



Türkiye Kadastro İle İlişkili Genel Amaçlı BIM Veri Tabanı Tasarımı : Türkiye Örneği

Tuğba ERASLANOĞLU^{1,*}, Mehmet ALKAN²

¹Özel Sektör, Ankara

²Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 34220 İstanbul

Özet

Günümüzde arazi yönetim sistemleri kadastro sistemleri için çok önemli bileşenlerdir. Ayrıca arazi idare sistemleri, tapu ve kadastro sistemlerini kullanarak birçok süreci desteklemenin temelini oluşturmaktadır. Öte yandan, Arazi İdaresi Temel Modeli (AİTM) arazinin kullanım süresi, değeri ve kullanımı hakkındaki bilgileri tasarlayıp belirleyebilir, kaydedebilir ve yayabilir. Tüm bu sistemler arazi tapu kayıtlarını (öznel veriler) ve kadastro haritalarını (konumsal veriler) kullanır. Ayrıca, bu sistemler bir arazi parçası, bina veya mülk ile ilişkili hakların, kısıtlamaların ve sorumlulukların (RRR) konumsal boyutunu yönetir.

Son yirmi yılda, hızlı kentleşme süreci kadastro sistemleri ve arazi idaresi üzerinde benzeri görülmemiş bir baskıya neden olmuştur. Bu sebeple binalarla birlikte arazi kullanımı dünya genelindeki şehirlerdeki tesisleri yönetmek kolay değildir. Sonuç olarak, kentsel yapı çevreler gittikçe konumsal olarak daha karmaşık hale gelmektedir. Dahası, 3B Kadastro ve Bina Bilgi Modeli ile ilgili şehir yönetimi için temel bileşenler haline hızla gelmektedir. Türk kadastro sisteminde, parsel nesnesine bağlı olarak hem yer üstü hem de yer altı mülkiyet ve mülkiyet hakları temsil edilmeli ve tescil edilmelidir. Tüm binalar ve fiziksel nesnelere kadastro veya kentsel parselle bağlıdır. Kanunen birden fazla parsel üzerinde bulunması mümkün değildir. Ancak bir parselde birden fazla bina olabilir. Kat mülkiyeti binalara bağlı olarak inşa edilmiştir. Her bir parsel ve her bir bağımsız bölüm için ayrı kayıtlar açılır. Ayrıca ana amaç olan parselle bağlı olarak bağımsız bölümler tescil edilmektedir. Bu bağlamda 3B modelleme ve Bina Bilgi Modeli (BIM) temsili açısından kadastro sistemi içerisindeki hukuki yapı doğrudan teknik detaylarla ilgilidir.

Bu çalışmanın temel amacı, Türkiye kadastro veri tabanı içindeki BIM modelinin tasarım öncülüğünü gerçekleştirmektir. 3B modeller arasında, Bina Bilgi Modellemesi (BIM) ortamı, mülk sınırlarının modellenmesi için potansiyel yetenekler sağlamıştır. Bu çalışmada, bir 3B BIM konumsal veri tabanı oluşturmak ve onu kadastro sistemiyle ilişkilendirmek çok önemli bir ilk katkı sağlamıştır. Sonuç olarak, bu çalışmada 3B BIM veri tabanı tasarımı anlatılmış ve tasarımlar kadastro sistemi ile ilişkilendirilerek UML diyagramları ile sunulmuştur. Ayrıca sistem, kadastro veri altyapısının Türkiye için 3 boyutlu gösterimi ile uyumlu olacak şekilde tasarlanmıştır. Yaşam döngüsündeki paydaşlar ve disiplinler arasında etkili 3B veri işbirliğinin, paylaşımının ve yeniden kullanımının mümkün olması beklenmektedir.

Anahtar Sözcükler: AİTM, BIM, 3B Kadastro, Veri Tabanı, Mülkiyet

Abstract

Today, land management systems are very important components for cadastral systems. In addition, land administration systems form the basis of supporting many processes using land registry and cadastre systems. On the other hand, the Land Administration Basic Model (AİTM) can design, determine, record and disseminate information about the tenure, value and use of the land. All these systems use land title records (attribute data) and cadastral maps (spatial data). In addition, these systems manage the spatial dimension of the rights, restrictions and responsibilities (RRR) associated with a piece of land, building or property.

In the last two decades, the rapid urbanisation process has put unprecedented pressure on cadastral systems and land administration. Therefore, land use with buildings is not easy to manage facilities in cities around the world. As a result, urban built environments are becoming more and more spatially complex. Moreover, 3D Cadastre and Building Information Model are rapidly becoming essential components for city management. In the Turkish cadastral system, both above-ground and underground property and property rights must be represented and registered, depending on the parcel object. All buildings and physical objects are attached to the cadastre or urban plot. It is not possible to exist on more than one parcel by law. However, there can be more than one building in a parcel. The condominium is built depending on the buildings. Separate records are opened for each parcel and each independent section. In addition, independent sections are registered depending on the parcel, which is the primary purpose. In this context, the legal structure within the cadastral system is directly related to the technical details in terms of 3D modelling and the Building Information Model (BIM) representation.

The main purpose of this study is to pioneer the design of the BIM model in the Turkish cadastral database. Among the 3D models, the Building Information Modeling (BIM) environment provided potential capabilities for modelling property boundaries. In this study, creating a 3D BIM spatial database and linking it with the cadastre system has made a significant first contribution. As a result, in this study, 3D BIM database design is explained, and the designs are associated with the cadastral system and presented with UML diagrams. In addition, the system has been designed to be compatible with the 3D representation of the cadastral data infrastructure for Turkey. It is expected that effective 3D data collaboration, sharing and reuse between stakeholders and disciplines in the lifecycle will be possible.

Keywords: LADM, BIM, 3D Cadastre, Database, Property

1. Giriş

Arazi idaresi arazi yönetimi politikalarının uygulanması sırasında, araziye ilişkin haklar, arazi değeri ve arazi kullanımı hususlarında tespitlerin yapılması, kaydedilmesi ve bu bilgilerin paylaşılması süreci” olarak tanımlanır (UN-ECE, 1996). Ülkelerin konumsal verilerini sistemleştirmek ve vergilendirmeye ihtiyacın artmasıyla popülerliği artan bir konu haline gelen arazi idaresinin bu tanımı daha sonra çokça tekrarlanmıştır (İnan, 2010). Geçmişten günümüze tarım kaynaklı başlayan arazi ölçmeleri ve arazinin yönetimi bugün pek çok sistemin geliştirilmesiyle farklı şekilde yönetilmektedir, ancak sistemler arası uyumsuzluklar ve eksiklikler mülkiyet ve arazi verisinin modellenmesine olanak sağlamamaktadır.

2000’li yılların başında Lemmen ve Van Oostrom (Van Oosterom ve Lemmen, 2002) tarafından dile getirilen uluslararası standart arazi idaresi modelleme yaklaşımları günümüzde “Arazi İdaresi Temel Modeli” adını alarak arazi verisinin standartlaştırılmasına olanak sağlayan arazi yönetimi sistemlerini ortaya çıkarmıştır (Van Oosterom ve Lemmen, 2002). Bu sistemler arazinin kullanım süresi, değeri ve kullanımı hakkındaki bilgileri tasarlayıp belirleyebilir, kaydedebilir ve yayabilir, ama yer altı ve yer üstünde parsel nesnesine bağlı olarak 3 boyutlu veriyi ve mülkiyet verisini bir arada sunamaz. Arazi idaresi sistemleri arazi tapu kayıtlarını (öznitelik verileri) ve kadastro haritalarını (konumsal veriler) kullanır. Ayrıca, bu sistemler bir arazi parçası, bina veya mülk ile ilişkili hakların, kısıtlamaların ve sorumlulukların (RRR) konumsal boyutunu yönetir (Alkan vd. 2020).

AİTM’nin hedefinde kadastral nesnelere sahip olduğu özellikler ve ilişkiler ile sahip olunan bu özellik ve ilişkilerin nesnelere nasıl ilişkilendirileceği, kadastral verinin yok olduğu veya güncellendiği zaman gibi verilerin tanımlanması vardır (Polat, 2017). AİTM kadastral veriye ait bu verilerin yanı sıra kişiler ile kişilerin taşınmazları arasındaki ilişkiyi mülkiyet hakları (Sahiplik, sınırlılıklar ve sorumluluklar) vasıtasıyla düzenleyen soyut ve kavramsal bir model sunar (Uitermark vd. 2010). Bu modelin geliştirilmesi sürecinde, dünya da ki mevcut kadastro sistemlerinin benzer özelliklerinin değerlendirilerek, Kadastro 2014 vizyonunun temel prensiplerine uygun şekilde ele alınması, ISO ve OGC standartlarının kullanılması ve mümkün olduğunca basit modelleme yaklaşımları ile oluşturulması hedeflenmiştir (Lemmen ve Van Oosterom, 2011).

Ülkemizdeki mülkiyet verisinin korunması ve düzenlenmesine gelindiğinde ise mülkiyet verisi TKGM tarafından arşivlenmekte, güncellenmekte ve sunulmaktadır. Ancak, Türk kadastro sisteminde, parsel nesnesine bağlı olarak hem yer üstü hem de yer altı mülkiyet ve mülkiyet hakları temsil edilmemektedir. Tüm binalar ve fiziksel nesnelere kadastro veya kentsel parselle bağlıdır. Kanunen birden fazla parsel üzerinde bulunması mümkün değildir. Ancak bir parselde birden fazla bina olabilir. Kat mülkiyeti binalara bağlı olarak inşa edilmiştir. Her bir parsel ve her bir bağımsız bölüm için ayrı kayıtlar açılır. Ayrıca ana amaç olan parselle bağlı olarak bağımsız bölümler tescil edilmektedir. Bu bağlamda 3B modelleme ve Bina Bilgi Modeli (BIM) temsili açısından kadastro sistemi içerisindeki hukuki yapı doğrudan teknik detaylarla ilgilidir.

Literatüre bakıldığında, AİTM tabanlı çalışmalar İnan (İnan, 2010), Özçelik (Özçelik, 2013) ve Polat (Polat, 2017) tarafından yapılmıştır. Ülkemiz için çok değerli olan bu çalışmalarda yer altı ve yer üstünde parsel nesnesine bağlı mülkiyet ve mülkiyet haklarının birlikte temsil edilmemesinden dolayı uluslararası literatürde bu temsile olanak sağlayacak sistemler incelenmiştir. Malikler ve üçüncü kişiler arasında mülkiyet verisinin paylaşılmasına olanak sağlayacak sistemlerin eksikliğini giderecek, gerek arazi satış işlemleri gerekse bağımsız bölüm satış işlemlerinde de kolaylık sağlayan dünya çapında daha çok üretim ve tesis yönetiminde tercih edilen IFC tabanlı BIM yapısı arazi verisi ile mülkiyet verisinin ilişkilendirilmesi ve görselleştirilmesi amacıyla kullanılan yeni bir konu olmuştur. BIM’in sağladığı kolaylıklar sayesinde tapu ve kadastrodaki 3 boyutlu bina verisi ve mülkiyet verisinin modellenmesi sağlanabilmektedir.

2. Uluslararası Standartlar ve Arazi Yönetimi İle İlişkisi

2.1 AİTM

Uluslararası literatürde Land Administration Domain Model (LADM) olarak geçen Arazi İdaresi Temel Modeli (AİTM) kavramsal bir model ve ISO TC211 içindeki ilk konumsal alan standartlarından biridir (Kalogianni vd. 2020). AİTM, ISO 211 numaralı teknik komite tarafından coğrafi bilgiyi, ülke ve ülkelerdeki, yerel ve bölgesel tüm kayıt ve işlemleri standartlaştırmak için tasarlanmıştır. Tapu sicili ve kastroyu geniş anlamda kapsayan standartlaştırılmış bir AİTM, en az iki önemli hedefe hizmet etmektedir. Bu hedefler aşağıda maddeler halinde verilmiştir. (ISO, 2012).

- Model odaklı bir mimariye dayalı, verimli ve etkin kadastro sistemi geliştirme için genişletilebilir bir temel sağlamak, aynı işlevselliği tekrar tekrar keşfetmek ve tekrar uygulamaktan kaçınmak,
- Modelin belirlediği ortak bir standarda dayalı olarak, hem bir ülke içinde hem de farklı ülkeler arasındaki ilgili tarafların iletişim kurmasını sağlamak (ISO, 2012).

- AİTM, bilgi sistemleri arasında birlikte çalışabilirliği artıran standartlaştırılmış terminoloji destekler ve kullanıcı ihtiyaçlarına bağlıdır. Bu standart, arazi idaresinin aşamalı gelişimini destekleyebilir ve potansiyel olarak kurumlar arası verilerin birlikte çalışabilirliğini desteklemek için kullanılabilir (Kalogianni vd. 2020). Örnek olarak tapu müdürlükleri ve kadastro müdürlükleri arasındaki koordinasyon verilebilir.

Birçok ülke, AİTM'nin arazi yönetimindeki yerel ihtiyaçlarına göre kabul edilmesini ve uygulanmasını dikkate almış ve Avrupa'da, INSPIRE ile uyumluluğu kanıtlamak için konumsal bilgi altyapısında AİTM uygulanmıştır.

AİTM'nin karşıladığı taleplere gelindiğinde ise bu talepler aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- Tüm dünyadaki arazi idarelerinin ortak yönleri ile açık bir ilişki içindedir.
- Kadastro 2014'ün kavramsal çerçevesine dayanmaktadır.
- ISO ve OGC standartlarına uyabilmektedir (ISO, 2012).

AİTM, üç temel paket ve iki alt paket içeren soyut ve kavramsal bir şemadan oluşur. AİTM'ye ait üç temel paket aşağıda maddeler halinde verilmiştir (Lemmen vd. 2015).

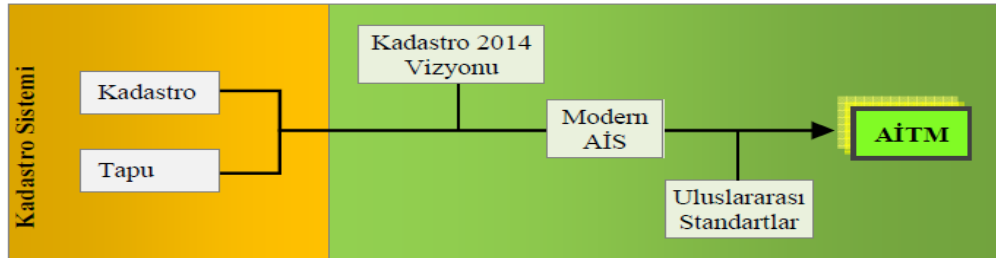
- Taraflar (Party),
- İdari birim: haklar, sorumluluklar ve kısıtlamalar (Administrative) ve
- Konumsal Birim (Spatial Unit)

AİTM'nin amaçları aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- Arazi yönetimi alanındaki standart kavramları tanıtarak ülkeler arasında iletişimi geliştirmek,
- Kadastral sistemler veya Arazi Bilgi Sistemleri arasında birlikte çalışabilirliği sağlamaktır.

Böylece yerel, ulusal ve uluslararası kuruluşlar ile bilgi toplumu arasında arazi bilgi alışverişi sağlanmış olur (Lemmen vd. 2015).

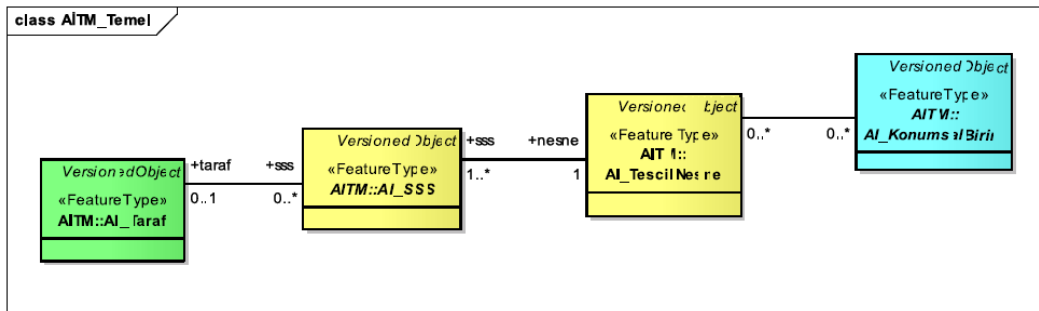
AİTM, benzer çalışmaların tekrarlanmasını engelleyerek geliştirilen modele dayalı olarak AİS'lerin etkin bir şekilde gelişebilmelerine katkı sağlamaktır. Bunun yanında bir diğer amacı ise aynı veya farklı ülkelerde AİS tasarımı ve geliştirilmesi üzerinde çalışanların, modelin gerektirdiği ortak standartları kullanmalarını sağlamaktır. Modelin geliştirilmesi esnasında, tüm dünyadaki AİS'lerin ortak yanlarının değerlendirilmesi, Kadastro 2014 ve Kadastro 2034 vizyonlarının temel prensiplerine uyulması, ISO ve OGC standartlarının kullanılması ve aynı zamanda modelin mümkün olduğunca basit olması hususlarına da dikkat edilmektedir. AİTM'nin gelişim süreci ve genel yapısı şekil 2.1'de özetlenmiştir.



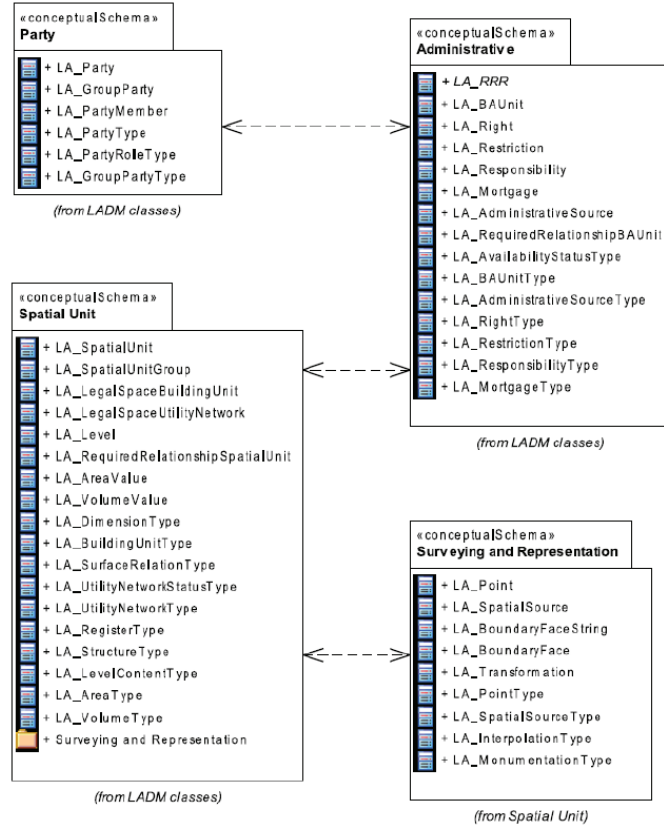
Şekil 2.1 AİTM Gelişim Süreci ve Genel Yapısı (İnan, 2010)

2.1.1 AİTM Temel Bileşenleri

AİTM, taraflar, sahiplik-sınırlamalar-sorumluluklar (SSS), tescil nesne ve konumsal birim olmak üzere dört temel sınıftan oluşmaktadır. Bu sınıflar şekil 2.2'de görüldüğü gibidir. Ayrıca bu sınıflar alt paketlere ayrılmaktadır ve şekil 2.3'te paketlerin içeriği görülmektedir. AİTM'nin dört temel sınıf ise aşağıdaki bölümlerde anlatılmaktadır.



Şekil 2.2 AİTM ana yapısını temsil eden sınıflar (ISO, 2012)



Şekil 2.3 AİTM Paketleri (ISO, 2012)

AI_Taraf Sınıfı şekil 2.3'teki LA_Party sınıfını ifade etmektedir. AİTM'de gerçek kişiler, tüzel kişiler ve tüzel kişiliği bulunmayan ve üyelerden oluşan grupların temsili mümkün olmaktadır. AI_Taraf sınıfı, tarafların/kişilerin temsil edildiği temel sınıftır (Polat, 2017). AI_SSS Sınıfı şekil 2.3'teki LA_RRR sınıfını ifade etmektedir. AİTM'de tescil edilen nesnelere ilişkin sahiplik, sınırlama ve sorumluluklar AI_SSS soyut temel sınıfı ile temsil edilmektedir. AI_Sahiplik, AI_Sınırlama ve AI_Sorumluluk sınıfları AI_SSS sınıfının alt sınıflarıdır. Bu sınıflar temel soyut sınıftan kalıtsal olarak aktarılan ortak özellikleri haricinde, her birinin sahip olduğu tür özneliği ile hak (sahipliği), sınırlama ve sorumluluk türlerinin temsili sağlanabilmektedir (Polat, 2017). AI_TescilNesne Sınıfı şekil 2.3'teki LA_BAUnit sınıfını ifade etmektedir. AİTM tasarımında idari veri olarak kayıt edilen konumsal veriler AI_TescilNesne sınıfı tarafından temsil edilmektedir. Bu sınıf, AI_KonumsalBirim sınıfı tarafından temsil edilen konumsal nesnelere, homojen hak (sahipliği), sınırlama ve sorumluluğa konu olanların, gerekiyorsa gruplandırılarak idari veri olarak kaydedilmesini sağlar (Polat, 2017). AI_KonumsalBirim sınıfı şekil 2.3'teki LA_SpatialUnit sınıfını ifade etmektedir. AİTM bünyesinde, konumsal verilerin temsil edilmesine imkân veren temel sınıf AI_KonumsalBirim soyut sınıfıdır. Bu sınıfın sahip olduğu en önemli özelliklerden biri 2 boyutlu (2B), 3 boyutlu (3B) ve her ikisi arasındaki (2,5B) nesne tanımlamalarını temsil edebilme kabiliyetidir (Polat, 2017).

2.2 BIM

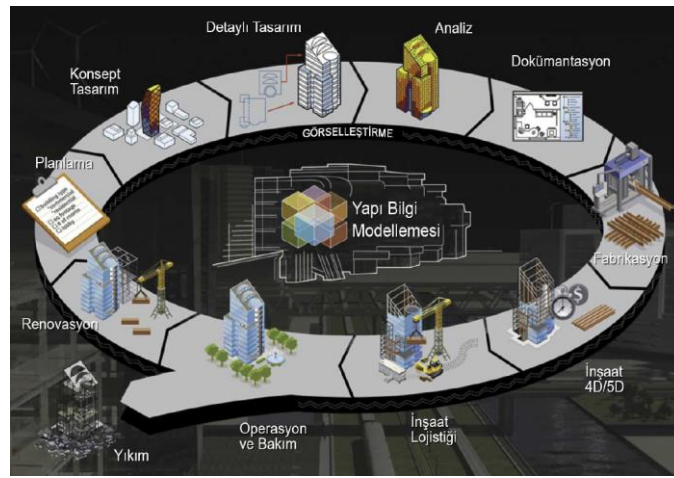
Uluslararası literatürde “Building Information Modelling (BIM)” olarak geçen “Bina Bilgi Modellemesi” daha çok endüstriyel tesis inşaatında kullanılmakla birlikte temelde 3B bina verisini modellemek amacıyla ortaya çıkmış bir alandır. BIM planlama, projelendirme ve inşa etme süreçlerinin birbiriyle entegre olarak çalışmasını ve olası eksiklikleri görme ve ileriye dönük müdahale imkânı sağlayan veri modelleme yaklaşımıdır.

BIM kavramı ilk olarak 1970'lerde Georgia Teknoloji Enstitüsü'nde Profesör Chuck Eastman tarafından önerilmiştir. BIM, geometri, fizik ve kurallar gibi zengin konumsal ve anlamsal bilgileri içeren üç boyutlu bir modeldir. Mühendislik yaşam döngüsünün tasarımı, üretimi ve yönetimi sürecinde profesyonel yardım sağlamak için inşaat, makine, imalat ve diğer alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Ying vd. 2019).

Mimarlar, inşaat, makine ve elektrik mühendisleri ve inşaatçılar gibi binaların üretilmesi sürecinde görev alan çok sayıda meslek disiplini elemanı vardır. Her bir meslek disiplini yer alan personel kendi BIM ürününü oluşturabilir ve kullanabilir (Atazadeh, 2017). BIM sürecinde yer alan bu aktörler veriyi BIM ortamında birleştirebilir ve eksiksiz olarak oluşturulan BIM daha sonra malikler veya tesis yöneticileri tarafından inşaat sonrası dönemde binanın işletilmesi ve bakımı amacıyla kullanılabilir.

BIM standart veri formatı IFC dir. Bu standart bina verisinin farklı projeler arasında ya da bir mühendislik projesinin yaşam döngüsü boyunca ihtiyaç duyulan verinin değişimi ve paylaşımı için bilgisayarların başa çıkabildiği değişim ve temsil standardıdır. Açık bir BIM veri modeli olan IFC, bir binanın tüm yaşam döngüsünü tanımlayan fiziksel varlıkları içererek BIM verilerini standartlaştırmak ve bina modeli verilerinin iletişimini ve birlikte çalışabilirliğini sağlamak için tasarlanmış genel bir modeldir (Ying vd. 2019). Bina ve BIM'in yaşam döngüsü şekil 2.4'deki gibidir. Ayrıca, BIM günümüzde yapıların 3B fiziksel boyutlarını yönetmek için dünya çapında birçok ülke tarafından benimsenmiştir (Barzegar vd. 2020).

Hollanda Bina Bilgi Konseyi (BIR) ve Hollanda BIM Geçidi (BIMLoket) ise BIM'i hem tüm tesisleri dahil olmak üzere bir binanın nasıl tasarlandığını, inşa sürecin nasıl yürütüldüğünü ve nasıl tamamlandığını gösteren dijital bir temsil olarak hem de tek başına ve ortaklık yoluyla bağımsız ve diğer taraflarla iş birliği içinde olunacak bir platform olarak tanımlamıştır. BIM'in bu iki yönü, "inşaatta kullanılan farklı bilgilerin sayısız dizisini tek bir ortama getirmek" amacıyla endüstri tarafından geliştirilmiştir. BIM uygulanmasıyla, birçok kağıt tabanlı dokümana olan ihtiyaç ortadan kalkar ve dijital dokümanlarla süreç yürütülür (Oldfield vd. 2017). Ayrıca BIM taraflar arasındaki iletişimi geliştirmek için kullanılır. Doğru kullanıldığında herkes tarafından anlaşılabilir kaliteli bilgi, ihtiyaç duyulduğunda tüm taraflara hizmet edecek şekilde kayıt altında tutulmuş olur. Bu sayede inşaat süreci sorunsuz ilerler. Ek olarak BIM dünyası, Bentley veya Autodesk tarafından üretilen ürünler ve buildingSMART tarafından temsil edilen açık BIM gibi tescilli BIM ürünleriyle tüm sanayiye hizmet eder (Oldfield vd. 2017).



Şekil 2.4 Bina ve BIM Yaşam Döngüsü (Bahadur, 2018)

BIM de olması gereken temel özelliklere gelindiğinde; nesne yönelimli olma, bilgi zenginliği içerme, çok boyutluluk, ilişki ve genişletilebilirlik temel esaslardır. Bu özellikler aşağıda sırasıyla açıklanmıştır.

- Nesne yönelimli olması; BIM modellerinde depolanan verilerin nesneye yönelik veri yapılarına dayanmasıyla ilgilidir. Bu veri yapıları, farklı uygulamalar için BIM modellerini sorgulama ve analiz etme yeteneği sağlar.
- Bilgi zenginliği; BIM modelleri, çok çeşitli yapı öğeleri hakkında hem uzamsal hem de anlamsal bilgiler içeren zengin bir veri havuzu içermesiyle ilgilidir.
- Çok boyutluluk; BIM modelleri, bina bileşenlerinin yalnızca üç boyutlu 3B görselleştirmesini içermez, aynı zamanda bir binanın ömrü boyunca zaman ve maliyet gibi diğer boyutları da yönetmesidir.
- Bağlantı; çevreleme ve hiyerarşik ilişkiler gibi yapı öğeleri arasındaki çok çeşitli ilişkilerin BIM modelleri tarafından desteklenebilir olmasıdır.
- Genişletilebilirlik; Açık IFC standardı ve yaygın BIM oluşturma araçlarının herhangi bir etki alanında gerekli bilgileri yönetmek için BIM modellerini BIM modelinde bulunmayan ek veri öğeleriyle zenginleştirmek için genişletme imkânı bulmasıdır (Atazadeh, 2017).

2.3 BIM'in Arazi Yönetimindeki Yeri

Arazi yönetimi ve üç boyutlu kadastro açısından BIM, zengin konumsal ve anlamsal bilgileriyle konut sahiplerinin ilgili yasal haklarını üç boyutlu uzayda sunabilen bir modelleme yaklaşımıdır. Şehirlerin üç boyutlu gelişimine ve yönetimine büyük katkı sağlayarak pek çok aktör meslek disiplini tarafından ilgi görmüştür. BIM kullanılarak arazi yönetimi üzerine yapılan en eski araştırma, 2006 yılında Clemen ve Grundig tarafından önerilmiştir (Clemen ve Grundig, 2006).

Clemen ve Grundig, BIM bir iç mekân kadastro olarak değerlendirmiş ve IFC'nin planlama, inşaat ve yönetim sürecinde yer alan tüm aktörlerin ortak bir veri havuzunda 3B yapı bilgi modeli sağladığını ve bunun iç mekân kadastrounu tamamlamaya imkân tanıdığını belirtmişlerdir. AEC Dünyası olarak kısaltılan mimarlık, mühendislik ve

inşaat dünyası temelde işe başlamak için jeodezik verinin üzerine kurulsun da projenin devam eden aşamalarında oluşturulan yapının jeodezik veri ile ilişkilendirilmediği ve AEC ve CBS arasında bir bağlantı kurulmadığı belirtilmiştir (Clemen ve Gründig, 2006). Bir anlamda iç mekân kadastro olarak BIM'i sürece dahil etmek gerektiği ve GIS ile AEC arasında bir topolojik ilişki kurulması zorunluluğunu ortaya koymuşlardır. Avustralya Melbourne üniversitesi arazi yönetimi ve veri altyapısı bölümünden Atazadeh ve arkadaşları da BIM'in arazi yönetiminde kullanılmasına yönelik ilk çalışmaları ortaya koymuşlardır.

BIM tabanlı bir yaklaşım, çok boyutlu arazi idaresinde gerekli olan 3B yasal verileri yönetmek için faydalı bir yaklaşım olarak düşünülmektedir. Özelliklerin 3B veri yönetiminde BIM kullanımını desteklemenin birkaç nedeni vardır. İlk olarak, bir bina alt bölümlenme sürecinin tasarım aşamasında, 2B CAD dosyaları harita mühendisleri tarafından oluşturulur ve ardından mimarlar bu 2B CAD verisine bağlı olarak bina tasarımı için alt bölüm planları ve tasarımlar oluştururlar. Ayrıca, BIM'e dayalı 3B bina verileri günümüzde mimarlar tarafından sıkça kullanılan bir uygulamadır. Gelecekte arazi araştırmacılarının mülkiyeti alt bölümlere ayırmak amacıyla mimarlar tarafından üretilen 3B BIM modellerini kullanmaları daha olasıdır (Ying vd. 2019, Atazadeh 2017, Rajabifard vd. 2019). Gelişen arazi politikaları ve 3B kadastroya geçiş ülkemizde mimari projeler sayısallaştırılarak oluşturulmaktadır. Bu süreç tamamlandıktan sonra BIM'in uygulanmasıyla BIM'den gelen veri arazi yönetimi çalışmalarına entegre edilebilecektir.

Çeşitli BIM çevreleri, ölçülen ve gözlemlenen verilere dayalı olarak iç mekân kadastro bilgilerini yönetmeyi önerdiler ve farklı varlık türlerini IFC dosyalarına aktardılar. Ancak, IFC modelinde kadastro bilgilerini yönetmek için bir veri modeli sağlamadılar. Atazadeh ve arkadaşları, IFC standardının çeşitli kadastro yasal bilgilerini kapsayacak şekilde nasıl genişletileceğini araştırarak, genişletilmiş IFC standardının geçerliliğini doğrulamak için kadastro varlıklarını kullanmıştır (Ying vd. 2019).

3. Genel Amaçlı Türkiye'ye Yönelik BIM Veri Tabanı Tasarımı

3.1. Gereksinim Analizi

Gereksinim analizi, bir veri tabanı oluşturma işleminde ilk aşamadır. Bu aşamada veri tabanının oluşturulma amacı ve gerçekleştirilmek istenen uygulama ve analizlere göre veri tabanında hangi verilerin bulunması gerektiğine karar verilir (Alkan, 2005).

Bu çalışmada oluşturulan veri tabanı bilgileri, Bina Bilgi Modeli ve 3B kadastro ilişkisi bağlamında kullanılacak veriler tespit edilmiştir. BIM Veri Modeli için gereksinim analizi yapılmış ve sonuçlar aşağıda tablo 3.1'de açıklanmıştır.

Tablo 3.1 BIM Veri Modeli İçin Gerekli Veriler

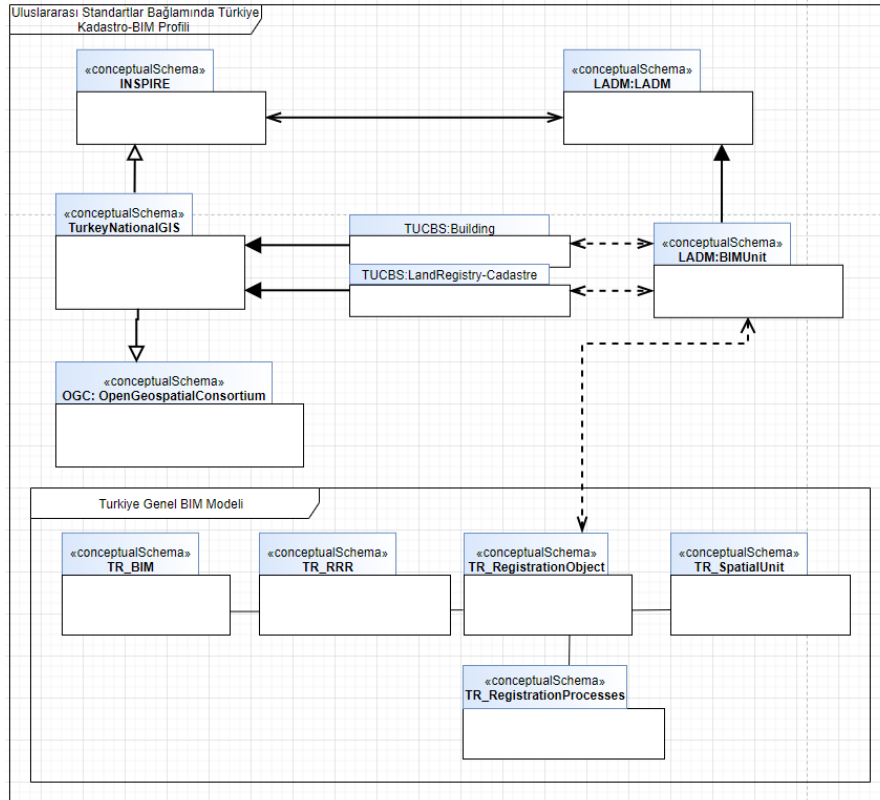
Veri Tabanında Edilecek Veri	Temsil	Açıklaması	Veri Tipi
Parsel ID		Parselin tek anlamlı anahtar değeri	Sayı
İl		Parselin bağlı bulunduğu il	Text
İlçe		Parselin bağlı bulunduğu ilçe	Text
Mah./Köy		Parselin bağlı bulunduğu il mahalle ya da köy	Text
Pafta_No		Parselin pafta numarası	Integer
Ada_No		Parselin ada numarası	Integer
Parsel_No		Parselin numarası	Integer
Alanı		Parseli alanı	Integer
Cinsi		Parselin cinsi	Text
Kayıt Tarihi		Parseli veri tabanına kayıt tarihi	Tarih/Sayı
TC No		Maliğin TC no	Integer
Adı		Maliğin adı	Text
Soyadı		Maliğin soyadı	Text
Baba Adı		Maliğin baba adı	Text
Adres		Maliğin adresi	Text
Telefon		Maliğin telefonu	Text
Bina ID		Binanın tek anlamlı anahtar değeri	Integer
Yapı Cinsi		Binanın cinsi	Text
BB Sayısı		Binadaki bağımsız bölüm sayısı	Integer
KayıtZamanı		Binanın sisteme kayıt tarihi	Integer
TerkinZamanı		Binanın sistemden yıkılma tarihi	Integer
Kat Sayısı		Binadaki kat sayısı	Integer

Binanın oturma alanı	Binanın (y,x) zeminde kapladığı alan	Integer
BB ID	Bağımsız Bölüm tek anlamlı anahtar değeri	Integer
Kat Numarası	Hangi katta yer aldığı	Text
Bağımsız Bölüm Numarası	Kat Mülkiyeti projesindeki Bağımsız Bölüm Numarası	Integer
Proje Tarihi	Kat Mülkiyeti projesindeki tarih	Integer
Kullanım Şekli (Cinsi)	Bağımsız Bölümün kullanım şekli	Text
Alanı	Kat Mülkiyeti projesindeki alan değeri	Integer
BIM 3B Temsili	BIM veri modeli temsil ve geometrisi	Text

3.2. Veri Tabanı Tasarımları

Bu çalışmada kavramsal veri modeli tasarımının gerçekleştirilmesinde UML sınıf diyagramları seçilmiştir. Unified Modelling Language (UML) (Birleşik Modelleme Dili) diyagramları yazılım sistemlerinin olgularını tanımlamak, görselleştirmek, oluşturmak ve dokümanete etmek için kullanılan standartlaştırılmış bir dildir. UML nesne tabanlı tasarımlar için ön plana çıkmakta ve nesne yönelimli tasarım çalışmaları için UML, büyük ve karmaşık sistemlerin modellenmesinde grafik gösterimler sunmaktadır (URL-1 2015, Page-Jones 2002, Egenhofer ve Frank 1992). Bu bağlamda, gereksinim analizi sonuçlarına göre tasarlanacak UML diyagramlarına ait tasarlanan UML diyagramları aşağıda verilmiştir. Ayrıca UML diyagramları da şekilsel olarak verilmiştir.

Kadastro standartlarını yönetmek için arazi yönetimi disiplini aktif rol, ilki tümü, uygun veri değeri seçilmelidir. Ayrıca veri türlerinin belirlenmesi ve özellikleri ve anlaşılır bir modelleme seçmek önemlidir. En ilişkili uluslararası standart ülke profiline göre geliştirilmesi gerekmektedir. Birçok ülke kadastro sistemlerini uygulamaya koymuş ve modellemiştir (Aien vd. 2013, Aien 2013, Guo vd. 2013 Herdlevær 2018, Stuedler 2014, Van Oostrerom 2018). Bunun üzerinden 3B kadastro modeli ile ilişki bir BIM veri modelinin ortaya koyulması gerekmektedir. Bu bağlamda uluslararası standartlar ile ilişkilendirmek de büyük önem arz etmektedir. INSPIRE, LADM bağlamında gerek kadastro gerekse Bina veri modelinin genel amaçlı tasarımları bu çalışmada şekil 3.1 ve şekil 3.2 de verilmiştir.



Şekil 3.1 BIM Genel VT Şeması

4. Sonuçlar ve Öneriler

Arazi yönetimi sistemleri ve arazi yönetimine katkısı bulunan tüm veriler günümüz dünyasında sürdürülebilirliğin sağlanması için önemli etmenlerdir. Pek çok ülke kendi ihtiyaçlarına cevap verecek arazi yönetimi yaklaşımları belirlerken Türkiye’de bu ihtiyacı analiz etmiş ve arazi yönetimine hizmet edecek kendi özel kadastro yapısını kurmuştur. Bu sistemler geliştirilen gerek uluslararası çalışmalar gerekse geliştirilmiş uluslararası standartlardan faydalanma ihtiyacını ortaya çıkarmıştır.

AİTM’nin arazi yönetimi için uluslararası bir standart olarak ortaya çıkışından sonra AİTM arazi yönetimi sistemleri için doğru bir yaklaşım olması ve tüm ihtiyaçları hitap etmesi bu standartın Türk kadastro sisteminde de uygulanabileceğini ortaya koymuştur. AİTM ile hem konumsal veriler (kadastral haritalar) hem de bir arazi parçası, bina ve mülk ile ilişkili haklar, kısıtlamalar ve sorumlulukların (RRR) konumsal boyutunun yönetilmesine olanak sağlanır. Ayrıca, mülkiyetin sınırlarının belirlenmesinde ve modellenmesine olanak sağlayan daha çok üretim ve inşaa süreçlerinde tercih edilmeye başlanan BIM sayesinde kadastral haritalar ve bina objesi arasındaki ilişkiyi sağlayacak hem 3B uzayda kadastral haritalar ile mülkiyete ilişkin haklar, kısıtlamalar ve sorumluluklar (RRR) hem de bina verisinin sınırları birlikte sunulabilmektedir.

Yapılan bu çalışmada ilk olarak Türkiye kadastro sisteminin mevcut durumu, uluslararası yaklaşımlar ve literatürdeki katkılar açıklanmıştır. İkinci olarak, uluslararası standartlaştırma çalışmalarından biri olan LADM ve bina inşaa sürecinde tercih edilen BIM dünyası ve BIM’in arazi yönetimine katkıları açıklanmıştır. Şüphesiz BIM tabanlı bir yaklaşımın çok boyutlu arazi idaresinde gerekli olan 3B yasal verileri yönetmek için katkıları tartışılmıştır. Daha sonra, Türk kadastro sistemine yönelik ihtiyaç analizi belirlenerek Türkiye ölçeğinde arazi yönetimi için BIM veri tabanı oluşturularak UML şemaları ile gösterilmiştir.

Sonuç olarak, 3B kadastral verisinin sunumu uluslararası standartlardan biri olan BIM ile birlikte geliştirilebilir. Oluşturulan bu çalışma Türkiye için 3B gösterim ile uyumlu olacak şekilde tasarlanmıştır. Mevcut kadastro sistemi ve LADM yaklaşımı ile entegre edilebilecek kabiliyettir. Geliştirilen bu modelin yaşam döngüsündeki paydaşlar ve disiplinler arasında etkili 3B veri iş birliğinin, paylaşımının ve yeniden kullanımının mümkün olacağına inanılmaktadır.

Kaynaklar

- Aien A. (2013) *3D cadastral data modelling*. Doktora Tezi, Melbourne University, Victoria, Australia.
- Aien A., Kalantari M., Rajabifard A., Williamson I., Wallace J. (2013) Towards integration of 3D legal and physical objects in cadastral data models. *Land Use Policy*, 140-154.
- Alkan M., Gürsoy Sürmeneli H., Polat Z. (2020) Design and development 3D RRR model for Turkish cadastral system using international standards. *Survey Review*.
- Alkan M. (2005) *Tapu ve Kadastro Verilerine Yönelik Zamansal Coğrafi Bilgi Sistemi Tasarımı*. Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Atazadeh B. (2017) *Building Information Modelling for Urban Land Administration*. Doktora Tezi, Melbourne University, Victoria, Australia.
- Bahadır İ. (2018) *Yapı Bilgi Modellemesi Uygulama Planının Yapı Bilgi Modellemesi Yazılımı Kullanılabilirliğine Etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Barzegar M., Rajabifard A., Kalantari M., Atazadeh B. (2020) 3D BIM- enabled spatial query for retrieving property boundaries: a case study in Victoria, Australia. *International Journal Of Geographical Information Science*, 34(2), 251-271.
- Clemen C., Gründig L. (2006) The Industry Foundation Classes (IFC) – Ready for Indoor Cadastre? *XXIII FIG Congress*. Münih, Almanya.
- Egenhofer M., Frank A. (1992) Object-Oriented Modeling for GIS. *URISA Journal*, 2, 3-19.
- Guo R., Li L., Ying S., Luo P., He B., Jiang R. (2013) Developing a 3D cadastre for the administration of urban land use: A case study of Shenzhen, China. *Computers, environment and urban systems*, 40, 46-55.
- Herdlevær H. (2018) *Cadastral template*. Norwegian Mapping and Cadaster Authority Director Cadastral Department.
- İnan H. (2010) *Arazi İdare Sisteminin Tarım Bileşeni Olarak Konumsal Veri Modeli Geliştirilmesi*. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- ISO. (2012) *Geographic Information–Land Administration Domain Model (LADM)*. Geneva, Switzerland.
- Kalogianni E., Van Oosterom P., Dimopoulou E., Lemmen C. (2020) 3D Land Administration: A Review and a Future Vision in the Context of the Spatial Development Lifecycle. *International Journal of Geo-Information*.
- Lemmen C., Van Oosterom P. (2011) ISO 19152 – The Land Administration Domain Model. *Proceedings International Conference Land Policies in East Africa* (s. 1-17). Kampala, Uganda: Makerere University.
- Lemmen C., Van Oosterom P., Bennett R. (2015) The Land Administration Domain Model. *Land Use Policy*, 49, 535-545.
- Oldfield J., Oostrom P., Beetz J., Krijnen T. (2017) Working with Open BIM Standards to Source Legal Spaces for a 3D Cadastre. *isprs-International Journal Of Geo-Information*.
- Özçelik A. (2013) *Özel Tarım Ürünü Arazilerine Yönelik Konumsal Veri Modeli Geliştirilmesi : Çay Tarımı Örneği*. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Page-Jones M. (2002) *Fundamentals of Object-Oriented Design in UML*. New York, ABD: Addison-Wesley, Dorset House Publishing.

- Polat Z. (2017) *Arazi Yönetiminin Tapu ve Kadastro İşlemlerine Yönelik Harici Veri Modeli Tasarımı ve Uygulaması*. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Rajabifard A., Atazadeh B., Kalantari M. (2019). *BIM and Urban Land Administration*. CRC Press Taylor & Francis Group .
- Stuedler D. (2014) *CADASTRE 2014 and beyond*.
- Uitermark H., Van Oosterom P., Zevenbergen J., Lemmen C. (2010). From LADM/STDM to a Spatially Enabled Society: a Vision for 2025. *The World Bank Annual Bank Conference On Land Policy And Administration* . Washington D.C, ABD.
- UN-ECE. (1996) *Land Administration Guidelines – With Special Reference to Countries in Transition* . New York.
- URL-1. (2015) UML Nedir. <https://tr.wikipedia.org/wiki/UML> [Erişim tarihi: 11 Nisan 2021].
- Van Oosterom P., Lemmen C. (2002) Towards a standard for the cadastral domain: proposal to establish a core cadastral data model. *Proceedings of the 3rd workshop and 4th MC meeting of the COST G9 action*. Delft, The Netherlands.
- Van Oosterom, P. (2018) *Best practices 3D cadastres – extended version*. Copenhagen, Denmark: International Federation of Surveyors (FIG).
- Ying S., Xu Y., Li C., Guo R., Li L. (2019) Easement spatialization with two cases based on BIM. Kuala Lumpur, Malaysia: 8th International FIG workshop on the Land Administration Domain Model.