

Bina Yönetmelik Uygunluk Kontrolü Sürecinde Bina Projesine Ait Verilerin Gösterimleri

Murat AYDIN ^{1*} 

ORCID 1: 0000-0002-3928-2936

¹ İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, 34437, İstanbul, Türkiye.

* e-mail: murat.aydin.edu@gmail.com

Öz

BIM, inşaat endüstrisinde bina projelerin bilgi alışverişinde en etkili platform olarak kabul edilmektedir ve çeşitli yazılımların geliştirilmesini desteklemektedir. BIM tasarımcı, mimar, mühendis, yüklenici, mal sahibi vb. gibi projede yer alan katılımcılar için bina projelerinin bina yönetmeliklerine ve standartlarına göre uygunluğunun otomatik veya yarı otomatik olarak kontrol edilmesini kolaylaştırmaktadır. Bina Yönetmelik Uygunluk Kontrolü (Automated Code Compliance Checking, ACCC) sürecinde bina projesine ait veriler iki şekilde temsil edilmektedir. Bunlar BIM modeli ve IFC veya IFCXML veri standardıdır. Bu çalışmada, ACCC sürecinde bina projesine ait verilerin BIM, IFC ve IFCXML gösterimi örnek konut projesi üzerinden anlatılmıştır. Örnek konut projesi bir katı bodrum olmak üzere toplamda 9 kattan, 8 daireden ve 2 asansörden oluşmaktadır.

Anahtar Kelimeler: BIM (bina enformasyonu modellemesi), IFC (endüstri temel sınıfları), IFCXML, konut projesi, ACCC (bina yönetmelik uygunluk kontrolü)

The Building Project's Data Representations in the Automated Code Compliance Checking Process

Abstract

BIM is widely acknowledged as the most effective platform for building project information sharing in the construction sector. It aids in the creation of numerous software applications. It enables automated or semi-automated ACCC of the building projects for compliance with building regulations and standards for parties (architect, contractor, engineer, owner, designer, etc.) participating in the building production process. The data from the building project is represented in two ways in the ACCC process. These are BIM Model, and IFC or IFCXML Data Standard. In this study, the BIM, IFC, and IFCXML representations of the building project data were described using a sample housing project in the ACCC process. The sample housing project has 9 floors, 8 units, and 2 elevators.

Keywords: BIM (building information modelling), IFC (industry foundation classes), IFCXML, Housing Project, ACCC (automated code compliance checking)

Citation: Aydın, M. (2022). The building project's data representations in the automated code compliance checking process. *Journal of Architectural Sciences and Applications*, 7 (Special Issue), 1-15.

DOI: <https://doi.org/10.30785/mbud.988508>



1. Giriş

İnşaat endüstrisinde teknolojinin gelişmesiyle birlikte bina tasarımı ve yapımı üzerinde önemli ilerlemeler sağlanmıştır. Gelişen teknoloji sayesinde kâğıt üzerindeki bina proje çizimlerinin inşa edilmeden önce projesine uygun, ölçekli fiziksel modelleri oluşturulmuş; bu modeller ile planlanandan daha az sürede, daha az maliyet kaybıyla ve daha kaliteli binalar inşa edilmeye başlanmıştır. Bina projelerinin yapımına başlamadan önce bina tasarımlarına uygun fiziksel modelleri için BIM'in kullanılması, inşaat endüstrisinde önemli bir adım olmuştur. BIM ile birlikte bina projelerinin yaşam döngüsündeki süreçleri arasında veriyi kaydetmek, veriyi değiştirmek, verilerin bina yönetmeliklerine göre uygunluğunun doğrulanması vb. gibi bilgi teknolojilerinin kullanımında da artış yaşanmıştır. İnşaat endüstrisinde kağıda dayalı manuel, elle kontrol edilen süreçlerin otomasyonunun arttırılması amacıyla bilginin oluşturulması, dönüştürülmesi ve kullanılmasını kolaylaştırmak için bilişimle birlikte optimum çözümler elde edilmeye başlanmıştır (Aydın ve Yaman, 2018; Dimyadi ve Amor, 2013; Martins ve Monteiro, 2013).

İnşaat endüstrisinde kullanılan bina yönetmelikleri insan dilinde yazılmış, insan tarafından yorumlanan, insan tarafından uygulanması zorunlu olan ve genellikle yerel yönetimler tarafından kontrolü yapılan yasal belgelerdir. Geleneksel yöntemle yapılan bina yönetmelik kontrolü ve denetimi, mimarlar, mühendisler ve kamu yetkilileri için zaman alıcı ve hata eğilimli bir süreç olarak karşımıza çıkmaktadır (Fenves, Garrett, Kiliccote, Law ve Reed, 1995; Greenwood, Lockley, Malsane ve Matthews, 2010; Lee, Lee, Park ve Kim, 2016). Bu nedenle, BIM'in etkin bina yönetmelik uygunluk kontrolü inşaat endüstrisinde umut verici bir çalışma yönü olarak değerlendirilmektedir. Bina Yönetmelik Uygunluk Kontrolü (Automated Code Compliance Checking, ACCC) yöntemi, bina elemanlarının ve ilgili yönetmeliklerin özelliklerini dikkate alarak bilgisayar tarafından eşzamanlı yönetmelik kontrolünü sağlayan kural tabanlı bir yöntemdir. Bu yöntemde, bina elemanlarının her biri, ilgili yönetmeliğin kurallarına ve koşullarına göre uygunluk açısından kontrol edilir ve sonuç raporları oluşturulur (Dimyadi, Clifton, Spearpoint ve Amor, 2014; Ding, Drogemuller, Rosenman, Marchant ve Gero, 2006; Shih, Sher ve Giggins, 2013). Kısacası ACCC bina yönetmeliklerinin bilgisayar tarafından yorumlanması, bilgisayar tarafından bina yönetmelik kurallarının oluşturulması ve bilgisayar tarafından bina projesinin bina yönetmeliklerine göre otomatik uygunluk kontrolünün nasıl gerçekleştirilebilir sorusunun cevabıdır (Aydın ve Yaman, 2020a).

2. Materyal ve Yöntem

BIM, inşaat endüstrisinde bina projelerin bilgi alışverişinde en etkili platform olarak kabul edilmektedir ve çeşitli yazılımların geliştirilmesini desteklemektedir. BIM tasarımcı, mimar, mühendis, yüklenici, mal sahibi vb. gibi projede yer alan katılımcılar için bina projelerinin bina yönetmeliklerine ve standartlarına göre uygunluğunun otomatik veya yarı otomatik olarak kontrol edilmesini kolaylaştırmaktadır. ACCC sürecinde bina projesine ait veriler iki şekilde temsil edilmektedir (Aydın ve Yaman, 2020b). Bunlar:

- BIM modeli,
- IFC veya IFCXML veri standardı.

2.1. BIM Modeli

Bina Enformasyonu Modellemesi (Building Information Modelling, BIM), bir simülasyon prototipleşme teknolojisidir. ABD Ulusal BIM Standardına göre BIM'in ve BIM modelinin tanımı şu şekilde yapılmıştır. 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 kaynağıdır (NBIMS-US, 2015). İnşaat endüstrisindeki en önemli gelişmelerden biri olan BIM, farklı araçları ve süreçleri tasarıma dâhil ederek proje verilerinin sayısal ortamda yönetilmesine olanak sağlayan bir teknoloji olarak karşımıza çıkmaktadır. BIM, binayı oluşturan elemanları temel almakta ve elemanların birbirleriyle olan ilişkilerini modellemektedir. İnşaat endüstrisindeki disiplinler arası entegrasyonu destekleyen BIM, bir bina projesinin proje yaşam döngüsü boyunca kullanılan bina elemanlarının veri tabanını oluşturarak bina tasarımındaki ve yapımındaki rolünü etkin bir şekilde değiştirmektedir (Nawari, 2012; Nawari ve Alsaffar, 2015).

2.2. IFC Veri Standardı

1997 yılında Birlikte Çalışabilirlik için Endüstri Birliği (The Industry Alliance for Interoperability, IAI) tarafından yeni bir Endüstri Temel Sınıfları (Industry Foundation Classes, IFC) veri standardı oluşturulmuştur (IAI, 1997). IFC, herhangi bir yazılımdan bağımsız olarak EXPRESS dilinde geliştirilmiş, nesne tabanlı bir veri standardıdır (ISO_10303-11, 1997). BIM tabanlı yazılımlar tarafından desteklenmektedir. Dolayısıyla, BIM ve IFC veri standardının tasarım sürecinde önemli ilerlemeler sağlayacağı ve iş birliğini kolaylaştıracağı kabul edilmektedir. IFC, kullanıcılara bir bina projesi hakkında kapsamlı bilgi ve özellikleri sunmaktadır. Ayrıca, uluslararası standart haline getirilmiş nesne tanımlarını temsil eder (buildingSMART, 2020). Nesnelere bina projesinde kullanılan bina elemanları olarak da adlandırılır. IFC standardının en önemli özelliği, bir bina elemanının birden fazla özellik tarafından tanımlanmasını sağlayan zengin veri yapısıdır. IFC standardında veriler duvar, kolon, kiriş, döşeme, pencere, kapı, korkuluk, asansör, merdiven vb. farklı bina elemanlarına ayrılır. Bu bina elemanları üç boyutlu bir geometriye ve boyut, malzeme, özellik, fiyat, miktar vb. parametrelere de sahiptir.

2.3. IFCXML Veri Standardı

IFCXML, IFC verilerinin EXPRESS tabanlı spesifikasyonuna eşdeğer olarak XML’de tanımlanmış bir dildir. IFC standardının XML kullanarak uygulanması IFCXML olarak adlandırılır. IFCXML, ISO 10303-28 standardının bir uygulamasıdır (buildingSMART, 2020). Bu standart, IFC’nin EXPRESS dilinden otomatik olarak bir XML diline dönüşüm özelliği sağlar. IFC verilerinin XML dilinde temsil edilmesiyle, kullanıcıların çeşitli uygulamalar arası IFC verilerinin çıkarılması, aktarılması, kullanılması ve birleştirilmesi gibi birçok işlemleri gerçekleştirmesi sağlanmıştır. IFCXML gösterimi, IFC’deki sınıfların bir alt sınıflarıyla birlikte kolayca anlaşılmasını sağlar. Bu özellik, IFC verilerindeki karmaşıklığı azaltarak, IFC kullanımını kolaylaştırır. Fakat XML özellikli olmasından dolayı dosya boyutu, IFC dosya boyutuna göre daha büyük olmaktadır.

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmada, ACCC sürecinde bina projesine ait verilerin BIM, IFC ve IFCXML gösterimi için örnek konut projesi hazırlanmıştır. Şekil 1’de gösterildiği gibi ArchiCAD yazılımıyla örnek konut projesinin oluşturulmasındaki işlemler sırasıyla şunlardır:

- Yeni projenin oluşturulması,
- Proje bilgisinin girilmesi,
- Bina elemanlarının modellenmesi,
- BIM modelinin tamamlanması,
- IFCXML veri dosyasının oluşturulması.

3.1. Yeni Projenin Oluşturulması

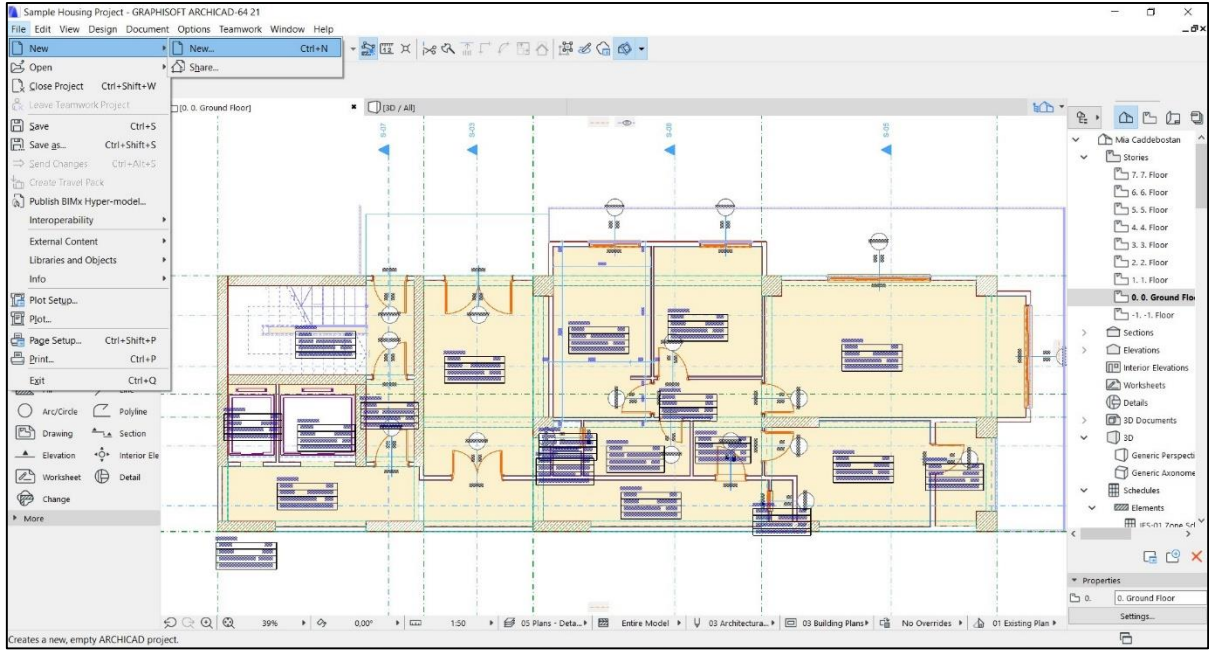
Şekil 2’de gösterildiği gibi ArchiCAD’den Dosya menüsü altındaki Yeni alt menüsüne tıklayarak örnek konut projesi isimli yeni bir ArchiCAD projesi oluşturulmuştur. Yeni proje için uygulanacak şablon seçeneği, ArchiCAD içindeki varsayılan şablon ayarı seçilmiştir. Örnek projede ilk önce çalışma birimi ayarları yapılmıştır. ArchiCAD sayfasından çalışma birimi ayarlarındaki ölçek birimi için 1/50, uzunluk ölçü birimi için cm, alan ölçü birimi için m² ve hacim ölçü birimi için m³ seçilmiştir. Çalışma birimi ayarları tamamlandıktan sonra projeye ait kat bilgileri sırasıyla -1. kat, 0. zemin kat, 1. kat, 2. kat, 3. kat, 4. kat, 5. kat, 6. kat ve 7. kat olarak girilmiştir.

3.2. Proje Bilgisinin Girilmesi

Şekil 3’te gösterildiği gibi örnek konut projesine ait proje bilgilerini eklemek için ArchiCAD’den dosya menüsü altındaki bilgi alt menüsündeki proje bilgisi seçeneği kullanılmıştır. Proje bilgisi sayfasında ArchiCAD yazılımı tarafından otomatik olarak sunulan 5 başlık altında proje bilgileri girilmiştir. Bu başlıklar aşağıda ayrıntılı açıklanmıştır:

- Proje detayları,
- Arsa detayları,

- Bina detayları,
- İletişim detayları,
- Müşteri detayları.



Şekil 2. ArchiCAD içinde yeni bir konut projesinin oluşturulması

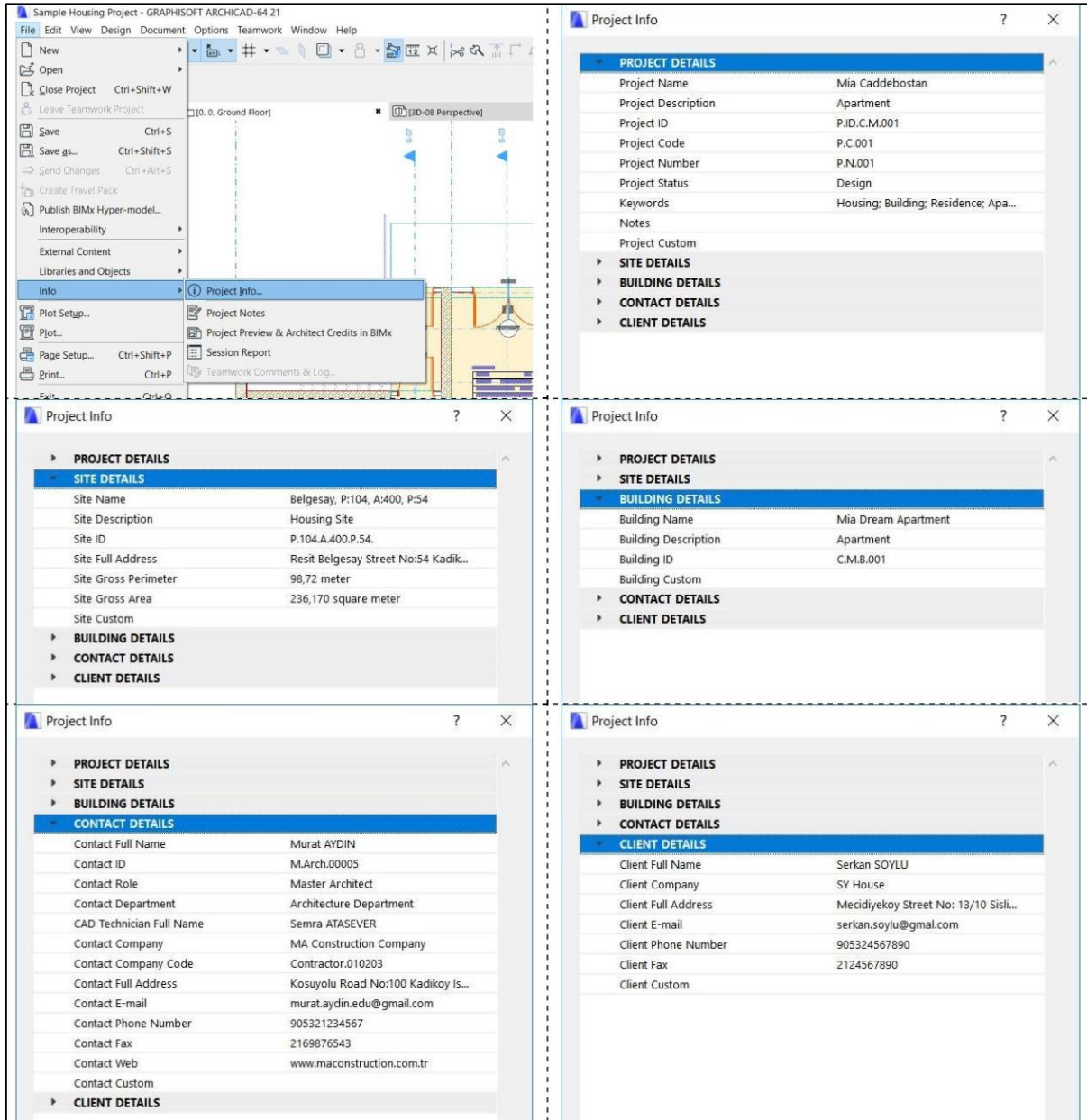
3.3. Bina Elemanlarının Modellenmesi

Örnek konut projesinin BIM modeli için farklı türdeki mahal, kapı, pencere, korkuluk, mekanik havalandırma, asansör, merdiven, duvar, kolon, kiriş ve döşeme bina elemanları modellenmiştir. BIM modelinin oluşturulması için öncelikle projesine uygun ölçülerde kolon, kiriş ve döşeme bina elemanlarıyla projenin betonarme taşıyıcı sistemi tamamlanmıştır. Daha sonra duvar bina elemanı ile projesine uygun ölçülerdeki duvarlar ile mahaller belirlenmiştir. Duvar içine açıklan boşluklara kapı, pencere ve mekanik havalandırma bina elemanları yerleştirilmiştir. Tüm katları birbirine bağlayan merdiven ve asansör bina elemanları projesine uygun ölçülerde modellenmiştir. Son olarak projesine uygun ölçülerde korkuluk bina elemanı ile merdiven, pencere, kapı ve balkon güvenliği sağlanmıştır. Seçilen farklı bina elemanlarının modellenmesi için ArchiCAD'in ara yüzündeki tasarım kutusu kullanılmıştır. Tasarım kutusundan mahal, kapı, pencere, korkuluk, mekanik havalandırma, asansör, merdiven, duvar, kolon, kiriş ve döşeme seçilmiştir.

Şekil 4'de gösterildiği gibi bina elemanlarının IFC Türü (IFC Type) ve Adı (Name) öznitelikleri ArchiCAD tarafından otomatik olarak atanmıştır. IFC Türü özneliğinin kullanıcı tarafından değiştirilmesine izin verilmemektedir. Fakat Adı özneliği istenildiği takdirde kullanıcı tarafından değiştirilmektedir. ArchiCAD tarafından Adı özneliği otomatik olarak bina elemanının bulunduğu kat ve kattaki sırasıyla ilişkilendirilerek verilmiştir. Örneğin; Şekil 4'de gösterilen WD-003 Yaşam Odası Penceresi (Living Room Window), örnek konut projesinin zemin katında yer alan üçüncü penceredir. Bu yüzden WD-003 olarak adlandırılmıştır. Bina elemanlarının Açıklaması (Description) ve Bina Elemanı Türü (Object Type) öznitelikleri kullanıcı tarafından girilmiştir. Açıklaması özneliği, ilgili bina elemanının ilişkilendirildiği mekâna uygun olan seçimidir. Bina Elemanı Türü özneliği ise ilgili bina elemanının ilişkilendirildiği mekâna uygun olan seçiminin programlama dilindeki karşılığıdır.

Dört özneliği tanımlanan bina elemanlarının IFC etiketleriyle birlikte örnek gösterimi Şekil 4'de gösterilmiştir. Örnek konut projesinin zemin katındaki bina elemanlarının üç boyutlu görünümü ArchiCAD ile otomatik hazırlanmıştır. Şekil 4'deki üst görünümde BIM modelinin zemin katındaki mahal bina elemanlarına ait mahal etiketleri; alt görünümde ise BIM modelinin zemin katındaki pencere, korkuluk, mekanik havalandırma, asansör, merdiven, duvar, kolon, kiriş ve döşeme etiketleri

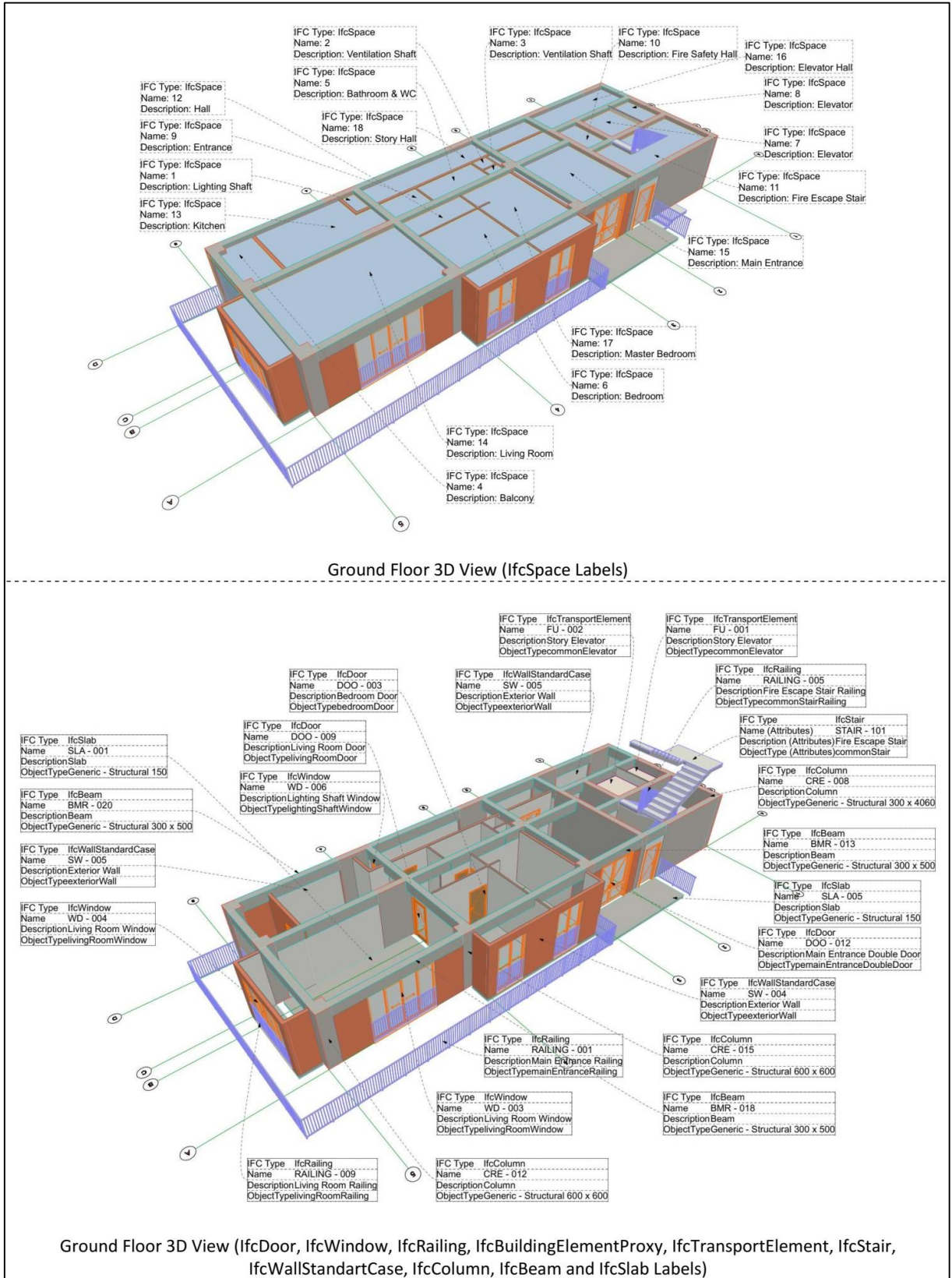
verilmiştir. Bina elemanları IFC Türü, Adı, Açıklaması ve Bina Elemanı Türü öznitelikleriyle birlikte gösterilmiştir.



Şekil 3. Örnek konut projesinin proje bilgisinin girilmesi

3.4. BIM Modelinin Tamamlanması

Çalışma birimi ayarları yapılan, kat bilgileri tamamlanan, proje bilgisi girilen ve son olarak farklı türdeki bina elemanları modellenen örnek konut projesinin BIM modeli tamamlanmıştır. BIM modeli, bir katı bodrum olmak üzere toplamda 9 kattan oluşmaktadır. Gezilebilir teras olarak tasarlanan 7. kat planı dışında her kat 1 daire olarak tasarlanmıştır. Düşey sirkülasyon, havalandırma ve tesisat boşlukları dışında her kattaki daire planları birbirinden farklı olarak modellenmiştir. Sonuç olarak, Şekil 5'te üç boyutlu görünümü gösterilen örnek konut projesinin BIM modeli 9 kattan, 8 daireden ve 2 asansörden oluşmaktadır. BIM modeli 179 adet mahal, 91 adet kapı, 66 adet pencere, 52 adet korkuluk, 2 adet mekanik havalandırma, 2 adet asansör, 8 adet merdiven, 92 adet duvar, 135 adet kolon, 183 adet kiriş ve 95 adet döşeme bina elemanı ile birlikte modellenmiştir.

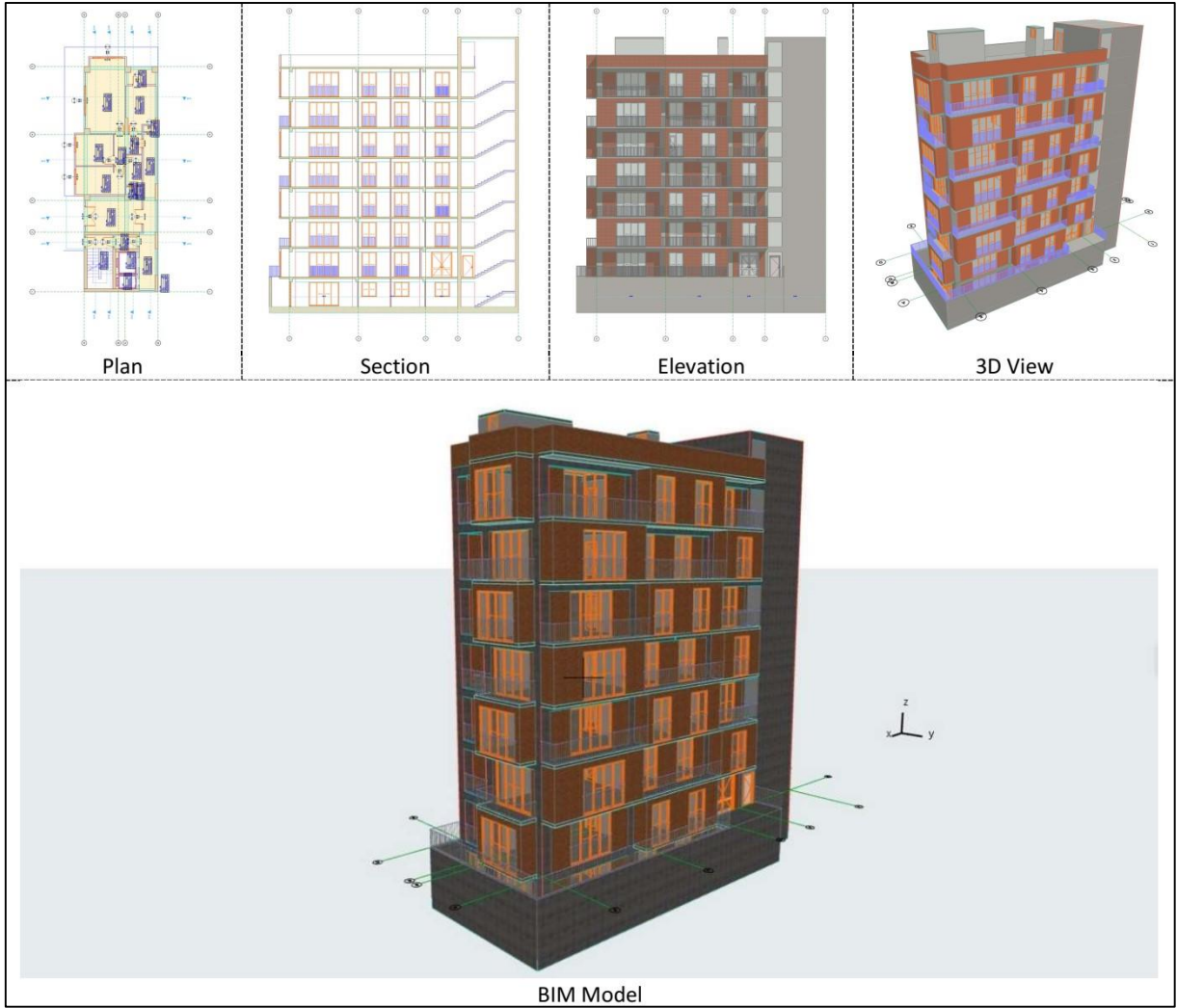


Şekil 4. Örnek konut projesinin IFC veri dosyasının gösterimi (zemin katındaki bina elemanlarının IFC etiketleriyle birlikte gösterimi)

Şekil 5'te gösterildiği gibi örnek konut projesinin BIM modeli tamamlandıktan sonra ArchiCAD yazılımı sayesinde projeye ait proje dokümanları otomatik olarak hazırlanmıştır. ArchiCAD içinden varsayılan şablon ile otomatik olarak gelen çıktı veya baskı ayarlarıyla projeye ait aşağıdaki proje dokümanları yazdırılmıştır. Bunlar:

- Örnek konut projesi kat planları,

- Örnek konut projesi bina kesitleri,
- Örnek konut projesi bina cepheleri,
- Örnek konut projesi 3 boyutlu görünüşleri.



Şekil 5. Örnek konut projesinin BIM modelinin gösterimi

3.5. IFCXML Veri Dosyasının Oluşturulması

BIM modeli tamamlanan örnek konut projesinin IFCXML veri dosyası oluşturulmuştur. ArchiCAD içinden dosya menüsü altındaki farklı kaydet alt menüsüne tıklayarak, açılan sayfada kayıt türü IFCXML ve dışa aktarım seçeneği tüm proje seçilmiştir. Seçim işlemi sonrası örnek konut projesinin IFCXML veri dosyası dışa aktarılmıştır. Şekil 6'daki yaklaşık altı milyon satırdan oluşan örnek projesinin IFCXML veri dosyasının ilk sayfası gösterilmiştir.

IFCXML'de veriler aynı IFC gösterimindeki gibi Ifc önekiyle başlar. Adlandırma kuralındaki ilk harfleri büyük ve alt çizgi olmadan İngilizce kelimelerle devam eder. Kelimeler mutlaka dizgi (<.....>) içinde gösterilir. Dizgi içinde her bir sınıfın ID numarası bulunur. ID numarası her bir sınıf için özel olarak verilir. Dizgi içinde referans (ref, "....") ile belirtilir. ID numaraları sınıflar arası ilişkileri kurmak, netleştirmek ve doğrulamak için gereklidir.

Şekil 7'de ArchiCAD aracılığıyla BIM modeli oluşturulan örnek konut projesi, IFCXML dilinde gösterilmiştir. IFCXML'de bir üst sınıf ile bir veya birkaç alt sınıf IFC İlişki Kümesi'nde (IfcRelAggregates) eşleşir. Üst sınıf ilişkili Nesne (RelatingObject) ile belirtilir. Sayısı her zaman 1'dir. Bu yüzden sıra numarası (ex:pos="...") ile gösterilmez. Alt sınıf veya sınıflar, ilgili Nesnelere (RelatedObjects) ile sıralanır. Birden fazla alt sınıf olması halinde dizgi içinde sıra numarasıyla alt sınıflar sıralanır. RelatingObject ile RelatedObjects her zaman IFC Proje Sahibi'ne (IfcOwnerHistory) bağlanır. Tüm bu ilişkileri sıralamak ve

göstermek için IfcRelAggregates kullanılır. Şekil 7’de IFC’de alt sınıfların dizgi içinde sıralanmasına dair bir örnek gösterilmiştir.

```

1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2 <!-- IFC10303.2B schema instance --> <!-- schema instance -->
3 <!-- external: When the EXPRESS schema is represented 'by-reference', the external XML attribute shall be present and its value shall identify a resource that contains the EXPRESS schema (text). -->
4 <!-- schema identifier: For an EXPRESS schema that is defined by a part of ISO 10303 schema identifier shall contain the AHW.1 (official identifier for a part of 10303) identifier value associated with the schema. -->
5 <!-- internal: schema is not supported. --> <!-- schema -->
6 <!-- schema population governing schema --> <!-- schema -->
7 <!-- governing schema: IDEF to ID of express_schema element -->
8 <!-- governed sections: IDEF to ID of use element -->
9 <!-- section boundary: Algorithm used for selecting entities within use. See Annex F of ISO10303-28 --> <!-- schema population -->
10 <!-- use id: description --> <!-- use -->
11 <!-- actor role -->
12 <IfcActorRole id="11638">
13 <Role>UserDefined/Role</Role>
14 <UserDefinedRole>Master Architect</UserDefinedRole>
15 </IfcActorRole>
16 <IfcPostalAddress id="11638">
17 <Purpose>UserDefined/Purpose</Purpose>
18 <UserDefinedPurpose>Architect Postal Address</UserDefinedPurpose>
19 <InternalLocation>Architecture Department</InternalLocation>
20 <AddressLines ex:cType="list">
21 <IfcLabel ex:pos="0">Kosuyolu Road No:100 Kadikoy</IfcLabel>
22 </AddressLines>
23 <Town>Istanbul/Town</Town>
24 <Country>Turkey</Country>
25 </IfcPostalAddress>
26 <IfcTelecomAddress id="11642">
27 <Purpose>UserDefined/Purpose</Purpose>
28 <UserDefinedPurpose>Architect Telecom Address</UserDefinedPurpose>
29 <TelephoneNumbers ex:cType="list">
30 <IfcLabel ex:pos="0">905321234567</IfcLabel>
31 </TelephoneNumbers>
32 <FacsimileNumbers ex:cType="list">
33 <IfcLabel ex:pos="0">2169876543</IfcLabel>
34 </FacsimileNumbers>
35 <ElectronicMailAddresses ex:cType="list">
36 <IfcLabel ex:pos="0">masat.ytdin.edu@gmail.com</IfcLabel>
37 </ElectronicMailAddresses>
38 <WWWHomePageURL>www.maconstruction.com.tr</WWWHomePageURL>
39 </IfcTelecomAddress>
40 <IfcPerson id="11646">
41 <Id>M.Arch.00005</Id>
42 <FamilyName>AYDIN</FamilyName>
43 <GivenName>Murat</GivenName>
44 <Roles ex:cType="list">
45 <IfcActorRole ex:pos="0" xsi:nil="true" ref="11638"/>
46 </Roles>
47 <Addresses ex:cType="list">
48 <IfcPostalAddress ex:pos="0" xsi:nil="true" ref="11638"/>
49 <IfcTelecomAddress ex:pos="1" xsi:nil="true" ref="11642"/>
50 </Addresses>
51 </IfcPerson>
52 <IfcPostalAddress id="11652">
53 <Purpose>UserDefined/Purpose</Purpose>
54 <UserDefinedPurpose>Architect Postal Address</UserDefinedPurpose>
55 <AddressLines ex:cType="list">

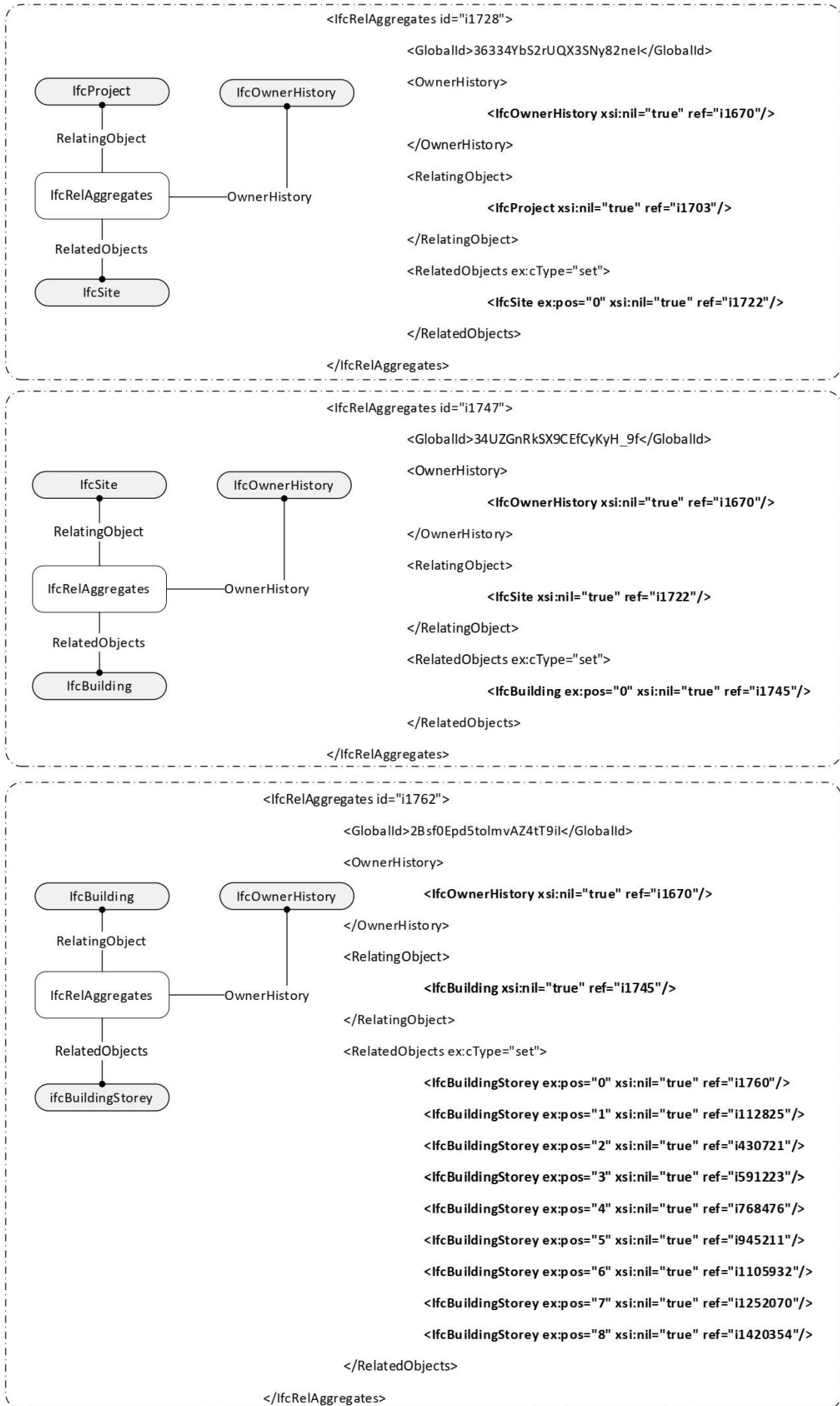
```

Şekil 6. Örnek konut projesinin IFCXML veri dosyasının gösterimi

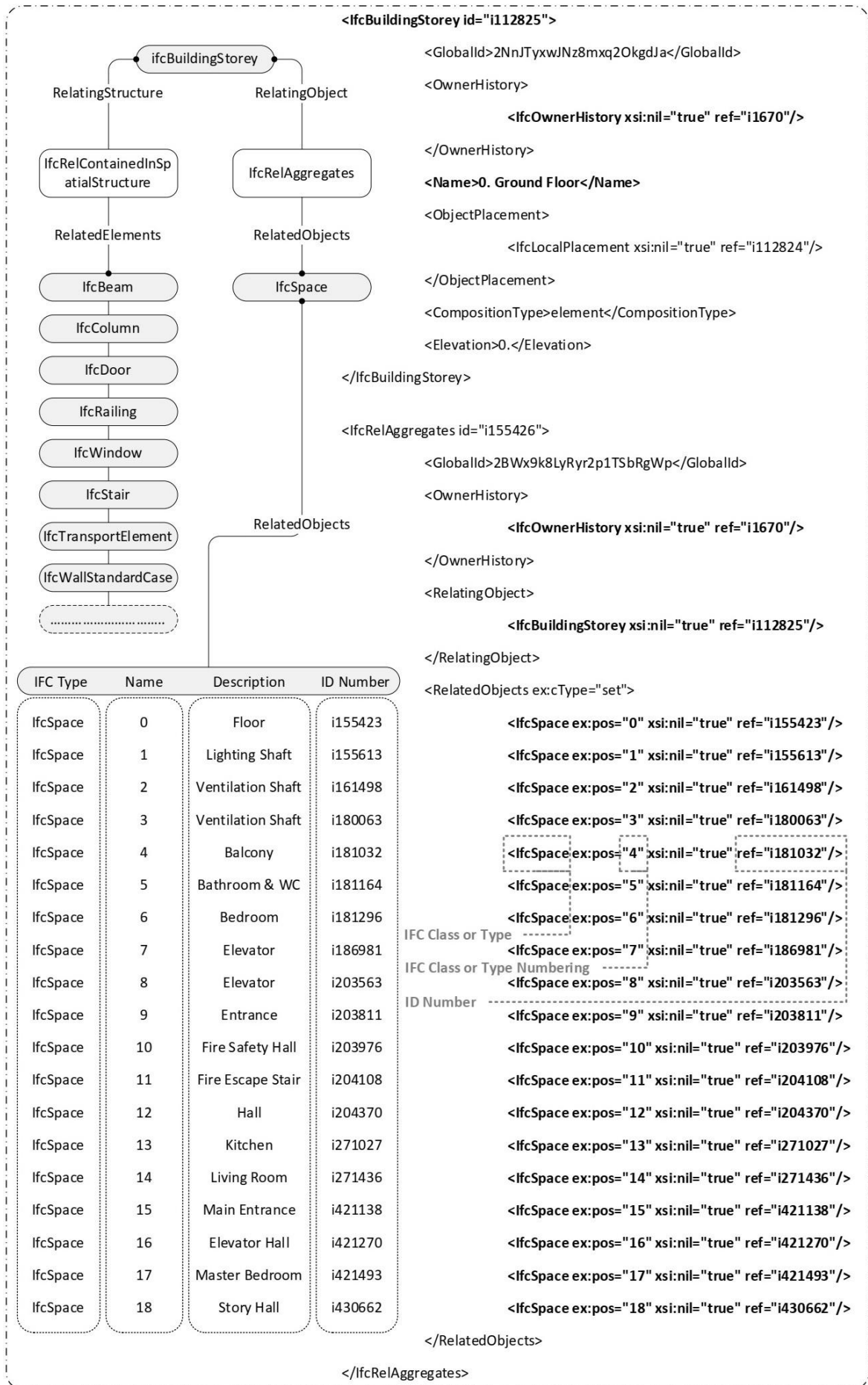
Şekil 7’de IFC’nin hiyerarşik bir şema örneği gösterilmiştir. Gösterimde yer alan IFC verilerinin kısaltılmış hali, Şekil 4’deki IFC standardına göre verilmiştir. BIM yazılımı olan ArchiCAD aracılığıyla BIM modeli oluşturulan örnek konut projesinin IFC formatında ilk karşılığı IFC Projesi’dir (IfcProject). IfcProject, projeye ait temel bilgileri içerir. BIM modeli her zaman bir proje sayısını temsil ettiği için IfcProject sayısı bir olmak zorundadır. Bunun dışındaki durumlar için IFC’den bahsetmemiz mümkün değildir. IFC Alanı (IfcSite), projenin yer aldığı üzerine inşa edileceği site, alan veya arsa bilgisini içerir. Proje birden fazla site üzerinde yapılabilir. Bu yüzden IfcProject dışında IFC türlerindeki sayılar birden fazla olabilir. IFC Binası (IfcBuilding), projede yer alan bina veya binaların bilgilerini içerir. IFC Bina Katı (IfcBuildingStorey) ise binada yer alan kat sayılarını sıralayarak her katın bilgisini listeler. Bundan sonra IFC Bina Elemanı (IfcBuildingElement) olarak nitelendirdiğimiz bina elemanlarının bilgileri sıralanır. Projede yer alan bina elemanlarının listesi iki şekilde sıralanmıştır:

- Tüm oda veya mahallerin (IfcSpace) IfcBuildingStorey’e mantık ilişkisi IfcRelAggregates ile kurulmuştur. IfcRelAggregates aracılığıyla tüm IfcSpace’ler burada sıralanmıştır.
- IfcSpace dışında yer alan diğer tüm bina elemanlarının IfcBuildingStorey’e mantık ilişkisi Mekânsal Yapıda Bulunan IFC ilişkisi (IfcRelContainedInSpatialStructure) ile kurulmuştur. Giriş (IfcBeam), Kolon (IfcColumn), Korkuluk (IfcRailing), Döşeme (IfcSlab), Merdiven (IfcStair), Kapı (IfcDoor), Pencere (IfcWindow) vb. tüm bina elemanları burada listelenmiştir.

IfcProject–IfcSite, IfcSite–IfcBuilding, IfcBuilding–IfcBuildingStorey mantık ilişkisi IfcRelAggregates ile kurulur. IfcRelAggregates, iki IFC türü arasında verilerin sıralandığı yerdir. Bu veriler projeye ait olduğu için IfcRelAggregates her zaman proje sahibini temsil eden IfcOwnerHistory’ye bağlıdır. IfcRelAggregates, bir önceki IFC türü ile RelatingObject, bir sonraki IFC türü ile RelatedObjects mantık ilişkisini kurar.



Şekil 7. IFCXML'de IFC sınıf, IFC sınıf sıralaması ve ID numarası gösterimi



Şekil 7 (devam). IFCXML’de IFC sınıf, IFC sınıf sıralaması ve ID numarası gösterimi

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, ACCC sürecinde bina projesine ait verilerin BIM, IFC ve IFCXML gösterimi örnek konut projesi üzerinden anlatılmıştır. Örnek konut projesi bir katı bodrum olmak üzere toplamda 9 kattan, 8 daireden ve 2 asansörden oluşmaktadır. ArchiCAD yazılımıyla örnek konut projesinin oluşturulmasındaki işlemler sırasıyla anlatılmıştır. Örnek konut projesindeki dört özniteliği tanımlanan bina elemanlarının IFC etiketleriyle birlikte gösterilmiştir. Üç boyutlu görünümü gösterilen örnek konut projesinin BIM modeli oluşturulmuştur. BIM modeli tamamlanan örnek konut projenin IFCXML veri dosyası dışa aktarılmıştır. Yaklaşık altı milyon satırdan oluşan örnek projenin IFCXML veri dosyası özet olarak gösterilmiştir.

IFCXML veri dosyasına dışa aktarım yapılmadan önce binayla ilgili tüm enformasyonun uygun bir şekilde modellenmesi gerekmektedir. BIM modeli IFC veya IFCXML veri dosyasına dönüştürüldüğü zaman bina elemanlarına ait bilgiler, ilgili IFC türlerine çevrilebilmektedir. Bir bina modeli IFC veya IFCXML veri dosyasına dönüştürüldüğünde, otomatik bina yönetmelik uygunluk kontrolü için gereken detaylı enformasyonu da sağlamış olmaktadır. Geleneksel yöntemle yapılan yönetmelik kontrolünün bilgisayar ortamında sayısal olarak yapılması, yönetmelik uygunluk kontrolünün kâğıt üzerinde değil, BIM tabanlı özel yazılımlar aracılığıyla oluşturulan BIM modelinin dışa aktarımının yapıldığı IFC üzerinden yapılması avantajını da beraberinde getirmektedir. Söz konusu avantaj, sadece enformasyon teknolojisi sistemlerinde ve veri tabanlarında gerçekleşmektedir.

IFC veri standardı, günümüzde buildingSMART International tarafından geliştirilmekte, güncellenmekte ve sürdürülmektedir (buildingSMART, 2020). buildingSMART, BIM ve openBIM için açık standartlar geliştirmektedir. Bu açık standartlar veri modelleri, süreçleri ve terimleri ile ilgilidir. IFC spesifikasyonunda tanımlanan özellik terimleri, buildingSMART veri sözlüğünde tanımlanan terimlere bağlıdır. buildingSMART, uluslararası, bölgesel ve ulusal standartları geliştirmek için ISO ile işbirliği içindedir. Küresel standartların, ulusal standartlar olarak kabul edilmeye başladığı günümüzde, buildingSMART ile bina yönetmelik uygunluk kontrolü alanındaki yenilikçi çalışmalara hem finans hem de teknik destek verilmektedir (buildingSMART Türkiye, 2019). buildingSMART ile aşağıdaki amaçlara ulaşılması hedeflenmektedir:

- BIM için IFC gibi uluslararası standartlar geliştirmek ve sürdürmek,
- Bina yönetmelik uygunluk kontrolünün bina projelerindeki kullanımını arttırmak,
- Düşük maliyetli veri paylaşımını ve değişimini sağlamak,
- İnşaat endüstrisinde tüm bina projesi yaşam döngüsü boyunca buildingSMART teknolojisi kullanımını yaymak ve hızlandırmak,

Teşekkür ve Bilgi Notu

Bu makale, “27-29 Ekim 2021 tarihinde gerçekleştirilen 1. Uluslararası Mimarlık Bilimleri ve Uygulamaları Sempozyumu (IArcSAS-2021)”nda sözlü olarak sunulmuş ve sadece özeti, sempozyum kitabında yayınlanmıştır. Makalede ulusal ve uluslararası araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur. Çalışmada etik kurul izni gerekmemiştir.

Yazar Katkısı ve Çıkar Çatışması Beyan Bilgisi

Makale tek yazarlı olup herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynaklar

Aydın, M., ve Yaman, H. (2018). Bina enformasyonu modellemesi (bim) tabanlı bina yönetmelik uygunluk kontrolü literatürüne genel bir bakış. *Tasarım + Kuram*, 14(25), s. 59–77. <https://doi.org/10.14744/tasarimkuram.2018.25744>

Aydın, M. ve Yaman, H. (2020a). Bina yönetmelik uygunluk kontrolü kavramına yönelik bir literatür taraması. *Tasarım + Kuram*, 16(29), s. 79–97. <https://doi.org/10.14744/tasarimkuram.2020.86158>

Aydın, M. ve Yaman, H. (2020b). Domain knowledge representation languages and methods for

- building regulations. In: Ofluoglu S., Ozener O., Isikdag U. (eds) *Advances in Building Information Modeling*. EBF 2019. Communications in Computer and Information Science, Vol. 1188 CCIS, pp. 101–121, Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-42852-5_9
- buildingSMART. (2020). *buildingSMART International*. <https://www.buildingsmart.org>
- buildingSMART Türkiye. (2019). *buildingSmart Türkiye*. <http://www.buildingsmartturkiye.org/index.php/hakkinda/buildingsmart-turkiye>
- Dimyadi, J., ve Amor, R. (2013). Automated Building Code Compliance Checking – Where is it at? *Proceedings of the 19th World Building Congress: Construction and Society, 5-9 May, Brisbane, Australia*, pp. 172–185.
- Dimyadi, J., Clifton, C., Spearpoint, M., ve Amor, R. (2014). Regulatory Knowledge encoding guidelines for automated compliance audit of building engineering design. *Computing in Civil and Building Engineering (2014)*, pp. 536–543. <https://doi.org/10.1061/9780784413616.067>
- Ding, L., Drogemuller, R., Rosenman, M., Marchant, D., ve Gero, J. (2006). Automating code checking for building designs - DesignCheck. *Clients Driving Innovation: Moving Ideas into Practice*, pp. 1–16. <https://ro.uow.edu.au/engpapers/4842>
- Fenves, S. J., Garrett, J. H., Kiliccote, H., Law, K. H., ve Reed, K. A. (1995). Computer representations of design standards and building codes: US perspective. *The International Journal of Construction Information Technology*, 3(1), pp. 13–34.
- Graphisoft. (2018). *ArchiCAD 21*. <https://www.graphisoft.com/archicad/>
- Greenwood, D., Lockley, S., Malsane, S., ve Matthews, J. (2010). Automated Compliance Checking Using Building Information Models. *Proceedings of the Construction, Building and Real Estate Research Conference, 2-3 September, Paris, France*, pp. 363–371.
- IAI. (1997). *Release 1.0 IFC Model Architecture*. International Alliance for Interoperability. <http://www.buildingsmart-tech.org/ifc/>
- ISO_10303-11. (1997). *Product Data Representation and Exchange Description Methods: The EXPRESS Language Reference Manual*. ISO - International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/standard/38047.html>
- Lee, H., Lee, J.-K., Park, S., ve Kim, I. (2016). Translating building legislation into a computer-executable format for evaluating building permit requirements. *Automation in Construction*, 71, pp. 49–61. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.04.008>
- Martins, J. P., ve Monteiro, A. (2013). LicA: a bim based automated code-checking application for water distribution systems. *Automation in Construction*, 29(23), pp. 12–23. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.08.008>
- Nawari, N. O. (2012). Automating codes conformance. *Journal of Architectural Engineering*, 18(4), pp. 315–323. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)AE.1943-5568.0000049](https://doi.org/10.1061/(ASCE)AE.1943-5568.0000049)
- Nawari, N. O., ve Alsaffar, A. (2015). Understanding computable building codes. *Civil Engineering and Architecture*, 3(6), pp. 163–171. <https://doi.org/10.13189/cea.2015.030601>
- NBIMS-US. (2015). *National BIM Standard–United States Version 3*. National Inst. of Building Sciences Washington, DC. <https://www.nibs.org/news/242663/buildingSMART-alliance-Releases-NBIMS-US-Version-3.html>
- Shih, S.-Y., Sher, W. ve Giggins, H. (2013). Assessment of the building code of Australia to inform the development of BIM-enabled code checking system. *Proceedings of the 19th World Building Congress: Construction and Society, 5-9 May, Brisbane, Australia*, pp. 1–12.

The Building Project's Data Representations in the Automated Code Compliance Checking Process

Summary

With the advancement of technology in the construction sector, significant advancements in building design and construction have been realized. Scale physical models are made following the building design by evolving technology before the building project, which was sketched on paper, is constructed. With these models, higher-quality structures are being constructed in less time and at a lower cost than originally intended. Before beginning the construction of building projects, the use of BIM (Building Information Modeling) for physical models has been a crucial stage for building designs in the construction sector. Throughout the building project life cycle, there has also been a rise in the usage of information technology with BIM, such as preserving data, transferring data, and validating data adherence to building laws. To increase the automation of paper-based manually controlled processes in the construction industry, optimal solutions have begun to be obtained using informatics to facilitate the creation, transformation, and use of information.

In the construction sector, building regulations are legal papers written in human language. People interpret and execute them, and local governments are in charge of most of them. For architects, engineers, and public authorities, traditional building regulatory control and monitoring procedures appear to be a time-consuming and error-prone process. As a result, the construction industry considers BIM's effective building regulatory control to be a promising topic of research. The Automated Code Compliance Checking (ACCC) technique is a rule-based method for controlling the computer's building rules. The features of the building elements, as well as relevant building laws, are taken into consideration by ACCC. Each building element is tested for conformity with the applicable building regulation's norms and conditions using this procedure. It then generates a report based on the building elements. In a nutshell, ACCC is the solution to how a computer can comprehend building regulations, establish building regulatory rules, and operate the automated code compliance checking of a construction project according to the requirements.

In the construction sector, BIM is often regarded as the most effective platform for exchanging information about building projects. It aids in the creation of a variety of software. It enables automatic or semi-automated ACCC of construction projects for compliance with building norms and standards for all parties in the building production process (architect, contractor, expert, builder, client, etc.). The building project data is displayed in the ACCC in two ways. BIM Model, and IFC or IFCXML Data Standard are two of them.

BIM is a tool for simulation prototyping. According to the US National BIM Standard, BIM and BIM models are the digital representation of the physical and functional elements of a building project. Throughout the life cycle of a building project, the BIM model provides a dependable source of information where information is shared from conceptual design through demolition. BIM is a technology that facilitates the administration of building project data in a digital environment by merging various tools and procedures into the building design. It is one of the most important advancements in the construction industry. It is based on the structural elements that make up the construction project. It represents the interrelationships of the various building components. BIM successfully alters its position in building design and construction by developing a database of the building elements utilized throughout the building project life cycle, supporting multidisciplinary integration in the construction sector.

The Industry Alliance for Interoperability (IAI) produced the Industry Foundation Classes (IFC) data standard in 1997 as a new industry foundation class for interoperability. IFC is an object-oriented data standard written in the EXPRESS programming language that is software-independent. BIM-based applications can support IFC. As a result, the BIM and IFC data standards are widely acknowledged as considerably advancing and facilitating collaboration in the architectural design process. IFC gives customers access to a wealth of information and features regarding the construction project. It also represents standardized item definitions from throughout the world. In a construction project, objects

are often referred to as building elements. The rich data structure of the IFC data standard, which allows a building element to be specified by several features, is its most essential characteristic. The IFC standard data is separated into several building elements such as walls, columns, beams, floors, windows, doors, railings, elevators, and stairs. These elements have a three-dimensional geometry and parameters that may be classified as material, price, size, quantity, property, and so on.

IFCXML is an XML-based language that is equal to the EXPRESS-based IFC data standard. IFCXML is the XML-based implementation of the IFC data standard. The .ifcxml extension of the current IFC data format is IFCXML. It is an ISO 10303-28 standard implementation. This standard includes a function that converts IFC's EXPRESS language to an XML language automatically. By encoding IFC data in XML, users may execute a variety of tasks, including extracting, transferring, utilizing, and integrating IFC data across several applications. The IFCXML format simplifies the comprehension of IFC classes and sub-classes. This feature reduces the complexity of IFC data, making it easier to utilize. The IFCXML file size is greater than the IFC file size due to the XML functionality.

In this study, an example housing project was created for the ACCC process utilizing BIM, IFC, and IFCXML to describe the building project data. The example housing complex has nine stories, eight units, and two elevators. Each floor's flat layouts were designed differently from one another. Rooms, windows, mechanical ventilation, doors, elevators, railings, stairs, beams, columns, slabs, and walls were all created. The steps for creating the project using ArchiCAD software were outlined in detail. The IFC labels were used to specify the four characteristics of the project's building elements. The project's BIM model was created. Finally, the project's IFCXML data file was exported.