



**T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**YAPI BİLGİ MODELLERİNİN HARİTA TABANLI WEB
ORTAMINDA 3 BOYUTLU GÖSTERİMİNE YÖNELİK MODEL
GELİŞTİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Selahattin ŞİŞMAN

DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üyesi Kamil KARATAŞ

AKSARAY, 2022

Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 192306405 numaralı Yüksek Lisans öğrencisi Selahattin ŞİŞMAN tarafından hazırlanan “**YAPI BİLGİ MODELLERİNİN HARİTA TABANLI WEB ORTAMINDA 3 BOYUTLU GÖSTERİMİNE YÖNELİK MODEL GELİŞTİRİLMESİ**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Harita Mühendisliği Anabilim Dalında **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Kamil KARATAŞ

Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

Üye: Doç. Dr. Süleyman Sefa BİLGİLİOĞLU

Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

Üye: Dr. Öğretim Üyesi Selim Serhan YILDIZ

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

Tez Savunma Tarihi: 08/07/2022

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Doç. Dr. Mehmet Ali HİNİS
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

DOĞRULUK BEYAN

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, akademik kurallara ve bilimsel etik, ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, çalışmamda kullandığım verilerin orijinallliğini ve her türlü intihalden uzak olduğunu beyan ederim.

Enstitü tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

Selahattin ŞİŞMAN



TEŞEKKÜR

Bu tezin oluşmasında büyük emeği, tez çalışmamın her aşamasında gösterdiği ilgi ve yardımlarından dolayı değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Kamil KARATAŞ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Eğitimimin her aşamasında beni destekleyen annem-babam ve sevgili kardeşlerime teşekkür ederim.

Çalışmalarım boyunca her zaman yanımda olan, desteğini esirgemeyen eşim Zeyneb Rumeysa ŞİŞMAN'a teşekkür ederim.

Selahattin ŞİŞMAN

AKSARAY, 2022

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
1.GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	2
1.2 Literatür Araştırması	3
2.TEORİK ARKAPLAN	6
2.1 Yapı Bilgi Modeli.....	6
2.1.1 Industry foundation classes(ifc).....	7
2.1.2 IFC için level of detail(lod) seviyeleri.....	8
2.2 Coğrafi Bilgi Sistemi.....	9
2.2.1 CityGML	10
2.2.2 CityGML için level of detail(lod) seviyeleri	10
2.3 YBM ve CBS Entegrasyonu.....	11
3.UYGULAMA.....	15
3.1 Uygulama Alanı	15
3.2 3 Boyutlu Yapı Bilgi Modellerin Oluşturulması	19
3.3 IFC verilerinin CityGML'e Dönüşümü.....	21
3.4 Web Tabanlı Görselleştirme.....	26
3.4.1 Mekansal adres kayıt sistemi servislerinin oluşturulması	27
3.4.2 3B web haritasının kodlanması.....	29
4.SONUÇ VE ÖNERİLER.....	36
KAYNAKLAR	37
EKLER.....	41
ÖZGEÇMİŞ.....	45

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YAPI BİLGİ MODELLERİNİN HARİTA TABANLI WEB ORTAMINDA 3 BOYUTLU GÖSTERİMİNE YÖNELİK MODEL GELİŞTİRİLMESİ

Selahattin ŞİŞMAN

**Aksaray Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Kamil KARATAŞ

ÖZET

Dünyada nüfusun hızlı bir şekilde artmasıyla birlikte kent merkezlerindeki teknolojik ve tasarımsal olarak eskide kalmış yapıların yerini dikey mimaride gelişmiş yapılar almaya başlamıştır. Bu yapılar; farklı disiplin dalların bir araya gelerek ürettiği, modern inşaat tekniklerinin ve teknolojik sistemlerinin kullanıldığı, uzun zaman varlığını koruması için planlanan, detaylarının fazla olduğu binalardır. Yeni yapılacak olan binaların projelendirilmesinden, inşaat süreci ve sonrası yapının yönetimine kadar olan bütün yaşam evrelerinde farklı mühendislik dallarının üretmesi gereken iki boyutlu veya üç boyutlu(3B) verilere ihtiyaç duymaktadır. Fakat mevcut verilerin güncel olmamasından ve farklı veriler arasında entegrasyonun sağlıklı bir şekilde yapılamamasından veya hiç entegre olamamasından kaynaklı inşaat projelerinde zaman ve maliyet artmaktadır. Bu sorunun çözümüne yönelik olarak farklı mühendislik dallarının bir araya gelerek, projelendirmeden inşaat sonrası bina yönetimine kadar olan bütün süreçleri kapsayan 3B sanal bir ortamda geliştirme yapılmasına imkan veren Yapı Bilgi Modellemesi(YBM) geliştirilmiştir.

Yapı Bilgi Modeli süreçleri kullanılarak geliştirilen 3B bina modelinde, binaya ilişkin en küçük detaylar önceden belirlenebilmektedir. Yapıda bulunan her bir yapı elemanına öznitelik bilgileri eklenerek model daha anlamlı hale gelebilmektedir. Bu anlamlandırılmış 3B model, kendi yaşam döngüsünde tam bir yönetim sağlasa da çevresiyle olan ilişkiler eksik kalmaktadır. Akıllı şehirler kapsamında sürdürülebilir kent modellerinin ortaya çıkması için Coğrafi Bilgi Sistemleri(CBS) ile entegre olarak çalışması beklenmektedir.

Bu çalışmada, YBM süreçleri uygulanarak üretilmiş olan 3B bina modellerin CBS ile entegrasyon çalışmaları yapılmıştır. Bu entegrasyona yönelik Feature Manipulation Engine(FME) programında kapsamlı bir iş akış diyagramı geliştirilmiştir. YBM-CBS entegrasyonu olan modellerin 3B web haritası üzerinden başka bir yazılıma gerek kalmadan görselleştirilmesi ve modeller üzerinde dinamik olarak bina bazlı, kat bazlı ve bağımsız bölüm bazlı coğrafi analizlerin yapılması sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yapı Bilgi Modeli, Coğrafi Bilgi Sistemleri, 3 Boyutlu Web Görselleştirme, 3D Tile.

Haziran, 2022; 45 sayfa

M.Sc. THESIS

DEVELOPMENT OF A MODEL FOR 3D DISPLAY OF BUILDING INFORMATION MODELS IN A MAP-BASED WEB ENVIRONMENT

Selahattin ŞİŞMAN

**Aksaray University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geomatic Engineering**

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Kamil KARATAŞ

ABSTRACT

With the rapid increase in the population in the world, the technologically and designally outdated structures in the city centers have started to be replaced by advanced structures in vertical architecture. These structures are; These are the buildings that are produced by different disciplines, use modern construction techniques and technological systems, are planned to maintain their existence for a long time, and have a lot of details. It needs two-dimensional or three-dimensional (3D) data that different engineering branches must produce in all life stages from the design of the new buildings to the management of the construction process and post-construction. However, time and cost increase in construction projects due to the fact that the existing data is not up-to-date and the integration between different data cannot be done properly or not at all. In order to solve this problem, Building Information Modeling (BIM) has been developed, which allows development in a 3D virtual environment, covering all processes from project design to post-construction building management, by bringing together different engineering branches.

In the 3D building model, which is developed using Building Information Model processes, the smallest details of the building can be determined beforehand. The model can become more meaningful by adding attribute information to each structural element in the structure. Although this meaningful 3D model provides full management in its life cycle, its relations with its environment remain incomplete. It is expected to work in integration with Geographic Information Systems (GIS) for the emergence of sustainable city models within the scope of smart cities.

In this study, integration studies of 3D building models produced by applying BIM processes with GIS were carried out. A comprehensive workflow diagram has been developed in the Feature Manipulation Engine(FME) program for this integration. Models with BIM-GIS integration are visualized on a 3D web map without the need for any other software, and dynamically building-based, floor-based and independent section-based geographical analyzes are performed on the models.

Keywords: : Building Information Modeling, 3D Web Visualization, 3D Tile.

June, 2022; 45 pages

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Yapı bilgi modelinin iş akış diyagramı.....	6
Şekil 2.2. Ifc veri standartı.....	7
Şekil 2.3. Ybm'nin farklı disiplinler tarafından kullanılması.....	8
Şekil 2.4. Ifc için level of detail seviyelerinin gösterimi.....	9
Şekil 2.5. Citygml için lod seviyelerini gösteren bina modeli.....	11
Şekil 2.6. Son 10 yılda ybm-cbs entegrasyonuna ilişkin yayınlanan makale sayısı.....	12
Şekil 2.7. Cbs, ybm ve entegre ybm-cbs evrim ilerlemeleri.....	12
Şekil 3.1. İstanbul ili Fatih ilçesinde bulunan uygulama alanı.....	16
Şekil 3.2. İstanbul ili Fatih ilçesi yapım yılına göre bina dağılımları.....	17
Şekil 3.3. İstanbul ili Fatih ilçesi bina dağılımları.....	17
Şekil 3.4. Ybm ayrıştırma düzeyleri.....	18
Şekil 3.5. Autocad revit'te çizilen bina modeli.....	19
Şekil 3.6. Modelin bina içi kesit görünüşü.....	19
Şekil 3.7. Tek bağımsız bölümlü bina.....	20
Şekil 3.8. Birden fazla bağımsız bölümlü bina.....	20
Şekil 3.9. Oluşturulan modelin 3B görünüşü.....	21
Şekil 3.10. FME programının entegre olduğu teknoloji dalları.....	22
Şekil 3.11. FME'de ifc formatında veri ekleme.....	22
Şekil 3.12. FME üzerinde modellerin ifc sınıfları.....	23
Şekil 3.13. GML id ve kimliklerinin oluşturulması.....	24
Şekil 3.14. AttiributeCreator üzerinden yeni kimlik ve id oluşturulması.....	24
Şekil 3.15. Koordinat ve ölçek dönüşümü.....	25
Şekil 3.16. FME üzerinden IFC formatının Citygml dönüşüm iş akış diyagramı.....	25
Şekil 3.17. IFC formatından Citygml formatına dönüşümü yapılmış bina modeli.....	26
Şekil 3.18. 3D tiles formatı.....	27
Şekil 3.19. Citygml verilerinin 3D tiles dönüşümü.....	27
Şekil 3.20. Mekansal adres kayıt sistemi proje mimarisi.....	28
Şekil 3.21. Temsili oluşturulmuş maks veri modeli.....	28
Şekil 3.22. 3B modellerinin web haritası üzerinden görüntülenmesi.....	30
Şekil 3.23. Html sayfası üzerinden CesiumJS kütüphanesinin eklenmesi.....	30
Şekil 3.24. Uygulama üzerindeki kaplamalı LOD1 binalar.....	31
Şekil 3.25. CesiumJs kütüphanesinde arttırmak için bazı ayarlarının sıfırlanması.....	32
Şekil 3.26. 3B modelleri web haritası üzerine ekleyen kod bloğu.....	32
Şekil 3.27. Bağımsız bölüm üzerinden öznetelik sorgularının panelde gösterilmesi.....	33
Şekil 3.28. Görünürlüğü kapatılan bazı bağımsız bölümler.....	33
Şekil 3.29. Bağımsız bölüm, kat ve oturan kişi sayısına göre sorgulama ekranı.....	34
Şekil 3.30. Bağımsız bölüme göre sorgulama.....	34
Şekil 3.31. Kat bazlı sorgulama ve görselleştirilmesi.....	35
Şekil 3.32. Bağımsız bölümde oturan kişi sayısına göre sorgulama.....	35

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Ybm ve cbs genel karşılaştırılması	13
---	----



SİMGELER VE KISALTMALAR

BIM	Building Information Modelling
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
CAD	Bilgisayar Destekli Tasarım
CityGML	City Geography Markup Language
FME	Feature Manipulation Engine
IFC	Industry Foundation Classes
LOD	Level of Detail
MAKS	Mekansal Adres Kayıt Sistemi
YBM	Yapı Bilgi Modellemesi
3B	3 Boyut



1. GİRİŞ

Dünyada nüfusun hızla artmasına karşılık ve özellikle şehirlerde yaşayanlarının daha fazla artmasıyla birlikte barınmak için gerekli olan yapı sayısında nüfusa doğru orantılı olarak bir artış meydana gelmiştir. Kentleşmenin hızlı artışına bağlı olarak çekim gücü yüksek kent merkezlerinde ki yapılaşmaya uygun alan sayısı yetersiz kaldığından yatay yapılaşma yerini çok katlı dikey yapılaşmaya bırakmaktadır.

Dikey yapılaşmanın artmasıyla birlikte günümüzde inşaat projelerinde çok önemli değişimler yaşanmaktadır. Bunun en önemli sebebi, inşaat projelerinin giderek daha zor yönetilen ve çok daha karmaşık hale gelen sistemleri barındırmasıdır (Atabay ve Öztürk, 2019). Projeler büyüdükçe; yönetmesi, uygulaması, farklı disiplin dallarının bir arada çalışması koordine etmek oldukça zorlaşmış ve zaman ve maliyet giderleri giderek artmaya başlamıştır.

1980’li yılların başında teknolojiideki gelişmeler ile birlikte inşaat projelerinin de geleneksel el çizimi yerini Bilgisayar Destekli Tasarım(CAD)’a bırakmıştır. Teknolojik ilerlemeler ile birlikte inşaat projelerinde İngilizce olarak Building Information Modelling(BIM) isimlendirilen Türkçe’de Yapı Bilgi Modelleri(YBM) olarak ifade edilen yeni bir dönem başlamıştır (Kopuz, 2015).

İnşaat projelerinde YBM teknolojiden faydalanmak; proje maliyetini düşürmeye, üretkenliği ve kaliteyi iyileştirmeyi, projenin bitiş süresini düşürmeye, tasarım, inşaat ve işletme aşamalarında sürdürülebilir bina geliştirmeye katkı sağlar (Zhong ve Liu, 2021). Bu projeler de YBM teknoloji ile birlikte Coğrafi Bilgi Sistemlerini(CBS) kullanmak, kullanıcılara mekânsal bilgileri daha fazla ve daha detaylı olarak toplayabilmesini, depolayabilmesini, yönetilmesini, analiz edilmesini ve diğer coğrafi veriler ile ilişki kurabilmesine fayda sağlar (Zhong ve Liu,2021).

YBM ve CBS alanları birbirlerinden beslenen bilgiye ihtiyaç duyan iki farklı alandır. YBM ile çalışan tasarımcılar, yer seçimi, mahalle ve ilçe düzeyinde çözümler oluşturma, binanın çevresiyle ilişkilerini, analizlerini tanımlama ve yorumlamak için CBS verilerine ihtiyaç duyar(Akın, 2010; Altıntaş, 2020). Örneğin, kalabalık bir kentsel ortamda bina tasarlarlarken, tasarımcılar için trafik durumu endişe kaynağı olabilir. Tasarımcılar, mahalle yolları ve çevre altyapıya ilişkin CBS verilerini kullanarak, YBM’de ki tasarım süreçlerini daha iyi anlayabilir ve gerekli önlemleri

alabilirler (Deng vd., 2016). Diğer taraftan CBS alanı, binalar hakkında daha ayrıntı bilgi gerektiğinde (duvar, kapı, pencere öznitelik bilgileri vb.) YBM verilerine ihtiyaç duyar (Altıntaş, 2020).

Web tabanlı teknolojik gelişmeler ile birlikte 3 boyutlu(3B) bina modelleri web tarayıcıları üzerinden görselleştirilmeye yaygın hale gelmiştir. Web tabanlı 3B görselleştirmenin en büyük artışı, CAD tabanlı programlar ile oluşturulan modelin paket programına gerek kalmadan ağ bağlantısının olduğu her bilgisayardan erişilebilir olmasıdır (Büyükdemircioğlu vd., 2018). 3B bina modelleri genel olarak web üzerinden görüntüleme amacıyla kullanılıyor olsa da CBS entegrasyonu sağlanmış modeller ile çeşitli analizler ve sorgulamalar yapılabilmektedir.

1.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Günümüzde en çok kabul gören 3B şehir modellerinden olan YBM Zhang (2018); dünyada bulunan projelerde, YBM teknolojisi olarak bir dünya standardı haline gelmiş durumdadır. YBM büyük çaplı birçok projede kullanımı artarken, İngiltere, Amerika, Singapur, Güney Kore vb. inşaat sektöründe lider olan ülkelerde kamu projelerinde zorunluluk haline getirilmiştir (Tekin, 2017). Türkiye’de ise son yıllarda popülerliği artmaya başlamış olup, büyük çaplı projelerde kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır.

CBS kavramı ve manuel uygulaması yaklaşık 100 yıl önce benimsenmiş, bilgisayar tabanlı CBS 1960’ların sonlarından itibaren geliştirilmeye başlanmış, YBM ise 1980’lerin başlarında geliştirilmeye başlanmıştır (Liu vd., 2017). Buna rağmen YBM ve CBS entegrasyonu ile ilgili bilimsel çalışmalar son 10 yılda artmaya başlamıştır (Wyszomirski ve Gotlib, 2020).

Bu çalışmanın amacı farklı ayrıntı düzeylerinde LOD(Level of Detail); CBS entegrasyonu sağlanmış YBM’lerin 3B web haritasında görselleştirmesini yapmaktır. Bu kapsamda, İstanbul ili Fatih ilçesinde 35 000 m² alanı kapsayan 6 ada 28 parsel üzerinde 10 farklı bina modeli üretilmiştir. Üretilen 3B modellerin CBS entegrasyonunu sağlamak ve 3B web haritası üzerinden görselleştirmesine yönelik bir iş akış şeması oluşturulmuştur. Modellerin web tarayıcıları üzerinden

görüntülenmesi, sorgulanması ve çeşitli analizlerinin yapılmasına ilişkin 3B harita kütüphanesi kullanılarak web sayfası oluşturulmuştur.

1.2 Literatür Araştırması

YBM ve CBS geliştirmesi, görselleştirilmesi ve birbirleriyle olan entegrasyonlarına yönelik uygulamalar birçok akademik çalışmaya konu olmuştur. YBM ve CBS'ye ilişkin birçok çalışma yapılmıştır.

Atabay vd. (2019) çalışmasında geliştirdikleri örnek bir YBM sistemi ile farklı disiplin dalları tarafından hazırlanmış modeller arasındaki çakışmanın önüne geçmeye çalışmıştır. Türkiye'de YBM sisteminin kullanımı arttırmaya yönelik öneriler geliştirmiştir.

Kopuz (2015) çalışmasında YBM sistemi ile daha kaliteli yapım projelerinin gerçekleştirilmesine ilişkin YBM protokollerinin detaylı incelemesini yapmıştır. YBM farkındalığının ve kullanımının artması için öneriler geliştirmiştir.

Zhong vd. (2021) çalışmasında YBM ve CBS entegrasyonunun gelişimini ve yöntemlerini inceleyerek, iki sistemin entegrasyonu sırasında ki zorlukları açıklamaya çalışmıştır. Ayrıca yaptığı ankette katılımcıların yaygın olarak entegre YBM-CBS kullanmadıkları ve YBM-CBS hakkında bilgi sahip olmadıklarını göstermiştir.

Lu vd. (2018) çalışmasında CBS'deki güncel zorlukları dile getirerek mevcut CBS'lerin geliştirmesine odaklanmıştır. Bilgi teknolojisindeki gelişmelerin CBS üzerindeki etkisine dikkat çekerek CBS'nin bilgi teknolojileriyle birlikte geliştirmesine ilişkin önerilerde bulunmuştur.

Akin (2010) çalışmasında CAD ve CBS'nin entegre etmek için mevcut ve gelişmekte olan metodolojiler, teknikler ve teknolojiler hakkında geniş bir bilgi sunmuştur. CBS ve CAD sistemleri arasında ki farklılıkları ve benzerlikleri ortaya koyarak iki sistemin entegre etme ihtiyacının temelini oluşturan nedenleriyle birlikte entegrasyonun zorluklarını belirtmiştir.

Altıntaş (2020) çalışmasında YBM ve CBS ortamlarından Industry Foundation Class(IFC) ve Geography Markup Language (GML) verilerini ayrı ayrı alan ve bir modelde birleştirerek uyumluluk denetimi süreçlerini uygulayan üçüncü bir platform oluşturmuştur.

Deng vd. (2016) çalışmasında farklı ayrıntı düzeylerinde (LOD: Level of Detail) IFC ve City Geography Markup Language(CityGML) verilerini kullanarak semantik bir eşleşme ve entegrasyonuna ilişkin çözüm önerisinde bulunmuştur. Önerilen entegrasyon çerçevesinin daha iyi anlaşılabilir olması için bir kullanıcı ara yüzü geliştirerek kullanıma sunmuştur.

Büyükdemircioğlu vd. (2018) çalışmasında fotogrametrik verileri kullanarak CityGML formatında yarı otomatik 3B modeller oluşturmuştur. 3B modellerin otomatik doku kaplamasına yönelik kullanılan yazılım programını belirterek doku kaplamalarını oluşturmuştur. Bu oluşturulan modellerin 3B web haritası üzerinden görselleştirmesini yapabilmesine ilişkin web haritası kodlaması yaparak kullanıcıların inceleyebilmesi için online erişime imkan sağlamıştır.

Zhang (2018) çalışmasında IFC bina modellerini semantik açıdan zengin LOD3 seviyesinde CityGML modellerine dönüştürmeye yönelik FME programını kullanarak bir dönüşüm gerçekleştirmiştir.

El-Mekawy (2010) çalışmasında IFC ve CityGML'in entegrasyonuna yönelik farklı çalışmalardan bahsederek, bu çalışmalarda IFC'den CityGML'e yalnızca tek yönlü bir aktarım olduğundan tam entegrasyon sayılamayacağını belirtmiştir. Semantik modellere odaklanarak, IFC ve CityGML'i çift yönlü dönüştürme çerçevesini destekleyen ontolojiye dayalı bir yaklaşım önermiştir.

Tosun (2019) çalışmasında IFC veri formatını kullanarak iç mekan navigasyon ağının oluşturulmasına yönelik bir iş akışı geliştirilmiştir. Oluşturulan modellerin 3B web ortamında görselleştirmesini sağlamaya ilişkin FME programını kullanarak çeşitli dönüşüm işlemleri uygulamıştır. Ayrıca YBM-CBS entegrasyonuna ilişkin literatür taraması da yapılmış olup kullanım alanlarından bahsedilmiştir.

Isıkdağ vd. (2018) çalışmasında YBM ve CBS'i entegre eden bir yer seçimi ve yangın yönetimi için çözüm geliştirmiştir. Araştırmada ayrıca YBM'nin CBS

ortamına entegrasyonu ile yangın yönetiminin nasıl yapılabileceği açıklanmaktadır. İtfaiye yanan binaya yaklaşırken, yönetim merkezindeki diğer ekip ise; bina ve coğrafi ortamı hakkında, binanın ana girişi neresidir ve oraya nasıl ulaşılır, kapıların açılma yönleri, yapı elemanlarının malzemeleri konusunda itfaiye personelini bilgilendirerek onları yönlendirebilmektedir.

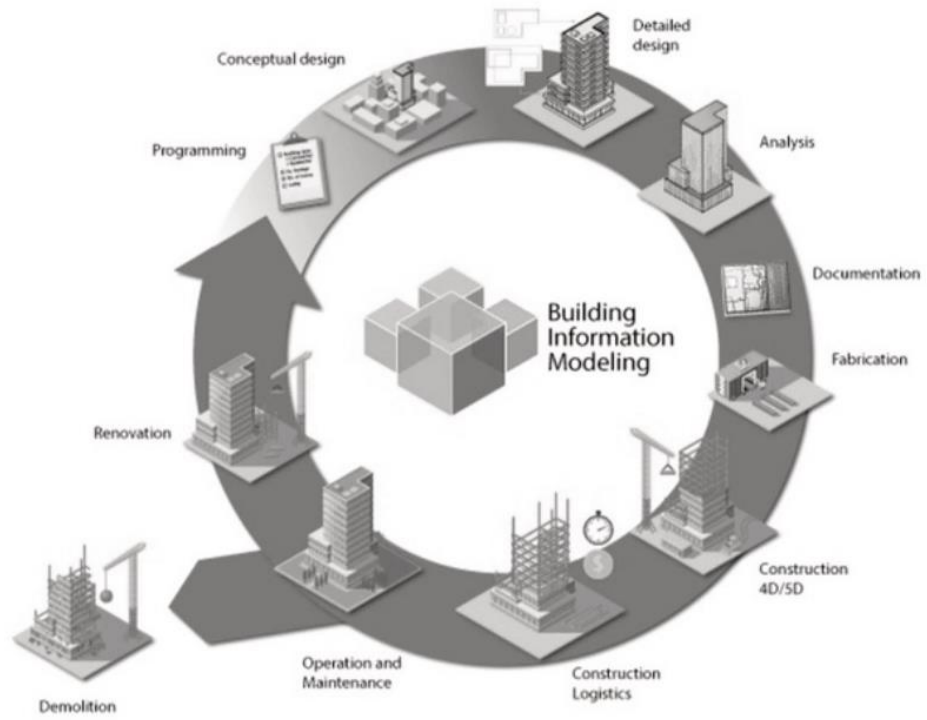
Yu ve Teo (2016) çalışmasında YBM veri formatlarından olan IFC veri formatında bulunan modellerin CityGML modellerinin oluşturulmasını, geometrik dönüşüm noktalarının koordinatlarını hesaplamaya ve geometrik bilgileri düzenleyerek dönüşümü incelenmiştir. Ayrıca CityGML modellerinin oluşturmaya ilişkin LOD4 modeli basitleştirilmiştir. Ancak detay görünümleri ile sorunları devam etmekte olup ve modelleri tematik olarak basitleştirememişlerdir.

Donkers (2013) çalışmasında CityGML veri formatında LOD3 bina modelini dönüştürülmesine yönelik bir iş akışı geliştirildi. Bu dönüşüm, IFC veri formatının CityGML veri formatına çıkarılmasına ve eşleşmesine dayanmaktaydı.

2. TEORİK ARKAPLAN

2.1 Yapı Bilgi Modeli

Yapı Bilgi Modeli(YBM); farklı mühendislik dallarının birlikte çalışarak bir binanın planlama, mühendislik ve yönetimini de kapsayan 3B sanal bir ortamda tüm yaşam döngüsünün yapılabildiği bir süreçtir (Şekil 2.1). YBM, bir yapım projesinin tek bir model üzerinden çok sayıda parametre ile projelendirilebildiği 3B modelin, zamana ve mekana bağlı olmaksızın planın, kesit, görünüş ve perspektiflerinin çıktı olarak alınabildiği, modelde yapılan değişikliklerin anlık tüm çıktılara aktarılabilirdiği bir teknolojidir (Atabay ve Öztürk, 2019).



Şekil 2.1. Yapı bilgi modelinin iş akış diyagramı (URL-1)

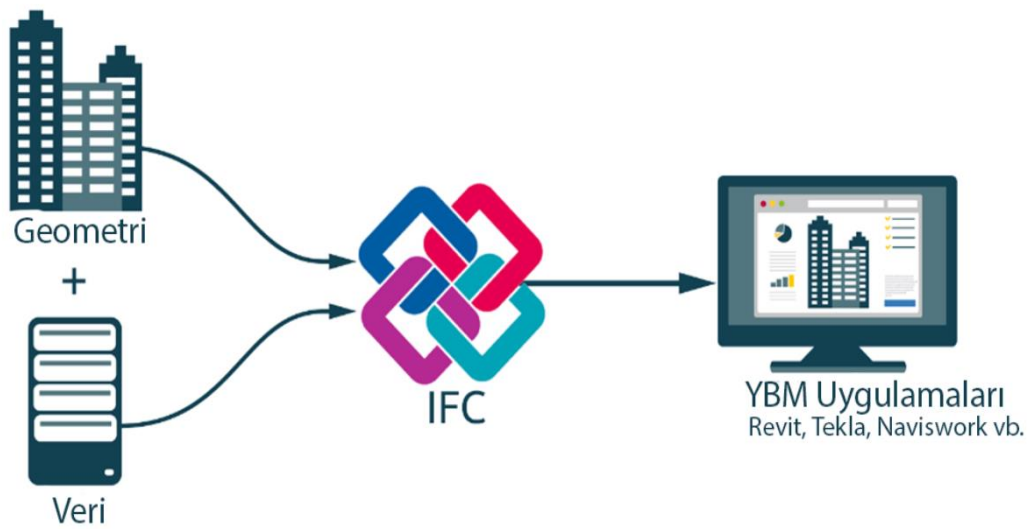
YBM, genellikle tasarım ve inşaat öncesi dönem ile ilişkilendirilirken, yapım tamamlandıktan sonrasında da yaşam döngüsünün her aşamasına fayda sağlamaya devam eden bir sistemdir. YBM, binaların fiziksel olarak inşaatı başlamadan hemen önce inşa edilmesine olanak sağlayarak, inşaat sırasında oluşabilecek olumsuzlukların ve problemlerinin çoğunu ortadan kaldırabilmektedir (Altun, 2021).

YBM'yi yalnızca işin yapılışını ve işleyişini kolaylaştıran bir sistemler bütünü olarak algılamak yeterli değildir. YBM süreçleri büyük ölçekli projelerde ihtiyaç haline gelmiştir (Atabay ve Öztürk, 2019). İngiltere, ABD'de ve bazı Avrupa ülkelerinde zorunluluk haline gelmiştir (Tekin, 2017). Teknolojik gelişmeler ile birlikte son zamanlarda eski CAD tabanlı projelerinin YBM süreçlerine dönüşümü hız kazanmıştır.

YBM, 3B bina modellerinde sunduğu zenginleştirilmiş detay bilgileriyle birlikte farklı disiplinlerin birbirleriyle olan çalışma verimini en üst seviyeye çıkaran bir sistemdir. YBM süreçlerinde, bir bina projesi farklı disiplinler arası tüm bölümlerinin (üstyapı, altyapı, imar, çevre, yalıtım, elektrik vs.) ayrı ayrı hazırlamış olduğu projelerin birleştirilerek bir araya getirilmektedir. Bu sayede ortak bir dil oluşturularak, tek bir proje üzerinden bütün detaylandırmalar görüntülenebilmektedir (Şale, 2020).

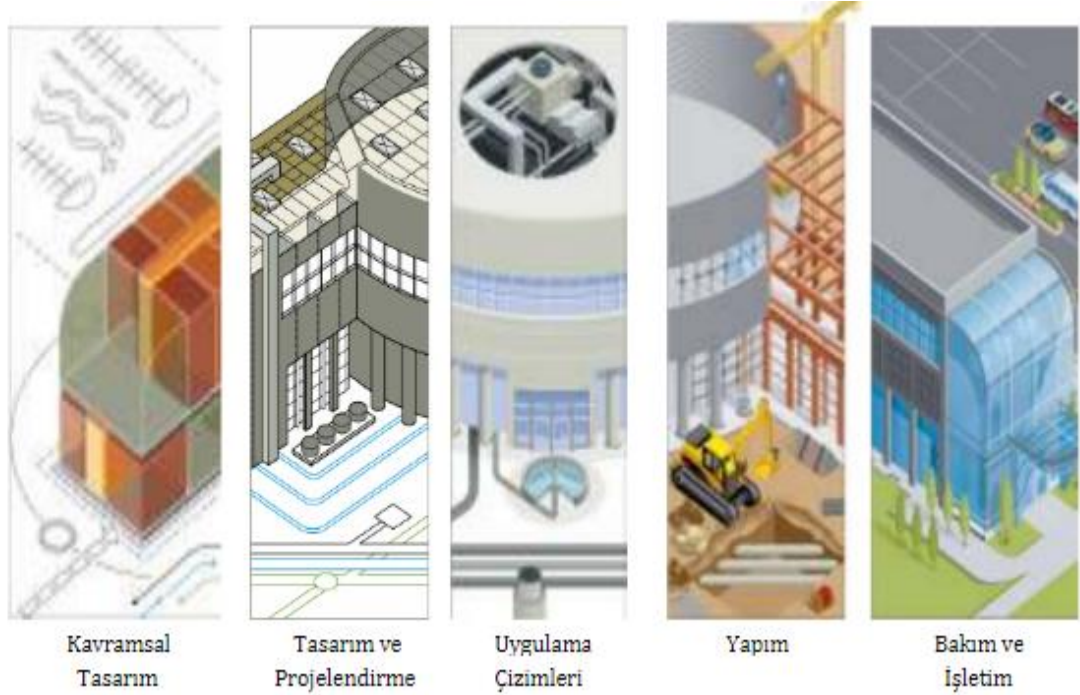
2.1.1 Industry foundation classes(IFC)

Industry Foundation Classes(IFC), 1997 yılında uluslararası, açık, tarafsız ve kar amacı gütmeyen ismi BuildingSmart olan kuruluş tarafından, bina inşaatı ve tesis yönetimine yönelik kullanılan farklı yazılım programları arasında ki YBM verilerini karşılıklı aktarmak için ortaya çıkmış açık uçlu uluslararası bir standarttır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. IFC veri standardı (URL-2)

IFC, nesne tabanlı bir yapı veri standardıdır. Herhangi bir yazılımdan bağımsız olarak oluşturulmuştur. Bu veri standardının en önemli özelliği bir birimin birden fazla özniteliğini içinde bulundurabilmesine imkan veren zengin bir veri tipi olmasından kaynaklanmaktadır. Farklı disiplin dallarındaki çalışanlar bir binanın farklı yaşam evrelerinde aynı veriyle ilgili olarak kendi görünümünde çalışma yapabilmektedirler (Ofloğlu, 2014) (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. YBM'nin farklı disiplinler tarafından kullanılması (Ofloğlu, 2014)

IFC özellikle değişik disiplinler arasında birlikte çalışabilirliği arttıran ve farklı YBM programları (Revit, ArchiCAD vs.) kullanan birimler ya da şirketlerin birlikte çalışması açısından çok önemli bir dosya biçimidir.

2.1.2 IFC için level of detail(LOD) seviyeleri

Farklı ayrıntı düzeylerinde LOD; YBM ile oluşturulan 3B modelin gelişmişlik düzeyini belirtir. LOD, tasarım ve inşaat süreçlerinin çeşitli aşamalarında YBM'nin içeriğini ve güvenilirliğini yüksek düzey netlikte belirtmek ve ifade etmek için kullanılır. CityGML'deki LOD tanımına farklı olarak YBM'de evrensel olarak kullanılan LOD tanımı vermek zordur (Tolmer vd., 2013). YBM için 5 farklı LOD seviyesi tanımlaması yapılmıştır (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. IFC için level of detail seviyelerinin gösterimi URL-3

LOD 100; Bina 3B modeli, temel düzeydeki bilgileri temsil etmek için geliştirilmiştir. Bu sayede ve aşamada kavramsal model oluşturulması mümkündür. Alan, yükseklik, hacim, konum, ve yön vb. parametreler tanımlaması yapılır.

LOD 200; Bina elemanlarının yaklaşık miktar, boyut, şekil, konum ve yönelimle modellendiği genel modeldir. Bu seviyede model elemanlarına geometrik olmayan bilgiler de eklenebilmektedir.

LOD 300; Model nesnesi, model içerisinde, nesnenin belirli miktarlara, boyutlara, şekillere, konuma ve yönelime sahip olduğu belirli bir sistem olarak grafiksel olarak temsil edilir.

LOD 400; Model elemanları, kesin miktar, boyut, şekil, konum ve oryantasyona ek olarak eksiksiz imalat, montaj ve detay bilgileri modellenir. Model elemanlarına geometrik olmayan bilgilerde eklenebilir.

LOD 500: Model nesnesi, boyut, şekil, konum, miktar ve yön açısından sahada doğrulanmış bir temsildir. Kesin grafiksel olmayan bilgiler geometrik öğeler ile bağlantılıdır. (URL-4)

2.2 Coğrafi Bilgi Sistemi

Coğrafi Bilgi Sistemi(CBS), İngilizce Geographical Information System(GIS) ifadesinin Türkçe'ye çevrilmiş şekli olup, CBS'yi kullananların çok farklı disiplinlerden olması nedeniyle değişik şekillerde tanımlamalar yapılabilmektedir (Kaplukan, 2014). Bilgi sistemlerinin temel amacı karar verme işlemini en doğru en kısa olacak şekilde kullanıcıya sunmaktır (Yomralıoğlu, 2000).

CBS'nin, bilgi sistemlerinden farkı ise; mevcut nesnenin öznitelik bilgilerine ek olarak coğrafi konum bilgilerini de bulundurmasıdır (Sağlam vd., 2004). Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), mekânsal kaynaklı bilgilerin (grafik ve öznitelik) bilgisayar ortamında toplanması, girilmesi, saklanması, sorgulanması, mekânsal analizlerinin yapılması, görüntülenmesi ve farklı formatlarda çıktı alınması için oluşturulan bir bilgi sistemidir (Aranoff, 1991)(Kapluhan, 2014).

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte artık herşey konum merkezli bir yapıya gelmiştir. Günümüzde konumsal verinin artan oranda önemli olduğu bir noktada CBS her disiplin dalı için bir ihtiyaç haline gelmiş durumdadır.

2.2.1 CityGML

CityGML, 3B şehir modellerini depolamak ve değişimini gerçekleştirebilmek için açık kaynak kodlu olarak XML tabanlı bir veri formatıdır (Biljecki, 2015). CityGML veri formatı; Open Geospatial Consortium(OGC) tarafından şehir modelleri için standart format olarak benimsenmiştir.

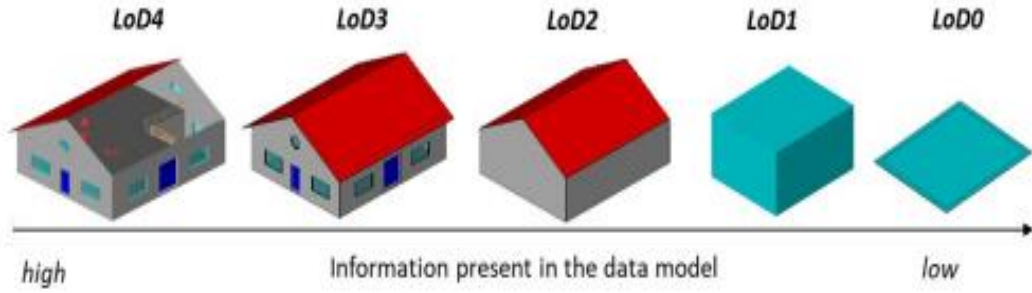
CityGML; binalar, nehirler, yollar, köprüler, kent mobilyaları vb. şehirlerde bulunan yaygın 3B özelliklerin ve nesnelerin çoğunun geometrisini ve niteliklerini tanımlayabilmektedir. Görünümleri hakkında daha iyi bir izlenim verebilmeye ilişkin doku veya renkler ile desteklenebilmektedir. Farklı nesneler arasında ki özel ilişkiler de CityGML kullanılarak saklanabilir. Bir binanın hem garajının hem de terasının olması bu özel ilişkililere örnek olarak gösterilebilir.

CityGML, farklı şehir modellerinin yanı sıra semantik ve teknik bilgileri de içermektedir. Bu veriler, kullanıcıların 3B şehir modellerinin yeni sorgularını, analizlerini ve görselleştirmesini yapmaya imkan sağlamaktadır.

2.2.2 CityGML için level of detail(lod) seviyeleri

CityGML ile tüm nesneler, artan doğruluk ve yapısal karmaşıklık ile 5 farklı iyi tanımlanmış LOD seviyesinde temsil edilebilir. CityGML'deki LOD seviyelerinin sınırları, YBM'nin LOD seviyelerine göre karmaşık bir yapıya sahip değildir.

LOD0 seviyesi yatay bir düzlemde bina modelinin ayak izini görselleştirmesi olarak tanımlama yapılabilir (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. CityGML için lod seviyelerini gösteren bina modeli

LOD1, binaları yatay çatılı hacimsel bloklar olarak temsil eder.

LOD2 seviyesi, çatının genelleştirilmiş şeklini eklemeye çalışır.

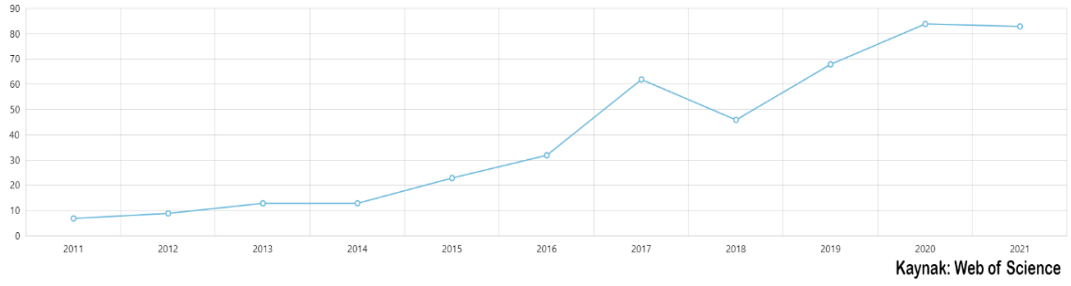
LOD3, binanın dış şeklini karakterize eden diğer ayrıntıların yanı sıra pencereler ve kapılar vb. açıklıklar ekleyerek ayrıntı sayısını artırır.

LOD4 seviyesi ise mobilya içirme potansiyeli olan binanın iç tasarımını da içerir (Donkers vd., 2016).

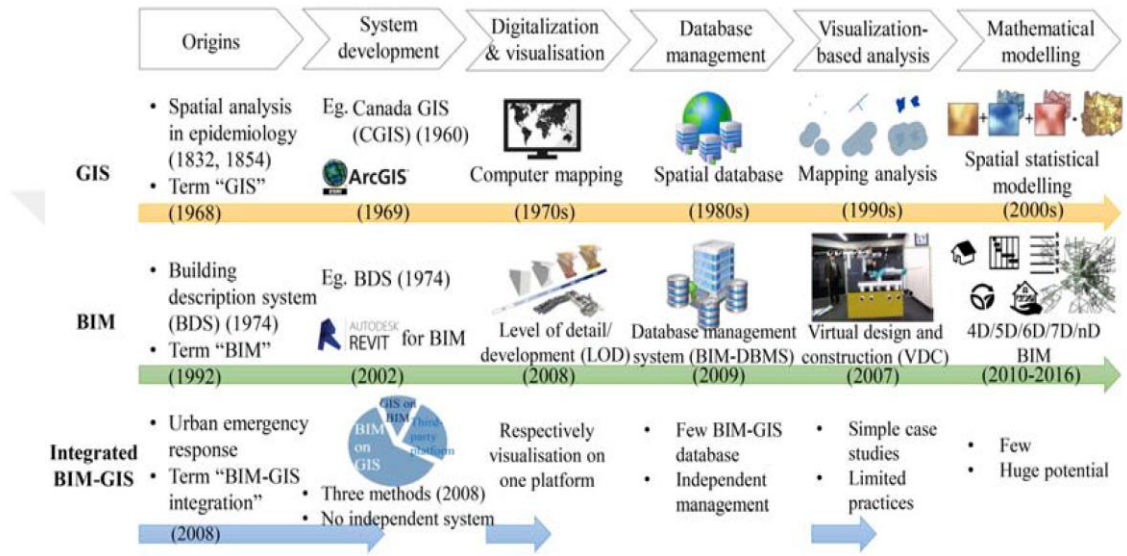
Son zamanlarda CityGML 3.0 versiyonunun çıkışıyla birlikte nesneleri temsil etmek için kullanılan LOD4 kaldırılmıştır. Yalnızca 0/1/2/3 LOD seviyeleri kalacaktır. Bunun yerine, nesnelerin içi artık LOD 0/1/2/3 ile entegre olabilecektir. Böylece LOD0 seviyesinde kat planlarının gösterilmesine izin verilir (Kutzner, 2020).

2.3 YBM ve CBS Entegrasyonu

Teknolojik gelişmeler ile kullanımı giderek artan YBM ve CBS entegrasyona ilişkin giderek artan biçimde çok sayıda bilimsel araştırma yapılmıştır (Şekil 2.6). 2011-2021 yılı arasında araştırmacıların YBM ve CBS entegrasyonuna hızla artan bir ilgisi de konunun önemi yansıtmaktadır (Zhu, 2018). İnşaat yönetiminde YBM-CBS entegrasyonu, son 10 yılda yeni ve gelişen bir trenddir. Genel olarak, CBS ve YBM 6 temel evrim aşaması yaşamıştır. Bunlar; köken, sistem geliştirme, dijitalleştirme ve görselleştirme, veri tabanı yönetimi, görselleştirmeye dayalı analiz ve matematiksel modeldir (Şekil 2.7) (Song vd., 2017).



Şekil 2.6. Son 10 yılda ybm-cbs entegrasyonuna ilişkin yayınlanan makale sayısı



Şekil 2.7. Cbs, ybm ve entegre ybm-cbs evrim ilerlemeleri (Song vd., 2017)

Bu araştırmalar kapsamında Song vd. (2017) yılında mimarlık, mühendislik ve inşaat disiplinlerinde YBM ve CBS entegrasyonu ile ilgili çalışmalar hakkında detaylı incelemeler ve araştırılmış bilgiler içeren bir makale yayınladı.

Irizarry vd. (2013) yılında iki sistemin entegrasyonunu sağlayarak bir inşaat tedarik zinciri yönetimini uygulamışlardır. YBM sistemi, binanın yapı malzemeleri hakkında anlamlı zengin bilgiler sağlamaktadır. Bu bilgiler CBS entegre ederek, inşaat projesinin olduğu yere yakın uygun bir üretim yeri bulmayı, malzemeleri doğru zamanda sipariş etmeyi ve envanter durumu izlemeyi mümkün kılmaktadır (Tosun, 2019).

YBM, temel anlamda gerçek dünyada var olmayan nesneleri modellemek için geliştirilmektedir. Coğrafi bilgi sistemi ise gerçek dünya üzerinde ki her türlü coğrafi veriyi depolamak, analiz etmek ve sunmak için kullanılan bir sistemdir. YBM ve CBS arasındaki karşılaştırma Çizelge 1’de gösterilmektedir.

Çizelge 2.1. Ybm ve cbs genel karşılaştırılması

	YBM	CBS
Amaç	Bina endüstrisinde birlikte çalışabilirliği geliştirmek/mevcut olmasa bile bir binanın vizyonunu tanımlamak	Coğrafi verileri depolayarak, yöneterek, analiz ederek ve sunarak gerçek dünyanın bir bölümünü canlandırmak
Detay Düzeyi	Fiziksel yapıda ayrıntılı	Fiziksel yapıda olmayan ayrıntı
Coğrafi Yetenek	Mekansal analizi desteklemez	Mekansal analizi destekler
Koordinat Sistemi	Lokal koordinat sistemi	Harita projeksiyonları
Dosya Formatı	IFC, DWG	GML, XML, SHP
Yazılım	Revit, Fme, IFCExplorer	ArcGIS, QGIS, FME

YBM ve CBS'nin entegrasyonu, verilerin entegrasyonu, analiz, teknolojilerin uygulanması ve kentsel yönetimde ki yetenekleri nedeniyle, akıllı sürdürülebilir şehirlerin inşası için güçlü bir destektir (Song vd., 2017). YBM, bina yaşam döngüsü boyunca, zengin geometrik ve öznitelik bilgilerini bünyesinde barındırırken, CBS konum tabanlı karar vermeyi kolaylaştıran geniş bir alandır. YBM ve CBS entegrasyonu, akıllı ve sürdürülebilir kentleşmenin sağlıklı bir şekilde hayata geçirilmesi için bina ve şehir modellerinde YBM ve CBS'nin sağladığı güçlü yanlarını entegre etmek gerekmektedir.

YBM ve CBS entegrasyonu ile ilgili yapılan bilimsel çalışmalarında, araştırmacılar bu iki sistemin entegrasyonu için farklı yöntemler üzerinden çok çaba harcamışlardır. İki sistem arasındaki sorunların çözümü için farklı yaklaşımlar içeren çeşitli YBM-CBS entegrasyonu yöntemleri önerilmiştir (Liu vd., 2017). Araştırmacıların büyük çoğunluğu YBM'den CBS'e veri aktarmayı tercih ederken, diğer kısmı ise CBS verilerini YBM sistemlerine entegre etmeyi veya YBM ve CBS verilerinin üçüncü bir yazılım sisteminde veya web platformunda entegre etmeyi tercih etmişlerdir (Ma ve Ren, 2017). İki sistem arasında birden fazla entegrasyon yöntemlerinin oluşması, sistemler arasında birden fazla farklılık ve uyumsuzlıktan kaynaklanmaktadır.

Farklı disiplinlerdeki kullanıcılar, çeşitli uygulama amaçları, değişik gelişim aşamaları, farklı ölçekler, çeşitli koordinat sistemleri, değişik geometrik yaklaşımlar, farklı ayrıntı seviyeleri(LOD), çeşitli bilgi depolama ve bilgiye erişim şekilleri; YBM ve CBS arasında temel farklılıklara olarak ön plana çıkmaktadır (Liu vd., 2017).

YBM ve CBS'nin entegrasyonuna ilgili çalışmalar temelde iki düzeye ayrılır. Birinci tür belirli aşamalar için belirli alanlarda uygulamaya yoğunlaşırken, diğer tür tüm

yaşam döngüsünü içine alacak kapsamlı bir yönetim için birleşik modellemeler üzerinde çalışmaktadır (Ma ve Ren, 2017). İkinci türdeki araştırmalar tüm yaşam döngüsü için hala yeterli doğruluktan yoksundur.

Entegrasyon çalışmalarında birçok farklı platform kullanılmaktadır. Bunlardan en çok kullanılanları ise; Esri ArcGIS, Autodesk Revit, Google Earth, Autodesk InfraWork, Autodesk 360, Autodesk Civil3D, QGIS ve FME 'dir. Bu entegrasyonda son zamanlarda ki teknolojik gelişmeler ile FME özellikle ön plana çıkmaktadır.

FME; mekansal ve mekansal olmayan verilerin birbirleri ile entegrasyonu için geliştirilen bir platformdur. Kodlama gerektirmeden verilere erişimi sağlayan ve uyumluluk sorunlarını çözen özelleştirilmiş iş akışları oluşturabilir ve bunu başkalarıyla paylaşmaya olanak tanımaktadır (Hanna ve Premaratne, 2020). Bu tez kapsamında yapılan uygulama da FME programı kullanılarak bir iş akış diyagramı geliştirilmiştir.

YBM ve CBS'nin entegrasyonu için dikkate alınması gereken en önemli nokta veri formatlarıdır. IFC alanında en çok kullanılan veri değişim formatıdır. Bununla birlikte CityGML'in en iyi format olduğu hala sorgulanmasına rağmen CityGML'in YBM'nin CBS ile entegrasyonu için uygun bir format olduğu düşünülmektedir (Zhu vd., 2018).

3. UYGULAMA

Tezin uygulama bölümünün aşamaları şunlardır:

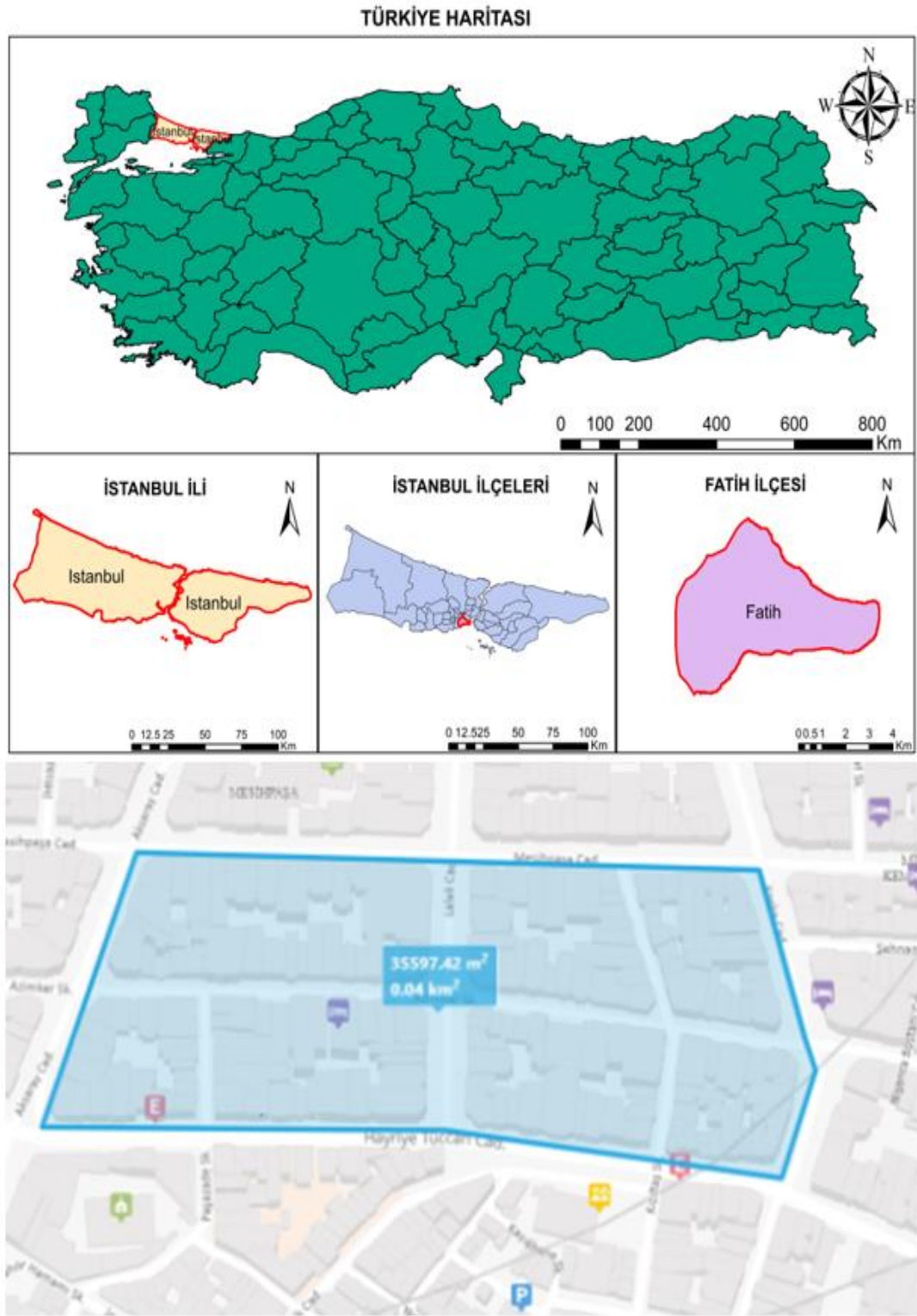
- Uygulama alanı hakkında bilgiler verilmesi
- 3 boyutlu YBM oluşturulması
- IFC verilerinin CityGML'e Dönüşümü
- Web tabanlı görselleştirme

3.1 Uygulama Alanı

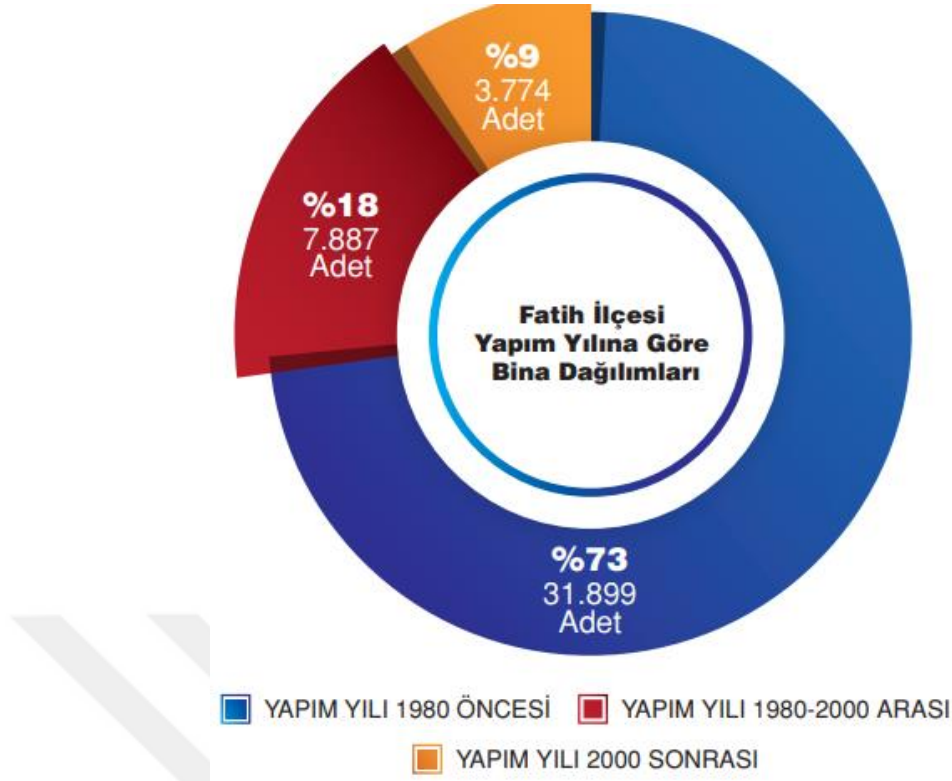
Uygulama alanı olarak İstanbul İli, Fatih ilçesi Hayriye Tüccarı Caddesi ile Mesihpaşa Caddesi arasında kalan yaklaşık 35 000 m² 6 ada 28 parselden oluşan bölge seçilmiştir (Şekil 3.1).

İstanbul Avrupa yakasında yer alan Fatih İlçesi, güneybatıdan Zeytinburnu, kuzeybatıdan Eyüpsultan ilçeleri ile kuzeyden Haliç, doğudan İstanbul Boğazı ve güneyden Marmara Denizi ile çevrilidir. İlçede 58 mahalle bulunmaktadır. TÜİK 2019 verilerine göre ilçenin nüfusu, 443.090'dur. İlçede 43 560 bina bulunmaktadır.

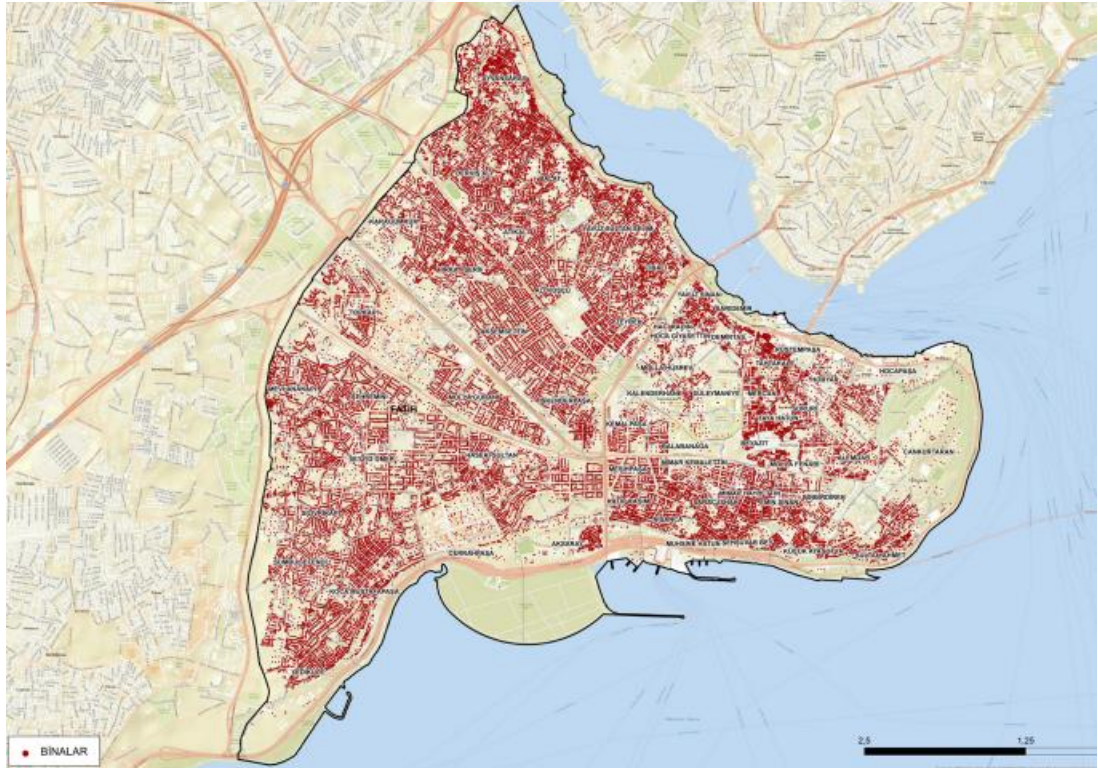
İstanbul büyükşehir belediyesinin hazırladığı deprem kitapçığında Fatih ilçesinde bulunan binaların %73'ü (31.899 adet) 1980 ve öncesinde yapılmış binalardır (Şekil 3.2)(URL-5). 1980 yılı öncesi yapıların yoğunluğu Fatih ilçesinin kentsel dönüşümde ön plana çıkarmaktadır (Şekil 3.3).



Şekil 3.1. İstanbul ili Fatih ilçesinde bulunan uygulama alanı



Şekil 3.2. İstanbul ili Fatih ilçesi yapım yılına göre bina dağılımları, URL-5

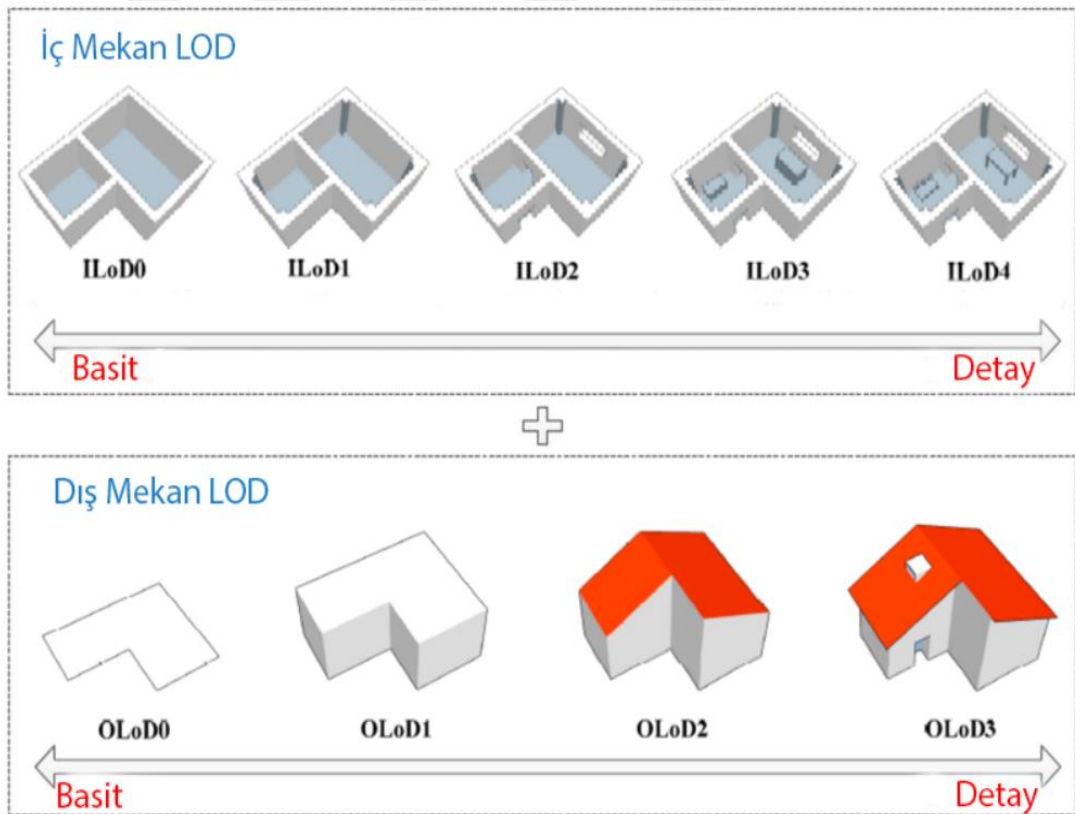


Şekil 3.3. İstanbul ili Fatih ilçesi bina dağılımları

3.2 3 Boyutlu Yapı Bilgi Modellerin Oluşturulması

Bu çalışma kapsamında 3B Yapı Bilgi Modellerin CBS'ye entegre ederken modellerin çizim standartlarından kaynaklanabilecek uyumsuzlukları ortadan kaldırmaya yönelik, önceden çizilmiş hazır 3B modeller kullanmak yerine yeniden çizilmiştir.

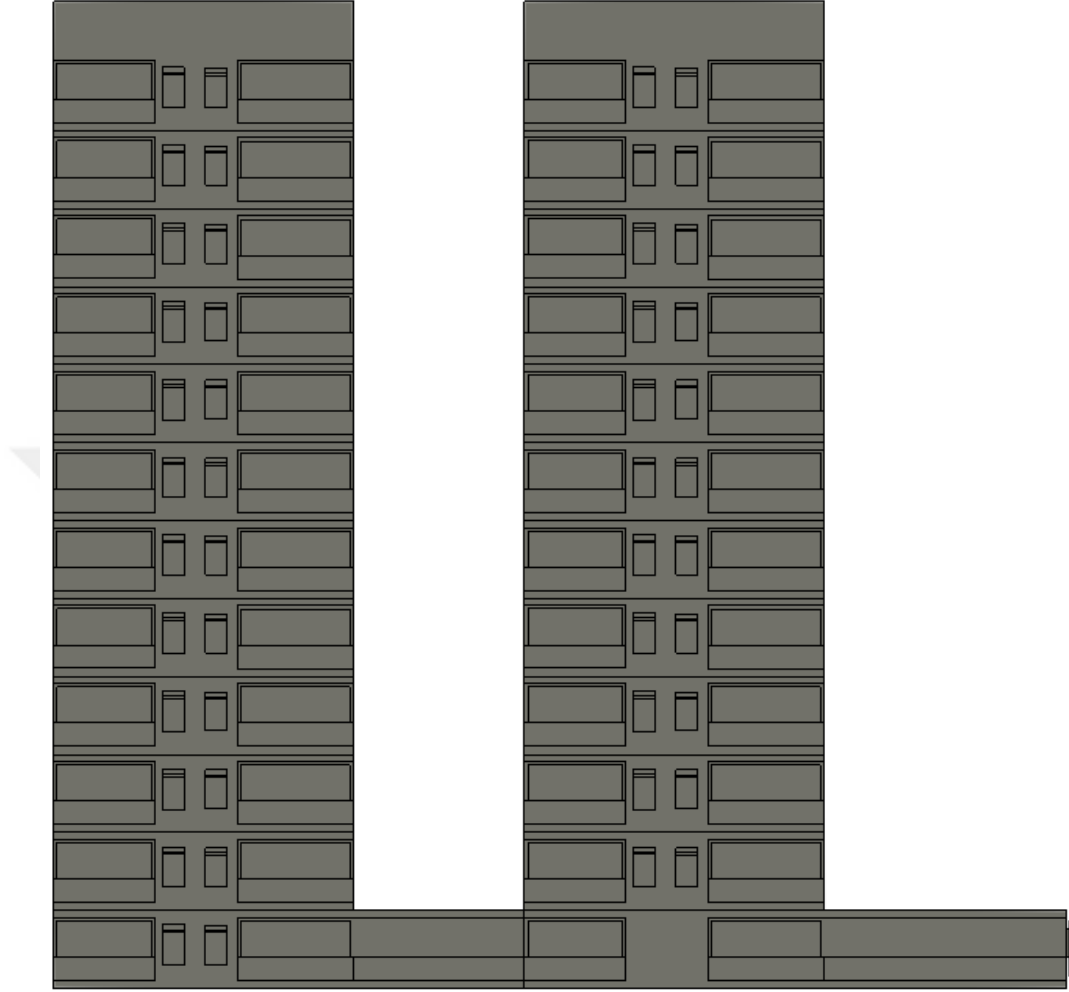
YBM sistemi kullanılarak 3B modelleme geliştirirken kullanılacak detay düzeyinin belirlenmesi önemli bir aşamadır (Kopuz, 2015)(Şekil 3.4). Bu çalışmada LOD1 ve LOD2 detay düzeylerinde farklı tiplerde 10 adet 3B model çizilmiştir. Bina modellerin çiziminde; hazır şablon ve kalıplar bulunması, tek bir dosyada bütün verileri depolayabilme yeteneği, kurumsal olması ve öğrenci lisansı ile programın sağladığı bütün teknik özelliklerinin kullanılmasına izin vermesinden kaynaklı olarak Autocad Revit programı kullanılmıştır.



Şekil 3.4. Ybm ayrıntı düzeyleri (Tang vd., 2018)

3B modeller hazırlanırken binanın tüm detay bileşenlerinden daha çok temel dinamikleri (Duvar, kapı, pencere, kolon, kiriş vb.) çizilmiştir (Şekil 3.5). Bina içi

mobilyalarının CityGML’ de karşılığı bulunmadığı için 3B modellerde yer verilmemiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.5. Autocad revit’te çizilen bina modeli



Şekil 3.6. Modelin bina içi kesit görünüşü

Her bina farklı tiplerde çizilerek, bazı modellerde her katta tek bağımsız bölüm oluşturulmuştur (Şekil 3.7). 5



Şekil 3.7. Tek bağımsız bölümlü bina

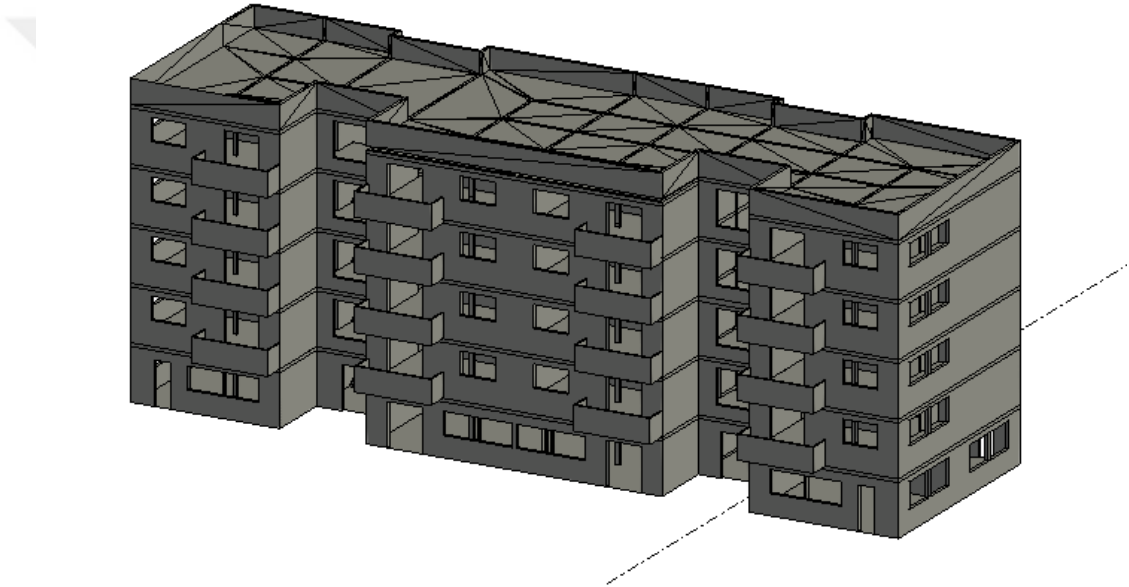
Bazı modellerde her katta birden fazla bağımsız bölüm oluşturularak bina çeşitliliği artırılmaya çalışılmıştır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Birden fazla bağımsız bölümlü bina

3B bina modelleri oluşturulurken AutoCAD Revit programı içerisinde bulunan hazır şablon ve kalıplar kullanılmıştır. Bütün bina modellerinde aynı çizim ölçeğinde (mm) çizimler yapılmış bina duvarlarına doku giydirmesi yapılmadan sadece düz renk boyaması yapılmıştır (Şekil 3.9).

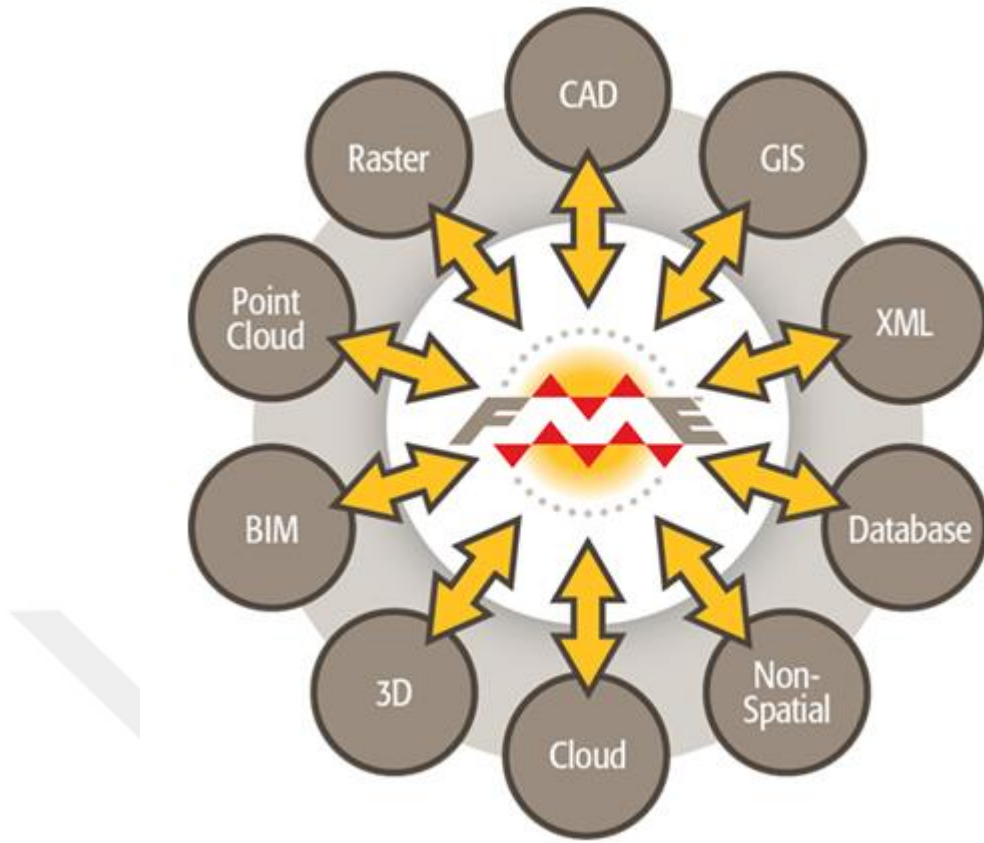
YBM sürecince üretilen 3B modeller, bilgisayar destekli tasarım ortamlarının birlikte çalışmasını sağlayan bir veri modeli olan Industry Foundation Classes (IFC) standardında çıktı alınmıştır.



Şekil 3.9. Oluşturulan modelin 3B görünüşü

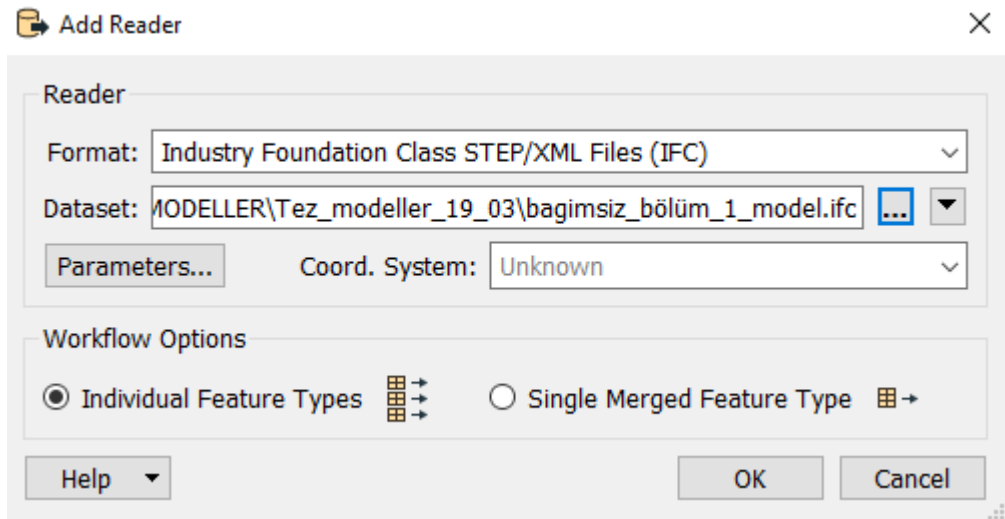
3.3 IFC verilerinin CityGML'e Dönüşümü

YBM süreciyle üretilen 3B bina modelleri hem CBS entegrasyonunu sağlamak hem de 3B web haritasında görselleştirebilmeye yönelik CityGML veri formatına dönüşüm yapılmıştır. Bu dönüşüm işleminde, teknolojik dallardan 500'den fazla mekânsal ve mekânsal olmayan veriyi okuyup yazabilen, birbirleri arasında veri dönüşümünü ve entegrasyonu sağlayan, bütün bunları kodlamaya gerek kalmadan dönüştürücüler yardımıyla kolay bir şekilde yapmayı sağlayan, hızlı ve pratik bir veri entegre programı olan FME kullanılmıştır (Şekil 3.10)(URL-6).

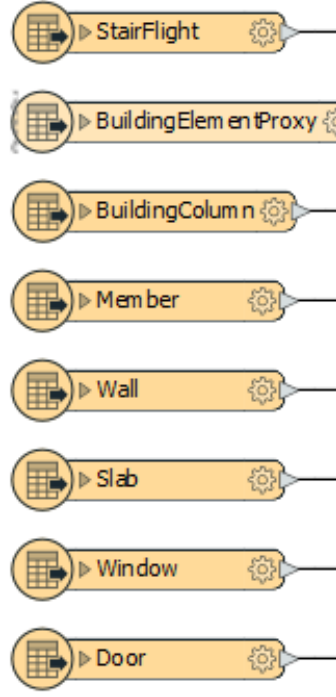


Şekil 3.10. FME programının entegre olduğu teknoloji dalları (URL-6)

FME üzerinde girdi olarak üretilen IFC formatında 3B bina modeli eklenmiştir (Şekil 3.11). IFC veri formatında; veriler sınıflar halinde tutulmaktadır. Örnek olarak tüm duvarlar “Wall” sınıfının içerisinde bulunmaktadır. Şekil 3.12’de FME üzerinde oluşturulan modellerin veri grupları bulunmaktadır.

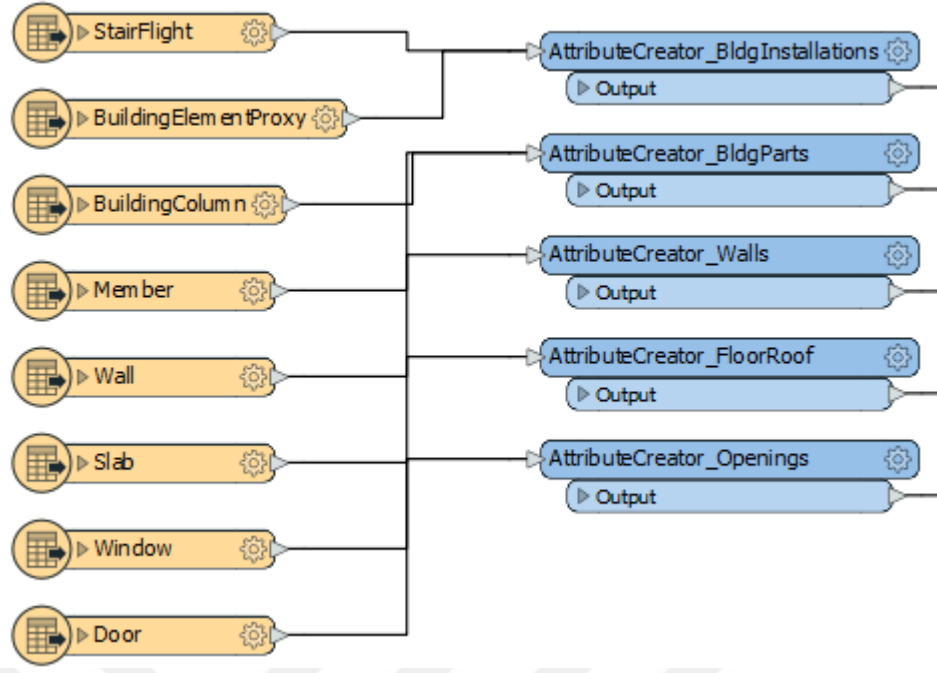


Şekil 3.11. FME’de ifc formatında veri ekleme



Şekil 3.12. FME üzerinde modellerin ifc sınıfları

IFC veri modelinin hangi yapı elemanlarının veya katmanlarının CityGML veri formatında hangi özellik türü tarafından temsil edildiğini bilmek önemlidir. Bazen bir CityGML özellik tipi, birden fazla yapı elemanına karşılık gelebilmektedir. Bu durumda aynı özellik türüne birlikte yönlendirilebilmeleri için ortak bir kimlik ile birleştirilirler. IFC verilerinin eleman kimlikleri geçerli birer CityGML kimliği olmadığından, her özellik için yeni GML kimlikleri oluşturulmuştur (Şekil 3.13). GML sınıflarının ve kimlik ID(identification) belirlenmesi işlemleri AttributeCreator dönüştürücüsü ile her bir IFC sınıfı için yapılmıştır (Şekil 3.14).



Şekil 3.13. Gml id ve kimliklerinin oluşturulması

Transformer Name:

Advanced: Attribute Value Handling

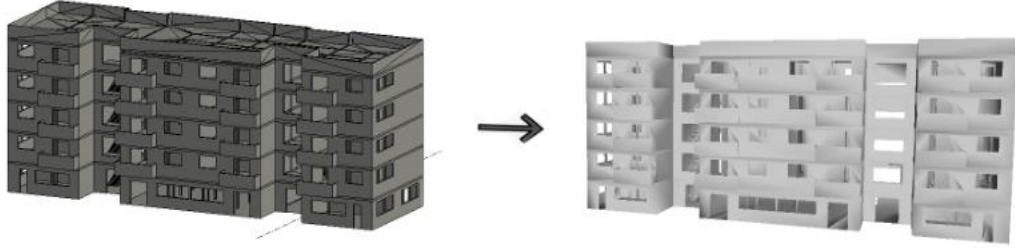
Attributes To Create

New Attribute	Attribute Value
feature_type	☐ BuildingInstallation
parent_name	☐ dc_riverside_building
uuid	☐ gml@UUID()

Şekil 3.14. AttiributeCreator üzerinden yeni kimlik ve id oluşturulması

YBM ile üretilen modeller yerel koordinat sisteminde geliştirildiklerinden dolayı gerçek dünya koordinat sistemine dönüştürülmesi gerekmektedir. Ayrıca YBM süreçlerinde model üzerinde ayrıntıları maksimum seviyede oluşturabilmek için milimetre ölçeğinde çalışılmıştır. Modellerin CityGML veri formatına aktarılması için ölçek ve koordinat dönüşümü yapılmıştır (Şekil 3.15).

Şekil 3.17’de, sol tarafta 3B çizilen bina modeli sağ tarafta çizilen modelin CityGML veri formatına dönüşüm yapılmış hali görüntülenmektedir.



Şekil 3.17. IFC formatından CityGML formatına dönüşümü yapılmış bina modeli

3.4 Web Tabanlı Görselleştirme

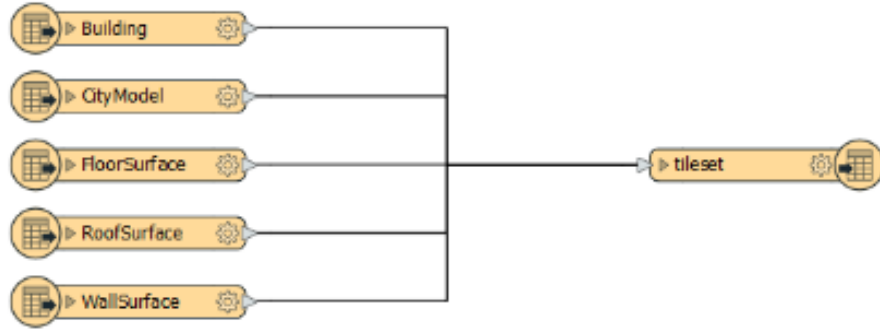
Son zamanlarda hızla gelişen bilgisayar ve web teknolojileriyle birlikte sanal web tarayıcıları üzerinden coğrafi verilerin görselleştirmesi giderek artmaktadır. Web tabanlı coğrafi görselleştirmenin en büyük avantajı, lisanslı bir CBS programına gerek kalmadan her yerden erişilebilir olmasıdır (Büyükdemircioğlu vd., 2018). Özellikle WebGL teknolojisinin gelişmesiyle birlikte 2 boyutlu verilerin görselleştirmesi yerini 3 boyutlu coğrafi verilerin görselleştirmesine bırakmaktadır.

Tez çalışmasının uygulama bölümünde üretilen 3B bina modelleri; JavaScript tabanlı 3B harita kütüphanesi olan CesiumJS kullanılarak web üzerinde görselleştirilmesi yapılmıştır. CesiumJS; doğrudan 3B veri formatlarını desteklememektedir. Bunun yerine kendi geliştirmiş oldukları Cesium 3D Tile formatını görselleştirmek için kullanmaktadır.

Cesium 3D Tile formatı, 3B coğrafi verilerin görselleştirilmesine için geliştirilmiş veri formatıdır (Büyükdemircioğlu vd., 2018)(Şekil 3.18). Dönüşümü tamamlanan CityGML modellerinin, web tabanlı görselleştirmesini yapabilmek için FME programı kullanılarak 3D tile dönüşümü yapılmıştır (Şekil 3.19).



Şekil 3.18. 3D tiles formatı (URL - 7)



Şekil 3.19. CityGML verilerinin 3D tiles dönüşümü

3.4.1 Mekansal adres kayıt sistemi servislerinin Oluşturulması

Mekansal Adres Kayıt Sistemi(MAKS); adres kayıt sisteminde sözel olarak tutulan adres bilgilerinin coğrafi koordinatlarla birleştirilmesi ve oluşturulan altyapının diğer sistemlere entegre edilebilmesi amacıyla Nüfus Vatandaşlık İşleri Genel Müdürlüğüne başlatılan bir projedir (Şekil 3.20). Proje kapsamında yeni mekânsal veri üretilmemektedir. Yetkili idarelerde bulunan mevcut verinin ortak bir veri yapısında bütünleştirilmesi ve verilerin web servisler ve web arayüzler ile güncelliğinin sağlanması ve sorgulamaların yapılmasına imkan vermektedir (URL - 8).

Temsili MAKS veri modelini oluştururken veritabanı olarak; açık kaynak kodlu sunulan, coğrafi veriler ile çalışmaya imkan verdiği için PostgreSQL veri tabanı kullanılmıştır. PostgreSQL veritabanında tutulan verilerin, 3B web haritası ile dinamik olarak etkileşim sağlayabilmesi için Python-Django kütüphanesi ile oluşturulmuş web servisleri kodlanmıştır. Bu web servisleri sayesinde bina ve bağımsız bölüme ilişkin bilgiler web haritasındaki binalar ile entegre bir şekilde çalışmaktadır.

3.4.2 3B web haritasının kodlanması

Bu çalışmada, 3B verilerin web tabanlı gösterimine ilişkin birden fazla JavaScript kütüphanesi olmasına rağmen büyük veri setlerinde performans olarak en uygun olan CesiumJS kütüphanesi kullanılmıştır. Üretilen CityGML formatındaki 3B bina modelleri, 3D Tile formatına dönüşümü yapılarak CesiumJS kullanılarak web tarayıcıları üzerinde görüntülenmesi sağlanmıştır (Şekil 3.22).



Şekil 3.22. 3B modellerinin web haritası üzerinden görüntülenmesi

HTML sayfası üzerinden CesiumJS küresini kullanabilmek için CesiumJS kütüphanesinin JavaScript ve CSS dosyalarının yanında JQuery kütüphanesinin de eklenmesi gerekmektedir. Bu eklemeler yapılmadan web sayfası üzerinde harita küresi görüntülenmesi sağlanamayacaktır (Şekil 3.23).


```
{% load static %}
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
<meta charset="UTF-8">
<title>Title</title>
<script src="https://cesium.com/downloads/cesiumjs/releases/1.87/Build/Cesium/Cesium.js"></script>
<script src="https://code.jquery.com/jquery-3.6.0.js" integrity="sha256-H+K7U5cnXl1h5yUqfKTSj8PCmoN9aaq30gDh27Xc0jk=" crossorigin="anonymous"></script>
<link href="https://cesium.com/downloads/cesiumjs/releases/1.87/Build/Cesium/Widgets/widgets.css" rel="stylesheet">
<link rel="stylesheet" href="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/font-awesome/5.15.3/css/all.min.css" integrity="sha512-188X88fW90+nuLcSKLbmrPcLa00T92x018IsZ+ymDwZCvqslgcccV3gF" crossorigin="anonymous">
<link rel="stylesheet" href="{% static 'css/main.css' %}">
</head>
<body>
<div id="cesiumContainer"></div>
<div id="toolbar"></div>

<div class="panel">...</div>
<a href="javascript:void(0)" class="slider-arrow">
<i class="fas fa-arrow-right"></i>
</a>

<div id="rightBar">...</div>

<script src="{% static 'js/map.js' %}"></script>
<script src="{% static 'js/panel.js' %}"></script>
</script>
</body>
</html>
```

Şekil 3.23. Html sayfası üzerinden CesiumJS kütüphanesinin eklenmesi

Web haritasında üzerinde gerçek dünyaya en yakın görselleştirmenin yapılabilmesine yönelik; İstanbul Büyükşehir Belediyesi Coğrafi Bilgi Sistemleri Müdürlüğü tarafından oluşturulmuş olan 1m hassasiyetinde Sayısal Yükseklik Modeli kullanılmıştır. Uygulama alanının bulunduğu Fatih ilçesinin tamamını kapsayacak şekilde nokta bulutu verisinden elde edilen, otomatik kaplama teknikleri kullanılarak oluşturulmuş kaplamalı LOD1 binaları web haritasında görselleştirilmiştir (Şekil 3.24).



Şekil 3.24. Uygulama üzerindeki kaplamalı LOD1 binalar

CesiumJs 3B veriler görselleştirilmesine yönelik geliştirilen bir kütüphane olduğu için diğer 2B harita kütüphanelerine göre performansı zayıf kalabilmektedir. Bu performans sorunlarını daha da iyileştirebilmesine yönelik kütüphane içinde default olarak gelen bazı özellikleri kapatmak gerekmektedir. Örnek olarak atmosfer ve animasyonlar web tarayıcılar üzerine çok fazla yük bindirdiği için uygulama içerisinde performansı arttıracak şekilde yeniden düzenlenmiştir (Şekil 3.25).

```
const viewer = new Cesium.Viewer('cesiumContainer', {
  timeline: true,
  baseLayerPicker: false,
  animation: true,
  sceneModePicker: false,
  geocoder: false,
  infoBox: false,
  fullscreenButton: false,
  navigationHelpButton: false,
  shadow: false,
  selectionIndicator: false,
  homeButton: false,
  terrainProvider: cesiumTerrainProvider,
  imageryProvider: false,
});
$('.cesium-viewer-bottom').hide();
let scene = viewer.scene;
scene.shadows = false;
scene.skyBox.show = false;
viewer.resolutionScale = window.devicePixelRatio;
scene.globe.maximumScreenSpaceError = 1;
scene.postProcessStages.fxaa.enabled = false;
scene.sun.show = false;
scene.sunBloom = false;
scene.fog.enabled = false;
scene.fog.density = 0.001;
viewer.terrainShadows = false;
scene.shadowMap.enabled = false;
scene.globe.depthTestAgainstTerrain = true;
scene.globe.enableLighting = false;
scene.globe.showGroundAtmosphere = false;
scene.globe.showWaterEffect = false;
scene.skyAtmosphere.show = false;
scene.logarithmicDepthBuffer = true
```

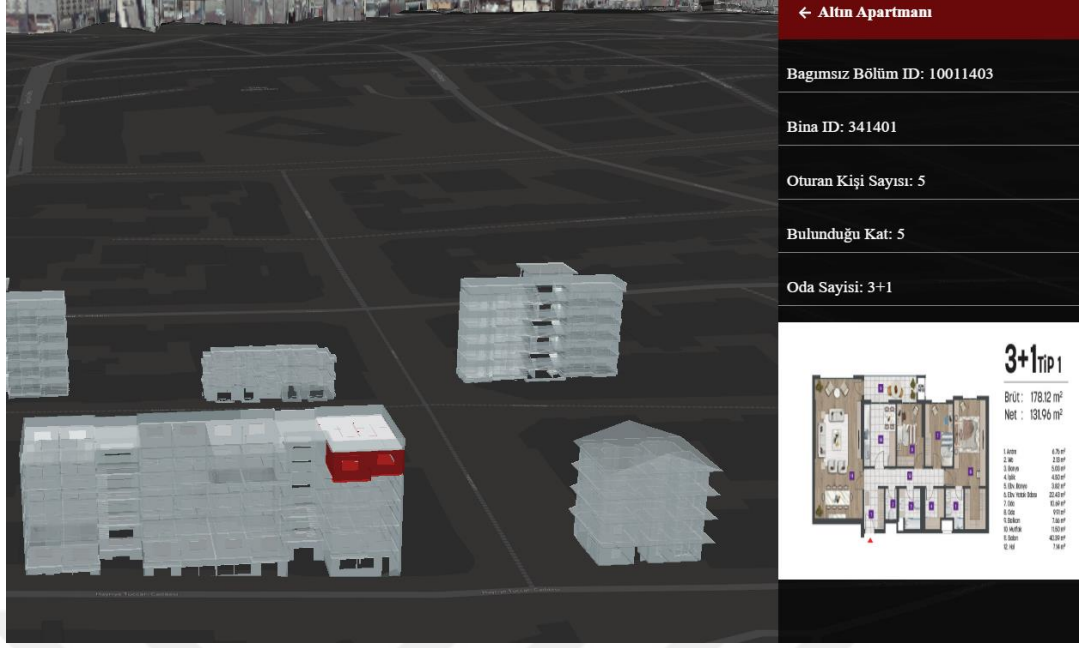
Şekil 3.25. CesiumJs kütüphanesinde arttırmak için bazı ayarlarının sıfırlanması

Web haritası üzerine eklenmiş olduğumuz 1m hassasiyetinde ki arazi modeli ile üretilmiş olan 3B binalar arasında hassasiyetten kaynaklı kot farkı meydana gelmektedir. Web haritası üzerinde arazi modeli ile 3B bina modelinin tam olarak uygun yükseklikte olabilmesi web haritasına 3B binaları eklerken kot düzenlemesi yapılması gerekmektedir (Şekil 3.26).

```
function add_tileset() {  
    let meshPrimitive = viewer.scene.primitives.add(fth_kaplamli);  
    meshPrimitive.readyPromise.then(function(tileset) {  
        let boundingSphere = tileset.boundingSphere;  
  
        let cartographic = Cesium.Cartographic.fromCartesian(boundingSphere.center);  
        let surface = Cesium.Cartesian3.fromRadians(cartographic.longitude, cartographic.latitude, 0);  
        let offset = Cesium.Cartesian3.fromRadians(cartographic.longitude, cartographic.latitude, 57);  
        let translation = Cesium.Cartesian3.subtract(offset, surface, new Cesium.Cartesian3());  
        tileset.modelMatrix = Cesium.Matrix4.fromTranslation(translation);  
    });  
}
```

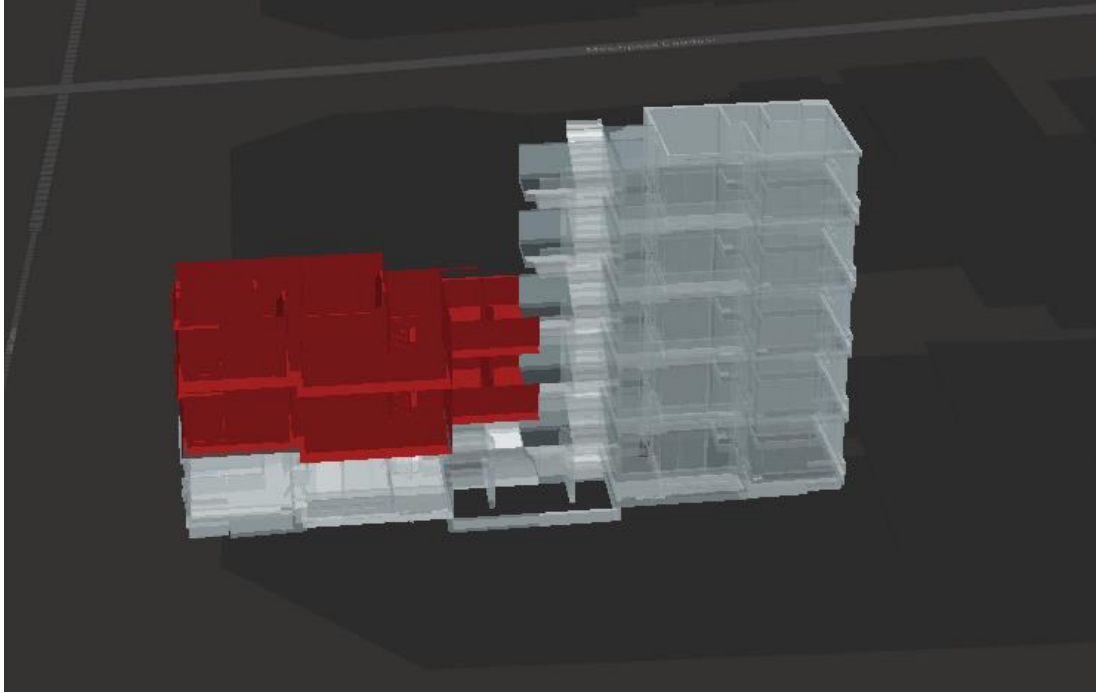
Şekil 3.26. 3B modelleri web haritası üzerine ekleyen kod bloğu

Çizim aşamasında bağımsız bölüm bazlı gruplanmış olan 3B bina modelleri içerisine eklenen ‘bagimsiz_bölüm_id’ özniteliklerinden dolayı daha anlamlı bir hale gelmiştir. Modellerin içine eklenmiş olan ‘bagimsiz_bölüm_id’ ile bu uygulama kapsamında oluşturulmuş olan MAKS web servisleri ile dinamik olarak etkileşim sağlanmıştır. Harita üzerinden herhangi bir bağımsız bölüme tıkladığına oluşturulmuş olan MAKS web servisleri ile ‘ID’ bazlı sorgulama yapılarak gerekli bütün bilgilerin web sayfası üzerinden görselleştirmesi yapılabilmektedir. Web sayfasından tıklanan bağımsız bölümün bilgisine dinamik olarak ekranın sağ tarafında açılıp kapanabilen panel içinde bağımsız bölüme ilişkin öznitelik bilgileri görülmektedir (Şekil 3.27).



Şekil 3.27. Bagımsız bölüm üzerinden öznitelik sorgularının panelde gösterilmesi

3B modeller üzerinden her bir bağımsız bölüm tekil olarak bir objeyi temsil ettiğinden her bağımsız bölümün rengi değiştirilebilmektedir. Ayrıca 3B modellerde her bir bağımsız bölümün web haritası üzerinde ki görünürlüğü kapatılıp açılabilir (Şekil 3.28).



Şekil 3.28. Görünürlüğü kapatılan bazı bağımsız bölümler

Web haritası üzerinden sol tarafta bulunan panel aracılığıyla 'ID' numarası bilinen bağımsız bölümün tıklanmasına gerek olmadan 'ID' numarası üzerinden sorgulama ve görselleştirme sağlanabilmektedir (Şekil 3.29). Ayrıca harita hangi konumda olursa olsun ilgili bağımsız bölüm sorgulandığında binanın bulunduğu koordinata göre harita dinamik olarak yaklaşmaktadır (Şekil 3.30).



Şekil 3.29. Bağımsız bölüm, kat ve oturan kişi sayısına göre sorgulama ekranı



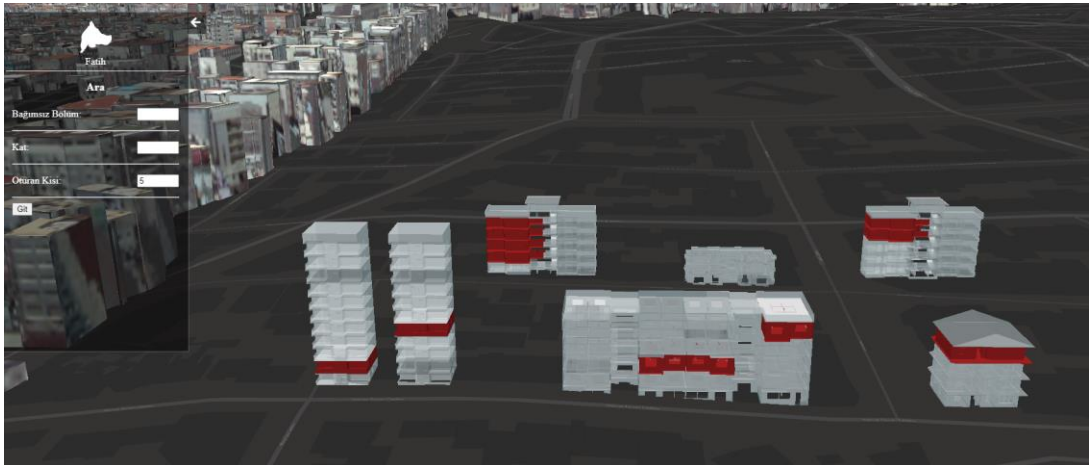
Şekil 3.30. Bağımsız bölüme göre sorgulama

Bağımsız bölüm bazlı olduğu şekliyle kat bazlı sorgulamalar ve uygulamalar da yapılabilmektedir. Sol tarafta bulunan arama ekranında modeller üzerinden istenilen kat bilgilerinin harita üzerinden görselleştirilmesi yapılabilmektedir (Şekil 3.31).



Şekil 3.31. Kat bazlı sorgulama ve görselleştirilmesi

MAKS web servisleri entegre çalışabilen 3B haritada bağımsız bölümler de oturan kişi sayına göre sorgulama yapılabilmektedir. Örneğin 5 kişinin yaşadığı bağımsız bölümlerin görülmesi istendiğinde MAKS web servislerinden gelen bilgilere göre modellerde görselleştirme sağlanabilmektedir (Şekil 3.32).



Şekil 3.32. Bağımsız bölümde oturan kişi sayısına göre sorgulama

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, akıllı şehirler kapsamında teknolojiyle bütünleşmiş 3B bina modellerinin CBS entegrasyonu ve 3B web haritası üzerinden dinamik bir şekilde web servisleriyle etkileşime girmesine yönelik bir iş akış diyagramı ve web haritası geliştirilmiştir. Ayrıca MAKS projesinin küçük bir kopyası geliştirilmiş ve 3B bina modelleri ile etkileşimi sağlanmıştır. Bu çalışmada açık kaynaklı yazılımlar ve ücretsiz akademik lisansa sahip yazılımlar tercih edilmiştir.

YBM süreçleri ile geliştirilen 3B bina modellerinin doğru parametreler ile dönüşümleri yapılarak CesiumJS web kütüphanesi üzerinden bağımsız bölüm bazlı görselleştirilmesi yeterli bir çözüm olmuştur.

Gelecek iyileştirme çalışmalarında YBM'nin yalnızca bağımsız bölüm bazlı değil 3B model üzerinde bulunan duvar, pencere, kapı vb. her bir parçanın web haritası üzerinde görselleştirilmesi ve analizleri yapılacaktır. Veri tabanlarıyla entegre edilmiş dinamik 3B web haritalarının geliştirilmesi akıllı şehirlerin geliştirilmesinde büyük önem arz etmektedir.

Ülkemizde 3B kent modellerin oluşturulmasında YBM'lerin kullanılabilirliğini ve CBS entegrasyonu sağlanabildiğinde yalnızca yapıların inşaat aşamasında değil aynı zamanda akıllı şehirlerin oluşmasında zaman, iş yükü ve maliyetlerde önemli ölçüde tasarruf yapılabilecektir.

KAYNAKLAR

- Akin, O., 2010. CAD/GIS Integration: Rationale and Challenges. In CAD and GIS Integration, edited by Hassan A Karimi and Burcu Akıncı, New York, NY: CRC Press.
- Altıntaş, Y. D., 2020. A method for Gis and Bim integration to support automated zoning code compliance checking, Yüksek Lisans Tezi, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, İzmir.
- Altun, S., 2021. Yapı Bilgi Modellemesinin uygulamada sağladığı kolaylıklar, İhtisas Akademi,
- Atabay, Ş. ve Öztürk, M.B., 2019. Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) Uygulama Planı Üzerine İnceleme, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 7, 2, 418-430.
- Biljecki, F., Stoter, J., Ledoux, H., Zlatanova, S. ve Çöltekin, A., 2015. Applications of 3D City Models: State of the Art Review. ISPRS International Journal of Geo-Information, 4, 4, 2842-2889.
- Büyükdemircioğlu, M., Kocaman, S. ve Işıkdag, Ü., 2018. 3 boyutlu şehir modeli oluşturma ve web tabanlı görselleştirme, VII. Uzal – CBS, Eskişehir, Bildiriler Kitabı, 689-694.
- Deng, Y., Cheng, J.C.P. ve Anumba, C., 2016. Mapping between BIM and GIS in different levels of detail using schema mediation and instance comparison, Automation in Construction, 67, 1-21.
- Donkers, S., 2013. Automatic Generation of CityGML LoD3 Building Models from IFC Models. Master's Thesis, Department of GIS Technology, TU Delft, Delft, The Netherlands.
- Donkers, S., Ledoux, H., Zhao, J. ve Stoter, J., 2016. Automatic conversion of IFC datasets to geometrically and semantically correct CityGML LOD3 buildings, Transactions in GIS, 547-569.
- El-Mekawy, M., 2010. Integrating BIM and GIS for 3D city modelling , Licentiate Thesis, Royal Institute of Technology, 10-60.
- Hanna, J. ve Premaratne, R., 2020. Integration of Building Information Modelling (BIM) and Geographic Information System (GIS) The GeoBIM Benchmark case study, Politecnico di Milano, Master Thesis.
- Isikdag, U., Underwood, J. ve Aouad, G., 2008. An investigation into the applicability of building information models in geospatial environment in support of site selection and fire response management processes, Advanced engineering informatics 22, 4, 504-519.

- Irizarry, J., Karan, E. P. ve Jalaei, F. 2013. Integrating BIM and GIS to improve the visual monitoring of construction supply chain management, *Automation in Construction*, 31, 241-254.
- Kapluhan. E., 2014. Coğrafi bilgi sistemlerinin coğrafya öğretiminde kullanımının önemi ve gerekliliği, *Marmara Coğrafya Dergisi*, 29, 34-59.
- Kolbe, T.H., 2009. Representing and Exchanging 3D City Models with CityGML. In *3D geo-information sciences*, Heidelberg, Germany, 15-31.
- Kopuz, B., 2015. İnşaat projelerinde etkin bir BIM uygulaması için katılımcılar arasındaki BIM protokollerinin incelenmesi ve değerlendirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul*.
- Kutzner, T.; Chaturvedi, K. ve Kolbe, T.H., 2020. CityGML 3.0: New functions open up new applications, *Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation Science*, 88, 43-61.
- Liu, X., Wang, X.Y., Wright, G., Cheng, J.C.P., Li, X. Ve Liu, R., 2017. A State-of-the-Art Review on the Integration of Building Information Modeling (BIM) and Geographic Information System (GIS), *International Journal of Geo-Information Science*, 6, 2, 53-56.
- Lu, G., Batty, M., Strobl, J., Lin, H., Zhu, A. X. ve Chen, M., 2018. Reflections and speculations on the progress in Geographic Information Systems (GIS): a geographic perspective, *International Journal of Geographical Information Science*, 346-352.
- Ma, Z. ve Ren, Y., 2017. Integrated Application of BIM and GIS: An Overview, *Procedia Engineering*, 196, 1072-1079.
- Ofluoğlu, S., 2014. Yapı Bilgi Modelleme: Gereksinim ve Birlikte Çalışılabilirlik, *Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi*.
- Ohori, K. A., Biljecki, F., Kumar, K., Ledoux. H. ve Stoter. J., 2018. Modeling Cities and Landscapes in 3D with CityGML, *Building Information Modeling*, 11, 199-211.
- Sağlam, A., Düzgün, H.S.B. ve Usul N., 2004. Çanakkale Savaşlarına Farklı Bir Yaklaşım: Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Gelibolu 1915, *Çanakkale Araştırmaları Türk Yıllığı - The Turkish Yearbook of Gallipoli Studies*, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Atatürk ve Çanakkale Savaşları Araştırma Merkezi, 117-125.
- Song, Y., Wang, X., Tan, Y., Wu, P., Sutrisna, M., Cheng, J. C., Hampson, K., 2017. Trends and opportunities of BIM-GIS integration in the architecture, engineering and construction industry: a review from a spatio-temporal statistical perspective. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6, 12, 397.

- Şale, B., 2020. Özgür yapı bilgi modelleme yazılımları arasında yaşanan entegrasyon sorunlarının incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Kültür Üniversitesi.
- Tekin H., 2017. Yapı Bilgi Modellemesi Sisteminin Türk İnşaat Sektörüne Uygulanması ve Adaptasyonunda Kritik Yol Haritasının Oluşturulması, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi.
- Tang, L., Li, L., Ying, S. ve Lei, Y., 2018. A full level-of-detail specification for 3D building models combining indoor and outdoor scenes, ISPRS International Journal of Geo-Information, 11, 419-422.
- Tosun. G., 2019. BIM-GIS Integration focused on indoor navigation: Automatic derivation of navigation network, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Tolmer, C-E., Castaing, C., Diab, Y. ve Morand, D., 2013. CityGML and IFC: goind further than LOD, Digital Heritage Conference, France, 125-128.
- Yu, S.C. ve Teo, T.A., 2016. The Generalization of BIM/IFC Model for Multi-Scale 3D GIS/CityGML Models, Computer Science, 25-32.
- Türkyılmaz, E., 2010. IFC Veri Modeline Dayalı Kavramsal Bir İşbirliği Ortamı, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Yomralıoğlu, T., 2000. Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar, Akademi Kitabevi, İstanbul.
- Wyszomirski, M. ve Gotlib, D., 2020. A Unified Database Solution to Process BIM and GIS Data. Applied Sciences, 23, 8518.
- Zhong, Y., Liu, R., 2021. Analysis of BIM and GIS integration: results from literature review and questionnaire, Master Thesis, Jönköping University, Sweden.
- Zhang, Z., 2018. Bim to Gis-based building model conversion in support of urban energy simulation, Master Thesis, Lund University, Department of Physical Geography and Ecosystem Science.
- Zhu, J., Wright, G., Wang, J. ve Wang, X., 2018. A Critical Review of the Integration of Geographic Information System and Building Information Modelling at the Data Level, International Journal of Geo-Information, 7, 2, 66.
- URL-1 < <https://www.researchgate.net/publication/331703029> , Erişim Tarihi, 14.06.2022
- URL-2 < <https://yazilim3d.com.tr/ifc-nedir/> , Erişim Tarihi, 14.06.2022
- URL-3 < <https://biblus.accasoftware.com/en/what-are-lod-and-loin-in-bim-and-what->

[are-they-for/](#) , Erişim Tarihi, 14.06.2022

URL-4 < <https://www.united-bim.com/bim-level-of-development-lod-100-200-300-350-400-500/> , Erişim Tarihi, 14.06.2022

URL-5 < <https://8luvomezzzsk.merlincdn.net/wp-content/uploads/2021/01/Fatih.pdf>
=> Erişim Tarihi: 14.06.2022

URL-6 < <https://safe-software.gitbooks.io/introduction-to-fme-desktop/content/1.getting-started/1.02.what-is-fme.html>, Erişim Tarihi: 14.06.2022

URL-7 < <https://cesium.com/learn/data-formats/>, Erişim Tarihi: 14.06.2022

URL-8 < <https://cbsakademi.ibb.istanbul/mekansal-adres-kayit-sistemi-maks-nedir/>=>, Erişim Tarihi: 07.06.2022.



EKLER

EK A. Kodlar

//Cesium sanal kürenin eklenmesi ve default bazı özelliklerinin kapatılması

```
const viewer = new Cesium.Viewer('cesiumContainer', {
  timeline: true,
  baseLayerPicker: false,
  animation: true,
  sceneModePicker: false,
  geocoder: false,
  infoBox: false,
  fullscreenButton: false,
  navigationHelpButton: false,
  shadow: false,
  selectionIndicator: false,
  homeButton: false,
  terrainProvider: cesiumTerrainProvider,
  imageryProvider: false,
});
$('.cesium-viewer-bottom').hide();
let scene = viewer.scene;
scene.shadows = false;
scene.skyBox.show = false;
viewer.resolutionScale = window.devicePixelRatio;
scene.globe.maximumScreenSpaceError = 1;
scene.postProcessStages.fxaa.enabled = false;
scene.sun.show = false;
scene.sunBloom = false;
scene.fog.enabled = false;
scene.fog.density = 0.001;
viewer.terrainShadows = false;
scene.shadowMap.enabled = false;
scene.globe.depthTestAgainstTerrain = true;
scene.globe.enableLighting = false;
scene.globe.showGroundAtmosphere = false;
scene.globe.showWaterEffect = false;
scene.skyAtmosphere.show = false;
scene.logarithmicDepthBuffer = true

//  <-- harita açılışında kamera konumunun ayarlanması ve zaman
//  tanımlamalarının tanımlanması -->

viewer.camera.setView({
  destination: Cesium.Cartesian3.fromDegrees(29.010314,
41.06950670, 100500.0),
});

let currentTime = Cesium.JulianDate.fromDate(new Date(2022, 4, 17,
17, 0 ,0));
viewer.clock.currentTime = currentTime;
```

```
// <-- Verilen koordinat değerine göre haritanın yönlenmesi -->
function flyToCoordinate(lon, lat, zoom) {
    viewer.camera.flyTo({
        destination: Cesium.Cartesian3.fromDegrees(lon, lat, zoom),

    });
}
```

```
// <-- Kamera koordinatların sıfırlanması -->
function resetCamera() {
    viewer.camera.flyTo({
        destination: Cesium.Cartesian3.fromDegrees(29.010314,
41.06950670, 100000.0),
    })
}
```

```
/ <-- Fatih ilçe sınırın belirtilmesi -->
function ilceSinir(url){
    viewer.dataSources.add(Cesium.GeoJsonDataSource.load(url, {
        stroke: Cesium.Color.CRIMSON.withAlpha(0.6),
        fill: Cesium.Color.BROWN.withAlpha(0.1),
        strokeWidth: 3,
    }));
}
```

```
/ <-- Fatih 3b Bina modellerin dosya yolunun tanınlanması-->
```

```
let fth_model = new Cesium.Cesium3DTileset({
    url: 'static/data/fatih_ifc/tileset.json',
});
```

```
/ <-- Harita üzerine tanımlanmış modellerin eklenmesi sağlayan
fonksiyon-->
```

```
function add_tileset() {
    let meshPrimitive = viewer.scene.primitives.add(fth_kaplamli);
    meshPrimitive.readyPromise.then(function(tileset) {
        let boundingSphere = tileset.boundingSphere;

        let cartographic =
Cesium.Cartographic.fromCartesian(boundingSphere.center);
        let surface =
```

```

Cesium.Cartesian3.fromRadians(cartographic.longitude,
cartographic.latitude, 0);
    let offset =
Cesium.Cartesian3.fromRadians(cartographic.longitude,
cartographic.latitude, 57);
    let translation = Cesium.Cartesian3.subtract(offset,
surface, new Cesium.Cartesian3());
    tileset.modelMatrix =
Cesium.Matrix4.fromTranslation(translation);
    });
}

/    <-- Model üzerinde tıklama fonksiyonlarında yapılması gereken
işlemler-->

let handler = new
Cesium.ScreenSpaceEventHandler(viewer.scene.canvas);

let rightBar = document.getElementById('rightBar')
let rightBarTitle = document.querySelector('.right-modal-title');
let body = document.querySelector('.right-modal-body');

handler.setInputAction(function(click) {
    let pickedObject = viewer.scene.pick(click.position);

    if(Cesium.defined(pickedObject) && (pickedObject instanceof
Cesium.Cesium3DTileFeature)) {
        let propertyNames = pickedObject.getPropertyNames();
        console.log(propertyNames)

        let bagimsiz_bolum_id =
pickedObject.getProperty('bagimsiz_bolum_id');
        rigtPanelOpen(bagimsiz_bolum_id)

    }

}, Cesium.ScreenSpaceEventType.LEFT_CLICK);

/    <-- 3b Model üzerinde tıklama işlemi sonrası modelin stil
değişimi-->

```

```

function style(id, query) {
    let floorId = '${bagimsiz_bolum_id}' + ` === ${id}`
    let query_ = '${' + query + '}'
    let result = query_ + ` === ${id}`

    fth_model.style = new Cesium.Cesium3DTileStyle({
        color : {
            conditions:[
                // ['${bagimsiz_bolum_id} ===
10011406', 'color("CORNFLOWERBLUE")'],
                [result, 'color("FIREBRICK")'],
                ['true', 'rgba(255,255,255,0.8)']
            ]
        }
    });
    scene.requestRender();
}

```



ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Selahattin ŞİŞMAN

EĞİTİM BİLGİLERİ (Kurum ve Yıl)

Lisans : Aksaray Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 2010-2014

Yüksek Lisans : Aksaray Üniversitesi, Harita Mühendisliği Anabilim Dalı, 2019 - 2022

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLERİ

1. İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Coğrafi Bilgi Sistemleri / CBS Yazılım Geliştiricisi 2016 –

TEZDEN ÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER

1. Şişman, S., Karataş. K., 2022, Yapı Bilgi Modellemesinin 3B Web Haritası Üzerinden Görselleştirilmesi, 7. uluslararası Erciyes bilimsel araştırmalar kongresi