-	-	
	Katılımcı 12	+	-	-	-	-	
Kayseri (Mimarlık Ofisi)	Katılımcı 13	+	-	-	-	-	
İstanbul (Mühendislik Ofisleri)	Katılımcı 14	+	-	+	+	-	
	Katılımcı 15	+	-	+	+	-	
Ankara (Mühendislik Ofisleri)	Katılımcı 16	+	-	+	-	+	
	Katılımcı 17	+	-	+	-	+	
SORU 8'İN CEVAPLARI							
	1	2	3	4	5		
Katılımcı 1							X
Katılımcı 2							X
Katılımcı 3							X
Katılımcı 4							X
Katılımcı 5					X		
Katılımcı 6							X
Katılımcı 7				X			
Katılımcı 8							X
Katılımcı 9							X
Katılımcı 10							X
Katılımcı 11							X
Katılımcı 12							X
Katılımcı 13				X			
Katılımcı 14							X
Katılımcı 15					X		
Katılımcı 16							X
Katılımcı 17							X

Ek 2'nin devamı

SORU 9'UN CEVAPLARI					
	1	2	3	4	5
Katılımcı 1					X
Katılımcı 2				X	
Katılımcı 3					X
Katılımcı 4					X
Katılımcı 5			X		
Katılımcı 6					X
Katılımcı 7		X			
Katılımcı 8					X
Katılımcı 9					X
Katılımcı 10					X
Katılımcı 11					X
Katılımcı 12				X	
Katılımcı 13				X	
Katılımcı 14					X
Katılımcı 15			X		
Katılımcı 16					X
Katılımcı 17					X
SORU 10'UN CEVAPLARI					
	1	2	3	4	5
Katılımcı 1				X	
Katılımcı 2				X	
Katılımcı 3				X	
Katılımcı 4					X
Katılımcı 5				X	
Katılımcı 6					X
Katılımcı 7				X	
Katılımcı 8				X	
Katılımcı 9					X
Katılımcı 10					X
Katılımcı 11				X	
Katılımcı 12				X	
Katılımcı 13					X
Katılımcı 14					X
Katılımcı 15				X	
Katılımcı 16					X
Katılımcı 17					X
SORU 11'İN CEVAPLARI					
	1	2	3	4	5
Katılımcı 1				X	
Katılımcı 2				X	
Katılımcı 3				X	
Katılımcı 4					X
Katılımcı 5				X	
Katılımcı 6					X
Katılımcı 7	X				

Ek 2'nin devamı

Katılımcı 8			X		
Katılımcı 9				X	
Katılımcı 10					X
Katılımcı 11			X		
Katılımcı 12				X	
Katılımcı 13				X	
Katılımcı 14					X
Katılımcı 15				X	
Katılımcı 16					X
Katılımcı 17					X
SORU 12'NİN CEVAPLARI					
	1	2	3	4	5
Katılımcı 1				X	
Katılımcı 2	X				
Katılımcı 3			X		
Katılımcı 4					X
Katılımcı 5			X		
Katılımcı 6			X		
Katılımcı 7	X				
Katılımcı 8	X				
Katılımcı 9			X		
Katılımcı 10			X		
Katılımcı 11	X				
Katılımcı 12				X	
Katılımcı 13		X			
Katılımcı 14			X		
Katılımcı 15			X		
Katılımcı 16					X
Katılımcı 17			X		
SORU 13'ÜN CEVAPLARI					
	1	2	3	4	5
Katılımcı 1					X
Katılımcı 2			X		
Katılımcı 3				X	
Katılımcı 4				X	
Katılımcı 5			X		
Katılımcı 6	X				
Katılımcı 7			X		
Katılımcı 8			X		
Katılımcı 9				X	
Katılımcı 10					X
Katılımcı 11					X
Katılımcı 12					X
Katılımcı 13					X
Katılımcı 14					X
Katılımcı 15				X	
Katılımcı 16					X
Katılımcı 17				X	

Ek 2'nin devamı

SORU 14'ÜN CEVAPLARI					
	1	2	3	4	5
Katılımcı 1					X
Katılımcı 2					X
Katılımcı 3				X	
Katılımcı 4			X		
Katılımcı 5					X
Katılımcı 6					X
Katılımcı 7					X
Katılımcı 8				X	
Katılımcı 9				X	
Katılımcı 10					X
Katılımcı 11				X	
Katılımcı 12				X	
Katılımcı 13					X
Katılımcı 14					X
Katılımcı 15					X
Katılımcı 16			X		
Katılımcı 17			X		
SORU 15'İN CEVAPLARI					
	1	2	3	4	5
Katılımcı 1					X
Katılımcı 2			X		
Katılımcı 3				X	
Katılımcı 4			X		
Katılımcı 5			X		
Katılımcı 6					X
Katılımcı 7			X		
Katılımcı 8			X		
Katılımcı 9				X	
Katılımcı 10	X				
Katılımcı 11					X
Katılımcı 12				X	
Katılımcı 13			X		
Katılımcı 14		X			
Katılımcı 15			X		
Katılımcı 16				X	
Katılımcı 17	X				
SORU 16'NİN CEVAPLARI					
	1	2	3	4	5
Katılımcı 1			X		
Katılımcı 2		X			
Katılımcı 3				X	
Katılımcı 4					X
Katılımcı 5			X		
Katılımcı 6					X

Ek 2'nin devamı

Katılımcı 7	X				
Katılımcı 8	X				
Katılımcı 9				X	
Katılımcı 10			X		
Katılımcı 11					X
Katılımcı 12			X		
Katılımcı 13	X				
Katılımcı 14					X
Katılımcı 15				X	
Katılımcı 16					X
Katılımcı 17				X	
SORU 17'İN CEVAPLARI					
	1	2	3	4	5
Katılımcı 1					X
Katılımcı 2			X		
Katılımcı 3			X		
Katılımcı 4					X
Katılımcı 5			X		
Katılımcı 6					X
Katılımcı 7			X		
Katılımcı 8			X		
Katılımcı 9				X	
Katılımcı 10					X
Katılımcı 11					X
Katılımcı 12				X	
Katılımcı 13					X
Katılımcı 14					X
Katılımcı 15				X	
Katılımcı 16					X
Katılımcı 17					X
SORU 18'İN CEVAPLARI					
	1	2	3	4	5
Katılımcı 1			X		
Katılımcı 2					X
Katılımcı 3			X		
Katılımcı 4		X			
Katılımcı 5			X		
Katılımcı 6					X
Katılımcı 7	X				
Katılımcı 8				X	
Katılımcı 9		X			
Katılımcı 10					X
Katılımcı 11					X
Katılımcı 12			X		
Katılımcı 6					X
Katılımcı 7	X				
Katılımcı 8				X	
Katılımcı 9		X			

Ek 2'nin devamı

Katılımcı 10					X
Katılımcı 11					X
Katılımcı 12			X		
Katılımcı 13	X				
Katılımcı 14					X
Katılımcı 15				X	
Katılımcı 16					X
Katılımcı 17			X		
SORU 19'UN CEVAPLARI					
	1	2	3	4	5
Katılımcı 1				X	
Katılımcı 2					X
Katılımcı 3				X	
Katılımcı 4				X	
Katılımcı 5				X	
Katılımcı 6				X	
Katılımcı 7			X		
Katılımcı 8			X		
Katılımcı 9					X
Katılımcı 10					X
Katılımcı 11				X	
Katılımcı 12				X	
Katılımcı 13			X		
Katılımcı 14					X
Katılımcı 15			X		
Katılımcı 16				X	
Katılımcı 17				X	
SORU 20'NİN CEVAPLARI					
	1	2	3	4	5
Katılımcı 1				X	
Katılımcı 2				X	
Katılımcı 3					X
Katılımcı 4					X
Katılımcı 5				X	
Katılımcı 6					X
Katılımcı 7			X		
Katılımcı 8				X	
Katılımcı 9				X	
Katılımcı 10					X
Katılımcı 11					X
Katılımcı 12					X
Katılımcı 13					X
Katılımcı 14				X	
Katılımcı 15				X	
Katılımcı 16					X
Katılımcı 17					X

EK 3 Yazar ve Çalışmaları Tablosu

NO	YAZAR	YIL	ÜLKE	DİSİPLİN	ÇALIŞMA BAŞLIĞI	YÖNTEM
1	KALFA	2016	TÜRKİYE	MİMARLIK	BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) SYSTEMS AND THEIR APPLICATIONS IN TURKEY	Literatür Çalışması
2	SANTOS VD.	2017	PORTEKİZ	BİLGİ TEKNOLOJİSİ	BİBLİOMETRİK ANALYSIS AND REVIEW OF BUILDING INFORMATION MODELLING LITERATURE PUBLISHED BETWEEN 2005 AND 2015	Literatür Çalışması
3	ÖZGE	2009	TÜRKİYE	MİMARLIK	MİMARLIK PRATİĞİNDE YAPI BİLGİ SİSTEMLERİ	Literatür Çalışması
4	LU VD.	2014	SİNGAPUR, ÇİN, POLONYA,	İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ, EKONOMİ YÖNETİMİ	INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY APPLICATIONS IN ARCHITECTURE, ENGINEERING, AND CONSTRUCTION ORGANIZATIONS: A 15-YEAR REVIEW	Literatür Çalışması
5	ERDEM	2018	TÜRKİYE	MİMARLIK	YAPI BİLGİ MODELLEMESİ TABANLI YALIN TASARIM YÖNETİMİ ÜZERİNE BİR İNCELEME	Anket / Mülakat Çalışması
6	ADEMCİ	2018	TÜRKİYE	İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ	AN ANALYSIS OF BIM ADOPTION IN TURKISH ARCHITECTURAL, ENGINEERING AND CONSTRUCTION (AEC) INDUSTRY	Anket / Mülakat Çalışması
7	INUSAH	2018	TÜRKİYE	İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ	TÜRK İNŞAAT SEKTÖRÜNDE YAPI BİLGİ MODELLEMESİ (YBM) UYGULAMALARININ YAYGINLIĞI VE UYGULAMALARDAKİ BAŞARI DÜZEYLERİ ÜZERİNE BİR İNCELEME	Anket / Mülakat Çalışması
8	YILMAZ VD.	2016	TÜRKİYE	BİLİŞİM SİSTEMLERİ, İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ	İNŞAAT SEKTÖRÜNDE KULLANILAN BİLGİ VE İLETİŞİM TEKNOLOJİLERİ	Anket / Mülakat Çalışması
9	SARI	2017	TÜRKİYE	MİMARLIK	AN INVESTIGATION OF BUILDING INFORMATION MODELING MATURITY IN TURKISH SMALL-MEDIUM SIZE ENTERPRISES ARCHITECTURAL AND ENGINEERING FIRMS	Anket / Mülakat Çalışması
10	ALKAWİ	2016	TÜRKİYE	BİLGİSAYAR ORTAMINDA SANAT VE TASARIM	MİMARLIK EĞİTİMİNDE BIM TABANLI DİSİPLİNLERARASI İŞBİRLİĞİ ÖNERİSİ	Anket / Mülakat Çalışması
11	O'CONNOR VD.	2004	ABD	EKONOMİ YÖNETİMİ	COST ANALYSIS OF INADEQUATE INTEROPERABILITY IN THE US CAPITAL FACILITIES INDUSTRY	Anket / Mülakat Çalışması
12	BECERİK- GERBER VE RİCE	2010	ABD	İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ	THE PERCEIVED VALUE OF BUILDING INFORMATION MODELING IN THE US BUILDING INDUSTRY	Anket / Mülakat Çalışması
13	KHOSROSHAHİ VE ARAYICI.	2012	İNGİLTERE	MİMARLIK	ROADMAP FOR IMPLEMENTATION OF BIM IN THE UK CONSTRUCTION INDUSTRY	Anket / Mülakat Çalışması
14	AKSENOVA	2018	İNGİLTERE, KANADA	MİMARLIK	FROM FINNISH AEC KNOWLEDGE ECOSYSTEM TO BUSINESS ECOSYSTEM: LESSONS LEARNED FROM THE NATIONAL DEPLOYMENT OF BIM	Anket / Mülakat Çalışması
15	MOHAMMED	2019	MISIR	MİMARLIK	APPLYING BIM TO ACHIEVE SUSTAINABILITY THROUGHOUT A BUILDING LIFE CYCLE TOWARDS A SUSTAINABLE BIM MODEL	Literatür Çalışması
16	AKKAYA	2012	TÜRKİYE	İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ	İNŞAAT SEKTÖRÜNDE YAPI BİLGİ MODELLEMESİ HAKKINDA İNCELEME	Uygulama Çalışması
17	HEIGERMOSER	2019	ALMANYA, BİRLEŞİK ARAP EMİRLİĞİ, ABD, SİNGAPUR	İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ, ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ	BIM-BASED LAST PLANNERS SYSTEM TOOL FOR IMPROVING CONSTRUCTION PROJECT MANAGEMENT	Literatür Çalışması
18	SANTOS VD.	2019	PORTEKİZ, BELÇİKA	BİLGİ TEKNOLOJİSİ	INFORMETRIC ANALYSIS AND REVIEW OF LITERATURE ON THE ROLE OF BIM IN SUSTAINABLE CONSTRUCTION	Literatür Çalışması
19	MURATOĞLU	2015	TÜRKİYE	MİMARLIK	BIM KULLANIMININ TASARIM AŞAMASINDAN KAYNAKLANAN UYUŞMAZLIKLAR ÜZERİNE ETKİLERİ	Uygulama Çalışması
20	ÖZCAN	2010	TÜRKİYE	BİLİŞİM	YAPI BİLGİ SİSTEMLERİ VE MİMARLIKTAKİ YERİ	Anket / Mülakat Çalışması
21	BAHADUR	2018	TÜRKİYE	MİMARLIK	YAPI BİLGİ MODELLEMESİ UYGULAMA PLANININ YAPI BİLGİ MODELLEMESİ YAZILIMI KULLANILABİLİRLİĞİNE ETKİLERİ	Anket / Mülakat Çalışması
22	GUO VD.	2019	ÇİN, AVUSTRALYA	İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ, BİNA YÖNETİMİ	ANALYSIS OF NEGATIVE IMPACTS OF BIM-ENABLED INFORMATION TRANSPARENCY ON CONTRACTORS' INTERESTS	Anket / Mülakat Çalışması
23	DİNG VD.	2019	ÇİN	İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ	A DIGITAL CONSTRUCTION FRAMEWORK INTEGRATING BUILDING INFORMATION MODELING AND REVERSE ENGINEERING TECHNOLOGIES FOR RENOVATION PROJECTS	Uygulama Çalışması
24	AMORUSA VD	2018	ALMANYA, GÜNEY KORE	MİMARLIK	DEVELOPMENT OF A BUILDING INFORMATION MODELING-PARAMETRIC WORKFLOW BASED RENOVATION STRATEGY FOR AN EXEMPLARY APARTMENT BUILDING IN SEOUL, KOREA	Uygulama Çalışması
25	OKAKPU VD.	2019	YENİ ZELANDA	İŞ YÖNETİMİ, ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ	EXPLORING THE ENVIRONMENTAL INFLUENCE ON BIM ADOPTION FOR REFURBISHMENT PROJECT USING STRUCTURAL EQUATION MODELING	Anket / Mülakat Çalışması

ÖZGEÇMİŞ

1991 yılında Almanya/Hamburg'ta doğdu. 2010 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümünde başladığı lisans eğitimini 2015 yılında tamamladı. 2015 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Bilgisi Bilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı. 2015 yılından beri özel şirketlerde çalışmaktadır. Orta derecede İngilizce bilmektedir.

