KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİMARLIK ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BIM'E GEÇİŞ SÜREÇLERİNDE ANLAŞMAZLIK ve UYUŞMAZLIKLARIN İNCELENMESİ

KADİR DEMİRCAN

KOCAELİ 2021

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİMARLIK ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BIM'E GEÇİŞ SÜREÇLERİNDE ANLAŞMAZLIK ve UYUŞMAZLIKLARIN İNCELENMESİ

KADİR DEMİRCAN

Doç. Dr. Neşe ÇAKICI ALP
Danışman, Kocaeli Üniv. **...……..……**

Doç. Dr. Mehtap ÖZBAYRAKTAR
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniv. **...……..……**

Dr. Öğr. Üyesi Özlem KANDEMİR
Jüri Üyesi, Eskişehir Teknik Üniv. **...……..……**

Tezin Savunulduğu Tarih:05.02.2021

Canım Aileme,

ÖNSÖZ

Lisans ve yüksek lisans dönemlerinde danışmanım olan, beni BIM ve parametrik tasarım alanları ile tanıştıran, bana bu alanlar ile ilgili yarışmalara, projelere ve akademik çalışmalara katılma imkanı sunan, tüm bilgi birikimi ve tecrübesini paylaşırken mutlu olan, akademik kariyerinin yanında, durumlara mantıklı ve anlayışlı yaklaşımına saygı duyduğum Doç. Dr. Neşe ÇAKICI ALP 'e,

Her zaman yanımda olan ve bana her anlamda desteklerini veren anneme, babama ve kardeşlerime,

Yaptığım çalışmalarda beni destekleyen ve yardımlarını eksik etmeyen arkadaşlarıma özellikle Burcu ÖZÇELİK 'e,

Teşekkürü bir borç bilirim.

Şubat 2021

Kadir DEMİRCAN
(Mimar)

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ iv
İÇİNDEKİLER v
ŞEKİL DİZİNİ vii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ ix
ÖZET x
ABSTRACT xi
GİRİŞ 1
1. GENEL BİLGİLER 3
1.1. Tezin Amacı 3
1.2. Tezin Kapsamı 7
1.3. Tezin Yöntemi 9
2. YAPI ENFORMASYON MODELLEME (Building Information Modeling) 11
2.1. Yapı Enformasyon Modelleme (BIM) Nedir? 11
2.2. Yapı Enformasyon Modellemenin (BIM) Tarihsel Süreci 13
2.3. Yapı Enformasyon Modellemenin (BIM) Boyutsal Seviyeleri 16
2.4. Yapı Enformasyon Modellemenin (BIM) Olgunluk Seviyeleri 17
2.5. BIM Tabanlı Yazılımlar 18
3. TASARIM, İNŞA ve UYGULAMA AŞAMALARINDA BIM 20
3.1. Tasarım Aşamasında BIM 20
3.2. Yapım Aşamasında BIM 21
3.3. Yapının Kullanımı ve İşletilmesi Aşamasında BIM 22
4. KOCAELİ M.E.B. BAŞİSKELE BARBAROS İLKOKULU BIM UYGULAMA PROJESİ 25
4.1. Proje Alanına Genel Bakış ve İdari İstekler 26
4.2. Tasarım Sürecinde BIM Kullanımı 27
4.2.1. Topoğrafya tasarımı ve çevre düzenlemesi 28
4.2.2. Taslak süreci 36
4.2.3. Kabul edilen projenin incelemesi 46
4.2.4. Mimari proje süreci 52
4.2.5. Statik proje süreci 63
4.2.6. Mekanik proje süreci 70
4.2.7. Elektrik projesi süreci 79
5. YAPIM PROJELERİNDE BIM KULLANIMININ UYUŞMAZLIKLAR ÜZERİNE ETKİLERİ ve KOCAELİ M.E.B. BAŞİSKELE BARBAROS İLKOKULU ÖRNEĞİ ÜZERİNDE İRDELENMESİ 85
5.1.Yapım Projelerindeki Uyuşmazlıklar 85
5.2.Yapı Enformasyon Modellemenin Sözleşme Maddeleri ve Dokümanlarından Kaynaklanan Uyuşmazlıklar ve Bunlar Üzerindeki Etkileri 87
5.3. Yapı Enformasyon Modellemenin Tarafların Tecrübesizliğinden Kaynaklanan Uyuşmazlıklar ve Bunlar Üzerindeki Etkileri 88
5.4.Yapı Enformasyon Modellemenin Taraflar Arasındaki İletişimden Kaynaklanan Uyuşmazlıklar ve Bunlar Üzerindeki Etkileri 89

5.5.Yapı Enformasyon Modellemenin Karşılanmayan Beklentiler ve Öngörülmeyen Problemlerden Kaynaklanan Uyuşmazlıklar ve Bunlar Üzerindeki Etkileri 90
5.6.Yapı Enformasyon Modellemenin Maliyetten Kaynaklanan Uyuşmazlıklar ve Bunlar Üzerindeki Etkileri..... 91
5.7.Yapı Enformasyon Modellemenin Tasarım Hatalarından Kaynaklanan Uyuşmazlıklar ve Bunlar Üzerindeki Etkileri 92
5.8.Yapı Enformasyon Modellemenin Süreç Yönetiminden Kaynaklanan Uyuşmazlıklar ve Bunlar Üzerindeki Etkileri 93
5.9.Yapı Enformasyon Modellemenin Kültürel Farklılıklardan Kaynaklanan Uyuşmazlıklar ve Bunlar Üzerindeki Etkileri 94
5.10.Yapı Enformasyon Modellemenin Hukuksal Nedenlerden Kaynaklanan Uyuşmazlıklar ve Bunlar Üzerindeki Etkileri 95
6. SONUÇ VE ÖNERİLER 96
KAYNAKLAR 100
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER 103
ÖZGEÇMİŞ 104

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 1.1. Yapı Enformasyon Modelleme ve Geleneksel Çizim Sistemi Karşılaştırması. 8
Şekil 1.2. Çalışma akış diyagramı. 9
Şekil 2.1. Yapı enformasyon modellemenin yapı yaşam döngüsünde kullanımı. 12
Şekil 2.2. BIM'in tarihsel diyagramı. 13
Şekil 2.3. BIM LOD seviyeleri ve örnek modelleri (Level of Development Specification, 2017). 17
Şekil 2.4. BIM tabanlı yazılımlara ait firma ve disiplinler (Özorhon, 2018) 19
Şekil 4.2. Çalışma alanına ait tabi zemin modeli. 28
Şekil 4.3. Çalışmaya ait çevre ve peyzaj tasarımı. 29
Şekil 4.4. Çalışmaya ait taslak vaziyet planı. 30
Şekil 4.5. Projeye ait vaziyet paftası. 32
Şekil 4.6. Topoğrafya Sürecinde, Yapı Enformasyon Modelleme ve Geleneksel Çizim Sistemi Karşılaştırması. 33
Şekil 4.7. Geleneksel çizim sürecinde hazırlanan zemin kat planı. 37
Şekil 4.8. BIM sürecinde hazırlanan ışık analizi. 39
Şekil 4.9. BIM sisteminde bir ekipmana ait bilgiler ve gösterimi. 39
Şekil 4.10. BIM hazırlanan zemin kat planı. 40
Şekil 4.11. BIM sisteminde hazırlanan model. 41
Şekil 4.12. BIM sisteminde kapı metrajına ait görsel. 42
Şekil 4.13. Taslak Sürecinde, Yapı Enformasyon Modelleme ve Geleneksel Çizim Sistemi Karşılaştırması. 45
Şekil 4.14. Kabul edilen projeye ait zemin kat planı. 47
Şekil 4.15. Kabul edilen projeye ait bodrum kat planı. 48
Şekil 4.16. Kabul edilen projeye ait 1.kat planı. 49
Şekil 4.17. Kabul edilen projeye ait 2.kat planı. 50
Şekil 4.18. Kabul edilen projeye ait çatı piyesi planı. 51
Şekil 4.19. Kabul edilen projeye ait cephe tasarımı. 52
Şekil 4.20. Geleneksel çizim sürecinde hazırlanan plana ait bir bölüm. 54
Şekil 4.21. Geleneksel çizim sürecinde hazırlanan kesite ait bir bölüm. 55
Şekil 4.22. Geleneksel çizim sürecinde hazırlanan ön görünüş. 56
Şekil 4.23. BIM sisteminde hazırlanan plana ait bir bölüm. 58
Şekil 4.24. BIM sisteminde hazırlanan kesit çizimi. 59
Şekil 4.25. Mimari Proje Sürecinde, Yapı Enformasyon Modelleme ve Geleneksel Çizim Sistemi Karşılaştırması. 62
Şekil 4.26. Geleneksel çizim sürecinde hazırlanan statik model. 64
Şekil 4.27. BIM sisteminde statik model kesiti. 66
Şekil 4.28. BIM sisteminde oluşturulan perde duvar ve kiriş bağlantısı 67
Şekil 4.29. Statik Proje Sürecinde, Yapı Enformasyon Modelleme ve Geleneksel Çizim Sistemi Karşılaştırması. 69

Şekil 4.30. Geleneksel çizim sisteminde temiz su tesisatı kolon şemasının bir bölümü..... 71
Şekil 4.31. BIM sisteminde ıslak hacim pis su tesisatının bir bölümü..... 74
Şekil 4.32. Mekanik Proje Sürecinde, Yapı Enformasyon Modelleme ve Geleneksel Çizim Sistemi Karşılaştırması. 78
Şekil 4.33. Elektrik Projesi Sürecinde, Yapı Enformasyon Modelleme ve Geleneksel Çizim Sistemi Karşılaştırması. 83

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

MMİ:	Mimarlık Mühendislik İnşaat sektörü (İng: AEC: Architecture, Engeneering, Civil Eng.)
YEM:	Yapı Enformasyon Modelli (İng.: BIM; Building İnformation Modelling)
BDÇ:	Bilgisayar Destekli Çizim (İng: CAD; Computer Aided Design)
AYM:	Algoritma Yardımlı Modelleme (İng.: AAM; Algoritm Aided Modelling)
3B:	3 Boyut, 3 Boyutlu
AGC:	Associated General Contractors of America
AIA:	American Institute of Architects
BBM:	Bina Bilgi Modeli, Bina Bilgi Modelleme
BBM:	Bina Bilgi Yönetimi
BDT:	Bilgisayar Destekli Tasarım
BDMT:	Bilgisayar Destekli Mimari Tasarım
BEM:	Bina Enerji Modelleme; Bina Enerji Modeli
BT:	Bütünleşik Tasarım
CIFE:	Center for Integrated Facility Engineering
HVAC:	Isıtma, soğutma ve havalandırma sistemlerine İngilizce dilinde verilen ve uluslararası alanda kabul görmüş kısaltma (Heating, ventilation, and air conditioning).
IFC:	Mimarlık-Mühendislik-İnşaat Endüstrisinde kullanılan verileri herhangi bir yazılım sağlayıcıdan bağımsız olarak kullanıma imkan veren açık kaynaklı dosya formatı (Industry Foundation Classes).
LEED:	Leadership in Energy and Environmental Design
NBIMS:	National BIM Standard
NIBS:	National Institute of Building Science
NIST:	National Institute of Standards and Technology

ÖZET

Mimarlık, mühendislik ve yapı endüstrisinde daha başarılı projelerin oluşturulması, yapım projelerinin gerçekleştirilmesi sırasında yaşanan değişikliklerin ve problemlerin hızlı çözülmesi amacıyla; teknolojinin de yardımıyla 'Yapı bilgi modelleme' (BIM) geliştirilmiştir. BIM farklı yazılım ve donanımların birlikte kullanılmasıyla, proje ürünlerinin iki değil üç boyutlu oluşturulduğu, proje katılımcıları arasındaki işbirliğini ve bilgi paylaşımını arttıran, sağladığı işbirliği sayesinde süreç içerisindeki hata oranını azaltan, zaman ve maliyet açısından kar sağlayan, yapının fikir aşamasından yıkım aşamasına kadar varlığını sürdüren bir süreç ve sistem olarak tanımlanabilmektedir.

Yapım projelerinde yaşanan anlaşmazlıkların çözülmesi, projenin çalışma planlarına uygun olarak tamamlanmasına bağlıdır. Yapı endüstrisi çok disiplinli bir yapıya sahiptir. Proje paydaşları, projeyi belirlenen kalite ve sürede, belirtilen maliyette tamamlamayı hedeflemektedirler. Belirlenen hedefler tamamlanırken katılımcılar arasında anlaşmazlıklar ve uyuşmazlıklar görülebilmektedir.

Bu tez çalışması kapsamında öncelikle, yapı endüstrisinde karşılaşılan anlaşmazlık ve uyuşmazlıklara dair literatür çalışmaları yapılmıştır. KOCAELİ MİLLİ EĞİTİM MÜDÜRLÜĞÜ BAŞİSKELE BARBAROS İLKOKULU UYGULAMA PROJESİ, geleneksel çizim süreci ve yapı bilgi modelleme sistemi ile teslime hazır hale getirilmiştir. Sistemlerin avantajları her aşamada karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalar sonucunda, yapı endüstrisinde karşılaşılan problemlere yapı bilgi modelleme sisteminin sunduğu olumlu çözümler incelenmiştir. İncelemeler sonucunda BIM'in kullanım alanlarını ve sayısını arttırmak amacı ile önerilerde bulunulmuştur.

Keywords: BIM, Bilgi Sistemleri, Mimarlık, Tasarım, Yapı Bilgi Modelleme.

ABSTRACT

'Building information modeling' (BIM) was developed with the help of technology because in order to create more successful projects in the architecture, engineering and construction industry and to solve the changes and problems experienced during the implementation of construction projects quickly. Bim can be defined as a process and system in which project products are created in three dimensions, not two, increasing cooperation and information sharing between project participants, reducing the problem rate in the process thanks to the cooperation it provides, profiting in terms of time and cost, and continuing to exist from the idea stage of the structure to the demolition stage.

Resolving disputes in construction projects depends on the completion of the project in accordance with the work plan. The building industry has a multidisciplinary structure. Project Participants aim to complete the project at the specified cost in the specified quality and time. Disagreements and disputes can be seen between the participants when completing the specified objectives.

Within the scope of this thesis study, literature studies were carried out on disagreements and disputes encountered in the building industry. Kocaelı Natıonal Educatıon Dırectorate Headteases Barbaros Prımary School Implementatıon Project becomes ready for delivery with building information modelling and traditional drawing. The advantages of the systems are compared at every stage.As a result of the comparisons, positive solutions offered by the building information modeling system to the problems encountered in the building industry were examined. As a result of the reviews, recommendations were made in order to increase the usage areas and count of BIMs.

Keywords: BIM, Information Systems, Architecture, Desing, Building Information Modelling.

GİRİŞ

İnşaat sektörü diğer sektörler gibi teknolojideki gelişmelerden etkilenmiştir. Teknolojinin gelişmesiyle el yapımı tasarımlardan bilgisayar destekli tasarımlara (CAD) geçilmiştir. Bina bilgileri (geometrik olmayan), bilgisayar destekli tasarımlar ile yapı elemanlarına (geometrik elemanlara) işlenmiştir. Bilgisayar destekli tasarım geliştirmiş ve bünyesine parametreleri ve üç boyutlu hacimleri (nesne yönelimli tasarım) dahil etmiştir. Yapı elemanlarını ve bilgilerini içeren bu sisteme 'Yapı Enformasyon modelleme (BIM)' denilmektedir.

Stanford Üniversitesi'nde yapılan bir araştırmada, tasarım sürecinde yapı enformasyon modelleme kullanılan 32 büyük ölçekli proje incelenmiştir. Proje sürecinin hesaplanmasına ayrılan sürede %80 verim sağlandığı belirtilmiştir. Atlanta'daki Emory Üniversitesi'ndeki bir çalışmada, üniversitenin kampüs binası projesinin tasarım sürecinden BIM kullanılarak 259.000 dolar kar elde edildiği hesaplanmıştır. Azhar ve diğ. (2012), bu örneklerle, BIM'in sürece olumlu katkılarını ifade etmişlerdir. (Azhar ve diğ., 2012)

Yapı enformasyon modellemenin kullanıldığı projelerde, maliyet hesaplarının daha sağlıklı yapılması, uyuşmazlık ve çakışmalar gibi durumların azaltılması nedeni ile iş verenler için beklenmeyen ekonomik durumların yaşanması azalmıştır (Azhar ve diğ., 2012).

Hardin, yüklenici ve mal sahipleri geleneksel yöntemi gözlemleyerek, paydaşlar arasındaki koordinasyon ve iletişimin daha hızlı ve güncel olmasını, revize işlemlerinin ve uyuşmazlıkların azaltılmasını istediklerini belirtmiştir. Bununla beraber yapılan çalışmada, katılımcılara projelerin daha verimli nasıl tamamlanabileceği sorusu yöneltilmiştir. BIM en yaygın cevap olmuştur (Hardin & McCool, 2015).

Proje paydaşları arasındaki koordinasyon ve iletişimin, geleneksel yöntem sürecinde projelerde karşılaşılan uyumsuzluklar ve anlaşmazlıklar üzerinde önemli bir etkisi vardır (Greenwald, 2012). Bu sorunları BIM ile çözmeye çalıştıkları belirtilmiştir. Ayrıca BIM, zaman, maliyet, model gibi boyutlar eklenerek projenin yaşam döngüsü boyunca kullanılabilecek çok boyutlu bir sistem olduğu belirtilmiştir. (Eastman, BIM

Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors., 2011).

Dünya çapında BIM kullanımı önde gelen ülkelerin hükümetleri; şartnamelerde BIM ile proje teslimini zorunlu tutarak, BIM kullanımını yaygınlaştırdılar. Bu durumu sağlamak için sözleşmeler, standartlar ve prosedürler oluşturulmuş veya mevcut durumları güncellenmiştir. Eğitim ve seminerlerde, BIM ve geleneksel yöntem arasında; analiz, iş yükündeki kullanıcılara kalan oranlar, kullanıcı profillerine uyum sağlamaları ve geliştirmelerini sağlayan altyapıları gibi olumlu ve olumsuz durumları karşılaştırılması yapılmıştır.

İnşaat projelerinde karşılaşılan uyuşmazlıkların ve uyuşmazlıkların çözümünde yapı enformasyon modellemenin avantajları belirtilmelidir. Teslimat standartları ve prosedürleri oluşturulmalıdır.

Bu çalışmada, inşaat projelerinde karşılaşılan uyuşmazlık ve anlaşmazlıklara karşı yapı enformasyon modelleme kullanımının sağladığı avantajlar, KOCAELİ MİLLİ EĞİTİM MÜDÜRLÜĞÜ BAŞİSKELE BARBAROS İLKOKULU UYGULAMA PROJESİ süreçleri incelenerek belirtilecek ve yapı enfromasyon modellemenin daha verimli kullanılması için öneriler sunuacaktır. Bu çalışmanın BIM sistemine geçiş sürecinde, yaşanılacak anlaşmazlık ve uyuşmazlıkların azaltması ve BIM'in kullanım sayısını ve kalitesini arttırması amaçlanmaktadır.

1.GENEL BİLGİLER

1.1.Tezin Amacı

Türkoğlu (2014) tarafından, insanlık tarihi boyunca bilgi biriktirme ve hesaplama işlemleri yapıldığı ve bu işlemlerin ilk zamanlarda manuel olarak tamamlandığı ifade edilmiştir. İşlemlerin zaman içerisinde mekanik ve elektronik sistemler yardımı ile yapılmaya başlandığı açıklanmıştır. İnsanoğlunun, bir araç yardımı ile hesap işlemi yapması esasına dayanan bilgisayarın temelinde abaküs olduğu bilinmektedir. Blaise Pascal 1642 yılında, ilk basit hesap makinesi olan Pascaline'ı icat etmiştir. Alman Gottfried Wilhelm von Leibniz 1673 yılında, Pascaline'yi geliştirerek çarpma işlemi yapabilen bir hesap makinesi tasarlamıştır. Fransız Charles Xavier Thomas de Colmar 1820 yılında, dört işlem yapabilen hesap makinesini icat etmiş ve Arithometer adı verilen hesap makinesini geliştirmiştir. Charles Babbage'in 1812 yılında, matematik problemlerinin çözümünde makinelerin kullanılması üzerine çalışmalara başlamasının ardından; 1832 yılında, 'Difference Engine' adlı denklem çözümü yapabilen makineyi geliştirmiş ve 1830'lu yıllarda, delikli kartların kullanımı ile 'Analitik Makineyi' icat etmiştir. Sonrasında 1889 yılında Dr. Hollerith, delikli kart tekniğine dayalı veri işleyen ilk elektriksel bilgisayarı geliştirmiş ve 1896 yılında, geliştirilen bu bilgisayarın ticaretini yapmak için IBM (International Business Machines) adlı şirketi kurmuştur. John V. Atansoff ve asistanı Clifford E. Berry 1939 yılında, sadece 1 ve 0 değerlerini bilgisayar devrelerine uygulayarak ilk elektronik bilgisayar mantığını ortaya çıkarmışlardır. Elektronik bilgisayarın geliştirilmesi ile 1942 yılında, modern bilgisayarların ilk örneği olan ENIAC'ın (Electrical Numerical Integrator and Computer) oluşturulduğu açıklanmıştır. ENIAC, Amerikan ordusu tarafından kullanılmaya başlanmıştır. IBM, ilk endüstriyel bilgisayar olan IBM 401'i üretmiş ve mesleki disiplinlerin kullanımına sunulmuştur. Intel firmasının 1981 yılında, ilk defa kişisel bilgisayarı (PC-Personal computer) piyasaya sürmesi ile de bilgisayarların gündelik hayatta kullanımının önü açılmıştır. (TÜRKOĞLU, 2014)

Bilgisayarlar, gündelik hayatta kullanılmaya başlandıkça birbirleri ile bağlantılarının yapılması amaçlanmıştır. 1960'lı yıllarda ARPHANET isimli ağ üzerinden ilk mesaj gönderimi yapılmıştır. Ağ sistemlerindeki LAN (Local Area Network), telefon hatları, fiber ağlar gibi ilerlemeler sonucunda, bağlantıların kablolu ve kablosuz olarak tamamlandığı günümüz internet sistemi geliştirilmiştir (Sütçü, 1994).

Kişisel bilgisayarın ve yazılımların yaygınlaşması ile meslek grupları, bilgisayarları kendi disiplinleri doğrultusunda kullanmaya başlamıştır. Bu durumu daha verimli hale getirebilmek için arayüzler ve yazılımlar geliştirilmiştir ve geliştirilmeye devam edilmektedir.

Shi & Halpin (2003)'e göre, mimarlık tarihi boyunca tasarım ve yapım süreçleri birbirini izlemekte ve bu süreçler bir bütün olarak algılanmaktadır. Süreç yönetimi amacı ile çeşitli hesaplama sistemleri geliştirilmektedir. Yapı endüstrisinin, çok disiplinli bir yapıya sahip olduğu belirtilmiştir. Bu disiplinlerin bir araya gelip ürün oluşturma işlemleri sırasında, sürecin yönetilme gerekliliği ve zorluğu ifade edilmiştir. Diğer üretim alanları incelendikten sonra, mimarlık ve yapı endüstrisinin üretim sisteminde farklılıklar olduğu vurgulanmıştır. Yapı endüstrisinde, her tasarımın (coğrafi ve beşeri şartlar nedeni ile) özgün bir ürün olduğu ve bu nedenle seri üretim yapılamadığı belirtilmiştir. Bu durum nedeni ile, yapı sektöründe bilgisayarlı yönetim sistemlerinin kullanımının zor olduğu çalışmada belirtilmiştir. (Shi & Halpin, 2003)

The NBS (2019)'e göre, 1980'li yıllarda mimarlıkta bilgisayarlar, mimarların kağıt üzerinde yaptığı çalışmaları, dijital ortamda yapmalarını sağlayan bir araç olarak kullanılmaktaydı. Bilgisayarlar, çalışmaları el çizimine göre daha kolay revize edebilme ve çoğaltma kolaylığı sağlamaktaydı. Tasarımcılar çizimlerini, hesaplarını ve tablolarını bu sayede daha verimli ve hızlı şekilde oluşturabilmekteydi. Yapı endüstrisinde bilişim sistemleri, kendini süreç içerisinde geliştirmiş ve geliştirmeye devam etmektedir. Modelleme yapabilen programlar sayesinde; iki boyutlu çizimlerin bir araya getirilerek maket veya model oluşturulma işleminden; bir model üzerinden verilerin alındığı işleme geçilmiştir. Modeli oluşturan yapı elemanlarına ait bilgiler, işlenebilir ve erişilebilir hale gelmiştir. Bu aşamada yapılan çalışmalarda, kütlenin ve kütleyi oluşturan elemanların bilgilerine ulaşılabilmekteydi. Bu model üzerinde analiz yapabilen arayüzler geliştirilmiştir. Böylece tasarım aşamasında, yapı yaşam döngüsü

dijital ortamda simüle edilebilmiştir. Anlık analizler ile birçok farklı disipline (aydınlık seviyesi, rüzgar, strüktür , akustik, enerji verimliliği analizi vb.) ait veriler incelenebilmiş ve alternatif tasarımlar yapılabilmiştir. Projelendirme sürecinde yapılan işlem sayısındaki artış nedeni ile sürecin yönetimi daha karmaşık hale gelmiştir; fakat yapım sürecinde karşılaşılan problemler (saha organizasyonu, güncel olmayan projeler, lokal revizelerin genelde oluşturabileceği uyumsuzluklar, taraflar arasında yanlış anlaşılmalar, çalışmanın yapılabilir olmayışının sahada tecrübe edilmesi, yapı elemanları arasında çakışma, süreç ve maliyet yönetimi vs.) büyük ölçüde azaltılmıştır (The NBS, 2019).

Yapılan araştırmalarda, bütünleşik proje tesliminin gelişmesi ile yazılımların ve parametrik verilerin sayısının arttığı görülmektedir. Dijital ortamda oluşturulan yapı elemanlarının, saha dışında imal edilme ve sahada birleştirme işlemlerinin daha kolay yapıldığı ifade edilmiştir. Parametrik tasarıma sahip yapıların, saha dışı imalatlar geliştikçe inşa edilebilirliğinin kolaylaştığı belirlenmiştir (Ezcan, Işıkdağ, & Goulding, 2013).

Dünya çapında bilgisayar destekli tasarımda gelişmeler yaşanırken, ülkemizdeki yaygın süreç, model tabanlı değil çizim tabanlı bir süreçtir. Genel olarak modelleme işlemleri, tasarımlar bittikten sonra bir sunum aracı olarak kullanılmaktadır. Belirli yönetmelikler doğrultusunda istenilen bazı analizleri (enerji verimi, yapı strüktürü analizleri gibi) yapmak için kısmi modellemeler yapılmaktadır. Belirli istekleri karşılamak amacı ile yapılan modeller, yapının bir bütün olarak incelenmesi ve reaksiyonların analiz edilebilmesi için yeterli bilgi birikimi olmayan modellerdir. Fakat bu seviye, idarelerin kabul ettiği, proje teslim standartlarını karşılayabilmektedir. Bütünleşik ve parametrik modeller sayesinde analiz yapılan alanda doğrudan ve dolaylı tüm veriler incelenerek daha sağlıklı sonuçlar alınmaktadır. Tasarım aşamasında kullanılan yapı enformasyon modellemenin, yapının yaşam döngüsünde sağlayacağı avantajlar ve dezavantajlar incelenmeli ve önemi belirtilmelidir.

Çelebi (2017), yapı enformasyon modellemenin önemini ortaya koyarken yerel çalışmaların sayısının az olduğunu belirlemiş, yapılan çalışmalarda akademik ve

sektörel anlamda birbiri ile çakışmayan durumların olduğunu saptamıştır (Çelebi, 2017) .

Ülkemizde yapı enformasyon modellemenin kullanımını arttırmak için; geleneksel yöntemle karşılaştırılması, olumlu ve olumsuz özelliklerinin incelenmesi, kullanıcı profillerine göre farklı fonksiyonlara sahip olduğunun açıklanması gerekmektedir.

Çalışmanın ikinci bölümünde: Yapı enformasyon modellemenin tanımı yapılmış, tarihsel süreci incelenmiş, boyutları ve olgunluk seviyeleri ifade edilmiş ve BIM tabanlı yazılımlar belirtilmiştir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde: Yapı enformasyon modellemenin yapı tasarımı, inşası ve yönetimi aşamalarında kullanım alanları belirlenmiştir. BIM ‘in bu alanlarda sağladığı avantajlar incelenmiştir.

Çalışmanın dördüncü bölümünde: Geleneksel çizim sürecinde ve BIM sisteminde tamamlanmış olan KOCAELİ MİLLİ EĞİTİM MÜDÜRLÜĞÜ BAŞİSKELE BARBAROS İLKOKULU UYGULAMA PROJESİ’nin aşamaları karşılaştırılmış ve incelenmiştir.

Çalışmanın beşinci bölümünde: Yapım projelerinde karşılaşılan anlaşmazlık ve uyuşmazlık üzerinde literatür araştırması yapılmış, araştırma sonuçları örnek projede incelenerek BIM sisteminin karşılaşılan problemlere sunduğu çözümler analiz edilmiştir.

Sonuç olarak çalışmada, BIM sisteminin geleneksel çizim süreci ile karşılaştırılması (anlaşmazlıklar, uyuşmazlıklar, zaman, maliyet, daha gerçekçi ürün, birlikte çalışabilirlik, iletişim, belirsizlikler vb. konularda) KOCAELİ MİLLİ EĞİTİM MÜDÜRLÜĞÜ BAŞİSKELE BARBAROS İLKOKULU UYGULAMA PROJESİ kapsamında aşama aşama incelenerek yapılmıştır. Bu sayede proje sürecinde yaşanan durumlar karşısında, BIM sisteminin avantajları ve dezavantajları belirlenmiştir. Avantajları daha verimli hale getirmek; dezavantajların etkisini azaltmak amacı ile öneriler sunulmuştur. Bu doğrultuda çalışmanın, ülkemizde BIM’in kullanım sayısını ve kalitesini arttırması amaçlanmış, BIM’e geçiş sürecinde yol gösterici bir rehber olması hedeflenmiştir.

1.2.Tezin Kapsamı

BIMgenius (2018)'e göre, yapı enformasyon modellemesinin 2000'li yılların başından itibaren ülkemizde kullanımının artmaya başladığı fakat beklenen olgunluk seviyesine ve kullanıcı sayısına ulaşmadığı belirtilmektedir (BIMgenius , 2018).

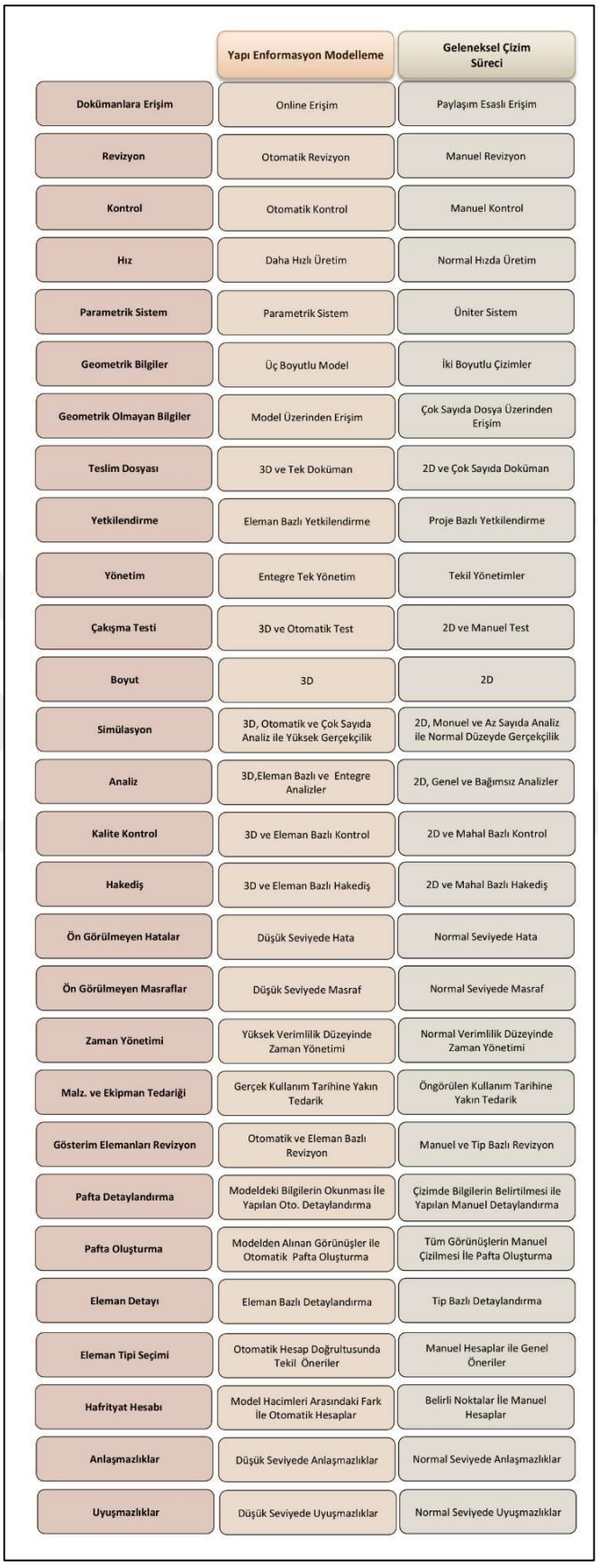
Tez kapsamında, inşaat sektöründe yapı enformasyon modellemenin avantajları, kullanıcı profillerindeki değişikliklere göre kullanımları, idarelerin isteklerini karşılayabilmesi gibi durumları, geleneksel tasarım süreci ile karşılaştırılmalı olarak değerlendirilmiştir. Bu incelemenin yapılacağı projenin teslim edileceği kurumun sahip olması gereken bazı özellikler aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

- Yapının tüm hayat döngüsünden sorumlu olması,
- Çok disiplinli bir çalışma yapısına sahip olması,
- Teslim standartlarının ve protokollerinin olması,
- Disiplinlerin her aşamada yetkililerce kontrol edilebilmesi.

Tez kapsamında yukarıda belirtilen özellikleri karşıladığı düşünülerek kamu ihalelerinden biri olan; Kocaeli İl Milli Eğitim Müdürlüğü, Başiskele Barbaros İlkokulu projesi incelenmiştir.Başiskele Barbaros İlkokulu projesi, BIM'in ve geleneksel çizim yönteminin kullanıldığı iki sistemde tamamlanmıştır. Süreç her aşamada karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Bu aşamalar sırası ile aşağıda belirtilmiştir:

- Tasarım aşamasında,
- Çevre düzenlemesi aşamasında,
- Analizler (ışık, rüzgar, vb.) aşamasında,
- Mimari projelerin oluşturulma aşamasında,
- Statik projelerin oluşturulma aşamasında,
- Mekanik projelerin oluşturulma aşamasında,
- Elektrik projelerin oluşturulma aşamasında,
- Çakışma testleri aşamasında,

BIM'i kullanan ve geleneksel yöntemi kullanan iki formatın olumlu ve olumsuz özellikleri incelenmiştir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Yapı Enformasyon Modelleme ve Geleneksel Çizim Sistemi Karşılaştırması.

BIM sisteminde dünyada en çok kullanılan arayüz programı olması nedeni ile (Revit, ArchiCAD, Bentley, AllPlan vb. programlar arasından) Autodesk Revit tercih edilmiştir. Geleneksel çizim yönteminde idarelerin teslim standartlarında kabul ettiği format olan AutoCAD tercih edilmiştir. Disiplinler tarafından bazı analiz ve hesapları yapmak için farklı programlar (İzoder, STA4CAD, SAP2000) kullanılmıştır. Tasarım sürecinin her aşamasında; sorunlar, avantajlar ve dezavantajlar karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmalar sonuç kısmında analiz edilmiş ve öneriler kısmında sentezleri yapılmıştır (The NBS, 2019).

1.3.Tezin Yöntemi



Şekil 1.2. Çalışma akış diyagramı.

Tez çalışmasının amacı ve kapsamı belirlendikten sonra, tezin yöntemi için bir çalışma planı oluşturuldu. Tezde izlenen yöntem Şekil 1.2 özet olarak belirtilmiştir.

Çalışmada ilk olarak yapı enformasyon modellemenin tanımı yapıldı. Çizim yöntemlerinin tarihsel gelişimi incelendi. Yapı enformasyon modellemenin literatüre kattığı terimler tanımlandı. Yapı enformasyon modellemenin olgunluk seviyeleri incelendi.

Yapı enformasyon modellemenin yapının hayat döngüsünde kullanım alanlarına değinildi. Tasarım, yapım ve yönetim işlemlerinde nasıl kullanıldığı incelendi. Olumlu ve olumsuz özellikleri belirtildi.

Tez çalışmasını oluşturan uygulama projesi hakkında bilgi verildi. İdarenin istekleri, bağlı olduğu yönetmelik ve şartnameler açıklandı. Tasarım ve projelendirme sürecinde:

- Vaziyet çalışması,
- Taslak çalışması ve bu süreçteki analizler,
- Disiplinlerin avam proje çalışmaları ve bu süreçteki analizler,
- Disiplinler arası çakışma testleri,
- Disiplinlerin detay projeleri,
- Teslim standartlarına uygun paftaları,

iki sistemde tamamlandı, avantajları ve dezavantajları değerlendirildi. İki sistemde oluşturulan çalışmada teslim standartları doğrultusunda dosya hazırlandı. Teslim standartlarının dışında, yapı enformasyon modellemenin ek olarak sunduğu veriler teslim dosyasına eklendi.

Yapılan vaka etüdü ve literatür araştırmaları elde edilen;

- Yapı bilgi modellemenin kullanım alanları,
- Yapı bilgi modelleme ile geleneksel çizim yöntemleri arasındaki farklar,
- Yapı Endüstrisinde karşılaşılan problemler,
- Yapı bilgi modellemenin yapı endüstrisinde problemler karşısında sağladığı avantajlar belirtilmiştir.

Bu çalışmada yapı sektöründe karşılaşılan başlıca anlaşmazlıklar ve uyuşmazlıklar incelenmiştir. Belirlenen problemlerin ortaya çıkış nedenleri ve çözümleri tartışılmıştır. Yapı enformasyon modellemenin belirlenen problem kaynaklarına nasıl çözümler getirdiği belirtilmiştir.

2.YAPI ENFORMASYON MODELLEME (Building Information Modeling)

2.1.Yapı Enformasyon Modelleme (BIM) Nedir?

Literatür araştırmaları yapıldığında BIM ’in birden çok tanımının olduğu görülmektedir. Başlıca BIM tanımları şöyledir;

BIM bir yapının tasarım, projelendirme, saha, yapı yönetimi ve yıkım süreçlerini yöneten ve entegre çalışan bir sistemdir. Bu durumu tanımlamak için BIM, yapı enformasyon modelinin kısaltması olarak kullanılır. Bu tanıma ek olarak yapı enformasyon modeli ve yönetiminin kısaltması BIM(M) olarak kullanılabilir (Mathews & Peters, 2019).

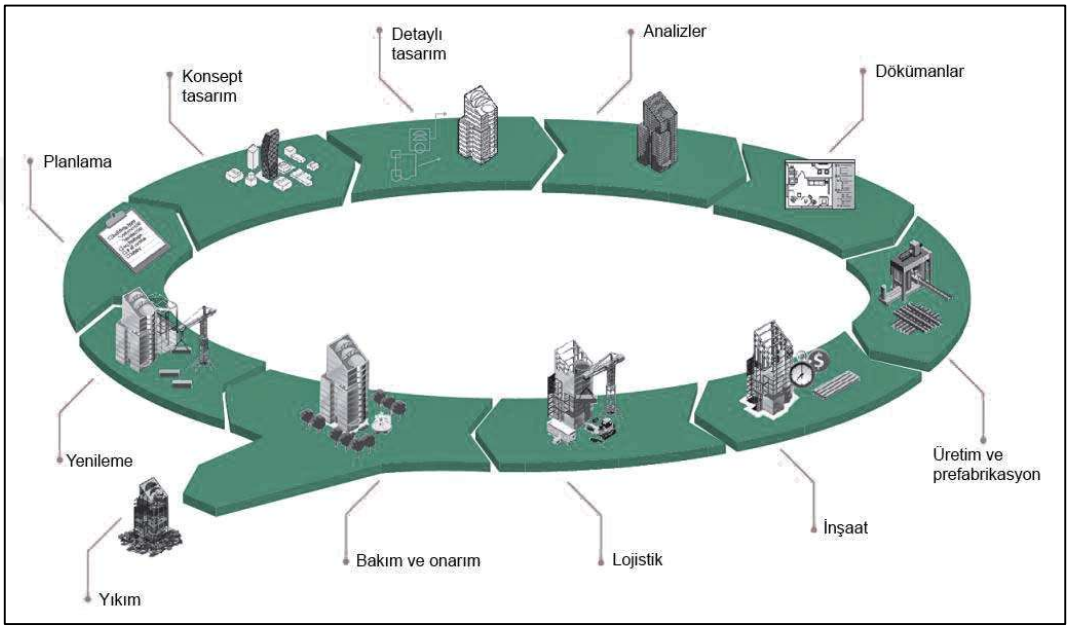
Azhar ve dig, (2012), BIM’i; bütün bakış açılarını, disiplinleri ve sistemleri, tek bir modelde kapsayan, bütün ekip üyelerine (mal sahibi, mimarlar, mühendisler, yapımcılar, altyüklenici ve tedarikçiler) geleneksel süreçten daha etkili ve doğru iş birliği sağlayan görsel bir süreç olarak tanımlamaktadır (Azhar ve diğ., 2012).

Eastman ve diğ. (2008)’ne göre, BIM kullanılan çalışmalarda; tasarım kararları daha hızlı alınabilir, benzer kütleler üzerinde alternatif tasarımlar daha hızlı üretilebilir, modeli oluşturan parametrik parçalar başka projelerde kullanılabilir. Parametrik ve nesne tabanlı tasarım sayesinde karmaşık yapıların tasarım ve yapım aşamaları daha hızlı tamamlanabilir. BIM sürecinde kullanılan parametreler, revize işlemlerinin ve tekrarlamaların kolay yapılabilmesine olanak sağlamaktadır (Eastman, BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors., 2008).

Ofluoğlu, (2015) BIM tanımını; yapının üç boyutlu modelini grafiksel (geometrik biçim gibi) ve grafiksel olmayan (maliyet gibi) bilgiler ile oluşturarak, farklı disiplinlerin ortak çalışmasını sağlayan bir sistem olarak yapmıştır (Ofluoğlu, 2015).

Eastman (2011)’a göre, BIM, yapının yaşam döngüsü sürecince ihtiyacı olan tüm veriyi dijital veri tabanında depolayan ve proje tasarımına yön veren bir metottur.

Tekrar gözden geçirme bu dijital veri tabanında yapıldığı için, dokümanlarda yapılmış olan herhangi bir değişiklik, veri tabanında otomatik olarak üretilen tüm dokümanlara (görünüşler, listeler, vs.) yansır. Süreç boyunca elde edilen tüm veriler, daha sonra kullanılmak üzere saklanır. Bu durum yalnızca tasarımcının değil, tüm proje paydaşlarının ortak olarak kullanabileceği bir bilgi deposu oluşturur. Bu bilgi deposu; tasarım aşamasından, yıkım aşamasına kadar tüm süreçlerde (Şekil2.1) kullanılabilir (Eastman ve diğ., 2011).



Şekil 2.1. Yapı enformasyon modellemenin yapı yaşam döngüsünde kullanımı.

National BIM Standard (2007)'a göre, yapı enformasyon modelleme veya BIM, projenin yaşam döngüsü boyunca yapının geometrik ve geometrik olmayan özelliklerini simüle etmek için kullanılan bir sistemdir. BIM, yapının tüm paydaşları arasında bilgi alışverişi için oluşturulmuş bir depodur (National Building Information Modeling Standard, 2007).

Akkaya ve diğ. (2012), BIM'i; fikir aşamasından itibaren projenin planlanan yaşam döngüsünde yapı hakkında bilgi edinilebilecek, yapılan tüm değişikliklerin diğer disiplinler tarafından da kolaylıkla anlaşılabilecek, coğrafi bilgi sistemi entegrasyonu ile etrafındaki nesneler hakkında bilgi verilebilecek bir sistem olarak tanımlamaktadır (Akkaya & Başaner, 2012).

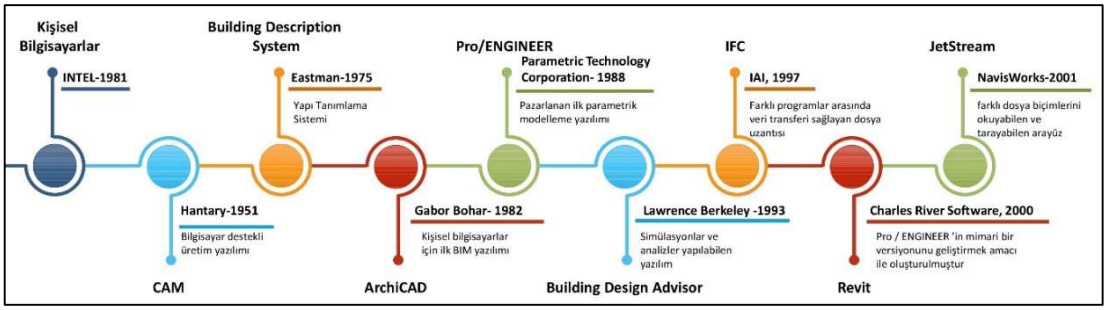
Associated General Contractors of America (2006)'ya göre, yapı enformasyon modelleme; bir yapının, tasarım, yapım ve yönetim aşamalarının simülasyonu için arayüzler oluşturulması, kullanılması ve geliştirilmesidir. Oluşturulan model, veri depolanabilen, nesne tabanlı, parametrik özelliklerini bünyesinde bulundurup; tasarım, yapım ve yönetim safhalarında kullanıcıların istedikleri görünüşlere ve bilgilere ulaşabildikleri, analizler yapabildikleri dijital bir sunumudur (The Associated General Contractors of America, 2010).

Barnes ve Davies (2014) yapı endüstrisinde BIM'i, inşa edilmemiş bir binanın değişikliklere gerçekte vereceği şekilde tepki veren, bilgisayarla oluşturulmuş üç boyutlu görsel bina modeline dayanan bir süreç olarak tanımlamışlardır (Barnes & Davies).

Abbasnejad ve Moud (2013)' e göre, yapı enformasyon modelleme tanımlamalarında uyuşmayan yorumların bulunduğunu ifade etmişlerdir. BIM tanımlanırken; kullanıcı profili, kurum standartları ve kullanıldığı işin kapsamı ile ilişkili olacak şekilde farklılıklar gösterdiğini belirtmişlerdir (Abbasnejad & Moud, 2013)

Yapılan tüm bu tanımlar doğrultusunda BIM'in, teknolojinin yardımı ile projede yapının ve elemanlarının üç boyutlu ve parametrik bir model olarak oluşturulduğu; paydaşlar arasındaki beraber çalışabilirliğe katkı sağlayan; faydalı kullanılabilmesi durumunda süreç, maliyet, çakışma gibi durumlarda karşılaşılacak problemleri azaltarak iş gücü ve ekonomik fayda sağlayan; yapının tasarım aşamasından yıkım aşamasına kadarki tüm safhaları simüle eden bir sistem ve süreç olduğu özet olarak belirtilebilir.

2.2.Yapı Enformasyon Modellemenin (BIM) Tarihsel Süreci



Şekil 2.2. BIM'in tarihsel diyagramı.

Yapı enformasyon modellemenin temeli kişisel bilgisayarlara dayanır. Dr.Patrick J. Hanratty tarafından, 1951 yılında bilgisayar destekli üretimin (CAM) ilk ticari yazılımın çalışmalarına başlanmış ve 1957 yılında ticari olarak kullanıma sunulmuştur.

Douglas C. Englebart (1962) 'Augmenting Human Intellect' adlı makalesinde nesne tabanlı ve parametrik bir çalışma sistemine geçiş olacağını öngörmüştür. Englebart'a göre, mimarın bir dizi obje ve veri (sekiz fit yüksekliğinde on iki inçlik beton duvarlar ve başka yapı elemanları) tasarladığını belirtmiş, bu işlemler sonucunda ekranda bu elemanları kapsayan bir sahnenin (modelin) şekillenmeye başlayacağını ifade etmiştir. Bu sahne sayesinde listeler hazırlanabileceği, yapının dijital ortamda inşa edilip analizlerin yapılacağı vurgulanmıştır. Bu durumun, tasarımcının yapı dizaynına etki eden düşünce ve fikirlerini, temsil ettiğini belirtmiştir. (Engelbart, 1962)*.'*

Eastman, yapı tanımlama sistemi (BDS) adında bir prototip ortaya koyacak yazı yayımlamıştır. BDS prototipi BIM'e uygun ilk yazılımdır. Bu yazıda parametrik tasarımın yararlarına, üç boyutlu modellerin hesaplanabilir olmasının faydalarına değinilmiştir. Modelin geometrik ve geometrik olmayan verilerin birleşimi ile oluşmasını tartışmıştır.

Charles Eastman, bir projede paydaşların hiyerarşik sınırlar çerçevesinde düzenlenebilir ortak modele ve verilere ulaşabildikleri bir program tasarlamıştır. Bu programdaki veriler kategorilere ayrılabilir şekilde tasarlanmıştır. Bu sayede filtreleme işlemleri kolaylaştırılmıştır. Bu gibi benzerlikler sayesinde BDS, BIM'e taban olacak ilk projelerden biri olmuştur. 1980 senelerinde GDS, EdCAAD, Cedar, RUCAPS, Sonata, Reflex gibi programlar geliştirilmiştir (Eastman, BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors., 2008).

Gabor Bojar 1982 yılında ArchiCAD programını tasarlamıştır. ArchiCAD kişisel bilgisayarlar için ilk BIM yazılımı olmuştur. Bu süreçte Tekla kendi sisteminde BIM'e uygun yazılımlar çıkartmıştır. 1986 yılında GMW Computers 'ın geliştirdiği RUCAPS programı ile yapının inşaat evreleri doğrultusunda projelendirilmesi sağlanmıştır. Parametric Technology Corporation (PTC) kurulmuş, 1988'de (BIM tarihinde ilk kez pazarlanan parametrik modelleme tasarım yazılımı olarak kabul edilen)

Pro/ENGINEER' i piyasaya sürmüştür. PTC' den ayrılan Irwin Jungreis ve Leonid Raiz kendi yazılım şirketlerinden Charles River Software 'i kurmuşlardır. İkili, ArchiCAD 'den daha karmaşık projeleri ele alabilecek Pro / ENGINEER 'in mimari bir versiyonunu geliştirmek istemiştir. 2000 yılına gelindiğinde anlamı revizyon ve hız kelimelerinden oluşan Revit isimli bir program ortaya çıkmıştır (Bergin, 2011)

Revit nesne tabanlı tasarımı parametrik modifikasyon motoru ile kullanarak zaman parametrelerinin eklenebildiği bir arayüz olmuştur. BIM tarihinin önemli noktalarından biri ise 1993 yılında Lawrence Berkeley Ulusal Laboratuvarında Building Design Advisor'ın programlamasıdır. Bu sayede yapıya ait model üzerinde simülasyonlar ve analizler yapılabiliyor, geri dönüşler doğrultusunda daha doğru tasarımlar ve çalışmalar uygulanabilir hale gelmiştir.

Süreç boyunca BIM'i oluşturan ögeler tamamlanırken, BIM'in en önemli özelliklerinden biri olan disiplinler ve formatlar arası olması IFC (International Foundation Class) dosya formatı ile sağlanmıştır. 1995 yılında oluşturulmuş olan bu program sayesinde farklı programlar arasında veri transferi sağlanmıştır.

1997 yılına kadar bireysel çalışma ortamı sağlayan BIM, bu yıldan sonra 'Teamwork' özelliğine sahip ArchiCAD güncellemesi ile, dosyalar arası transfer ve senkronizasyon işlemi sağlamıştır. Bu sayede bir projede aynı anda birden fazla çalışma yapılabilir hale gelmiştir. Bu BIM için bir kilometre taşı görevi görmüştür. İnternet üzerinden bir projeye erişme ve ortak çalışabilme fonksiyonu sayesinde BIM ile büyük ölçekli projeler bir ekip çalışması ile çok kısa sürelerde tamamlanabilir hale gelmiştir.

2001 yılında NavisWorks, üç boyutlu modeli incelemek için farklı dosya biçimlerini tek bir model üzerinde okuyabilen ve tarayabilen bir arayüz olarak JetStream'ı sunmuştur. Bu sayede simülasyon ve problem tespiti işlemleri multi disipliner bir sistem ile sağlanıyordu. Autodesk 2002 yılında Revit 'i 2007 yılında NavisWorks'ü satın alarak sektörün çok önemli iki programına sahip bir şirket olmuştur.

2012 yılında Autodesk Formit yazılımını piyasaya sürmüştür. Formit yazılımı, BIM'i mobil aygıtlarda izleyebilme ve kullanabilme imkanı sağlamıştır. Bu sayede mobil hale gelen BIM'in sahada kullanım alanları artmıştır. BIM proje aşamasında aldığı aktif rolü sahada da alır hale gelmiştir (Şekil 2.2).

2.3.Yapı Enformasyon Modellemenin (BIM) Boyutsal Seviyeleri

BIM' in çeşitli şekillerde tanım ve adlandırmaları vardır. Bu durumun oluşturduğu karışıklığı ortadan kaldırmak amacı ile BIM kullanımlarında olgunluk seviyelerine göre sınıflandırma yapılmıştır. BIM kullanımı için dört farklı olgunluk seviyesi bulunmaktadır.

BIM'in sıfırıncı seviyesi; hayal edilen bir modelin verilerinin (plan, kesit, görünüş vb.) el çizimi veya CAD programları ile oluşturulduğu seviyedir. Bu seviyede parametrik bir model bulunmamaktadır. Bu durum nedeni ile herhangi bir noktada yapılan değişiklik o noktayı tanımlayan tüm paftalarda el ile düzeltilmelidir. Parametre, nesne tabanlı sistem gibi BIM'in başlıca tanımlarını içerisinde bulundurmayan bu seviye gerçek bir BIM uygulamasını temsil etmemektedir. Bu seviyedeki BIM, yıllardır tasarım uygulamalarının çoğunda kullanılan süreç olan iki boyutlu CAD kullanımıdır (RIBA, 2012).

BIM'in birinci seviyesi olarak tanımlanan ikinci basamağı ise parametrik nesneler ile oluşturulmuş bir modele sahip proje seviyesidir. Entegre çalışmanın ve disiplinler arası koordinasyonun sağlanmadığı bir seviyedir. Bu seviyeye zaman ve maliyet yönetimini entegre edecek yazılımlar ile dördüncü ve beşinci boyutlara girişler yapılmaktadır. Bu BIM biçiminde modelin yararlarından yalnızca bir paydaş yararlanmakta ve genellikle BIM modelinin ekipler arasında işbirlikçi olarak kullanılmadığı, "yalnız" BIM olarak adlandırılmaktadır (RIBA, 2012).

BIM'in ikinci seviyesi olarak tanımlanan üçüncü basamağı ise; birinci seviye BIM'e ek olarak multi disiplin bir sisteme sahiptir. Farklı disiplinlerin kendi uzmanlık alanlarını model üzerinde detaylandırması ile zaman ve maliyet boyutları gerçeğe yaklaşmıştır. Bu sayede mal sahibi ile yapılan sözleşme doğrultusunda as-built verisi oluşturulabilmektedir.

Üçüncü seviye BIM: ikinci seviye BIM'den farklı olarak online paylaşımı olan, gerçek zamanlı, tam anlamı ile bütünleşik, standart ve yönetmeliklerin işlenebildiği, zaman ve maliyet hesaplarının dışında çok boyutlu olabilme potansiyeline sahip bir seviye olarak tanımlanmaktadır (RIBA, 2012).

Barnes ve Davies (2014)'e göre, BIM kullanımının büyük çoğunluğu sıfırıncı ve birinci seviyede gerçekleşmektedir. Birleşmiş Krallığın 2011'de yayınladığı BIM Strateji dokümanında, 2016 itibariyle kamu projeleri için yapım endüstrisindeki aktörlerin ikinci seviye BIM'e erişmeleri gerektiği duyurulmuştur. Bu durumun BIM kullanım seviyelerini ve kullanıcı sayılarını arttırması hedeflenmiştir (Barnes ve Davies, 2014).

2.4.Yapı Enformasyon Modellemenin (BIM) Olgunluk Seviyeleri

Bir BIM projesi ve projede kullanılan elemanların geometrik ve geometrik olmayan bilgilerinin detay seviyelerini belirlemek amacıyla seviyeler oluşturulmuştur. Bu seviyelere LOD (Level of Development) denilmektedir. Beş çeşit LOD seviyesi vardır. (LOD 100, LOD 200, LOD 300, LOD 400 ve LOD 500) Bu seviyeler projenin hangi aşamada olduğuna, kabul edecek mecranın hangi seviyede istediğine ve tasarım ekibinin standartlarına göre değişiklik göstermektedir. Projeyi teslim alacak kurum veya kişilerin istekleri doğrultusunda boyutlandırılmış (4D,5D, 6D,…) projelerde LOD seviyesi değişkenlik gösterir.

Level of Development Specification (2017)'de LOD seviyeleri aşağıdaki gibi tanımlanmış ve Şekil 2.3' de şematik olarak belirtilmiştir.



Şekil 2.3. BIM LOD seviyeleri ve örnek modelleri (Level of Development Specification, 2017).

- LOD 100 Kavramsal: Ön tasarım evresinde yapı elemanlarının yaklaşık şekil, yön, hacim, alan, boyut ve konumlarının belirlendiği seviyedir.
- LOD 200 Yaklaşık Geometri: Geometrik olmayan verilerin de yapı elemanlarıyla ilişkilendirildiği, uygulamaya yakın şekil, boyut ve konumlarda bilgi içerme durumudur.

- LOD 300 Hassas Geometri: Geometrik olmayan verilerin de yapı elemanlarıyla ilişkilendirildiği, montaja/imalata hazır şekil, boyut ve konumlarda bilgi içerme durumudur.
- LOD 400 İmalat: Nihai uygulama planı ve teknik bilgilerin işlendiği durumdur.
- LOD 500 As-built: Gerçek uygulamaya ait sahadan alınan tüm şekil, boyut, konum bilgilerinin modele kaydedildiği bilgi seviyesidir (Level of Development Specification, 2017).

2.5.BIM Tabanlı Yazılımlar

BIM sistemi programlar ve arayüzler ile uygulanmaktadır. Bu arayüzlerin temeli bilgisayar destekli tasarıma dayanmaktadır. Bilgisayar destekli tasarım sistemleri arasında BIM bünyesinde; parametre, nesne tabanlı yazılım, model, entegre çalışabilirlik, ortak dosya formatında (IFC) kayıt gibi özellikleri bulundurması gerekmektedir.

BIM sisteminde ana araç olarak kullanılan programlar, kullanıldıkları süreç (yapım, tasarım, yıkım vb.) ve disipline (mimari, yüklenici, raportör, denetleyici vb.) farklılıklar göstermektedir. Farklılıkların ve teknolojinin değişimi ile mevcut programlar güncellenmekte, eklenti arayüzler tasarlanmakta diğer programlar ile bağlantısı arttırılmaktadır. İhtiyaçların karşılanmadığı durumlarda yeni programlar ve yazılımlar tasarlanmaktadır. BIM tabanlı bu programları disiplinler (mimari, statik, mekanik, elektrik vb.) ve kullanım amaçları (modelleme, koordinasyon, 4D zaman yönetimi, 5D maliyet yönetimi, 6D sürdürülebilirlik, yönetim vb.) doğrultusunda gruplara ayırabiliriz.

Doğru ve güvenilir yazılım seçimi projenin başarısında oldukça önemlidir. BIM sisteminin hangi işlevinden faydalanmak isteniyorsa ona yönelik bir yazılım seçimi yapılmalıdır (Özorhon, 2018). Ayrıca birlikte çalışabilirliğin veriminin arttırılması amacı ile paydaşların kullandıkları programlar arasında uyumlu yazılımlar kullanmaları önemlidir. Bu durum programlar arasında aktarım yapılırken karşılaşılan veri kayıplarını azaltmaktadır.

BIM sisteminin ortaya çıkışı ile günümüze kadar pek çok firma, BIM sistemleri ile uyumlu yazılımlar geliştirmiş ve geliştirmektedir. Şekil 2.4'te BIM sistemi ile uyumlu

çalışan ve yaygın olarak kullanılan yazılımlar listelenmektedir. Bu duruma ek olarak yazılımlara eklenti olarak çalışan çok sayıda eklenti yazılım (timber framing extension, worksharing monitor, civil structures, composite design vb.) vardır.

The NBS (2019)'a göre en çok tercih edilen BIM programları sırası ile Autodesk Revit Architecture, Graphisoft ArchiCAD, Nemetschek Allplan ve Bentley MicroStation yazılımlarıdır (The NBS, 2019).

MİMARİ	Autdesk	Revit Architecture
	Graphisoft	ArchiCAD
	Bently System	Bently Architecture
	Nemetscheck	Allplan Architecture, Vectorworks Architecture
	CADSoft	Envisioneer
	Gehry Tecnologies	Digital Project Designer
	Virtual Build Technologies	RhinoBIM
	Softtech	Spirit
	IntelliCAD	IDEA Architectural Design
STATİK	Autdesk	Revit Structure, Robot Structural Analysis
	Bently System	RAM - STAAD - ProSteel , Structural Modeler
	Nemetscheck	Allplan Structure, Scia
	Tekla	Tekla Structure
	CypeCAD	Cype
	Graitec	Advence Design
	StructureSoft	Metal Wood Framer
MEP	Autdesk	Revit MEP, CADMEP
	Bently System	Hevacomp Mechanşcal Designer, MicroStation
	Nemetscheck	Allplan AX3000
	IntelliCAD	FineHVAC-FineLIFT-FineELEC-FineSANI
	Gehry Tecnologies	Digital Project MEP System
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	Graphisoft	EcoDesing
	Bently System	Hevacomp, TasSimulator
	IES Solutions	Virtual Environment VE Pro
	Design Builder	Desing Builder
SİMULASYON ANALİZ	Autodesk	Navisworks, BIM 360 Glue and Field
	Bently System	COnstrucSIM
	Solibri	Solibri Model Checker
	Tekla	Tekla BIMSight
	Synchro	Synchro Proffesional
	Innovaya	Innovaya
	Vico Software	Vico Office Suite
TESİS YÖNETİMİ	Graphisoft	Vintocon ArchiFM
	Bently System	Facilities
	Nemetscheck	Allplan Alfa
	Ecodomus	Ecodomus
	Onuma	Onuma System

Şekil 2.4. BIM tabanlı yazılımlara ait firma ve disiplinler (Özorhon, 2018)

3.TASARIM, İNŞA ve UYGULAMA AŞAMALARINDA BIM

3.1.Tasarım Aşamasında BIM

Bir projede tasarımı etkileyen birden çok faktör bulunmaktadır. Bu faktörlerin bağlı oldukları disiplinler farklılık göstermektedir. Yapının projelendirilme süreci bu neden ile çok disiplinli bir sisteme sahiptir.

Bir projenin geleneksel çizim sürecindeki basamaklarını inceleyecek olursak, başlangıç olarak iş verenin istekleri ile yapı sınıfının ve fonksiyonların dahil olduğu yönetmelikler doğrultusunda tasarım yapılır. Tasarımı yapılan yapının yönetmelik ve şartnamelere uygun olup olmadığı kontrol edilir. Mimari disiplin olarak ön projesi hazırlanır ve diğer disiplinler (elektrik, mekanik, statik, vb.) ile paylaşılır. Bu paylaşımdan sonra tüm disiplinler kendi alanlarında çizim ve hesap işlemleri yapar. Hazırlanan projeler diğer paydaşlara tekrar gönderilir. Ortak bir karar alınana kadar süperpoze ve revize işlemleri devam eder. Tüm disiplinler tarafından ön projesi onaylanan çalışmanın detay projeleri çizilmeye başlanır. Proje teslim dosyası, kabul standartları doğrultusunda tamamlanır.

Aynı yapının BIM sisteminde projelendirilme süreci incelendiğinde, işverenin istekleri doğrultusunda yönetmeliklere ve şartnamelere uygun olacak şekilde bir tasarım çalışması yapılır. BIM, tasarım sürecinde paydaşların, projeye ait geometrik ve geometrik olmayan verilere ulaşabilmesini sağlar. Parametrik arayüzlerde oluşturulmuş bu verilerde revize işlemi hızlı yapılabilir. Bu sayede alternatif tasarımlar yapılmasına olanak sağlanır. Tasarım aşaması, tasarımcıların ve işverenin içerisinde bulunduğu bir ekip tarafından takip edilebilir. Tasarım kararında ortak bir noktada anlaşıldıktan sonra projelendirme işlemine geçilir. Bu çalışma bulut üzerinde ortak bir alanda paylaşılır. Bu sayede aynı anda tüm paydaşlar, projeyi inceleme ve yetki sınırları dahilinde revize yapabilme hakkı kazanır. Bu durum güncel olmayan dosya sorunu veya karmaşık proje trafiklerini azaltır. Süreç tüm paydaşlar tarafından takip edilebilir. Ortak paydaşlar tarafından oluşturulan projede, çakışma testleri yapılabilir. Bu testler sayesinde disiplin altı ve disiplinler arası problemler tespit edilebilir ve

çözümlenebilir. Proje tamamlandıktan sonra her departman yöneticisi kendi çalışma alanlarındaki çalışmaları sabitlemek ve izinsiz değişimini engellemek için yetki sınırlandırılması getirebilir.

Bu işlemler doğrultusunda bir yapının BIM ile projelendirilmesi ile yapının dijital ortamdaki hayat döngüsü canlandırılır. BIM sisteminde, yapım sonrası bina yönetimi ve ömrünü tamamlayan binaların yıkılma işlemleri bilgisayar arayüzlerinde simüle edilir. Simülasyon işlemlerinin bu kadar hızlı olması sayesinde yapı üzerindeki değişikliklerde tüm veriler kendini yenilemektedir. Teslim edilen 3D modelin yanında zaman, maliyet ve çok boyutlu veriler tüm paydaşlar tarafından incelenebilmektedir. Bu incelemeler sayesinde, isteklere ve şartlara uygun olabilecek, en uygun tasarımın yapılması hedeflenmektedir.

3.2.Yapım Aşamasında BIM

BIM 'in planlama aşamasında yapıya ait geometrik ve geometrik olmayan verileri bünyesinde barındırabilen bir model oluşturulmaktadır. Paydaşların yetki alanlarında hazırlanan modelde her paydaş kendi disiplinine ait elemanların teknik özellikleri, yapım şartnameleri, yapım öncelikleri ve zorunlulukları gibi birçok veriyi modele eklerler. Tüm verilere sahip modelde yapılacak olan analizler ve hata tespitleri ile daha doğru tasarım alternatifleri üretilerek ortak bir sonuca ulaşılır.

Tüm paydaşlar tarafından onaylanan model, yapının dijital ortamda simülasyonun yapılması anlamına gelmektedir. Dijital simülasyon doğrultusunda yapının inşaat sürecine geçilmektedir. Modelin oluşturulduğu BIM ve LOD seviyelerine bağlı olarak gerçeklik oranı değişmektedir.

BIM ile hazırlanmış projelerde yapının üç boyutlu modeli bulunmaktadır. Bu model sayesinde sahada iki boyutlu çizimlerin oluşturduğu yanlış anlaşılmalar büyük ölçüde ortadan kaldırılmaktadır. Her disiplin kendi alanı ile ilgili isteklerini farklı bakış açıları ile diğer paydaşlara sunabilmektedirler.Yapımı tamamlanan kısımların kalite kontrolleri de üç boyutlu olarak teftiş edilebilmektedir. Kontrol aşamalarının detaylı ve sık işlenmesi durumlarına bağlı olarak zincirleme hatalardan kaynaklanan uygun olmayan imalatlar daha erken fark edilebilmektedir. Örneğin; bir yapıda statik disiplin altında oluşturulan kirişlere uygun olacak şekilde mekanik sistem dizayn edilmiş ve

bu mekanik sistemin altında iç mekan tasarımına uygun bir tavan tasarlandığı kabul edilirse; statik projenin imalatı sırasında oluşacak hata, bağlantılı olarak mekanik sistemin düzgün işlenmesini, mekanik işlemde oluşan problem ise iç mekanın tavan tasarımının düzgün bir şekilde uygulanamamasına sebebiyet vermektedir. Bunun sonucunda, estetik bir algı ile tasarım yapılan iç mekan; hatalar zinciri nedeni ile öngörülen şekilde gerçekleştirilememektedir.

Projelendirilme süreci dördüncü boyut olan maliyet verileri ile tasarlanmış ise, yapım sürecinin ekonomik ihtiyaçları hesaplanabilmektedir. Bu sayede ön görülmeyen masraflardan kaynaklanan problemler en aza indirilmektedir. Paydaşlar, duruma ve ihtiyaçlara proje aşamasında vakıf halde işlemlere başlayabilmektedir. Bu durumda taraflar arasındaki mağduriyet durumu ortadan kaldırılmaktadır. Tasarım aşamasında hazırlanmış bu veriler doğrultusunda hakediş işlemleri daha kolay daha doğru bir hal almıştır. Doğru ve zamanında yapılan hakedişler uygulamacılara ekonomik anlamda yüklenilmenin önüne geçmiştir. Yüklenicilerin ekonomik olarak problem yaşamaması ile birlikte, kalite ve zamandan kaynaklanan aksaklıklar en aza indirilebilmektedir.

Projenin süreç yönetiminin BIM ortamında hazırlanması durumunda; proje 5D BIM boyutuna çıkmaktadır. 5D BIM programları ile hazırlanan analizler ve iş programları sayesinde yapılacak işlemler arasında öncelikler belirlenmektedir. İş programı yapılan çalışmalarda, sahada ihtiyaç duyulan ekipman ve malzemelerin hangi tarihlerde ve ne kadar miktarda olacağı proje aşamasında hesaplanabilmektedir. Bu sayede şantiyede fazla malzemeden ve araçlardan kaynaklanan düzensizlikler ile eksik malzeme ve araçlardan kaynaklanan iş aksamalarının önüne geçilebilmektedir. Model üzerinde tasarlanan öğelerin ne zaman kullanılacağı bilgisine sahip olmak prefabrikasyon imalatlar açısından olumlu olmuştur. Bu sayede, prefabrike parçalardan oluşan parametrik ve kompleks yapıların uygulanabilirliği kolaylaştırılmıştır.

3.3.Yapının Kullanımı ve İşletilmesi Aşamasında BIM

BIM inşaat sektörüne yararları sayesinde kullanımı artan bir sistem ve süreçtir. Bir yapının tasarım ve yapım aşamalarında kullanılan BIM, yapının yaşam döngüsünde sadece bu süreçlerde değil, yönetim sürecinde de fayda sağlamaktadır.

Tasarım ve yapım süreçlerinde BIM kullanılması durumlarında, yapı bir model üzerinde tasarlanmış ve bu tasarım doğrultusunda inşa edilmiştir. Tasarım sürecinde BIM kullanılsa bile inşa sürecinde yapılması mümkün olmayan noktalar ile karşılaşılabilir. Bu durumda problem çözülmeli ve model bu çözüm doğrultusunda revize edilmelidir. Yapım sürecinde karşılaşılan bu hatalar doğrultusunda model revize edilerek inşa süreci bitirilirse, yapının mevcut halinin bir modeline sahip olunur.

BIM nesne tabanlı olduğundan mevcut yapıya ait tüm elemanların bilgisine ulaşılabilmektedir. Eldeki bu bilgiler sayesinde büyük ölçekli yapıların yönetimi, yapı otomasyon sistemleri ile kolaylaştırılabilir.

Kontrol sistemlerinin BIM sayesinde izlenebildiği durumlarda iklimlendirme, bina içi güvenlik sistemleri ve acil durum yönetimleri gibi birçok yönetim sorumlulukları daha kolay çözümlenebilmektedir. Örneğin; model üzerinde bir mekana aydınlık düzeyini algılayan reseptörler konulursa, bu mekanın anlık aydınlık düzeyi model üzerinde takip edilebilir. Mekanların farklı kullanım koşullarında farklı aydınlık düzeylerine sahip olmaları gerekir. Mekanın anlık kullanımda ihtiyaç duyduğu aydınlık düzey, merkezi bir kontrol sayesinde anında ayarlanabilir. Bu örnek iklimlendirme; güvenlik, bakım gibi birçok alanda da geçerlidir.

Yapı yönetiminin önemli noktalarından biri ise tadilat süreçleridir. Modelde her şey üç boyutlu olarak mevcuttur. Tadilat süresince sistem elemanlarının nerede oldukları görülebilmektedir. Bu sayede problem oluşturan noktalar anında çözülebilmektedir. Bu durum incelenmesi zor olan yeraltı ve sıva altı gibi alanlarda tasarlanmış sistemlerde büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Elemanlara işlenen veriler sayesinde hangi elemanın kullanım ömrünün ne kadar olduğu model üzerinde mevcuttur. Bu sayede mağduriyet durumları olmadan ilgili elemanların değişimi veya tamiri yapılabilmektedir. Örnek vermek gerekirse; yapıda kullanılan aydınlatma elemanlarının kullanım ömrü, bakım periyotları, yetkili servisi gibi bilgileri işlenebilir. Bu bilgiler doğrultusunda model üzerinden bakım zamanı gelen elemanın, problem çıkarmadan belirlenen yetkili servislere hatırlatılması sistem tarafından yapılabilir. Yetkili servis bakımı yaptıktan sonra modeli güncelleyerek görevini tamamlar. Kullanım ömrünü tamamlayan elemanların değişimi aynı şekilde sağlanabilir.

Tadilat sadece problem çıkartan sistemler olarak uygulanmamaktadır. Mekanların kullanım fonksiyonlarının değişmesi durumlarında da tadilat yapılmaktadır. Yeni ihtiyaçlara sahip mekanlar model üzerinde dizayn edilebilir ve analizi yapılarak yapıya uygun hale getirilebilir. Mekanda yapılan işlemler tamamlandıktan sonra, yapım sürecindeki uygulamalar doğrultusunda, model tekrar güncellenmelidir.

Her yapının bir kullanım ömrü vardır. Kullanım ömrünü tamamlamış yapıların yıkım işlemlerinde de BIM sistemi kullanılabilmektedir. Yıkım sürecinin model üzerinde simülasyonu yapılabilir. Yıkıma hangi noktadan başlanılacağı, hafriyat işlemlerinin nasıl olacağı gibi birçok bilgi modele eklenebilir.

Üçüncü bölüm kapsamında BIM sisteminin yapım aşamasında kullanım alanları belirtilmiştir. Çalışmanın devamında; tasarım aşamasında, geleneksel süreç ve BIM sistemi uygulanan bir proje incelenecektir.

4.KOCAELİ M.E.B. BAŞİSKELE BARBAROS İLKOKULU BIM UYGULAMA PROJESİ

Bir sistem olan BIM'e geçiş sürecinde karşılaşılan anlaşmazlıkların ve uyuşmazlıkların incelenmesi bu doğrultuda sonuçların ve önerilerin oluşturulması amacı ile öncelikle literatür araştırması yapılmıştır. Yapılan literatür araştırması sonucunda yaygın olarak rastlanan sorunlar üzerine ön çalışma yapılmıştır. Literatür araştırması sonucundaki verilerin bir vaka etüdü ile test edilmesi amaçlanmıştır. Mimari yapıyı oluşturan faktörler (tasarımcılar, malzemeler, konum, onay veren yetkililer vb.) değiştikçe sonuçlarda farklılıklar olabilmektedir. Literatür araştırmaları ve vaka etüdünde ortaya çıkan problemler karşılaştırılmıştır. Bu problemlerin (mümkünse meydana gelmeden) çözümleri üzerine analiz ve sentezler yapılmıştır. Bu doğrultuda yapım sürecinde ortaya çıkabilecek problemler üç ana aşamada incelenmiştir. Birinci aşamada geleneksel yöntem (BIM 0 Seviyesi, Cad standartları) incelenmiştir. İkinci aşamada ise BIM sistemi ile proje teslimi (BIM 2 Seviyesi) incelenmiştir. Üçüncü aşamada ise iki teslim süreci arasındaki farklar incelenmiş, avantajları ve dezavantajları vurgulanmıştır. Bu veriler doğrultusunda BIM kullanımında ortaya çıkabilecek problemlerin ortadan kaldırılması üzerine öneriler sunulmuştur.

Vaka etüdünün, daha objektif yapılabilmesi amacıyla; paydaş sayısının olabildiğince fazla olması, onay veren kurumların teslim standartlarının bulunması, içerisinde ticari kâr amacının en az olması gibi koşulları içermesi hedeflendi. Bu nedenle Kamu projelerinde yapılacak olan bir çalışmanın daha verimli ve test edilebilir sonuçlar verebileceği kararlaştırıldı.

Bu kararlar doğrultusunda, Kocaeli İl Milli Eğitim Müdürlüğüne başvuru yapıldı. İdare, yıllık planlamasında bulunan bir projelendirme işlemini bu tez çalışması doğrultusunda bizim tarafımızdan yapılmasını uygun gördü. Projede, Kocaeli ili Başiskele ilçesinde bulunan, mevcut halde eğitime devam edilen, eski bir okul yapısının yıkılıp yeniden yapılması hedeflenmekteydi. Projenin tarafımızca alınması

için prosedürler ve gerekli evraklar tamamlandı. Proje kamu ihale kanunun gereklilikleri doğrultusunda teslim alındı.

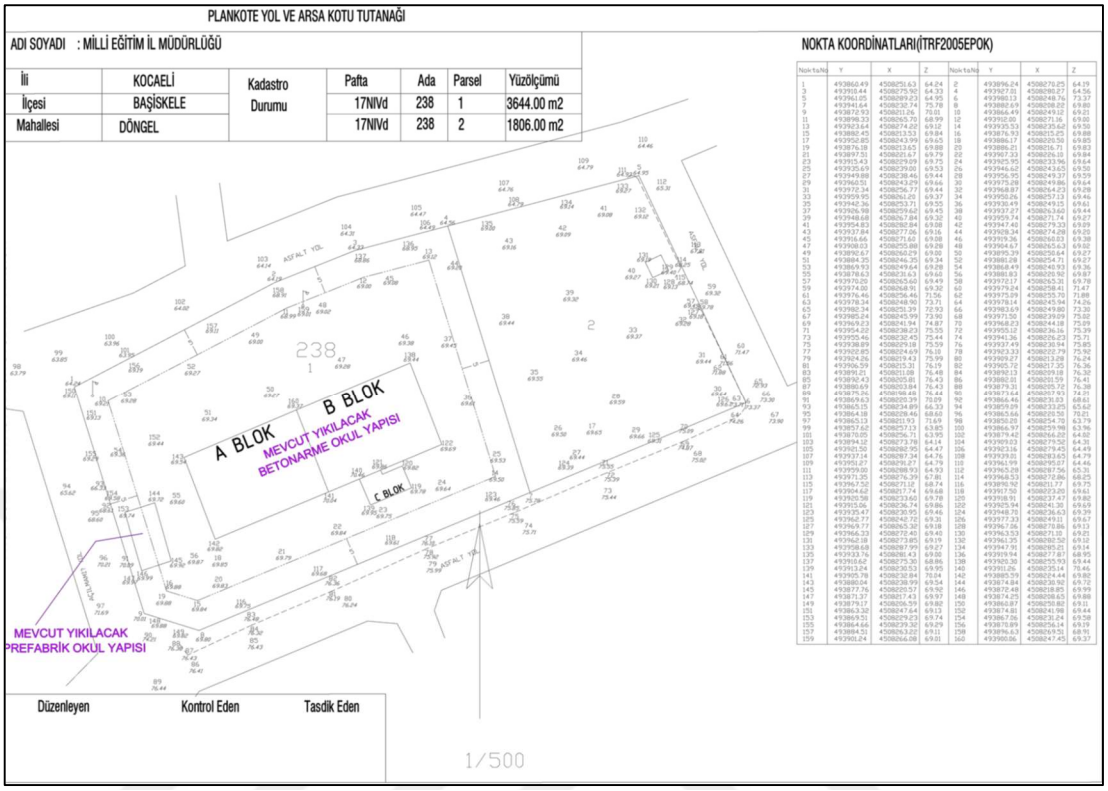
Proje tasarım kriterleri ve ihtiyaç listesi idareden alındı. İdare hali hazırda CAD formatında çalışmaktadır. Bu nedenle idare, projenin, hazırlandığı arayüz veya sistem fark etmeksizin, tesliminin AutoCAD formatında yapılmasını istedi. Tasarım aşaması, geleneksel ve BIM sistemlerinde ayrı şekilde tamamlanmıştır. İki farklı sistemin süreçleri aşama aşama açıklanmıştır. Sistemler arasındaki avantajlar her aşama sonucunda ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Projenin geleneksel teslim süreci ile BIM sürecinin disiplinleri ve yetkileri farklı ekipler tarafından tamamlanmıştır. Projeyi geleneksel teslim sürecinde tamamlayan ekip, uzun yıllardır idarenin istekleri (teslim standartları, kullanılan tefrişler, tasarım kriterleri, vb.) doğrultusunda projeler hazırlayan ve onay alan kişi ve kuruluşlardan oluşmaktadır. Projeyi BIM sisteminde tamamlayan ekip; kendi disiplinlerinde BIM sistemine hakim ve BIM'in gerektirdiği ortak çalışma prensibine (programları, yetki ve sınırları, ortak modeli tasarlama ve geliştirme yetisine sahip, vb.) uyumlu, BIM'i inşaat sektöründe kullanabilen kişi ve kuruluşlardan oluşmaktadır. Projenin, hem geleneksel teslim sürecinde hem de BIM sürecinde, mimari disiplin sorumlulukları ve proje yöneticiliği bu tezin yazarı tarafından tamamlanmış ve kontrol edilmiştir.

4.1.Proje Alanına Genel Bakış ve İdari İstekler

Tezde incelenecek proje çalışması, Kocaeli ili Başiskele ilçesinde 238 ada 1 ve 2 parsellerinde bulunan Kocaeli İl Milli Eğitim Müdürlüğü'ne ait arazi üzerinde yapılmıştır. Çalışma alanı 5449 m² olup mevcut yapının denizden yüksekliği (sıfır kotu) 70,62 metredir. Mevcut durumda arazi üzerinde 18 derslikli (bitişik) iki bloktan oluşan, üç katlı toplam inşaat alanı 1200 m² olan eğitim yapısı bulunmaktadır. Eğitim yapısına ek olarak teknik ihtiyaçları karşılayan teshin merkezi, güvenlik kulübesi, açık basketbol sahası ve dış mekan tefrişleri yerleştirilmiştir. Mevcut yapı 1986 yılında tamamlanmış ve 33 yıl boyunca hizmet vermiş bir yapıdır.

Harita mühendisleri tarafından hazırlanan ve Lisanslı harita kadastro mühendislik bürosu (LİHKAB) tarafından onaylanan plankote çalışması Şekil4.1'de belirtilmiştir.



Şekil 4.1. Çalışma alanına ait plankote çalışması.

Yapının, yerleşkenin ihtiyaçlarını (derslik sayısı, teknik alan yetersizliği, vb.) karşılamada yetersiz kalması ve yapı yaşam döngüsünü tamamladığı gerekçesi ile yıkılıp yeni bir okul yapısı yapılması idare tarafından beyan edilmiştir. Doğrudan temin ihalesi, kamu ihale kanunda açıklanan, usullere uygun olarak teslim alınmıştır.

İdare yeni tasarlanacak okul yapısının 24 derslikli olmasını istemiştir. Yönetmelikler (Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği, Sığınak Yönetmeliği, Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik, vb.) ve Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Standartları doğrultusunda tasarım çalışmasının yapılması gerekmektedir. Bu standart ve yönetmeliklere ek olarak idarenin istekleri dikkate alınmıştır. Verilen arazi ve istekler doğrultusunda tasarım çalışmalarına başlanmıştır.

4.2.Tasarım Sürecinde BIM Kullanımı

Proje ihalesinde istenilen okul yapısı 24 derslikli bir okul yapısı olarak tanımlanmıştı. Tasarım sürecinde 24 derslikli tasarımlara ek olarak daha fazla derslik sayısına sahip

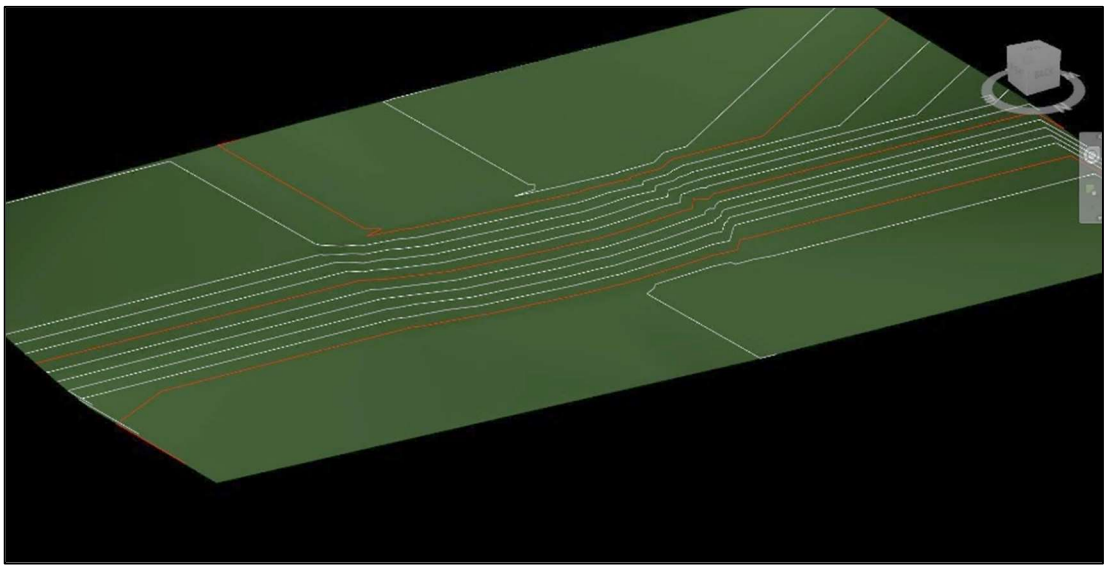
alternatif çalışmalar idareye sunuldu. İdare teslim edilen çalışmalar arasından 31 derslikli çalışmayı daha uygun buldu. Bu doğrultuda şartname tekrar düzenlendi.

Bu duruma ek olarak, idarenin bir takım tasarım istekleri oldu. İstekler uygulandığında zincirleme olarak değişen model yetkililer tarafından anlık olarak incelendi. Bu sistem sayesinde görünüşler dışında kalan ve etkilenen noktalar analiz edildi. Tasarım sürecinde belirsizlikler ortadan kaldırılarak beklenmeyen hataların oluşumu engellendi.

4.2.1.Topoğrafya tasarımı ve çevre düzenlemesi

Çalışmanın BIM sürecinde proje alanını oluşturmak için aşağıdaki aşamalar takip edildi:

Yapılacak alanın halihazır durumu harita mühendisleri tarafından dijital ortamda oluşturuldu. NetCAD programında hazırlanan plankote çalışmasının üç boyutlu hali (üçgen modeli) harita mühendislerinden talep edildi. Elde edilen tanımsız model Revit dosyasına eklendi. Bu aşamadan sonra Revit ortamına kütle olarak alınan arazi modeline bilgiler (sınırlar, materyaller, duvarlar, vb.) işlenmeye başlandı. Mevcut arazinin üç boyutlu hali BIM ortamında elde edildikten sonra, peyzaj ve yerleşim çalışmalarına başlandı (Şekil 4.2).



Şekil 4.1. Çalışma alanına ait tabi zemin modeli.

Tasarıma uygun olacak şekilde hafriyat işlemleri yapıldı. Hafriyat hesabı, tabii zemin model alanından düzenlenmiş alan çıkartılarak bulundu. Hafriyat işlemi sonucunda sürekliliğin kesildiği noktalarda duvarlar yapıldı. Duvar yüksekliği 1.50 m'nin üzerinde kalan noktalarda istinat duvarı çalışması uygulandı. Bu duvarların bilgileri (kullanılan materyaller, barbakan sayıları ve yerleri, aydınlatma elemanları, vb.) işlendi. Sonuç olarak üzerinde tasarım alternatifleri yapılabilecek çalışma sahası, üç boyutlu olarak oluşturuldu (Şekil 4.3).



Şekil 4.2. Çalışmaya ait çevre ve peyzaj tasarımı.

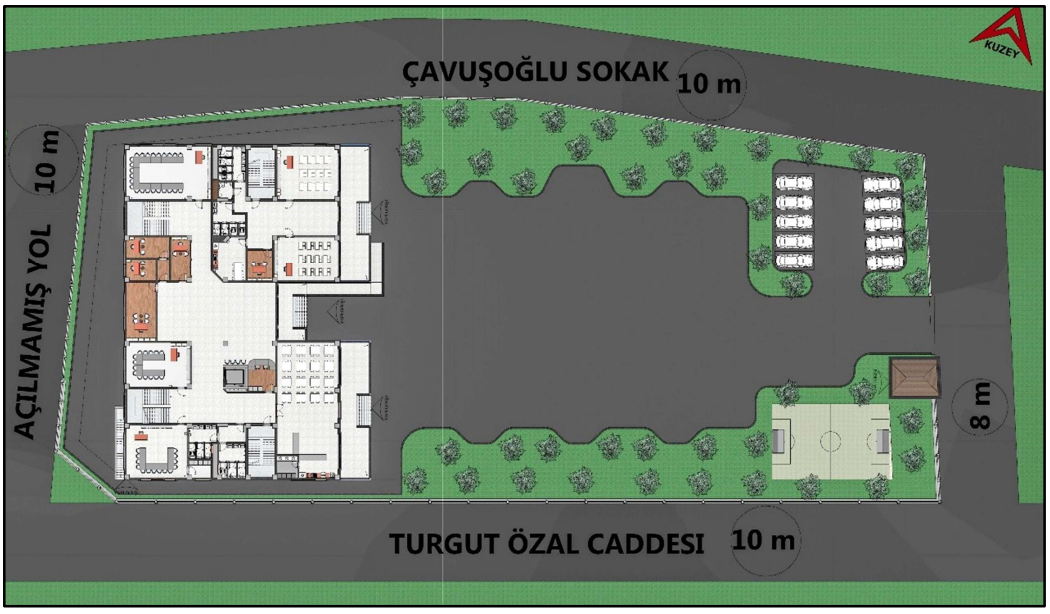
Çalışmanın geleneksel çizim sürecinde proje alanını oluşturmak için aşağıdaki aşamalar takip edildi:

Yapılacak alanın halihazır durumu harita mühendisleri tarafından dijital ortamda oluşturuldu. NetCAD programında hazırlanan plankote çalışmasının iki boyutlu hali harita mühendislerinden talep edildi. İki boyutta sadece belirtilen noktaların yükseklikleri belirlenebiliyordu. Belirtilen noktalar doğrultusunda alan, kesitler (dört adet alan kesiti alınmıştır) ve eş yükselti eğrileri sayesinde kısmi olarak anlaşılabiliyordu. Bu aşamadan sonra araziye ait bilgiler (sınırlar, materyaller, duvarlar, vb.) plan düzleminde işlendi. Algılanan arazi üzerinde peyzaj ve yerleşim çalışmalarına başlandı.

Tasarıma uygun olacak şekilde hafriyat işlemi ve hesabı yapıldı. Hafriyat hesabı kazı derinliği ile arsa alanı çarpılarak ortalama hafriyat bulunmuş oldu. Kazı derinliği;

plankoteden (en az çalışma alanının dört köşesinden olmak üzere) alınan kotların ortalamasından, bahçe kotu çıkartılarak kazı yüksekliği bulundu. Çalışma alanı sınırında duvarlar oluşturuldu. Duvarların, yüksekliğe bağlı (1,50m üzeri duvarlar istinat duvarı olmak zorundadır) istinat duvarı veya bahçe duvarı olma gerekliliğine karar verildi. Bu dönüşüm noktalarını belirlemek için parsel sınır çizgilerinde, alan kesitleri oluşturuldu. Bu kesitlerde ortaya çıkan tabii zemin çizgileri ile bahçe kotu arasında; yüksekliği 1,50m'den fazla olan bölgeler istinat duvarı, az olan bölgeler ise bahçe duvarı olarak organize edildi. Duvarların bilgileri vaziyet planında ve (belirli kısımları tanımlayabilen) detay çizimlerinde belirtildi. Sonuç olarak üzerinde tasarım alternatifleri oluşturulabilecek çalışma sahası iki boyutlu olarak tanımlanmış oldu.

İdareye, geleneksel çizim sürecinde üç, BIM sisteminde yedi adet alternatif tasarım sunuldu. Kabul edilen tasarıma göre; okul alanına doğu cephesinde bulunan açık ve kullanılan yoldan girilmesi uygun görüldü. Yol eğimine uygun olacak şekilde giriş düzenlemesi yapıldı. Çalışma alanı üç ana fonksiyon doğrultusunda bölündü. Birinci bölüm bünyesinde otopark, bekçi kulübesi ve spor sahasını bulunduran bir giriş bölümüdür. İkinci kısım okul bahçesi ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde bünyesinde tören alanı, Atatürk büstü, bank ve çardaklar gibi sosyal bir alan olarak düzenlendi. Üçüncü bölüm ise yapı yerleşim alanı olarak tasarlandı. Çevre düzenlenmesi idare tarafından kabul edildikten sonra vaziyet planı standartlarına uygun paftalar oluşturulmaya başlandı (Şekil 4.4).



Şekil 4.3. Çalışmaya ait taslak vaziyet planı.

Çalışmanın BIM sürecinde, vaziyet ve yerleşim paftalarını oluşturmak için aşağıdaki aşamalar takip edildi:

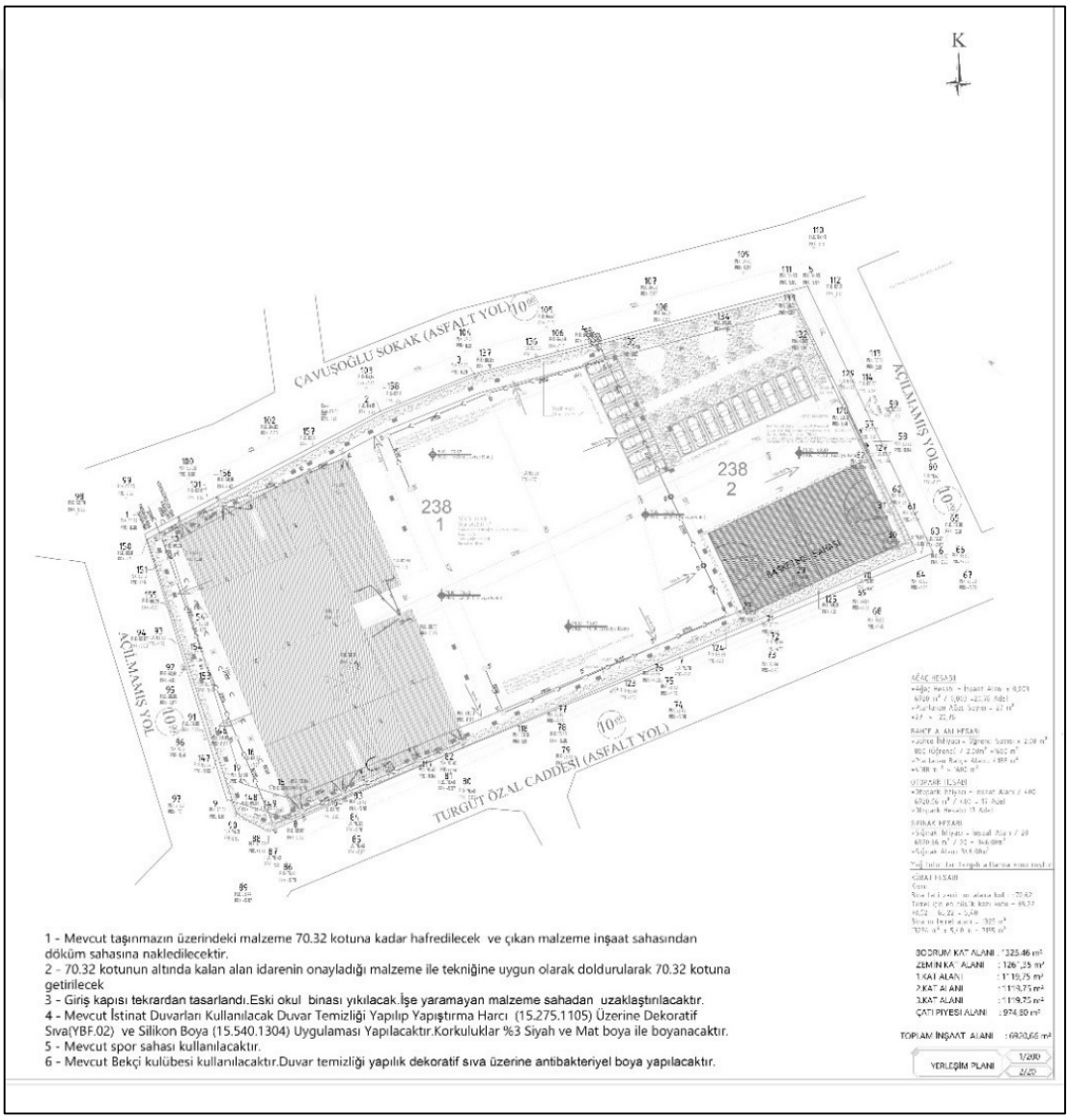
Vaziyet planını, çizim standartlarına uygun hale getirebilmek için onaylanan tasarımın paftalama işlemine başlandı. Vaziyet çizim standartlarında (1/200) olması gereken verilerin hepsi model üzerinde işlenmiş durumdaydı. Yapılması gereken sadece model üzerindeki bilgileri pafta düzleminde göstermekti. Bunun için kullanılan bilgilendirme elemanları (kot gösterim elemanları, materyal bilgi sütunları, ölçüler, vb.) model üzerinden alınan vaziyet paftasına eklendi. Bu elemanların model üzerinden aldığı verileri okuması ile vaziyet paftası oluşturuldu. Verilerdeki bilgiler parametrik özelliğe sahip oldukları için gösterim elemanlarında istenilen sonuçları gösterecek fonksiyonlara sahip parametreler oluşturulabildi. Örneğin; bir noktanın koordinat bilgileri, düzenleme öncesi ve sonrası olacak şekilde, model üzerinde işlenmiş durumdadır. Burada yapılması gereken işlem, o noktanın verilerini okuyabilecek gösterim elemanlarının işlenmesidir. Kullanılan elemana fonksiyonlar eklendiği takdirde istenilen kotu (tabii zemin kotu, tesfiye veya dolgu kotu, proje kotu, vb.) gösterebilmektedir.

Çalışmanın geleneksel çizim sürecinde, vaziyet ve yerleşim paftalarını oluşturmak için aşağıdaki aşamalar takip edilmiştir:

Tasarım kararı onaylanan vaziyet çalışması 1/200 vaziyet planı standartlarına uygun hale getirilmeye başlandı. Öncelikle harita mühendislerinden teslim alınan plankote üzerindeki kotlar vaziyet planına yazıldı. Bu kotlardan referans alınarak yönetmeliklere göre yapının oturması planlanan sıfır kotu (±0,00) belirlendi. Vaziyet planındaki bilgiler (kot gösterim elemanları, materyal bilgi sütunları, ölçüler, vb.) parametrik özelliğe sahip olmadıkları için gösterim elemanlarında istenilen sonuçları gösterecek fonksiyonlara sahip parametreler oluşturulamadı. Gereken hesaplamalar ve bilgi içerikleri her eleman ve bilgi için tekrarlandı. Örneğin; bir noktanın koordinat bilgileri belirtilen noktanın üzerinde yazan bir sayıdan ibaretti. Bazı çalışmalarda vaziyet planında yükseklik koordinatı verilen noktalar kullanılmasına rağmen bu noktalar iki boyutlu çalışmada üçüncü boyut oluşturarak yanlışlıklara neden olduğu için yaygın şekilde kullanılmamaktadır. Bu noktaların bilgileri yazıldıktan sonra istenilen kotlar (tabii zemin kotu, tesfiye veya dolgu kotu, proje kotu, vb.) her

elemanda manuel olarak hesaplandı. Manuel hesaplama sistemi, yanlışlıkların yapılabilme ihtimalini arttırmaktadır.

Vaziyet çalışmasının başlangıç adımı iki süreçte tamamlandı. Vaziyet çalışması, yapı tasarımı öncesi ve sonrası olmak üzere iki aşamada tamamlanan bir çalışmadır. Yapı Disiplinlerin belirtmesi zorunlu olan bilgilerin bazıları (şebeke suyu, pis su, elektrik hattı, çevre aydınlatma tesisatı vb.), yapı tasarımı yapıldıktan sonra işlemektedir. Çalışmaya ait tüm işlemler tamamlandığında vaziyet paftası (Şekil 4.5) oluşturuldu ve teslim dosyasına eklendi.



Şekil 4.4. Projeye ait vaziyet paftası.

Çalışmada proje alanını tanımlama, bu tanım doğrultusunda vaziyet ve yerleşim paftalarını oluşturma aşamaları tamamlandı. Bu aşamada BIM sürecinin geleneksel süreçle karşılaştırılması aşağıda yapılmıştır (Şekil4.6).

	Topoğrafya Tasarımı Aşamasında	
	Yapı Enformasyon Modelleme	Geleneksel Çizim Süreci
Dokümanlara Erişim	Online Erişim	Paylaşım Esaslı Erişim
Revizyon	Otomatik Revizyon	Manuel Revizyon
Kontrol	Otomatik Kontrol	Manuel Kontrol
Hız	Daha Hızlı Üretim	Normal Hızda Üretim
Parametrik Sistem	Parametrik Sistem	Üniter Sistem
Geometrik Bilgiler	Üç Boyutlu Model	İki Boyutlu Çizimler
Geometrik Olmayan Bilgiler	Model Üzerinden Erişim	Çok Sayıda Dosya Üzerinden Erişim
Teslim Dosyası	3D ve Tek Doküman	2D ve Çok Sayıda Doküman
Yetkilendirme	Eleman Bazlı Yetkilendirme	Proje Bazlı Yetkilendirme
Yönetim	Entegre Tek Yönetim	Tekil Yönetimler
Çakışma Testi	3D ve Otomatik Test	2D ve Manuel Test
Boyut	3D	2D
Simülasyon	3D, Otomatik ve Çok Sayıda Analiz ile Yüksek Gerçekçilik	2D, Monuel ve Az Sayıda Analiz ile Normal Düzeyde Gerçekçilik
Analiz	3D ve Entegre Analizler	2D ve Tekil Analizler
Eleman Tipi Seçimi	Otomatik Hesap Doğrultusunda Tekil Öneriler	Manuel Hesaplar ile Genel Öneriler
Hafrityat Hesabı	Model Hacimleri Arasındaki Fark İle Otomatik Hesaplar	Belirli Noktalar İle Manuel Hesaplar
Anlaşmazlıklar	Düşük Seviyede Anlaşmazlıklar	Normal Seviyede Anlaşmazlıklar
Gösterim Elemanları Revizyon	Otomatik ve Eleman Bazlı Revizyon	Manuel ve Tip Bazlı Revizyon
Uyuşmazlıklar	Düşük Seviyede Uyuşmazlıklar	Normal Seviyede Uyuşmazlıklar
Pafta Detaylandırma	Modeldeki Bilgilerin Okunması İle Yapılan Oto. Detaylandırma	Çizimde Bilgilerin Belirtilmesi ile Yapılan Manuel Detaylandırma
Pafta Oluşturma	Modelden Alınan Görünüşler ile Otomatik Pafta Oluşturma	Tüm Görünüşlerin Manuel Çizilmesi İle Pafta Oluşturma
Eleman Detayı	Eleman Bazlı Detaylandırma	Tip Bazlı Detaylandırma
Gösterim Elemanları Revizyon	Otomatik ve Eleman Bazlı Revizyon	Manuel ve Tip Bazlı Revizyon

Şekil 4.5. Topoğrafya Sürecinde, Yapı Enformasyon Modelleme ve Geleneksel Çizim Sistemi Karşılaştırması.

Geleneksel çizim sürecinde üç boyutlu bir alanın iki boyutta şekiller ile tanımlanması yapılmakta, bu tanım doğrultusunda algılanan alan üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. Alanın tanımlanmasını arttırmak için ihtiyaç duyulan noktalarda (Sınır çizgileri, eğimin çok arttığı noktalar, yapı ile topoğrafyanın bağlantı detayı, vb.) kesitler oluşturulmaktadır. BIM sürecinde ise üç boyutlu bir alanın tanımlaması yine üç boyutlu bir model üzerinden yapılmaktadır. Bu sayede alanın anlaşılmasında oluşabilecek hatalar azaltılmaya çalışılmaktadır. Buna ek olarak, model üzerinden ihtiyaç duyulan noktalarda (Sınır çizgileri, eğimin çok arttığı noktalar, yapı ile topoğrafyanın bağlantı detayı, vb.) hazır kesitler alınabilmesi sayesinde, enerji ve zaman açısından fayda sağlamaktadır.

Geleneksel çizim süreci, iki boyutta hazırlanan çizimlerde, tasarımcıların belirttiği noktalardaki bilgilere erişime olanak vermektedir. BIM sisteminde ise tasarımcıların, çalışılan alanın modelini oluşturabilmesi için (paftalarda görünüşte veya görünüş dışında kalan) tüm noktaları tanımlaması gerekmektedir. Bu sayede model üzerinde istenilen elemanın bilgilerine ulaşım sağlanabilmektedir.

Geleneksel süreçte kullanılan materyal veya ekipmanın detaylarına ulaşılabilmek için (İdarelerin tanımladığı) poz numaralarına veya şartnamelere bakılması gerekmektedir. Bu durum birden fazla dokuman üzerinde tanımlama ve karar alma uygulaması gerektirmektedir. BIM sürecinde proje dosyasının içerisindeki materyaller ve ekipmanlar, poz numaraları ve şartname detayları doğrultusunda oluşturulmaktadır. İstenilen materyalin poz numarasından uygulama şartnamesine kadar tüm bilgiler sisteme yüklü şekilde hazırlanabilmektedir. Parametrik bilgilerle hazırlanan sistemde uyuşmazlık durumu en aza indirilmiştir. Bu sayede paydaşlar arasında oluşabilecek anlaşmazlıklar engellenmeye çalışılmıştır.

Geleneksel süreçte hafriyat hesabı yukarıda belirtildiği gibi kazı derinliği ile çalışma alanı çarpılarak bulunmaktadır. Bu hesap yaklaşık hafriyat metrajı hesabıdır. Gerçekle hesap arasında ortaya çıkacak farklar, paydaşlar arasında, anlaşmazlık ve mağduriyet durumu oluşturabilmektedir. BIM sisteminde yapılan hafriyat hesabı gerçeğe yakın sonuçlardır. Bu hesabın doğruluğu sahada kotu ölçülen nokta sayısı ile doğru

orantılıdır. Gerçeğe yakın bu sonuç sayesinde taraflar arasındaki anlaşmazlık durumu en aza indirilmektedir.

Topoğrafya çalışmasında tesfiye ve dolgu işlemleri yapılmaktadır. Bu işlemler doğrultusunda (iki kot arasında) oluşan kademeler duvarlara ihtiyaç duymaktadır. Duvarlar yönetmelik ve mevcut şartlar doğrultusunda değişiklikler (istinat duvarı, bahçe duvarı, donatı hesabı, yükseklik hesabı, vb.) göstermektedir. Bu değişiklikleri geleneksel çizim sürecinde tanımlayabilmek için duvarların oluşturulacağı her noktadan kesitler alınmaktadır. Yükseklikler doğrultusunda yükler hesaplanmalı ve işlem yapılmalıdır. Duvarlara ait bilgiler detay paftalarında belirtilmektedir. Bu bilgiler spesifik bir farklılık oluşturmadığı sürece aynı tip duvarlar aynı detayla tanımlanmaktadır. Duvar metrajı, detay paftası oluşturma, yaklaşık maliyet hesabı vb. çalışmalar bu işlemlere ek olarak yapılmaktadır. BIM sürecinde ise duvarlarda, yönetmelik ve mevcut şartlar doğrultusunda oluşacak değişiklikler parametrelere işlenebilmektedir. Parametreler ile yazılan formüllerde hangi şartlar doğrultusunda hangi duvar tipinin kullanılacağı tanımlanabilmektedir. Bu tanıma ait fonksiyon oluşturulduğunda tek yapılması gereken işlem, analizi çalıştırmaktır. Analiz alanı tarayarak; duvar tiplerini, metrajlarını, yaklaşık maliyetlerini, detaylarda belirtilen elemanlarını (barbakan, süzgeç, drenaj, vb.) işlemektedir.

Yapılan topoğrafya tanımlamasının standartlara uygun paftalar haline getirilmesi gerekmektedir. Pafta oluşturma işlemi sırasında geleneksel çizim sisteminde işlenmesi gereken tüm bilgiler, iki boyutlu ve bir parametreye bağlı olmayan, şekiller ve çizgiler ile gösterilmektedir. Düzenlenmiş alanın paftası oluşturulurken zaman ve enerji kaybı oluşmaktadır. Şekiller ve çizgiler parametreye sahip değillerdir. Çalışmada değişiklik yapıldığında tüm şekiller tekrar düzenlenmelidir. Mevcut bilgilerle yeni bilgiler elde edilmesi amaçlandığında (plankote kotu üzerinden proje kotu hesaplaması) hesaplamalar tek tek yapılmaktadır. Pafta işlemleri BIM sisteminde tamamlanırken gösterim araçları kullanılır. Bu araçlar parametrik araçlardır. Mevcut durumun hazırlanmış modeli üzerinde istenilen noktanın istenilen bilgisine ulaşılabilmekte ve paftaya eklenebilmektedir. Modelde yapılan bir değişiklikte, tüm proje ve gösterim araçları kendini yenilemektedir. Mevcut bilgilerle yeni bilgiler elde edilmesi amaçlandığında hesaplamalar, gösterim elemanlarının parametrelerinde oluşturulacak fonksiyonlar ile yapılabilmektedir. Tüm gösterim elemanları istenilen bilgileri

gösterecek şekilde program tarafından revize edilmektedir. Bu durum zamandan ve enerjiden tasarruf sağlamaktadır. Karşılaşılabilecek hatalar en aza indirilmekte ve uyumsuzlukların önüne geçilmektedir.

Topoğrafya ve çevre düzenleme işlemlerinde verimli projeler hazırlanabilmesi için BIM üzerinde çalışan paydaşların sayısı arttırılmalıdır. Kentsel tasarım aşamasından itibaren BIM kullanıldığı takdirde şehirlerin öncelikle topoğrafyaları BIM sistemine entegre edilebilir. Daha sonra bu şehirlerde yapılan yapılar eklenerek şehrin BIM modeli oluşturulabilir. Şehir yönetiminde bu BIM modeli kullanılarak akıllı şehirler inşa edilebilir.

4.2.2.Taslak süreci

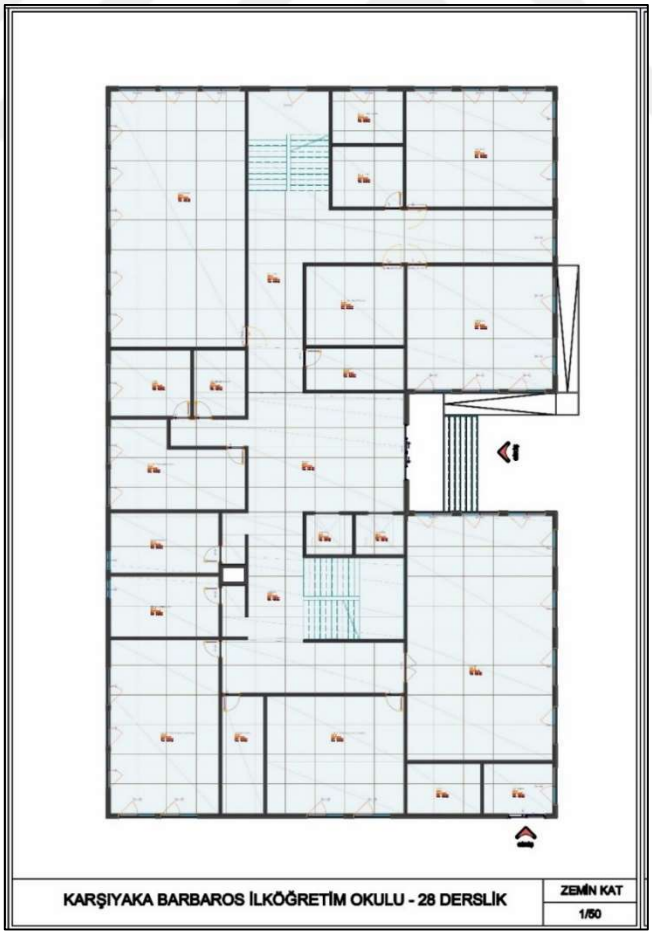
Vaziyet çalışması onaylandıktan sonra taslak sürecine geçildi. İdarenin istekleri; yönetmelikler, standartlar ve ihtiyaç listesi sınırlarında değerlendirildi. Tasarıma ilk olarak yapı alanının maksimum sınırı hesaplanarak başlandı. Hesaplar doğrultusunda maksimum yapı taban alanı 1700 m² olarak hesaplandı. Fakat bahçe alanını genişletmek amacı ile yapı taban alanının, ihtiyaçları karşılayabilecek en az alanda tasarlanması istendi. Yapının toplam kat hakkı, bodrum ve çatı piyesi de dahil olmak üzere, altı kattır.

Bu tasarım kriterleri doğrultusunda taslak tasarımı sürecine geçildi. İdareden, alternatif taslaklar da dahil olmak üzere, taslak süreci için iki hafta süre talep edildi ve randevu oluşturuldu. İki sistem üzerinde birer hafta çalışıldı. Birinci hafta, taslak çalışması geleneksel çizim sürecine uygun olarak yapıldı. CAD sisteminde çalışılan süreçte üç farklı tasarım çalışması tamamlandı. İkinci haftada taslak çalışması BIM sistemine uygun olarak yapıldı. BIM sisteminde çalışılan süreçte (CAD ortamında yapılanlara ek olarak) yedi farklı tasarım çalışması tamamlandı.

Çalışmanın geleneksel çizim sürecinde taslak tasarımı aşamasında aşağıdaki aşamalar takip edilmiştir:

Belirlenen yapı oturum alanını aşmayacak şekilde dış sınırlar oluşturuldu. Yapı oturum alanında leke çalışmaları yapıldı. İhtiyaç programında belirtilen alanlar birbiri ile bağlantısına göre yerleştirildi. Leke çalışmasından sonra alanlar keskin sınırlar ile

tanımlandı. Tanımlama doğrultusunda oluşturulan mahallerin ihtiyaç programında belirtilen gereklilikleri karşılayıp karşılamadığı kontrol edildi. Bu kontrol, mahal bilgilerini içeren etiketler yardımıyla yapıldı. Herhangi bir noktada değişiklik olduğunda, bu mahale bağlı etiket bilgileri tekrar düzeltildi. Bölümleri ayıran duvarların sadece kalınlık bilgisi mevcuttu. Yapıya ait kat planları bağımsız çizimler olarak oluşturuldu. Bağımsız plan çizimlerindeki alan sınırları tamamlandıktan sonra strüktürel elemanların (kolon, perde vb.) geleceği öngörülen yerler belirlendi. Mahallere ulaşımın sağlandığı kapılar eklendi. Mahallerin ihtiyaç duyduğu ışık öngörülerek pencere yerleşimi yapıldı. Katlar arası dikey elemanların (taşıyıcı duvar, kolon, merdiven vb.) sürekliliği kontrol edildi. Dikey elemanların kontrolünden sonra, ayırıcı duvarlar bu elemanlara göre revize edildi. Alanlar tekrar hesaplandı ve etiketler düzenlendi. İşlemler tamamlandıktan sonra Adobe Photoshop uygulaması ile planların sunum paftaları hazırlandı. Bu paftaların detay seviyesi aşağıda (Şekil 4.7) belirtilmiştir.



Şekil 4.6. Geleneksel çizim sürecinde hazırlanan zemin kat planı.

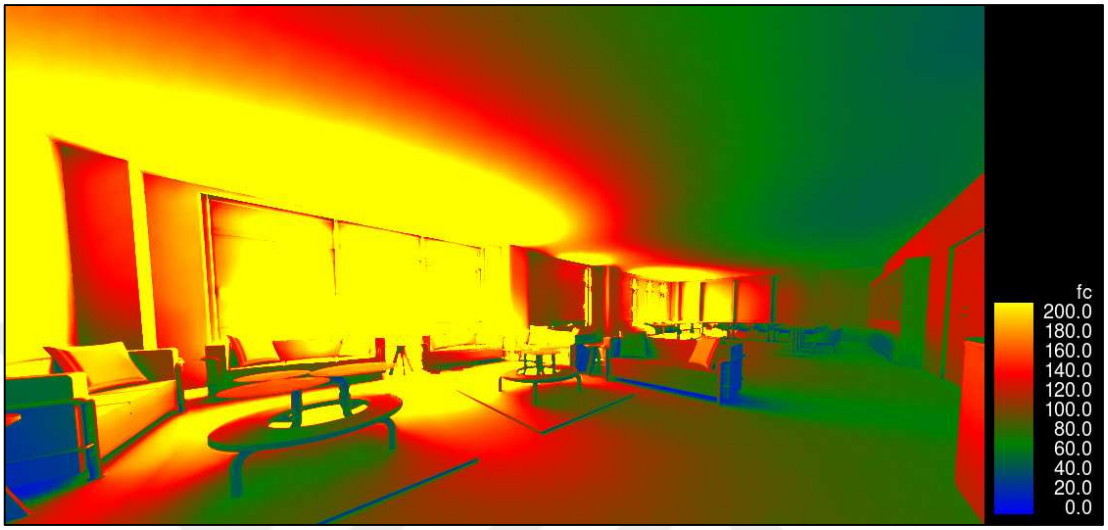
Bu çalışma usulüne göre bir haftada üç farklı tasarım sunuma hazır hale getirildi. Tamamlanan çalışmaların anlaşılması güç olan noktalarında (çatı piyesi, yapı-zemin bağlantısı, vb.) şematik kesitler alındı. Bu kesitler sayesinde alanların kullanılabilirliği değerlendirildi.

Çalışmanın BIM sisteminde taslak tasarımı sürecinde aşağıdaki aşamalar takip edilmiştir:

Topoğrafya ve çevre düzenlenmesi yapılan model üzerinde yapının yerleşeceği alan belirlenmişti. Bu alan içerisinde yapı sınırları belirlendi. İhtiyaç programı doğrultusunda leke çalışması yapıldı. Leke çalışmasından sonra mahaller oluşturulmaya başlandı. BIM kütüphanesine, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın yayınladığı poz numaralarına uygun bilgileri bünyesinde bulunduran, yapı elemanları (duvar katmanları, döşeme katmanları, tefrişler, vb.) eklendi. Kat döşemeleri oluşturuldu. Bu döşemeler üzerinde, leke çalışmasında belirtilen mahaller (poz numaraları işlenmiş) duvarlar ile netleştirildi. Mahal sınırları belirlendikten sonra strüktürel elemanların (kolon, perde vb.) geleceği öngörülen yerler belirlendi. Katlar arasında dikey süreklilik sağlayan elemanlar (kolonlar, perde duvarlar, merdivenler, vb.) birbirine bağlandı. Yapı elemanlarının, bu bağ sayesinde bir bütün olarak hareket etmesi sağlandı. Bu sayede dikey elemanların sürekliliğini koruyamama durumu ortadan kaldırıldı. Bu bağlılık sonucunda yapılacak değişikliklerde, revize işlemi program tarafından yapıldı. Mahal sınırları taşıyıcıları ile belirlendikten sonra kapı yerleşimi işlemine geçildi. Kapılar, yönetmelikler ve şartnameler doğrultusunda farklı tiplerde (yangın kapısı, dış kapı, menfezli kapı, vb.) tasarlandı ve yerleştirildi. Mahallerin sahip olması gereken bitiş malzemeleri (sıva, seramik, asma tavan vb.) belirlendi. Bu malzeme bilgileri mahallere (Revit programında room) işlendi. Revit programına ek olarak çalışabilen Dynomo yazılımı sayesinde bu bilgiler mahal etiketlerinden okunabilir hale getirildi. Dynomo kodu çalıştırıldığında, bitiş materyalleri, mahal etiketlerine uygun olacak şekilde program tarafından tamamlandı.

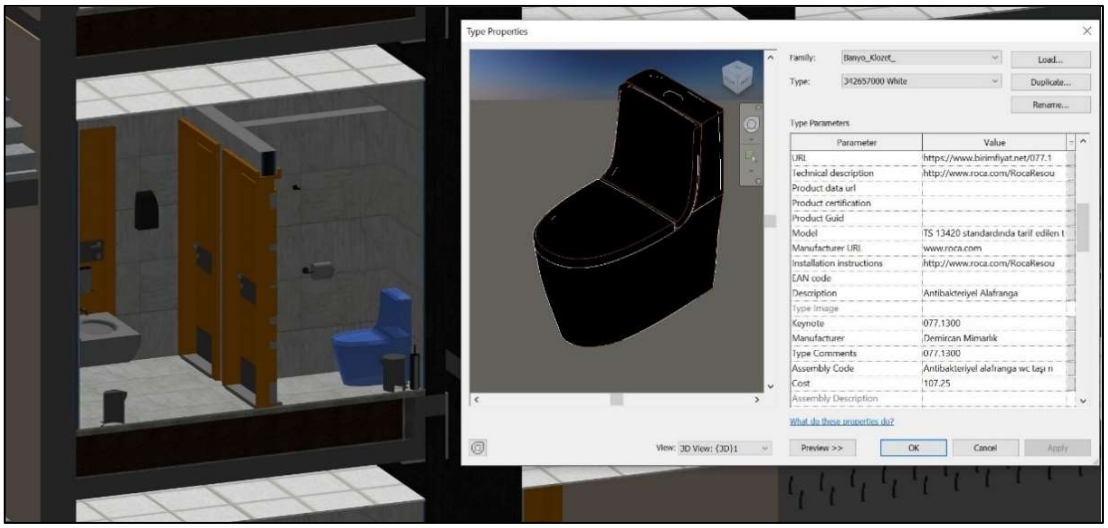
Mahaller oluşturulduktan sonra pencere tasarımı işlemine geçildi. Mahallerin ihtiyaç duyduğu aydınlatma şiddeti hesaplandı. Mahallerdeki aydınlatma elemanlarının sayısı (daha sonra elektrik mühendisleri tarafından tekrar düzenlenmek üzere) mimari disiplin tarafından hesaplandı. İç mekan aydınlatma düzeyine uygun olacak şekilde

pencere boyutları (ortalaması) analiz edildi. Bu analiz doğrultusunda pencere alanları belirlendi. Sonuçlara göre pencere yerleşimi yapıldı (Analizlerde kullanılan malzemelerin renkleri orta düzeyde yansıtma faktörü kabul edilerek hesaplanmıştır.). Şekil 4.8'de ışık analizine ait görsel belirtilmiştir.



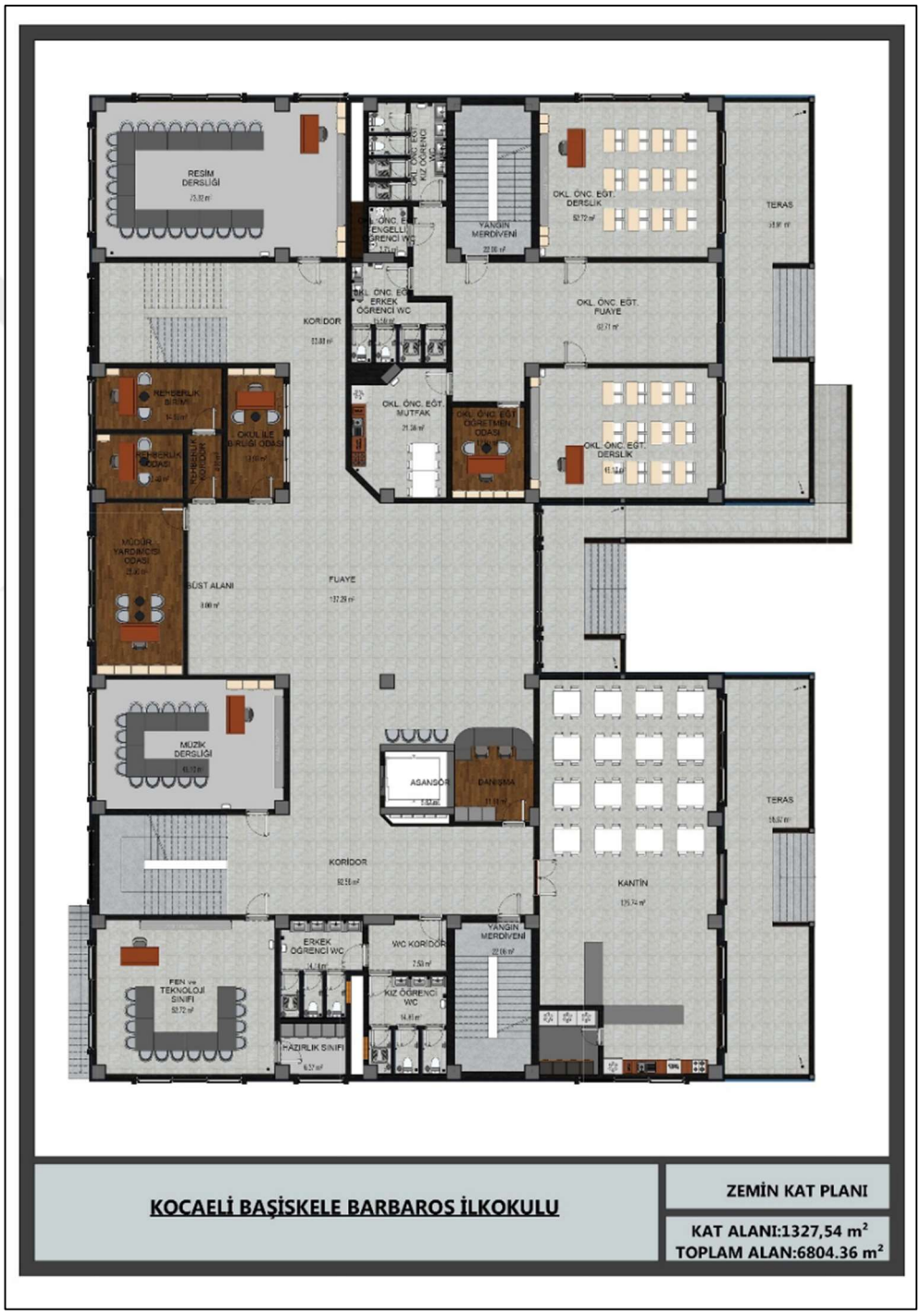
Şekil 4.7. BIM sürecinde hazırlanan ışık analizi.

Pencere yerleşimi tamamlandıktan sonra mahallerin ihtiyaç duyduğu tefrişler belirlendi. Bu tefrişler şartname ve yönetmelik gereklilikleri doğrultusunda tasarlandı. Tefrişlerin bilgileri (poz numarası, şartname dokümanı, yönetmelikte bağlayıcı maddeler, maliyet, URL vb.) program kütüphanesine kaydedildi. Tefrişler, sistemde tanımlandıktan sonra, projede uygun alanlara yerleştirildi (Şekil 4.9).



Şekil 4.8. BIM sisteminde bir ekipmana ait bilgiler ve gösterimi.

Tefriş yerleşimi yapıldıktan sonra taslak için görünüş ayarları düzenlendi. Sunum paftasına uygun görünüş ayarları belirlendi ve kütüphaneye işlendi. Bu aşamadan sonra yapılacak her değişiklikte tasarımın sunum paftası, program tarafından oluşturuldu. Bu durum zaman ve enerjide tasarruf sağladı. Zemin katın sunum paftası Şekil 4.10'da belirtilmiştir.



Şekil 4.9. BIM hazırlanan zemin kat planı.

Bu usule göre bir haftada 7 farklı tasarım çalışması tamamlandı. Plan üzerinde anlaşılması güç olan noktalarda (çatı piyesi, yapı-zemin bağlantısı, vb.) oluşabilecek problemleri ortadan kaldırmak amacıyla üç boyutlu görseller ve kesitler sunum dosyasına eklendi.

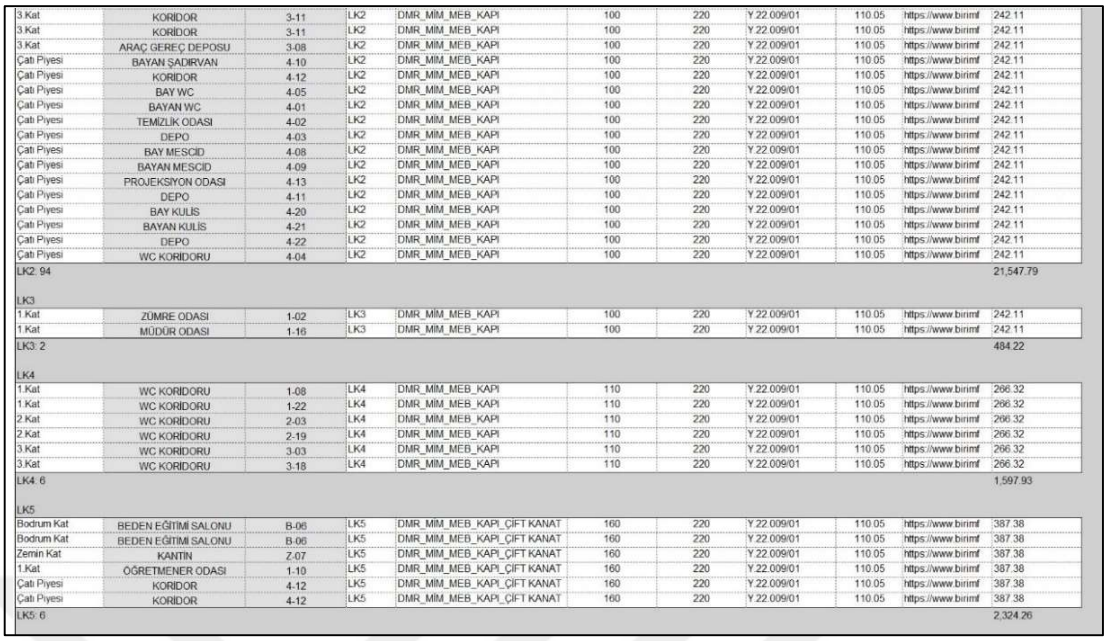
BIM sisteminde cephe çalışmasına başlandı. Alternatif tasarımların cephe çalışmaları modeller üzerinde sunuldu. Hazırlanan alternatif tasarımlardan birine ait cephe çalışması Şekil 4.11'da gösterilmiştir.



Şekil 4.10. BIM sisteminde hazırlanan model.

BIM sisteminde sunum dosyası planlar, kesitler ve üç boyutlu modelden oluşmaktadır. Taslak aşamasında model elde edildiği için (işlenen bilgiler kadar) metraj listeleri oluşturulabilmektedir. Proje kapsamındaki model üzerinden; hafriyat, kapı, pencere, duvar, döşeme, mahal listesi, tefriş listeleri hazırlandı. Bu listedeki elemanların yaklaşık maliyetleri hesaplandı. Maliyet hesabı taslak aşamasında işlenen veriler dikkate alınarak yapıldı.

Kapı metraj listesinin bir bölümü Şekil 4.12'de görülmektedir. Taslak dosyasında bulunan dokümanlara ek olarak metraj listeleri eklendi. Bu sayede idare, taslak aşamasında alternatif tasarımlar arasında, yaklaşık maliyetleri karşılaştırılabilme olanağına sahip oldu. Ön maliyetler, idare tarafından karar kriterlerinden biri olarak kabul edildi.



3.Kat	KORİDOR	3-11	LK2	DMR_MİM_MEB_KAPI	100	220	Y 22.009/01	110.05	https://www.birimf	242.11
3.Kat	KORİDOR	3-11	LK2	DMR_MİM_MEB_KAPI	100	220	Y 22.009/01	110.05	https://www.birimf	242.11
3.Kat	ARAÇ GEREÇ DEPOSU	3-08	LK2	DMR_MİM_MEB_KAPI	100	220	Y 22.009/01	110.05	https://www.birimf	242.11
Çatı Piyesi	BAYAN ŞADIRVAN	4-10	LK2	DMR_MİM_MEB_KAPI	100	220	Y 22.009/01	110.05	https://www.birimf	242.11
Çatı Piyesi	KORİDOR	4-12	LK2	DMR_MİM_MEB_KAPI	100	220	Y 22.009/01	110.05	https://www.birimf	242.11
Çatı Piyesi	BAY WC	4-05	LK2	DMR_MİM_MEB_KAPI	100	220	Y 22.009/01	110.05	https://www.birimf	242.11
Çatı Piyesi	BAYAN WC	4-01	LK2	DMR_MİM_MEB_KAPI	100	220	Y 22.009/01	110.05	https://www.birimf	242.11
Çatı Piyesi	TEMİZLİK ODASI	4-02	LK2	DMR_MİM_MEB_KAPI	100	220	Y 22.009/01	110.05	https://www.birimf	242.11
Çatı Piyesi	DEPO	4-03	LK2	DMR_MİM_MEB_KAPI	100	220	Y 22.009/01	110.05	https://www.birimf	242.11
Çatı Piyesi	BAY MESCID	4-08	LK2	DMR_MİM_MEB_KAPI	100	220	Y 22.009/01	110.05	https://www.birimf	242.11
Çatı Piyesi	BAYAN MESCID	4-09	LK2	DMR_MİM_MEB_KAPI	100	220	Y 22.009/01	110.05	https://www.birimf	242.11
Çatı Piyesi	PROJEKSIYON ODASI	4-13	LK2	DMR_MİM_MEB_KAPI	100	220	Y 22.009/01	110.05	https://www.birimf	242.11
Çatı Piyesi	DEPO	4-11	LK2	DMR_MİM_MEB_KAPI	100	220	Y 22.009/01	110.05	https://www.birimf	242.11
Çatı Piyesi	BAY KULİS	4-20	LK2	DMR_MİM_MEB_KAPI	100	220	Y 22.009/01	110.05	https://www.birimf	242.11
Çatı Piyesi	BAYAN KULİS	4-21	LK2	DMR_MİM_MEB_KAPI	100	220	Y 22.009/01	110.05	https://www.birimf	242.11
Çatı Piyesi	DEPO	4-22	LK2	DMR_MİM_MEB_KAPI	100	220	Y 22.009/01	110.05	https://www.birimf	242.11
Çatı Piyesi	WC KORİDORU	4-04	LK2	DMR_MİM_MEB_KAPI	100	220	Y 22.009/01	110.05	https://www.birimf	242.11
LK2: 94										21,547.79
LK3										
1.Kat	ZÜMRE ODASI	1-02	LK3	DMR_MİM_MEB_KAPI	100	220	Y 22.009/01	110.05	https://www.birimf	242.11
1.Kat	MÜDÜR ODASI	1-16	LK3	DMR_MİM_MEB_KAPI	100	220	Y 22.009/01	110.05	https://www.birimf	242.11
LK3: 2										484.22
LK4										
1.Kat	WC KORİDORU	1-08	LK4	DMR_MİM_MEB_KAPI	110	220	Y 22.009/01	110.05	https://www.birimf	266.32
1.Kat	WC KORİDORU	1-22	LK4	DMR_MİM_MEB_KAPI	110	220	Y 22.009/01	110.05	https://www.birimf	266.32
2.Kat	WC KORİDORU	2-03	LK4	DMR_MİM_MEB_KAPI	110	220	Y 22.009/01	110.05	https://www.birimf	266.32
2.Kat	WC KORİDORU	2-19	LK4	DMR_MİM_MEB_KAPI	110	220	Y 22.009/01	110.05	https://www.birimf	266.32
3.Kat	WC KORİDORU	3-03	LK4	DMR_MİM_MEB_KAPI	110	220	Y 22.009/01	110.05	https://www.birimf	266.32
3.Kat	WC KORİDORU	3-18	LK4	DMR_MİM_MEB_KAPI	110	220	Y 22.009/01	110.05	https://www.birimf	266.32
LK4: 6										1,597.93
LK5										
Bodrum Kat	BEDEN EĞİTİMİ SALONU	B-06	LK5	DMR_MİM_MEB_KAPI_ÇİFT KANAT	160	220	Y 22.009/01	110.05	https://www.birimf	387.38
Bodrum Kat	BEDEN EĞİTİMİ SALONU	B-06	LK5	DMR_MİM_MEB_KAPI_ÇİFT KANAT	160	220	Y 22.009/01	110.05	https://www.birimf	387.38
Zemin Kat	KANTİN	Z-07	LK5	DMR_MİM_MEB_KAPI_ÇİFT KANAT	160	220	Y 22.009/01	110.05	https://www.birimf	387.38
1.Kat	ÖĞRETMENER ODASI	1-10	LK5	DMR_MİM_MEB_KAPI_ÇİFT KANAT	160	220	Y 22.009/01	110.05	https://www.birimf	387.38
Çatı Piyesi	KORİDOR	4-12	LK5	DMR_MİM_MEB_KAPI_ÇİFT KANAT	160	220	Y 22.009/01	110.05	https://www.birimf	387.38
Çatı Piyesi	KORİDOR	4-12	LK5	DMR_MİM_MEB_KAPI_ÇİFT KANAT	160	220	Y 22.009/01	110.05	https://www.birimf	387.38
LK5: 6										2,324.26

Şekil 4.11. BIM sisteminde kapı metrajına ait görsel.

Alternatif taslakların tasarım aşaması tamamlandı. Bu aşamada BIM sürecinin geleneksel süreçle karşılaştırılması aşağıda yapılmıştır (Şekil 4.13).

Çalışmanın taslak sürecine, geleneksel çizim sürecinde ve BIM sisteminde, birer hafta ayrılmıştı. Bu zaman aralığında geleneksel çizim sisteminde üç adet tasarım alternatifi teslim standartları doğrultusunda tamamlandı. BIM sisteminde ise gerekli kütüphane geliştirmeleri (görünüş ayarları, materyal bilgileri, uygulama şartnameleri, vb.) yapılmasına rağmen yedi farklı tasarım alternatifi teslim standartlarında tamamlandı. Çalışmada aynı zaman aralığında BIM sisteminin CAD sisteminden zaman ve enerji açısından daha verimli olduğu belirlenmiştir. Zaman ve enerjideki tasarruf sayesinde BIM, tasarımcıların farklı işlemlere (alternatif çalışmalar, cephe tasarımları, sunum hazırlama vb.) odaklanabilmesine olanak sağlamaktadır.

Geleneksel çizim sürecinde oluşturulan taslak çalışmalarında mahalleri oluşturan duvarların sadece ölçüleri belirlenebilmektedir. BIM sisteminde hazırlanan taslaklarda duvar katmanları, katmanları oluşturan malzeme bilgileri (poz numarası, rayiç bedeli, vb.), alanları vb. bilgilere ulaşılabilir. Duvarlarda yapılan revize işlemleri (bitim malzemesinin değişmesi vb.) program tarafından düzeltilir. Bu durum BIM sisteminin CAD sisteminden daha fazla veri sunduğunu ve değişiklere daha hızlı cevap verdiğini göstermektedir.

Planlarda anlaşılması güç olan noktalar (çatı piyesi, topoğrafya bağlantısı vb.) bulunmaktadır. Geleneksel çizim sisteminde bu alanların tanımlanması o noktalarda çizilen şematik kesitlerle sağlanmaktadır. Bu durum, tasarımcı için iş yükü oluşturmaktadır. BIM sisteminde ise model üzerinde çalışılmaktadır. İstenilen alanın üç boyutlu görseli ve kesit çizimi program tarafından anında oluşturulabilir. Bu nedenle BIM sistemi geleneksel çizim sisteminden daha verimli alanların tasarlanmasına olanak sağlamaktadır.

Sunum dosyasında olması gereken dokümanlar ve bu dokümanların teslim standartları vardır. Projenin plan paftalarında alanların net şekilde okunması için renklendirme işlemi uygulanır. Mahallerin isimleri ve alanları bu dosyada belirtilmek zorundadır. Geleneksel çizim sisteminde taslak sürecinde teslim dosyası hazırlamak için yapılması gereken bazı işlemler; planların düzenlenmesi, mahal etiketlerinin oluşturulması, sabit tefrişlerin (asansör, ıslak hacim tefrişleri, vb.) eklenmesi, planların renklendirilmesidir. Çalışmada yapılacak herhangi bir revizyonda bu işlemler tekrar kontrol edilmelidir. Alternatif çalışmaların her birinde bu işlemler tekrarlanmalıdır. BIM sisteminde ise hazırlanan parametrik elemanlar (etiketler, tefrişler, yapı elemanları, vb.) ve görünüş ayarları sayesinde bu işlemler bir kere kütüphanede yapılmalıdır. Revize işlemlerinde program tüm düzenleme ve kontrolleri otomatik olarak yapmaktadır. Alternatif tasarımlarda ise ayarlar hazır olduğu için yapılması gereken işlem gerekli elemanı veya görünüş ayarlarını seçmektir. Bu işlem sayesinde zaman ve enerji anlamında tasarruf sağlanmaktadır.

Bu duruma ek olarak, yapıda kullanılan kapı, pencere ve tefriş gibi elemanlar geleneksel çizim sisteminde iki boyutlu çizimler olarak belirtilmektedir. BIM sisteminde ise bu elemanlar üç boyutlu modele sahiptir. BIM dosyasına eklenen bilgiler sayesinde elemanların bilgilerine (poz numarası, ölçüler, kullanılan materyaller, şartnameler vb.) ulaşılabilmektedir. Bu durum BIM sisteminin geleneksel çizim sisteminden daha fazla veri sunmasına olanak sağlamaktadır.

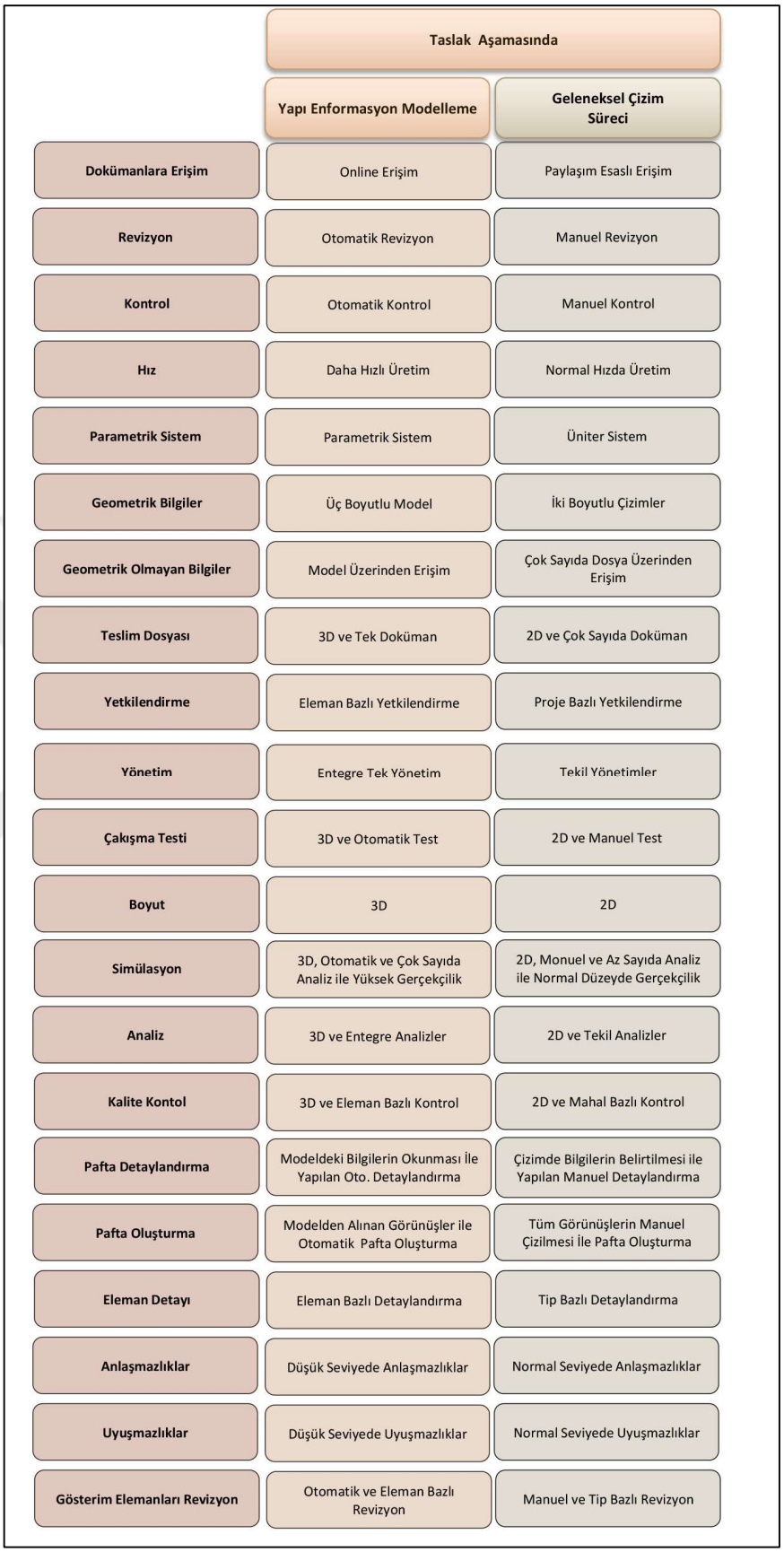
BIM sisteminde materyal bilgisine ve coğrafi şartlara uygun modeller oluşturulabilir. Bu modellerde yapılacak olan analizlerde (ışık analizi, rüzgar analizi, vb.) yapının gerçek hayatta karşılaşacağı etkilerin ve bu etkilere verilecek tepkilerin simülasyonu yapılabilir. Bu simülasyonlar, modeli oluşturan her elemanın özellikleri ve diğer

analizler ile entegre edilebilecek şekilde düzenlenebilir. Tasarım kararları bu analiz ve simülasyonlar ile alınmaktadır. Bu nedenle, BIM sistemi geleneksel çizim sistemine göre daha gerçekçi, kullanılabilir, işlevsel ve dayanıklı tasarımlar yapılmasına olanak sağlamaktadır.

Çalışmalardaki mahallerde değişiklikler yapılabilir. Yapılacak olan değişiklikler doğrultusunda mahal bilgileri (metrekare, bitim elemanları, mahal numarası, vb.) değişebilir. Geleneksel çizim sürecinde mahal etiketi üzerinde belirtilmiş olan bu bilgiler manuel olarak tek tek kontrol edilmeli ve düzenlenmelidir. Bu durum hata yapılmasına ortam sağlamaktadır. BIM sisteminde ise mahallere (room) atanan parametrik mahal etiketleri, o mahalin bilgilerini okumaktadır. Mahallerde (mahal sınırları, vb.) veya mahal etiketinde (gösterilen bilgi türü, vb.) yapılacak değişiklik otomatik olarak tüm projede revize edilmektedir. Bu işlemler bilgisayar tarafından yapıldığı için hata ihtimalini en aza indirmektedir.

Yapı tasarlanırken dikkat edilmesi gereken noktalardan biri dikey sürekliliğini koruması gereken elemanlardır. Geleneksel çizim sürecinde planlar birbirinden bağımsız paftalarda tanımlanmaktadır. Bu paftaların herhangi birinde yapılan revize işlemi diğer paftalarda düzeltilmelidir. BIM sisteminde ise dikey sürekliliğini koruması gereken elemanlar birbirine bağlanabilir. Planlar ise bir model üzerinden alınan yatay kesitlerden oluşur. Bu sayede modelde yapılan değişiklik, tüm planlarda otomatik olarak revize edilir. Otomatik revizeler sayesinde uyumsuzlukların ve hataların önüne geçilebilir.

Metraj işlemleri geleneksel çizim sisteminde genellikle proje tamamlandıktan sonra yapılan hesaplar ile bulunmaktadır. Tüm verileri içermesi açısından bu sağlıklı bir yöntemdir. BIM sisteminde metraj ve yaklaşık maliyet, hazırlanan listeler sayesinde güncel olarak tutulur. Modele işlenen tüm verilerin metrajları ve yaklaşık maliyetleri bu listeler ile takip edilebilir. Çalışmada yapılan her işlem sonucunda metraj listeleri program tarafından düzenlenir. BIM sisteminin sunduğu güncel metrajlar sayesinde, tasarım alternatifleri arasında maliyet anlamında karşılaştırma yapılabilir.



Şekil 4.12. Taslak Sürecinde, Yapı Enformasyon Modelleme ve Geleneksel Çizim Sistemi Karşılaştırması.

Geleneksel çizim sürecinde ve BIM sürecinde çalışmalar tamamlandı. Çalışmalar teslim standartları doğrultusunda hazırlandı ve idareye teslim edildi. İdare tarafından 24 derslikli bir eğitim yapısı talep edilmişti. Sunulan alternatif çalışmaların birinde 31 derslikli eğitim yapısı bulunmaktaydı. Çevre ile uyum, maliyet, plan kurgusu vb. kriterleri dikkate alarak inceleyen idare, bu alternatifi seçti. Seçilen alternatifte idarenin birtakım istekleri (müdür odasının yanında iletişim odası olması, öğretmenler odasına ve koridora bağlı bir çay ocağı olması, vb.) oldu. Tasarım revizeleri tamamlandıktan sonra idare tarafından son onay alındı ve projelendirme aşamasına geçildi.

4.2.3.Kabul edilen projenin incelemesi

Alternatif taslak çalışmaları tamamlanıp idareye sunuldu. On adet çalışmadan 31 derslikli olan tercih edildi. Şartnameler bu taslak çalışmasına uygun olacak şekilde düzenlendi. Kabul gören taslak çalışmasına göre yapı (teraslar ve merdivenler hariç) 1120 metrekare taban alanına sahip altı kattan oluşmaktadır.

Yapı U plan tipinde tasarlandı ve iki simetrik çekirdek etrafında organize edildi. Çekirdekler, ana merdiven, ıslak hacim, yangın merdiveni ve (her katta farklı fonksiyona sahip) bir mahalden oluşur. Merdivenler ana girişten görülebilecek şekilde sağda ve solda konumlandırıldı. Çekirdekler tüm yapı boyunca sürekliliğini koruyacak şekilde tasarlandı. Bu sayede ıslak hacimler aynı aks üzerinde planlandı. Mekanik tesisat ekipmanları için çekirdeklerde bulunan şaftlar kullanıldı. Şaftlara her katta kontrol kapakları oluşturuldu. Bu sayede görüntü kirliliği engellendi ve mekanik tesisata erişim kolaylaştı.

Yapıda biri bodrum, üçü zemin katta olmak üzere dört adet giriş bulunmaktadır. Birinci giriş; ana giriş olarak tasarlandı. Planın ortasında bulunan giriş fuaye, büst alanı ve danışma gibi karşılama birimlerinin olduğu alana açılmaktadır. Giriş bünyesinde, rüzgarlık ve engelli rampasını bulundurmaktadır. İkinci giriş; kantin birimine açılmaktadır. Kantine malzeme giriş çıkışı yapılacağı zamanlarda okuldan bağımsız çalışabilmesi için tasarlanmıştır. Üçüncü giriş; ana okulu birimine açılmaktadır. Öğrenciler arasında yaş farkı olması nedeni ile ilkokul mekanlarından bağımsız çalışmaktadır. Acil durumlarda yangın merdivenin kullanımı dışında izole bir eğitim

ortamı sağlanmaktadır. Dördüncü giriş; teshin merkezine açılmaktadır. Diğer girişler zemin kata ulaşım sağlarken, dördüncü giriş bodrum kata ulaşım sağlamıştır.

Zemin kat toplamda 1327 metrekare alana sahiptir ve dört ana bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm ana girişin açıldığı idari birimleri ve danışmayı bünyesinde bulunduran yapının karşılama alanıdır. İkinci bölüm ise yapının diğer bölümlerinden izole edilen okul öncesi eğitim birimidir. Bu birim 3-6 yaş arasında elli kişinin ihtiyaçlarına cevap verebilecek şekilde düzenlendi. Bu birime öğrencilerin ulaşımı, bahçe alanından farklı bir girişle sağlandı. Bu sayede yaş farkı olan öğrencilerin aynı alanı paylaşmasının önüne geçildi. Üçüncü bölüm sosyal alan olan kantin bölümüdür. Kantin birimine iki giriş sağlandı. Kantini, birinci giriş okula; ikinci giriş ise bahçeye bağlamaktadır. Bu sayede kantinin (okul kapalı olduğu zamanlarda) bağımsız çalışmasına olanak sağlanmıştır. Dördüncü birim ise laboratuvar ve sanat dersliklerinden oluşmaktadır. Yapıda iki tanesi yangın, bir tanesi teshin merkezi, iki tane merkezi merdiven olmak üzere toplam beş adet merdiven bulunmaktadır (Şekil 4.14).



Şekil 4.13. Kabul edilen projeye ait zemin kat planı.

Bodrum kat toplamda 1325 metrekaredir. Bünyesinde üç ana fonksiyonu barındırır. Birinci bölüm, yapının elektrik ve mekanik anlamda ihtiyaçlarını karşılamak amacı ile tasarlanmıştır. Bu bölüm, teshin merkezi ve elektrik odasından oluşur. Bu odalara bağlı şaftlar dizayn edilip, bina boyunca sürekliliği sağlanmıştır. Katların mekanik ve elektrik bağlantısı bu şaftlar sayesinde yapılmıştır. İkinci bölüm acil durumlarda kullanılmak üzere sığınak bölümü olarak tasarlandı. Sığınak net alanı yönetmelikte belirtilen formüllere göre hesaplandı. Bu alan bünyesinde sığınak yönetmeliğinin gerektirdiği teknik alanları bulundurmaktadır. Üçüncü birim ise beden eğitimi salonu ve teknik alanlarından oluşmaktadır. Beden eğitimi salonu basketbol saha ölçülerini karşılayacak şekilde dizayn edildi. Bodrum katın büyük bir bölümü (3/4) topoğrafyaya gömülü durumdaydı. Bu durumda kat boyunca perde duvarlar kullanıldı. Gerekli yerlerde (spor salonu, teshin merkezi, vb.) kuranglezler ile doğal ışık ve havalandırma yapıldı (Şekil 4.15).



Şekil 4.14. Kabul edilen projeye ait bodrum kat planı.

Birinci kat toplamda 1200 metrekaredir ve içerisinde iki ana fonksiyonu taşımaktadır. Bu fonksiyonlardan birincisi yedi adet derslikten oluşmaktadır. İkinci bölüm ise okulda görevlilerin ihtiyaçlarını karşılamak amacı ile oluşturuldu. İkinci bölüm öğretmenler odası, müdür odası, zümre odası ve teknik alanlardan oluşmaktadır. Koridor dört cepheden ışık alacak şekilde düzenlenmiştir (Şekil 4.16)



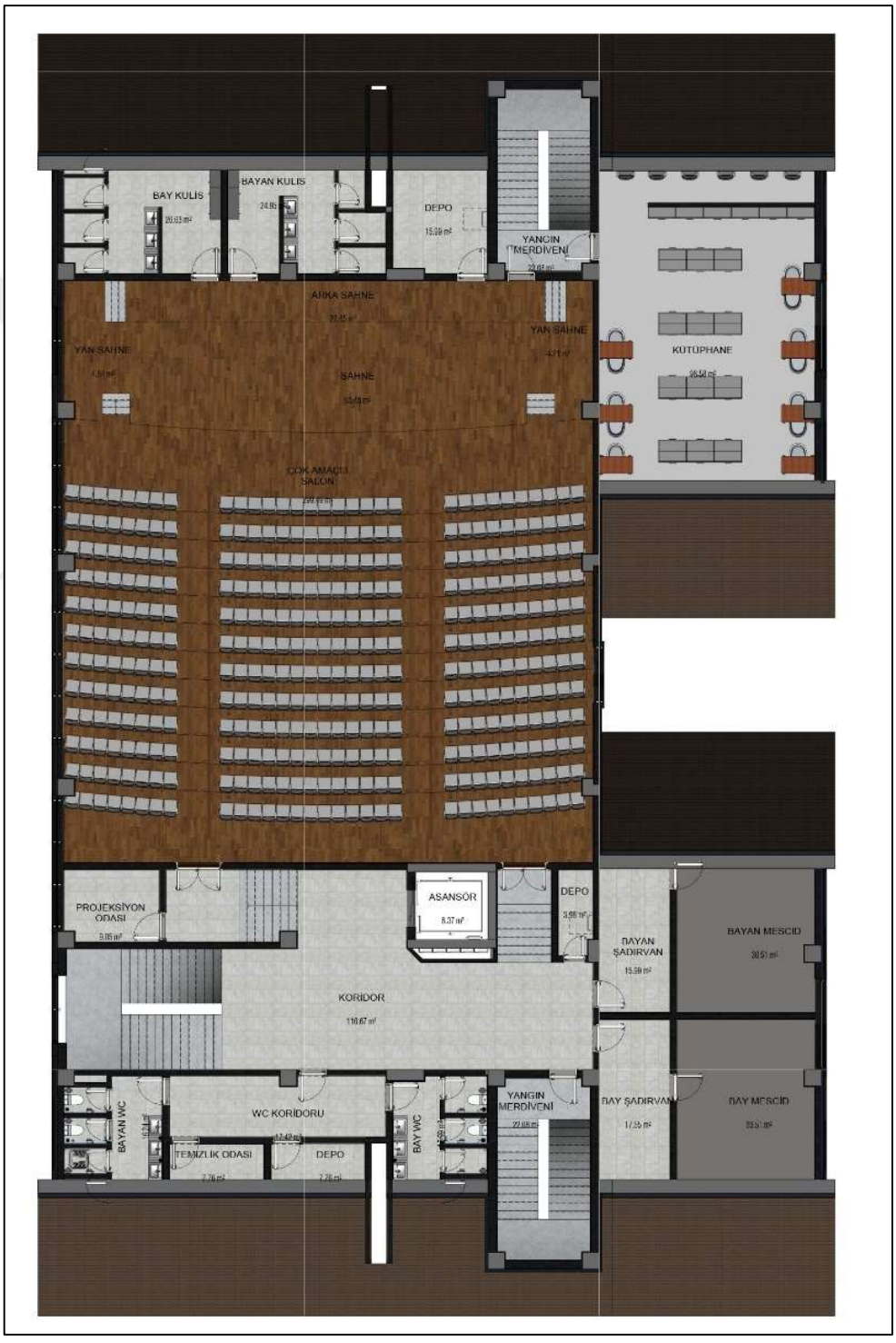
Şekil 4.15. Kabul edilen projeye ait 1.kat planı.

İkinci ve üçüncü katlar aynı plana sahiptir. Bu katlardaki mahallerin neredeyse hepsi derslik olarak tasarlanmıştır. Katlar 1200 metrekaredir ve toplamda yirmi iki adet derslikten oluşmaktadır (Şekil4.17).



Şekil 4.16. Kabul edilen projeye ait 2.kat planı.

Çatı piyesi bünyesinde; kütüphane, mescit, çok amaçlı salon (soyunma odaları, malzeme deposu, projeksiyon odası ve üç kademeli sahnesi), teknik mahaller bulunmaktadır. Toplam kat alanı 1425 metrekaredir. Çatı eğiminden kaynaklı kullanılabilir alan 943 metrekareye düşmektedir. Çok amaçlı salonda akustik analizler doğrultusunda hiperbolik tavan tasarımı yapılmıştır (Şekil 4.18).



Şekil 4.17. Kabul edilen projeye ait çatı piyesi planı.

İdareye taslak alternatifleri ile birlikte cephe alternatifleri sunuldu. Tercih edilen cephe üslubu seçilen plana uygulanmaya çalışıldı. Cephe birinci kat seviyesinde kat silmesi ile bölündü. Alt kademede koyu üst kademede açık olmak üzere iki farklı renk tonu kullanıldı. Giydirme cephe sistem ile cephe boyunca pencerelerin sürekliliği sağlandı. Giydirme cepheler üçgen form ile sonlandırıldı (Şekil 4.19).



Şekil 4.18. Kabul edilen projeye ait cephe tasarımı.

Onaylanan cephe ve taslaklar doğrultusunda çalışmanın projelendirme sürecine geçilmiştir.

4.2.4.Mimari proje süreci

Projelendirme aşamasında tamamlanması gereken iki ana konu vardır. Birincisi genel teslim standartları, ikincisi ise idarelerin kabul ettiği özel teslim standartlarıdır. Yapılacak olan çalışmalar bu iki standarda uygun olmalıdır. Bu standartlar; teslim dosyası düzeni, teslim dosyasındaki dokümanlar, çizgi kalınlıkları, şekil ve bilgilendirme elemanlarının düzeni, kullanılan tefrişler, yapı elemanları özellikleri gibi birçok bileşenden oluşan bir bütündür. Çalışma Kocaeli İl Millî Eğitim Bakanlığı Emlak Şubesi'nin çizim standartları doğrultusunda tamamlanmıştır.

Çalışmanın geleneksel çizim sürecinde, mimari projenin plan aşamasını tamamlamak için aşağıdaki aşamalar takip edilmiştir:

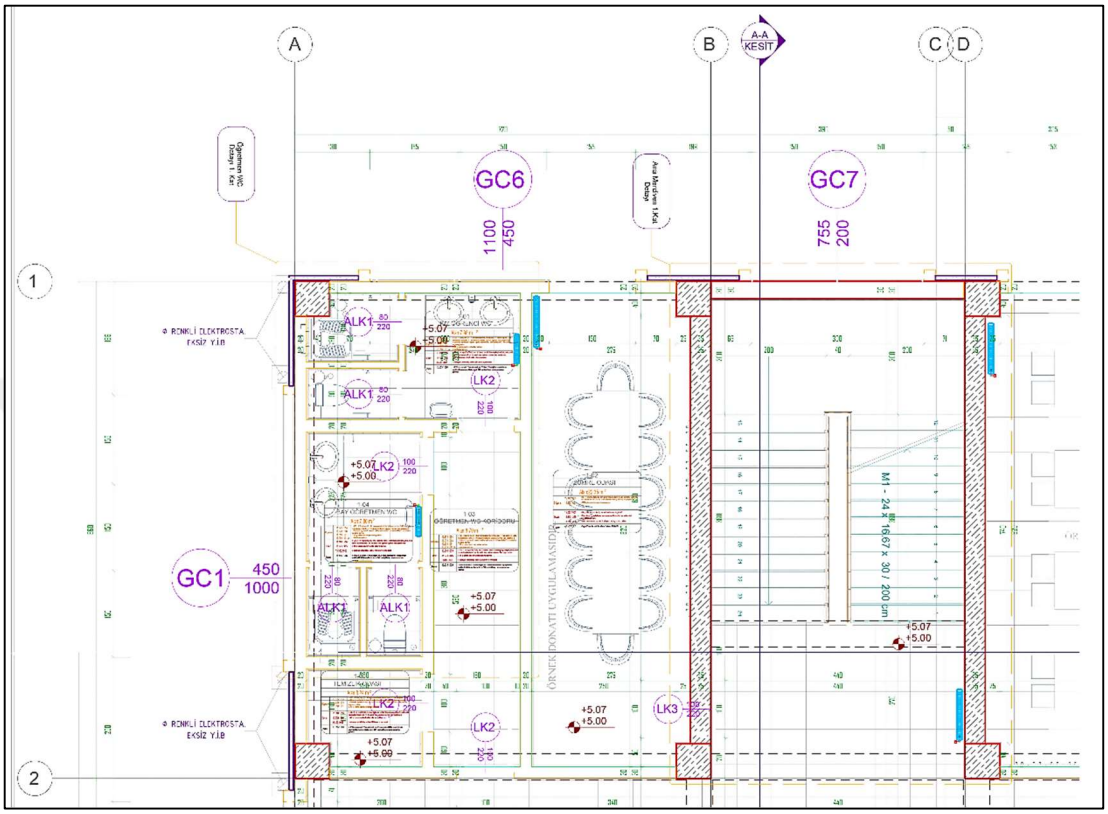
Kabul edilen taslak BIM ortamında hazırlandı. Öncelikle taslak AutoCAD programına aktarıldı. Taslak altlık olarak kabul edildi. AutoCAD programında kullanılan kütüphane Kocaeli İl Millî Eğitim Bakanlığı Emlak Şubesi'nin standartlarına göre düzenlendi. Bu düzenleme; çizgi renkleri, kullanılan tefrişler ve gösterim elemanları gibi çizim stillerini içermektedir. Düzenlemeden sonra projelendirme sürecine başlandı.

Çalışmaya duvarların ve kolonların eklenmesi ile başlandı. Geleneksel çizim standartlarında duvarlar ve kolonlar kapalı çokgenler ile belirtilen elemanlardır. Çizim üzerinde duvarların sadece kalınlık bilgisine erişim sağlanabilir. Bu bilgi dışındaki tüm bilgiler paftalarda notlar şeklinde belirtilmelidir. Yapıda kullanılan materyaller (tuğla, betonarme, vb.) taramalar ile gösterilmelidir. Kolonlar ve duvarlar oluşturulduktan sonra akslar (statik analizlerden sonra tekrar düzenlenmek üzere) çizildi. Mahal alanlarının hesaplanması için alan çerçeveleri (boundary) çizildi. Alanlara mahal etiketleri oluşturuldu. Taslak sürecinde hazırlanan etiketlerde sadece mahal adı ve alanına ulaşılabiliyordu. Proje sürecinde ise etiket genişletildi. Yeni etiketlerde; mahalin numarası, adı, alanı, bitiş materyallerinin poz numarası ve açıklamaları bulunmaktadır. Mahallere eklenen etiketler tek tek dolduruldu. Mahallere bitiş materyalleri doğrultusunda tarama (hatch) ve ofset işlemleri yapıldı.

Mahallere gereklilikler doğrultusunda kapı tipleri yerleştirildi. Kapı ve duvar bağlantılarında düzenleme işlemleri (duvar ve sıva çizgilerini kesip, kapı bloğunda bulunan duvar ve sıva çizgileri ile birleştirmek) her kapıda tekrar edildi. Pencerelerin yerleşiminde uygulanan işlemler kapı yerleşimi ile aynıdır. Mahallerde olması gereken tefrişler belirlendi. Tefrişlerin plan görünüşleri çizime eklendi. Farklı disiplinlerin kullandığı tefriş ve ekipmanlar belirlendi. Bu ekipmanların olması talep edilen yerler planda gösterildi.

Bu süreçten sonra döşeme kotlarını gösteren şekiller yerleştirildi. Kotlar manuel olarak yazıldı. Aynı noktanın farklı kotu (döşeme üst kotu, döşeme alt kotu, vb.) gösterileceği zaman, şekillerdeki bilgiler tekrar düzenlendi. Eğimli yüzeylerin (ıslak hacimler, çatılar vb.) eğimleri plan düzleminde gösterildi. Merdivenler (1/50) plan standartlarına göre detaylandırıldı. Kirişlerin izleri (statik analizlerden sonra tekrar düzenlenmek üzere) plan düzleminde çizildi. Biri ıslak hacimlerden biri merdivenlerden geçmek

üzere birbirine dik iki adet kesit düzlemi belirlendi. Bu düzlemler planlarda kesit çizgisi olarak gösterildi. Plan çizimleri iç ve dış ölçüler eklenerek tamamlandı (Şekil 4.20).



Şekil 4.19. Geleneksel çizim sürecinde hazırlanan plana ait bir bölüm.

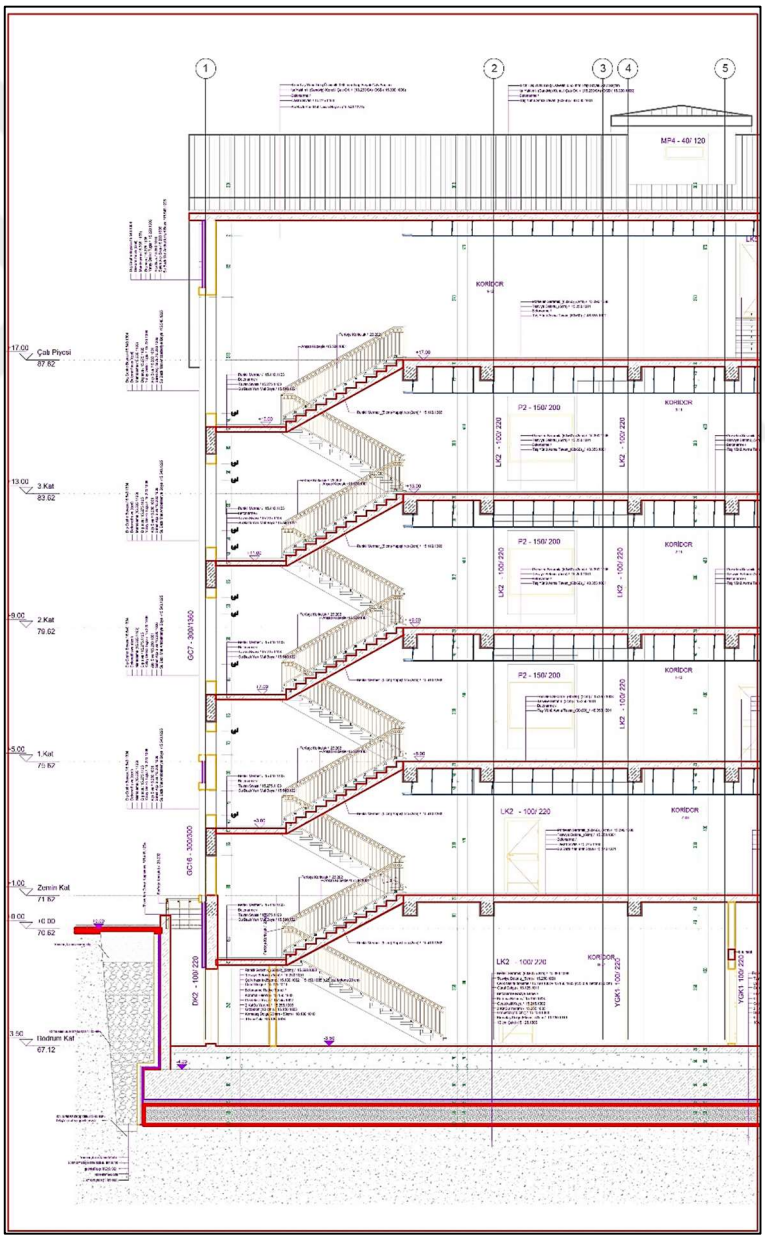
Çalışmanın geleneksel çizim sürecinde, mimari projenin kesit paftalarını tamamlamak için aşağıdaki aşamalar takip edilmiştir:

Planlar üzerinde belirtilen düzlemlerin oluşturduğu kesit çizimlerine (1/50) standartlar doğrultusunda başlandı. Döşemeler, kirişler ve kolonlar (kesite girdiği noktalarda) çizildi. Kullanılan bitiş materyalleri çizgiler ve taramalar ile gösterildi. Materyal bilgi sütunları ile materyal isimleri ve poz numaraları belirtildi. Kesit (1/50) standartları doğrultusunda merdiven detayları (kaplama materyal, korkuluklar, basamak sayıları, vb.) çizildi. Kat döşemesi ile merdiven bağlantıları düzenlendi. Problem olan noktalarda (kafa kurtarma mesafesi, vb.) planlar revize edildi.

Planlar doğrultusunda çatı çizimine başlandı. Farklı çatı yüzeyleri, belirtilen eğimlerde oluşturuldu ve birleştirildi. Uyumsuzluk durumları kontrol edildi. Uyumsuz olan noktalar plan aşamasından itibaren tekrar revize edildi. Çatı bitiş materyalleri çizgiler

ve taramalar ile gösterildi. Çatıda kullanılan materyaller bilgi sütunlarına yazıldı. Çatı yüzeylerinin eğimleri belirtildi.

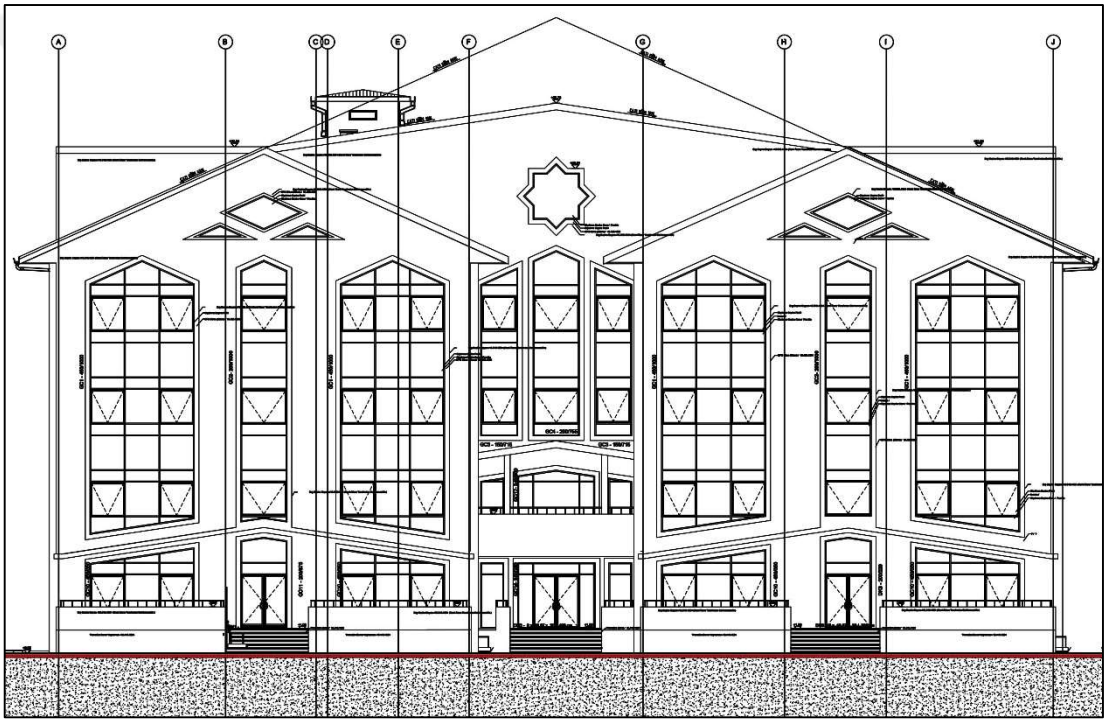
Mahallerin tavan bitiş bilgileri doğrultusunda asma tavanlar ve sıvalar eklendi. Kesite giren kapı ve pencereler işlendi. Gerekli noktalarda (pencere üst kotu, kapı üst kotu, döşeme kotu, kat kotu vb.) kotlar gösterildi. Ölçüler eklenerek kesit çizimi tamamlandı. Kesit, planlar referans alınarak oluşturuldu. Bu nedenle çizilen kesit parametrik anlamda bir bağlantı içermemektedir. Kesitte yapılacak tüm değişikler plan aşamasından itibaren tüm paftalarda manuel olarak düzeltilmelidir (Şekil 4.21).



Şekil 4.20. Geleneksel çizim sürecinde hazırlanan kesite ait bir bölüm.

Çalışmanın geleneksel çizim sürecinde, mimari projenin görünüş paftalarını tamamlamak için aşağıdaki aşamalar takip edilmiştir:

Kesitler ve planlar sayesinde görünüşlerin çizimine başlandı. Görünüşlerde yapıya ait dış cephede kullanılan materyaller işlendi. Kotlar ve ölçüler eklenerek çizim tamamlandı. Projede oluşabilecek uyumsuzluklar kontrol edildi. Hata tespit edilen noktalarda planlar ve kesitler tekrar düzenlendi. Yapıya ait dört cephenin görünüşü çizildi. Bu noktada geleneksel çizim sürecinde, çalışmanın mimari avan projesi tamamlandı. Proje diğer disiplinler (mekanik, elektrik, statik) ile paylaşıldı. Mimari disiplinde detay paftalarının oluşturulma işlemine geçildi (Şekil 4.22).



Şekil 4.21. Geleneksel çizim sürecinde hazırlanan ön görünüş.

Çalışmanın BIM sisteminde, mimari projenin plan aşamasını tamamlamak için aşağıdaki aşamalar takip edilmiştir:

Kabul edilen taslak BIM sisteminde hazırlandı. BIM sisteminde kullanılan kütüphane yönetmelikler ve şartnameler doğrultusunda oluşturulmuştu. Fakat taslakta olmayıp projede olması gereken yapı ve gösterim elemanları (mahal etiketi vb.) bulunmaktadır. Bu yapı ve gösterim elemanları standartlar doğrultusunda kütüphaneye eklendi.

Planlara (1/50) çizim standardında eklenmesi gereken bilgiler belirlendi. Taslak sürecinde bu bilgilerden modele işlenmeyenler varsa tespit edildi ve eklendi.

Projeye ait model hazır durumdaydı. Model üzerinden plan görünüşleri seçildi. Planlara ait görünüş ayarları bir kere yapılmak üzere tamamlandı. Mahaller ve bu mahallere ait bilgiler taslak sürecinde işlenmişti. Fakat proje standartları ile sunum standartlarında farklılıklar bulunmaktadır. Bunlardan biri mahal etiketlerinin içermesi gereken bilgilerdir. İstenilen bilgilerin okunabildiği yeni bir mahal etiketi düzenlendi. Programa, mahal etiketinin hangi tipte seçileceği belirtildikten sonra; tüm mahallerin bilgilerini gösteren parametrik etiketler yerleştirmesi komutu verildi. Tasarımcılar sadece olası hatalara karşı paftaları kontrol etti. Projede yapılacak değişiklikler (bitiş materyal, mahal metrekaresi, vb.) program tarafından otomatik olarak düzenlendi. Listeler sayesinde kontrol ve değişiklik işlemleri daha kolay yapılabilir hale geldi.

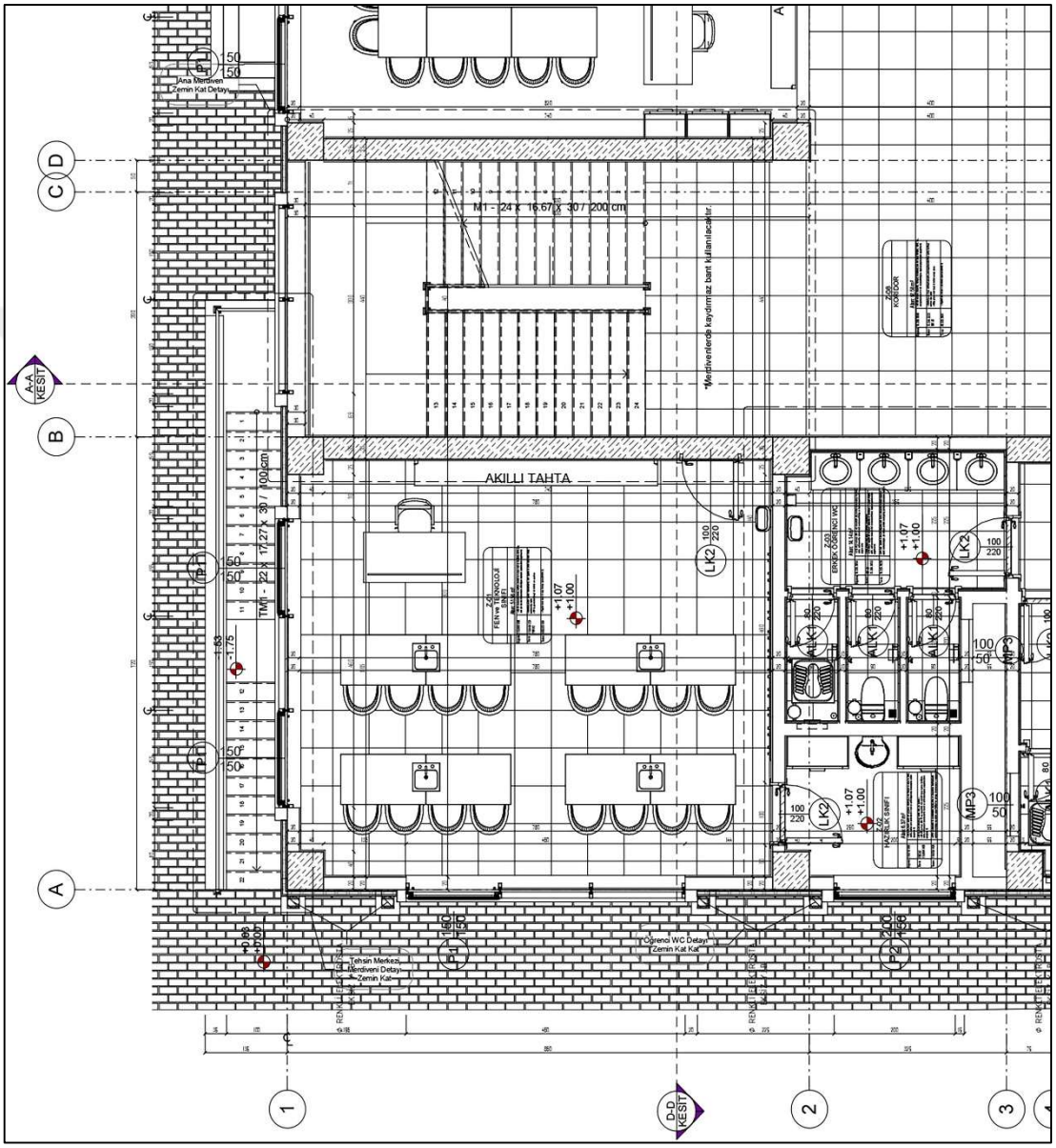
Kapı ve pencere tipleri taslak aşamasında şartnamelere ve yönetmeliklere göre çizildi ve detaylandırıldı. Proje sürecinde ise yapılması gereken tek işlem kapılara ve pencerelere bilgilerin okunacağı etiketler eklemektir. Bu etiketleme (hangi etiket tipinin, hangi kategoriye yapılacağı) işlemi de program tarafından yapılmaktadır. Yapılacak olan değişikler otomatik olarak düzenlenmektedir. Listeler program tarafından hazırlanmaktadır. Bu listelerde yazılan fonksiyonlar sayesinde olası hataların (yangın kapısı içermesi gereken mahallerde farklı tip kapı kullanılması gibi) önüne geçilebilmektedir.

Bu süreçten sonra döşeme kotlarını gösteren elemanlar yerleştirildi. Kotları gösteren elemanlar parametrik özellikte olduğu için hiçbir hesap işlemi yapılmadı. Farklı gösterim elemanları ile bir noktaya ait istenilen kot (döşeme üst kotu, döşeme alt kotu, vb.) belirtildi.

Eğimli yüzeyler (ıslak hacimler, çatılar vb.) modelde tanımlandı ve eğimi gösteren elemanlar ile belirtildi. Merdivenler, standartlara ve şartnamelere göre çizildi. Merdivenlere ait görsel ayarlar (kaç kotundan sonra görünüşten çıkması vb.) yapıldı ve gösterim elemanları (basamak sayısı, merdiven etiketi, vb.) eklendi.

Disiplin dışı (elektrik prizleri, kolonlar, kirişler, mekanik ekipmanlar vb.) yapı elemanları belirlendi. Mimari disiplin tarafından yapıda bulunması talep edilen yerler

(diğer disiplinlerin analizlerinden sonra tekrar düzenlenmek üzere) belirtildi. Bu talepler doğrultusuna göre aks yerleşimleri yapıldı. Yapıda önemli görülen yerleri belirtmek amacı ile toplamda altı adet kesit düzlemi belirtildi. Plan çizimleri iç ve dış ölçülerin eklenmesi ile tamamlandı (Şekil 4.23).



Şekil 4.22. BIM sisteminde hazırlanan plana ait bir bölüm.

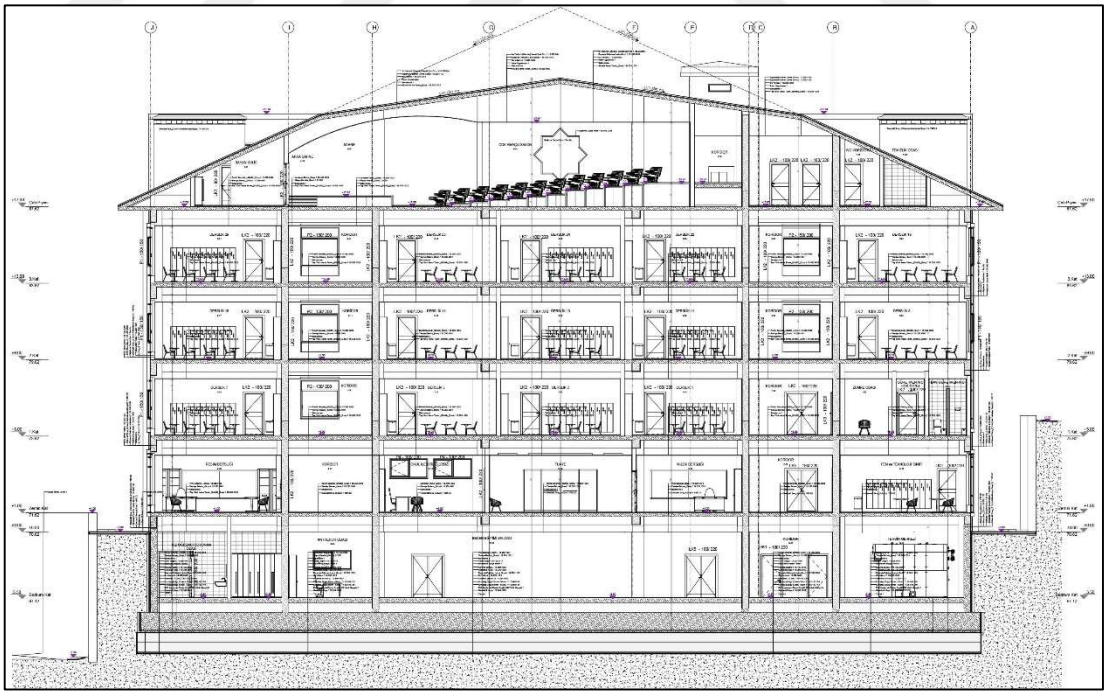
Çalışmanın BIM sisteminde, mimari projenin kesit aşamasını tamamlamak için aşağıdaki aşamalar takip edilmiştir:

Modelin planda belirtilen düzlemlerde kesiti alındı ve alınan çizimlerin (1/50) kesit standartları doğrultusunda tamamlanmasına başlandı. Yapı elemanları (döşemeler,

kirişler, kolonlar vb.) program tarafından oluşturuldu. Materyallerin tarama ve görünüş ayarları kontrol edildi. Hatalı olan noktalar düzenlendi. İstenilen bilgileri (materyal, poz numarası, kalınlık vb.) okuyabilecek parametrik gösterim elemanları seçildi. Bu gösterim elemanları ile materyal bilgi sütunları oluşturuldu. Bu parametrik elemanlar sayesinde, projede veya yapıda kullanılan materyallerde yapılan değişiklerden sonra paftalar, program tarafından düzenlenmektedir. Hata olabilecek noktalar (merdiven döşeme bağlantısı, kafa kurtarma yüksekliği vb.) kesit genelinde kontrol edildi. Revize edilmesi gereken noktalar düzenlendi. Diğer paftalarda (vaziyet, planlar, görünüşler vb.) düzenlemeler program tarafından yapıldı.

Çatı yüzeyleri bir modelden alındığı için uyumsuzluk durumu ile karşılaşılmadı. Çatı katmanları belirtildi. Bu katmanları oluşturan materyalleri okuyacak gösterim elemanları eklendi. Çatı eğimleri belirtildi ve çatı çizimi tamamlandı.

Gerekli noktalarda (pencere üst kotu, kapı üst kotu, döşeme kotu, kat kotu vb.) kotlar gösterildi. Ölçüler eklenerek kesit çizimi tamamlandı. Diğer tüm kesitlerde bu aşamalar tekrar edildi (Şekil 4.24).



Şekil 4.23. BIM sisteminde hazırlanan kesit çizimi.

Yapıya ait görünüş paftaları için model üzerinde düzlemler belirlendi. Dış cephede kullanılan materyaller (gerekli parametrik elemanlar ile) gösterildi. Kotlar ve ölçüler

eklenerek çizim tamamlandı. Modelde ve proje genelinde karşılaşılabilecek uyumsuzluklar (sıva duvar çakışması, yanlış elemanla bağlantı, vb.) kontrol edildi. Karşılaşılan problemler revize edildi.

Mimari avan proje çizim aşaması tamamlandı. Bu aşamada BIM sürecinin geleneksel çizim süreci ile karşılaştırılması aşağıda yapılmıştır (Şekil 4.25).

Kütüphane oluşturma süreci iki çizim sisteminde tamamlanmıştır. Geleneksel çizim sürecinde oluşturulmuş kütüphane bünyesinde; çizgi kalınlıkları, çizgi renkleri, şartnamelere uygun elemanları (kapı, pencere, sabit tefriş, vb.), materyalleri ifade eden taramaları ve poz numaralarını bulundurmaktadır. BIM sisteminde oluşturulan kütüphaneye, tüm duvarlar özellikleri (iç, dış, kalınlık, materyal vb.) doğrultusunda kategorilere ayrılarak işlenmiştir. Kapı pencere ve tefrişlerin modelleri BIM sisteminde oluşturulan kütüphaneye eklenmiştir. Bu modeller şartnameler doğrultusunda hazırlanmıştır. Bu modeller bünyelerinde şartname dokümanları, (varsa) ilgili yönetmelik maddeleri, materyal bilgileri gibi bilgileri bulundurmaktadır. Bu durum BIM sisteminde oluşturulan kütüphane ve çalışma ortamının, geleneksel çizim sürecinde hazırlanan çalışmalardan daha fazla bilgiye sahip olduğunu göstermektedir. Projelendirme süreci bir yapının nasıl yapılacağının tanımlandığı süreçtir. Bu süreçte açıklanan nokta sayısı arttıkça paydaşlar arasında yaşanacak anlaşmazlıklar azalacaktır. BIM sayesinde paydaşlar arasında karşılaşılacak anlaşmazlıkların sayısı azaltılabilmektedir.

Geleneksel çizim sisteminde işlenen bilgiler parametrik olmayan bilgilerdir. Bu nedenle geleneksel çizim sürecinde eklenecek veya revize edilecek her bilgi manuel olarak düzenlenmelidir. Bu düzenlemeler hata yapılmasına olanak sağlamaktadır. BIM sisteminde kullanılan gösterim elemanları ve bilgiler parametrelere bağlanmıştır. Bu parametreler sayesinde revize işlemi yapıldığında değişiklikler program tarafından yapılmakta ve uyumsuzluk durumları ortadan kalkmaktadır. Bu duruma ek olarak parametrelerde oluşturulan fonksiyonlar sayesinde, model üzerinde belirtilmiş bir bilgi kullanılarak farklı bilgilere ulaşılabilir. BIM sistemi sunmuş olduğu varyasyonlar ve iş gücündeki tasarruf ile tasarımcılara zaman kazandırmaktadır.

Geleneksel çizim süreci bağımsız paftaların birleştirilmesi ile bir yapıyı iki boyutlu olarak tanımlamaktadır. Geleneksel süreçte tüm çizimlerin manuel olarak

oluşturulması gerekmektedir. Bu durum hata yapılma oranını arttırmaktadır. Yapının iki boyutta tanımlanması sonucunda hatalar ve uyumsuzluklar oluşabilmektedir. BIM sistemi ise yapıyı bir model ile tanımlamaktadır. BIM sürecinde sadece bu model ve modelde kullanılan bilgiler manuel olarak işlenmelidir. Bu aşamadan sonra birçok işlem model üzerindeki bilgilerin kullanılması işlemidir. Bu işlemler genel olarak parametrik elemanlarla bilgi gösterimi veya parametrelere bağlı bilgiler ile yapılan hesaplamalardır. Bu durum zaman ve enerji anlamında tasarruf sağlamaktadır.

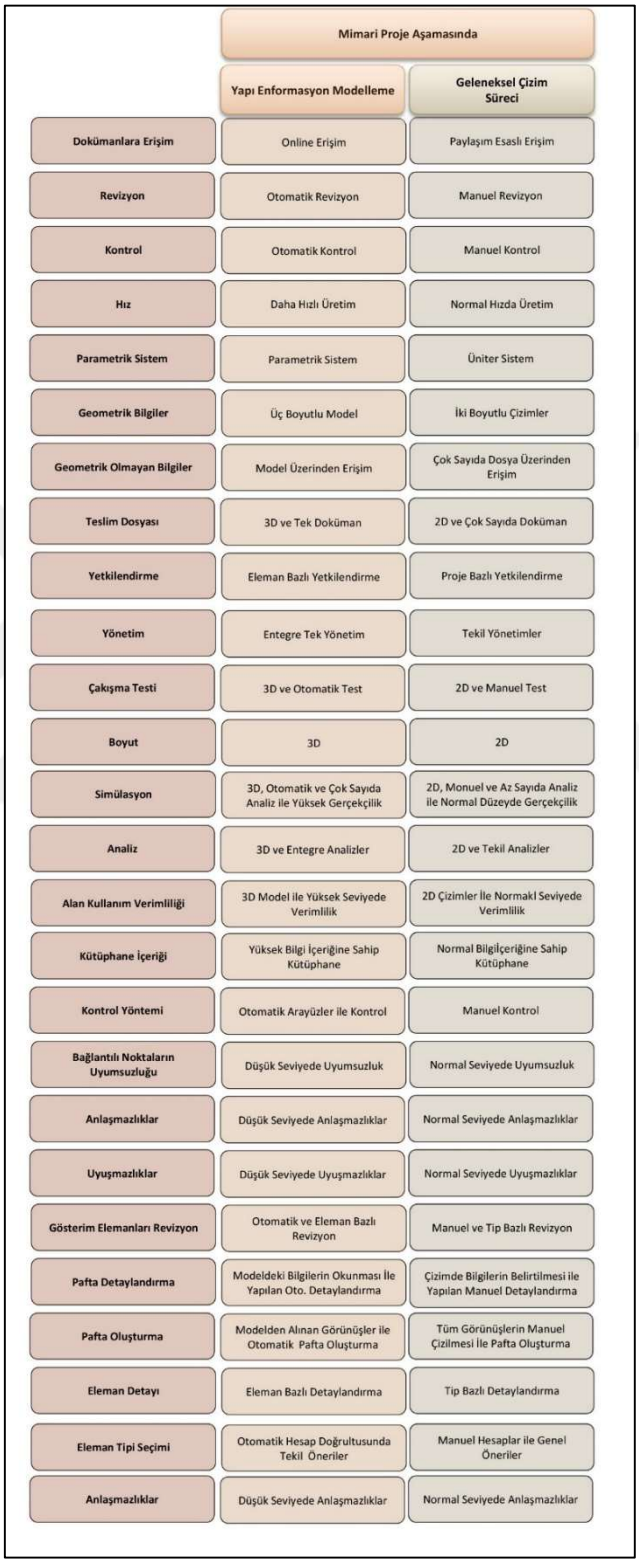
Geleneksel çizim sürecinde paftaların birleştirilmesi ile algılanan yapıda, tanımlanmayan alanlar bulunmaktadır. Bu tanımsız alanlar tecrübe ve deneyime ihtiyaç duymaktadır. BIM yapıya ait tüm noktaları içeren bir modele sahiptir. Teslim paftalarında (kesitler veya detaylarda) belirtilmemiş noktalar model üzerinde tanımlanmaktadır. Model üzerinden bilgi paylaşımı paftalar arasındaki uyumsuzluk durumunu ortadan kaldırmaktadır. Bu sayede hata yapılmasına ve mağduriyet durumunun oluşmasına engel olunmaktadır. Bu durum deneyimsizlik nedeni ile oluşabilecek hataları ve taraflar arasındaki anlaşmazlıkları azaltmaktadır.

Bu duruma ek olarak, kütüphanelere eklenen yönetmelik, fiziksel, sözleşme kuralları gibi kuralların denetimi program tarafından yapılabilmektedir. Örneğin; okul yapısında koridor genişliğinin en az 3,50 metre olması gerektiği programa eklenebilir. Yapılan çakışma analizlerinde koridorda minimum ölçüden kısa kalan alanlar tespit edilebilmektedir.

BIM sistemi geleneksel çizim sistemi ile kıyaslandığı zaman daha fazla bilgi sunabilmesi, enerjide ve zamanda tasarruf sağlaması, deneyimsizlikten kaynaklı hataların azaltılması, uyumsuzlukların azaltması gibi özellikleri nedeni ile daha avantajlı bir sistemdir.

BIM sisteminin yapı endüstrisine sağladığı avantajları arttırmak amacı ile mevcut yönetmelik ve kurallar doğrultusunda standartlar geliştirilebilir. İdareler bu standartlara ek maddeler oluşturabilir. Bu sayede yapının farklı paydaşlar tarafından tanımlama ve anlaşılma süreci olan projelendirme aşaması daha verimli tamamlanabilir. Programlar tarafından yapılabilen denetlemeler sayesinde idarelere gönderilmeden önce projeler kontrol edilebilir. Basit seviyedeki eksik ve

uyumsuzluklar tespit edilir ve tasarımcılar tarafından düzeltilebilir. Bu durum paydaşlara zaman ve enerji anlamında tasarruf sağlayabilir.



	Mimari Proje Aşamasında	
	Yapı Enformasyon Modelleme	Geleneksel Çizim Süreci
Dokümanlara Erişim	Online Erişim	Paylaşım Esaslı Erişim
Revizyon	Otomatik Revizyon	Manuel Revizyon
Kontrol	Otomatik Kontrol	Manuel Kontrol
Hız	Daha Hızlı Üretim	Normal Hızda Üretim
Parametrik Sistem	Parametrik Sistem	Üniter Sistem
Geometrik Bilgiler	Üç Boyutlu Model	İki Boyutlu Çizimler
Geometrik Olmayan Bilgiler	Model Üzerinden Erişim	Çok Sayıda Dosya Üzerinden Erişim
Teslim Dosyası	3D ve Tek Doküman	2D ve Çok Sayıda Doküman
Yetkilendirme	Eleman Bazlı Yetkilendirme	Proje Bazlı Yetkilendirme
Yönetim	Entegre Tek Yönetim	Tekil Yönetimler
Çakışma Testi	3D ve Otomatik Test	2D ve Manuel Test
Boyut	3D	2D
Simülasyon	3D, Otomatik ve Çok Sayıda Analiz ile Yüksek Gerçekçilik	2D, Monuel ve Az Sayıda Analiz ile Normal Düzeyde Gerçekçilik
Analiz	3D ve Entegre Analizler	2D ve Tekil Analizler
Alan Kullanım Verimliliği	3D Model ile Yüksek Seviyede Verimlilik	2D Çizimler İle Normakl Seviyede Verimlilik
Kütüphane İçeriği	Yüksek Bilgi İçeriğine Sahip Kütüphane	Normal Bilgilçeriğine Sahip Kütüphane
Kontrol Yöntemi	Otomatik Arayüzler ile Kontrol	Manuel Kontrol
Bağlantılı Noktaların Uyumsuzluğu	Düşük Seviyede Uyumsuzluk	Normal Seviyede Uyumsuzluk
Anlaşmazlıklar	Düşük Seviyede Anlaşmazlıklar	Normal Seviyede Anlaşmazlıklar
Uyuşmazlıklar	Düşük Seviyede Uyuşmazlıklar	Normal Seviyede Uyuşmazlıklar
Gösterim Elemanları Revizyon	Otomatik ve Eleman Bazlı Revizyon	Manuel ve Tip Bazlı Revizyon
Pafta Detaylandırma	Modeldeki Bilgilerin Okunması İle Yapılan Oto. Detaylandırma	Çizimde Bilgilerin Belirtilmesi ile Yapılan Manuel Detaylandırma
Pafta Oluşturma	Modelden Alınan Görünüşler ile Otomatik Pafta Oluşturma	Tüm Görünüşlerin Manuel Çizilmesi İle Pafta Oluşturma
Eleman Detayı	Eleman Bazlı Detaylandırma	Tip Bazlı Detaylandırma
Eleman Tipi Seçimi	Otomatik Hesap Doğrultusunda Tekil Öneriler	Manuel Hesaplar ile Genel Öneriler
Anlaşmazlıklar	Düşük Seviyede Anlaşmazlıklar	Normal Seviyede Anlaşmazlıklar

Şekil 4.24. Mimari Proje Sürecinde, Yapı Enformasyon Modelleme ve Geleneksel Çizim Sistemi Karşılaştırması.

Çalışmanın mimari avam proje işlemi hem BIM sisteminde hem geleneksel çizim sisteminde tamamlandı. Proje, çalışmanın geleneksel çizim sürecinde sadece statik disiplinle paylaşıldı. Projenin, statik disiplin çalışması tamamlanıp mimari ile süperpoze edildikten sonra elektrik ve mekanik disiplinleri ile paylaşıldı. BIM sürecinde ise bir bulut sistemi üzerinden paylaşılan model sayesinde tüm disiplinler aynı anda çalışmaya başladı. Bu durum disiplinlerin birbirini beklemesinden kaynaklı zaman kayıplarının önüne geçti.

4.2.5.Statik proje süreci

Çalışmanın geleneksel çizim sürecinde, statik proje aşamasını tamamlamak için aşağıdaki aşamalar takip edilmiştir:

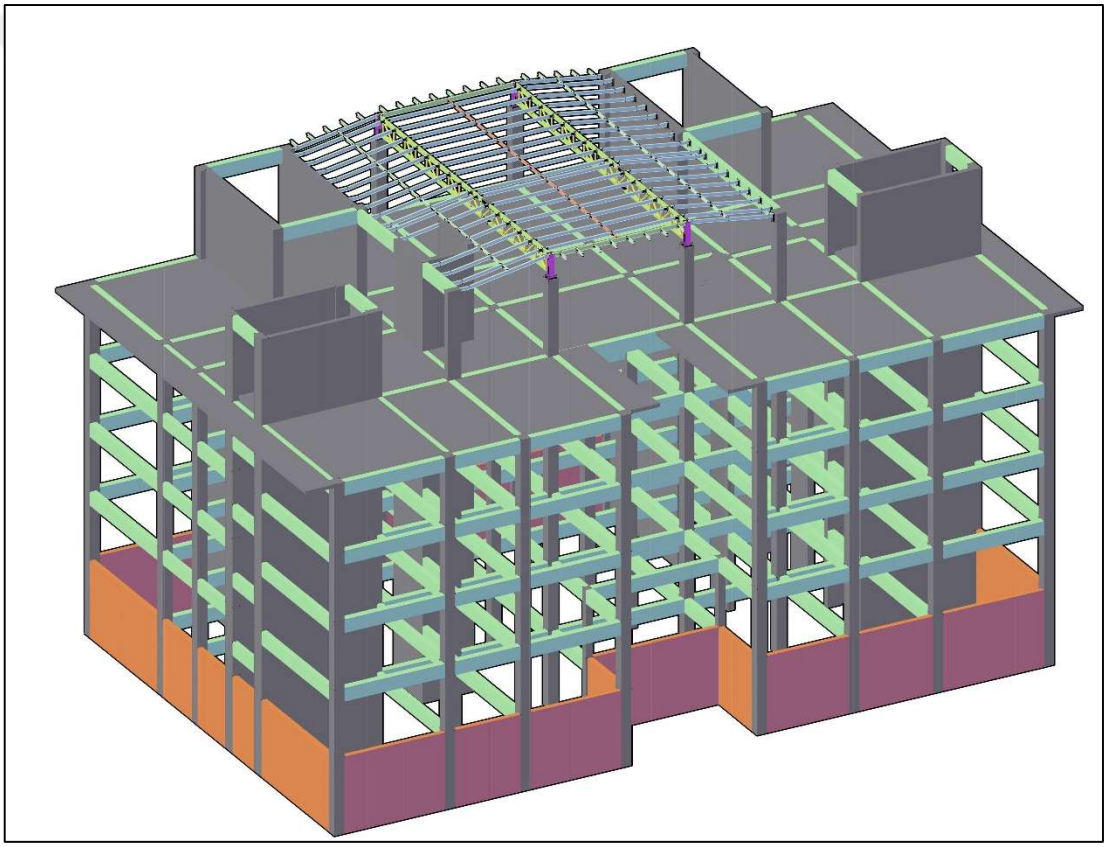
Mimari disiplin tarafından gönderilen proje incelendi. Mimari disiplinin önerdiği kolon ve aksların genel olarak uygunluğu incelendi. Yapının statik projesi Sta4CAD programı ile yapıldı. Proje incelemesi sonucunda programa işlenmesi gereken bilgiler (döşeme tipi, kat yüksekliği, temel tipi, yapı önem kat sayısı vb.) işlendi. Planlar Sta4CAD programına altlık olarak alındı. Alınan planlar üzerinden aks yerleşimi yapıldı. Temel modeli tamamlandı. Mimari projenin önerdiği kolonlar ve perde duvarlar eklendi. Kolon ve perdelerin toprağa gömülü olanları (deprem yükü için) programda belirtildi. Kolonlar kirişler ile birleştirildi. Bu birleşimler sonucunda çerçeveler arasında kalan alanlara tiplerine göre (plak, düşük, vb.) döşemeler yerleştirildi.

Merdiven olan noktalarda döşeme düzenlemeleri yapıldı. Merdivenin taşınması için (gerekli noktalarda) kiriş ve kolon yüklemesi yapıldı. Merdiven modelleri eklendi. Sta4CAD programında sabit merdivenler bulunmaktadır. Bu durum merdiven dizaynında tasarımcıyı kısıtlamaktadır.

Çatı piyesine kadar olan kat modeli tamamlandıktan sonra yapıya ait eklenmesi gerekli olan bilgiler (beton sınıfları, minimum demir çapı, nervür tipleri, pilye olup olmadığı, vb.) işlendi. Zemin etüdünden alınan veriler analiz bilgilerine işlendi. Yapıya ait; dengesiz taşıyıcı dağılımı (rijitlik), uygun olmayan kiriş veya kolon mesafeleri (kısa kiriş, zayıf kolon, vb.), sabit ve hareketli yüklerde yapının taşıyıcılığı, deprem

analizleri gibi analizler yapıldı. Bu analizlerde problem teşkil eden noktalar mimari disiplin ile koordineli bir çalışma ile düzeltildi.

Yapı çatı piyesine kadar (statik açıdan) aynı kat tasarımlarına sahipti. Çatı katında çok amaçlı salon olması nedeni ile bu alanda geniş açıklıklar geçilmeliydi. Çatı bu nedenle üç bölümde tasarlandı. Konferans salonu dışında kalan alanlar betonarme çatı olarak tasarlandı. Konferans salonunun üzeri ise çelik konstrüksiyon ile taşıtıldı. Çelik konstrüksiyon tasarımı yapıldıktan sonra analizler tekrar yapıldı. Problem oluşan noktalar (çatı kiriş bağlantı zayıflıkları vb.) çözüldü. Yapının statik projesi uygun hale gelene kadar analizler ve düzenlemelere devam edildi (Şekil 4.26).



Şekil 4.25. Geleneksel çizim sürecinde hazırlanan statik model.

Statik projeden gönderilen veriler (kalıp planları, vb.) sayesinde mimari proje süperpoze edildi. Değişmesi veya eklenmesi gereken elemanlar (akslar, kolonlar, kirişler, vb.) düzenlendi. Statik disiplinden bağımsız elemanlar (kapı, pencere, tefriş, vb.) ile uyum incelendi. Uyumsuz olan noktalarda statik disiplinden revizeler istenildi. Tüm bu revizeler sonucunda mimari ve statik proje uyumlu hale geldi. Tüm problemler çözüldükten sonra çalışmanın mekanik ve elektrik projelerinin çizimi beklendi.

Elektrik ve mekanik disiplinlerinden gelen revize istekleri değerlendirildi. Uygunluk derecesinde revize işlemleri yapıldı.

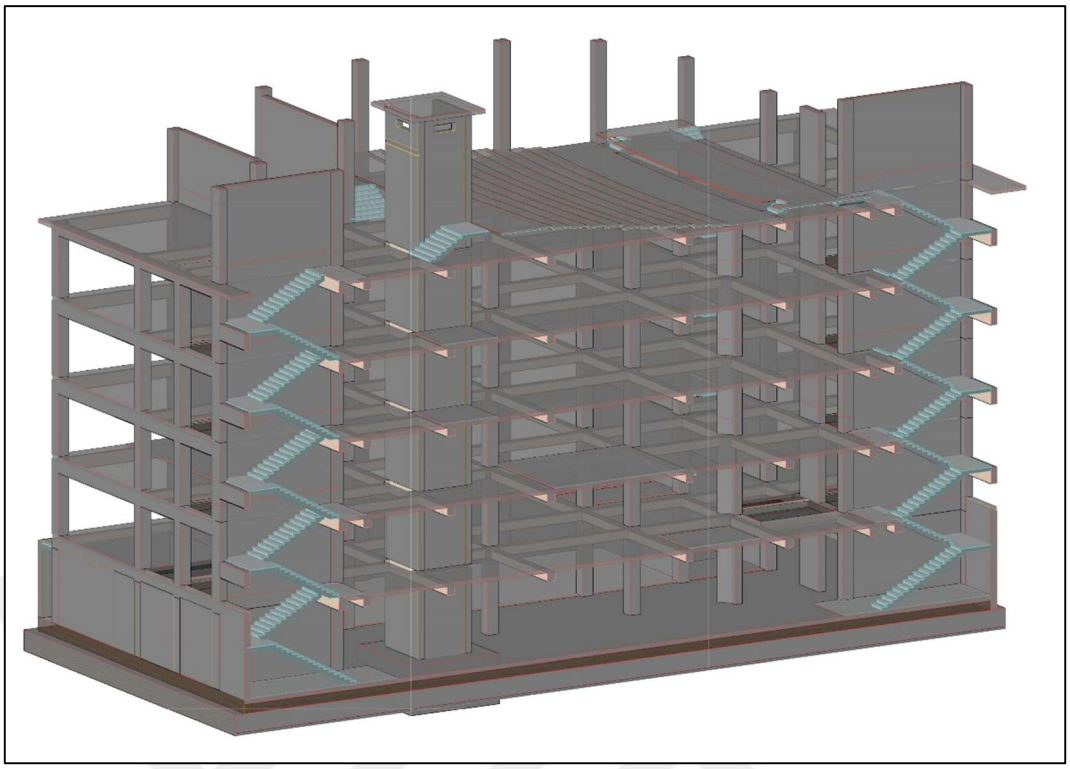
Tüm disiplinlerle uyumlu bir proje oluştuktan sonra pafta çizimlerine başlandı. Model tamamlandıktan sonra paftalar (kalıp paftası, kolon kiriş açılımları, vb.) oluşturuldu. Model üzerinden alınan veriler ile AutoCAD programına aktarıldı. Veriler paftalara dizildi ve aktarım işleminde oluşan hatalar düzenlendi.

Paftalarda belirtilmesi gereken bilgiler (kolon no, kiriş no, donatı çapı, vb.) işlendi. Pafta düzenlemesi yapıldı. Detaylar (pas payı detayı, demir bağ detayı, vb.) paftalara eklendi. Farklı programlarda yapılan işlemler nedeni ile herhangi bir revize istendiğinde, model revize edilmeli, analizler yapılmalı, veriler dışa aktarılmalı , AutoCAD programında mevcut paftalar tekrar düzenlenmelidir. Projeye ait çizimlerin ve hesapların çıktıları alındı. Mimari disiplin ile veriler paylaşıldı.

Çalışmanın BIM sisteminde, statik proje aşamasını tamamlamak için aşağıdaki aşamalar takip edilmiştir:

Mimari disiplin tarafından oluşturulan modelde yetkiler doğrultusunda izinler verildi. Bu sayede disiplin dışı elemanların düzenlenmesinin önüne geçilmiş oldu. Model bulut sistemine yüklendi. Disiplinler çalışmalarını yaptıkça model güncellendi. Bu durum güncel olmayan dosya problemlerinin önüne geçilmesini sağladı.

Statik disiplin, çalışmaya başlamadan önce kütüphanesine istenilen elemanları ve şekilleri ekledi. Kütüphanesinde bulunan çizim standartlarını (çizgi kalınlıkları, taramalar, vb.) düzenledi. Yapı için kullanılacak analiz programları ve arayüzleri belirlendi ve eklendi.Model mimari disiplin tarafından (öneri seviyesinde) tamamlanmıştı. Bağlantı noktaları kontrol edildi. Gerekli elemanlarda (merdivenlere alınlık kiriş eklenmesi, kolon ve kiriş boyutları vb.) düzenlemeler ve eklemeler yapıldı. Mimari disiplin ile koordineli şekilde statik proje tamamlandı. Ortak çalışabilirlik sayesinde, disiplinler arası anlaşmazlıkların önüne geçildi. Merdiven bağlantıları kontrol edildi. Ön tasarım süreci bittikten sonra yapıya ait analizler yapıldı. Analizler geçerli seviyeye gelinceye kadar (2 kez) düzenleme ve güçlendirme yapıldı. Yapının betonarme karkas strüktürü tamamlandı. (Şekil 4.27).



Şekil 4.26. BIM sisteminde statik model kesiti.

Çatı katında çok amaçlı salon olması nedeni ile bu alanda geniş açıklıklar geçilmesi gerekmekteydi. Bu nedenle çatı katında konferans salonunun üzeri çelik konstrüksiyon ile taşıtıldı. Problem yaşanan noktalar (çelik betonarme arasında bağlantı zayıflıkları vb.) çözüldü.

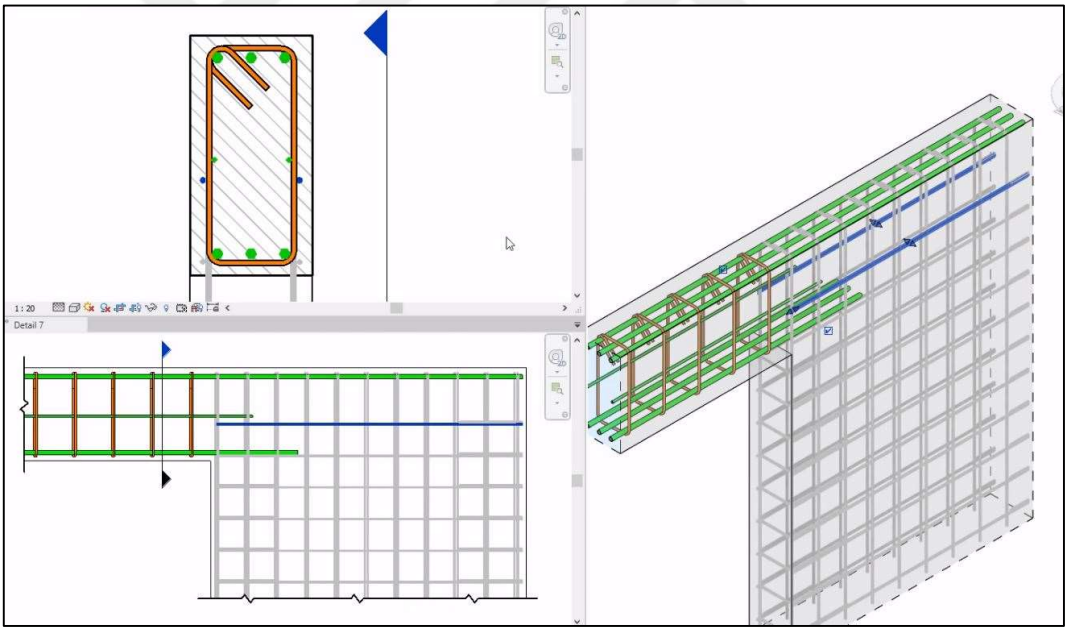
Ön tasarım süreci bittikten sonra yapıya ait analizler yapıldı. Ülkemizdeki yönetmelikler Revit programının analiz eklentilerinde (Robot Structure vb.) aktif olarak işlenememektedir. Bu nedenle Revit programı, statik analiz safhasında ülkemizde (2019 yönetmelik değişikliğinde bu durum azaltılmasına rağmen) verimli şekilde kullanılamamaktadır. Bu duruma karşın Revit programı IFC dosya formatında dışa aktarım yapabilmektedir. Bu format ülkemizde kullanılan analiz programları (Sta4CAD vb.) tarafından okunabilmektedir. Standartlar doğrultusunda dokümanlar hazırlamak için statik model dışa aktarılıp burada hesap çıktıları alınmalıdır.

Çalışmamızda Revit programına bağlı Robot Structure arayüzü ile analizler ve donatı yerleşimi yapılmıştır. Bu analizlerin ihtiyaç duyduğu bilgiler (yükler, zemin değerleri vb.) analiz arayüzüne işlendi. Standart donatı formülleri (sıklaştırma alanı hesabı, minimum demir sınıfı, demir bağlantı stilleri, vb.) ile analizler yapıldı. Analizlerde

problem oluşturan noktalar belirlendi ve çözüldü. Bu analizlerin sonuçları diğer (idarelerin istekleri ile uyumlu dokümanlar veren) programlar ile doğrulandı.

Erişilebilir bir model olduğu için diğer disiplinler bu değişikliklerden güncel olarak haberdar oldu. Disiplinler arası problem oluşturan noktalar çözüldü. Diğer disiplinlerin onayı doğrultusunda model tamamlandı.

Model tamamlandıktan sonra paftalar (kalıp paftası, kolon kiriş açılımları, vb.) oluşturuldu. Bu paftalar model üzerinden alınan verilerle oluşturulmaktadır. Bu nedenle değişiklik durumunda düzenlemeler program tarafından yapılmaktadır. Paftalarda belirtilmesi gereken bilgiler (kolon no, kiriş no, donatı çapı, vb.) işlendi. Pafta düzenlemesi yapıldı. Detaylar (pas payı detayı, demir bağ detayı, vb.) paftalara eklendi. Çalışmanın statik proje çizimleri (Revit programında) ve hesap raporları (Sta4CAD programında) çıktıya hazır hale getirildi (Şekil 4.28).



Şekil 4.27. BIM sisteminde oluşturulan perde duvar ve kiriş bağlantısı

Statik proje çizim aşaması tamamlandı. Bu aşamada BIM sürecinin geleneksel çizim süreci ile karşılaştırılması aşağıda yapılmıştır (Şekil 4.29)

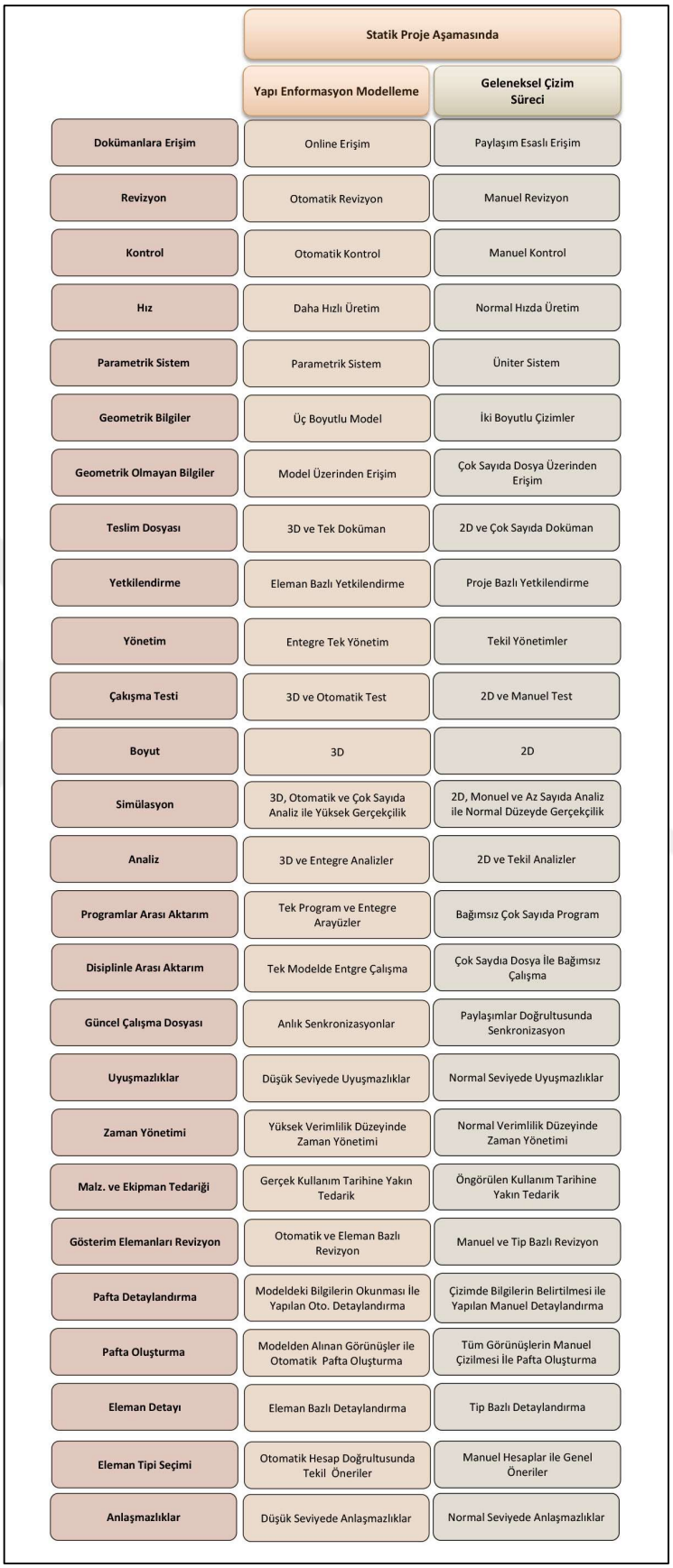
Geleneksel çizim sürecinde statik proje, model programları ile modellenip burada analiz ve hesapları yapıldıktan sonra AutoCAD ortamına aktarılmaktadır. Bu durum revize işlemlerinde ilk önce model programını ondan sonra AutoCAD'de hazırlanan paftaların revize edilmesini gerektirmektedir. Geleneksel çizim sürecinde kullanılan

model programlarının tümü birlikte çalışabilirlik ilkesini sağlamamaktadır. Bu nedenle BIM ile uyumlu değillerdir. Bu durum programlar arasında geçişler yapılırken problemler oluşturmaktadır. BIM sisteminde ise projeler tek bir dosyada hazırlanabilmektedir. Farklı programlarda tasarlanan elemanlar modele (Link işlemi ile) bağlanabilir. Bu sayede yapılacak revizeler sadece bir programda yapılır ve tüm proje programlar tarafından düzenlenir.

Geleneksel sistemde proje paydaşları farklı programlarda ve dosyalarda çalışmaktadır. Disiplinler arası uyum için her değişiklikten sonra tüm disiplinler çizimlerini süperpoze etmek ve analizlerini tekrar yapmak zorundadır. Bu durum hata yapılma ihtimalini arttırmaktadır. BIM sisteminde ise ortak bir model üzerinde çalışılmaktadır. Disiplinler gerek hesaplamalar gerekse yapı elemanlarının tasarımı için farklı programlar kullanabilir. Fakat tüm bu verileri ortak modele entegre ederler. Bu sayede diğer disiplinler değişiklerden haberdar olur. Değişikler sonucunda yapılması gereken tek işlem bağlantılı elemanlar ile uyumunun kontrolüdür. Sistem tarafından yapılan revizeler hata yapılmasını azaltmaktadır. Bu duruma ek olarak enerji ve zamanda tasarruf sağlamaktadır. Düzenli senkronizasyonlar sayesinde, güncel olmayan dokümanlardan kaynaklanan, hataların önüne geçilmesi hedeflenmektedir.

Bu duruma ek olarak ortak modelde doğru şekilde yapılan yetkilendirmeler yapılabilmektedir. Bu yetkilendirmeler doğrultusunda revizyon istekleri, o elemandan sorumlu disiplin tarafından yapılmakta ve olası hataların önüne geçilmektedir. Otomatik raporlama sistemi sayesinde yapılan işleme tarih ve uygulayan bilgilerine ulaşılabilmekte, karşılaşılacak herhangi bir sorun doğrultusunda geri dönüş yapılacak tarih belirlenebilmektedir. Bu sayede anlaşmazlık ve uyuşmazlıklar azaltılmaktadır.

Ülkemizde kullanılan yönetmelikler BIM ile çalışan programlara entegre edilmeye başlamıştır. Ancak bu durumun hızlanması için idarelerin kabul standartlarına, BIM ile uyumlu programların çıktıları eklenmelidir. BIM ortamında hazırlanan projelerin teslim edilebilmesi için öncelikle (kabul edilen teslim formatına) dönüştürülmeleri gerekmektedir. Bu dönüşüm işlemi için ekstra bir çalışma yapılmalıdır. Projede oluşacak değişiklik işleminde öncelikle projenin hazırlandığı programda revizyon yapılmalı ve dönüşüm işlemleri tekrarlanmalıdır.



Şekil 4.28. Statik Proje Sürecinde, Yapı Enformasyon Modelleme ve Geleneksel Çizim Sistemi Karşılaştırması.

Statik projelendirme sistemi geleneksel çizim sürecinde ve BIM sisteminde tamamlandı. Geleneksel çizim sürecinde, mimari ile statik uyumu sağlandıktan sonra, proje mekanik ve elektrik disiplinleri ile paylaşıldı. Diğer disiplinlerin istekleri doğrultusunda (uygun görülürse) tüm projeler tekrar revize edildi. BIM sisteminde ise mekanik ve elektrik projeleri statik proje ile eş zamanlı çizime başladı. Disiplinler arası revizyon istekleri değerlendirildi. Revize edilebilir noktalar revize edildi. Proje çizimi tamamlandı.

4.2.6.Mekanik proje süreci

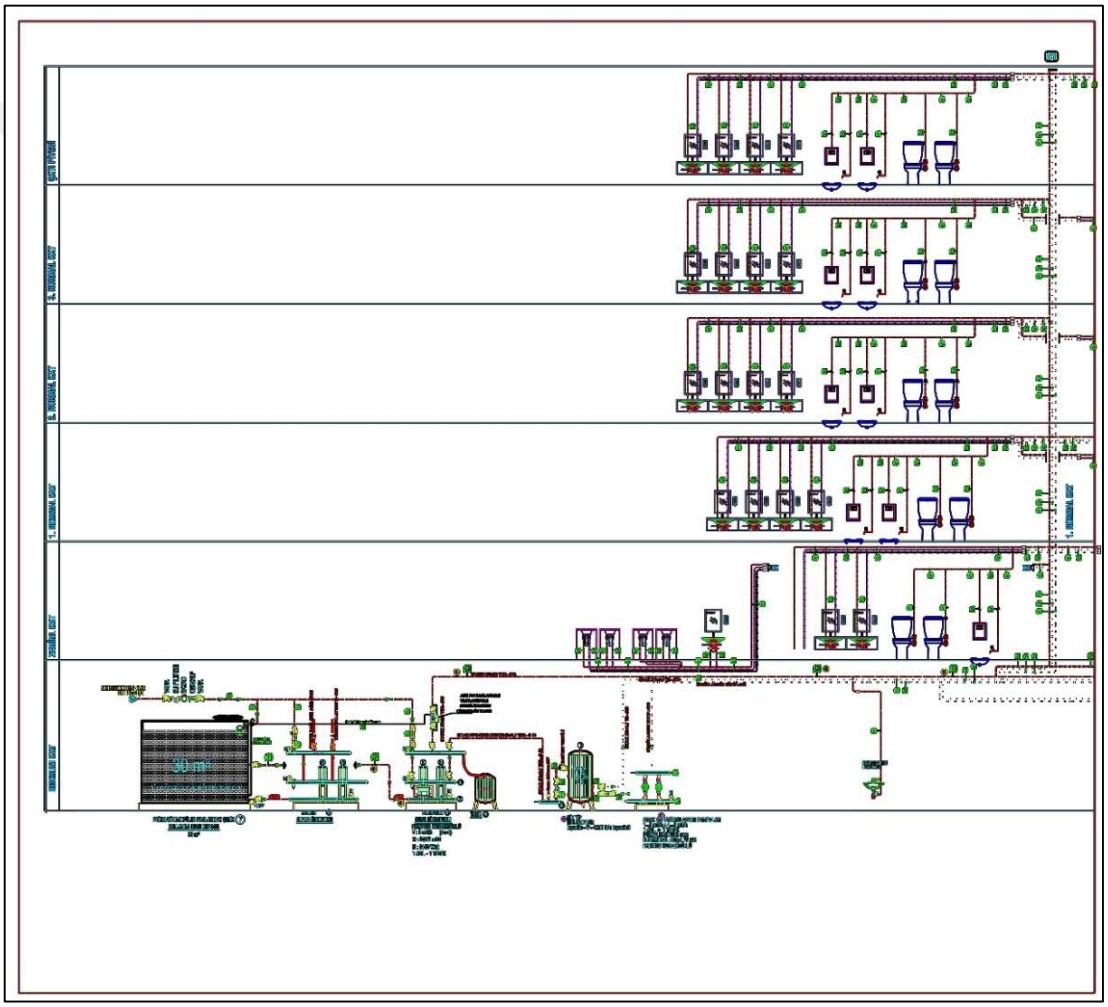
Mekanik disiplin beş ana başlık üzerine oluşturuldu. Bu başlıklar; sıhhi tesisat, yangın sistemi, ısıtma sistemi, havalandırma sistemi ve hesaplardır.

Çalışmanın geleneksel çizim sürecinde, mekanik proje aşamasını tamamlamak için aşağıdaki aşamalar takip edilmiştir:

Proje tasarımlarına mimari projenin temizlenmesi (mekanik disiplin için ihtiyaç fazlası katmanların kaldırılması) ile başlandı. Temizlenen mimari, altlık olarak kullanıldı. İlk olarak sıhhi tesisat projelerinin tamamlanması ile başlandı. Mekanik projenin sıhhi tesisat işlemi üç başlıktan oluşmaktadır. Birinci başlık temiz su tesisatı, ikinci başlık pis su tesisatı, üçüncü başlık ise yangın sistemidir. Disiplinler arası yetkilerde sıhhi ekipmanların (klozet, lavabo, vb.) nerede ve kaç adet olacağı mimari disiplin sorumluluğundadır. Mekanik ekipmanların (hidrofor, su deposu, vb.) kaç adet ve hangi özelliklerde olacağı mekanik disiplin sorumluluğundadır. Proje ve yönetmelikler doğrultusunda sıhhi tesisat projesinin eskiz çalışması yapıldı. Eskiz çalışmasına göre bodrum katta oluşturulan teshin merkezi başlangıç noktası kabul edildi. Bu alana ekipmanlar (su deposu, hidrofor, boiler tankı vb.) yerleştirildi. Yapının sıhhi tesisat bağlantıları; genel olarak, bu merkezden şaftlara, şaftlardan da her katta ilgili noktaya ulaşacak şekilde düzenlendi.

Temiz su beslemesinin, yapıya giriş noktasından en uzak köşedeki elemanlara kadar ulaşması sağlandı. Yönetmelikler gereğince yapıda su deposu kullanılması zorunludur. Tesisat sistemi, ilk önce su deposunu doldurmalı, yapının su ihtiyacı bu depodan karşılanmalıdır. Okulda derslik sayısı doğrultusunda günlük su tüketimi hesaplandı. Bu hesap sonucunda su deposunun hacmi 42 m^3 olarak belirlendi. Yapıda kullanılan

sıhhi tesisat ekipmanlarına (su basıncının düşmemesi amacı ile) en kısa bağlantı yolları ile ulaşım sağlandı. Tüm ekipmanlara ulaşım kontrol edildi. Statik elemanlarla (kolon, kiriş, perde duvar, vb.) kesişmeler, çizim üzerinden kontrol edildi. Hesaplamalar (boiler tankı, hidrofor, sıcak su pompası, temiz su yüklemeleri vb.) yapıldı. Tesisatta kullanılan ekipmanlar (borular, valfler, sayaçlar vb.) ve ekipman bilgileri (çapları, isimleri, bağlantı detayları, vb.) çizimde belirtildi. Temiz su tesisatının kolon planı (tesisatın genel kesiti) çizildi (Şekil 4.30). Temiz su tesisat projesi, geleneksel çizim yönteminde tamamlandı.



Şekil 4.29. Geleneksel çizim sisteminde temiz su tesisatı kolon şemasının bir bölümü.

Temiz su tesisatından sonra pis su tesisatı çizilmeye başlandı. Pis su tesisatında kullanılan mekanik ekipmanlar (yağmur olukları, klozetler, lavabolar, evyeler vb.) belirlendi. Bu ekipmanlar ile cephede bulunan rögarlar arasında yatayda en kısa mesafeyi yakalayacak bağlantılar çizildi. Eğimli bir topoğrafya olması nedeni ile

(bodrum katta dahil olmak üzere) pompa kullanımına gerek duyulmadı. Statik elemanlarla (kolon, kiriş, perde duvar, vb.) kesişmeler, çizim üzerinden kontrol edildi. Hesaplamalar (yağmur suyu hesabı, yükleme vb.) yapıldı. Tesisatta kullanılan ekipmanlar (borular, bağlantılar, rögarlar vb.) ve ekipman bilgileri (çapları, isimleri, bağlantı detayları, vb.) çizimde belirtildi. Pis su tesisatının kolon planı (tesisatın genel kesiti) çizildi. Pis su tesisat projesi, geleneksel çizim yönteminde tamamlandı.

Pis su tesisatından sonra yangın sistemi tesisatı çizilmeye başlandı. Yangın yönetmelikleri doğrultusunda toplamda on dört adet yangın dolabı yerleştirildi. Yangın dolapları (genel olarak) yangın merdivenini ayıran duvara montelendi. Yangın suyu beslemesi, kolona bitişik olacak şekilde teshin merkezine ulaştırıldı. Yangın yönetmeliği doğrultusunda, yangın suyu kaynakları (su deposu, şebeke suyu, itfaiye bağlantısı, vb.) yangın sistemine bağlandı. Yangın dolabı ve bağlantı detayları projelendirildi. Statik elemanlarla (kolon, kiriş, perde duvar, vb.) kesişmeler, çizim üzerinden kontrol edildi. Hesaplamalar (hidrofor hesabı, pompa hesabı, vb.) yapıldı. Tesisatta kullanılan ekipmanlar (borular, bağlantılar, dolaplar vb.) ve ekipman bilgileri (çapları, isimleri, bağlantı detayları, vb.) çizimde belirtildi. Yangın sisteminin kolon planı (tesisatın genel kesiti) çizildi. Yangın sistemi geleneksel çizim listesinde tamamlanmış oldu.

Sıhhi tesisat projesi tamamlandıktan sonra ısıtma tesisat projesinin çizimine başlandı. Isıtma tesisatında öncelikle (mimaride yerleştirilen) radyatörlerin; konum, ölçü, sayı gibi özellikleri incelendi. Mekanda homojen bir hava oluşturması amacı ile tasarımda belirli noktalar revize edildi. Radyatör yerleşimleri yapıldıktan sonra mimari disiplin ile paylaşıldı. Radyatörlerin, diğer disiplin elemanları ile uyumu kontrol edildi. Radyatör tasarımı tüm disiplinler tarafından onaylandı. Radyatörlerin beslenmesi için tesisat çizimine başlandı. Tesisata teshin merkezinde kazanlarında suyun ısıtılması ile başlandı. Isıtılan su, ekipmanlar (pompa, boiler kazanı, denge kabı, ayırıcılar vb.) sayesinde gerekli basınç ve sıcaklığa ulaştırıldı. Yönetmelikler gereğince kollektör (katlarda kullanılan dağıtım elemanı) hesabı yapıldı. Katlarda altı adet dikey sirkülasyon noktası (kollektör hattı) oluşturuldu. Bu noktalardan radyatörlere besleme yapıldı. Statik elemanlarla (kolon, kiriş, perde duvar, vb.) kesişmeler, çizim üzerinden kontrol edildi. Hesaplamalar (boiler hesabı, basınç hesabı, baca hesabı vb.) yapıldı. Tesisatta kullanılan ekipmanlar (borular, kazanlar, kollektörler vb.) ve ekipman

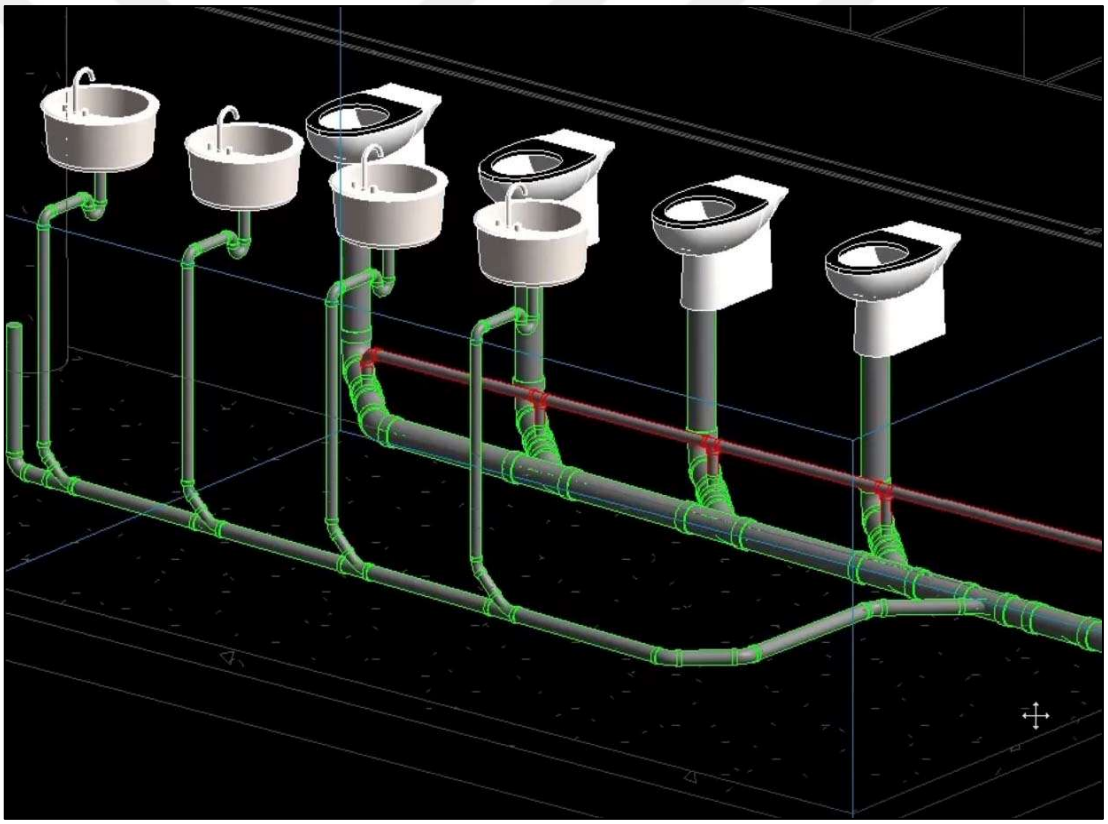
bilgileri (çapları, isimleri, bağlantı detayları, vb.) çizimde belirtildi. Isıtma tesisatının kolon planı (tesisatın genel kesiti) çizildi. Yangın sistemi geleneksel çizim listesinde tamamlanmış oldu.

Isıtma tesisatı tamamlandıktan sonra klima-havalandırma tesisatına geçildi. Klima havalandırma tesisatı altı bölümde oluşturuldu. Bu bölümler; ıslak hacimlerin, mutfakların, sığınak alanın, beden eğitimi salonunun, çok amaçlı salonun havalandırması ve çok amaçlı salona klima tasarımı yapılmasıdır. Havalandırma tesisatında, tüm mahali havalandırabilecek hatlar oluşturuldu. Bu hatlar üzerinde gerekli noktalarda (emme veya üfleme) menfezleri yerleştirildi. Bu alanlar sayesinde hava tahliyeleri yapıldı. Hava tahliyelerini güçlendirmek için (baca, fan, aspiratör, hava santrali, vb.) mekanik ekipmanlar kullanıldı. Islak hacimlere yakın noktalarda şaftlar tasarlanmıştı. Islak hacimlerde yapılan havalandırma tesisatının ihtiyaç duyduğu baca bağlantısı, bu şaftlardan yapıldı. Mutfaklarda yapılan havalandırma tesisatının ihtiyaç duyduğu menfezler, konumuna göre cephelerde veya şaftlarda tasarlandı. Bodrum katta bulunan alanların havalandırma işlemi için kuranglezlere ihtiyaç duyuldu. Mimari ve statik ekiple koordineli şekilde kuranglez tasarımı yapıldı. Bodrum kat alanları kuranglezler ile havalandırıldı. Çok amaçlı salonun havalandırma ve klima tasarımı yapıldı. Kullanıcı sayısı hesabı ile klima menfezleri yerleştirildi. Klima dış üniteleri (VRF tip klima üniteleri) çatı kaplaması üzerinde tasarlandı. Statik elemanlarla (kolon, kiriş, perde duvar, vb.) kesişmeler, çizim üzerinden kontrol edildi. Hesaplamalar (ısı geri kazanım hesabı, VRF hesabı, elektrik yükü hesabı vb.) yapıldı. Havalandırma-klima tasarımında kullanılan ekipmanlar (kanallar, fanlar, santraller vb.) ve ekipman bilgileri (çapları, isimleri, güçleri, tipleri, detayları, vb.) çizimde belirtildi. Havalandırma-klima tasarımının kolon planı (tesisatın genel kesiti) çizildi. Havalandırma-klima tasarımı geleneksel çizim listesinde tamamlanmış oldu.

Çalışmanın BIM sisteminde, mekanik proje aşamasını tamamlamak için aşağıdaki aşamalar takip edilmiştir:

Mekanik disiplin projelendirme işleminde BIM sisteminde ilk olarak sıhhi tesisat tasarımı yapıldı. Mimaride sıhhi tesisat tefrişlerinin olduğu noktaları besleyebilecek devreler kurulmaya başlandı. Mahallerde tesisat alt sınırları belirlendi. Tesisat tasarımları genel olarak (tesisat güzergahındaki en derin kiriş kotundan başlayarak)

%1 eğim ile ulaşabileceği alt sınırlar (asma tavan gibi yapı elemanları) dikkate alınıp yapıldı. Tasarım aşamasında mekanik ve elektrik disiplinlerin ihtiyaç duyacağı şaftlar oluşturuldu. Şaftlar teshin merkezinden başlayıp baca ile çatıya ulaştırıldı. Şaftlara her katta koridordan ulaşım sağlandı, yapım ve tadilat işlemleri kolaylaştırıldı. Tesisat tasarımında bu şaftlar merkez kabul edilerek tasarım yapıldı. Sıhhi tesisat işlemleri bittikten sonra model üzerinde çakışma testleri yapıldı. Çıkan sorunlar, (disiplinler arası yetki sınırlarında) alınan ortak kararlar ile çözümlendi. Hesaplamalar (hidrofor hesabı, pompa hesabı, vb.) yapıldı. Tesisatta kullanılan ekipman bilgileri (çapları, isimleri, bağlantı detayları, vb.) çizimde parametrik elemanlar ile belirtildi. Sıhhi tesisat kolon şemaları model tarafından oluşturuldu (Şekil 4.31).



Şekil 4.30. BIM sisteminde ıslak hacim pis su tesisatının bir bölümü.

Model üzerinde sıhhi tesisat tasarımı yapıldıktan sonra, ısıtma tesisatı tasarımı yapılmaya başlandı. Mahallerin ısıl hesapları ve analizleri yapıldı. Analizler doğrultusunda ısı köprüsü olan yerler üzerinde mimari disiplin ile revize işlemleri yapıldı. Rüzgar ve ısı analizleri sonucunda en verimli yerleşim taslak halinde yapılmıştır. Isıtma tesisatı ekipmanları (radyatör, kazan vb.) yerleşimi yapıldı. Hesaplamalar ile ekipmanların bağlantısını ve beslenmesini sağlayacak tesisat tasarımı

yapıldı. Her katta ısıtma tesisatının dağılım merkezleri yönetmelikler doğrultusunda oluşturuldu. Hesaplama ve tesisat işlemlerinden sonra tekrar ısı analizi yapıldı. Isıl kaçakların oluşabileceği noktalar ve homojen ısıtma oluşmamış mahallerde düzenlemeler yapıldı. Çakışma testleri yapıldı ortaya çıkan problemler çözüldü.

Bu süreçten sonra klima ve havalandırma tesisatı çalışmaları başladı. Havalandırma tesisatı yönetmelik gereğince her mahalde bulunmak zorunda değildir. Havalandırılması zorunlu olan bazı mahaller; sığınak, beden eğitimi salonu, konferans salonu, tuvaletler, mutfaklar ve kantinlerdir. Bu alanlarda kullanılan ekipmanlara ve alanların duvar açıklıklarına göre hesaplamalar yapılmaktadır. Örneğin; beden eğitimi salonu projede bodrum katta tasarlanmıştır. Kuranglezler ile bu alana doğal hava ve ışık ulaşmaktadır. Kuranglezlerin, ihtiyaç duyulan hava döngüsünün ne kadarını sağlayabileceği hesaplandı. Hesabın eksik kısmı klima sistemleri ile sağlandı. Havalandırma işlemlerinde tuvaletlerin havalandırmasında merkezi şaftlar ve pencereler kullanıldı. Baca tipi fan kullanıldı. Mutfak havalandırmaları vakum elemanına en yakın duvarda menfez açılarak cepheden sağlandı. Cephe tipi fanlar ile çözüldü. Çok amaçlı salonda uygulanan havalandırma işlemi VRF sistemi ile düzenlendi. Hem ısıtma hem soğutma sayesinde sıcaklık sabit tutuldu. İhtiyaç duyulan üniteler çatı örtüsü üzerinde kuruldu.

Yangın sistemi tasarlanırken tüm disiplinlerin uyması zorunlu olan 27344 numaralı ‘’Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik’’ dikkate alındı. Koridor mesafeleri, acil durum aydınlatma gereklilikleri, yangın dolabı yeri ve özellikleri gibi maddeler bu yönetmelik şartlarını sağlayacak şekilde çözüldü.

Bu kapsamda mekanik disiplin, ulaşımı ve kullanımı kolay olacak şekilde yangın dolabı yerini ve özelliklerini hesapladı. Bu noktaların beslenmesi iki şekilde sağlandı. Birincisi teshin merkezinde kurulan su depolarıdır. Yapılan hesaplar sonucunda su ihtiyacının 42 m^3 olduğu belirlendi. Yapı bünyesinde su deposu aktif kullanılarak suyun beklemesi sonucunda oluşabilecek problemler ortadan kaldırıldı. İkinci yöntemde ise bu hatlara yapı cephesinden itfaiye arabasının bağlanabileceği çift taraflı vanalar yerleştirildi.

Tüm mekanik tasarımlar ve hesaplar tamamlandıktan sonra enerji analizleri tekrar yapıldı. Fazla veya eksik yükleme yapılan yerler düzenlendi. Mekanik disiplin ve mahal ihtiyaçları uyumsuzluğu ortadan kaldırıldı.

Statik elemanlar ile 243 adet çakışma problemi bulundu. Ortak kararlar doğrultusunda tüm problemler çözümlendi. Bu durumda çalışma bünyesinde mimari, statik ve mekanik; tasarımları ve hesapları bulunduran, birbiri ile uyumlu bir model haline getirildi.

Mekanik proje çizim aşaması tamamlandı. Bu aşamada BIM sürecinin geleneksel çizim süreci ile karşılaştırılması aşağıda yapılmıştır (Şekil 4.32).

Geleneksel çizim sürecinde mekanik projelerin tasarımı, iki boyutlu bağımsız çizimler ile yapılmaktadır. Projelerde kullanılan çizimler ve bilgilendirmeler manuel olarak işlenmelidir. Bu işlemler hata yapılma ihtimalini arttırmaktadır. Hesaplamalar için gerekli veriler projeden alınmalı ve hesap arayüzlerine işlenmelidir. Proje çizim standartları doğrultusunda oluşturulan çizimler (kolon şeması, bağlantı detayları, vb.) manuel olarak yapılmaktadır. BIM sisteminde ise paftalar, oluşturulan model üzerinden alınmaktadır. Paftalarda ekipmanlar bulunmaktadır. Parametrik bilgilendirme elemanları eklenerek çizim tamamlanır. Hesaplar için gerekli veriler projeden otomatik olarak alınır. Proje çizim standartları doğrultusunda gerçekleştirilen çizimler (kolon şeması, bağlantı detayları, vb.) otomatik olarak oluşturulur. Bu durum hata yapılma ihtimalini azaltır. Taraflar arasında oluşabilecek anlaşmazlıkların önüne geçer. Zaman ve enerji konusunda kazanç sağlar.

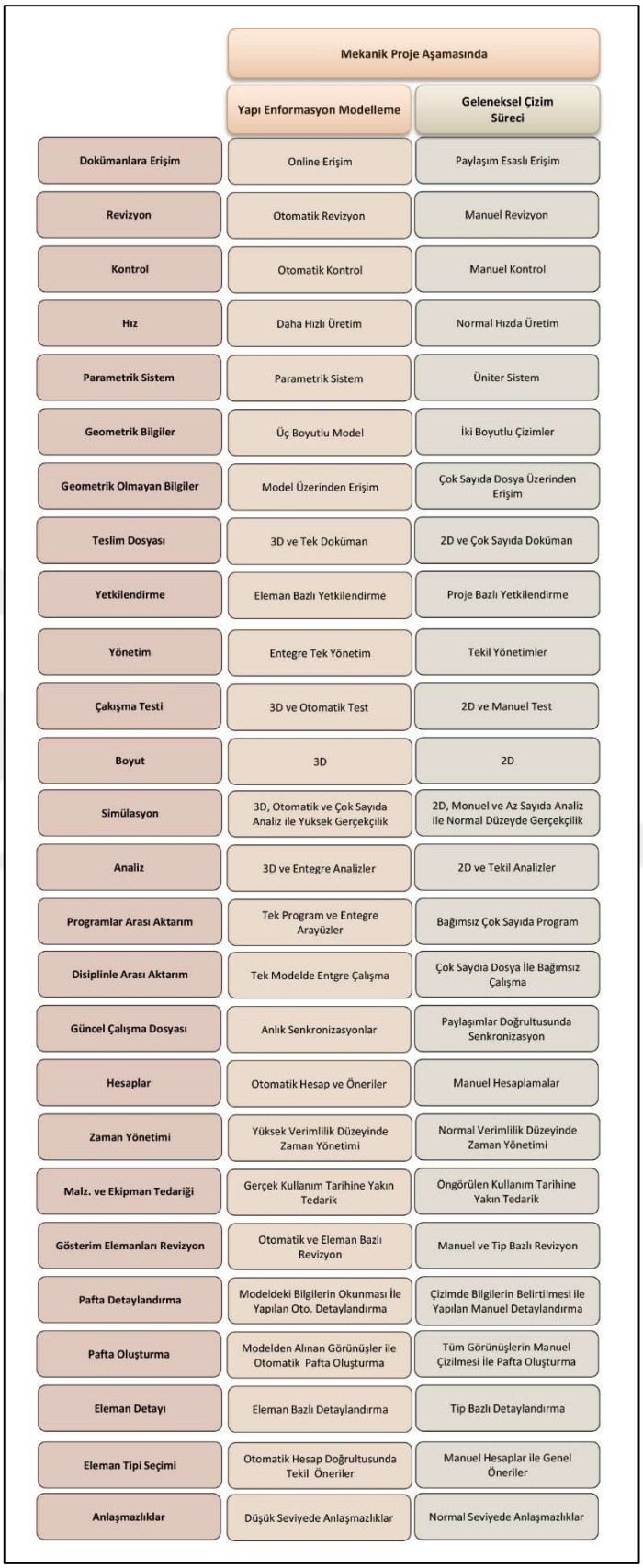
Geleneksel çizim sürecinde mekanik tasarım, tasarımcının hesap ve algıları doğrultusunda oluşmaktadır. Homojen mahaller için ısıtıcı yerleştirilecek noktalar, klima yerleşiminde verimli noktalar, fan gücü hesapları gibi konularda tasarımcının deneyimi en önemli tasarım girdisidir. BIM sisteminde ise en önemli tasarım girdisi analizlerdir. Yapılan analizler doğrultusunda, verimli tasarımlar yapılabilir. Bu durum deneyimsizlikten kaynaklanan problemleri azaltmaktadır. Taraflar arasında anlaşmazlık durumlarını nesnel analizler en aza indirmektedir.

Geleneksel çizim sisteminde tasarım iki boyutlu çizimlerin birleştirilmesi ile gösterilmektedir. Tüm disiplinler projelerini birbirinden bağımsız paftalarda

göstermektedir. Bu neden ile disiplinler arası çakışma durumu oluşmaktadır. Plan düzleminde yapılan süperpozeler ile bu durum azaltılmaya çalışılmaktadır. Bu durum, iş yükü ve taraflar arasında anlaşmazlık durumu oluşturmaktadır. BIM sisteminde ise ortak model üzerinde çalışma yapılmaktadır. Mimari avan model oluşturulduktan sonra sisteme yüklenmekte ve diğer disiplinler çalışmalara başlamaktadır. Bu sayede disiplinler, yapacakları işlemlerde diğer disiplinleri nasıl etkilediklerini daha iyi görebilmektedirler. Bu durum uyuşmazlık ve anlaşmazlıkları azaltmaktadır.

Geleneksel çizim sürecinde yapılan süperpoze işlemleri, öncelikle disiplinlere ait iki boyutlu çizimlerin yapılması ile disipline ait uyumlu projelerin oluşturulmasıdır. Daha sonra disiplinler arası süperpoze işlemleri yapılır. Disiplinler arası uyum sağlanmış bir proje tamamlanmış olur. İki boyutlu çizimler ile yapılan süperpozelerde, tanımlanmayan alanlarda oluşacak hatalar görülememektedir. Çok sayıdaki süperpoze işleminin kullanıcılar tarafından yapılması sonucunda hatalar oluşabilmektedir. BIM sisteminde ise, süperpoze işlemi model üzerinde yapılmaktadır. BIM programlarında kullanılan çakışma testleri sayesinde, yapının tüm noktaları incelenmektedir. Bu durum sayesinde yapım aşamasında karşılaşılacak problemler büyük ölçüde azaltılmaktadır. Bu duruma ek olarak, projelerdeki çatışma testleri programlar tarafından tamamlanmaktadır. Bu sayede kullanıcılara zaman ve enerji tasarrufu sağlamaktadır.

Bu duruma ek olarak; BIM sisteminde, mimari avan proje çizimi sonrasında diğer, disiplinler projeye eş zamanlı katılır. Geleneksel çizim sürecinde ise öncelikle mimari proje tamamlanmalıdır. Mimari proje doğrultusunda statik proje tamamlanmalı ve süperpozeler yapılmalıdır. Mimari ve statik uyumlu çalışma, mekanik disiplinle paylaşılmalıdır. Mekanik disiplin, kolon, kirişler ve duvarlar gibi elemanlar doğrultusunda tasarımını yapmalıdır. Tekrar mimari ve statik projeler ile süperpozeler yapılmalı ve üç disiplin tarafından kontrolleri (iki boyutlu çizimler ile) yapılan bir çalışma elde edilmelidir. Bu süreci diğer disiplinlerde takip etmelidir. Geleneksel çizim sürecinde izlenen bu yöntem sonucunda; disiplinler birbirini bekledikleri için zaman kayıpları olması, her disiplin çalışmasını yaptıktan sonra süperpozelerin tekrar yapılması, disiplinler arası etkileşimlerin tam olarak algılanmaması gibi problemler oluşmaktadır. Bu durum uyuşmazlık ve anlaşmazlıkları arttırmaktadır.



Şekil 4.31. Mekanik Proje Sürecinde, Yapı Enformasyon Modelleme ve Geleneksel Çizim Sistemi Karşılaştırması.

Mekanik proje iki sistemde, diğer disiplinler ile uyumlu olacak şekilde tamamlandı. Geleneksel çizim sürecinde, projeler ve yükler elektrik disiplinine gönderildi. Elektrik disiplini, yapının ihtiyaç duyduğu yükler doğrultusunda çalışmalara başladı.

4.2.7.Elektrik projesi süreci

Elektrik disiplini altında yedi adet proje tasarımı yapıldı. Bunlar; aydınlatma tesisatı, priz tesisatı, mekanik (kuvvet) tesisatı, yangın tesisatı, paratoner tesisatı, zayıf akım tesisatı, kuvvetli akım tesisatıdır.

Çalışmanın geleneksel çizim sürecinde, mimari projenin plan aşamasını tamamlamak için aşağıdaki aşamalar takip edilmiştir:

Tasarıma aydınlatma tesisatı ile başlandı. Mimari proje sürecinde (elektrik projesi tamamlandıktan sonra düzenlenmek üzere) aydınlatma elemanlarının yerleşimi yapılmıştı. Mahallerin ihtiyaç duyduğu ışık şiddeti metrekareler doğrultusunda hesaplandı. Hesaplar doğrultusunda aydınlatma elemanları revize edildi.

Bu işlemden sonra mimari (akıllı tahta, bilgisayarlar vb.), elektrik (ses ve görüntü merkezleri vb.) ve mekanik (yangın, ısıtma ve sıhhi ekipmanları vb.) disiplinlerin kullanacağı ekipmanların yerleşimleri yapıldı. Bu ekipmanların besleneceği priz ve ups tesisatı işlemi doğrultusunda enerjiye ihtiyaç duyulan tüm noktalar belirlenmiş oldu.

Yönetmelikler gereğince ve idarenin istekleri doğrultusunda zayıf akım (telefon, data, televizyon, cctv, hırsız alarm, ses yayın, yangın algılama ve ihbar) tasarımına başlanıldı. Kullanılacak ekipmanlar ve yerleşimleri belirlendi.

Elektriğe ihtiyaç duyulan noktalar belirlendikten sonra, bu noktaların beslenmesine başlandı. Elektrik tesisatı bodrum katta bulunan elektrik odasında başladı. Bu alanda, elektrik tesisatını oluşturan alt projelerin hepsi için panolar oluşturuldu. Bu panoların merkezi şebeke ile bağlantısı yapıldı. Bu panolardan bazılarının acil durumlarda kullanılması gerekmekteydi. Bu panolara, ikinci bir hat olarak jeneratörden besleme sağlandı. Bu durumda yapının elektrik merkezi olan odanın, enerji bağlantısı yapılmış oldu. Enerji odasına bağlı elektrik şaftı ile, panoların tüm katlara ulaşımı sağlandı. Dikey taşınım şaftlarla sağlanırken, yatay taşınım için tavalara ihtiyaç duyuldu. Kat

planlarında ihtiyaç duyulan noktalara göre tava yerleşimleri yapıldı. Sonuç olarak, elektriğe ihtiyaç duyulan noktalar ile panoların bağlantısı, şaftlar ve tavalar kullanılarak yapıldı.

Yapıda kullanılan ekipman ve tefrişlerin elektrik yükleri hesaplandı. Bu hesaplamalar doğrultusunda besleme hatlarının güçleri belirlendi. Yönetmelikler gereğince gerilim düşüm hesapları yapıldı.

Elektrik disiplinine bağlı tüm projeler farklı paftalarda tasarlandı. Tüm paftaların bağlantı detayları projelendirildi. Statik elemanlarla (kolon, kiriş, perde duvar, vb.) kesişmeler, çizim üzerinden kontrol edildi. Hesaplamalar (geri düşüm, besleme hesapları) yapıldı. Elektrik tesisatında kullanılan ekipmanlar (kablolar, tavalar, linyeler, vb.) ve ekipman bilgileri (çapları, kalınlıkları, bağlı oldukları pano, vb.) çizimde belirtildi. Kolon şeması (elektrik tasarımının genel kesiti) çizildi. Kolon şeması (elektrik tasarımının genel kesiti) çizildi. Elektrik projesi tamamlandı.

Çalışmanın geleneksel çizim sürecinde, tüm disiplinler tarafından tasarımları tamamlanmış ve çakışma testleri iki boyutlu çizimlerde yapılarak problemler azaltılmaya çalışıldı. Bu aşamadan sonra istenilen detaylar, çizimler referans alınarak çizilerek oluşturuldu. Detay projeleri tamamlandıktan sonra idareye teslim edilmek üzere dijital ve hardcopy veriler toplandı. Teslimler standartlar doğrultusunda başarılı bir şekilde tamamlandı.

Çalışmanın BIM sisteminde, elektrik projesini tamamlamak için aşağıdaki aşamalar takip edilmiştir:

Tasarıma aydınlatma tesisatı ile başlandı. Mahallerin ihtiyaç duyduğu ışık hesapları işlendi. Yapıda kullanılan açıklıklar ve mahalde kullanılan renkler hesaba katılarak ihtiyaç duyulan ışık miktarı analiz edildi. Kocaeli İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nün kullandığı aydınlatma elemanlarının kartelası istenildi. Modele bu elemanlar eklendi.

Aydınlatma elemanların elde olan bilgileri (watt, lümen, cinsi, aydınlatma türü, kullanım ömrü, garanti süreci vb.) eklendi. Analizler eğitim saatleri ve orta derecede yansıtma yüzeyleri baz alınarak yapıldı. Mahallerin en verimli şekilde aydınlatılması sağlandı.

Aydınlatma işleminden sonra yönetmelikler gereğince ve idarenin istekleri doğrultusunda zayıf akım (telefon, data, televizyon, cctv, hırsız alarm, ses yayın, yangın algılama ve ihbar) tasarımına başlanıldı. Kullanılacak ekipmanlar ve yerleşimleri belirlendi. Tasarımlar ilerledikçe ekipmanlar ve merkezler oluşturuldu.

Bu işlemden sonra mimari (akıllı tahta, bilgisayarlar vb.), elektrik (ses ve görüntü merkezleri vb.) ve mekanik (yangın, ısıtma ve sıhhi ekipmanları vb.) disiplinlerin kullanacağı ekipmanların yerleşim tasarımı yapıldı. Bu ekipmanların besleneceği priz ve ups tesisatı işlemi doğrultusunda enerjiye ihtiyaç duyulan tüm noktalar belirlenmiş oldu.

Bu noktaların ihtiyaçlarını karşılamak için merkezden başlayarak tüm noktalara ulaşan kuvvetli ve zayıf hatlar oluşturuldu. Bodrum katta elektrik odası merkez kabul edildi. Şebekeden gelen enerjinin dağılım (kuvvetli, zayıf, yangın vb.) panoları burada yerleştirildi. Elektrik odasından başlayıp çatıya kadar ulaşan elektrik şaftı ile tüm katlara ulaşım sağlandı. Şaft koridordan erişim sağlanabilecek şekilde tasarlandı. Panolardan çıkan kablo tavaları üzerinden katların ana besleyici hatları çekilmiş oldu. Ana hatlara kadar gelen enerjinin belirlenen noktalara ulaşımı sağlandı. Tesisatlar tamamlandıktan sonra panoların acil durumlar için jeneratör ile çift taraflı bağlantıları sağlandı.

Tüm tesisatlar tamamlandığında enerji geri dönüşüm analizleri yapıldı. Tesisatlar yönetmeliklere (pano besleme geri dönüşleri, yangın hesapları vb.) uygun olacak şekilde en verimli hale getirildi. Bu işlemden sonra çakışma testleri yapıldı. Toplamda 281 adet çakışma tespit edildi. Problemler ortadan kaldırıldı.

İşlemler bittiğinde tüm disiplinler tarafından tasarımları tamamlanmış ve çakışma testleri yapılarak problemleri minimum düzeye indirilmiş bir model oluşturuldu. Bu aşamadan sonra istenilen detay ve uygulama paftaları model üzerinde görünüşler açılarak oluşturuldu. Detay projeleri tamamlandıktan sonra idareye teslim edilmek üzere dijital ve hardcopy veriler toplandı.

Projeler BIM ortamında tamamlandı. İdarenin kontrollerini CAD ortamında yapması ve çıktı işlemleri yapan firmaların (Kocaeli bölgesinde) CAD ile çalışması nedeni ile projelerin CAD ortamına aktarımı sağlandı. Programlar arası dönüşüm işlemlerinde

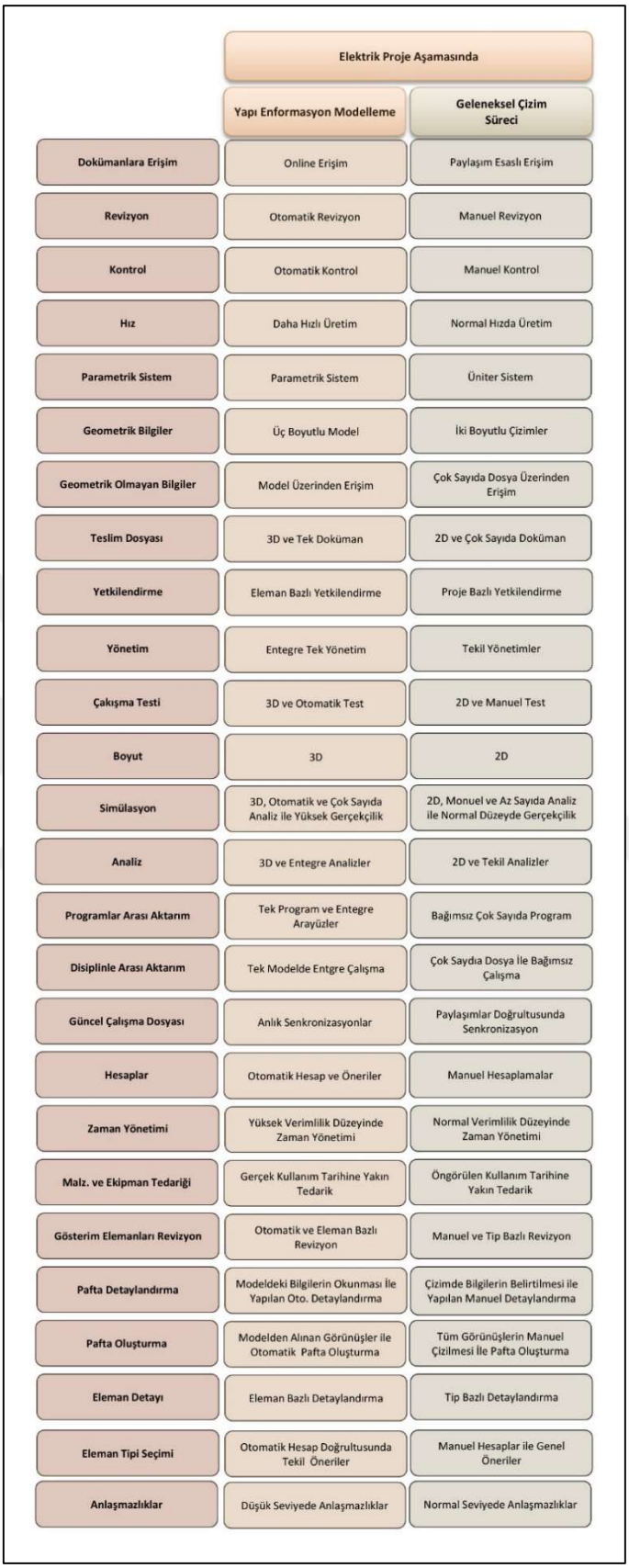
ortaya çıkan problemler (kirli çizim, format hataları vb.) çözüldü. İdareye projenin CAD ve BIM ortamında dijitalleri ve çıktıları teslim edildi. BIM 360 programı ile sahada kontrol ve raporlama işlemleri için veriler ve tablolar düzenlendi. Projeden sorumlu mimar ve mühendislere bilgi verildi.

Elektrik proje çizim aşaması tamamlandı. Bu aşamanın, BIM sürecinin geleneksel çizim süreci ile karşılaştırılması aşağıda yapılmıştır (Şekil 4.33)

Geleneksel çizim sürecinde çizilen elektrik projeleri iki boyutlu ve birbirinden bağımsız projelerdir. Projelerin kendi aralarında ve diğer disiplinler ile çakışma tespitleri süperpoze işlemi yapılarak belirlenebilmektedir. Çakışma testi iki boyutlu paftalarda ve manuel olarak yapıldığı için hata yapılmasına olanak sağlamaktadır. BIM siteminde ise üç boyutlu ve tek bir model üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. Bu sayede tasarım esnasında hata yapılması azaltılır. Çakışma testleri ile bu durum otomatik olarak tespit edilir.

Geleneksel çizim sürecinde tesisatlar belirli hesaplamalar (ışık şiddeti hesabı, geri düşüm hesabı vb.) yapılarak çizilmektedir. Bu hesaplamalar lokal olarak yapılmaktadır. Bu nedenle yapının geneline hitap etmemektedir. BIM sisteminde yapılan analizlerde, programlar tarafından bütün alanların analizleri yapılabilmektedir. Bu sayede uygulanacak işlem, genel hesap baz alınarak değil uygulama alanına ait analizler baz alınarak yapılmaktadır. Bu durum daha verimli ve kullanışlı alanların oluşturulmasını sağlamaktadır.

Proje sürecinde çizilmesi gereken paftalar her defasında manuel olarak düzenlenmelidir. Tesisat çizimi tamamlandıktan sonra, gösterim elemanları ve bilgiler manuel olarak eklenmelidir. BIM siteminde ise modeli oluşturulan çalışmaların paftaları model üzerinden alınmaktadır. Modelde kullanılan parametrik verileri gösteren elemanlar program tarafından yerleştirilmektedir. Geleneksel çizim sürecinde oluşturulması gereken ek paftalar (kolon şeması, pano besleme detayları, bağlantı detayları vb.) manuel olarak çizilmesi gerekir. BIM sisteminde ise bu çizimler program tarafından oluşturulur. Bu durum tasarımcılara zaman ve enerji kazancı sağlamaktadır.



Şekil 4.32. Elektrik Projesi Sürecinde, Yapı Enformasyon Modelleme ve Geleneksel Çizim Sistemi Karşılaştırması.

Dördüncü bölüm kapsamında, bir çalışmanın geleneksel çizim sürecinde ve BIM sürecinde proje süreci tamamlandı. Karşılaşılan sorunlar ve çözümleri incelendi. Sistemler arasında karşılaştırmalar aşama aşama yapıldı. BIM sisteminin avantajları belirtildi. Çalışmanın devamında, yapım projelerinde karşılaşılan problemler ve bu problemlere karşı BIM sisteminin avantajları incelenmiştir.

5.YAPIM PROJELERİNDE BIM KULLANIMININ UYUŞMAZLIKLAR ÜZERİNE ETKİLERİ ve KOCAELİ M.E.B. BAŞİSKELE BARBAROS İLKOKULU ÖRNEĞİ ÜZERİNDE İRDELENMESİ

5.1.Yapım Projelerindeki Uyuşmazlıklar

Carmichael (2002), sözleşme ve şartnamelerin oluşturulduğu süreçte detay seviyesi yüksek projeler yapılsa da yapım sektörü bünyesinde çok fazla paydaş bulundurduğu ve her çalışma özgün bir eser olduğu için, süreçte karşılaşılacak her durumun öngörülmesinin mümkün olmadığını belirtmiştir. Taraflar arasında öngörülmeyen bu noktalar ve sözleşme maddelerinin farklı bakış açıları ile yorumlanmasından kaynaklı problemler oluşabilmektedir. Katılımcılar arasında oluşacak bu problemlerin çözülememesi durumlarında proje zarar görebilir hatta iptal edilebilir. Uyuşmazlıkların ve anlaşmazlıkların yapı sektörünün birer parçası olduğu ve başarılı ilerleyen projeleri başarısızlığa düşürecek kadar tehlikeli oldukları ifade edilmiştir (Carmichael, 2002).

Benzer olarak Aibinu ve Odeyinka (2006), yapım projeleri bünyesinde farklı disiplinlere mensup katılımcıların bulunduğunu ve bu katılımcılar arasında bakış açıları, öncelikleri ve çıkarları bakımından farklılıklar olduğunu belirtmiştir. Bu çok disiplinli çalışmada ortaya çıkacak problem çözümlerinin, her katılımcıya oluşturduğu zararlar (para, zaman, kalite vb.) doğrultusunda önemli olduğu belirtilmiştir (Aibinu & Odeyinka, 2002).

Jahren ve Dammeier (1990), Washington'da 10 yüklenici, 10 tasarımcı ve 10 avukat ile yaptıkları çalışmada uyuşmazlık ve anlaşmazlık nedenlerini gözlemlemişlerdir. Gözlemler sonucuna göre uyuşmazlıkların ana nedenleri; ön görülmeyen sorunlar, adaletsiz risk dağılımları, proje yönetiminin kötü olması, koordinasyonun zayıf olması, ekonomik problemler, zaman yönetiminden kaynaklanan problemler olarak ifade edilmiştir. (Jahren & Dammeier, 1990).

Heath ve diğ. (1994), yaptıkları araştırmalarda uyuşmazlık nedenlerini; sözleşme ve şartname yetersizlikleri, projede yapılan değişiklikler, paydaşlar arasındaki iletişim sorunları, ödemelerden ve finansmandan kaynaklanan sorunlar olduğu sonucuna varmışlardır (Heath, Scott, & Boyland, 1994)

Rhys Jones (1994), yaptığı çalışmada anlaşmazlıkları 10 ana nedene bağlamıştır. Karşılaşılan bu problemlerin; proje yönetiminden, kültürel etkilerden, finansal koşullardan, ihale sürecinden, hukuki işlemlerden, sözleşmelerden, gerçekçi olmayan beklentilerden, proje tasarımından ve paydaşların iş gücünden kaynaklandığını belirtmiştir (Jones ve diğ., 2009).

Bristow ve Vasilopoulos (1995)'e göre ise beş ana problem kaynağı vardır ve bunlar: gerçekçi olmayan beklentiler, yoruma açık sözleşme maddeleri, koordinasyon ve iletişim problemleri, etkili ekip çalışmasının oluşturulamaması ve projede yapılan revizeler olarak tanımlanmıştır (Bristow & Vasilopoulos,, 1995).

Daoud ve Azzam (1999), Ortadoğu'da yapım projelerinde karşılaşılan uyuşmazlık problemleri üzerine yaptıkları çalışmada belirtilen nedenler: Meslek ve dil eğitimlerinde yeterli seviyedeki katılımcıların olmaması, sözleşme maddelerinin farklı anlaşılması, proje üzerinde değişiklikler yapılması, kanun ve yönetmeliklerde sık değişiklikler olması, farklı kültürlerden gelen paydaşların birbirleri ile uyum sağlayamamasıdır (Daoud & Azzam, 1999).

Chan ve Suen (2005), Çin yapım sektöründe yaptıkları araştırmada uyuşmazlık nedenlerini; sözleşmeden, kültürel nedenlerden ve yasal açıdan kaynaklanan problemler olarak üç ana başlıkta incelemişlerdir. İş tanımındaki belirsizliklerin paydaşlar arasında yetki ve sorumluluk karışıklıklarına neden olduğunu belirtmişlerdir (Chan & Suen, 2005).

Arditi ve diğ. (1985), Türkiye'de kamu yapı projeleri üzerine araştırmalar yapmış ve projelerde görülen problemlerin ana nedenlerini: malzeme gecikmesi, ödeme işlemlerinin gecikmesi, alınması gereken izinler ve çevre koşulları olarak tanımlamıştır (Arditi ve diğ., 1985).

Türk (2005), yapım projelerinde uyuşmazlıklar üzerine yaptığı bir araştırmada, uyuşmazlık kaynaklarını; sözleşme, proje teslim usulü, yapı tasarımı, katılımcı faktörü, koordinasyon, ekip çalışması, piyasa dalgalanmaları, siyasi ve ekonomik şartlar olarak belirtmiştir (Türk, 2005).

Eken (2005), yapım projelerinde yargıya giden ve bu yolla çözülen anlaşmazlıklar üzerine yaptığı araştırmasında, uyuşmazlıkların nedenlerini; mali anlaşmazlıklar, tamamlanmamış sözleşme ve şartname maddeleri, proje tesliminde gecikmeler, idari izinler, çevresel faktörler olarak belirtmiştir (Eken, 2005).

Çamcı (2008), yapım projelerinde kamu ve idarelerde ortaya çıkan anlaşmazlıkları ve verilen kararları incelemiştir. İncelemeler sonucunda projelerde karşılaşılan sorunları; teslim sürecindeki gecikmeler, imalat maliyetleri, hak edişlerin tamamlanmaması veya ödemelerin yapılmaması olarak tanımlamaktadır (Çamcı, 2008).

Yapılan literatür araştırmaları sonucunda yapım projelerinde karşılaşılan başlıca anlaşmazlık ve uyuşmazlıkları;

- Sözleşmelerden kaynaklanan,
- Tarafların tecrübesizliğinden kaynaklanan,
- Taraflar arasındaki iletişimden kaynaklanan,
- Beklentilerden ve risklerden kaynaklanan,
- Tasarım hatalarından kaynaklanan,
- Maliyetten kaynaklanan,
- Kültürel farklılıklardan kaynaklanan,
- Hukuksal nedenlerden kaynaklanan uyuşmazlıklar şeklinde sıralanabilir.

5.2.Yapı Enformasyon Modellemenin Sözleşme Maddeleri ve Dokümanlarından Kaynaklanan Uyuşmazlıklar ve Bunlar Üzerindeki Etkileri

Sözleşmeler, projedeki katılımcıların yetki ve sorumluluklarının tanımlandığı, tarafları hukuki açıdan bağlayıcı nitelikli belgelerdir. Sözleşmelerde belirtilen bu yetki ve sorumlulukların yeterli şekilde tanımlanmaması durumlarında uyuşmazlıklar ortaya çıkmaktadır. Sözleşmeyi oluşturan maddeler ve şartname eklerinin yeterince açıklanmaması durumunda, imalatların beklenilen kalite ve standartları

sağlayamaması durumlarında anlaşmazlık ve uyuşmazlıklar ortaya çıkmaktadır. Yurtiçi ve yurtdışı literatür araştırmalarında en büyük uyuşmazlık nedeninin sözleşmelerden kaynaklandığı görülmektedir.

Yapı enformasyon modelleme kullanılarak sözleşmelerde imalatların özellikleri (yapılış teknikleri, kullanılan materyalleri, süreci, maliyeti vb.), iki boyutlu çizimler ile değil; üç boyutlu modeller ile sağlanmaktadır. Bu sayede sözleşmede üçüncü boyutta daha detaylı tanımlamalar yapılmak suretiyle uyuşmazlıkların minimuma indirilmesi hedeflenmektedir.

İncelenen projede, geleneksel çizim sürecinde oluşturulmuş çalışmada, şartnamelere uygun elemanlar (kapı, pencere, sabit tefriş, vb.) ve materyaller iki boyutlu olarak eklenmiştir. BIM sisteminde oluşturulan çalışmada, tüm duvar özellikleri (iç, dış, kalınlık, materyal vb.), kapı, pencere, vb. yapı elemanlarının modelleri kütüphaneye eklenmiştir. Bu modeller şartnameler ve (varsa) yönetmelikler doğrultusunda hazırlanmıştır. Model bünyesinde; şartname dokümanları, (varsa) ilgili yönetmelik maddeleri, materyal bilgileri gibi bilgiler bulunmaktadır. Bu durum BIM sisteminde oluşturulan kütüphane ve çalışma ortamının, geleneksel çizim sürecinde hazırlanan çalışmalardan daha fazla bilgiye sahip olduğunu göstermektedir. Projelendirme sürecinde açıklanan nokta sayısı arttıkça, paydaşlar arasında daha gerçekçi sözleşmeler yapılabilmektedir. Bu durumda yaşanacak anlaşmazlıklar azalacaktır.

5.3.Yapı Enformasyon Modellemenin Tarafların Tecrübesizliğinden Kaynaklanan Uyuşmazlıklar ve Bunlar Üzerindeki Etkileri

Proje katılımcılarının, yeterince deneyimli olması yapım projelerinde önem arz etmektedir. Yeterli seviyede bilgi birikimine sahip olmayan katılımcılar; tasarım hataları, sürecin iyi yönetilememesi vb. problemlerin oluşmasına ortam oluşturabilirler. Bu mağduriyet durumu taraflar arasında anlaşmazlıklar ve uyuşmazlıklar meydana getirmektedir.

BIM; iki boyutlu çizimler ile tanımlama yerine model kullanan, materyalleri yazılar ve taramalar ile ifade etmek yerine arayüzler sayesinde malzeme bilgisine kadar görüntüleyen, maliyet ve süreç yönetimlerini programlayan bir sistemdir. Yapının dijital ortamda simülasyonu sayesinde bireylerin deneyim kazanmaları sahada değil,

dijital ortamlarda daha hızlı ve daha az maliyet ile gerçekleşecektir. Bu durumlar tecrübesizlikten kaynaklanan problemlerin azalmasına katkı sağlayacaktır.

İncelenen projede geleneksel çizim süreci, yapı paftalarının birleştirilmesi ile tanımlanmıştır ve belirtilmeyen alanlar bulunmaktadır. Belirtilmemiş bu alanların anlaşılması için tecrübe ve deneyime ihtiyaç duyulmuştur. Çalışmanın BIM sisteminde ise yapıya ait tüm noktaları içeren bir model oluşturulmuştur. Teslim paftalarında (kesitler veya detaylarda) tanımlanmamış alanlara, model üzerinden ulaşılır. Model referans alınarak oluşturulan paftalar arasında, uyumsuzluk durumu ortadan kalkmıştır. Bu durum deneyimsizlik nedeni ile oluşabilecek hataları ve taraflar arasındaki anlaşmazlıkları azaltmaktadır.

5.4.Yapı Enformasyon Modellemenin Taraflar Arasındaki İletişimden Kaynaklanan Uyuşmazlıklar ve Bunlar Üzerindeki Etkileri

Yapılan literatür araştırmaları sonucunda iletişim ve koordinasyondan kaynaklanan problemler ikinci büyük problem olarak belirtilmektedir. İletişimden kaynaklanan uyuşmazlıkların başlıca nedenleri: Yanlış anlaşılmalar, güncel olamayan veriler, katılımcıların istek ve ihtiyaçlarının tam olarak anlaşılamaması olarak belirtilebilir.

Yapı enformasyon modelleme kullanılan projelerde, bir bulut sistemi üzerinde model oluşturulabilir. Bu sayede katılımcıların her an güncel verilere ulaşımı sağlanabilir. Diğer katılımcıların ihtiyaçları, model ve nesneler kullanıldığı için daha net anlaşılabilir. Yapım sektörü çok disiplinli bir yapıya sahip olması nedeni ile imalatlar bazen bir disiplin sorumluluğunda (kullanılan tefrişler, mekanik ve elektrik ekipmanları vb.) olabilirken bazı durumlarda (kolon boyutları, sıhhi ekipmanlar, ısıtma elemanları vb.) ortak çalışma sonucunda üretilmekte ve yerleştirilmektedir. Yapı enformasyon modelleme sayesinde bu ihtiyaçlar detaylı şekilde belirtilebilir ve anlaşmazlıklar azaltılabilir.

İncelenen projede geleneksel sistemde, projedeki paydaşlar farklı programlarda (AutoCAD, Sta4CAD, vb.) ve birbirinden bağımsız dosyalarda çalışmıştır. Disiplinler arası uyumu sağlamak amacı ile uygulanan tüm değişikliklerden sonra disiplinler çalışmalarını süperpoze etmiş ve analizleri tekrar yapmıştır. Bu nedenle bazı noktalarda hatalar yapılmıştır. Fark edilen hatalar düzeltilmiştir. Çalışmada güncel

olmayan projeler üzerinden revize işlemleri yapılmıştır. Bu hata katılımcılara iş yükü oluşturmuştur. BIM sisteminde ise ortak bir model üzerinde çalışılmıştır. Disiplinler, hesaplamalar veya yapı elemanlarının tasarımı için farklı programlar kullanmışlardır. Fakat tüm bu veriler, ortak modele entegre edilmiştir. Bu sayede diğer disiplinler, yapılan çalışmalardan güncel olarak bilgi almışlardır. Değişikler sonucunda revize edilen alanların, bağlantılı elemanlar ile uyumu kontrol edilmiştir. Sistem tarafından yapılan kontroller ve revizeler hata yapılmasını azaltmıştır. Bu duruma ek olarak enerji ve zamanda tasarruf sağlanmıştır. Düzenli yapılan senkronizasyonlar sayesinde, güncel olmayan dokümanlardan kaynaklanan hataların önüne geçilmiştir.

Çalışmada, ortak modelde doğru şekilde yapılan yetkilendirmeler sayesinde disiplinler arası anlaşmazlık azaltılmıştır. Revizyonların, kim tarafından hangi tarihlerde yapıldığı bilgilerine ulaşılabilmektedir. Bu sayede, yapılan hatalar ve yanlış anlaşılmalar, kriz durumuna ulaşmadan taraflar arasında çözülebilmektedir.

İletişimin ve güncel veri kullanımının yüksek olduğu sistemlerde, anlaşmazlık ve uyuşmazlık oluşması durumu azaltılmaktadır. Yapılan işlem bilgilerinin (tarih, disiplin, kişi, vb.) dokümanları sayesinde, taraflar arasında mağduriyet durumu en aza indirilmekte ve problem çözümü daha hızlı yapılmaktadır.

5.5.Yapı Enformasyon Modellemenin Karşılanmayan Beklentiler ve Öngörülmeyen Problemlerden Kaynaklanan Uyuşmazlıklar ve Bunlar Üzerindeki Etkileri

Literatür araştırmaları yapıldığında işveren beklentilerinin karşılanmaması ve öngörülmeyen nedenlerden kaynaklı uyuşmazlıklar olduğu görülmektedir. Gerçekleştirilemeyecek isteklerin neden yapılamayacağı paydaşlara doğru bir şekilde anlatılmalıdır. Bu beklentilerin karşılanamama durumu projenin ileriki süreçlerinde mağduriyet oluşturmaması için yapılacak imalat, yetki ve sorumluluklar net bir şekilde tanımlanmalıdır. Tasarım sürecinde öngörülmeyen (topoğrafya yapısı, malzeme tedariki, uygulama hataları vb.) durumlardan dolayı çıkabilecek problemler belirlenirse, bu sayede mağduriyetler en aza indirilebilir.

Yapı enformasyon modelleme ile iki boyutlu çalışmalar yerini üç boyutlu modellere bırakmaktadır. Bu sayede katılımcılar yapıyı çizimlerin birleştirilmesi ile değil bir

model olarak tanımlayabilmektedirler. Bu durum yapının bütün olarak net bir şekilde anlaşılmasını sağlamaktadır. Bu sayede beklentiler, belirsizlikler ve riskler (çalışmanın detay seviyesi doğrultusunda) azaltılacaktır.

İncelenen projede, idareye toplamda on adet alternatif tasarım teslim edilmiştir. Geleneksel çizim sürecinde hazırlanan taslaklarda, planlar ve belirli noktalarda kesit çizimleri bulunmaktadır. BIM sisteminde oluşturulan taslaklarda, planlar kesitler, görünüşler, (tefriş yerleşimleri de dahil olmak üzere) üç boyutlu model, metraj listeleri bulunmaktaydı. Projeye dair daha çok bilgiye sahip olan BIM çalışmaları, sayesinde yapılması planlanan yapı, geleneksel çizim sürecinden daha net anlaşılıyordu. Bu durum, yanlış anlaşılmaların ve öngörülmeyen problemlerin azaltılmasını sağladı.

Bunlar dışında, idarenin tasarım sürecinde ek istekleri oldu. Bu isteklerin ne kadar uygulanabilir olduğu veya uygulanması durumunda ne gibi sonuçlar oluşturacağı model üzerindeki revizeler sayesinde idareye anlık olarak gösterildi. Bu durum sayesinde tarafların projeden beklentileri net bir şekilde ifade edildi ve kayıt altına alındı. Sonuç olarak, taraflar arasında oluşabilecek mağduriyet durumlarının en aza indirilmesi sağlanmış oldu.

5.6.Yapı Enformasyon Modellemenin Maliyetten Kaynaklanan Uyuşmazlıklar ve Bunlar Üzerindeki Etkileri

Maliyetlerden kaynaklanan problemlerin anlaşılması için literatür araştırması yapıldığında:

- Yaklaşık maliyet ile gerçek maliyet arasındaki farkın büyük olması,
- Hak edişlerin düzenli ve doğru şekilde yapılmaması,
- Sürecin iyi yönetilmemesinden kaynaklanan ekonomik problemler olması,
- Beklenmeyen durumların oluşturduğu mali yükler olması vb. nedenler ortaya çıkmaktadır.

Yapı enformasyon modelleme tasarım aşamasında (detay seviyesine bağlı olarak) daha sağlıklı ve hızlı maliyet hesaplamaları ile gerçek maliyet ve yaklaşık maliyet arasında oluşan mağduriyeti azaltmaktadır. Yapım sırasında hak edişlerin kullanılan programlar sayesinde doğru ve sistematik şekilde yapılması, süreç yönetiminin belirlenen

programlar ile kontrollü şekilde ilerlemesi sayesinde yüklenici ve işveren mağduriyetleri büyük ölçüde azaltılmaktadır.

İncelenen projede, geleneksel süreçte metraj çalışması projenin en sonunda tüm işlemler bittikten sonra oluşturulabilmektedir. Bu durum iş veren için problem oluşturabilmektedir. Sunulan alternatif projelerin (işlenen veriler düzeyinde) metraj ve maliyetlerinin oluşturulması, idarenin karar almasını etkileyen etkenlerden biri olmuştur. Taslak aşamasında oluşturulan maliyetler ile gerçek maliyetler arasında fark oluşacaktır. Bu süreçte sunulan maliyetlerin amacı, alternatifler arasında karşılaştırma yapılmasına yardımcı olmaktır. Geleneksel çizim sürecinde, taslak aşamasında maliyet karşılaştırması, tecrübeli paydaşlar ile öznel olarak yapılmaktadır. Bu belirsizlik durumu, taraflar arasında mağduriyet durumu oluşturabilmektedir.

Bu duruma ek olarak, proje sonunda hesaplanan maliyet hesabı tekrar yapılmaktadır. BIM'de hazırlanan maliyetler, geleneksel çizim sürecinde hazırlanan maliyetlerden gerçeğe daha yakın sonuçlar vermektedir. BIM sisteminde oluşturulan maliyetlerin; hızlı hesaplanma, otomatik olarak revize edilme, hata ihtimalinde azalma gibi avantajları vardır.

5.7.Yapı Enformasyon Modellemenin Tasarım Hatalarından Kaynaklanan Uyuşmazlıklar ve Bunlar Üzerindeki Etkileri

Yapım projelerinde tasarım sürecinde yapılan hatalar bağlantılı olarak bir hata zinciri oluşturmaktadır. Bu hatalar tasarım aşamasında, yapım aşamasında hatta kullanım aşamasında çözülebilmektedir. Hatanın geç safhalarda çözümlenmesi erken safhalara oranla daha fazla mağduriyet oluşturmaktadır. Bu mağduriyetlerin ortadan kaldırılması amacı ile tasarım hataları en aza indirilerek katılımcılar arasındaki uyuşmazlıklar azaltılmalıdır. Örneğin; mekanik şaft, katlar arası bir elemandır. Şaftlar bulundukları yere göre diğer disiplinlerin yapı elemanları (kirişler, döşemeler vb.) ile kesişebilirler. Bu kesişimde şaftta bulunan mekanik elemanlar (boru, kanal vb.) ile diğer disiplin elemanları (kiriş, döşeme, kablo bacası vb.) çakışabilir. Bu durumu çözebilmek için mekanik veya diğer disiplin elemanlarının yerinin veya boyutunun değiştirilmesi, bağlı olduğu mekanik veya statik tasarımın (kolon kiriş yerleşiminin veya mekanik tesisatın) tekrar yapılması gerekmektedir. Bu tasarımlara bağlı olarak ileriki adımların revize edilmesi ve çözümlenmesi gerekir. Bu çakışmanın

görülememesi durumlarında, daha önce yapılan işlerin revize edilmesi ve daha sonra yapılacak işlerin ise tekrar planlanmasını gerektirecek zincirleme hataların yapım aşamasında çözülmesi gerekir.

Yapı enformasyon modellemenin kullanılması ile model üzerinde binanın yapılabilirliği gerekli analizler ile (strüktür, rüzgar, maliyet, çakışma vb.) test edilebilir. Çok disiplinli yapıya sahip projelerde çakışmalar çözülerek saha aşamasında karşılaşılacak problemler azaltılmaktadır. Dijital simülasyonu yapılan yapının ortaya çıkan problemleri daha erken fark edilebilmekte ve çözümleme çalışmaları daha erken başlatılarak mağduriyetler azaltılmaktadır.

İncelenen projede, aynı çalışma geleneksel çizim sürecinde ve BIM sisteminde tamamlanmıştır. Bu çalışma sistemlerinin ikisi de çok disiplinli yapıya sahiptir. Her tasarımcı kendi disiplin sınırlarında projelerini tamamladı. BIM sisteminde bu çalışmalar model üzerinde, birlikte çalışabilirlik prensibine uygun yapıldı. Modeller sayesinde, çizimlerde karşılaşılabilen hatalar en aza indirildi. Parametrik modeller sayesinde, kullanılan küçük elemanların (donatılar, boru bağlantıları, vb.) özellikleri sisteme işlendi. BIM sisteminde, daha fazla bilgi ile oluşturulan tasarımlar, yapıyı etkileyen daha fazla faktör (ışık, deprem, diğer disiplinler ile çakışma, vb.) karşısında incelendi. Yapıyı etkileyen faktörlerin ve elemanların bilgileri arttıkça daha gerçekçi simülasyonlar yapıldı. Taslak sürecinde mekanların ışık analizleri, o mekanda kullanılan tefrişlerin ışığı yansıtma katsayıları hesaplanacak şekilde analiz edildi. Bu doğrultuda; aydınlatma elemanı ve pencere hesaplamaları yapıldı.

Bu duruma ek olarak, BIM sisteminde çakışma testleri yapıldı. Yapılan çakışma testleri sayesinde disiplinler arası uyuşmazlıklar giderildi. Yapım sürecinde karşılaşılacak olan hata noktaları, program tarafından proje sürecinde tespit edildi ve koordineli bir çalışma ile çözüldü. Bu durum; proje ekibi, yüklenici ve iş veren arasında yaşanacak anlaşmazlık ve mağduriyet durumlarını azalttı.

5.8.Yapı Enformasyon Modellemenin Süreç Yönetiminden Kaynaklanan Uyuşmazlıklar ve Bunlar Üzerindeki Etkileri

Yapı sektöründe maliyet her dakika artmaktadır. Bu nedenle sürecin iyi yönetilememesinden kaynaklı gecikmelerde cezalar, sahanın günlük giderleri,

malzeme fiyatlarında oluşabilecek değişikler nedenleri ile mali problemler gelişebilmektedir. Öngörülmeyen süreç uzamaları nedeni ile oluşacak mağduriyetlerin ortadan kaldırılması için sürecin yönetimi önem kazanmaktadır.

Yapı enformasyon modelleme yapının dijital ortamda tasarım sürecinden yaşam döngüsünü tamamlayana kadar olan tüm süreçlerin simülasyonu olarak tanımlanmaktadır. Yeterli seviyede bilgi işlemesi yapılan çalışmalarda projenin hangi tarihlerde hangi aşamalarda olması gerektiği programlanabilir. Projede yapılacak değişiklikler doğrultusunda süreçte meydana gelen değişiklikler belirlenir ve bu durum katılımcılar ile paylaşılabilir. Bu takvimler sayesinde süreç kontrolleri daha kolay yapılabilir. Yapı enformasyon modellemenin sürece sağladığı bu kolaylıklar, süreçten kaynaklanan mağduriyetleri ve anlaşmazlıkları azaltabilir.

5.9.Yapı Enformasyon Modellemenin Kültürel Farklılıklardan Kaynaklanan Uyuşmazlıklar ve Bunlar Üzerindeki Etkileri

Yapım projelerinde farklı ulusların birlikteliğinden oluşan kurumların ve kişilerin sayılarının artması; kültürel yaşama ve dolayısıyla yapıya yansıyan farklılıkların oluşmasına neden olmaktadır. Yapılan literatür araştırmalarında farklı kültüre mensup paydaşların projede bulunması sonucunda uyuşmazlıklar ve anlaşmazlıkların ortaya çıktığı anlaşılmaktadır. Bu durumların yaşanmasındaki başlıca nedenler; şartname ve sözleşmelerde belirtilmemiş veya paydaşların anlayabileceği maddelerin ve çizimlerin olmaması, kabul görmüş süreç kurallarının bilinmemesi, hak ve özgürlükler arasında kültürel farkların olmasıdır.

Yapı enformasyon modelleme ile karşılaşılan bu kültürel problemler belirli bir seviyeye kadar indirgenebilmektedir. Bunun başlıca sebebi, yapı enformasyon modellemenin bir program değil sistem olmasından kaynaklı evrensel standart ve prosedürlerinin olmasıdır. Bu durum farklı kültürdeki insanları ortak bir protokolde birleştirebilmektedir. Bunun yanında sözleşme maddeleri ve iletişimden kaynaklanan problemler bölümünde belirtilen faydaları sayesinde yapı enformasyon modelleme, ortaya çıkacak problemleri büyük ölçüde azaltmaktadır.

5.10.Yapı Enformasyon Modellemenin Hukuksal Nedenlerden Kaynaklanan Uyuşmazlıklar ve Bunlar Üzerindeki Etkileri

Yapı sektöründe, yapının tasarlanırken, yapılırken, yönetilirken ve yıkımında uyulması gereken hukuki ve yönetimsel kurallar vardır. Örneğin; ülkemizde yapının, Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği, Yangın Yönetmeliği, varsa il ve ilçe belediyelerin plan notları, İmar Hukuku gibi yasal bağlamı bulunan yasa ve yönetmelikler ile uyumlu olması hedeflenir. Yasa ve yönetmeliklerde sıklıkla değişiklik yaşanan ülkelerde, proje sürecinde yaşanan yönetmelik değişiklikleri uyuşmazlık ve anlaşmazlıklara neden olabilmektedir.

Yapı enformasyon modelleme, bünyesine yönetmelik ve yasaların işlenebildiği programlar ile çalışmaktadır. BIM programları sayesinde mevcut yönetmelikler programlara işlenebilir ve projenin yönetmeliklere uygun olup olmadığı tasarım sürecinde denetlenebilmektedir. Bu problem ön tasarımda çözümlenerek idarelerden alınan denetim revizyonları azaltılmaktadır. Yönetmelik değişikliği olduğu durumlarda ise programlara işlenmiş yönetmelikler hızlıca revize edilerek, yönetmelik değişikliklerinde uyum süreci hızlandırılır.

6.SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, BIM kullanımını ve kalitesini arttırmak amacı ile; BIM sisteminin avantajları vurgulanmıştır. Bu doğrultuda, yapım projelerinde karşılaşılan anlaşmazlıklar araştırılmış ve BIM sisteminin olumsuz durumlar karşısında avantajları incelenmiştir. Bu anlaşmazlık durumlarına, BIM sisteminin ve geleneksel çizim sürecinin verdiği tepkiler karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma için, BIM sistemi ile geleneksel çizim süreci ortak bir projede tamamlanmıştır. Projelendirme süreçleri, aşama aşama karşılaştırılmıştır. Her adımda BIM'in, geleneksel çizim sürecine oranla sağladığı avantajlar ve ek veriler değerlendirilmiştir. Standartlara uygun teslim dosyaları, iki süreçte hazırlanmıştır. Tespit edilen problemlere BIM sisteminin sunduğu çözümler, projeden örnek gösterilerek açıklanmıştır.

Buna göre BIM sisteminin sağladığı avantajlar aşağıdaki gibidir:

- Proje dokümanlarına her zaman ulaşılabilir.
- Revizyonlar daha hızlı ve sağlıklı yapılabilir.
- Çalışmalar daha hızlı tamamlanarak zaman ve enerji tasarrufu sağlanabilir.
- Parametrik sistem altyapısı sayesinde daha fazla bilgi ile çalışılabilir.
- Geometrik bilgiler üç boyutlu çalışma ortamında oluşturulur.
- Projeye ait tüm bilgiler tek bir dosyada teslim edilebilir.
- Disiplinler arası yetkilendirme, eleman bazında tek projede yapılabilir.
- Disiplinler arası entegre yönetim yapılabilir.
- Çakışma testleri ile karşılaşılacak hatalar azaltılabilir.
- Üç boyutlu çalışma sistemi sayesinde projeye ait bilgiler arttırılabilir.
- Analiz ve simülasyonlar ile gerçeğe daha tasarımlar yapılabilir.
- Yapım aşamasında kalite kontrol ve hakediş işlemleri eleman bazlı yapılabilir.
- Ön görülmeyen hatalar ve masraflar azaltılabilir.
- Yapım aşamasında ihtiyaç duyulan malzeme ve ekipmanlar kullanım tarihlerine yakın zamanlarda tedarik edilebilir.
- Yapı, yaşam döngüsünde zaman planlaması ve yönetimi daha sağlıklı yapılabilir.

- Model üzerinden alınan otomatik görünüşler sayesinde daha hızlı doğru çizimler oluşturulabilir.
- Model üzerinde alınan görünüşlere atanan bilgiler gösterim elemanları ile okunabilir.
- Tüm yapı elemanlarının detayları tekil olarak görüntülenebilir.
- Formüler sayesinde kullanılacak yapı elemanları önerileri arayüzler tarafından yapılabilir.
- Hafriyat hesabı modeller arasında hacim farkı ile hesaplanabilir.
- İşlenen bilgi sayısının artması ile taraflar arasında yaşanılacak anlaşmazlıkları azaltılabilir.
- Otomatik sistemler ve tek model sayesinde karşılaşılan uyumsuzluklar azaltılabilir.
- Mahallerin model üzerinde oluşturulması ile alan mekan verimliliği arttırılabilir.
- Sınırsız bilgi işlenebilir kütüphaneler sayesinde, projeye ait bilgilere yapı yaşam döngüsü boyunca erişilebilir.
- Disiplinler ve programlar arası dosya aktarımında yaşanan veri kayıpları azaltılabilir.

Yapı enformasyon modellemenin sağladığı avantajlar incelendiğinde daha sağlıklı tasarımlar yapılabilmesine olanak vermektedir. Bu tasarımlar, paydaşlar arasında karşılaşılacak anlaşmazlıkları ve uyuşmazlıkları azaltabilmektedir.

Yapılan literatür araştırmalarında sözleşme ve hukuki problemlerin ülkemizde çok yaşandığı görülmektedir. BIM ile hazırlanan sözleşmelerin belgeleme standartları ve üç boyutlu modelleri olması sayesinde taraflarda anlaşmazlık oluşturacak belirsiz alanlar azaltılmaktadır. BIM kullanımı ile katılımcılar kendi hak ve sorumluluklarına, (geleneksel çizim yöntemine göre) daha fazla hakim olabilmektedir.

Literatür taramaları ve incelenen projede, BIM ile tasarlanan projelerin, geleneksel çizim süreci ile tamamlanan projelere göre; tarafların anlaşması ve ortaya çıkacak problemlerin azaltılmasında daha faydalı olduğu belirlenmiştir. BIM bu faydaları; tasarım sürecinde güncel veri deposu, model kullanımı, birlikte çalışabilirliği gibi özelliklere sahip olması sayesinde sağlamaktadır. BIM sisteminde tüm disiplinler tarafından oluşturulan model, taraflar arasındaki anlaşmazlıkları azaltmaktadır. BIM sayesinde taraflar arasında uygulanması imkansız isteklerin ve çakışma durumlarının

önüne geçilmektedir. BIM'de yapılan analizler sayesinde, işlemler kişisel yorumlar doğrultusunda değil analitik veriler doğrultusunda yapılmaktadır.

Bu durumu daha verimli hale getirmek amacı ile ülke genelinde standartlar geliştirilebilir. Bu standartlarda, tasarımlar yapılabilir ve tasarımlar yönetmelik doğrultusunda kontrol edilebilir. Bu durum sayesinde, proje incelemelerine ayrılan zaman ve enerjide kazanç sağlanabilir. Merkezi bir sistemden kontrol edilen projelerde, yönetmelik maddelerine uyumsuz noktalar azaltılabilir. İşverenlerin uygulanamayacak istekleri, yönetmelik maddeleri ile sistem tarafından cevaplanabilir. Bu durum taraflar arasında karşılaşılacak problemleri azaltabilir.

BIM sisteminde taslak aşamasından itibaren sunulan veriler sayesinde, paydaşlar proje hakkında daha çok bilgiye sahip olmaktadırlar. Bu durum taraflar arasında anlaşmazlıkların önüne geçmektedir. Model ve görseller üzerinden alınan kararlar toplantı sonrasında kaydedilebilmektedir. Alınan kararlara ait bilgiler (tarih, kişi, disiplin vb.) sayesinde, taraflar arasında mağduriyet durumlarının önüne geçilebilir.

BIM sistemi sayesinde hesaplamalar için gerekli zaman ve iş gücü azaltılmaktadır. Bu durumda, yapılacak revizelerin sonucunda; süreç, maliyet, materyal ve lojistik gibi verilerde yapılacak değişiklikler daha hızlı programlanabilmektedir. Bu programlama, zaman ve maliyet yönetimini olumlu etkilemektedir. Tasarım aşamasında yapılan; hesaplama işlemleri sayesinde, taraflar arasında oluşacak anlaşmazlıklar azaltılacaktır. BIM ile zaman çizelgeleri oluşturulabilir ve bu çizelgeler yapılan değişikliklere göre revize edilebilir. Bu durum süreç yönetiminden kaynaklanan; gecikme, malzeme tedariki, saha yerleşim ve depolama problemleri gibi olumsuzlukları azaltmaktadır. BIM sayesinde öngörülmeyen problemler daha kolay yönetilebilir.

Yapım projelerinin uluslararası düzeyde bir organizasyona sahip olduğu durumlarda, katılımcılar arasında kültürel farklardan kaynaklı oluşacak anlaşmazlık ve uyuşmazlıklar yaşanmaktadır. Bu anlaşmazlık ve uyuşmazlıkların azaltılması amacıyla, BIM'in sahip olduğu standartlar ve prosedürler katılımcıları ortak bir çalışma kültüründe birleştirmektedir.

Ülkemizde BIM kullanımının arttırılması için proje paydaşlarına daha fazla bilgi verilmelidir. Bu amaçla akademik çalışmalar arttırılmalıdır. Yönetimlerin teslim

standartlarını, BIM ile proje teslimi yapılabilecek seviyeye getirmeleri gerekmektedir. Bu durumu daha etkili kılmak amacı ile, teslimlerde BIM sisteminde hazırlanmış proje olma zorunluluğu oluşturulmalıdır. Ülkemizde kullanılan yönetmelik ve şartnameler BIM sistemine entegre edilmelidir. Vaka etütleri ve geri dönüşler ile, ülke genelinde geçerli olacak BIM standartları oluşturulmalıdır. Akademik eğitimde BIM sistemlerine ayrılan bölüm genişletilmelidir.

Bu hedefler doğrultusunda; lisans seviyesinden itibaren BIM kullanan bireyler, çalışmaların BIM standartları doğrultusunda yapıldığı bir ortamda, tüm paydaşlar ile aynı dili konuşarak çalışmalar yapılabilir.

KAYNAKLAR

Abbasnejad, B., & Moud, H. (2013). Bım And Basic Challenges Associated With İts Definitions, İnterpretations And Expectations.

Agc Of America. (2005). Bım: What Exactly Does İt Mean? Contractors' Guide To Bım - Edition One (S. 3-7). İçinde 2005: Associated General Contractors Of America,2005.

Aibinu, A., & Odeyinka, H. (2002). Construction Delays And Their Causative Factors İn Nigeria. Journal Of Construction Engineering And Management, 667-677.

Akkaya, D., & Başaner, M. (2012). Yapı Bilgi Modellemesi (Ybm) Ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (Cbs). Akademik Bilişim'12, (S. 477-483). Uşak.

Arditi Ve Diğ. (1985). Cost Overruns İn Public Projects. International Journal Of Project Management, 218-224.

Azhar Ve Diğ. (2012). Australasian Journal Of Construction Economics. Building Information Modeling: Now And Beyond. (S. 15-28). İçinde

Bergin, O. (2011). C-Jun N-Terminal Kinase Activity Supports Multiple Phases Of 3d-Mammary Epithelial Acinus Formation. E. Mcardle, E. Gilligan, S. Napoletano, & F. Martin İçinde, International Journal Of Developmental Biology (S. 731-744).

Bımgenius . (2018). Türkiye Bım Raporu,Genel Eğilim Ve Beklentiler. Bımgenius. Https://Www.Bimgenius.Org/Uploads/6/3/9/9/63997129/Bımgenius_P0001_Turkiye_Bım_Raporu_Rev_1.Pdf Adresinden Alındı

Bristow, D., & Vasilopoulos,, R. (1995). Facilitating Dispute Resolution Of Construction Projects. Construction Law Journal, 95-95.

Carmichael, D. (2002). Disputes And International Projects. New York, Abd: Taylor And Francis.

Chan, E., & Suen, H. (2005). Legal İssues Of Dispute Management İn İnternational Construction Projects Contracting. Construction Law Journal, 291-305.

Çamcı, Ç. (2008). Kamu İnşaatlarında Ortaya Çıkan Uyuşmazlıklar: Örnek Kararlar Işığında Uyuşmazlık Nedenlerinin İncelenmesi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Çelebi, S. (2017). İnşaat Projelerinde Proje Yönetimi Bakış Açısı İle Tasarım Yönetimi Ve Uygulamaları (Yüksek Lisanstezi). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi.

Daoud, O., & Azzam, O. (1999). Sources Of Disputes İn Construction Contracts İn The Middle East. Technology, Law And Insurance, 87-93.

Eastman, C. (2008). Bım Handbook: A Guide To Building Information Modeling For Owners, Managers, Designers, Engineers And Contractors. New Jersey, Abd.

Eken, B. (2005). İnşaat Sözleşmelerindeki Anlaşmazlıklar, Çözüm Yolları Ve Türkiye'De Yargı Yoluyla Çözülmüş Anlaşmazlıklar Üzerine Bir Araştırma. İstanbul: İtü, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Elmualim, A., & Gilder, J. (2014). Bım: İnnovation İn Design Management, İnfluence And Challenges Of İmplementation. Architectural Engineering And Design Management, 183-199.

Engelbart, D. C. (1962). Augmenting Human Intellect:A Conceptual Framework. Washington, Abd: Director Of Information Sciences, Air Force Office Of Scientific Research.

Ezcan, V., Işıkdağ, Ü., & Goulding, J. (2013). Bım And Off-Site Manufacturing: Recent Research And Opportunities. 19th Cıb World Building Congress Brisbane. Avusturalya.

Heath, T., Scott, D., & Boyland, M. (1994). A Prototype Computer Based Design Management Tool. Construction Management And Economics, 543-549.

Jahren, C., & Dammeier, B. (1990). Investigation Into Construction Disputes. Journal Of Construction Engineering And Management, 39-46.

Jones Ve Diğ., R. (2009). Never Waste A Good Crisis: A Review Of Progress Since Rethinking Construction And Thoughts For Our Future. Constructing Excellence.

Lee, G., Sacks, R., & Eastman, C. (2006). Specifying Parametric Building Object Behavior (Bob) For A Building. Automation İn Construction(15), 758 – 776. Doi:Https://Doi.Org/10.1016/J.Autcon.2005.09.009

Level Of Development Specification. (2017). Lod Specification For Building Information Models, Amerika Birleşik Devletleri, 2017.

Mathews, M., & Peters, J. (2019). What İs A Bım Design Model? Galway, Ireland: Cıta Bım Gathering 2019.

National Building Information Modeling Standard. (2007). Overview, Principles, And Methodologies. National Institute. Http://Www.Nationalcadstandard.Org/ Adresinden Alındı

Ofluoğlu, S. (2015). Bım Ve Performatif Mimari Tasarım. İstanbul.

Özorhon, B. (2018). Bım-Yapı Bilgi Modellemesi. İstanbul: Abaküs Kitap.

Rıba. (2012). Bım Overlay To The Rıba Outline Plan Of Work. London: Rıba Publishing.

Shi, J. J., & Halpin, D. (2003, Mart/Nisan). Enterprise Resource Planning For Construction Business. Journal Of Constructıon Engıneerıng And Management © Asce, 214-221.

Sütçü, C. (1994). Bilgisayar Ve Bilgisayar Ağları. Marmara İletişim Dergisi, 145-152.

The Associated General Contractors Of America. (2010). The Contractor's Guide To Bım, Edition 1.

The Nbs. (2019). Uk Bım Survey 2019 Findings. National Bım Report, 16-36. Https://Www.Thenbs.Com/Knowledge/National-Bim-Report-2019 Adresinden Alındı

Türk, D. (2005). İnşaat Sözleşmelerinde Uyuşmazlık Ve Uyuşmazlıkların Çözüm Yolları. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,.

Türkoğlu, S. (2014). Bilgisayarın Gelişimi. S. Türkoğlu İçinde, Bilgisayar Ve İnternet (S. 7-13). İstanbul.

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Demircan, K. & Çakıcı Alp, N. (2020). Yapı Bilgi Modellemesine Geçiş Sürecinde Yaşanan Anlaşmazlık ve Uyuşmazlıklar. Artium, 8(2), 135-144.

ÖZGEÇMİŞ

İlk, orta ve lise öğrenimini Kocaeli'nde tamamladı. 2013 yılında girdiği Kocaeli Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Mimarlık Bölümü'nden 2017 yılında Mimar olarak mezun oldu. 2017 yılından beri Kocaeli'nde Mimar olarak mesleğini icra etmektedir.