

**T.C.
HASAN KALYONCU ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI**



**TÜRKİYE'DE UYGULANMAKTA OLAN YAPI DENETİM
SİSTEMİNİN BIM SÜREÇLERİNE ENTEGRE EDİLMESİNE
YÖNELİK MODEL ÖNERİSİ**

Zeliha Mirzagül ÜNLÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GAZİANTEP - 2024



LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ YÜKSEK LİSANS TEZ KABUL VE ONAY FORMU

Mimarlık Anabilim Dalı Yüksek Lisans / Doktora Programı öğrencisi **Zeliha Mirzagül Ünlü** tarafından hazırlanan “**Türkiye’de Uygulanmakta Olan Yapı Denetim Sisteminin BIM Süreçlerine Entegre Edilmesine Yönelik Model Önerisi**” başlıklı tez, **21/10/2024** tarihinde yapılan savunma sınavı sonucu başarılı bulunarak jürimiz tarafından **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

| <u>Görevi</u> | <u>Unvanı, Adı ve Soyadı</u> | <u>Kurumu/Üniversitesi</u> | <u>İmzası:</u> |
|----------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------|
| Tez Danışmanı | Dr. Öğr. Üyesi Merve ANAÇ | Hasan Kalyoncu Üniversitesi | |
| Jüri Başkanı | Prof. Dr. Gülden AYALP | Hasan Kalyoncu Üniversitesi | |
| Jüri Üyesi | Dr. Öğr. Üyesi Şerife ÖZATA | Samsun Üniversitesi | |

Bu tez Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu kararı ile onaylanmıştır.

Doç. Dr. Ufuk AKBAŞ
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Zeliha Mirzagül ÜNLÜ

Tarih: 21/10/2024

HASAN KALYONCU ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI

TÜRKİYE'DE UYGULANMAKTA OLAN YAPI DENETİM
SİSTEMİNİN BIM SÜREÇLERİNE ENTEGRE EDİLMESİNE
YÖNELİK MODEL ÖNERİSİ

Zeliha Mirzagül ÜNLÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Merve ANAÇ

ÖZET

Literatürde Yapı Bilgi Modellemesi olarak bilinen BIM (Building Information Modelling), mimarlık, mühendislik ve inşaat endüstrisi ile iş birliği içinde inşaat sektöründe kullanılan yenilikçi bir inşaat sürecini kapsamaktadır. Yapılan literatür taramasında BIM'in Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler için henüz aktif olarak kullanılan bir sistem olmadığı görülmektedir. BIM'in Türkiye'de aktif olarak kullanılmamasının temel nedenlerinden biri, BIM uygulama süreçleri ile Türkiye'deki inşaat uygulama süreçlerinin Türk inşaat sektöründe tam olarak uyumlu olmamasıdır. Mevcut proje tasarım ve inşaat süreçleri incelendiğinde, paydaşlar birbirinden bağımsız olsa da yapı denetim ve belediye gibi merkezi bir sistemin kontrolü altında süreç yürütülmektedir. Ancak mevcut durumda veri aktarımında zaman kayıpları, paydaşlar arası eksik veri aktarımı, yanlış anlaşılmalara gibi birçok nedenden dolayı süreçte aksamalar yaşanmaktadır. Bu sorunların BIM sistemleri kullanılarak çözülebileceği düşünülmektedir. Bu çalışma kapsamında Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerin sadece projelendirme ya da uygulama aşamasında değil, bir binanın tüm yapım süreçlerinde kullanabileceği ve denetleyebileceği bir model sunulması amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında öncelikle yapı denetim sisteminin proje tasarım süreçlerindeki rolü ve bilgi akışı modellenen, ardından BIM sistemi ile entegrasyonu modellenmiştir. Modellemede Bilgi Dağıtım Kılavuzu (IDM) (Information Delivery Manual) yöntemi ile paydaşlar arası veri aktarımı modellenen ve Model Görünüm Tanımı (MVD) (Model View Definition) yöntemi ile aktarılacak verinin içeriği belirlenecektir. Çalışma sonucunda yapı denetimlerinin BIM entegrasyon sürecindeki rolü ve modeli belirlenecektir. Çalışma, mevcut proje onay sürecinin korunacağı BIM ile bütünleşmiş yeni bir süreç modeli olması açısından özgündür.

Anahtar Kelimeler: Yapı denetim sistemi, Türk inşaat sektörü, BIM (Building Information Modelling), IDM, MVD.

**HASAN KALYONCU UNIVERSITY
GRADUATE EDUCATION INSTITUTE
DEPARTMENT of ARCHITECTURE**

**A MODAL PROPOSAL FOR INTEGRATING THE BUILDING
INSPECTION SYSTEM IMPLEMENTED IN TÜRKİYE INTO BIM
PROCESSES**

Zeliha Mirzagül ÜNLÜ

MASTER

**Advisor
Dr. Öğr. Üyesi Merve ANAÇ**

ABSTRACT

BIM (Building Information Modelling), known as Building Information Modelling in the literature, covers an innovative construction process used in the construction industry in cooperation with architecture, engineering and construction industry. In the literature review, it is seen that BIM is not yet an actively used system for developing countries such as Türkiye. One of the main reasons why BIM is not actively used in Türkiye is that BIM implementation processes and construction implementation processes in Türkiye are not fully compatible in the Turkish construction industry. When the current project design and construction processes are examined, although the stakeholders are independent from each other, the process is carried out under the control of a centralized system such as building inspection and municipality. However, in the current situation, there are disruptions in the process due to many reasons such as time losses in data transfer, incomplete data transfer between stakeholders, misunderstandings. It is thought that these problems can be solved by using BIM systems. Within the scope of this study, it is aimed to present a model that developing countries such as Türkiye can use and control not only in the project design or implementation phase but also in all construction processes of a building. Within the scope of the study, firstly, the role and information flow of the building inspection system in the project design processes will be modeled, and then its integration with the BIM system is modeled. In modeling, data transfer between stakeholders will be modeled with the Information Delivery Manual (IDM) method and the content of the data to be transferred will be determined with the Model View Definition (MVD) method. As a result of the study, the role and model of building inspections in the BIM integration process will be determined. The study is unique in that it is a new process model integrated with BIM in which the existing project approval process will be preserved.

Keywords: Building inspection system, Turkish construction industry, BIM (Building Information Modelling), IDM, MVD.

ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenimim sürecinde desteğini benden hiçbir zaman esirgemeyen, yapıcı eleştirileri ve görüşleriyle çalışmalarına yön veren, yardımını ve ilgisini esirgemeyen saygıdeğer danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Merve ANAÇ'a sonsuz teşekkür eder saygılarımı sunarım. Araştırmama yapmış oldukları katkılardan ötürü değerli jüri üyelerim Prof. Dr. Gülden GÜMÜŞBURUN AYALP'e ve Dr. Öğr. Üyesi Şerife ÖZATA'ya teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca benden desteğini esirgemeyen sabır, anlayış ve sevgileriyle her zaman yanımda olan başta sevgili annem Leyla ÜNLÜ'ye, babam Murat ÜNLÜ'ye ve tüm aile üyelerime gönülden teşekkür ederim.

Zeliha Mirzagül ÜNLÜ
Gaziantep - 2024

İÇİNDEKİLER

| | |
|---|-----------|
| ÖZET | iv |
| ABSTRACT | v |
| ÖNSÖZ | vi |
| İÇİNDEKİLER..... | vii |
| SİMGELER VE KISALTMALAR..... | ix |
| 1. GİRİŞ..... | 1 |
| 1.1. Problem Tanımı | 2 |
| 1.2. Çalışmanın Amacı | 2 |
| 1.3. Çalışmanın Önemi | 3 |
| 1.4. Çalışmanın Yöntemi | 3 |
| 1.5. Çalışmanın Kapsamı..... | 3 |
| 1.6. Literatür Taraması | 4 |
| 2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE | 10 |
| 2.1. Yapı Denetimi | 11 |
| 2.1.1. Yapı denetiminin amacı ve önemi | 13 |
| 2.1.2. Yapı denetim sisteminin tarihsel gelişimi | 14 |
| 2.2. Yabancı Ülkelerde Yapı Denetim Sistemleri | 17 |
| 2.2.1. Almanya’da yapı denetimi..... | 17 |
| 2.2.2. Fransa’da yapı denetimi | 18 |
| 2.2.3. İngiltere’de yapı denetimi..... | 19 |
| 2.2.4. Amerika Birleşik Devletleri’nde yapı denetimi..... | 20 |
| 2.2.5. Japonya’da yapı denetimi | 21 |
| 2.2.5. Belçika’da yapı denetimi | 22 |
| 2.3. Türkiye’de Yapı Denetim Sistemi..... | 23 |
| 2.3.1. Türkiye’de yapı denetim sisteminin gelişimi | 23 |
| 2.3.2. 4708 Sayılı Yasa ile getirilen yapı denetim sistemi | 28 |
| 2.3.3. Türkiye’de yapı denetim sisteminin süreçleri ve bilgi akışı..... | 30 |
| 2.3.4. Türkiye’deki yapı denetim sisteminin eksiklikleri | 35 |
| 2.4. BIM..... | 39 |
| 2.5. IFC | 44 |
| 2.6. IDM | 45 |
| 2.7. MVD..... | 48 |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM | 51 |
| 4. ARAŞTIRMA BULGULARI | 52 |
| 4.1. IDM Model Önerisi | 52 |
| 4.2. MVD Model Önerisi..... | 55 |
| 4.2.1. MVD-1 | 59 |
| 4.2.2. MVD-2 | 60 |

| | |
|-------------------------------------|-----------|
| 4.2.3. MVD-3 | 64 |
| 4.2.4. MVD-4 | 67 |
| 4.2.5. MVD-5 | 69 |
| 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER..... | 72 |
| 5.1. Tartışma..... | 72 |
| 5.2. Sonuçlar..... | 72 |
| 5.3. Öneriler..... | 74 |
| KAYNAKÇA..... | 75 |
| ÖZGEÇMİŞ..... | 79 |



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

m²: Metrekare

Kısaltmalar

AB: Avrupa Birliği

ACCC: Automated Code Compliance Checking (Otomatik Kod Uygunluk Kontrolü)

AEC: Architecture, Engineering and Construction (Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat)

BIM: Building Information Modelling (Yapı Bilgi Modellemesi)

BSI: BuildingSMART

CEBC: The Consortium of European Building Control (Avrupa Yapı Denetimi Konsorsiyumu)

EKB: Enerji Kimlik Belgesi

EM: Exchange Models (Değişim Modelleri)

ER: Exchange Requirement (Değişim Gereksinimi)

FP: Functional Part (İşlevsel Parça)

IDM: Information Delivery Manual (Bilgi Dağıtım Kılavuzu)

IFC: Industry Foundation Classes (Endüstri Temel Sınıfları)

IM: Interaction Map (Etkileşim Haritası)

INTOSAI: International Organization of Supreme Audit Institutions (Uluslararası Denetleme Kurumları Birliği)

KHK: Kanun Hükmünde Kararname

MAKS: Mekânsal Adres Kayıt Sistemi

MVD: Model View Definition (Model Görünüm Tanımı)

PM: Process Map (Süreç Haritası)

SECO: Bureau de Controle pour le Securite de la Construction (Yapı Denetim Bürosu)

TM: Transaction Map (İşlem Haritası)

UC: Use Case (Kullanım Durumu)

UYDS: Ulusal Yapı Denetim Sistemi

YDS: Yapı Denetim Sistemi

YİBF: Yapıya İlişkin Bilgi Formu

YDHK: Yapı Denetimi Hakkında Kanun

YY: Yüzyıl

1. GİRİŞ

Yapı denetim sistemleri (YDS) yapıların hazırlanan projelerine uygun olarak inşa edilip edilmediğini kontrol etmektedir. Yapı denetimi yapı üretiminin başlangıcından inşaat bitirilip iskân alınıncaya kadar uygulanmalıdır. Gelişmiş ülkeler uzun zamandır denetim sistemlerine sahiptir. Ülkelerin coğrafi konumu, teknoloji, sanayi ve şehirleşme gibi etkenler ülkelerin benimsemiş oldukları denetim mekanizmalarında farklılıklara neden olmasına rağmen YDS'nin ortak amacı kullanıcı konforunu, emniyetini ve memnuniyetini sağlamaktır. Avrupa Birliği (AB)'ne bağlı ülkeler İngiltere önderliğinde denetim sistemlerinin sistematikleştirilmesi ve benimsenmesine yönelik hedeflerini hayata geçirebilmek adına CEBC (The Consortium of European Building Control) olarak tanımlanan Avrupa Yapı Denetim Konsorsiyumu'nu kurmuşlardır. AB ülkeleri Almanya ve Fransa'da uygulanmakta olan denetim sistemlerinin benzerini veya karma halini uygulamaktadır. Türkiye'de de Avrupa ülkelerinde uygulanmakta olan YDS'nin karma halinin uygulandığı görülmektedir (Engin, 2022; Taşcı, 2017).

Türkiye'de uygulanmakta olan denetim sisteminin mevcut durumunun anlaşılabilmesi, eksikliklerinin tespit edilmesi adına Türkiye'de ve yabancı ülkelerde uygulanan denetim sistemleri detaylı bir şekilde incelenmiştir. Türkiye'deki denetim sisteminde günün koşullarına göre düşünme anlayışının benimsendiği, geleceğe yönelik yapılan yatırımın boşa yapılan yatırım olarak görüldüğü ve proje paydaşları arasında veri aktarımı sırasında bilgi kayıplarının yaşandığı görülmüştür. Kısacası denetim sisteminin sistematikleşmemesinden kaynaklı sorunların yaşandığı yapılan literatür taramaları sonucunda tespit edilmiştir (Demir, 2017; Güleş, 2019). Türkiye'deki YDS'nin tespit edilen sorunlarının, eksikliklerinin ve uygulama sırasında yapılan hatalarının önüne geçilebilmesi adına yeni bir model geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Literatür taramaları sonucunda BIM (Building Information Modelling) olarak tanımlanan Yapı Bilgi Modellemesi sistemlerinin projenin yaşam döngüsüne ait bilgileri kapsayabilme özelliğinin bulunduğu görülmüştür. BIM projede yer alan katılımcıların ve proje paydaşlarının güncel proje verilerine erişimi ile bilgi aktarımını sağlayabilmektedir. Bu bağlamda YDS'nin BIM süreçlerine entegre edilebilmesi ve yeni bir model önerisi sunulabilmesi için literatür taranmış, IDM (Information Delivery Manual) olarak bilinen Bilgi Dağıtım Kılavuzu ve MVD (Modal View Definition) olarak bilinen Model Görünüm Tanımı modelleri araştırılmıştır (Anaç ve Arun, 2023). Mevcut BIM sistemlerinde uygulanan IDM ve MVD modelleri incelenerek çalışma

konusuna yönelik yapılan araştırmanın kapsamı genişletilmiştir. YDS'nin planlama, uygulama ve bilgi akışı noktasındaki eksikliklerinin BIM'in bu özellikleri sayesinde giderilebileceği düşünülmektedir.

YDS'nin BIM tabanlı programlarla entegrasyonu için IDM ve MVD modelleri önerilmiştir. MVD modelleri (MVD-1, MVD-2, MVD-3, MVD-4, MVD-5) aktarılan dosya içeriklerini tanımlarken, IDM modeli genel süreci tanımlamaktadır. Önerilen bu model kapsamında IDM akış sürecinde aktarılan MVD dosyaları eş zamanlı olarak yapı denetim kuruluşları tarafından kontrol edilebilecektir. Yapı denetim kuruluşları süreç ve dosya akışı sırasında notlar ile geri bildirim verebilecektir. Ancak çizimlere müdahale edemeyecektir. Sadece fikir ve görüş bildirebileceklerdir. Bu sayede proje akış sürecinin tamamında kontrollü bir yönetim sağlanmış olacaktır.

1.1. Problem Tanımı

Yapı denetim sisteminin asıl amacı, yapıların önceden hazırlanmış projelere göre üretilip üretilmediğini kontrol etmek olarak tanımlanabilir. Yapı denetimi kanununa göre; yapı denetimi, yapı üretiminin her aşamasında inşaat tamamen bitirilip iskân ruhsatı alınıncaya kadar uygulanmalıdır. Ancak mevcut durumda Türkiye'de uygulanmakta olan YDS'nin projelendirme ve uygulama aşamalarında öncelikli olarak paydaşlar arasında yaşanan iletişimsizlik, veri aktarımı sırasında yaşanan kayıplar gibi pek çok sorun yaşanmaktadır. Bunun sonucunda belirlenen standart ve yönetmeliklerden uzak, kalitesiz yapılar inşa edilmektedir. Bu kapsamda YDS'deki eksikliklerin giderilmesine yönelik çözüm önerileri araştırılmıştır.

1.2. Çalışmanın Amacı

Çalışmanın amacı; belirtilen problemlerin çözümüne yönelik Türkiye'de yapı denetim sisteminin uygulanması sırasında meydana gelen aksaklıkların nedenlerini belirleyerek yapı denetimi uygulamalarının geliştirilmesine yönelik BIM ile entegre YDS modeli geliştirmektir.

1.3. Çalışmanın Önemi

Türk inşaat sektöründe uygulanan YDS'de yaşanan problemlerin büyük bir kısmının sistemin sistematikleşmemiş olmasından ve paydaşlar arasında veri aktarımı sırasında bilgi kayıplarının yaşanmasından kaynaklandığı literatür taramaları sonucunda tespit edilmiştir. Belirlenen eksikliklerin giderilmesi, sistemin belirli bir düzene oturtulması açısından YDS'nin BIM sistemlerine entegre edilmesine yönelik IDM ve MVD model önerileri geliştirilmiştir. Önerilen bu model geliştirilmeye açıktır ve temel teşkil etmektedir. Aynı zamanda benzersizdir çünkü YDS'nin BIM sistemleri ile entegre edilmesi konusunda daha önce bir çalışma yapılmamıştır.

1.4. Çalışmanın Yöntemi

Bu çalışma özellikle Türk inşaat sektörü ölçeğine odaklanmakta ve Türk inşaat sektöründe aktif olarak yer alan YDS'de yaşanan sorunları çözmek için BIM ile entegre bir süreç geliştirmeyi amaçlamaktadır. Araştırma çerçevesi birbirini takip eden üç aşamadan oluşmaktadır. İlk olarak, halihazırda kullanılmakta olan iş akışı süreçlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ardından bireyler, kuruluşlar ve paydaşlar arasında veri akışını değerlendirmek için veri akış süreçlerini gösteren BIM-IDM modelleme süreçleri hazırlanmıştır. Son olarak, Türk inşaat sektöründeki YDS için IDM ve MVD model önerileri geliştirilmiştir. Bu bir pilot çalışma senaryosudur. Model, gelecekteki çalışmalar için geliştirilebilir ve düzenlenebilir.

1.5. Çalışmanın Kapsamı

Bu çalışma kapsamında özellikle Türk inşaat sektörü ölçeğine odaklanılmakta ve Türk inşaat sektöründe aktif olarak yer alan YDS'de yaşanan sorunları çözmek için BIM ile entegre bir süreç geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Çalışma Türkiye'deki yapı denetim alanı ile sınırlandırılmıştır. Çalışmada bir model önerisi geliştirilmiştir ancak modelin doğruluğuna yönelik bir çalışma yapılamamıştır.

1.6. Literatür Taraması

Building Information Modelling (BIM) sistemleri olarak bilinen Yapı Bilgi Modellemesi sistemlerinin mimarlık, mühendislik alanlarında birçok avantajının olduğu bilinmektedir. Avantajların çoğunlukla modelleme, tasarım ve yapım aşamalarında kullanıldığı literatür taramaları sonucunda tespit edilmiştir. Yapı denetim sistemleri (YDS) ise BIM süreçlerinde yer almamaktadır. Çalışma kapsamında YDS'nin BIM sistemleriyle entegrasyonunun sağlanması amaçlandığı için öncelikle YDS'ler ortaya konulacaktır. Bu nedenle literatürde var olan YDS'ler için ulusal ve uluslararası çalışmalar değerlendirilecektir. Bu bölümde YDS'lere yönelik yapılan literatür taramaları ortaya konulacaktır. Ardından BIM sınırlılıklarını belirlemek için yapılan literatür taramaları özetlenecektir. Bölüm sonunda YDS'lerdeki eksiklikler tespit edilecektir.

Özkan (2005), hazırlamış olduğu tezde ilk olarak YDS'nin ne olduğunu, tarihsel olarak gelişimini incelemiştir. Sonrasında YDS'nin Türkiye'deki işleyişini, tarihsel gelişimini araştırmıştır. Hem örnek bir YDS'lere sahip olmalarından hem de deprem etkileri bakımından Türkiye ile benzerlik göstermelerinden dolayı Almanya ve Japonya'nın YDS'lerini incelemiştir. Böylece Türkiye'de uygulanan denetim sisteminin eksik kalan yönlerini tespit etmeyi amaçlamıştır. Türkiye'de uygulanmakta olan YDS'nin işleyişi hakkında bilgi vermiştir. Sigorta kavramının bu konu özelinde önemli bir yere sahip olmasından dolayı Türkiye'deki ve dünyadaki sigortacılık anlayışını, zorunlu deprem sigortası kavramlarını incelemiştir. Sisteme kazandırdıkları ve eksik kalan yerleri belirlemiştir. Türkiye'de hala uygulanmakta olan 4708 sayılı Yapı Denetim Yasası'nı araştırmıştır. Yaptığı araştırmalar sonucunda Türkiye'de uygulanan YDS'nin eksiklerini tespit etmiş ve bu eksikliklere yönelik öneriler getirmiştir (Özkan, 2005).

Çulcu (2011), yaptığı çalışma kapsamında yapı denetim firmalarının toplam kalite yönetimine bakış açılarını değerlendirmeye çalışmıştır. Toplam kalite yönetiminin bu firmalara katkısının neler olacağını belirtmiş ve öneriler sunmuştur. Kalite, toplam kalite yönetimi gibi kavramların inşaat sektöründeki öneminin giderek arttığını belirtmiştir. Bu kavramların değerlendirmesini Adana ili örneği üzerinden yapmaya çalışmıştır. Çalışma konusuna yönelik verileri Adana'da görev yapan yapı denetim firmalarına yönelttiği anket soruları yardımıyla toplamıştır. Kalite, toplam kalite yönetimi kavramlarını ve gelişim süreçleri hakkında bilgi vermiştir. Kavramlara yönelik

yaptığı detaylı araştırmalar sonucunda yapı üretimi süreçlerini incelemiş, yapı denetim sürecinde görev alan denetim firmaları ile toplam kalite yönetimi arasındaki ilişkiye bakmıştır. Anket çalışmasıyla birlikte Adana ilinde görev yapan yapı denetim firmalarının üretim sürecinde toplam kalite yönetimine bakış açılarını belirlemeye çalışmıştır (Çulcu, 2011).

Taşcı (2017), yapı denetimi ve kalite arasındaki ilişkiyi incelemiş olduğu çalışmada tespit ettiği sorunlara yönelik öneriler getirmiştir. Yapı, denetim, kalite ve güvenlik kavramlarını hakkında bilgi vermiştir. Ardından yapı denetimi ve yapı denetiminin tarihsel gelişimini inceledikten sonra çağdaş YDS'leri inceleyerek Türkiye'de uygulanan denetim sisteminin eksikliklerini tespit etmiştir (Taşcı, 2017).

Yağız (2019), hazırlamış olduğu çalışmada nitelikli konut üretiminde YDS'nin yerini ve YDS'lerdeki eksiklikleri araştırmıştır. Çalışma kapsamını Bursa iliyle sınırlandırmış ve toplanan verileri Bursa ili özelinde değerlendirmiştir. Çalışma da ilk olarak YDS'yi incelemiş, Türkiye'deki YDS'nin tarihsel gelişimi hakkında bilgiler vermiştir. Ardından dünyadaki bazı ülkelerin YDS'lerini inceleyerek Türkiye'de uygulanmakta olan YDS'yle benzerliklerini ve farklılıklarını tespit etmiştir. Konut üretimi aşamalarında yapı denetim uygulamalarının yerini araştırmaları sonucunda belirlemiştir. Bu veriler doğrultusunda anket çalışması yaparak nitelikli konut üretiminde YDS'nin eksikliklerini belirlemiş ve çözüm önerileri getirmiştir (Yağız, 2019).

Sevilmişdal (2019), çalışmasında YDS'nin ne olduğu, amacının ve öneminin neler olduğunu açıklamıştır. Türkiye'de uygulanmakta olan YDS'nin gelişimine, bu sistemde yer alan kişilerin görev ve yetkilerinin neler olduğuna çalışmasında yer vermiştir. Türkiye'de uygulanmakta olan YDS'nin eksik kalan yönlerini tespit etmek amacıyla farklı ülkelerdeki YDS'lerin bazılarını incelemiştir. Çalışma konusunun kapsamına yönelik araştırma yapmış, Şanlıurfa' da YDS'nin gelişimini araştırmıştır. Şanlıurfa ili özelinde yaşanan YDS'nin işleyişindeki sorunların tespitine yönelik anket çalışması yapmıştır. Yapılan anket çalışmasında 76 kişiyle irtibat kurmuş ve anket yoluyla toplanan verileri analiz etmiştir (Sevilmişdal, 2019).

Engin (2022), hazırlamış olduğu tezde yapı denetiminin genel çerçevesinden bahsetmiştir. Türkiye'de uygulanmakta olan YDS'yi incelemiş ardından dünyada gelişmiş ülke statüsünde olan ülkelerde uygulanan YDS'leri inceleyerek sistemler arasındaki farklılıkları ve eksiklikleri belirlemiştir. Mevcut YDS olan 4708 sayılı Yapı Denetimi Kanunu'nu detaylı bir şekilde araştırmıştır. Uygulama esnasında meydana

gelen kusurları, kanundaki eksiklikleri ve hataları tespit etmiştir. Ve bunlara yönelik öneriler geliştirmiştir. Kanundaki ve uygulama sırasındaki eksiklerin hatalara sebep olduğunu tespit etmiştir. YDS’de görev alan personellerin, kurum ve kuruluşların görevlerini yerine getirmediği sonucuna varmıştır (Engin, 2022).

Açıkel (1998), YDS’yi çalışma kapsamında detaylı bir şekilde ele almıştır. Yapı denetiminin tarihsel gelişimini, yapı denetiminin bileşenlerini incelemiştir. Kalitenin yapı denetimine etkisi araştırmış ardından yurtdışında uygulanmakta olan denetim sistemlerini araştırmıştır. Teze konu olan Konya ilinin YDS açısından değerlendirmesini yapabilmek için anket çalışması yapmıştır. Elde etmiş olduğu verilere göre sonuç kısmında analizlerini yapmıştır ve Konya ili özelinde bir model oluşturmuştur (Açıkel, 1998).

Karahan (2008), hazırlamış olduğu tezde İstanbul’da faaliyet gösteren yapı denetim firmalarının uygulamaya yönelik karşılaştığı sorunları araştırmıştır. Yapı denetim firmalarının bu konudaki görüşlerini almak için anket çalışması yapmıştır. Bu sorunlara yönelik çözüm önerileri getirmiştir (Karahan, 2008).

Sakallı (2008), yapı denetim kavramlarını ve yapı denetiminin tarihsel gelişimini çalışma kapsamında incelemiştir. Yabancı ülkelerdeki YDS’leri araştırmış ardından Türkiye’deki YDS’nin gelişimini araştırmış ve sistemdeki sorunları inceleyerek bu sorunlara yönelik çözüm önerileri getirmiştir. İstanbul ilinde faaliyet gösteren yapı denetim firmalarının sorunlara karşı yaklaşımlarını belirlemek için anket çalışması yapmıştır. (Sakallı, 2008).

Karaoğlu (2011), 4857 Sayılı Yapı Denetim Kanunu’nun eksikliklerini çalışma kapsamında incelemiş ve bu eksikliklerden dolayı meydana gelen sorunları tespit etmiştir. YDS’nin yurtdışında uygulanış şeklini, bu sistemlerin sistemimizle benzerliklerini ve farklılıklarını belirlemek için ilk olarak yurtdışına yönelik araştırma yapmıştır. Araştırma sonuçlarına göre Türkiye’de uygulanan sistemin daha verimli olarak nasıl uygulanabileceğine yönelik çözüm üretmeyi hedeflemiştir. Yapılan detaylı kaynak araştırmasından sonra yapı müteahhitleri ve yapı denetim firmalarına anket çalışması yapmıştır. YDS’nin belirlenen yönetmeliğe uygun olarak yürütülüp yürütülmediğini tespit etmek için belediye arşivini incelemiştir. Hem anket sonuçlarını hem de belediye arşivinden elde etmiş olduğu verileri kullanarak Türkiye’deki YDS’nin verimliliğini değerlendirmiştir (Karaoğlu, 2011).

Doğan (2013), hazırlamış olduğu tezde YDS’ye ait kavramları incelemiştir. Yabancı ülkelerde uygulanmakta olan denetim sistemlerini incelemiş ardından

Türkiye’de uygulanmakta olan denetim sistemi hakkında bilgi vermiştir. Tez kapsamında Ankara ilindeki YDS incelenmiş ve sorunları belirlemek amacıyla il genelindeki yapı denetim firmalarıyla görüşmeler yaparak konuya ilişkin değerlendirme yapmıştır (Doğan, 2013).

Kural (2015), yaptığı çalışmada literatür taraması yapmış ve yapı denetimiyle alakalı kavramları incelemiştir. YDS’nin tarihsel gelişimini araştırmış, başta Türkiye olmak üzere yabancı devletlerin denetim sistemlerini araştırmıştır. Ardından hala yürürlükte olan 4708 sayılı Yapı Denetimi Kanunu çerçevesinde uygulanmakta olan YDS’de meydana gelen sorunları belirleyebilmek için anket çalışması yapmıştır. Afyonkarahisar iliyle sınırlandırılan tezde ildeki yapı denetim firmalarının sorunlarına yönelik çözüm önerileri getirmiştir (Kural, 2015).

Koca (2016), çalışma kapsamında yapı denetimine ilişkin kavramlardan bahsetmiştir. Gelişmiş ülkelerdeki ve Türkiye’de uygulanmakta olan denetim sistemlerinden bahsetmiş, tarihsel gelişimlerini incelemiştir. Ruhsat verme sürecinde uyulması gereken süreçlerden ve bu süreçlerde görev alan personellerin görev ve sorumluluklarından bahsetmiştir. Ardından mevzuattan kaynaklı problemlere, ruhsat veren idarelerin karşılaştığı sorunlara, nitelikli personel eksikliği gibi sorunlara değinmiştir. Belirlenen problemlere yönelik anket çalışması yapmış ve anket verilerine göre belirlenen problemlere yönelik çözüm önerileri geliştirmiştir (Koca, 2016).

Ünal (2017), Adana’da faaliyet göstermekte olan yapı denetim firmalarında meydana gelen sorunları tespit etmek, çalışanlardan kaynaklı hataları ve nedenlerini belirlemek için çalışmasında anket çalışması yapmıştır. Bu sayede denetim hatalarını ve bu hataların sebeplerini tespit etmiştir. Bu hataların giderilmesine yönelik öneriler geliştirmiştir (Ünal, 2017).

Demir (2017), YDS’yi araştırmış, tarihsel gelişimini incelemiş, ulusal ve uluslararası YDS uygulama şekillerini araştırmıştır. Ardından Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yapı denetiminin uygulama aşamasındaki problemleri ve eksiklikleri tespit etmek amacıyla çalışmasında anket çalışması yapmıştır. YDS’nin uygulama esnasındaki sorunlarını değerlendirmiş ve sisteme yönelik yeni bir yapı denetim modeli önerisi getirmiştir (Demir, 2017).

Güleş (2019), hazırlamış olduğu çalışmada uygulanmakta olan yapı denetim kanunu kapsamında araştırma yapmıştır. Yapı denetiminin amacı, önemi gibi terimleri araştırmıştır. Türkiye’de uygulanmakta olan sistemin eksik kalan yönlerini belirlemek için yabancı ülkelerdeki sistemleri incelemiştir. Ardından sistemin uygulama

aşamasında ne kadar yerine getirildiğini tespit etmiş ve tespit edilen problemlere yönelik çözüm önerileri geliştirmiştir (Güleş, 2019).

Demir (2019), Türkiye’de uygulanmakta olan mevcut YDS ve YDS’nin işleyişi hakkında bilgi vermiştir. Bolu ili özelinde yapı denetim firmalarında meydana gelen sorunları tespit etmek amacıyla anket çalışması yapmıştır. Anket çalışması sonucunda elde ettiği verileri analiz ederek sorunlara yönelik çözüm önerileri getirmiştir (Demir, 2019).

Bilici (2021), tezinde yapı denetimini ve yapı denetimine ait kavramları araştırmıştır. Türkiye’deki YDS’nin faaliyet alanlarından, uygulamalarından ve sorumluluklarından bahsetmiştir. Kırşehir’deki yapı denetimini, ardından Dünya ülkelerinde uygulanmakta olan YDS’leri incelemiştir. Kırşehir’de faaliyet göstermekte olan yapı denetim firmalarına anket çalışması uygulayarak YDS’ de ki sorunları tespit etmeye ve sorunlara yönelik çözüm önerileri getirmeye çalışmıştır (Bilici, 2021).

Boysal (2022), yaptığı çalışma kapsamında 4708 sayılı Yapı Denetimi Hakkında Kanun (YDHK) mevzuatını incelemiştir. Türkiye’deki YDS’yi ve YDS’nin tarihsel gelişimini araştırmış ardından yabancı ülkelerde uygulanmakta olan denetim sistemleri hakkında bilgi vermiştir. Osmaniye ilinde bulunan yapı denetim firmalarına, belediyelere ve Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü’nde çalışan personellere yönelik anket çalışması yaparak elde ettiği verileri analiz etmiştir (Boysal, 2022).

Aslan (2023), yürürlükte olan Yapı Denetim Kanunu hakkında bilgi vermiştir. Aynı zamanda tez çalışmasına konu olan yapı denetim kanununu ve problemleri Düzce özelinde anket çalışmaları yardımıyla incelemiştir. Kanun ve yönetmeliklerin uygulanış şeklini değerlendirmek, sorunları tespit etmek amacıyla sorular hazırlamıştır. Bu sorunlara yönelik çözüm önerileri geliştirmeye çalışmıştır (Aslan, 2023).

Başak (2017), Türkiye’de ve yabancı ülkelerde uygulanmakta olan YDS’leri araştırmıştır. Sistemlerin uygulama biçimlerini, mevzuatlarını, yönetmeliklerini incelemiş, sistemlerin mevcut durumunun kanunlardan önceki haliyle kıyaslamasını yapmıştır. Denetimlerin ne kadar etkili ve uygulanabilir olduğu, depremin yıkıcı etkisine karşı projelerin daha uygun hale nasıl getirilebileceği, uygulama aşamasında yaşanan eksikliklerin neler olduğunu tespit etmek için anket çalışması yapmıştır (Başak, 2017).

Türkiye’de uygulanan YDS’de var olan problemlerin tespitine ve tespit edilen problemlerin çözümüne yönelik literatür taraması yapılmıştır. Türkiye’deki YDS’nin

uygulama süreçlerinde nasıl bir yol izlendiği, hangi sistemlerin kullanıldığı literatürün incelenmesiyle tespit edilmiştir. Uluslararası sistemlerde YDS'lerin hangi aşamalarda olduğu literatür taramalarıyla belirlenmiş, Türkiye'de uygulanmakta olan sistemle farklılıklarının neler olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan literatür taraması göstermektedir ki YDS'lerin yönetmeliklerden kaynaklanan, iş akış süreçlerinden kaynaklanan, kişi ve paydaşlardan kaynaklanan birçok problemi vardır. Bu problemler yapıları kalite, dayanıklılık, süre vb. birçok yönde etkilemektedir. Bu çalışma kapsamında YDS'ler de iş akışı ve kişilerden kaynaklanan problemlerin giderilebilmesine yönelik YDS ve BIM sistemlerinin entegrasyonu önerilmiştir. Önerilen bu sürecin aşamaları IDM ve MVD modelleri ile detaylandırılmıştır.



2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu çalışma kapsamında Türkiye’de uygulanmakta olan mevcut yapı denetimi, sistemdeki eksiklikler ve uygulama sırasında meydana gelen problemler araştırılmıştır.

Gelişmiş ülkelerdeki YDS’lerin ortak özelliklerinin başında uzun zamandır YDS’lere sahip olmaları yer almaktadır. Ülkelerin coğrafi konumları, teknoloji, sanayi, şehirleşme gibi etkenler YDS’lerin uygulanış şekillerini farklı kılmaktadır. Ancak bu farklılıklara rağmen YDS’lerin ortak amacı kullanıcı memnuniyetini, konforunu ve emniyetini sağlamaktır. 1990 yılında Avrupa Birliği (AB)’ne bağlı ülkeler İngiltere önderliğinde ortak hedeflerini hayata geçirebilmek için CEBC (The Consortium of European Building Control) olarak tanımlanan Avrupa Yapı Denetim Konsorsiyumu’nu kurmuşlardır (Engin, 2022). Avrupa ülkeleri: Fransa’da uygulanmakta olan sigortalama esasına dayanan denetim sistemi ve Almanya’da uygulanmakta olan kamunun denetimine dayanan denetim sistemi olmak üzere iki temel denetim sistemini benimsemiştir. Avrupa Birliğine bağlı ülkeler Fransa ve Almanya’da uygulanmakta olan denetim sistemlerinin benzerini veya karma halini uygulamaktadır (Boysal, 2022; Engin, 2022; Taşcı, 2017).

Almanya’da uygulanmakta olan ve birçok ülkenin referans alarak YDS’lerinde uygulamaya çalıştığı bu denetim sisteminde kamunun katı ve sıkı uygulamaları vardır. Bu denetim sistemi yalnızca mal sahibinin veya kullanıcıların güvenliğini değil aynı zamanda toplumun güvenliğini de sağlamakla yükümlüdür. Yaşam konforu ve güvenilirliğin sağlanması ayırım yapılmaksızın tüm özel yapılar için de geçerlidir (Karahana, 2008). Almanya’da uygulanmakta olan denetim sistemi projelendirme aşamasından inşaatın bitim aşamasına kadar olan süreçte sıkı bir denetim gerçekleştirmektedir. Denetim sistemi bağımsız ve tarafsız özel denetim mühendisleri ve ofisleri tarafından yürütülmektedir. Kamuya ait yapım işlerinde denetimi bünyesinde bulunan iç denetimle sağlarken, özel mülke ait işlerde yerel yönetim ve idare bünyesinde olan inşaat müdürlüklerinin sorumluluğunda yürütülmektedir. İnşaat müdürlükleri yapı ruhsatının alınmasından, yapı kullanım izninin alınmasına kadar geçen sürede denetimle alakalı tüm uygulamalarda yapı sahibi veya müteahhidiyle doğrudan iletişimde olan kurumdur (Güleş, 2019). İnşaat müdürlükleri proje denetimini yapmadan ve proje için onay gelmeden yapım izni vermemektedir. İnşaat müdürlükleri adına denetimi denetim mühendisleri yapmaktadır. Denetim mühendisleri geniş

yetkilere sahiplerdir ve tarafsız denetim yapmaktadırlar (Karahan, 2008, 2008; Taşcı, 2017).

Fransa'da 1978 yılında yürürlüğe giren Spinetta Kanunu ile birlikte binalarda sigorta yaptırmak zorunlu halde getirilmiştir. Zorunlu inşaat sigortası, inşaatı yapanın sorumluluğunun farkında olması ve yapıda meydana gelebilecek hasarlar için yapılmıştır (Engin, 2022). Fransız halkı düzgün ve iyi işleyen sisteme, kaliteli hizmete ve mala önem vermektedir. Bu durum Fransa'da tüketim bilincinin yüksek seviyede olmasının başlıca nedenlerindedir. Ülkenin vizyonu ve misyonu gereği olarak üretilen yapıların sağlamlığı ve konforu olumlu yönde gelişme göstermektedir. Bunlara ek olarak gerekli hukuki düzenlemelerin yapılmasıyla Fransa'da uygulanan YDS'de kullanıcılar tarafından problem tespit edilmemiştir. Binaların sigortalanması hususuna dayanan sistemde yapıların taşıyıcı sistemleri 10 yıl, taşıyıcı sisteme etkisi olmayan kanalizasyon ve su gibi yapı elemanları 2-10 yıl arasında sigortalanabilmektedir. Doğal afetler gibi olağan dışı olaylar sonucu meydana gelebilecek hasarlar sigorta kapsamında yer almamaktadır (Koca, 2016; Taşcı, 2017). Yapı üretim aşamalarında görev almış olan ve müteahhitle sözleşmesi bulunan tüm elemanlar sigorta kapsamında yer almaktadır. Teknik elemanlar, müteahhit, mühendisler, mimarlar ve işçiler kasko sigortası kapsamında korunurken yapı sahibi hasar sigortası kapsamında korunmaktadır. Sigortanın uygulanmaması, çığnenmesi durumunda para veya hapis cezası gibi yaptırımlar uygulanmaktadır. Hasar sigortası ve kasko sigortasının yapı sahibi tarafından yaptırılması zorunludur (Engin, 2022; Karahan, 2008).

Ülkelerin denetim sistemleri coğrafi konum, teknoloji, sanayi, şehirleşme gibi dış etkenlere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu ülkeler kabul gören ve benimsenen denetim sistemleri çerçevesinde kendilerine özgü denetim sistemleri oluşturarak kullanmaya başlamışlardır.

2.1. Yapı Denetimi

Çalışmanın bu bölümünde yapı denetimine ait kavramlar incelenecektir. Yapı denetim sistemlerinin önemi ve kapsamı üzerinde durulacak, tarihsel gelişiminden ve ülkelerde uygulanmakta olan yapı denetim sistemlerinden bahsedilecektir.

Yapı; 3194 sayılı İmar Kanunu'nun madde tanımlar kısmında şu şekilde tanımlanmaktadır. Karada ve suda, daimî veya muvakkat, resmi ve hususi yeraltı ve

yerüstü inşaatı ile bunların ilave, değişiklik ve tamirlerini içine alan sabit ve müteharrik tesislerdir. (İmar Kanunu,1985). (Boysal, 2022)

Denetim, önceden belirlenmiş standartlar doğrultusunda yapılan işlerin uygunluğunun incelenmesidir. Denetim işlemi bir süreçtir ve bu sürecin sonunda bulgular elde edilip raporlar düzenlenmektedir. Yapılması planlanan yapıya yapım kararı verilmesinden, yapının tamamlanmasına kadar geçen süre içerisinde gerçekleştirilen bütün faaliyetleri kapsayan bir süreçtir. Denetçi, denetim süreci içerisinde denetleme işini yapan, ahlaki değer yargıları olan, mesleki bilgi ve tecrübeye sahip uzaman kişilere denmektedir. Uluslararası Denetleme Kurumları Birliği (International Organization of Supreme Audit Institutions) (INTOSAI) 1992 senesinde kamu denetçileri için INTOSAI Meslek Ahlak Kuralları yayınlamıştır (Boysal, 2022; Kural, 2015).

Yapı denetimi, mevcut yapılarda veya yapımına henüz başlanmamış olan yapılarda can ve mal güvenliğinin sağlanmasıdır. Yapı denetimi yapıların ilgili kurum ve kuruluşlarda görev alan kişiler tarafından, projenin başlangıcından iskân alma aşamasına kadar olan süreçte imar planı çerçevesinde fen, sanat ve sağlık kurallarına bunlara ek olarak belirlenen yönetmeliklere, standartlara uygun ve kaliteli bir şekilde yapılmasını sağlamaktadır. Böylece yapı sahiplerinin haklarını korumakla kalmayıp aynı zamanda yapı sahiplerine ve kullanıcılara güvence vermektedir. Yapı kalitesi ve güvenliği, enerji verimliliği, yapı sahibinin haklarının korunması, yapının çevreye etkisi gibi faktörler yapı denetimi gerçekleştirilirken göz önünde bulundurulmuş etkenlerdendir (Doğan, 2013; Engin, 2022). Yapı denetimi, süreç denetimi ve önleyici denetimdir. YDS'nin temelinde karşılaştırma yer almaktadır. Yapım sürecinin planlanan şekilde uygulanıp uygulanmadığını karşılaştırır. Denetim sürecinin ve denetleme işinin prosedürlere uygun, etkili bir şekilde yapılabilmesi için planlamaların yapılmış olması gerekmektedir. Yapı denetimi, Türkiye'de yasalar ve yönetmeliklerle desteklenirken birçok ülkede uyulması gereken, zorunlu bir sistem haline getirilmiştir. Sistemin uygulanmasına yönelik yapılan çalışmalar YDS'nin yapıların sürdürülebilirliği ve toplumun güvenliği açısından önem arz ettiğini göstermektedir (Aslan, 2023; Güleş, 2019).

2.1.1. Yapı denetiminin amacı ve önemi

Sağlıklı bir çevrede, sağlıklı ve güvenli yapılarda yaşamak insanların en temel vatandaşlık hakkıdır. Kamu kurumlarının görevlerinin başında bu hakkı sağlamak gelmektedir. Yapıların doğal afetler karşısında daha sağlam ve güvenli hale getirilmesi yapı denetim sisteminin en temel amaçlarından biridir. Yapı denetiminin amacı 4708 Sayılı Yapı Denetimi Hakkında Kanun (YDHK)'da; kullanıcıların canlarını ve mallarını güvence altına alabilmek için yapıların imar planına, fen, sanat ve sağlık kurallarına standartlara uygun, kaliteli bir şekilde yapılmasını denetlemek olarak belirtilmiştir. YDS, projelendirilen bir projenin inşaat aşamasının başlangıcından bitimine kadar olan süreci takip etmektedir. Başka bir deyişle yapı denetimi yapıların projelerine uygun olarak yapılmasını sağlamaktadır (Demir, 2017; Engin, 2022; Taşcı, 2017; Ünal, 2017).

YDS'nin temel ilkelerinden biri yapıların kullanıcılarının güvenliğini ve konforunu sağlamaktır. Yapı denetimine duyulan ihtiyacın temel sebebi, yapıların sağlamlığının sağlanması ve bu denetimin resmi bir şekilde, kuruluşlar tarafından gerçekleştirilmesi isteğidir. Tarih boyunca plansız, projesiz ve denetimsiz yapılaşmalar depremin yıkıcı etkisine dayanamamış, bunun sonucunda binlerce insanın hayatını kaybetmesine neden olmuştur. Yapı için elverişsiz, çürük zeminlere projesiz yapıların yapılmasının ve doğal afetler sonucunda bu yapıların zarar görmesi durumunda insanların hayatını kaybetmesinin önüne geçilmesi hedeflenmektedir. YDS'yle birlikte getirilen yeniliklerden biri projelendirme ve uygulama esnasında işin uzman kişilerce yapılmasının sağlanmasıdır. YDS'nin amaçları özetlenecek olursa:

- Yapı üretimi süreçlerinde yasalarla denetimin etkinliğini arttırmak,
- Yapılarda can ve mal güvenliğini sağlayarak ekonomik ve sosyal kayıpların yaşanmasını azaltmak,
- Standartlara uygun ve doğal afetlere dayanıklı yapılar üretmek,
- Projelendirme ve yapım süreçlerinde görev alan yapı sorumlularının (mimar, mühendis, müteahhit, yapı denetim kuruluşları, şantiye şefi, laboratuvar görevlileri vb.) etkin bir şekilde görevlendirilmesi,
- Kaçak ve denetimsiz yapıların inşa edilmesinin önüne geçmek,
- Yapı üretim süreçlerinde kusur ve hataları işleyenlere karşı ağır yaptırımların uygulanması,

- Denetimlerin arttırılması, yapıların ekonomik ömrünün uzatılması, yapı kalitesinin arttırılması ve bakım-onarım maliyetlerinin azaltılması,
- Yapı sahipleri veya yapıyı yaptıranların kusurlu uygulamalar nedeniyle can ve mal kayıplarına uğramalarının önüne geçmek,
- Doğal afetler sonucunda meydana gelebilecek zararların azaltılması ve yapı güvenliğinin sağlanmasıdır (Demir, 2017; Taşcı, 2017; Ünal, 2017).
- Proje paydaşları arasında veri aktarımı sırasında yaşanan bilgi kayıplarının önüne geçmek.

YDS'nin öneminin anlaşılabilmesi için yapıların insanların barınma ihtiyacını karşıladığı ve insanlara hizmet ettiği unutulmamalıdır. Yapı üretim sürecinde yer alan unsurların (zaman, mal, işgücü, can, konfor, maliyet vb.) hepsi çok önemlidir. Herhangi bir sorunla karşı karşıya gelindiğinde önemsiz gibi görünen bir unsurun öneminin ne kadar büyük olduğu anlaşılabilir (Aslan, 2023). Üretim sürecinde yer alan bu unsurların dikkate alınmaması, önemsenmemesi durumunda yaşanabilecek kayıplar sadece can, mal, zaman kaybı olarak karşımıza çıkmamaktadır. Aynı zamanda kültürel, sosyal, ekonomik ve psikolojik kayıplara da neden olmaktadır. YDS doğru bir şekilde uygulandığı takdirde birçok yarar sağlamaktadır. Proje üretiminde yer alan paydaşlar arasında veri paylaşımı sırasında meydana gelebilecek bilgi kayıplarının önüne geçerek yapıların teknik olarak projelere uygunluğunu sağlamaktadır. Yapı denetimi yapıların doğru malzemelerle yapılmasını, sağlam temeller üzerine inşa edilmesini, doğru tekniklerle ve uygun hesaplamalarla inşa edilmesini, güvenli ve uzun ömürlü kullanılmasını sağlayabilmektedir. Böylece yapı sahiplerinin haklarını korumakla kalmayıp aynı zamanda yapı sahiplerine ve kullanıcılara güvence vermektedir (Demir, 2017; Güleş, 2019).

2.1.2. Yapı denetim sisteminin tarihsel gelişimi

İnsanoğlu tarihin en eski dönemlerinden beri güvenli ve sağlam yapılar içerisinde yaşamını sürdürmek istemiştir. İnsanın yaşamını devam ettirebilmesi için ilk çağlardan beri en temel gereksinimlerinden biri barınma ihtiyacıdır. Kullanıcıların güvenli bir şekilde yaşamlarını sürdürebilmesi için inşa edilen yapıların üretimi sırasında yapılan hatalara yönelik çeşitli yaptırımların uygulanması ve denetlenmesi sağlanmıştır. Yapı üretimi sürecinde rol almış kişilerin varsa ihmallerinin ve hatalarının belirlenmesi başka

bir deyişle yapı sahibinin ve kullanıcıların korunması gereksinimi denetim mekanizması oluşturma zorunluluğunu doğurmuştur (Boysal, 2022; Yağız, 2019).

Nitelikli yapıların inşa edilmesi ve denetim sisteminin oluşturulmasına dair esaslar çok eski dönemlere dayanmaktadır. Yapı denetiminin ilk örneğine, medeniyetin ilk anayasasına, M.Ö. 1760 yılında Babil Kralı Hammurabi tarafından hazırlatılan Hammurabi Kanunları'nda rastlanmaktadır. Hammurabi Kanunları medeni kanunla anayasa metninin karışımı olarak hazırlanmış, kurallara ve düzenlemelere açıklık getirmiştir. Kanunlarda yapıların sağlamlığına ilişkin nitelik kavramından bahsedilmiş, yapı kavramından bina olarak söz edilmiştir. Binanın yıkılması halinde binayı yapanın büyük sorumluluk altında olduğu yasada: *“Bir usta, bir kişi için yeterince dayanıklı olmayan bir ev yapar ve yaptığı ev çöküp ev sahibinin ölümüne neden olursa usta ölümle cezalandırılır. Eğer evin içindeki eşyalar zarar görürse, zarar gören eşyalar yenileri ile değiştirilir. Eğer ev dayanıklı olmadığı için çökerse evi yapan usta, evi kendi malzemeleri ile tekrar yapmak zorundadır”* (Bilici, 2021) şeklinde verilmiştir. Bu yasalarda belirtildiği gibi yapı, yapının üretimi, sorumluluklar ve yasal süreçler büyük önem taşımaktadır. Dönemin mimarları olarak bilinen yapı ustalarının nitelikli yapılar üretebilmesi için yapı yönetmeliği oluşturulmuştur. Bu yönetmelikte yapı denetimine dair maddeler yer almaktadır (Boysal, 2022; Demir, 2019).

Mühendislik ve yapım faaliyetlerinin altın çağı olarak bilinen Roma İmparatorluğu Dönemi'nde yapı denetimi konusuna önem verildiği bilinmektedir. Bu dönemde yaşanan mağduriyet, kayıp ve zararların cezalandırılması eski dönemlere kıyasla daha hafif olsa da cezalar daha ayrıntılı bir şekilde değerlendirilmekte ve uygulanmaktadır. Örneğin; *“Roma İmparatorluğunda yapımı tamamlanan kemerin kalıbı sökülürken, sorumlu mühendisin, kemerin altında bulunması gerekir. Böylece kemerin çökmesi halinde bunu ilk öğrenen kişi, sorumlu mühendis olacaktır. Burada da mühendisin yaşamı ortaya konularak sağlanan bir yapı güvenliği söz konusudur”* (İMO İzmir Şubesi 1994) (Boysal, 2022; Demir, 2017; Doğan, 2013; Koca, 2016; Kural, 2015).

Roma Dönemi, çağdaş toplumsal hukukun çıkış noktalarından birini oluşturmaktadır. Kalite gözetimi ve denetim mekanizması yapı işletmeciliğinde önemli bir yere sahiptir. Bu dönemde binaların yanı sıra toplumsal hizmet sağlayacak yapılar da fazlaca inşa edilmiştir. Roma İmparatorluğu döneminde inşa edilen yapılar için kalite denetimi yapıp yapılmadığı bilinmemektedir (Bilici, 2021; Koca, 2016; Kural, 2015). Fakat günümüzde varlığını sürdüren Roma yapılarına bakıldığında yapı sağlamlığının

önemsendiği görülmektedir. Yapı elemanlarının olması gerekenden daha kalın boyutta yapılması ve daha küçük açıklıkların bu elemanlarla geçilmesi bu dönemde inşa edilen yapıların yapısal anlamda sağlam sınıfına girmesini ve günümüze kadar ulaşmasını sağlamıştır (Boysal, 2022; Demir, 2017; Doğan, 2013; Yağız, 2019).

Endüstri Devrimi (18. yy- 19. yy) ile birlikte yapı üretiminde makineleşmenin hız kazanması, toplu üretimlerin gerçekleştirilmesi denetim anlayışını karmaşık hale getirmiştir. Sanayinin gelişmesiyle birlikte kentler yoğun göç almaya başlamıştır. Bunun sonucunda kontrolsüz yapılaşmalar ve altyapı yetersizlikleri meydana gelmiş, sağlıklı kentler oluşmaya başlamıştır. Kentlerin kontrolsüz gelişiminin önüne geçebilmek, sağlıklı ve güvenli yapı malzemeleriyle doğal afetlere karşı dayanıklı yapılar inşa edilebilmek için ilgili birimlerce görüşler üretilmiştir. Denetim problemlerinin çözülebilmesi için bir düzen kurulması gerektiği kanaatine varılmıştır (Boysal, 2022).

Endüstriyel gelişimler ve burjuva devrimleri sonrasında insana verilen değer artmaya başlamış, yapı sağlamlığı ve bireysel mülkiyet kavramlarının güvence altına alınması arayışları da gelişmiştir. Dönemin ihtiyaçlarına yönelik 19. yüzyılın ilk yıllarında Napolyon Yasal Düzenlemesi hazırlanmıştır. Bu yasal düzenlemede yapı kalitesi ve denetimine yer verilmiştir. Aynı yüzyılın ikinci yarısında Alman Birliği'nin oluşmasıyla (19. yüzyılın ikinci yarısında) yapı kalitesi ve denetimi kavramlarına verilen önemin arttığı bilinmektedir (Boysal, 2022; Demir, 2017; Doğan, 2013; Yağız, 2019). Almanya ve Fransa çağdaş düzenlemeler konusunda temelde birbirine benzer ancak uygulama esnasında birbirinden farklı iki anlayışın temsilcileridir. Aynı zamanda yapı denetimi ve kalite kavramları açısından literatürün önde gelen iki ülkesi olmuştur. *“Bu dönemlerde, Fransa başta olmak üzere birçok ülke, yerleşme ve yapılaşmaları denetlemek için, yapıyı yapanlara karşı birer tüketici konumunda olan mal sahipleri ve kullanıcıların haklarını medeni kanun ve borçlar kanunu ile güvence altına almaya başlamışlardır”* (Doğan, 2013).

“20. yüzyılın ilk yarısında yaşanan iki dünya savaşı arasındaki döneme, genelde bir teknolojik atılım çağı olarak bakılır. Oysa bu döneme yapı tekniği açısından bakılacak olursa, dolu ve ilginç açılımlara tanıklık ettiği görülür. Bu dönem de insanların barınma ihtiyacına cevap veren konut türü binaların kalitesi ve işlevselliği ile sınırlandırılmayıp, köprü, tünel, sanayi, tesisi, stadyum, konser salonu ve diğer ortak kamu kullanımına sahip yapılar ile baraj gibi önemli ve özel yapılarında, en azından dayanım ve işlevsellik yönünden kalite kontrolü çerçevesine alınmıştır” (Boysal, 2022).

Başta Fransa, Almanya, İngiltere, Amerika olmak üzere sanayileşmiş bütün ülkeler 1930'lu yıllardan sonra yapı sektöründe denetim ve sorumluluk mekanizmasına ihtiyaç duymuştur. *“Tüketilen malda kalite aranması ve kalitenin denetimi sağlanamıyorsa bunun sorumluluğunun belirlenmesi bir ihtiyaç haline gelmiştir. 2. Dünya Savaşı sonrasında 1950'lerde çeşitli denetim sistemleri yerine oturmuştur.”* (Demir, 2017; Doğan, 2013; Yağız, 2019).

2.2. Yabancı Ülkelerde Yapı Denetim Sistemleri

Çalışmanın kapsamının genişletilmesi açısından bu başlık altında yabancı ülkelerde uygulanmakta olan yapı denetim sistemleri incelenmiştir. Farklı ülkelerde uygulanmakta olan sistemlerin incelenmesi, Türkiye'de uygulanmakta olan sistemle kıyaslanabilmesi için faydalı olacaktır.

2.2.1. Almanya'da yapı denetimi

Almanya'da uygulanmakta olan YDS'nin temelleri Prusya devlet geleneğine dayanmaktadır. Prusya'da yapı ruhsatı sadece belediyeler tarafından verilmekteydi. Ruhsat başvuruları değerlendirilirken, yapıların yasa ve yönetmeliklere uygun yapıp yapılmadığı, komşu hakkı, su ve atık su yönetmeliklerine uygunluğu gibi birçok kıstas denetlenmekteydi (Taşcı, 2017). Yapıların yapımında kullanılan taşıyıcı sistemlerin, malzemelerin ve yapım sistemlerinin basit olması yapıların kontrolünün sadece belediyeler tarafından gerçekleştirilebilmesine olanak sağlamıştır. Sanayi Devrimi sonrasında gelişen teknolojiyle birlikte daha karmaşık sistemlerin ortaya çıkması, statik hesaplamaların yapılmasında ve kontrolünde belediyelere zorluk çıkarmıştır. Büyük açıklıklı sistemlerin statik hesaplamalarının yapılması ve kontrollerinin sağlanması için daha fazla denetçiye ihtiyaç duyulmuştur. İlk kez 1926 yılında “Yapı Statiği İçin Kontrol Mühendisi” adıyla meslek dalı oluşturulmuştur. İmar kanununun 3. Maddesinde *“...İmar uygulamaları çerçevesinde yapılması zorunlu denetim görevleri yetkili uzmanlara havale edilir...”* belirtildiği üzere bu meslek dalı yasalara dayandırılmıştır (Koca, 2016; Kural, 2015; Özkan, 2005).

Almanya'da denetim mühendisliği yerel yönetimlere bağlıdır ve denetçi sertifikalarını İçişleri Bakanlığı'ndan almaktadırlar. Denetçi mühendis olabilmek için; en az 10 yıllık iş tecrübesi, belediye ve yapı işleriyle alakalı bilgi sahibi olunması ve 35

yaşından büyük olunması gibi şartlar vardır. Bunlara ek olarak çevre ve ekonomi bilincinin denetim mühendisinde olması istenmektedir (Güleş, 2019; Taşcı, 2017).

Almanya’da denetçi mühendisler, projelerin denetim işlerini belediyenin yönlendirmesiyle üstlenmektedir. Denetçilerin yaptıkları iş kamu hizmeti olduğu için yapı polisi olarak da bilinmektedir. Denetiminde görev aldıkları yapılara karşı sorumluluk süreleri kanunlara göre 30 senedir. Denetim mühendislerinin yetkileri oldukça geniştir. Yapıya ait bütün işlerin kontrolü yetki sınırlarının içerisinde (Güleş, 2019; Şerifoğlu, 2019). Denetim mühendisleri yapı üretiminde eksik veya hatalı bir uygulama tespit ettiği zaman üretimi durdurma yetkisine sahiptir. Belirlenen eksikliklerin giderilmesinin ardından yapı üretiminin devam etmesine müsaade etmektedir. Üretimin durdurulmasına yönelik alınan karara uyulmaması durumunda çalışan bütün personele para cezası uygulanmaktadır (Başak, 2017; Boysal, 2022; Taşcı, 2017).

Kamu yapılarının denetimi Türkiye’de olduğu gibi Almanya’da da yapı denetimi firmaları tarafından denetlenmemektedir. Yapıların taşıyıcı sistemlerinde farklı bir uygulama olduğu takdirde gerek görülürse kamu yapıları da denetim firmaları tarafından denetlenebilmektedir. Almanya’da uygulanmakta olan yapı denetimi sistemini diğer ülkelerdeki denetim sistemlerinden ayıran özellik, yapılar için deprem sigortası yaptırmaya zorunluluğunun bulunmamasıdır. Devlete duyulan güven sigorta yaptırmaya ihtiyacının önüne geçmiştir. (Boysal, 2022; Taşcı, 2017).

2.2.2. Fransa’da yapı denetimi

Fransa, yapıların sigortalanması ve sorumluluğu açısından bilincin en yüksek olduğu ülkelerdendir. Bu durum Fransız halkının geleneksel olarak kaliteli ve düzgün mala değer vermesinden kaynaklanmaktadır. Toplumsal bilinç ve değer yargılarının yapıların kalitesini ve konforunu etkilediği kanaatine varılabilir. Tüketici bilinci ve medeni kanun hükümleri YDS’ler konusunda birleştirilmiştir. Fransa’daki YDS, yapı kusurlarından meydana gelebilecek kayıpları minimize edebilmek için sigorta sistemini oluşturmuştur (Başak, 2017; Koca, 2016; Taşcı, 2017).

Fransa’da YDS 1800’lü yıllara dayanmaktadır. 1802 yılında Napolyon tarafından hazırlatılan ilk Medeni Kanun’da yapı sahipliği ve yapı denetimi kavramları yer almaktadır. Yapı sorumluluğuyla alakalı kanun 1967 yılına kadar Medeni Kanun’un 1792 ve 2270’inci maddeleriyle belirlenmiştir. Fransa’da binalarda zorunlu Sigorta

Yasası, 4 Aralık 1978 yılında Spinetta Kanunu'nun yürürlüğe girmesiyle kabul edilmiştir (Engin, 2022). Yapı denetimine 170 m²'den büyük olan yapılar dâhil edilmiştir. Mal sahibi yükleniciyle yapı yaptıracığına dair sözleşme yapar. Sözleşmenin yapılması zorunlu olduğu için yapının sigortalanması da zorunlu hale getirilmiş olur. Yapı sahibinin isteği doğrultusunda yüklenici tarafından proje hazırlanır. Yüklenici yapının sigortalanması için işlemleri yapar (Boysal, 2022; Karahan, 2008). Zorunlu sigortalamaya, yapıda oluşabilecek zararlar ve inşaatçıların sorumluluklarının belirlenmesi içindir. Binalarda zorunlu sigortalamanın amacı yapıda meydana gelen hasarın kısa sürede düzeltilmesini sağlamak ve sorumluluk tartışmalarının önüne geçmektir. Sigorta sistemi yapı sahiplerine hareketsiz kısımlar (kolon, giriş, duvar, çatı vb.) için 10 yıl, hareketli kısımlar (pencere, kapı vb.) için 2 yıl garanti sağlamaktadır (Taşcı, 2017). Doğal afetler ve gayritabii olaylar neticesinde oluşabilecek hasarlar sigorta kapsamında yer almamaktadır. Yapı üretiminde görev alan, müteahhitle sözleşmesini olan bütün personeller sözleşme kapsamında yer almaktadır. Kasko sigortası mimar, mühendis, teknik personeller, müteahhit ve işçileri korumaktadır. Sigorta koşullarına uyulmadığı takdirde yasal işlemler başlatılmakta, hapis ve para cezaları uygulanmaktadır. Yapı sahibi kasko sigortasını ve yapılması zorunlu tutulan hasar sigortasını karşılamak zorundadır (Demir, 2017; Doğan, 2013; Engin, 2022; Koca, 2016).

2.2.3. İngiltere’de yapı denetimi

İngiltere’de yapı denetimi yerel yönetim tarafından, belirlenen yönetmeliklerle yürütülmektedir. Hazırlanan yönetmelikler yapıya ilişkin açıklayıcı ve kapsamlı bilgiler içermektedir. Bu yönetmeliklerde, yapının projelendirme aşamasından iskân alma aşamasına kadar geçen sürede karşılaşılabilecek problemler ve bu problemlere yönelik çözüm önerileri, işçilik standartları ve malzeme kalitesi gibi sürece yardımcı olabilecek maddeler yer almaktadır (Boysal, 2022). Yapı denetimi yerel yönetimler tarafından devlet adına yürütülmektedir. Fakat son zamanlarda özel sektördeki firmalar da yapı denetimi işini devralmaya başlamışlardır. Özel sektör tarafından yapılan kontrollerde yer alan denetçiye yeminli müfettiş denilmektedir. Yapının projelendirme aşamasından teslim edilme aşamasına kadar müfettişler sorumludur. Müfettişler yapılan imalatların yönetmeliklere uymadığını tespit ettiğinde imalatı durdurma yetkisine sahiptir. Tespit edilen aksaklıkların giderilmesinin ardından yapı üretimine devam edilmesine izin vermektedir. Ancak eksikliklerin giderilmemesi ve uyarılara rağmen üretimin

durdurulmaması durumunda müfettiş yapılan uygunsuzluğu yerel yönetimlere bildirmektedir. Yapılan hataların düzeltilmesi için belli bir zaman tanınmaktadır ve bu eksiklikler tamamlanmadan farklı bir üretime geçilmesine izin verilmemektedir. Yönetmeliklere uyulmaması durumunda sorumlu kişilere ağır yaptırımlar uygulanmaktadır (Sakallı, 2008; Taşcı, 2017). İngiltere’de yönetimde meslek odaları önemli bir yere sahiptir. Bu odalar yapı üretiminde tasarımcılara geniş yetkiler vermektedir. Meslek öğretimi açısından meslek odaları söz sahibidir. Odalara üye olabilmek için oda tarafından hazırlanan yeterlilik sınavından başarılı olmak gerekmektedir (Boysal, 2022; Demir, 2017; Engin, 2022).

İngiltere, inşaat projelerinde BIM sistemlerinin kullanımını zorunlu hale getiren ilk ülkelerdendir. Kamu yapılarına ait projelerde BIM kullanımının 2016 yılı itibariyle zorunlu hale getirilmesiyle birlikte inşaat sektöründe önemli yenilikler olmuş, verimlilik artmıştır (URL-1).

2.2.4. Amerika Birleşik Devletleri’nde yapı denetimi

Amerika Birleşik Devletleri, yaşamını sürdüren kişilerin aldıkları hizmetin ve malın kalitesine çok fazla önem vermelerinden dolayı kapitalist bir ülkedir. Kişi ve kurumlar arasında para, mal ve mülk sürekli el değiştirmektedir. Yasaların genellikle tüketicilerin yanında olması ve tüketici haklarının en iyi şekilde korunuyor olması kapitalist sistemin bir sonucudur. Tüketicie tanınan bu imtiyazlar kalitesiz hizmet sunulmasını ve üretim yapılmasının önüne geçmektedir. Üreticinin sistemin getirmiş olduğu kurallara uymaması durumunda çok ağır cezai yaptırımlar uygulanmaktadır. İnşaat sektörü için de bu durum geçerlidir. Yapıların sürekli el değiştirmesi, belirlenen standartların dışında yapı yapılmasının önünü kesmiştir (Taşcı, 2017).

Amerika’da uygulanan sistemde profesyonel mühendis kavramı vardır. Yerel yönetim denetimde etkin bir şekilde rol almaktadır. Denetlenmesi gereken küçük projelerde profesyonel mühendisler görevlendirilmektedir. Güven esasına dayanan bu sistemde profesyonel mühendislerin imzasını taşıyan belgeler incelenmeden onaylanmaktadır (Doğan, 2013). Yerel yönetimler daha büyük projelerde denetim yetkisini serbest profesyonel denetim ofislerine vermektedir. Profesyonel mühendis unvanını alabilmek için sınava girmek gerekmektedir. Ancak sınava girebilmek için en az 4 yıllık, kesintisiz, başarılı bir kariyere sahip olmak gerekmektedir (Şerifoğlu, 2019). Aynı zaman da kişilerin mezun oldukları üniversiteler Okul Eğitimi Akredite Kurulu

(School Accrediting Board) tarafından denetlenmekte ve akredite edilmektedir. Bağımsız bir kuruluş olan bu kurum, akredite edilmiş olan üniversiteleri denetlerken tespit etmiş olduğu aksaklıklardan dolayı okulların akreditesini iptal edebilir ve mezunların mesleklerini yapmalarını yasaklayabilmektedir (Güleş, 2019; Karahan, 2008; Taşcı, 2017).

Yapı alanı 150 m²'den fazla olan inşaatlarda yapı sahipleri projelendirme ve yapım süreci için görevlendirebileceği bir mimar bulmak zorundadır. Daha büyük m²'li işlerde mal sahibi yerine projeleri hazırlatmak ve yapı işlerinin süreçlerini kontrol etmek için müşavir firmalar en az bir mimar görevlendirmek zorundadır. Projelerin hazırlanması, ilgili kurumlarda projelerin onaylatılması, yapı ruhsatının alınması ve inşaat aşamasındaki bütün işlerden mimar sorumludur. Amerika'da uygulanmakta olan denetim sisteminde yapıların sigortalanmasının yasal zorunluluğu bulunmamaktadır. Zorunluluk bulunmamasına rağmen yapıların %98'i sigortalanmıştır. Bunun sebepleri;

- Yapısal hataların meydana gelmesi durumunda yaptırımların ağır olması,
- Yapılarda oluşabilecek hasarların onarımında maliyetlerin çok yüksek olması,
- Yapı üretim sürecinin bütün aşamalarında maliyetin çok yüksek olması,
- Yapı kalitesinin güvence altına alınması,
- Yapıların büyük çoğunluğunun bankalar tarafından finanse edilmesidir.

Bu sebeplerden dolayı Amerika Birleşik Devletleri'nde yapıların sigortalama sistemi kendiliğinden işlemektedir (Güleş, 2019; Taşcı, 2017).

2.2.5. Japonya'da yapı denetimi

Japonya depremlerin çok sık ve şiddetli olduğu Pasifik Deprem Kuşağı'nda yer almaktadır. Nüfus yoğunluğunun fazla olduğu bu ülkede proje üretimi, yapı üretimi ve kalitesi konusunda alınan tedbirler, doğal afetler sonucu can ve mal kayıplarının çok az olmasını sağlamaktadır (Boysal, 2022; Taşcı, 2017).

Yapı sektörü açısından Japonya Amerika Birleşik Devletleri'nden daha fazla yatırım gücüne sahipken, Avrupa ülkelerinin tamamına yakınının yatırım gücüne sahiptir. Japonların gelenekselliğe çok bağlı olmalarından dolayı Avrupa ülkelerinde benimsenen denetim ve sorumluluk ilkelerine bağlı kalamamışlardır. Çoğunlukla tanıdıkları, daha önce iş yaptıkları yüklenicilerle çalışmayı tercih etmektedirler (Doğan, 2013; Taşcı, 2017).

Japonya'da da Türkiye'de olduğu gibi maddi durumu iyi olan herkes müteahhitlik yapabilmektedir. 1950 yılında Japonya'da insanların can ve mal güvenliğini sağlamak, kamu düzenini ve sağlığını garanti altına almak için Yapı Standartları Yasası çıkartılmıştır. Yapı Standartları Yasası'nın belirlemiş olduğu kriterlere uygun projelerin hazırlanması ve projelerin eksiksiz bir şekilde yerine getirilmesi müteahhitlik için tek şarttır. Kenchikuski olarak adlandırılan özel denetim mühendisleri ve mimarlar tarafından projeler ve projelerin yapım aşamaları denetlenmektedir (Boysal, 2022; Doğan, 2013; Taşcı, 2017).

Japonya'da yapı denetimi yerel yönetimler tarafından yürütülmektedir. Yapıların denetlenmesi esnasında yeterli sayıda teknik personel yerel yönetimin bünyesinde hazır olarak bulundurulmak zorundadır. Mimar YDS'nin en önemli ögesidir. Mal sahibi tarafından yapıların denetimi için bulunan mimarın, imar bakanlığınca sertifikalandırılmış yani yetkin mühendisliği belirlenmiş olması gerekmektedir. Mimar, projelerin hazırlanmasını ve inşaat aşamasındaki yapının denetimini yapmaktadır (Başak, 2017; Engin, 2022; Taşcı, 2017).

Belediye inşaatın bitmesinin ardından yapıların projelere uygunluğunu kontrol etmekte ve oturma izni vermektedir. Yapıların denetiminde görev alan personeller yapının taşıyıcı kısmında meydana gelen hasarlar için 10 yıl sorumlu tutulmaktadır. Yüklenici firmalar çelik ve betonarme taşıyıcı sistemli yapılar için 10 yıl, küçük ölçekli yapılar için 5 yıl sorumlu tutulmaktadır (Kural, 2015; Sakallı, 2008; Şerifoğlu, 2019).

2.2.5. Belçika'da yapı denetimi

Belçika'da uygulanmakta olan denetim sistemi Almanya ve Fransa'da uygulanmakta olan denetim sistemlerinin karmasıdır. Kamuya ve özel mülkiyete ait 150 m²'den büyük ve en az 2 katlı yapılarda oldukça katı ve ciddi bir denetim anlayışı benimsenmiştir (Doğan, 2013). Belçika'nın nüfusunun ve yüzölçümünün az olması yapıların denetiminin tek bir yapı denetim firması tarafından yapılmasına olanak tanımaktadır. Kamuya ait yapıların denetimi idarenin bünyesinde bulunan kontrol birimleri tarafından yapılırken, geriye kalan özel yapıların denetimi SECO (Bureau de Controle pour le SECURITE de la CONSTRUCTION) olarak adlandırılan Yapı Güvenliği Denetim Bürosu tarafından yapılmaktadır. İlgili idare SECO denetim firmasının onayı olmadan yapı izni verememektedir. Yapıya ait projelerin oluşturulmasından yapı üretiminin bitimine kadar olan ki süreçte, yapıya ait denetimler

SECO tarafından yürütülmektedir. Belçika'da yapılan yapıların tümünden mimar sorumludur. Ayrıca yapılacak olan yapılara ait projelerin hepsini mimar hazırlamak zorundadır. Yapılan denetimlerin asıl amacı taşıyıcı sistem ve sistem tasarımlarını kontrol etmektir (Doğan, 2013; Engin, 2022; Karahan, 2008; Sakallı, 2008).

Belçika'daki denetim sisteminde Fransa'da uygulanmakta olan denetim sisteminde olduğu gibi sigorta zorunluluğu bulunmamaktadır. Buna rağmen toplum alışkanlığı olarak denetlenen binaların büyük bir kısmı sigortalıdır (Sakallı, 2008).

2.3. Türkiye'de Yapı Denetim Sistemi

Türkiye uzun zamandır yapı denetim sistemine sahip bir ülkedir. Ancak meydana gelen afetler sonrasında çözüm yolları geliştirilmiş, önlemler alınmaya çalışılmıştır. Sistemin uygulama aşamasında yaşanan sorunlar denetimin doğru bir şekilde yapılmasının önüne geçmiştir. Bu yüzden Türkiye'de uygulanmakta olan denetim sistemini anlayabilmek, günümüz haline nasıl geldiğini bilmek önemlidir. Çalışmanın bu aşamasında denetim sisteminin Türkiye'deki gelişiminden bahsedilmiş, 4708 sayılı Yapı Denetimi Hakkında Kanun (YDHK) ile yasal zemine oturtulan YDS incelenmiştir. Mevcut sistemin eksiklikleri tespit edilerek Türkiye'deki YDS değerlendirilmiştir.

2.3.1. Türkiye'de yapı denetim sisteminin gelişimi

Türkiye'deki yapı denetim sistemleriyle alakalı gelişmeler, doğal afetlerden ve bu afetlerin yıkıcı etkilerinden sonra yaşanmıştır. Anadolu topraklarında yazılı tarihin başlangıcından beri büyük depremler yaşandığı bilinmektedir. Truva, Pamukkale, Efes gibi bazı uygarlıkların yerlerinin değiştirildiği ya da yok olduğuna ilişkin örnekler bulunmaktadır. Şekil 2.1'de Türkiye'de meydana gelen felaketler sonrasında mevzuatta yapılan düzenlemelerin gösterildiği kanun cetveli bulunmaktadır (Demir, 2017).

Osmanlı Devleti'nde 14 Eylül 1509 yılında yaşanan İstanbul depremi denetimle alakalı ilk yazılı örnek olarak bilinmektedir. Bu deprem sonucunda 1047 yapının ve 109 caminin yıkıldığı, 13 bin kişinin öldüğü söylenmektedir. Dönemin padişahı 2. Beyazıt yaşanan kayıplar için bir ferman çıkarmış, bu fermanla yeniden ev inşa etmek amacıyla devlet hazinesinden aile başına 20 altın yardımda bulunmuştur. Depremle yerle bir olan İstanbul'u yeniden ayağa kaldırmak için 50 bin usta görevlendirilmiştir. Zayıf zeminler

üzerine yapı yapılması yasaklanmış, ahşap ve karkas ev yapımına teşvik edilmiştir. İstanbul depreminden de anlaşılacağı üzere Osmanlı Devleti'nin yaşanan afetler sonucunda halka konut yardımında bulunduğu görülmektedir. Yapılan bu yardımlar anı kurtarmak için yapılan geçici çözüm yollarıdır (Demir, 2017; Özkan, 2005).

Osmanlı Devleti zamanında çıkarılan Arazi Kanunu (1858), Turuk ve Ebniye (Binalar) Nizamnamesi (1864), Ebniye Kanunu (1882) Türkiye'de İmar Hukuku'nun temellerini oluşturmuştur. Kurtuluş Savaşı'nın ardından gelen Cumhuriyet Dönemi'nde (1923) şehirlerin yeniden yapılanması, Ankara'ya öncelik verilmesi istenmiştir. Fakat Osmanlı Dönemi'nde oluşturulan imar ve şehircilik düzeninin bu anlamda yetersiz kaldığı fark edilmiştir (Özkan, 2005). Sistemdeki eksikliklerin giderilmesi açısından 1928 yılında 1351 sayılı Kanun çıkarılmıştır. Bu kanunla planlama ve uygulama yetkisine sahip Ankara İmar Müdürlüğü kurulmuştur. Ankara ilinin imar planlarının hazırlanması için uluslararası bir yarışma düzenlenmiştir (Demir, 2017; Kural, 2015).

1930 yılında çıkarılan 1580 sayılı Belediye Kanunu ve 1593 sayılı Umumi Hıfzıssıhha Kanunu'yla birlikte Türkiye'deki tüm belediyeleri kapsayan düzenlemeler getirilmiştir. Bu kanunlar da yerleşme ve yapılaşmaya ilişkin tanımlamalar yapılmış ve bu denetim sisteminin doğru bir şekilde uygulanabilmesi için belediyelere geniş yetkiler verilmiştir. Ancak denetim sistemi belirlenen kurallar doğrultusunda uygulanmadığı takdirde doğacak yasal sorumluluklar konusunda muğlak noktalar bulunmaktadır (Demir, 2017; Güleş, 2019; Karahan, 2008; Kural, 2015; Özkan, 2005).

1933 yılında çıkarılan 2290 sayılı Belediye Yapı ve Yolları Kanunu, Osmanlı Devleti zamanında yürürlüğe konulan Ebniye Kanunu'nun değiştirilmesiyle oluşturulmuştur. Bu kanun savaştan yeni çıkmış, sorunlarına hızlı bir şekilde çözüm bulmak isteyen bir ülke için, Almanya'nın başkenti Berlin Belediyesi Yapı Tüzüğü'nden uyarlanan bir kanundur. Aynı zamanda bu kanun belediye yönetmeliğinden uyarlandığı için ayrıntılı ve katı kurallar içermektedir. Belediye Yapı ve Yolları Kanunu'yla birlikte Türkiye'deki imar mevzuatının ve yapı denetiminin temelleri atılmıştır (Demir, 2017; Engin, 2022; Güleş, 2019; Karahan, 2008; Kural, 2015; Özkan, 2005).

1939-1944 yılları arasında Erzincan, Adapazarı, Bolu başta olmak üzere birçok ilde deprem meydana gelmiştir. 43319 kişi hayatını kaybetmiş, 75 bin kişi yaralanmış, binlerce konut yıkılmış ve kullanılamaz hale gelmiştir. 17 Ocak 1940 yılında 3773 sayılı Depremde Zarar Görenlere Yapılacak Yapılar Hakkında Kanun çıkartılmıştır. 3773 sayılı kanun gereği evini kaybedenlere arsa ve yapı malzemeleri yardımı yapılmış,

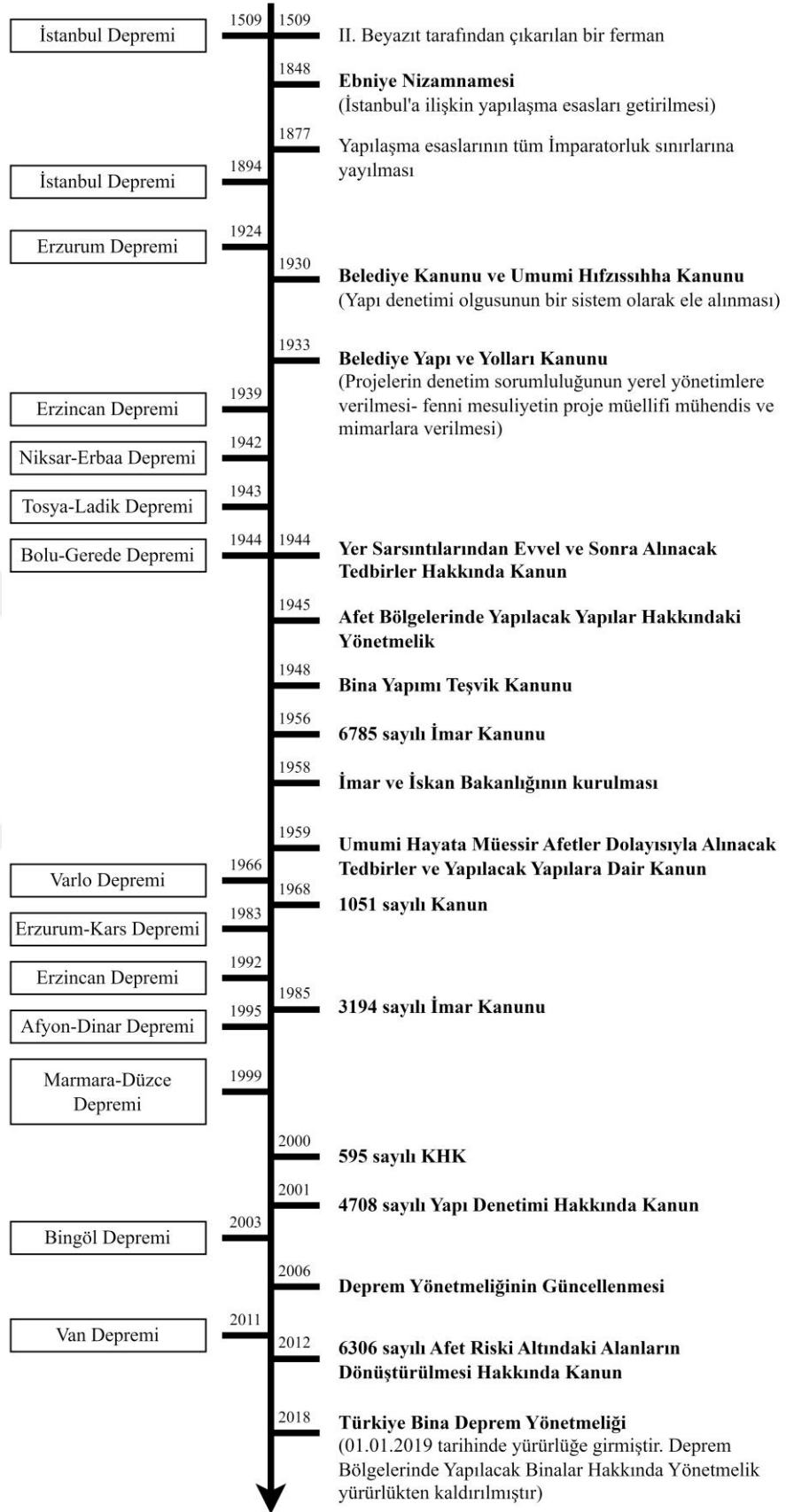
çalışanlara ikramiyeler verilmiş, vergi borçları ertelenmiştir. Ancak devlet yapılan çalışmaların çözüm odaklı olduğunu, önleyici olmadığını fark etmiş, depremin olumsuz etkilerine karşı güvenli yerleşmelerin ve yapılaşmaların gerektiği kanaatine vararak 1944 yılında 4623 sayılı Yer Sarsıntılarında Alınacak Tedbirler Hakkında Kanun çıkartmıştır. Bu kanunla birlikte depremden etkilenen bölgelerde yeniden yapılması tasarlanan yapılara ilişkin mevzuat belirlenmiştir. Ayrıca Türkiye'nin ilk deprem haritası 1945 yılında bu kanunla birlikte oluşturulmuştur (Başak, 2017; Demir, 2017).

1948 yılında 5228 sayılı Bina Yapımı Teşvik Kanunu çıkartılarak ihtiyaç duyulan konutların yapımında doğru yöntemlerin kullanılması hedeflenmiştir. Ancak sanayileşmenin hızla gelişmesi buna bağlı olarak köylerden kentlere göçlerin hız kazanması planlanan düzenlemelerin, çıkarılan kanunların uygulanmasının önüne geçmiştir. 1956 yılında 6785 sayılı İmar Kanunu çıkarılarak yaşanan olumsuzlukların giderilmesi açısından planlama ve yapılaşmaya ait yetkiler merkezi idarede toplanmıştır. 1958 yılında 7116 Sayılı Kanun'la İmar ve İskân Bakanlığı kurulmuştur. Şehir, köy ve bölgelere ait planlamalar, konut ve iskân sorunlarının çözülüne ulaştırılması, afetlerden kaynaklanan sorunların etkisinin azaltılması gibi görevler bu bakanlığın sorumluluğu altına verilmiştir (Güleş, 2019; Karahan, 2008).

1966 yılında Gecekondu Kanunu çıkartılmıştır. Ancak bu kanun çarpık kentleşmenin ve kaçak yapılaşmanın önüne geçememiştir. 1985 yılında yürürlükte olan imar kanunu revizyona uğrayarak 3194 sayılı İmar Kanunu çıkartılmıştır. Belediyeler ve valilikler ilgili konular da yetkilendirilmiştir. Bu kanunla birlikte sistem gelişmiştir ancak eksiklikler tam anlamıyla giderilememiştir. 1999 yılında Adapazarı'nda meydana gelen depremde can ve mal kayıpları yaşanmıştır. Geçmişte yaşanmış depremler sonrasında olduğu gibi çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Afetler sonrasında yaşanan can ve mal kayıplarını azaltmak, yapı kalitesini arttırmak, kontrolsüz yapılaşmanın önüne geçmek hedeflenmiştir (Özkan, 2005; Yağız, 2019).

10.04.2000 tarihinde Resmî Gazetede yayımlanan 595 sayılı Kanun Hükmünde Kararname (KHK) çıkarılmıştır. Bu YDS ilk olarak 19 pilot ilde uygulanmaya başlanmıştır. Bu süreçte fark edilen eksiklikler ve hataların revize edilmesi için Bayındırlık ve İskân Bakanlığı genelgeler düzenlemiş ve yayımlamıştır. 595 sayılı KHK ve bakanlık tarafından yayınlanan genelgelerin anayasaya aykırı olduğu gerekçesiyle 2001 yılında 595 sayılı KHK yürürlükten kaldırılmıştır (Kural, 2015). Bu kanunun kaldırılmasıyla sistemde denetim açısından boşluklar oluşmuştur. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı bu durumu düzeltmek adına 4708 sayılı Yapı Denetimi Hakkında Kanun'u

(YDHK) hazırlamış ve YDHK 2001 yılında Resmî Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu kanunla alakalı bazı değişiklikler 2010 yılında Resmî Gazetede yayımlanmış ve 2011 yılının ocak ayında uygulanmaya başlanmıştır. 4708 sayılı YDHK 13.07.2001 tarihinde Resmî Gazete’de yayımlanmış ve yürürlüğe konulmuştur. Kanunun uygulanabilirliğini kontrol etmek için ilk olarak 19 pilot ilde uygulamaya konulmuştur. 4708 sayılı YDHK’nın eksik veya açık konuları çeşitli yönetmeliklerle kapatılmış ve günümüze kadar uygulanmaya devam etmiştir. 13.07.2010 tarihinde yayımlanan Resmî Gazete’de 19 pilot ilde uygulanan YDS’nin Türkiye genelinde uygulanmasına karar verilmiştir. Türkiye’de meydana gelen felaketler sonrasında yukarıda bahsedilen yapı mevzuatına dair düzenlemeler Şekil 2.1’de paylaşılmıştır (Engin, 2022; Güleş, 2019; Karahan, 2008; Özkan, 2005; Yağız, 2019).



Şekil 2.1. Türkiye’ de meydana gelen felaketler sonrasında mevzuatta yapılan düzenlemeler (Yağız, 2019’dan uyarlanmıştır)

2.3.2. 4708 Sayılı Yasa ile getirilen yapı denetim sistemi

Anayasa mahkemesinin 595 sayılı KHK'yı iptal etmesinin ardından denetim sisteminde oluşan boşlukların kapatılması, önceden uygulanan sistemlerdeki eksikliklerden kaynaklanan sorunların tekrar yaşanmaması için 13.07.2001 tarihinde Resmî Gazetede yayımlanan 4708 sayılı Yapı Denetimi Hakkında Kanun (YDHK) ile birlikte yeni bir dönem başlamıştır (Erdal, 2022; Özkan, 2005). 4708 sayılı YDHK başlarda kamu hukuku kapsamında yer alırken sonralarda denetim sistemlerinde yaşanan gelişmelere hızlı bir şekilde adapte olması, yenilikleri takip edebilmesi açısından özel hukuk kapsamına alınmıştır (Taşcı, 2017).

4708 sayılı YDHK'nın amacı can ve mal güvenliğinin sağlanması, yapıların projelerine uygun, belirli standartlar çerçevesinde kaliteli olarak yapılmasının sağlanmasıdır. Ayrıca projelerin uygulama esnasında denetimini yapı denetim kuruluşları aracılığıyla sağlamak ve yapı denetimine dair usul ve esasları düzenlemektir. 4708 sayılı YDHK'ya dayalı olarak çıkarılan Yapı Denetimi Uygulama Usul ve Esasları Yönetmeliği'nde YDS'de görev alan (yapı sahibi, ilgili idare, yapı denetim kuruluşu, denetçi, kontrol elemanı, yapı müteahhidi, proje müellifi, şantiye şefi vb.) personellerin görev ve sorumluluklarını açıklayan tanımlara yer verilmiştir (Boysal, 2022; Doğan, 2013). Bu kanun kapsamında:

- *3194 sayılı İmar Kanunu'nun da belirtildiği üzere kamuya ait yapı ve tesisler, ruhsata tabi olmayan yapılar,*
- *Bodrum kat haricinde en fazla iki katlı ve yapı inşaat alanı 200 m² den fazla olmayan yapılar,*
- *Entegre tesis niteliğinde bulunmayan tarım ve hayvancılık amacıyla kullanılmayan yapı ve tesisler,*
- *Köy yerleşik alanlarında, belediye ve mücavir alan sınırları içerisinde olmayan iskân dışı alanlarda ve nüfusu 5000'in altında olan belediyelerin belediye ve mücavir alan sınırları içerisinde bodrum katı ve çatı arası dışında en fazla iki katlı ve yalnızca bir bodrum katın inşaat alanı hesaba katılmaksızın toplam inşaat alanı 500 m²'yi geçmeyen konut yapıları ile bunların kömürlük, otopark, depo gibi müstemilatı hariç olmak üzere, belediye ve mücavir alan sınırları içerisinde ve dışında bulunan yerlerde yapılacak yapıların denetimi,*

yer almaktadır (URL-2) (Erdal, 2022; Güleş, 2019; Güncü, 2020; Karahan, 2008; Karaoğlu, 2011; Kural, 2015).

4708 sayılı Kanun ile birlikte denetim sisteminin kurumsallaşması gerektiği kanaatine varılmıştır. Yapıların proje aşamasından uygulama aşamasının bitimine kadar olan ki süreçte denetiminin tek bir koldan etkin olarak yapılabilmesi için bağımsız, tecrübeli kuruluşların oluşturulması hedeflenmiştir. Denetimlerin bağımsız kuruluşlar tarafından yapılması denetim sisteminin tamamen özel kuruluşlara bırakıldığı anlamına gelmemektedir. Kamu ve özel kuruluşlar yapı denetimi hususunda iş birliği içerisinde çalışmaktadır (Erdal, 2022; Karaoğlu, 2011).

4708 sayılı YDHK ile birlikte projelendirme aşamasından inşaat sürecinin bitimine kadar olan tüm aşamalarda denetim yapılmaktadır. Yapıya ait projelerin incelenmesi ve onaylanması, onaylanan projelerin ruhsatının alınma aşamaları ve ruhsata uygun olmayan yapıların tespit edilerek gerekli işlemlerin yapılması süreci bu sistemin işleyiş şeklidir (Karaoğlu, 2011). Yeni kanunla gelen denetim sisteminin Türkiye genelinde bir anda uygulanabilmesi pek mümkün görülmemiştir. Bu yüzden 19 pilot il belirlenip sistemin uygulanabilirliği test edilerek oluşabilecek sistemsel sorunlara yönelik çözüm önerilerinin geliştirilmesi hedeflenmiştir (Engin, 2022; Erdal, 2022; Karaoğlu, 2011). Pilot il uygulaması için kanun maddesi: *“Madde 11 – Bu Kanunun uygulanmasına pilot iller olarak; Adana, Ankara, Antalya, Aydın, Balıkesir, Bolu, Bursa, Çanakkale, Denizli, Düzce, Eskişehir, Gaziantep, Hatay, İstanbul, İzmir, Kocaeli, Sakarya, Tekirdağ ve Yalova illerinde başlanır. Pilot illerin genişletilmesi ve daraltılmasına, Bakanlığın teklifi üzerine Bakanlar Kurulu yetkilidir”* 19 pilot ilde uygulanmakta olan 4708 sayılı YDHK 01.01.2011 tarihinden itibaren Türkiye genelinde uygulanmaya başlamıştır (Taşcı, 2017).

4708 sayılı YDHK kapsamında 2019 yılında düzenlemeler yapılmıştır. 2019 yılı öncesinde yapı üretimi sürecinde denetim işini üstlenecek kuruluş yapı sahibi tarafından belirlenmekteydi. 2018 yılında YDHK’da yapılan bazı değişiklikler sonrasında 01.01.2019 tarihinden itibaren yapıların denetim işlerini yürütecek kuruluş elektronik ortamda belirlenmeye başlamıştır. Böylelikle yapı sahiplerinin seçtikleri denetim kuruluşlarıyla iş yapamaması, iş dağıtımının merkezi sistemle elektronik ortamda yapılması kanunun iyileştirmeleri arasındadır. Yapılan düzenlemelerle birlikte çalışma saatlerinin, şartlarının ve standartlarının iyileştirileceği düşünülmektedir (Boysal, 2022; Güleş, 2019). Bunlara ek olarak denetim sisteminden önce yapılan yapılar denetimler sonrasında yapılan yapılarla karşılaştırıldığında denetimin ve incelemelerin özveriyle

yapıldığı görülmektedir. Yapılan değişikliklere rağmen 4708 sayılı YDHK'nın uygulanması sırasında karşılaşılan bazı eksiklikler vardır. Bunlar:

- Belirli metrekaresinin altında olan şantiyelerde şantiye şefi bulundurma zorunluluğunun bulunmaması,
- Proje paydaşları arasında veri alışverişinde yaşanan bilgi kayıpları ve bu aktarım sırasında dosyaların sürekli olarak güncellenmemesi durumunda projelere uygun yapıların inşa edilmemesi,
- Yalnızca ilgili idarenin yapı tatil tutanağı hazırlayabilmesi,
- Yapı denetim kuruluşlarına verilen cezaların yetersiz kalması,
- Yapı denetim kuruluşlarında çalıştırılan denetçilerin imza karşılığı çalışmaları,
- Denetim işini gerçekleştirecek denetçilerin yeterliliklerinin değerlendirilmemesi,
- Denetim kuruluşlarının mali kaygılardan dolayı personel sayısını en alt seviyede tutup yaşça büyük denetçilerin diplomasını kiralaması,

gibi sorunlar yaşanmaktadır (Bilici, 2021; Engin, 2022; Güleş, 2019).

2.3.3. Türkiye’de yapı denetim sisteminin süreçleri ve bilgi akışı

Yapı denetim kanunu çıkmadan önce denetimler yeminli serbest mühendislik, mimarlık ve teknik ofisler tarafından yapılmaktaydı. Yapı denetim kanununun çıkmasının ardından bu ofisler tarafından gerçekleştirilmekte olan denetimler iptal edilmiş ve geçerliliklerini kaybetmişlerdir. Türkiye’de uygulanmakta olan mevcut denetim sisteminde özel sektör kuruluşları denetimde etkin bir şekilde rol almaktadır. Bu yapı denetim firmaları ilgili bakanlığın ve yapı denetim komisyonunun izniyle yapı denetim hizmeti verebilmektedir (Bilici, 2021).

2019 yılı öncesinde yapı denetimi hizmeti verecek kuruluş yapı sahibi tarafından, bulunduğu ilde faaliyet göstermek için görevlendirilmiş firmaların arasından seçilmekteydi. 11.05.2018 tarihinde 4708 sayılı YDHK’da değişiklikler yapılmıştır. 01.01.2019 tarihi itibarıyla hangi yapıda hangi firmanın denetim faaliyetini üstleneceği elektronik sistemle bakanlık tarafından belirlenmeye başlamıştır. Bu sayede müteahhitle yapı denetim kuruluşları arasındaki parasal ilişkinin kesilmesi amaçlanmıştır (Bilici, 2021; Demir, 2019).

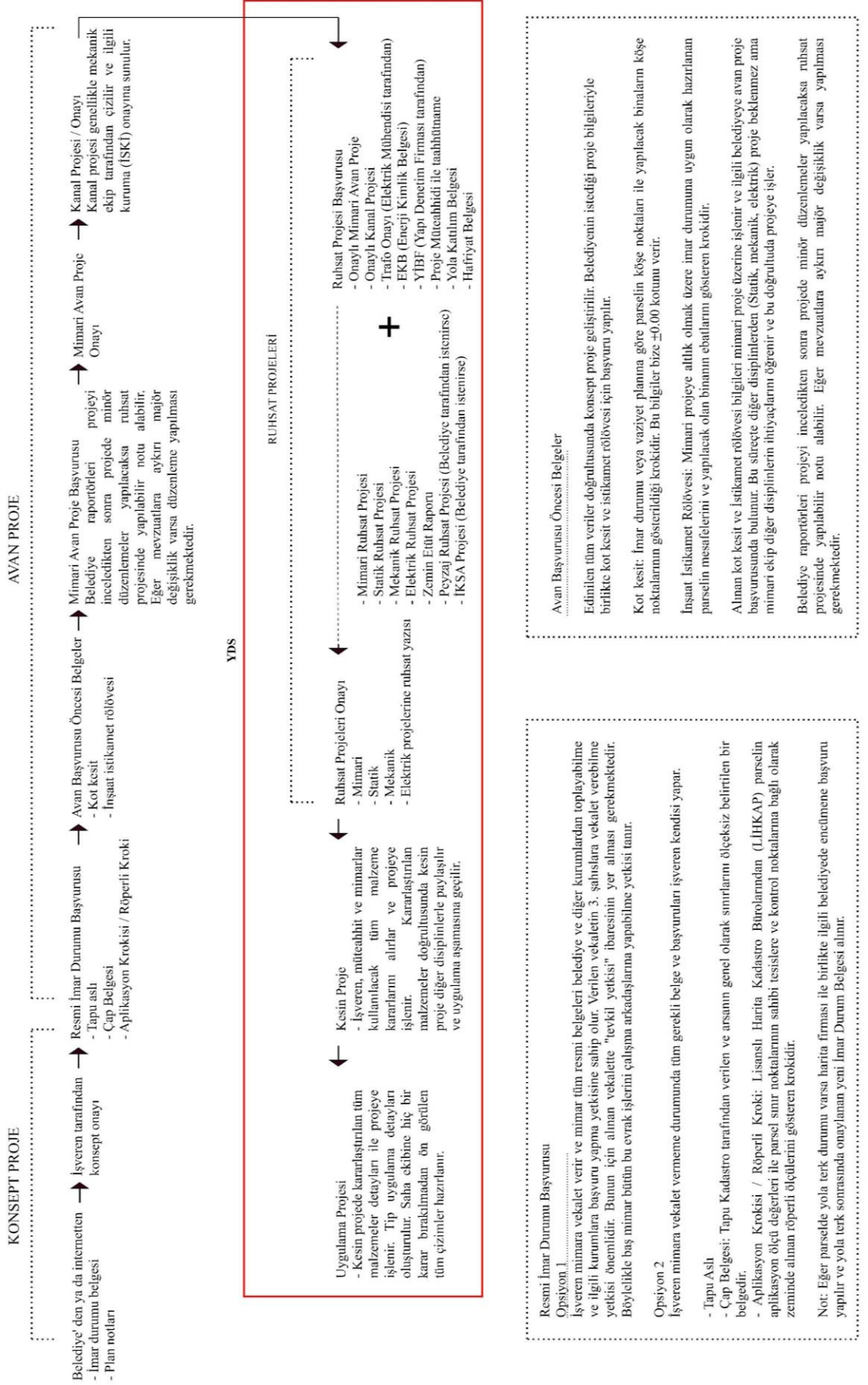
Mimari proje aşamalarının ilk aşaması olarak belirlenen konsept projelerinin hazırlanması için çalışmaya başlarken ilk olarak imar durum (çap) belgesinin ve plan

notlarının ilgili belediyeden temin edilmesi gerekmektedir. Hazırlanan konsept proje işverenin onayına sunulur ve onayı alındıktan sonra avan proje sürecine başlanır. Avan proje belediyelerin yapı kullanımı için ruhsat projelerini vermeden önceki seviyedir. Avan projenin istenme durumu belediyelere göre farklılık göstermektedir. Şekil 2.2’de mimari proje aşamalarının yer aldığı şema avan projenin istenmesi durumuna göre hazırlanmıştır. Avan projesine başlarken;

- İlk olarak resmi imar durumuna başvurulması gerekmektedir. Başvuru tapu aslı, çap belgesi ve aplikasyon krokisiyle yapılmaktadır. Resmi imar durum başvurusunda iki farklı opsiyon bulunmaktadır. İlkinde işverenin mimara vekalet vermesi üzerine tüm belgeleri toplama ve ilgili kurumlara başvuru yapma yetkisinin mimarda toplanmasıdır. İkincisinde ise işveren tüm bu işleri kendisi yapmaktadır.
- İmar durum başvurusu yapıldıktan sonra avan proje başvurusu oluşturulmaya başlanır. Bu süreçte projeler detaylandırılmaya başlanır. Detaylandırma belediyelerin ruhsat projeleri içerisinde gerekli bulunduğu birçok detayın işlenmesidir. Örneğin planların tam olarak çizilmesi, emsal tablolarının tam olarak yapılması, görünüşlerin ve kotların tam olarak oturtulması, 0.00 kotunun yapılması, diğer hesaplamaların yapılması vb. Tasarlanan projenin vaziyet planıyla birlikte avan projenin başvurusu oluşturulur.
- Avan başvurusu öncesinde kot kesit (0.00 kotunun nereden alınacağını gösterir) ve istikamet rölövesinin (Mimari projeye altlık olmak üzere imar durumuna uygun olarak hazırlanan parselin mesafelerini ve yapılacak olan binanın ebatlarını gösteren kroki) alınması gerekmektedir. Bu belgelerin tamamlanmasının ardından resmi avan başvurusu yapılmaktadır.
- Avan başvuru sürecinde projeler raportörler tarafından incelenmektedir. Minör düzeltmeler yapılabilecek durumdaysa avan projenin üzerine notlar düşülmektedir. Mevzuatlara aykırı büyük majör değişiklikler mevcutsa düzeltme yapılması gerekmektedir. Tespit edilen değişikliklerin düzeltilmesinin ardından proje onayı alındıktan sonra genel olarak mekanik ekibi tarafından çalışılan kanal projesi belediyeye sunulmakta ve onaylandıktan sonra tam olarak ruhsat projeleri oluşturulmaya başlanabilmektedir. Unutmamak gerekir ki avan proje süreçleri içerisinde mekanik, statik ve elektrik gereksinimleri bu disiplinlerle paylaşılarak, onlardan bilgi alınarak projelere işlenir.

- Avan proje ve kanal proje onayını aldıktan sonra ruhsat projeleri oluşturulmaya başlanmaktadır. Ruhsat projesi yapının tamamen legalleşmesi ve üzerine tapu alınabiliyor, kat mülkiyeti alınabiliyor olması için oluşturulan projelerdir. Bu projeler yönetmeliklere uygun olarak oluşturulmalıdır. Ruhsat projeleri başvurusunda onaylı mimari avan proje, onaylı kanal projesi, trafo onayı, EKB (Enerji Kimlik Belgesi), YİBF (Yapıya İlişkin Bilgi Formu) belgesi, proje müteahhiti ile taahhütname, yola katılım belgesi ve hafriyat belgesi istenmektedir. Bunlara ek olarak bütün disiplinlerden ruhsat projelerinin (mimari, statik, mekanik, elektrik, zemin etüdü) çizimi istenmektedir. Peyzaj ve İksa projelerinin istenmesi belediyelere göre farklılık göstermektedir. Yapıya ait bilgilerin YİBF’de doldurulmasıyla ön kayıt işlemi gerçekleştirilmiş olmaktadır. Yani başvuru ilgili belediyenin sistemine düşmektedir. Mimari proje müellifi tarafından beyan edilen YİBF ön kayıt bilgileri ilgili idare tarafından kontrol edilerek onaylanmaktadır. Onaylanan YİBF kaydı ilgili belediye tarafından Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı’nın sistemine atılarak elektronik ortamda yapı denetim kuruluşunun belirlenmesi sağlanmaktadır. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı birkaç gün içerisinde işin metrekaresine (m²) ve yapı sınıfına uygun olan aynı zamanda yapının inşa edileceği ilde faaliyet gösteren yapı denetimi firmasını atamaktadır. Denetim firmasının belirlenmesinin ardından yapı üretim süreci başlamaktadır. Bu süreçte ilk olarak hazırlanan projeler incelenmektedir. Sırasıyla: zemin etüdü, statik proje, mekanik proje ve elektrik projesi yapı denetim kuruluşunda görev alan denetçi unvanına sahip teknik personeller tarafından incelenmektedir. İncelenip onaylanan projeler imzalanarak ilgili belediye yönetiminin denetimine sunulmaktadır. Projelerde ve belgelerde eksikliklerin veya düzeltilmesi gereken yerlerin olması durumunda hem yapı denetim firmasının hem de ilgili belediyenin yaptırım gücü bulunmaktadır (Boysal, 2022).
- Ruhsat projelerinin onaylanmasının ardından (mimari, statik, mekanik, elektrik) bu projeler resmileştirilir ve kesin proje aşamasına geçilir. İşveren, müteahhit ve mimar tarafından hangi malzemelerin kullanılacağı kararlaştırılır. Bunun nedeni uygulama projesine geçilirken sıkıntı yaşanmamasıdır. Disiplinlerin ortaklaşa çalışması sonucunda malzemeler belirlenir. Kararların verilmesinin ardından uygulama projesi çizilmeye başlanır. Uygulama projelerinin kapsamı yapılan sözleşmelere göre değişiklik gösterebilmektedir.

- İlgili belediye tarafından incelenen belge ve projeler incelenip onay alındıktan sonra belediye tarafından Mekânsal Adres Kayıt Sistemi (MAKS) üzerinden yapı ruhsatı düzenlenmektedir. Yapı ruhsatının düzenlenmesinin ardından Ulusal Yapı Denetim Sistemi'nde (UYDS) yer alan YİBF'ye ait yapının ruhsatına belediye onay vermektedir. Yapı ruhsatının alınmasını takiben yapı sahibi, yapı denetim firması, yapı müteahhidi tarafından imza altına alınarak ilgili belediyeye sunulan işyeri teslim tutanağı, yapı denetim firmasının teknik personelleri tarafından da uygun görülerek imzalanması ve UYDS'de işyeri teslim tutanağının onaylanmasıyla birlikte denetimin uygulama aşaması başlamaktadır. Yapılan uygulamaların yapı ruhsatı ve eki projelerine uygun olarak yapıldığına yönelik iş bitirme tutanağı düzenlenmektedir. Düzenlenen bu tutanakla birlikte yapı denetim kuruluşunun denetim süreci son bulmaktadır. Fakat denetim sürecinde yer alan personellerin sorumlulukları yapı kullanım izni alındıktan sonra taşıyıcı kısımlar için on beş yıl, taşıyıcı olmayan kısımlar için iki yıl devam etmektedir (Şekil 2.2) (Boysal, 2022).



Şekil 2.2. Yapı denetim sisteminin belirlenmesi ve akış şeması

2.3.4. Türkiye'deki yapı denetim sisteminin eksiklikleri

Yapıların projelerine uygun olarak yapılmasını ve yapım aşamalarının yapı denetim tarafından denetlenmesini sağlamak, kaçak yapıların yapılmasının önüne geçmek, yapılarda yaşamını sürdüren insanların can ve mal güvenliğini sağlamak, belirlenen standartlara uygun nitelikli yapıların yapılabilmesini sağlamak adına 4708 sayılı YDHK çıkarılmıştır. Kanunla sorunlara yönelik iyileştirmeler olsa da bazı sorunlar güncelliğini korumakta ve giderek büyümektedir (Engin, 2022).

Türk toplumu yaşanan günün koşullarına göre düşünmeyi, çözüm yolları aramayı benimsemiştir. Geleceğe yönelik yapılan yatırımı boşa yapılmış olarak görmekte, karşılaşılabilecek sorunlar için alınan önlemleri boşa harcanan para olarak değerlendirmektedir. Belirtilen gerekçelerden dolayı YDS'ye yönelik düzenlemeler yapılmalı, kanun ve yönetmeliklerde tespit edilen eksiklikler tamamlanmalıdır (Engin, 2022; Güleş, 2019; Özkan, 2005).

Bu eksikliklerden en yaygın olanları ve bunlardan bazılarının nedenleri şunlardır:

- Türkiye topraklarının büyük bir kısmı deprem riski altında bulunmaktadır. Doğal afetler arasında zarar vericiliği en fazla olan doğa olayı depremdir. Ancak diğer doğa olaylarını yok sayarak yalnızca yapıların taşıyıcı sistemlerinin denetimini yapmak doğru olmayacaktır. Depremin yıkıcı etkisi için gösterilen itinanın yapının diğer kısımları için de gösterilmesi ve denetlenmesi gerekmektedir (Güleş, 2019).
- Yapı denetim kuruluşlarında yer alan denetçilerin yapım aşamasına başlanmadan önce yeterliliğinin ölçülmemesi (Engin, 2022).
- İlgili idarenin ruhsat için onay vermemesine rağmen yapı denetim kuruluşunun denetim sorumluluğunun başlaması (Engin, 2022).
- Metrekare bakımından küçük şantiyelerde şantiye şefi bulundurulma zorunluluğunun bulunmaması (Engin, 2022).
- Yapıların sigortalanmasının denetim sistemi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Yabancı ülkelerde ki denetim sistemlerine yönelik yapılan araştırmalar sonucunda sigorta firmalarının yapacakları iş için alacakları sorumluluktan doğabilecek riskleri azaltabilmek adına ikinci bir denetim mekanizması gibi çalıştıkları görülmektedir (Güleş, 2019).

- İlgili idarelerin siyasi kaygılarda dolayı projelerin uygulama aşamalarında taviz vermeleri (Engin, 2022).
- Yapı Denetim Kanununda mimar ve mühendislerin denetçi belgesi alabilmesi için 5 yıllık mesleki iş tecrübelerinin bulunması istenmektedir. Meslek hayatı boyunca farklı alanlarda çalışmış, yapı işlerinin kontrolüne yönelik yeterince tecrübesi bulunmayan mimar ve mühendisler alacakları belgeyle proje ve uygulama denetçisi olarak çalışabilmektedir. Aynı zamanda bu belgeleri kiralayabilmektedirler (Güleş, 2019).
- Türkiye’de uygulanmakta olan denetim sistemi bütün yapıları kapsamamaktadır. Kanunda belirtilen maddelerde yer alan belirli m² sınırına uymayan yapılarda, kamuya ait yapılarda denetim yapılamamaktadır. Kamu yapılarında denetim kuruluş içi denetimlerle veya fenni mesuller tarafından yapılmaktadır. Bu sebeplerden dolayı oluşabilecek sorunların önüne geçilebilmesi için kanunda revizeler yapılmalıdır (Güleş, 2019).
- Projelerin uygulama aşamasında yer alan personellerin yapıların projelerine uygun olarak yapılmaması durumunda veya eksik yapılması durumunda oluşabilecek durumlara yönelik bilgilendirilmesi gerekmektedir. Yapıların projelerine uygun yapılmasının önemi gerekli çalışmalarla ve eğitimlerle desteklenmelidir (Başak, 2017).
- Yapı denetim kuruluşları hazırlamış oldukları hakedişlerin ilgili idare tarafından kontrolünün personel eksikliği, iş yoğunluğu gibi sebeplerden dolayı geç yapıldığını düşünmektedir (Boysal, 2022).
- Proje müelliflerinin görev ve sorumlulukları kanunda sınırlandırılmıştır. Proje müellifleri hazırlamış oldukları projeleri izleyebilmeli, yapılan işlerin uygulama esnasında projeye uygunluğunu kontrol edebilmeli ve yapılması gereken herhangi bir değişiklikte fikri alınarak hareket edilmelidir (Güleş, 2019).
- 4708 sayılı YDHK ile birlikte yapı denetim firmalarının elektronik ortamda belirlenmesi ve bu şekilde firmanın bulunduğu ilin herhangi bir yerinden gelen küçük metrekareli işi maddi kaygılarından dolayı almak istememesi (Engin, 2022).
- Yapı denetim kuruluşları bünyesinde çalıştırılması zorunlu olan personellerin denetçi belgesi alma zorunluluğu bulunmaktadır. Bu belgenin alınması için gerekli şartların ağır olmasından dolayı emekli ve yaşça büyük personel

çalıştırılmaktadır. Aynı zamanda bu personeller etkin bir şekilde görevlendirilmemekte, imza karşılığı çalıştırılmaktadır (Engin, 2022).

- Yapı denetim kuruluşları mali kaygılardan dolayı personel sayısını olabildiğince alt seviyede tutmaya çalışmaktadır. Bu sebepten dolayı kuruluşlar yaşça büyük veya emekli denetçilerin belgelerini kiralamaktadır (Güleş, 2019).
- Uygulama aşamasında karşılaşılan yanlış imalatların denetim kuruluşu tarafından ilgili idareye bildirilmesi firmayı idari yaptırımlardan kurtarmaktadır. Ancak ilgili idare personellerinin kanun ve mevzuatları farklı yorumlaması denetim firmaları açısından sorun olarak görülmektedir (Aslan, 2023).
- Yapı denetim kuruluşlarında görev alan denetçilerin denetimde aktif bir şekilde rol almadıkları, imza karşılığında belgelerini kiraladıkları görülmektedir (Boysal, 2022).
- Denetim kuruluşlarındaki teknik personellere ve denetim kuruluşlarına uygulanacak yaptırımlar yetersiz kalmaktadır (Boysal, 2022).
- Hazırlanan projeler yapı denetim kuruluşlarına e-imar sistemi üzerinden değil elden teslim edilmektedir. Projelerin teslim edilmesi sırasında belirli bir sistemin olmayışı sorun teşkil etmektedir.
- Bazı belediyeler yapı denetim kuruluşları tarafından incelenen projeleri çıktı olarak isterken bazı belediyelerin çıktı olarak değil e-imar üzerinden gönderilmesini istemesi farklılıklara neden olmaktadır.
- Türkiye’de deprem bölgelerinin dereceleri farklılık göstermesine rağmen yapı denetimlerde buna ait denetim farklılıklarının bulunmaması.
- Proje paydaşları arasında veri paylaşımı sırasında bilgi kayıplarının yaşanması ve bu aktarım sırasında güncellenen dosyaların son hallerinin paylaşılmaması teknik açıdan projelere uygun olmayan yapıların inşa edilmesine sebebiyet vermektedir.

Türkiye’de uygulanmakta olan yapı denetim sisteminin mevcut durumunun anlaşılabilmesi için konunun kapsamı genişletilerek yapı denetimine ait terimler araştırılmış, yapı kavramına kadar inilmiştir. Türkiye’de uygulanmakta olan denetim sisteminin yabancı ülkelerde uygulanan sistemle kıyaslanabilmesi açısından farklı ülkelerdeki YDS’ler incelenmiştir. Şekil 2.3’te incelenen ülkelerin birbirinden farklı denetim sistemleri benimsedikleri görülmektedir. Bazı ülkelerde denetim sistemi sigortalama esasına dayanırken bazılarında kamu denetimine dayanmakta bazılarında

ise yapı denetim firmalarıyla sağlanmaktadır. Yapı denetiminde Almanya, İngiltere ve Japonya’da kamunun denetimi esas alınırken, Fransa ve Amerika’da sigortalama sistemi esas alınmaktadır. Projelerin denetimi; Fransa, İngiltere ve Belçika’da proje müellifleri tarafından yapılırken, Almanya ve Amerika’da bağımsız denetçiler tarafından yapılmaktadır. YDS’lerde yönetmelik; Almanya, Türkiye, İngiltere ve Belçika ülkeleri için önemli bir yere sahiptir. Fransa, Türkiye ve Belçika’da denetim firmaları denetimde etkin bir şekilde rol almaktadır.

Türkiye’de uygulanmakta olan YDS, Avrupa ülkelerinde uygulanmakta olan YDS’lerle karşılaştırıldığında o sistemlerin karması olduğu görülmektedir.

| İŞİN ADI | ALMANYA | | FRANSA | | TÜRKİYE | | İNGİLTERE | | AMERİKA | | JAPONYA | | BELÇİKA | |
|------------------|---------|-------|--------|-------|---------|-------|-----------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| | EVET | HAYIR | EVET | HAYIR | EVET | HAYIR | EVET | HAYIR | EVET | HAYIR | EVET | HAYIR | EVET | HAYIR |
| SİGORTA | | X | X | | | X | | X | X | | | X | | X |
| KAMU DENETİMİ | X | | | X | | X | X | | | X | X | | | X |
| DENETİM FİRMASI | | X | X | | X | | | X | | X | | X | X | |
| BAĞIMSIZ DENETÇİ | X | | | X | | X | | X | X | | | X | | X |
| YÖNETMELİK | X | | | X | X | | X | | X | | X | | X | |
| PROJE MÜELLİFİ | | X | X | | | X | | X | X | | | X | X | |

Şekil 2.3. Yabancı ülkelerde uygulanmakta olan yapı denetim sistemlerinin uygulama esaslarının karşılaştırılması (Engin, 2022’ den uyarlanmıştır).

Tarih boyunca depremin yıkıcı etkileriyle karşı karşıya kalan Anadolu toprakları denetim konusunda sürekli sınıfta kalmıştır. Yaşanan her depremin ardından denetim sisteminde değişiklikler olmuş, farklı stratejiler uygulanmıştır. Değişim halinde olan denetim sisteminin tarihsel olarak gelişimi incelenmiş, 4708 sayılı YDHK ile Türkiye’de son halini alan YDS süreçleri araştırılmıştır. 4708 sayılı YDHK neticesinde YDS’de iyileştirmeler olsa da hala denetim sisteminde eksiklerin olduğu yapılan literatür taramalarıyla tespit edilmiştir.

Yapılara ait hazırlanan projelerin paylaşımı sırasında veri kayıplarının yaşanması, projelere ait dosyaların güncelliğini korumaması büyük sorun teşkil etmektedir. Güleş 2019’un tezinde 4708 sayılı YDHK’nın uygulanışında karşılaşılan sorunlara yönelik çözüm önerisi dikkate alınarak yeni bir model önerisi getirilmiştir.

Mevcut YDS’de projelerin ve evrakların fazlalığı, belgelerin kontrolü ve imza ile yapılan işlemlerin yoğunluğu ilgili belediyeler tarafından prosedürlerin yerine getirilmesini karmaşık hale getirmektedir. BIM, paydaşlar arası işbirliğine duyulan

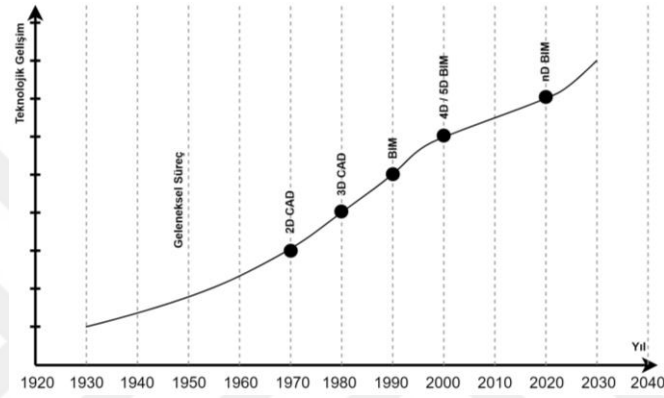
ihtiyacın ve proje bütünlüğünün sağlanması, daha nitelikli sonuçların elde edilmesi, oluşabilecek risklerin azaltılması, disiplinler arası koordinasyon eksikliğinden dolayı oluşabilecek süre kaybının ve maliyetin azaltılması, çevreye duyarlı yapıların inşa edilmesi ve projelerin daha iyi şekilde görselleştirilmesi gibi çalışmaları ve inşaat sektöründe farklı disiplinlerin bir arada, uyum içerisinde çalışmasını desteklemektedir (Aydın, 2021; Venugopal vd., 2012; Yin vd., 2019). BIM sistemlerinin YDS süreçlerine entegre edilmesiyle oluşturulacak modelin yaşanan bu yoğunluğu azaltması, sürecin yürütülmesi sırasında yaşanabilecek aksaklıkların ve eksikliklerin önüne geçebileceği düşünülmektedir.

Mimarlık, mühendislik, inşaat endüstrisi alanlarındaki bir projenin yaşam döngüsüne ait bilgilerini kapsayabilme özelliği bulunan Yapı Bilgi Modellemesi (BIM) yaygın olarak kullanılmaktadır. BIM projede yer alan katılımcıların ve proje paydaşlarının güncel proje verilerine erişimini, bilgi aktarımlarını sağlamaktadır (Anaç ve Arun, 2023; Lee vd., 2020). BIM, yalnızca görselleştirme veya yapı modellerinin güncel halleriyle senkronizasyonunu sağlamaz bununla beraber planlama, tasarım, inşaat, işletme, bakım, yönetim de dahil olmak üzere proje yaşam döngüsünde yer alan farklı disiplinler arasında ki işbirliğini, iletişimi ve düzenli bilgi akışını koordine etmektedir (Yin vd., 2019). Bu bilgi akışları hem malzeme bilgisi hem de semantik ve geometrik bilgi akışıyla tanımlanmaktadır. Bu bilgi akışında izlenen iki bütünleşik yöntem vardır. Literatürde IDM (Information Delivery Manual) olarak tanımlanan Bilgi Dağıtım Kılavuzu yöntemiyle proje paydaşları arasındaki veri alışverişi sağlanmakta, literatürde MVD (Model View Definition) olarak tanımlanan Model Görünüm Tanımı yöntemiyle paydaşlar arasında aktarılacak olan verilerin içeriği belirlenmektedir (Oldfield vd., 2017)

2.4. BIM

İnşaat projelerinin oluşturulmasında ve uygulanmasında rol alan mal sahibi, tasarım ekibi ve yüklenici firmalar çalışma alanlarına ait verileri oluştururken farklı formatlar kullanmaktadır. Bu yüzden paydaşlar arası bilgi aktarımında ve birlikte çalışabilirlik konusunda sorunlar yaşanmaktadır. 1970’li yıllarda birlikte çalışabilirlik konusuna yönelik ilk veri tabanı sisteminin oluşturulmasıyla birlikte bu konuda ilk çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Şekil 2.4’te bina tasarım araçlarının gelişimi görülmektedir. 1970’li yıllarda iki boyutlu CAD sistemleri kullanılmaya başlanmış,

1980'ler de bu sistemler üç boyutlu tasarım araçları halini almıştır (Aydın, 2021; Maher Hakim & Garrett, 1993). 2000'li yıllarla birlikte üç boyutlu BIM sistemine maliyet ve süre kavramlarının eklenmesiyle dört ve beş boyutlu BIM yazılım araçları geliştirilmiştir. Günümüzde inşaat sektörünün ihtiyaçları doğrultusunda 3n, 4n, 5n... boyutlu BIM'e yönelik geliştirmeler devam etmektedir. *“Bir bina projesi için gerekli proje çizimleri, üç boyutlu gösterimleri, malzemeleri, maliyeti, kısacası projeye ait tüm belgeleri üretebilecek kadar kapsamlı bir birleşik veri tabanı olarak bilgisayarı kullanma konsepti ortaya koymuştur”* (Aydın, 2021; Nawari & Alsaffar, 2015).



Şekil 2.4. Bina tasarım araçlarının gelişimi (Aydın, 2021' den uyarlanmıştır).

2000 yılıyla birlikte gerçekleştirilen çalışmalarla birlikte inşaat sektöründe kolaylıklar sağlanmış, BIM teknolojisinin değeri artmaya başlamış, Autodesk®, Bentley®, Graphisoft® vb. firmalar tarafından BIM yazılımları geliştirilmeye başlanmıştır (Aydın, 2021; Zhang, 2019).

Literatürde BIM (Building Information Modelling) olarak tanımlanan Yapı Bilgi Modellemesi bir simülasyon prototipleme teknolojisidir. BIM ve BIM modeli ABD Ulusal Standardı'nda şöyle tanımlanmıştır: *“BIM, bir bina projesinin fiziksel ve fonksiyonel özelliklerinin dijital temsilidir. BIM modeli, bina projesinin konsept tasarımından yıkımına kadar tüm proje yaşam döngüsü boyunca bilginin paylaşıldığı güvenilir bir bilgi (enformasyon) kaynağıdır.”* (Aydın, 2021).

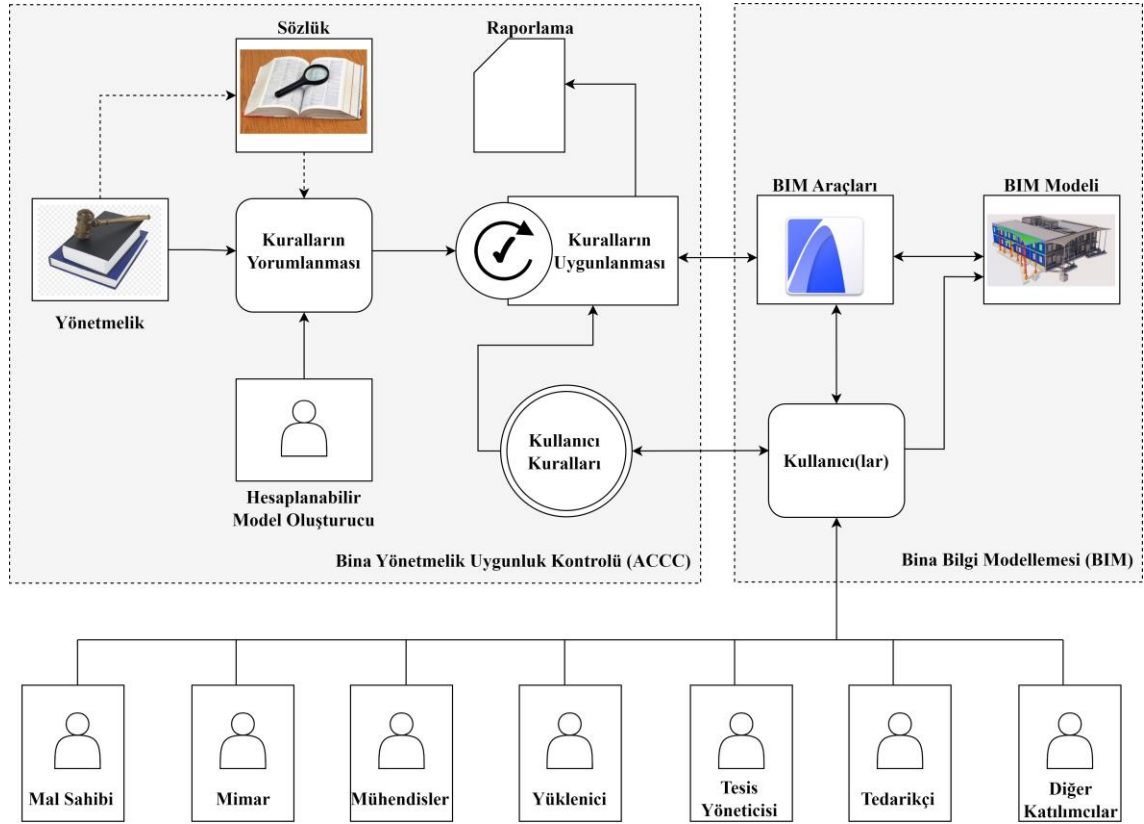
BIM, projelerde çeşitli araçları ve süreçleri bir araya getirerek tasarıma dahil etmektedir. Projeye ait verilerin sayısal ortamda yönetilmesine fırsat tanınmasından dolayı inşaat sektörünü harekete geçiren önemli gelişmelerinden biri olarak karşımıza çıkmaktadır (Mihindu & Arayıcı, 2008; Poljanšek, 2017). Yapıyı oluşturan elemanlar ve bu elemanlar arasındaki ilişkiler BIM ile modellenmektedir. Paydaşlar arası iş birliğine

duyulan ihtiyacın ve proje bütünlüğünün sağlanması, daha nitelikli sonuçların elde edilmesi, oluşabilecek risklerin azaltılması, disiplinler arası koordinasyon eksikliğinden dolayı oluşabilecek süre kaybının ve maliyetin azaltılması, çevreye duyarlı yapıların inşa edilmesi ve projelerin daha iyi şekilde görselleştirilmesi amacıyla BIM geliştirilmiştir. BIM, inşaat sektöründe farklı disiplinlerin bir arada, uyum içinde çalışmasını desteklemektedir (Aydın, 2021; Venugopal vd., 2012; Yin vd., 2019). Yapı projelerinde kullanılan ve proje yaşam döngüsünde yer alan yapı elemanları için veri tabanı oluşturularak bu elemanların yapı tasarımı ve inşası esnasında ki rolünü etkilemektedir. Yapılan araştırmalar sonucunda BIM'in inşaat sektöründe iş birliğine dayalı kullanımının yüksek kalite ve müşteri memnuniyeti getirdiği sonucuna varılmıştır (Arayıcı vd., 2011; Nawari & Alsaffar, 2015; Olatunji & Sher, 2014).

BIM geliştirme araçları tarafından sanal 3n modelleri üretilmektedir. Çeşitli semantik bina elemanlarının kullanılması sonucunda bu sanal BIM modelleri oluşturulmaktadır. BIM modeline göre bina yönetmeliklerinin uygunluğunu otomatik kontrol eden yazılımlar ile doğrulanacağı yeni bir ortam sağlanmıştır (Aydın, 2021). Şekil 2.5'te ACCC (Automated Code Compliance Checking) olarak bilinen Bina Yönetmelik Uygunluk Kontrolü sistemlerinin uygulanabilmesi için BIM modellerinin gerekli bilgileri bünyesinde bulunduruyor olması gerektiği görülmektedir. Bu sayede projelerde yer alan yapı elemanlarına ait detayların bina yönetmeliklerine uygunluğunun denetlenmesi sağlanmış olur. Bunlara ek olarak yapıya ait oluşturulan tüm elemanlar aynı BIM modeli içerisinde yer almalıdır. Oluşturulan bu yapı elemanları birçok farklı özelliklere ve verilere sahiptir. Duvar, kiriş, kolon gibi yapı elemanları yükseklik, boyut, kalınlık, maliyet, malzeme vb. farklı verilere ihtiyaç duymaktadır. Bu gereksinimlerden dolayı ACCC sistemlerinin uygulanabilmesi için yapılara ait üç boyutlu modellerin oluşturulması gerekmektedir. Oluşturulan model ve modelde yer alan yapı elemanlarının son hali ve her ayrıntısı proje katılımcıları tarafından eksiksiz bir şekilde oluşturulmalıdır (Aydın, 2021).

ACCC sistemleri gelişimini ve uygulama kolaylığını BIM teknolojisiyle birlikte elde etmiştir. Yapıya ait tasarımın ve inşanın belirlenen standart ve yönetmeliklere uygun olarak yapılıp yapılmadığına, yapılan işlemlerin standart ve yönetmeliklerdeki gereksinimleri karşılayıp karşılamadığına ilişkin süreçlerin kontrolünde ve etkinliğinde BIM rol almaktadır. Yapıya ait projelerde yer alan paydaşların, yapı projelerinin mevcut yönetmelik ve standartlara uygunluğunun kontrolünü (otomatik veya yarı otomatik) sağlamanın BIM'in kolaylaştırıcı etkisi olduğu görülmektedir. Yapı projelerine ait

verilerin ACCC uygulamasındaki temsilleri “BIM modeli ve IFC veri standardı” olarak iki şekildedir.

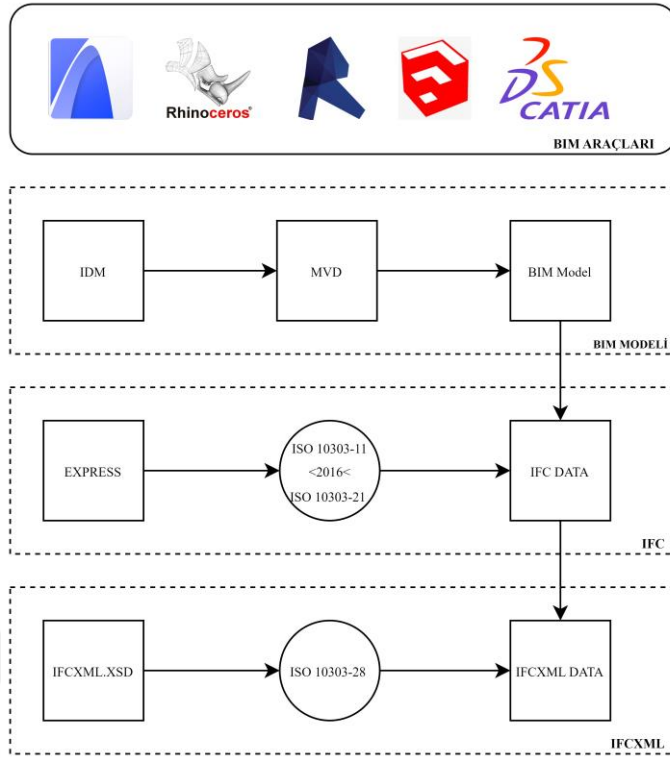


Şekil 2.5. BIM modeli ve ACCC arasındaki ilişki (Aydın, 2021' den uyarlanmıştır).

ACCC sistemlerinin uygulanabilmesi için geliştirilen BIM modellerinin içereceği bilgilerin belirlenmesi için MVD'nin geliştirilmesi gerekmektedir. MVD (Model View Definiton) olarak tanımlanan Model Görünüm Tanımı ACCC sistemlerinde kullanılan BIM modelleri için gerekli bilgileri ortaya koymaya yardımcı olmaktadır. MVD'ler tarafından ortaya konan bilgilerin tanımlanması IDM (Information Delivery Manuel) olarak bilinen Bilgi Dağıtım Kılavuzlarıyla sağlanmaktadır. IDM ve MVD'ler BIM modellerinin oluşturulmasında önemli bir yere sahiptir. Semantik açıdan zengin içeriklere sahip olan BIM modellerinde bilgi aktarımı sadece bilgi yönetim sistemleri ve bilgi yazılımları arasında olmaktadır. Birlikte çalışabilirliğe imkân tanıyan, ISO standardı olarak tescillenen IFC (Industry Foundation Classes) buildingSMART tarafından geliştirilmiştir. BIM tabanlı farklı programlar arasında bilgi alışverişi IFC standardı tarafından kolaylıkla gerçekleştirilebilmektedir (Zhang, 2019). IFC'nin korunaklı, tutarlı ve kapsamlı özellikleri, ACCC'de önemli bir rol oynamaktadır. Şekil

2.6’da bir apartman projesinin BIM modelinden IFCXML formatına dönüştürülme aşamaları yer almaktadır. Bu aşamalar sırasıyla:

- BIM modeli oluşturulabilmesi için öncelikle BIM tabanlı yazılımların kullanılması gerekmektedir. Yapı projelerinde yer alan elemanlar ihtiyaç duyulan tüm verileriyle birlikte bu yazılımlara tek bir model üzerinden modellenir. Sonuç ürün olarak ArchiCAD’in BIM modeli için standart dosya formatı olan “.pln” dosyası elde edilmiştir.
- Modelde yer alan bilgilerin paylaşımının sağlanması ve belgelenmesi IDM’ler aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. IDM’ler yapının yapım sürecinde yer alan paydaşlar arasındaki dijital veri paylaşımını sağlarken aynı zamanda bilgilerin kaliteli, doğru, güvenilir ve tutarlı bir şekilde iletilmesini sağlamaktadır.
- IDM işleminin ardından gelen değişim gereksinimleri MVD’ler tarafından yazılım uygulamaları ile desteklenerek model görünümüleri oluşturulmaktadır. ACCC sistemlerinin BIM modelindeki bilgilerinin içeriği IDM ve MVD araçları tarafından tanımlanmaktadır. BIM modelinde yer alan bu araçlar bilgilerin doğru ve düzgün bir şekilde elde edilmesini sağlamaktadır.
- Hazırlanan BIM modelinin dışa aktarılması ve MVD içerisinde yer alan tüm verilerin IFC dosyasının kontrol edilmesiyle BIM modelinin ACCC sistemi açısından yeterliliği değerlendirilmiş olur (Chang & Shih, 2013). IFC diğer yazılım dillerinden bağımsız olarak EXPRESS dilinde geliştirilen, nesne tabanlı veri modelidir (Xu vd., 2020; Zhang vd., 2015). EXPRESS dili ISO standardı olarak resmileştirilmiştir (Aydın, 2021).
- ACCC sistemleri IFC standardına ek olarak IFCXML veri standardını da desteklemeye başlamıştır.



Şekil 2.6. Bir apartman projesinin BIM modelinin IFCXML veri standardına dönüştürülmesi (Aydın, 2021' den uyarlanmıştır).

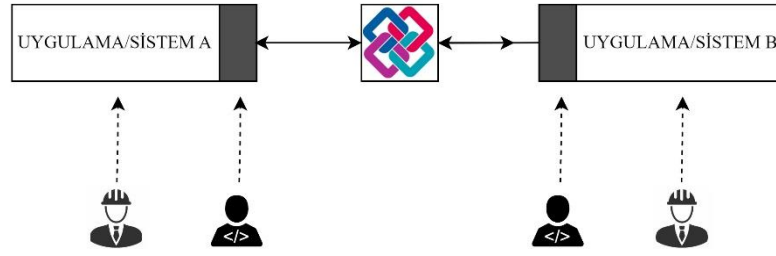
2.5. IFC

IFC (Industry Foundation Classes) olarak bilinen Endüstri Temel Sınıfları, AEC endüstrisinde birlikte çalışabilirlik için ortak ürün veri değişim formatı olarak kabul edilmektedir. IFC için ilk spesifikasyon, AEC endüstrisinde verimli iş akışlarını ve bilgi alışverişlerini kolaylaştırmak ve desteklemek için bilgi paylaşımını ele almak üzere 1995'ten başlayarak EXPRESS dili kullanılarak derlenmiştir (Belsky vd., 2016; Lee vd., 2013). BuildingSMART organizasyonu tarafından geliştirilen ve yönetilen IFC, o tarihten bu yana çok sayıda iyileştirme ve sürüm geçirmiştir. 2013 yılı itibariyle, uluslararası ISO standardı olarak yayınlanmıştır (Belsky vd., 2016; Poljanšek, 2017).

IFC mimari, yapı, mekanik, elektrik, sıhhi tesisat ve inşaat mühendisliğinin yanı sıra genel süreç ve ürünle ilgili tanımlar da dahil olmak üzere inşaat sektörü alanlarının geniş bir yelpazesini kapsayan çok büyük bir bilgi şemasıdır (Son vd., 2022).

BIM uygulamaları bilgi alışverişi ve entegrasyonu için IFC ile kendi iç veri modelleri arasında iç-dış aktarım yapabilmektedir. Şekil 2.7'de IFC tabanlı veri değişim süreci yer almaktadır. Süreç yapı modelleri oluşturan son kullanıcıların ve IFC dış

aktarım/içe aktarım işlevlerini uygulayan yazılım geliştiricilerin bilgi ve deneyimlerine dayanmaktadır (Zhang, 2019).



Şekil 2.7. BIM uygulamaları arasında IFC tabanlı bir değişim süreci (Zhang, 2019'dan uyarlanmıştır).

IFC, farklı uygulamaların gereksinimlerini karşılayan, bir yapıya ait bölümleri tanımlamak için farklı yollar sunan zengin bir modeldir. Bundan dolayı IFC uygulamaları için ek katmanlara ihtiyaç duyulmuştur (Venugopal vd., 2012). IFC şemaları geliştiren buildingSMART, belirli veri alışverişleri için IFC içe-dışa aktarma işlevlerinin gerçekleştirilmesine katkı sağlaması, yazılım geliştiricilerine kılavuz olması için IDM (Information Delivery Manuel) ve MVD (Model View Definition) tanımlarını önermiştir (Lee vd., 2013). Yapı projelerine ait verilerde hangi bilgilerin değiş tokuş edilmesi gerektiğini ve IFC varlıklarının hangi yapıda kullanılacağını belirtmek üzere MVD tanımları kullanılmaktadır (Venugopal vd., 2012). “IFC, her zaman MVD’ye göre dışarı aktarılmaktadır” (Oostwegel vd., 2022).

2.6. IDM

BIM (Building Information Modelling) sistemlerinin gelişmesi kâğıt halindeki belgelerin dijital belgeler haline dönüşmesine yol açarken aynı zamanda bilgilerin dağıtımını sırasında yeni sorunların oluşmasına da zemin hazırlamıştır. IFC (Industry Foundation Classes) şemaları kapsayıcı bir veri modeli olmasına rağmen farklı disiplinlerin ihtiyaç duyduğu yapıya ait bilgilerin değişimini desteklemekte yetersiz kalmıştır. IDM (Information Delivery Manual) olarak bilinen Bilgi Dağıtım Kılavuzu’nun ortaya çıkışı bu soruna çözüm getirmiştir (Xu vd., 2020).

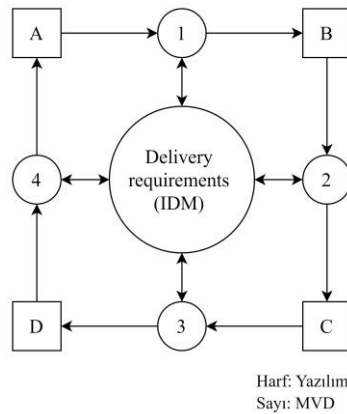
IDM Jeffrey Wix tarafından ilk olarak 2005 yılında önerilmiş, 2010 yılında ISO standardı haline gelmiştir. ISO standardına göre IDM inşaat sürecinde belirli bir konu veya iş gereksinimi hakkında değiş tokuş edilecek bilgilerin paylaşılması olarak tanımlanmaktadır (Lee vd., 2013). Yalnızca inşaat projelerinin yaşam döngüsündeki

çeşitli aşamaları değil ayrıca her paydaşın her aşamada ihtiyaç duyduğu bilgileri de IDM açıkça tanımlamaktadır. Başka bir deyişle, IDM paydaşlar arasındaki bilgi akışı için bir modelleme dilidir (Venugopal vd., 2015; Xu vd., 2020).

IDM, bir projenin yaşam döngüsü boyunca proje paydaşları arasındaki veri alışverişini ve iş süreçlerini belirleyen bir yöntemdir. Bir projenin oluşturulmasını ve uygulanmasını, bakımını, projede yer alan paydaşları içermektedir (Oldfield vd., 2017). Proje sürecinde hangi bilgilere ihtiyaç duyulduğu, ihtiyaç duyulan verilerin kim tarafından talep edildiği ve verileri kimin sağlayacağı, projenin hangi aşamasında ve neden talep edildiğini tanımlamaktadır (Oldfield vd., 2017; Oostwegel vd., 2022).

IDM, BIM modellerinin alt kümelerini oluşturmak için genel veri standardı (IFC) ile eşleşir. Daha sonra projenin bilgi akışına ve gereksinimlerine göre MVD, projenin yaşam döngüsündeki belirli bir aşama için bilgi gereksinimlerini standartlaştırmak ve yazılım satıcılarına yeniden gereksinimleri sağlamak için IDM'i entegre eder (Xu vd., 2020; Unlu & Anac, 2024).

Şekil 2.8'de farklı yazılım uygulamaları arasındaki bilgi aktarımı gösterilmiştir. Harflerle tanımlanan unsurlar yazılımları tanımlarken, dairelerle ve sayılarla tanımlanan unsurlar MVD'leri sembolize etmektedir. Bu sürecin tamamı IDM'i tanımlamaktadır. Özetlemek gerekirse mimari bir projede MVD'ler dosya içeriklerini tanımlarken IDM'ler genel süreci tanımlamaktadır.



Şekil 2.8. Farklı yazılımlar arasında bilgi iletimi (Xu vd., 2020' den uyarlanmıştır).

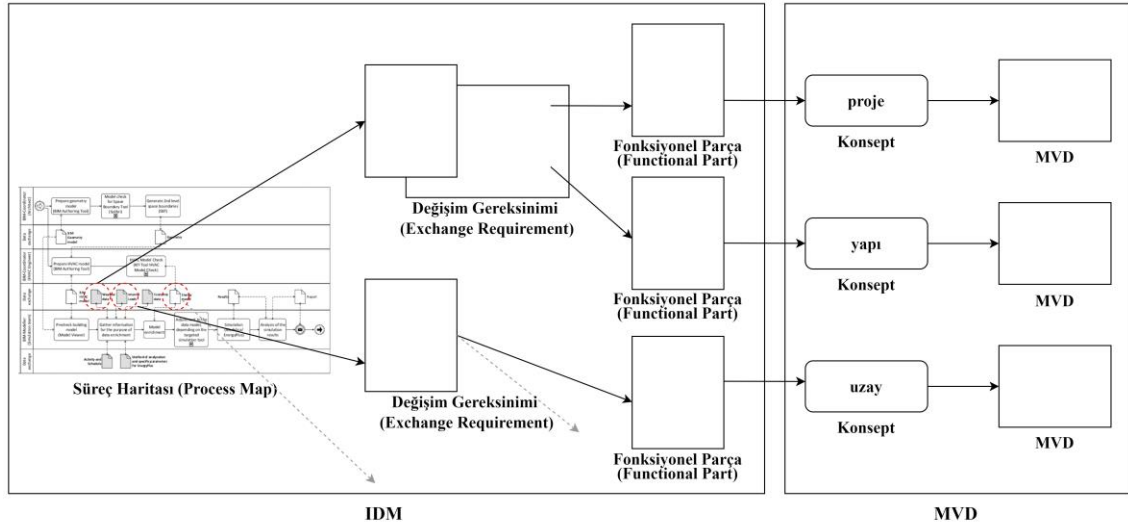
IDM'ler BIM sistemlerinin daha iyi bir şekilde uygulanmasına yardımcı olmak adına kullanılmaktadır. Bu da süreçlerin doğru şekilde koordine edilmesiyle başarılabilir olduğundan dolayı şeffaf bir süreç yönetimi gerekmektedir (Xu vd., 2020). Bir IDM üç temel bileşen olmak üzere farklı terimlerden oluşmaktadır. Bunlar:

1. **Süreç Haritası (Process Map) (PM):** Literatürde Process Map olarak geçen Süreç Haritalaması tanımlanmış bir amaç doğrultusunda belirlenen özelliklerin gösterim şeklidir. Paydaşların süreç içerisinde nasıl bilgi alışverişinde bulunduğunu gösterir. Bir süreç haritası birçok değişim gereksinimi içermektedir (Jeon vd., 2021; Lee vd., 2013; Oostwegel vd., 2022).
2. **Değişim Gereksinimi (Exchange Requirement) (ER):** Belirli bir süreçte veya aşamada değiş tokuş edilmesi gereken tanımlanmış verilerdir. IDM'in kullanımı sırasında hangi verilere ihtiyaç duyulduğunu gösteren kısımdır (Jeon vd., 2021; Lee vd., 2013; Oostwegel vd., 2022).
3. **İşlevsel Parça (Functional Part) (FP):** Kendi başına tam olarak belirtilebilen bir değişim gereksinimi içindeki bir bilgi birimi. (Jeon vd., 2021; Lee vd., 2013; Xu vd., 2020).
4. **Etkileşim Haritası (Interaction Map) (IM):** Tanımlanmış bir amaçla ilgili rollerin ve yapılan işlemlerin bir gösterimidir (Jeon vd., 2021; Lee vd., 2013).
5. **İşlem Haritası (Transaction Map) (TM):** Belirli bir amaç için paydaşlar arasında değiş tokuş edilen verileri temsil eder (Jeon vd., 2021).
6. **Kullanım Durumu (Use Case) (UC):** Bilgi kümesinin ne zaman, kim tarafından, neden ve nasıl kullanıldığını açıklar (Jeon vd., 2021).
7. **Model Görünüm Tanımı (Model View Definition) (MVD):** Bir ER'nin, özellikle bir veya daha fazla belirli standart bilgi şemasına bağlı, bilgisayar tarafından yorumlanabilir tanımı (Jeon vd., 2021).

Şekil 2.9'da yer alan diyagram IDM geliştirme sürecini göstermektedir. Bu süreç üç aşamalı veri modelleme sürecini takip etmektedir.

- İlk adım, bir veri modelinin kullanıldığı hedef süreci tanımlayan kullanım durumu spesifikasyonudur. Bir kullanım senaryosu tipik olarak bir süreç modelleme yöntemi kullanılarak belirlenir. IDM geliştirmedeki bu ilk adıma karşılık gelen faaliyet PM geliştirmedir.
- İkinci adım, bilgi gereksinimlerinin toplanması ve modellenmesidir. Başka bir anlamda, kullanım durumu belirleme, gereksinimlerin toplanması ve modelleme adımına dahil edilebilir. IDM'de buna karşılık gelen adım ER'lerin belirlenmesidir. ER'ler PM'deki faaliyetler arasında değiş tokuş edilen veri kümeleridir.
- Üçüncü adım, her bir ER'ye FP olarak dahil edilen bilgi öğelerini tanımlamak. Ardından FP'ler IFC'nin MVD'si ile eşleştirilir.

Bu üç adımın uygulanması karmaşıktır. Ancak IDM geliştirme süreci, tek bir PM ile PM'ler arasında, bir PM ile ER'ler arasında, ER'ler ile ER'ler arasında, ER'ler ile FP'ler arasında, FP'ler ile FP'ler arasında ve son olarak FP'ler ile MVD'ler arasında eşleme süreçleri de dahil olmak üzere farklı seviyelerde çok daha karmaşık adımlar ve eşleme süreçlerini içermektedir (G. Lee vd., 2013).



Şekil 2.9. PM, ER'ler, FP'ler ve MVD'ler arasındaki veri eşleme adımları (Lee vd., 2013'ten uyarlanmıştır).

2.7. MVD

Literatürde Model View Definition olarak tanımlanan MVD Türkçe’de Model Görünüm Tanımı olarak aktarılabilmektedir. MVD veri modelinin alt kümesini tanımlamak için kullanılan bir terim olmasına rağmen zamanla mimarlık, mühendislik, inşaat topluluklarında buildingSMART tarafından geliştirilen IFC’nin bir alt kümesini ifade etmek için kullanılmaya başlanan bir terim olmuştur (Jeon vd., 2021; Lee vd., 2020; Venugopal vd., 2012). Başka bir deyişle MVD, ER’lere bağlı olarak yalnızca belirli unsurları içeren açık bilgi şemalarının alt kümesidir (Son vd., 2022). MVD hangi nesnelere ve özelliklerin gerekli olduğunu, bu niteliklerin olası durumlarını detaylandırır. Ve bunların hepsi IFC şemasının alt kümesi olarak tanımlanmaktadır (Oldfield vd., 2017).

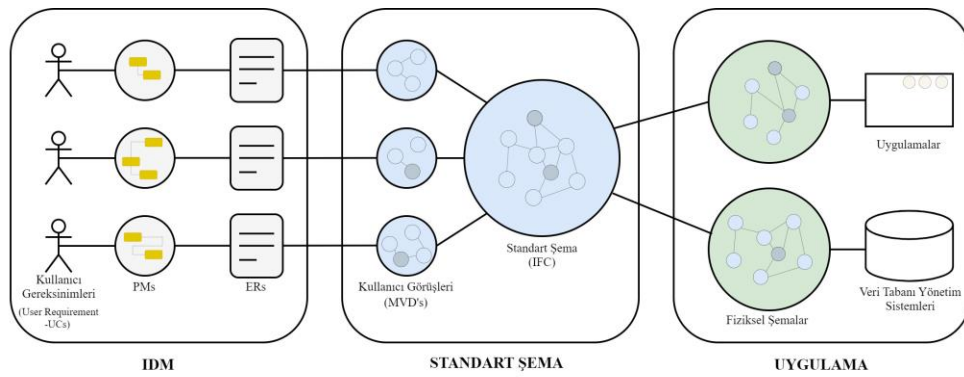
AEC-FM alt alanlarındaki nesnelere ve ilişkileri temsil etme ihtiyacı, BIM sistemlerinde veri alışverişinin gereksiz olarak tanımlanmasına neden olmuştur. Daha önceki yapılan çalışmalar incelendiğinde paydaşların fikir birliğiyle oluşturulmuş, iyi

tanımlanmış model görüşleri olmadan BIM verilerinin alışverişinin hatalara, çelişkilere, tutarsızlıklara ve eksikliklere yol açtığı görülmüştür. Tespit edilen bu sorunlar alana özgü MVD'lerin oluşturulmasıyla çözüme kavuşturulmuştur. Bir MVD'nin semantik modüller olarak oluşturulmasına yönelik kavramlar farklı şekillerde ifade edilip oluşturulabileceğinden, IFC içe-dışa aktarma bağlantıları, BIM sistemlerinde veri alışverişi süreçlerinin geliştirilmesi için ayrıntılı bir kılavuz gerektirmektedir. BIM veri eşleme süreçlerini ayrıntılı olarak gösteren bir MVD, BIM veri değişim süreçlerinin şeffaflığını sağlar. Kısacası MVD, BIM sistemlerinde veri alışverişi sırasında karşılanması gereken bilgilerin temelini oluşturmada önemli bir rol üstlenmektedir (Y. C. Lee vd., 2020).

MVD, bazı kullanım durumları için özel bilgileri belirleyerek BIM sürecindeki verilerin değişimini kolaylaştırmaktadır. MVD'ler yardımıyla değiş tokuş edilmesi gereken veriler ve bu verilerin içerikleri alana özgü bir IDM'e dayanmaktadır (Şekil 2.10). IDM, proje paydaşları ve proje aşamaları için veri değişim gereksinimleri (ER) ve değişim modellerinden (EM) oluşmaktadır.

MVD'lerin meydana gelme süreci dört adımdan oluşmaktadır:

1. IDM geliştirme
2. MVD kavram tanımı ve veri eşleme
3. IFC ara yüz geliştirme ve çeviri sertifikasyonu
4. MVD tabanlı BIM veri doğrulama (Lee vd., 2020).



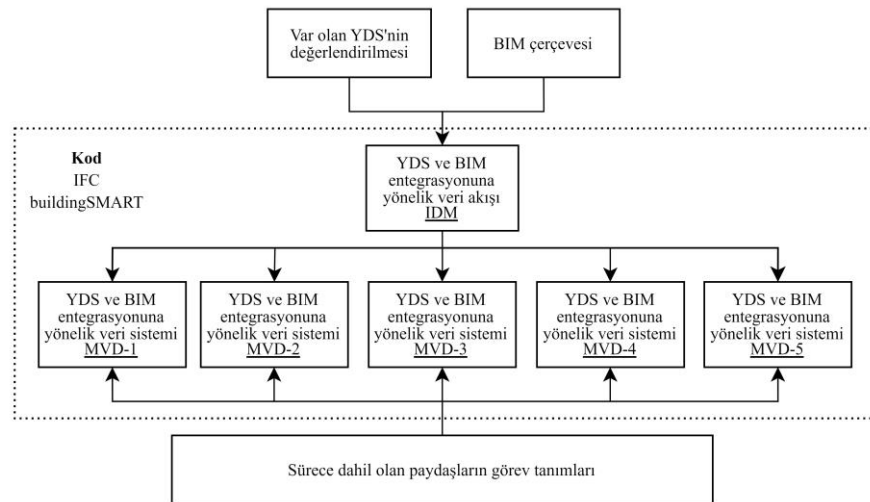
Şekil 2.10. IDM ve MVD geliştirme süreçleri (Jeon vd., 2021'den uyarlanmıştır)

BuildingSMART International (bSI) ve ABD Genel Hizmetler İdaresi de dahil olmak üzere çeşitli kuruluşlar tarafından yaklaşık 200 IDM geliştirilmiştir. Ancak, bu IDM belgeleri kolayca değiştirilebilen ve yeniden kullanılabilen makine tarafından okunabilir veri setleri olarak değil, Word veya PDF belgeleri gibi ayrı dosyalar olarak paylaşılmaktadır. Bu durum öncelikle genel kabul görmüş bir IDM veri şemasının olmamasına bağlanmaktadır (Jeon vd., 2021). Buna ek olarak, literatürdeki çalışmalar (Aydın, 2021; Oldfield vd., 2017) IDM ve MDV modellerinin gerekliliğini vurgulamakta, ancak bunların ne tür verilerle oluşturulması gerektiğini açıkça belirtmemektedir. IDM yöntemleri ve modelleri genellikle kuruluşların ihtiyaçlarına, büyüklüğüne, sektörüne ve özel gereksinimlerine göre uyarlanabilir (Lee vd., 2013). Buna dayanarak, YDS gereksinimleri ve koşulları dikkate alınarak yeni bir IDM modeli geliştirilmesi önerilmiştir. Bunlara ek olarak, IDM'nin bilgi alışverişi gereksinimlerini uygulamak ve türetilen bilgilerin standarda uygun olup olmadığını doğrulamak için Model Görünüm Tanımı (MVD) önerilmiştir (Xu vd., 2020).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Gelişmiş ve gelişmekte olan birçok ülkede yapı denetim sistemi bulunmaktadır. Ancak her bir sistem ülkenin yönetim anlayışına ve ülke ihtiyaçlarına göre farklılık göstermektedir. Bu çalışma kapsamında sistemlerin farklılıklardan ziyade Türkiye’de var olan yapı denetim sistemi ile BIM süreçlerinin entegrasyonu üzerine odaklanılmaktadır. Bu sebeple öncelikle Türkiye’de var olan yapı denetim sistemi değerlendirilmiştir. Ardından BIM süreçleri ile entegrasyonuna yönelik model önerisi geliştirilmiştir.

Yapılan literatür araştırmalarında BIM sistemlerinin entegrasyonu süreçlerinde paydaşlar arası veri akışı IDM (Information Delivery Manual) kavramı ile akışta kullanılan dosyaların içerikleri ise MVD (Model View Definition) kavramı ile açıklanmıştır. Bu çalışmada var olan sistem ve kavramları bir araya getirerek daha önce geliştirilmemiş yeni bir yapı denetim modeli geliştirilmesi hedeflenmiştir. Şekil 3.1’de görüldüğü üzere paydaşların görev tanımları çerçevesinde oluşturduğu MVD-1, MVD-2, MVD-3, MVD-4, MVD-5 hazırlanan IDM modellerinde aktarılan verilerin içeriğini ve kapsamını tanımlamaktadır. BIM tabanlı programlarla hazırlanan projelerin eş zamanlı olarak yapı denetim kuruluşları tarafından kontrol edilebileceği ve değerlendirilebileceği bir platform oluşturulmuş olacaktır. Bu sayede ortak bir platformda tüm paydaşların yer alması ve paydaşların birbirine müdahalesi önlenmiş olacaktır. Çalışmanın anlaşılır olabilmesi için IFC/buildingSMART kodlama sisteminden yararlanılmış olması çalışmanın anlaşılabilirliğini kolaylaştırmıştır.



Şekil 3.1. YDS ve BIM'in entegrasyonuna yönelik geliştirilen modelin metodolojisi.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Çalışmanın bu bölümünde, Türkiye’de uygulanmakta olan YDS’nin tespit edilen eksikliklerinin giderilmesine yönelik önerilen sistemden bahsedilecektir.

4.1. IDM Model Önerisi

Çalışma konusuna yönelik yapılan araştırmalar sonucunda Türk inşaat sektöründe aktif olarak yer alan YDS ve bu sistemin uygulama aşamasında karşılaşılan sorunları tespit edilmiştir. YDS’de yaşanan problemlerin büyük bir kısmı sistemin sistematikleşmemiş olmasından ve paydaşlar arasında veri aktarımı sırasında bilgi kayıplarının yaşanmasından kaynaklanmaktadır. Tespit edilen sorunların ve eksikliklerin giderilmesine yönelik yapılan araştırmalar sırasında BIM’in projenin yaşam döngüsüne ait bilgileri kapsayabilme özelliğinin bulunduğu görülmüş ve YDS’nin BIM tabanlı programlarla entegrasyonu için IDM modeli önerilmiştir. Önerilen bu modelin sorunların giderilmesinde yenilikçi bir anlayış ortaya koyacağı düşünülmektedir.

BIM planlama, tasarım, inşaat, işletme, bakım, yönetim gibi süreçlerin yanında yapı modellerinin güncel hallerinin senkronizasyonunu, farklı disiplinler arasında bilgi akışını ve iletişimi sağlayabilen bir sistemdir. Aynı zamanda BIM, yapıya ait inşaatların belirlenen standartlara ve yönetmeliklere uygun olarak yapılıp yapılmadığına ilişkin süreçlerin de kontrolünde rol alabilmektedir. YDS’nin planlama, uygulama ve bilgi akışı noktasındaki eksikliklerinin BIM’in bu özellikleri sayesinde giderilebileceği düşünülmektedir. Bu çalışma kapsamında BIM sistemlerinin YDS’ye entegre edilmesi konusunda öncelikli olarak IDM model önerisi ardından MVD model önerileri sunulmuştur.

BIM modelinin oluşturulabilmesi için ilk olarak BIM tabanlı programların kullanılması gerekmektedir. Bu programlar üzerinden yapıya ait tüm elemanlar tüm verileriyle birlikte tek bir model üzerinden modellenir. Modelde yer alan verilerin paylaşılması, belgelendirilmesi IDM’ler aracılığıyla sağlanmaktadır. IDM’ler paydaşlar arasında dijital veri paylaşımını sağlamaktadır. Ayrıca verilerin doğru, nitelikli, tutarlı ve güvenilir şekilde paylaşılmasını sağlamaktadır.

BIM'in projede yer alan katılımcıların ve paydaşların güncel proje verilerine erişimini sağlayabilmesi sayesinde denetim sürecinde paydaşlar arasında veri alışverişi sırasında yaşanan veri kayıplarının önüne geçilebileceği düşünülmektedir.

Şekil 4.1'de görülebileceği gibi, halihazırda kullanılan YDS'nin BIM tabanlı süreçlere entegre edilmesi için bir IDM model önerisi geliştirilmiştir. Sırasıyla:

1. Mevcut YDS'de olduğu gibi süreç işverenle başlamaktadır. İşveren kendi anlaşmış olduğu bir mimarla projelendirme sürecini başlatır. İlk olarak mimar tarafından hazırlanan konsept proje işverenin onayına sunulur ve konsept projenin onayı alındıktan sonra avan proje sürecine başlanır. İşverenin istekleri doğrultusunda mimari proje hazırlanır ve ilgili belediyeye gönderilir. Onay alan mimari proje Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın sistemine yani havuza atılır. Bu sayede elektronik sistemle yapı denetim firması belirlenmiş olur.

IDM model önerisinde işveren veya mimarın UYDS dijital başvurusunun mevcut durumla aynı olması planlanmaktadır. Denetim firmalarının atamaları UYDS'den rastgele yapılacaktır.

2. Avan projenin onayından sonra projeler detaylandırılmaya başlanır. Detaylandırma belediyelerin ruhsat projeleri içerisinde gerekli bulunduğu birçok detayın işlenmesidir. Sırasıyla zemin etüdü, statik proje, mekanik proje, elektrik projesi ruhsat projesi hazırlanarak belediyeye sunulur. Avan proje süreçleri içerisinde mekanik, statik ve elektrik projesi gereksinimleri bu disiplinlerle paylaşılarak, onlardan bilgi alınarak projelere işlenir.

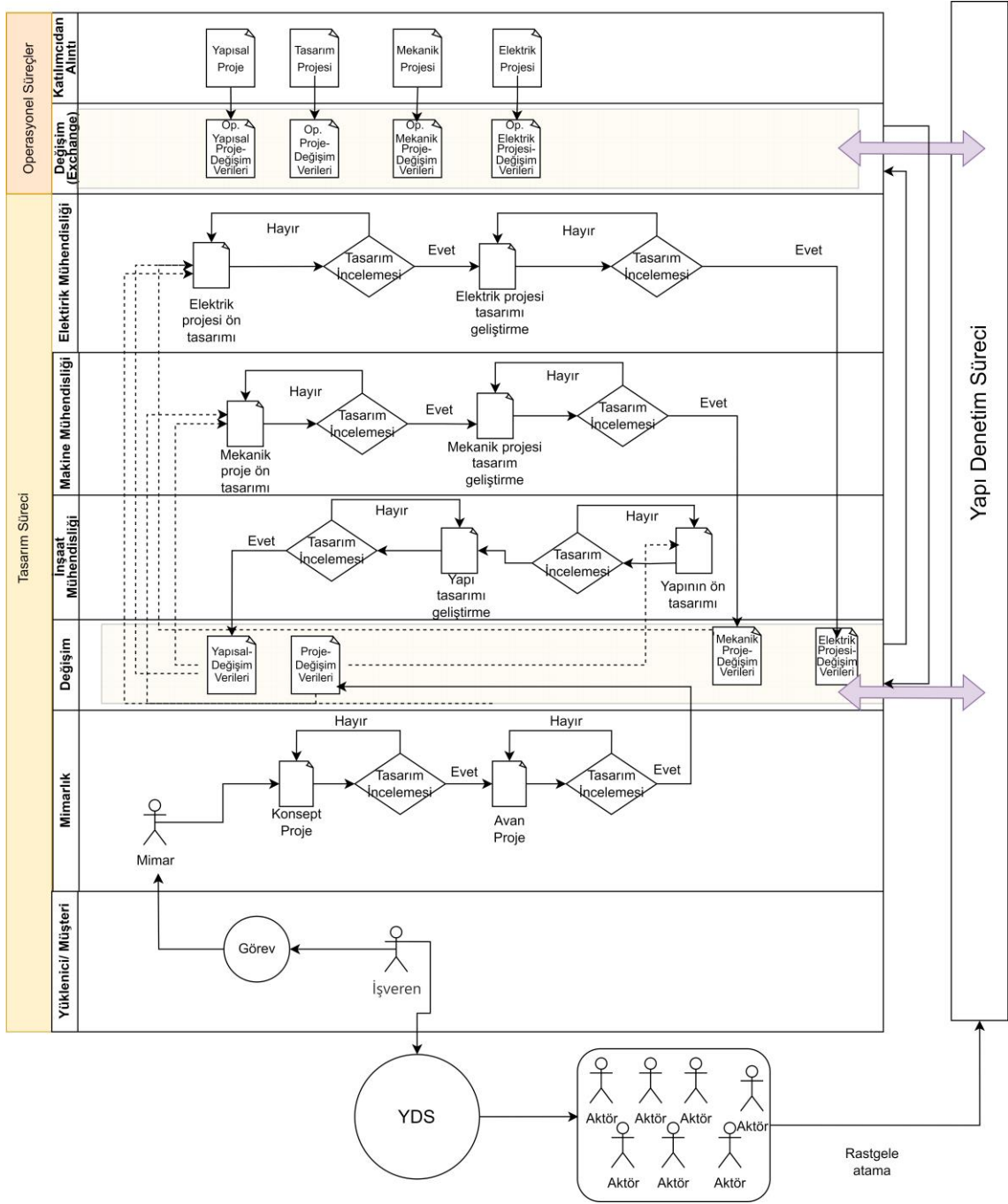
Mevcut sistemde paydaşlar arası veri aktarımı belirli bir sistematige oturtulamadığından dolayı paydaşlar çoğunlukla birbirleriyle iletişim kurmadan, projelerin belediyeden almış olduğu revizeler sonucunda değişmesiyle projelerin güncel haline sahip olmadan projeleri hazırlamaktadır

Önerilen modelde projelerin hazırlanması sürecinde Revit, ArchiCAD gibi BIM tabanlı programların kullanılması gerekmektedir. BIM tabanlı programların kullanılmasının proje sürecinin kolayca denetlenmesine, değerlendirilmesine ve sürekli olarak esnek tasarım yapılmasına olanak sağlayacağı düşünülmektedir. Bu sayede mimari proje, BIM tabanlı programlar tarafından okunabilecek ve güncellenebilecek bir formatta değişim verisi olarak BIM bulutunda saklanabilecektir.

3. İnşaat mühendisi hazırlanan mimari proje dosyasını değerlendirir ve statik projeleri tamamlar. Hazırlanan statik proje incelemelerin ardından onay alırsa mimari dosya ile tek bir dosya halinde diğer paydaşlar tarafından okunup değerlendirilebilecek bir dosya formatında saklanır.

Mevcut sistemde her bir paydaşın yapmış olduğu çalışma ayrı ayrı dosyalar halinde saklanmaktadır. Projeler üzerinde yapılan değişikliklerden diğer paydaşların haberdar olmadığı ve bu paydaşların veri alışverişi sırasında bilgi kayıpları yaşadığı tespit edilmiştir.

4. Ardından aynı dosya formatı üzerinde elektrik ve makine mühendisleri elektrik ve mekanik projelerini hazırlar. Burada görülen değişim verileri, projelerin değiştirilmesini engellerken paydaşların çalışmalarının diğer paydaşlar tarafından görülmesini ve değerlendirilmesini sağlayan BIM tabanlı özel uzantılara sahip dosyalardır. Bu sayede projeler dosya paylaşımına gerek kalmadan tek bir dosya üzerinde hazırlanabilmektedir. Dosya paylaşımı olmadığı için proje üzerindeki güncellemeler, çakışmalar ve paydaş çalışmaları tek bir dosya üzerinden takip edilebiliyor ve geleneksel yöntemlere kıyasla çok daha doğru bir projelendirme süreci tamamlanmış olacaktır.
5. Mimari proje süreci tamamlandıktan sonra uygulama aşamasına geçilir. Uygulama aşamasında BIM tabanlı programlar kullanılarak süreç yürütüldüğünde, hazırlanan projenin dışına çıkılmadan yönetmeliklere uygun bir uygulama aşaması tamamlanmış olur.



Şekil 4.1. YDS'nin BIM süreçlerine entegrasyonu için IDM model önerisi.

4.2. MVD Model Önerisi

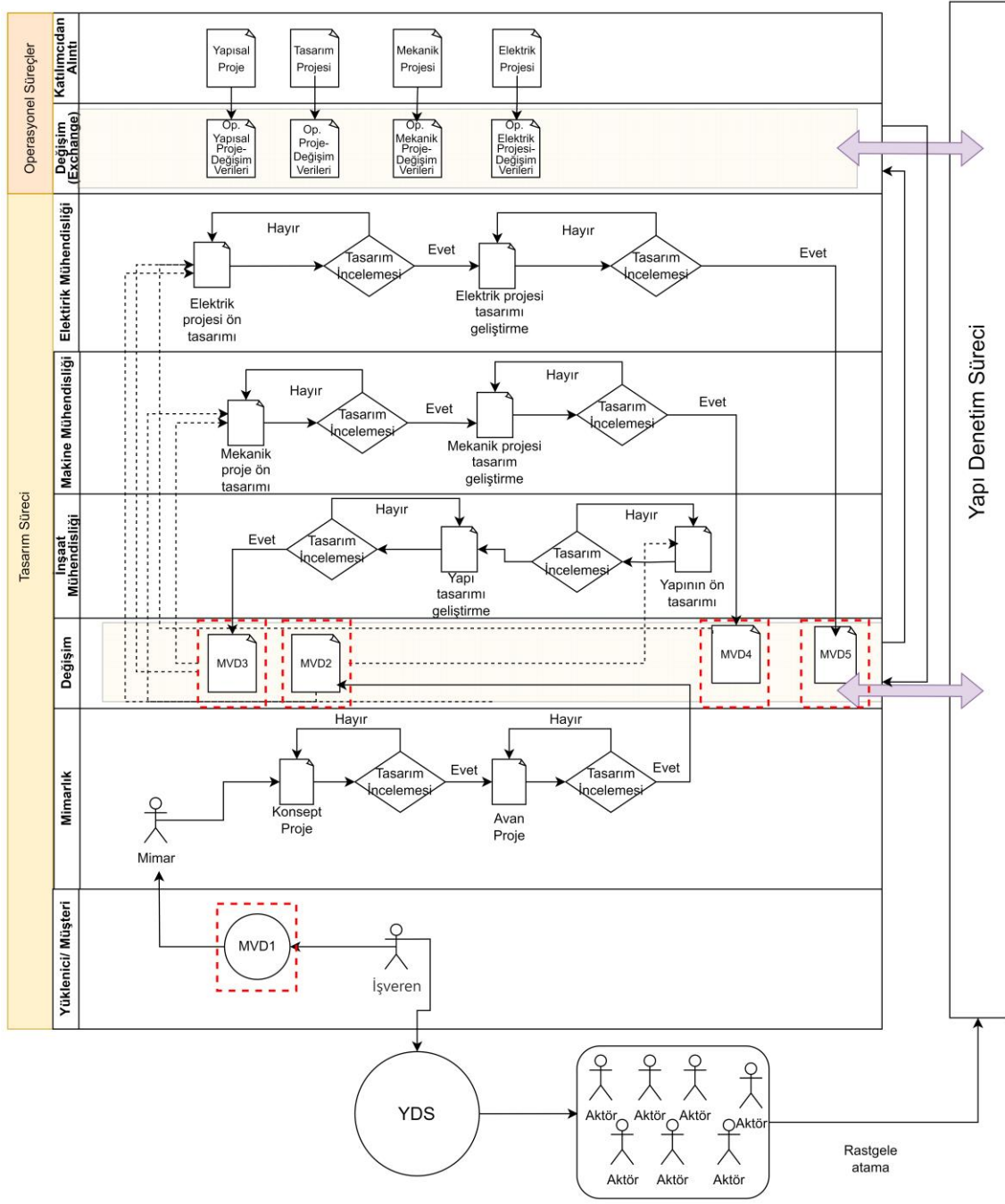
MVD modeli, YDS süreçlerinin standartlara uygun inşa edilmesini, paydaşların aktif olarak iletişim halinde olmasını sağlayabilecek bir modeldir. MVD model önerisinin amacı:

- Türkiye'de uygulanmakta olan YDS'nin dijital ortamda kontrolünün sağlanması ve sistemin doğruluğunun kontrol edilmesi,

- YDS'nin uygulama aşamasında karşılaşılan sorunlarının giderilmesi ve iyileştirilmesinin sağlanması,
- YDS sürecinde yer alan paydaşlar arasında iletişimin etkin bir şekilde gerçekleştirilmesi için model geliştirmektir.

YDS'nin BIM süreçlerine entegrasyonu için MVD model önerisi Şekil 4.2'de verilmiştir. Şekilde:

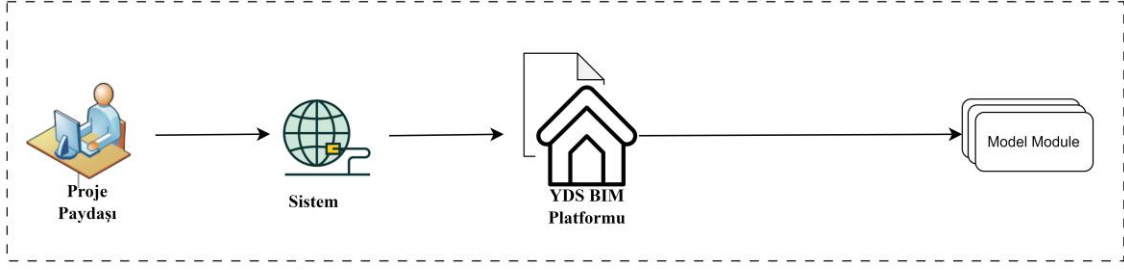
- İşveren tarafından mimara verilen arsa bilgileri ve projeye dair istekleri MVD-1 değişim verisi,
- İşverenin istekleri ve arsa verileri doğrultusunda mimar tarafından hazırlanan proje verileri MVD-2 değişim verisi,
- Mimar tarafından hazırlanan proje doğrultusunda inşaat mühendisi tarafından oluşturulan proje verileri MVD-3 değişim verisi,
- Makine mühendisi tarafından hazırlanan dosyalar MVD-4 değişim verisi,
- Elektrik mühendisi tarafından hazırlanan dosyalar MVD-5 değişim verisi olarak yer almaktadır.



Şekil 4.2. YDS'nin BIM süreçlerine entegrasyonu için MVD model önerisi.

MVD model önerisinde işlem önceliğine göre proje paydaşları olan işveren, mimar, inşaat mühendisi, elektrik mühendisi ve makine mühendisi projeye ait verileri sisteme yükler. Sisteme yüklenen veriler geliştirilen YDS BIM Platformu aracılığıyla Model Modülü'ne (Model Module) iletilir (Şekil 4.3).

MVD



Şekil 4.3. MVD model önerisinde verilerin sistem içerisinde aktarım sırası

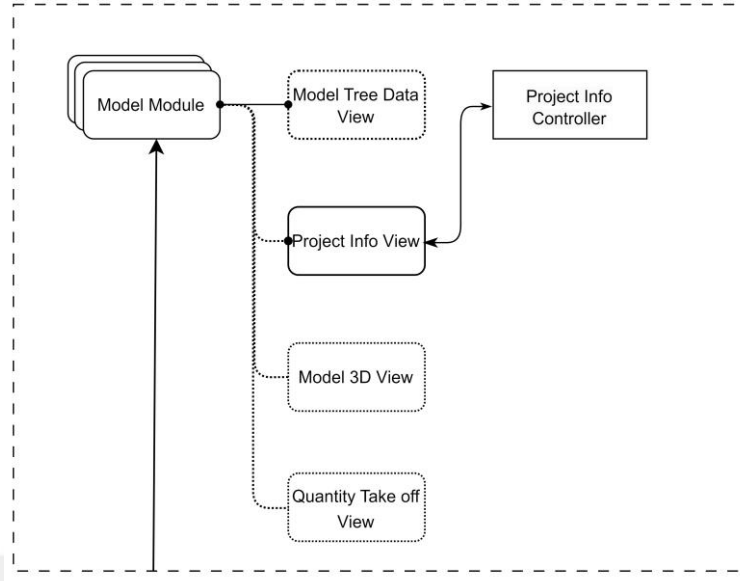
MVD modelinde projenin paylaşımı, maliyeti gibi farklı işlemlerin gerçekleştirilebilmesi için Model Modülü (Model Module) tasarlanması öngörülmüştür. Şekil 4.4'te yer alan bu modül sayesinde işlemlerin kolaylıkla, eksiksiz bir şekilde yerine getirilmesi ve farklı katmanlar arasında geçişin kolaylıkla sağlanması amaçlanmaktadır.

Model Modülü: Tree Data View (Model Ağaç Veri Görünümü), Project Info View (Proje Bilgisi Görünümü), Model 3D View (Model 3D Görünümü), Quantity Take-off View (Metraj Görünümü) katmanlarından oluşmaktadır. Önerilen model modülünde yapı projesine ait IFCXML veri dosyalarının görselleştirilebilmesi için:

- **Model Ağaç Veri Görünümü (Model Tree Data View):** Projenin sistematik şemasının oluşturulması,
- **Model 3D Görünümü (Model 3D View):** Modelin 3 boyutlu görünümü, 2 boyutlu görünümü, kesit ve görünüşlerinin otomatik olarak oluşturulması,
- **Proje Bilgisi Görünümü (Project Info View):** Projeye ait arsa, yapı, proje, müşteri, yazılım ve sistem bilgisi birim detaylarının oluşturulması,
- **Metraj Görünümü (Quantity Take Off View):** Proje elemanlarına ait metraj tablolarının oluşturulması sistem içerisinde mevcuttur.

Proje paydaşları tarafından yüklenen bu veriler Project Info Controller (Proje Bilgi Denetçisi) tarafından kontrol edilebilmektedir.

MVD



Şekil 4.4. MVD model modülü

4.2.1. MVD-1

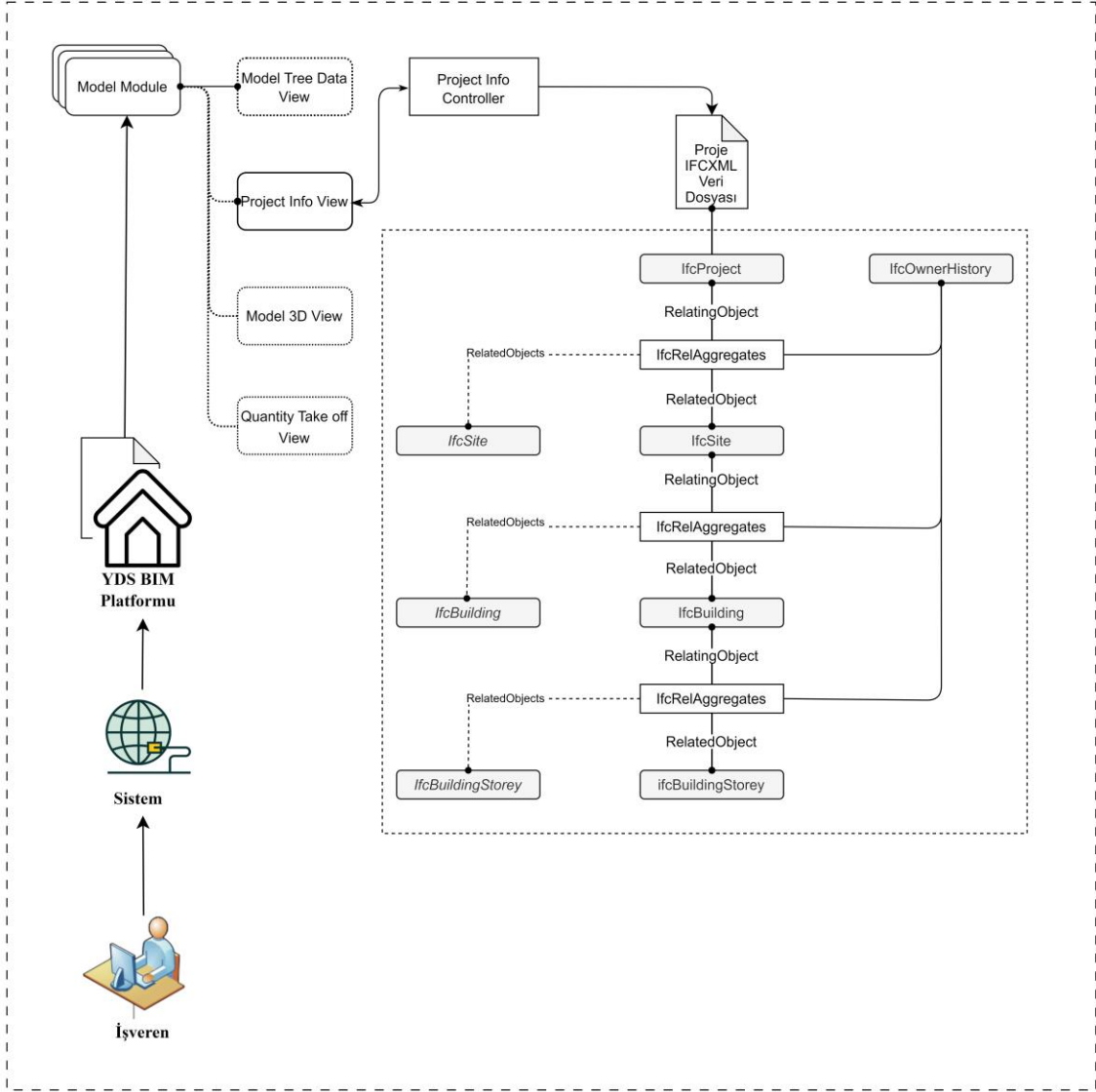
Şekil 4.5’te yer alan MVD1 model önerisinde görüldüğü gibi işveren tarafından projenin hazırlanacağı arsaya ait bilgiler ilk olarak sisteme yüklenmekte ardından “YDS BIM Platformuna” aktarılmaktadır. Veriler sistem içerisinde modül aracılığıyla ilgili katmanlara iletilmektedir. Katmanlara ait IFCXML veri dosyalarında buildingSMART kodları kullanılmıştır.

Project Info View (Proje Bilgisi Görünümü) ilk olarak yapıya ait IFCXML veri dosyasını IfcProject olarak ayırmıştır. Ardından IfcProject sırasıyla IfcProject – IfcSite, IfcSite – IfcBuilding, IfcBuilding – IfcBuildingStorey olarak ayrılmıştır.

- **IfcProject:** Yapı projesine ait temel bilgileri,
- **IfcSite:** Projenin hazırlanacağı arsaya ilişkin bilgileri,
- **IfcBuilding:** Proje içerisinde yer alan yapılar ve yapılara ilişkin bilgileri,
- **IfcBuildingStorey:** Yapı veya yapılarda yer alan kat sayısı ve kat bilgileri içermektedir.

İşveren tarafından sisteme yüklenecek bu veriler projenin diğer paydaşları tarafından görülebilecek ve incelenebilecektir. Arsaya ve yapılara ait veriler projenin hazırlanması sırasında göz önünde bulundurulacaktır.

MVD1



Şekil 4.5. YDS'nin BIM süreçlerine entegrasyonu için MVD1 model önerisi.

4.2.2. MVD-2

İşverenin bilgileri sisteme yüklemesinin ardından Şekil 4.6'da görüldüğü üzere projeye ait IFCXML veri dosyasının sisteme yüklenebilmesi için mimar tarafından BIM tabanlı programlar aracılığıyla, işverenin istekleri ve arsa bilgileri doğrultusunda yapı projesi hazırlanmalıdır.

Bu aşamadan sonra yapıya ait:

- **Proje detayları (Project Details):** Projenin ismi, açıklaması, ID'si, notları ve açıklamaları gibi bilgilerin,

- **Arsa Detayları (Site Details):** Hazırlanan IFCXML veri dosyasının ilgili belediyeye doğru şekilde aktarılabilmesi ve proje paydaşlarının yönetmeliklere uygun proje oluşturabilmesi için bu başlık altında yapının inşa edileceği arsanın adı, açıklaması, ID'si, adresi, çevresi, alanı ve özel bilgilerin,
- **Yapı Detayları (Building Details):** Yapının ismi, kimliği, ID'si, açıklaması bilgilerinin,
- **Müşteri Detayları (Client Details):** Müşterinin şirketi, telefon numarası, adresi, e-maili, telefon numarası, fax, özel bilgilerin,
- **İletişim Detayları (Contact Details):** Muhatap olunacak kişiye ait adres, e-mail, telefon numarası, fax, web gibi bilgilerin,
- **Yazılım Detayları (Application Details):** Yazılım sürümü, adı, organizasyon bilgilerinin,
- **Sistem Bilgi Birimi Detayları (System Information Unit Details):** İlgili proje paydaşının (mimar, inşaat mühendisi, elektrik mühendisi, makine mühendisi) proje üzerine ekleyeceği veya proje üzerinde yapacağı değişikliklere göre farklılık gösterebilecek bilgilerin sistem içerisine eklenmesi ve kodlanması gerekmektedir.

Mimari proje, bir yapının bulunduğu arsa içerisindeki konumunu, detaylı kesitlerini ve görünüşlerini, kalıp planlarını, malzeme listelerini içeren projedir. Planlar yapının yerleşimini gösterirken, kesitler ve görünüşler yapının detaylarını açıklar. Yapıya ait detaylar özellikle yapı elemanlarını ve kullanılacak olan malzemeleri tanımlar. Mimari proje yapının niteliğine bağlı olarak salon, mutfak, banyo, tuvalet, yatak odası, balkon gibi mekanların yönetmeliklere ve imar kanununa uygun olarak çizilmesini sağlar. Yapı için oluşturulan diğer projelerin tamamı mimari projeye göre çizilir. Bu yüzden mimari projeler inşaat sürecine yön veren ve düzenleyen projelerdir (URL-3).

Mimari proje yapı ruhsatı alınabilmesi için gerekli olan belgeler arasında bulunmaktadır. Mimari proje, proje alanının çevresel analizleri sonucunda mimar tarafından oluşturulur.

Mimar yapının inşa edileceği arsa ve işverenin talepleri ile ilgili bilgi sahibi olduktan sonra eskiz çalışmalarına başlar. Aynı zamanda yapının yüksekliği ve görünüşü hakkında bilgi vermek için kesit-görünüş çizimlerini de yapar. Projelerin sadece teknik verilerden oluştuğu düşünülmemelidir. Projenin tasarımının yapılmaya başlandığı bu aşamada çevresel faktörler, ekoloji, sosyokültürel yapı, ekonomi gibi

konular da göz önünde bulundurularak konut bölgelerinde veya kamusal-endüstriyel alanlarda düzen korunmuş, denge sağlanmış olur (URL-4).

Eskiz çizimleriyle birlikte tasarımı da yapılan projenin teknik çizimleri yapılır. Eskiz çalışmalarıyla geliştirilen bu projenin işveren tarafından onaylanmasının ardından Avan projenin hazırlanması gerekir. Avan proje, eskiz aşamasında belirlenen tasarım fikirlerinin belirli ölçeklerde çizilerek işverene sunulmasıdır. İşverenin avan projesini onaylamasından sonra kesin proje aşamasına geçilir.

Kesin proje aşamasında avan proje kısmında ki istekler değerlendirilir, avan proje revize edilir. Hazırlanan mimari proje doğrultusunda statik, mekanik, elektrik projeleri hazırlanır. Projelerin tamamlanmasının ardından yapının tasarımı sırasında belirlenen malzemelerin bağlantı detayları hazırlanır.

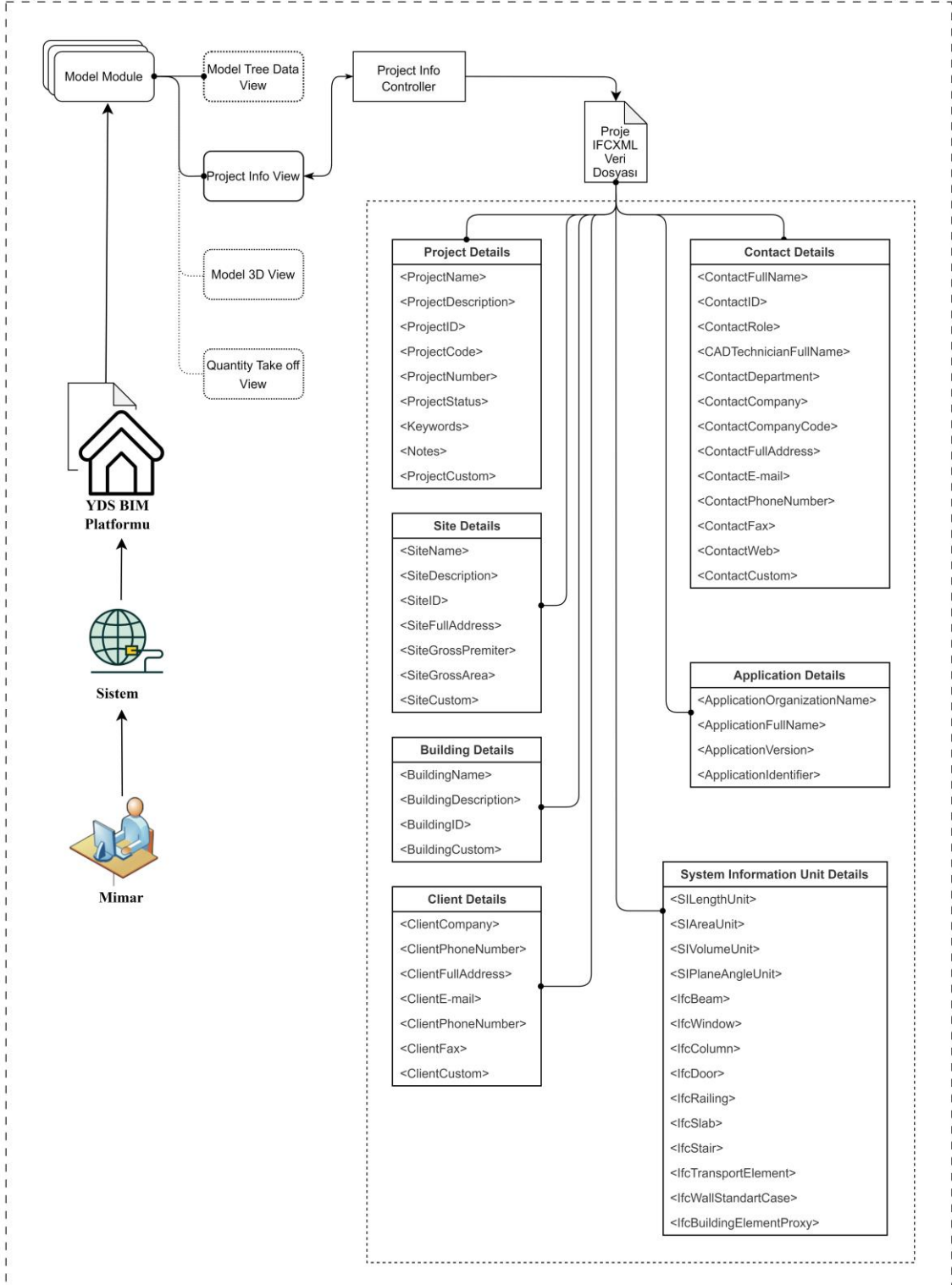
Mimar tarafından hazırlanan projenin içerisinde bulunan Sistem Bilgi Birimi Detaylarını belirten kodlamalar projenin hazırlanması sırasında kullanılan her bir elemanı temsil etmektedir. Şekil 4.6'da kullanılan birimlerin kodları aşağıda verilmiştir:

- <SILengthUnit>: Uzunluk Bilgileri
- <SIAreaUnit>: Alan Bilgileri
- <SIVolumeUnit>: Hacim Bilgileri
- <SIPlaneAngleUnit>: Düzlem Açısı Bilgileri
- <IfcBeam>: Kiriş Bilgileri
- <IfcWindow>: Pencere Bilgileri
- <IfcColumn>: Kolon Bilgileri
- <IfcDoor>: Kapı Bilgileri
- <IfcRailing>: Korkuluk Bilgileri
- <IfcSlab>: Döşeme Bilgileri
- <IfcStair>: Merdiven Bilgileri
- <Ifc Transport Element>: Taşıma Elemanı Bilgileri
- <Ifc Wall Standart Case>: Duvar Standart Kılıfı Bilgileri
- <IfcBuildingElement>: Yapı Elemanı Bilgileri'dir.

Mimarın hazırlanmış olduğu projeye bağlı olarak oluşturulan MVD2 tablosu sürece sonradan dahil olacak olan inşaat mühendisine bir altlık hazırlamaktadır. Mimar tarafından hazırlanan her bir detay ve proje verileri diğer paydaşlar tarafından görülebilecektir. Ancak her paydaş sadece kendisine tanımlanan iş sorumluluğu

çerçevesinde müdahale edilebilecektir. Kişilerin iş ve sorumlulukları müellif tarafından tanımlanacaktır.

MVD2



Şekil 4.6. YDS'nin BIM süreçlerine entegrasyonu için MVD2 model önerisi.

4.2.3. MVD-3

İnşaat mühendisi mimar tarafından hazırlanan mimari projenin sisteme yüklenmesinin ardından MVD-2 modeline erişim sağlayarak statik projesini hazırlamaya başlar. Statik proje yapıya ait taşıyıcı sistemin hesaplamalarının ve çizimlerinin yer aldığı, inşaat mühendisi tarafından hazırlanan projelerdir. Statik proje mimari proje doğrultusunda hazırlanır. İnşaat mühendisi mimari projeye göre yaptığı hesaplamalar sonucunda bulunduğu değerlere göre projeyi hazırlar.

Temel ve kalıp planları, demir donatı planı, kolon aplikasyonu, temel ve döşeme kiriş açılımları statik projelerde yer almaktadır. Statik projenin hazırlanma aşamalarında kapı, pencere gibi mimari yapı elemanlarına ihtiyaç duyulmaz. Bu yüzden mimarın sisteme yüklemiş olduğu MVD-2 modelinde (Şekil 4.6) inşaat mühendisinin doğrama elemanlarına erişimine izin verilmez. İnşaat mühendisinin sadece statik projenin hazırlanması için gerekli olan detaylara erişimine izin verilir. Kısacası her paydaş sadece kendisine tanımlanan iş sorumluluğu çerçevesinde projeye müdahale edilebilecektir. Kişilerin iş ve sorumlulukları müellif tarafından tanımlanacaktır (URL-5).

Yapılar mimari projeye göre değil statik projeye göre yapılmaktadır. Statik proje her ne kadar mimari projeye göre çizilse de uygulama aşamasında mimari proje ve statik proje arasında uyumsuzlukların olduğu görülebilmektedir. Mimar ve inşaat mühendisi arasında estetik ve güvenlik açısından düşünce farklılıklarının bulunması uyumsuzluklara neden olmaktadır. Mimar ve mühendisin mimari projenin hazırlanması aşamasından statik projenin tamamlanmasına kadar olan süreçte birlikte çalışması projedeki uyumsuzlukların önüne geçecektir. Fakat Türkiye’de uygulanan sistemde proje hazırlama aşamalarında genellikle mimar ve inşaat mühendisi bir araya gelmezler. Bu bağlamda önerilen model tüm paydaşların projenin başlangıcından bitimine kadar olan süreçte birlikte çalışmasına olanak sağlayacak ve hem estetik hem de sağlam yapılar ortaya çıkacaktır. Aynı zamanda projede yapılan değişikliklerden paydaşların anında haberdar olmasını da mümkün kılacaktır.

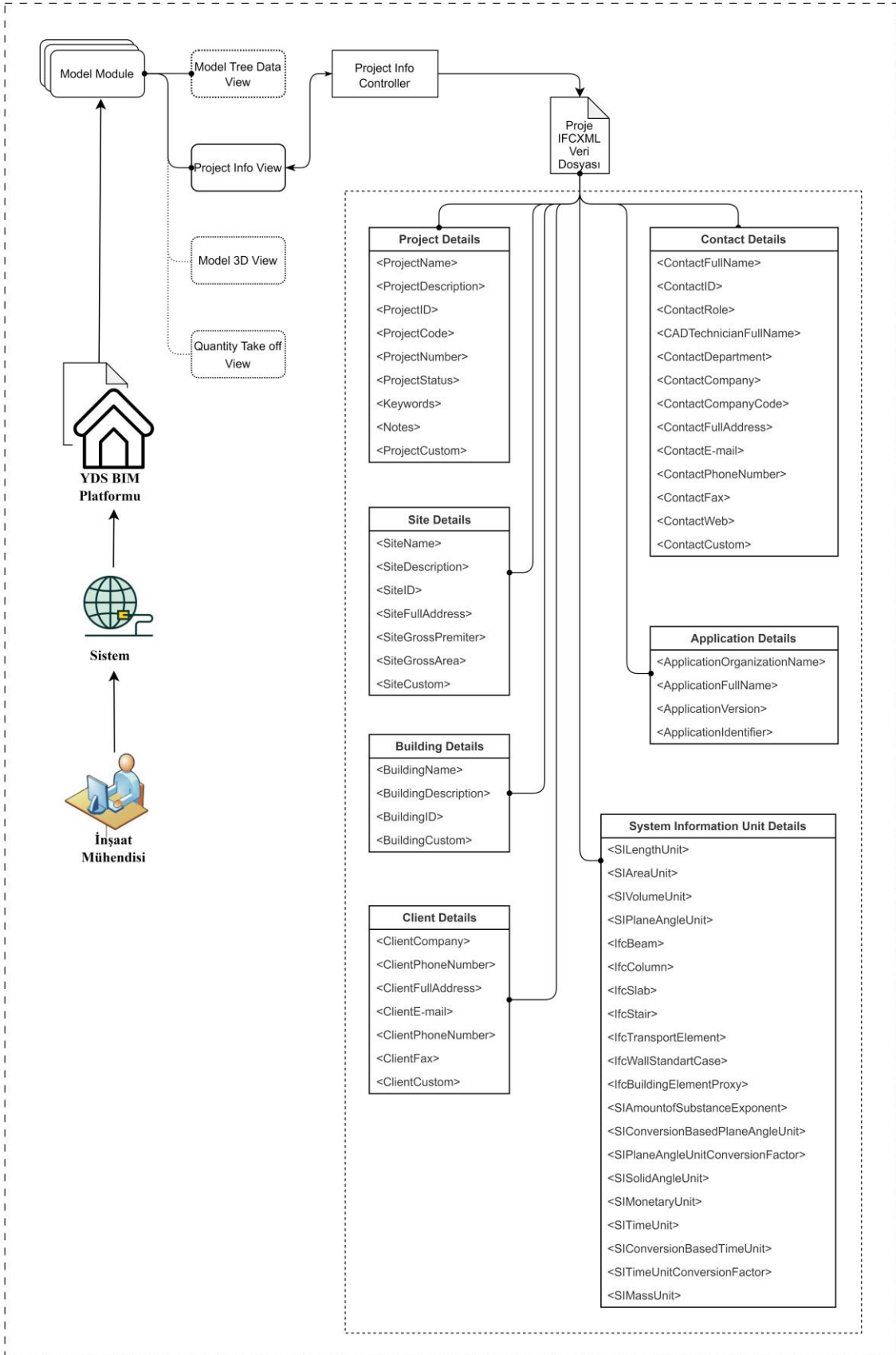
İnşaat mühendisi tarafından hazırlanan projenin içerisinde bulunan Sistem Bilgi Birimi Detaylarını belirten kodlamalar projenin hazırlanması sırasında kullanılan her bir birimi temsil etmektedir. Şekil 4.7’de kullanılan birimlerin kodları aşağıda verilmiştir:

- <SILengthUnit>: Uzunluk Bilgileri
- <SIAreaUnit>: Alan Bilgileri

- <SIVolumeUnit>: Hacim Bilgileri
- <SIPlaneAngleUnit>: Düzlem Açığı Bilgileri
- <IfcBeam>: Kiriş Bilgileri
- <IfcColumn>: Kolon Bilgileri
- <IfcSlab>: Döşeme Bilgileri
- <IfcStair>: Merdiven Bilgileri
- <IfcTransportElement>: Taşıma Elemanı Bilgileri
- <IfcWallStandartCase>: Duvar Standart Kılıfı Bilgileri
- <IfcBuildingElementProxy>: Yapı Elemanı Bilgileri
- <SIAmountofSubstanceExponent>: Madde Miktarı Üsteli Bilgileri
- <SIConversionBasedPlaneAngleUnit>: Dönüşüm Tabanlı Düzlem Açığı Bilgileri
- <SIPlaneAngleUnitConversionFactor>: Düzlem Açığı Birim Dönüşüm Faktörü Bilgileri
- <SISolidAngleUnit>: Katı Açığı Bilgileri
- <SIMonetaryUnit>: Para Bilgileri
- <SITimeUnit>: Zaman Bilgileri
- <SIConversionBasedTimeUnit>: Dönüşüm Tabanlı Zaman Bilgileri
- <SITimeUnitConversionFactor>: Zaman Birimi Dönüşüm Faktörü Bilgileri
- <SIMassUnit>: Kütle Bilgileri

İnşaat mühendisinin hazırlamış olduğu projeye bağlı olarak oluşturulan MVD3 tablosu sürece sonradan dahil olacak olan paydaşlar için bir altlık hazırlamaktadır. İnşaat mühendisi tarafından hazırlanan her bir detay ve proje verileri diğer paydaşlar tarafından görülebilecektir. Ancak her paydaş sadece kendisine tanımlanan iş sorumluluğu çerçevesinde müdahale edilebilecektir. Kişilerin iş ve sorumlulukları müellif tarafından tanımlanacaktır.

MVD3



Şekil 4.7. YDS'nin BIM süreçlerine entegrasyonu için MVD3 model önerisi.

4.2.4. MVD-4

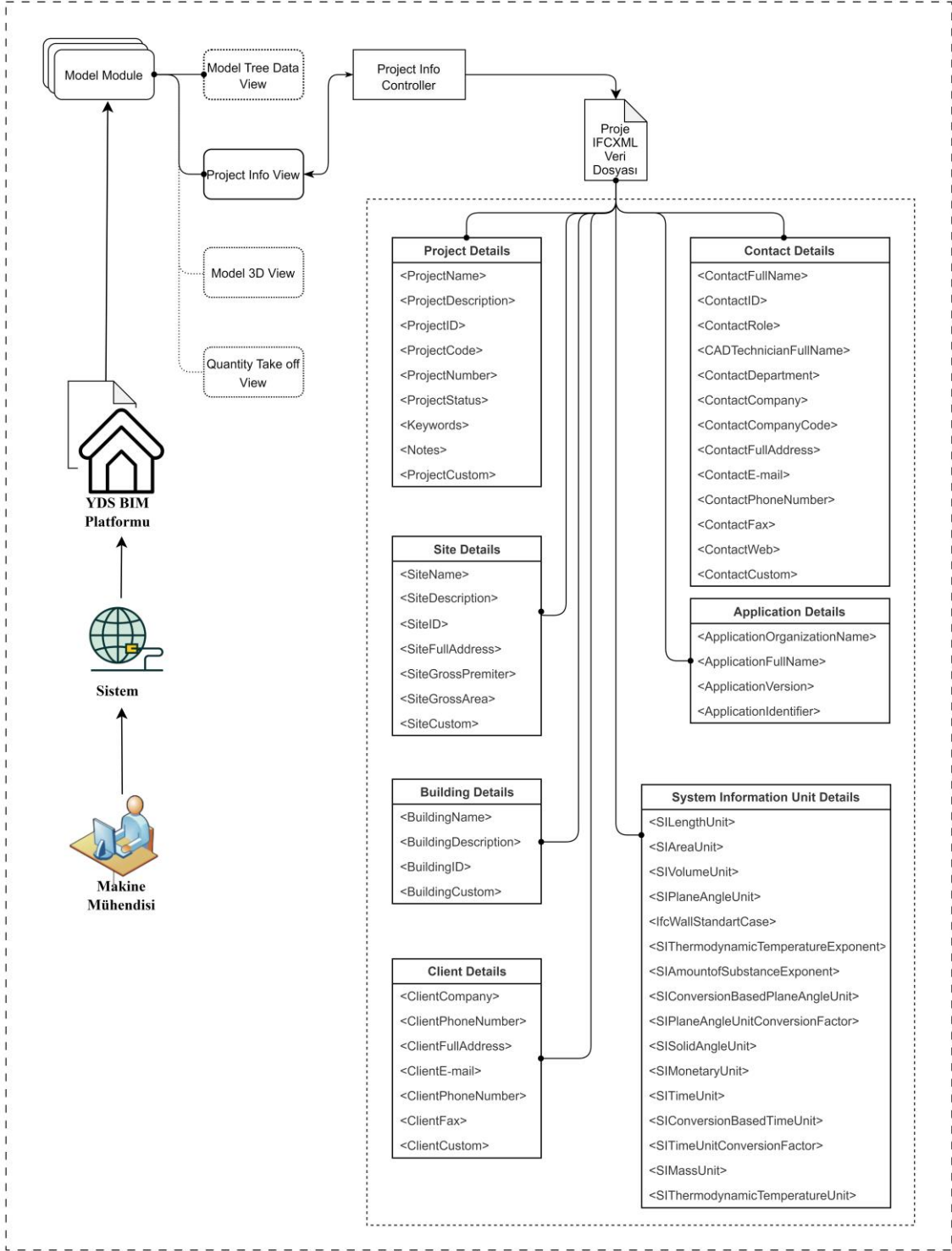
Mekanik proje, makine mühendisi tarafından hazırlanmaktadır. Mekanik proje yapıların ısıtma, soğutma, havalandırma, güneş enerjisi, yangın, asansör ve kanalizasyon gibi işlemleri kapsamaktadır. Mekanik proje mimari projeye bağlı kalınarak, tüm projelerle uygun bir şekilde çizilir. Bunun sağlanabilmesi için proje paydaşlarının iletişim halinde olması gerekmektedir (URL-6).

Önerilen bu model tüm paydaşların projenin başlangıcından bitimine kadar olan süreçte birlikte çalışmasına olanak sağlayacaktır. Bu sayede hem estetik hem de sağlam yapılar ortaya çıkacaktır. Aynı zamanda projede yapılan değişikliklerden paydaşların anında haberdar olmasını da mümkün kılacaktır.

Makine mühendisi tarafından hazırlanan projenin içerisinde bulunan Sistem Bilgi Birimi Detaylarını belirten kodlamalar projenin hazırlanması sırasında kullanılan her bir birimi temsil etmektedir. Şekil 4.8’de kullanılan birimlerin kodları aşağıda verilmiştir:

- <SILengthUnit>: Uzunluk Bilgileri
- <SIAreaUnit>: Alan Bilgileri
- <SIVolumeUnit>: Hacim Bilgileri
- <SIPlaneAngleUnit>: Düzlem Açısı Bilgileri
- <IfcWallStandartCase>: Duvar Standart Kılıfı Bilgileri
- <SIThermodynamicTemperatureExponent>: Termodinamik Sıcaklık Üsteli Bilgileri
- <SIAmountofSubstanceExponent>: Madde Miktarı Üsteli Bilgileri
- <SIConversionBasedPlaneAngleUnit>: Dönüşüm Tabanlı Düzlem Açısı Bilgileri
- <SIPlaneAngleUnitConversionFactor>: Düzlem Açısı Birim Dönüşüm Faktörü Bilgileri
- <SISolidAngleUnit>: Katı Açısı Bilgileri
- <SIMonetaryUnit>: Para Bilgileri
- <SITimeUnit>: Zaman Bilgileri
- <SIConversionBasedTimeUnit>: Dönüşüm Tabanlı Zaman Bilgileri
- <SITimeUnitConversionFactor>: Zaman Birimi Dönüşüm Faktörü Bilgileri
- <SIMassUnit>: Kütle Bilgileri
- <SIThermodynamicTemperatureUnit>: Termodinamik Sıcaklık Bilgileri

MVD4



Şekil 4.8. YDS'nin BIM süreçlerine entegrasyonu için MVD4 model önerisi.

Makine mühendisinin hazırlamış olduğu projeye bağlı olarak oluşturulan MVD4 tablosu sürece sonradan dahil olacak olan paydaşlar için bir altlık hazırlamaktadır. Makine mühendisi tarafından hazırlanan her bir detay ve proje verileri diğer paydaşlar tarafından görülebilecektir. Ancak her paydaş sadece kendisine tanımlanan iş

sorumluluğu çerçevesinde müdahale edilebilecektir. Kişilerin iş ve sorumlulukları müellif tarafından tanımlanacaktır.

4.2.5. MVD-5

Elektrik projesinin hazırlanabilmesi için mimar tarafından oluşturulan mimari projenin elektrik mühendisine gönderilmesi gerekmektedir. Elektrik mühendisi mimari projede yer alan bodrum ve kat planlarını, çatı planlarını ayırarak çalışma alanına dahil olmayan çizimleri temizlemektedir. Mimari projede yer alan tefrişler, ölçüler, sıva ve belirlenen malzemeler vb. silinerek elektrik projesinin hazırlanmasına uygun bir altlık oluşturulmaktadır. Elektrik projesinin içerisinde; kuvvetli akım projesi, zayıf akım projesi, topraklama projesi yer almaktadır (URL-7).

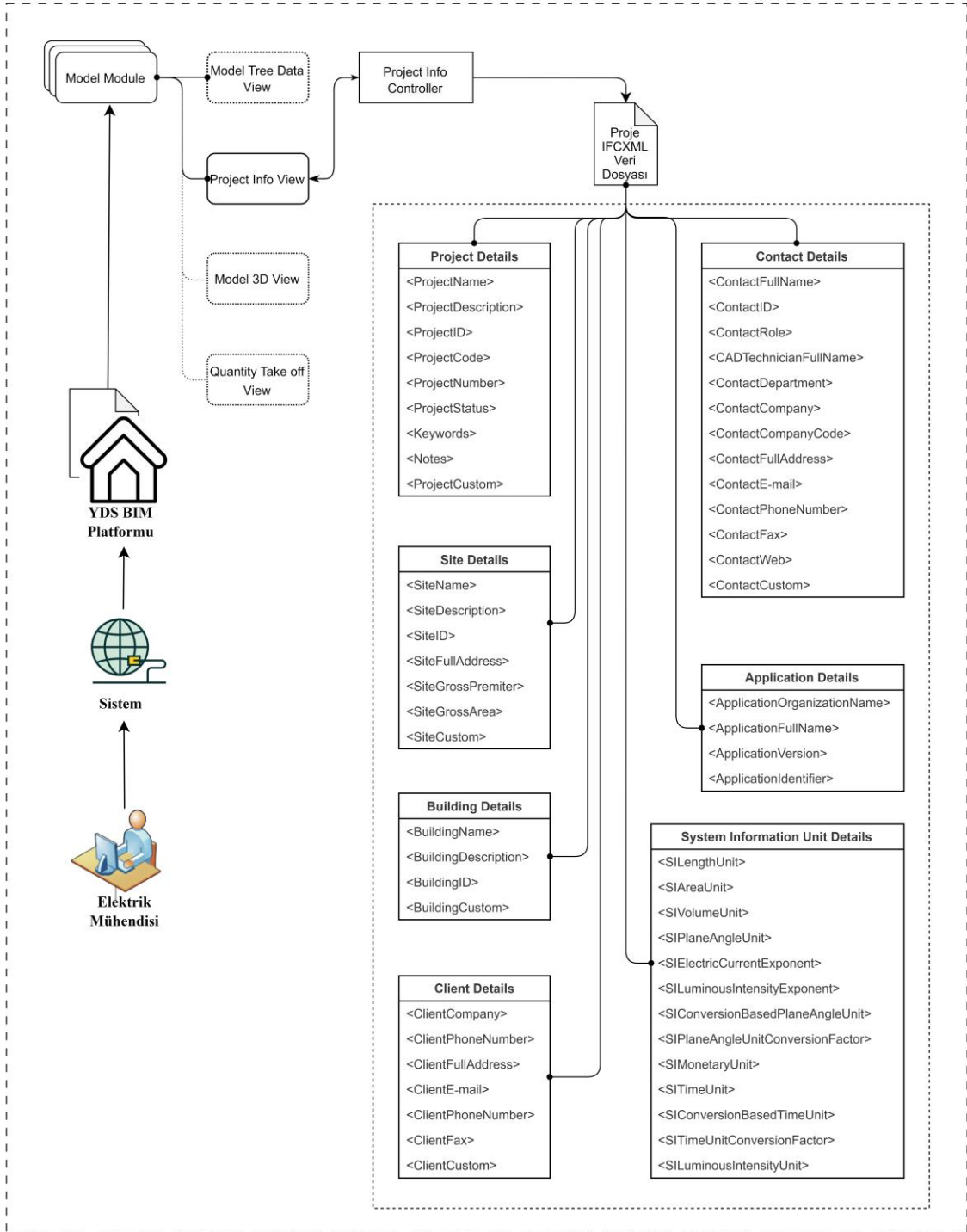
Önerilen bu modelde proje paydaşları proje verilerini sistem aracılığıyla birbirlerine iletacaktır. Ancak paylaşılan her veri her paydaş tarafından erişime açık olmayacaktır. Her paydaş müellif tarafından kendisine tanımlanan iş sorumluluğu çerçevesinde projeye müdahale edilebilecektir. Bu anlamda önerilen sistemle birlikte, mevcut sistemde elektrik mühendisinin mimar tarafından hazırlanan mimari projeyi temizlemesi ve oluşabilecek veri kayıplarının yaşanmasının önüne geçileceği düşünülmektedir. Aynı zamanda bu sistem projede yapılan değişikliklerden paydaşların anında haberdar olmasını da mümkün kılacaktır.

Elektrik mühendisi tarafından hazırlanan projenin içerisinde bulunan Sistem Bilgi Birimi Detaylarını belirten kodlamalar projenin hazırlanması sırasında kullanılan her bir birimi temsil etmektedir. Şekil 4.9’da kullanılan birimlerin kodları aşağıda verilmiştir:

- <SILengthUnit>: Uzunluk Bilgileri
- <SIAreaUnit>: Alan Bilgileri
- <SIVolumeUnit>: Hacim Bilgileri
- <SIPlaneAngleUnit>: Düzlem Açısı Bilgileri
- <SIElectricCurrentExponent>: Elektrik Akımı Üsteli Bilgileri
- <SILuminousIntensityExponent>: Işık Yoğunluğu Üsteli Bilgileri
- <SIConversionBasedPlaneAngleUnit>: Dönüşüm Tabanlı Düzlem Açısı Bilgileri
- <SIPlaneAngleUnitConversionFactor>: Düzlem Açısı Birim Dönüşüm Faktörü Bilgileri
- <SIMonetaryUnit>: Para Bilgileri

- <SITimeUnit>: Zaman Bilgileri
- <SIConversionBasedTimeUnit>: Dönüşüm Tabanlı Zaman Bilgileri
- <SITimeUnitConversionFactor>: Zaman Birimi Dönüşüm Faktörü Bilgileri
- <SILuminousIntensityUnit>: Işık Yoğunluğu Bilgileri

MVD5



Şekil 4.9. YDS'nin BIM süreçlerine entegrasyonu için MVD5 model önerisi.

Elektrik mühendisinin hazırlamış olduğu projeye bağlı olarak oluşturulan MVD5 tablosu sürece dahil olacak olan paydaşlar için bir altlık hazırlamaktadır. Elektrik mühendisi tarafından hazırlanan her bir detay ve proje verileri diğer paydaşlar tarafından görülebilecektir. Ancak her paydaş sadece kendisine tanımlanan iş sorumluluğu çerçevesinde projeye müdahale edilebilecektir. Kişilerin iş ve sorumlulukları müellif tarafından tanımlanacaktır.

Hazırlanan bu model kapsamında IDM akış süreci içerisinde aktarılan MVD-1, MVD-2, MVD-3, MVD-4, MVD-5 dosyaları eş zamanlı olarak yapı denetim sistemleri tarafından kontrol edilebilir. Yapı denetim sistemleri süreç ve dosya akış esnasında notlar ile geri bildirim verebilir. Ancak çizimlere müdahale edemez. Sadece fikir ve görüş bildirir. Bu sayede proje akış sürecinin tamamında kontrollü bir yönetim sağlanmış olur.

Türkiye’de uygulanmakta olan YDS ve bu sistemin uygulanması sırasında yaşanan sorunlar, sistemin eksiklikleri literatür taramalarıyla tespit edilmiştir. Sistemin doğru şekilde uygulanabilmesi ve sürecin doğru şekilde yönetilebilmesi için YDS’nin BIM süreçlerine entegre edilmesine yönelik bir sistem önerisinde bulunulmuştur. Önerilen sistemde IDM ve MVD model önerileri yer almaktadır.

IDM modelinde (Şekil 4.1) proje sürecinde rol alan paydaşların (işveren, mimar, inşaat mühendisi, makine mühendisi, elektrik mühendisi) dosya aktarımı, belgelendirilmesi yer almaktadır. Aynı zamanda paydaşların güncel verilere erişiminin sağlanabileceği, denetim sürecinde paydaşlar arasında veri alışverişi sırasında yaşanan veri kayıplarının önüne geçilebileceği düşünülmektedir.

MVD modelinde verilerin sistem içerisinde aktarım sürecine yer verilmiştir. MVD modellerinde her bir paydaşın veri dosyası detaylandırılmış, sistemin işleyiş şekli hakkında bilgiler verilmiştir.

Uygulanması planlanan sistemde yapı denetim kuruluşları projelere ve proje verilerine erişim sağlayabilecek, kontrollerde bulunabilecektir. Projelerin oluşturulması ve aktarımı sırasında paydaşlara önerilerde bulunup destek sağlayabilecektir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar ve gelecekte yapılması öngörülen öneriler aşağıda paylaşılmıştır.

5.1. Tartışma

Güleş (2019), Başak (2017), Engin (2022), Sevilmişdal (2019) ve Aslan (2023) hazırlamış oldukları çalışmalarda projelerin uygulama aşamasında yer alan personellerin yapıların projelerine uygun olarak yapılmaması durumunda veya eksik yapılması durumunda oluşabilecek olumsuzlukların önüne geçebilecek bir yaptırımın olmadığından bahsetmişlerdir. Bu çalışma kapsamında önerilen model sayesinde yapılara ait projelerin hazırlanması ve projelerin uygulanması sırasında denetim kuruluşlarının süreçleri aktif bir şekilde denetlemesi sağlanmış olacaktır (Aslan, 2023; Başak, 2017; Engin, 2022; Güleş, 2019; Sevilmişdal, 2019).

Güleş (2019), Boysal (2022), Engin (2022), Taşçı (2017) yapılara ait hazırlanan projelerin paylaşımı sırasında veri kayıplarının yaşanması, proje dosyaların güncelliğini korumaması büyük sorun teşkil etmektedir. Bu çalışma kapsamında önerilen model tüm paydaşların tek bir platform üzerinde çalışmasına olanak sağlayacak ve hem tasarım hem de uygulama süreçlerini kapsayacaktır. Aynı zamanda bu model ile birlikte paydaşlar arasında yanlış anlaşılmaların, zaman ve veri kayıplarının, iletişim problemlerinin önüne geçilmesi sağlanmış olacaktır.

5.2. Sonuçlar

Çalışmada Türk inşaat sektöründe aktif olarak yer alan YDS'nin uygulama aşamasında karşılaşılan eksikleri tespit edilmiştir. Bu bağlamda YDS'nin BIM tabanlı programlarla entegrasyonu için IDM ve MVD modeli önerilmektedir. Çalışma kapsamında YDS'nin BIM ile entegrasyonu ile ilgili dosya yönetimine yönelik bilgiler verilmiştir. Önerilen model:

- Türkiye'de uygulanmakta olan YDS'nin dijital ortamda kontrolünün sağlanması ve denetim sisteminin doğruluğunun kontrol edilmesi amaçlanmaktadır.
- Modelin oluşturulmasıyla birlikte kâğıt halindeki belgelerin dijital belgeler haline dönüştürülmesi sağlanacaktır.

- Tüm paydaşların tek bir platform üzerinde çalışmasına olanak sağlayacak ve hem tasarım hem de uygulama süreçlerini kapsayacaktır. Aynı zamanda bu model ile birlikte paydaşlar arasında yanlış anlaşılmaların, zaman ve veri kayıplarının, iletişim problemlerinin önüne geçilmesi planlanmaktadır.
- Bu modelin insan kaynaklı hataları en aza indireceği düşünülmektedir. Bunun temel nedenlerinden biri, projelendirme aşamasında tüm paydaşlar tek bir dosya üzerinden çalışacağı için mimari, statik, mekanik ve elektrik projelerinde oluşabilecek çakışma ve uyumsuzluklar öngörülebilecektir. Ayrıca paydaşlar tek bir dosya üzerinden çalışmasına rağmen değişim (exchange) dosya formatı sayesinde hiçbir paydaş diğer bir paydaşın çalışmasına gerekmediği sürece müdahale edemeyecektir.
- Proje sürecinde hangi bilgilere hangi kullanıcı tarafından ihtiyaç duyulduğu, ihtiyaç duyulan verileri kimin sağladığı veya projenin hangi aşamasında, neden ihtiyaç duyulduğu gibi bilgiler önerilen sistem sayesinde tanımlanabilecektir.
- Kişi hak ve sorumlulukları önceden tanımlanmış olacaktır.
- Projelendirme ve yapım süreçlerinde görev alan paydaşların süreç içinde etkin bir şekilde görevlendirilmesi ve denetlenmesi sağlanacaktır.
- Mevcut düzende personel eksikliği, iş yoğunluğu gibi nedenlerden dolayı ilgi idare tarafından yapılan kontrollerin geç yapıldığı düşünülmektedir. Önerilen sistemle ile işler belirli bir sistematığe göre düzenlenip, yaşanan aksaklıklar giderilecektir.
- Bazı belediyelerin yapı denetim kuruluşları tarafından incelenen projeleri çıktı olarak değil e-imar üzerinden gönderilmesini istemesi YDS sürecinin belirli bir düzende ilerlemediğini göstermektedir. Bu anlamda önerilen model Türkiye’de uygulanan YDS’yi sistematik hale getirecektir.
- Önerilen model halihazırda kullanılan yapı denetim sistemi ile uyumlu bir iş akış süreci oluşturacaktır. Kullanıcıların kolaylıkla adapte olabileceği bir iş akış modelinin sunulacağı da varsayılmaktadır.

Önerilen bu IDM modeli geliştirilmeye açıktır ve bir temel teşkil etmektedir. Aynı zamanda benzersizdir çünkü YDS’nin BIM ile entegrasyonu konusunda daha önce bir çalışma yapılmamıştır.

5.3. Öneriler

Bu çalışma da YDS'nin işleyişine yönelik bir model önerisi sunulmuştur. Ancak modelin doğruluğuna yönelik herhangi bir somut çalışma yapılmamıştır. İlerleyen çalışmalarda bu modelin somut veriler ile çalışabilirliği denetlenebilir. Ayrıca,

- Yapılan bu model önerisi farklı ülkelerdeki denetim sistemlerine entegre edilebilir,
- Belediyenin kullandığı veri sistemlerinde uygulanabilir,
- Bu çalışmanın tarihi yapılara entegrasyonu da sağlanabilir,
- Firmalar üzerinde özelleştirilmesi de teşvik edilebilir.



KAYNAKÇA

- Açıkkel, D. A. (1998). *Yapı denetiminin kalite üzerine etkisi ve Konya örneği*. [Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. (Tez No: 78725)
- Anaç, M., & Arun, E. G. (2023). HBIM destekli arşiv modeli. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 39(1), 443-460. <https://doi.org/10.17341/gazimmfd.1175113>
- Arayıcı, Y., Coates, P., Koskela, L., Kagioglou, M., Usher, C., & O'Reilly, K. (2011). BIM adoption and implementation for architectural practices. *Structural Survey*, 29(1), 7-25. <https://doi.org/10.1108/02630801111118377>
- Aslan, M. (2023). *Yapı denetimi kanununun uygulama problemlerinin araştırılması ve çözüm önerileri geliştirilmesi*. [Yüksek lisans tezi, Düzce Üniversitesi]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. (Tez No: 810483)
- Aydın, M. (2021). *Türkiye'deki konut projeleri için BIM tabanlı otomatik bina yönetmelik uygunluk kontrol modeli: BIMTRAC3* [Doktora tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. (Tez No: 685265)
- Başak, T. (2017). *Depreme dayanıklı yapı imalatında, 4708 Sayılı Yapı Denetim Kanununun rolü, uygulamadaki etkisinin belirlenmesi, kalite ve verimliliğin artırılması*. [Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. (Tez No: 495339)
- Belsky, M., Sacks, R., & Brilakis, I. (2016). Semantic Enrichment for Building Information Modeling. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 31(4), 261-274. <https://doi.org/10.1111/mice.12128>
- Bilici, E. D. (2021). *İnşaat sektöründe yapı denetimi ve Kırşehir ilindeki uygulamaların incelenmesi*. [Yüksek lisans tezi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. (Tez No: 696052)
- Boysal, V. B. (2022). *4708 Sayılı Yapı Denetimi Hakkında Kanun kapsamındaki yapı denetim sistemi ve sorunları üzerine bir saha çalışması, Osmaniye ili örneği*. [Yüksek lisans tezi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. (Tez No: 726402)
- Chang, Y.-F., & Shih, S.-G. (2013). BIM-based computer-Aided Architectural design. *Computer-Aided Design and Applications*, 10(1), 97-109. <https://doi.org/10.3722/cadaps.2013.97-109>
- Çulcu, F. E. (2011). *Yapı denetim firmalarında toplam kalite yönetimi "Adana örneği"*. [Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. (Tez No: 287118)
- Demir, A. (2019). *Türkiye'deki yapı denetim sisteminin incelenmesi ve Bolu ili örneği*. [Yüksek lisans tezi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. (Tez No: 606333)
- Demir, M. Ş. (2017). *Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yapı denetimi uygulaması ve yeni bir yapı denetimi modeli önerisi*. [Yüksek lisans tezi, Adıyaman Üniversitesi]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. (Tez No: 496272)
- Doğan, A. (2013). *Ankara'da yapı denetim sorunlarının belirlenmesiyle ilgili bir saha çalışması*. [Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. (Tez No: 330683)
- Engin, V. (2022). *Türkiye'de uygulanan yapı denetim sisteminin sorunları ile ilgili yaklaşımlar*. [Yüksek lisans tezi, İstanbul Okan Üniversitesi]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. (Tez No: 787271)

- Erdal, D. (2022). *Yapı denetim firmalarının iş sağlığı ve güvenliği açısından sorumlulukları*. [Yüksek lisans tezi, Hitit Üniversitesi]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. (Tez No: 761039)
- Güleş, M. (2019). *4708 sayılı yapı denetimi hakkında kanunun uygulanmasında karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerileri*. [Yüksek lisans tezi, Karatay Üniversitesi]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. (Tez No: 556659)
- Güncü, D. (2020). *Yapı denetim kuruluşlarının sorunları ve yapı denetimi sistemindeki sorunlar-Van örneği*. [Yüksek lisans tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. (Tez No: 609910)
- Jeon, K., Lee, G., Kang, S., Roh, H., Jung, J., Lee, K., & Baldwin, M. (2021). A relational framework for smart information delivery manual (IDM) specifications. *Advanced Engineering Informatics*, 49, 101319. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2021.101319>
- Kanun, 1985 İmar Kanunu
- Karahan, A. Y. (2008). *İstanbul'da faaliyet gösteren yapı denetim şirketlerinin uygulamaya yönelik karşılaştıkları sorunlar ve çözüm önerilerine yönelik bir araştırma*. [Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. (Tez No: 238192)
- Karaoğlu, E. (2011). *4708 Sayılı Yapı Denetim Kanununun denetimdeki verimliliği*. [Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. (Tez No: 295865)
- Koca, B. (2016). *Yapı denetim sisteminde belediyenin karşılaştığı sorunlar ve çözüm yolları için sistem önerisi*. [Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. (Tez No: 445024)
- Kural, R. (2015). *İnşaat sektöründe yapı denetimi ve Afyonkarahisar ilindeki uygulamaların araştırılması*. [Yüksek lisans tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. (Tez No: 413295)
- Lee, G., Park, Y. H., & Ham, S. (2013). Extended Process to Product Modeling (xPPM) for integrated and seamless IDM and MVD development. *Advanced Engineering Informatics*, 27(4), 636-651. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2013.08.004>
- Lee, Y. C., Shariatfar, M., Ghannad, P., Zhang, J., & Lee, J. K. (2020). Generation of entity-based integrated model view definition modules for the development of new BIM data exchange standards. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 34(3), 04020011. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CP.1943-5487.0000888](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000888)
- Maher Hakim, M., & Garrett, J. H. (1993). A description logic approach for representing engineering design standards. *Engineering with Computers*, 9(2), 108-124. <https://doi.org/10.1007/BF01199049>
- Mihindu, S., & Arayici, Y. (2008). Digital construction through BIM systems will drive the re-engineering of construction business practices. *2008 International Conference Visualisation*, 29-34. <https://doi.org/10.1109/VIS.2008.22>
- Nawari, Nawari. O., & Alsaffar, A. (2015). Understanding computable building codes. *Civil Engineering and Architecture*, 3(6), 163-171. <https://doi.org/10.13189/cea.2015.030601>
- Olatunji, O. A., & Sher, W. (2014). Perspectives on Modelling BIM-enabled Estimating Practices. *Construction Economics and Building*, 14(4), 32-53. <https://doi.org/10.5130/AJCEB.v14i4.4102>
- Oldfield, J., Van Oosterom, P., Beetz, J., & Krijnen, T. (2017). Working with Open BIM Standards to Source Legal Spaces for a 3D Cadastre. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(11), 351. <https://doi.org/10.3390/ijgi6110351>

- Oostwegel, L. J. N., Jaud, Š., Muhič, S., & Malovrh Rebec, K. (2022). Digitalization of culturally significant buildings: Ensuring high-quality data exchanges in the heritage domain using OpenBIM. *Heritage Science*, 10(1), 10. <https://doi.org/10.1186/s40494-021-00640-y>
- Özkan, G. (2005). *Türkiye’de yapı denetim sistemi ile ilgili yaklaşımlar*. [Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. (Tez No: 198949)
- Poljanšek, M. (2017). *Building Information Modelling (BIM) standardization*. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/36471>
- Sakallı, F. (2008). *Yapı denetim sisteminde yaşanan sorunlar, 4708 Sayılı Yapı Denetim Hakkında Kanun’daki eksiklikler ve çözüm önerileri*. [Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. (Tez No: 252027)
- Sevilmişdal, E. (2019). *Yapı denetim sisteminde yaşanan sorunlar üzerine bir araştırma (Şanlıurfa Örneği)*. [Yüksek lisans tezi, Toros Üniversitesi]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. (Tez No: 553546)
- Son, S., Lee, G., Jung, J., Kim, J., & Jeon, K. (2022). Automated generation of a model view definition from an information delivery manual using idmXSD and buildingSMART data dictionary. *Advanced Engineering Informatics*, 54, 101731. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2022.101731>
- Şerifoğlu, C. (2019). *Mevcut yapı denetim sisteminin eleştirisi ve sertifika esaslı—Başarım tabanlı bir bütünleşik değerlendirme ve denetim modeli önerisi*. [Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. (Tez No: 553118)
- Taşcı, M. (2017). *Yapı denetimi uygulamaları ve kalite sorunları, Konya örneği*. [Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. (Tez No: 453468)
- Unlu, Z. M., Anac, M. (2024), The Role and Model of Building Inspection Systems in BIM Transformation Processes, In Proceedings of the 8th International Project and Construction Management Conference (IPCMC2024), Istanbul, Türkiye, 06–08 June. pp. 1-8.
- URL-1: “Yapı Bilgi Modellemesi”, <https://www.maviperimimarlik.com.tr/tr/maviperi/yapi-bilgi-modellemesi-bim>, (Erişim Tarihi: 13.08.2024).
- URL-2: İmar Kanunu; Resmi Gazete (09.05.1985), www.mevzuat.gov.tr, (Erişim Tarihi: 04.05.2024).
- URL-3: “Mimari Proje Nedir?”, <https://artbmimarlik.com/mimari-proje-nedir.html/#:~:text=Bir%20mimari%20proje%20genellikle%20%C3%A7e%C5%9Fitli,i%C3%A7%20ve%20d%C4%B1%C5%9F%20detaylar%C4%B1n%C4%B1%20a%C3%A7%C4%B1klar>, (Erişim Tarihi: 13.08.2024).
- URL-4: “Mimari Proje Nedir?”, <https://www.intacinsaat.com/mimari-proje-nedir/>, (Erişim Tarihi: 13.08.2024).
- URL-5: Söğüt Asım; “Statik Proje Nedir?”, <https://tr.linkedin.com/pulse/statik-proje-nedir-av-as%C4%B1m/s%C3%B6%C4%9F%C3%BCt#:~:text=Statik%20projelerde%3B%20temel%20planla%C4%B1%2C%20kal%C4%B1p,proje%20mimari%20projeye%20g%C3%B6re%20%C3%A7izilir>, (Erişim Tarihi: 13.08.2024).

- URL-6: “Mekanik Proje Nedir?”, <https://www.opalmep.com/mekanik-proje-nedir/>, (Erişim Tarihi: 13.08.2024).
- URL-7: Aslan Ahmet; “Konutlar İçin Elektrik Projesi Nasıl Çizilir?”, <https://www.insaport.com/makale/konutlar-icin-elektrik-projesi-nasil-cizilir/>, (Erişim Tarihi: 13.08.2024).
- Ünal, C. (2017). *Yapı denetim firmalarının sorunlarının belirlenmesi ve Adana örneği*. [Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. (Tez No: 465360)
- Venugopal, M., Eastman, C. M., Sacks, R., & Teizer, J. (2012). Semantics of model views for information exchanges using the industry foundation class schema. *Advanced Engineering Informatics*, 26(2), 411-428. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2012.01.005>
- Venugopal, M., Eastman, C. M., & Teizer, J. (2015). An ontology-based analysis of the industry foundation class schema for building information model exchanges. *Advanced Engineering Informatics*, 29(4), 940-957. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2015.09.006>
- Xu, Z., Abualdenien, J., Liu, H., & Kang, R. (2020). An IDM-Based Approach for Information Requirement in Prefabricated Construction. *Advances in Civil Engineering*, 2020, 1-21. <https://doi.org/10.1155/2020/8946530>
- Yağız, S. (2019). *Türkiye’de yapı denetimi uygulaması ve konut niteliğine etkisi: Bursa alan araştırması*. [Yüksek lisans tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. (Tez No: 542026)
- Yin, M., Ye, Z., Tang, L., & Li, S. (2019). An automated layer classification method for converting CAD drawings to 3D BIM models. İçinde I. Mutis & T. Hartmann (Ed.), *Advances in Informatics and Computing in Civil and Construction Engineering* (ss. 67-76). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-00220-6_9
- Zhang, C. (2019). *Requirement checking in the building industry enabling modularized and extensible requirement checking systems based on semantic web technologies*. Technische Universiteit Eindhoven.
- Zhang, C., Beetz, J., & Weise, M. (2015). Interoperable validation for IFC building models using open standards. *Journal of Information Technology in Construction*, 20, 24-39.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Zeliha Mirzagül ÜNLÜ
Uyruğu : Türkiye Cumhuriyeti

EĞİTİM

| Derece | Adı | Bitirme Yılı |
|---------------|-------------------------------|--------------|
| Üniversite | : Hasan Kalyoncu Üniversitesi | 2022 |
| Yüksek Lisans | : Hasan Kalyoncu Üniversitesi | 2024 |
| Doktora | : - | - |

İŞ DENEYİMLERİ

| Yıl | Kurum | Görevi |
|------|---------------------------------|--------|
| 2022 | Gaziantep Büyükşehir Belediyesi | Mimar |

UZMANLIK ALANI

YABANCI DİLLER

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR

Unlu, Z. M., Anac, M. (2024), The Role and Model of Building Inspection Systems in BIM Transformation Processes, In Proceedings of the 8th International Project and Construction Management Conference (IPCMC2024), Istanbul, Türkiye, 06–08 June. pp. 1-8.

Ünlü, Z. M., Anaç, M. (2024), Evaluation of Building Inspection Systems Within the Framework of BIM, GAP 12th International Summit Scientific Research Congress (2024), Gaziantep, Türkiye, 29-31 May. pp. 433-434.