

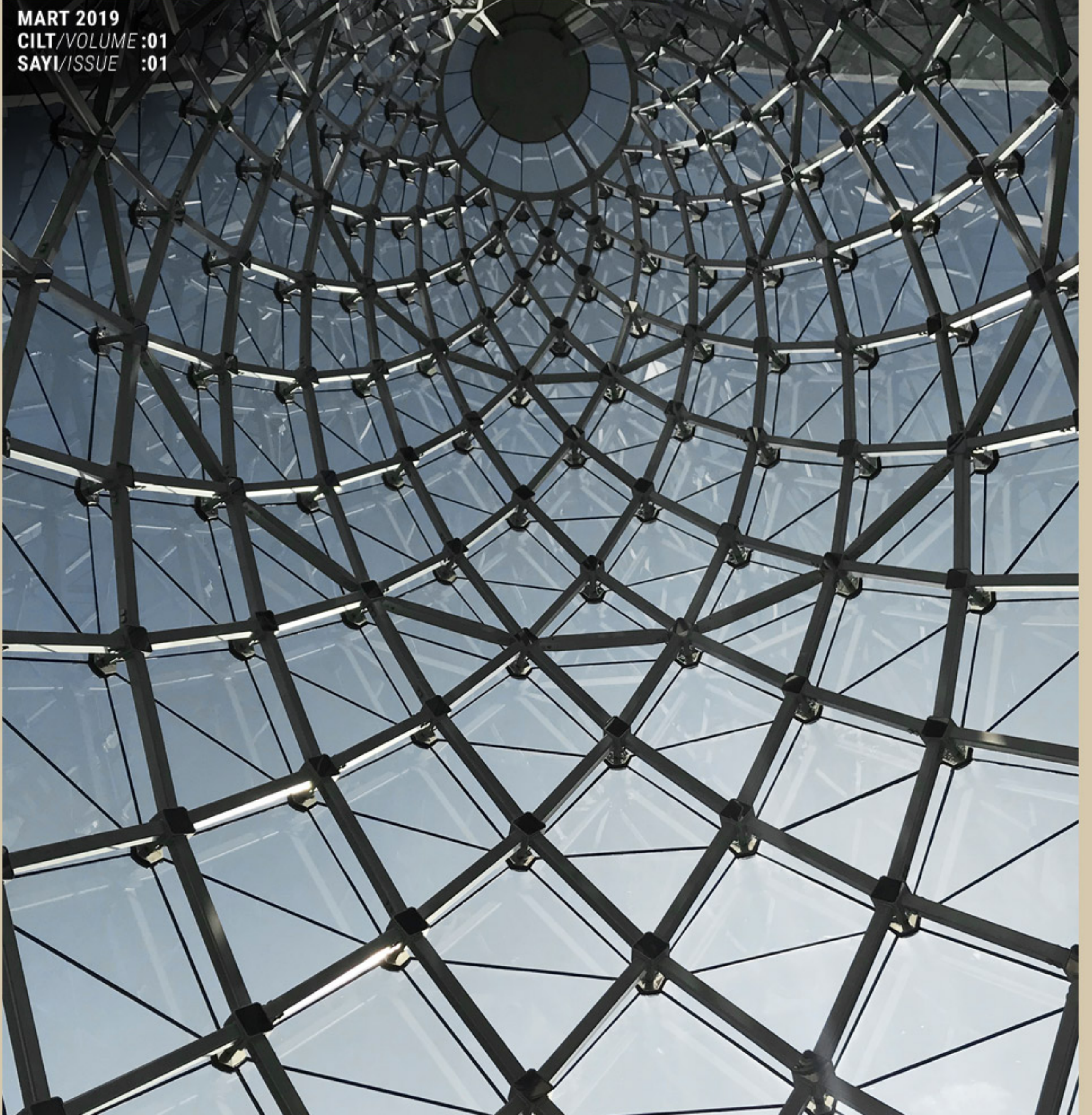
# YAPI BİLGİ MODELLEME

ULUSLARARASI HAKEMLİ AKADEMİK DERGİ



MİMAR SİNAN  
GÜZEL SANATLAR  
ÜNİVERSİTESİ

MART 2019  
CİLT/VOLUME :01  
SAYI/ISSUE :01





# İçindekiler

Editörden...	2
Parametrik Tasarım ve BIM <i>Şeyda KAÇMAZ</i>	3
BIM and COBie for Facility Management <i>Moutaman SABBAGH</i>	10
Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Taşınmaz Değerlemesi <i>Merve IŞIKLI</i>	21
RFID Teknolojisinin CBS Projelerinde Kullanımı <i>Pelin DELİOĞLU</i>	27
BIM ile Yapı Yaklaşık Maliyeti Hesaplama Önerisi <i>M. Enes KARAGÖZ</i>	39

# Editörden...

Sizlerle Yapı Bilgi Modelleme dergimizin ilk sayısını paylaşmanın büyük heyecanı içerisindeyiz. Dergimiz hakemli bilimsel dergi statüsü ile yayınlanmaktadır.

Dergimizde bir yapının ön tasarımından yıkım aşamasına kadar uzanan yaşam döngüsü boyunca gerçekleşen tüm süreçlerde etkin bilgi paylaşımı ve yönetimi sağlamak amacı ile geliştirilen, yapının 3B sayısal ikizi olarak tanımlanan Yapı Bilgi Modeli'nin oluşturulduğu ve Yapı Yaşam Döngüsüne ait farklı tasarım, analiz, hesaplama ve uygulamaların bu model üzerinden gerçekleştirildiği bir yaklaşım olan "Yapı Bilgi Modelleme" yaklaşımı ekseninde yer alan bilimsel araştırmaları yayınlamayı amaçlıyoruz. Bununla birlikte Bu yaklaşım ile yakın ilişki içerisinde olan bilgi sistemleri Yapı Bilgi Modelleme Sistemleri ve Coğrafi Bilgi Sistemlerini odak alanlarımız olarak görüyoruz.

Bu bağlamda dergimizde, sadece mikro (yapı) ve Mimari Enformatik odaklanması ile değil (makro) kent ölçeğinde yer alan, Akıllı Şehir ve Akıllı Yapılı Çevre konularını da kapsayan, Kentsel Enformatik odaklı çalışmalara da yer verme ilkesini benimsiyoruz. Böylece gerek mikro gerek ise makro seviyede bütünlük bir veri ve bilgi yönetiminin sağlayacağı imkânları siz okuyucularımız ile buluşturma şansını yakalayacağımıza inanıyoruz.

Sizler ile paylaştıktan mutluluk duyduğumuz bu ilk sayımızda eyda KAÇMAZ Parametrik Tasarım ve Yapı Bilgi Modelleme ara-ketisinde yer alan imkanları aktarıyor. Bir di er makalemizde MEnes KARAGÖZ Yapı Bilgi Modelleme Araçları kullanarak yapı yakla ık maliyeti hesaplamasına ili kin yakla ımı aktarıyor..Di er bir makalemizde Moutaman SABBAGH tesis yönetimi açısından önem arz eden COBie standardına Yapı Bilgi Modelinden bilgi transferi sürecini anlatıyor. Merve İ IKLI tarafından kaleme alınan dördüncü makalemiz ta ınmaz de erlemesi için Co rafi Bilgi Sistem- leri'nin kullanım süreçlerini aktarıyor. Bu sayının son makalesinde Pelin DEL O LU RFID teknolojisinin Co rafi Bilgi Sistemi tabanlı projelerde kullanımının üzerinde duruyor.

Her ne kadar ismi Yapı Bilgi Modelleme olsa dahi Mimari ve Kentsel Enformatik alanlarında geniş bir bilgi alanını kapsamına alan dergimizin ülkemiz akademik ve bilimsel hayatına katkı sağlamasını umut ediyorum. Bu bağlamda dergimizin, ülkemize, akademik ve bilimsel camiaya hayırlı olmasını diliyor, gelecek sayılarımızda sizlerin de makalelerini yayınlamak dileği ile saygılarımı sunuyorum.

**Doç.Dr.Ümit IŞIKDAĞ**

*Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi  
Enformatik Bölümü*

## YAPI BİLGİ MODELLEME

Uluslararası Hakemli Akademik Dergi

Mart 2019

Cilt : 01 - Sayı : 01

### Sahibi

Prof. Dr. Salih Ofluoğlu

### Sorumlu Yazı İşleri Müdürü

Prof. Dr. Salih Ofluoğlu

### Editörler

Prof. Dr. Salih Ofluoğlu

### Yardımcı Editör

Doç.Dr.Ümit I ıkda

### Editörler Kurulu

Prof. Dr. Salih Ofluoğlu

Dr. Öğr. Üyesi Bulent Onur Turan

Doç. Dr. Ümit Işıkdağ

Dr. Öğr. Üyesi Seher Başlık

Dr. Öğr. Üyesi Nazım Ziya Perdahçı

Dr. Öğr. Gör. Kemal Şahin

### Yayın Kurulu

Prof. Dr. Salih Ofluoğlu

Doç. Dr. Ümit Işıkdağ

Dr. Öğr. Üyesi Bulent Onur Turan

Dr. Öğr. Gör. Kemal Şahin

Öğr. Gör. Salih Akkemik

Öğr. Gör. Sertaç Karsan Erbaş

### Hakem Kurulu

Prof. Dr. Salih Ofluoğlu

Prof. Dr. Burçin Arabacıoğlu

Doç. Dr. Ümit Işıkdağ

Doç. Dr. Çetin Tüker

Doç. Dr. Derya Güleç Özer

Doç. Dr. Ozan Özener

Doç. Dr. Levent Arıdağ

Dr. Öğr. Üye. Tigin Töre

Dr. Öğr. Üyesi Bulent Onur Turan

Dr. Öğr. Üyesi Nazım Ziya Perdahçı

Dr. Öğr. Üyesi Seher Başlık

Dr. Öğr. Üyesi Belinda Torus

Dr. Öğr. Üyesi Türkan İrgin Uzun

Dr. Öğr. Üye. Suzan Girinkaya Akdağ

Dr. Öğr. Gör. Kemal Şahin

### Kurumsal Kimlik Sorumlusu:

Öğretim Gör. Salih Akkemik

### Dergi Asistanı/Dergi Sekreteri:

Gökçen Ezgi Şen

### Dergi Yayın Koordinatörü:

Doç. Dr. Bülent Onur Turan

### Hukuk Kurulu:

MSGSÜ Hukuk Müşavirliği

### İngilizce Dil Editörü:

Doç. Dr. Ümit Işıkdağ

### Görsel Tasarım Sorumlusu:

Dr. Öğretim Gör. Kemal Şahin

### İletişim

**ADRES:** MSGSÜ Enformatik Bölümü

MSGSÜ Bomonti Kampüsü - 6.Kat - Sağ Blok

Cumhuriyet Mh. Silahşör Cd. No: 89

Bomonti - Şişli / İstanbul

**TELEFON :** 0212 246 00 11 - 6100

**E-POSTA :** enformatik@msgsu.edu.tr

## PARAMETRİK TASARIM VE BIM

Şeyda KAÇMAZ

Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Mimari ve Kentsel Enformatik

e-posta:osanmaz.seyda@gmail.com

### ÖZET

Parametrik tasarımın mimari tasarım sürecinde BIM (Building Information Technology) in proje yönetimine, parametrik tasarım sonucunda elde edilen ürün veya mimari yapının uygulamasında, projelendirmesinde BIM' in avantajları ve dezavantajları incelenmiştir. Akıllı nesnelerin (smart object) içerisindeki parametrelerin ve hesaplamalı tasarım parametrelerinin birlikte kullanılmasıyla ortaya çıkan hesaplamalı BIM kavramı ele alınmıştır. Bazı hesaplamalı tasarım araçlarının; serbest yüzeyli formların oluşumuna, form üzerinde yapılan analizlere ve proje yönetim sürecine sağladığı katkılar anlatılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Parametrik tasarım; Üç boyutlu modelleme araçları; Bina Bilgi Modelleme (BIM) ; Akıllı Nesne

### ABSTRACT

At architecture design process of parametric design, effects of BIM(Building Information Technology) to project management, product of parametric design and construction of architecture design or projecting of architecture construction had been observed. Computational BIM concept which occurring with using together parametrics of smart objects and computational design parametrics had been handled. It had been told that benefits of some computational design instruments to formation of free-surface forms, analyzing about forms and project management process.

**Keywords:**Parametric design; 3D modelling tools; BIM(Building Information Technology); Smart objects

### 1.GİRİŞ

İnsanların geometrilerle daha kompleks ilişkileri bütünleştirebileceği ve bunları tasarlayabileceği ortamların eksikliği hissedilmiş, bilgisayar destekli parametrik modelleme araçlarının geliştirilmesiyle bu eksiklik giderilmeye çalışılmıştır (Ma, 2012).

Parametrik Tasarım; Türk Dil Kurumu sözlüğü 'nde parametre, cebirde bir denklemin katsayılarına giren değişken nicelik olarak tanımlanmaktadır . Bilgisayar biliminde parametre, bir dizi komutun,

sisteme girilmesiyle farklı veriler üzerinde işlem yapmasıyla ilgili bir terimdir .

Günümüzde, sayısal tasarım araçları bir çok tasarımcı tarafından tercih edilmiş ve böylece serbest formlara sahip projeler ortaya çıkmıştır. Bu yapılara örnek olarak Haydar Aliyev Kültür Merkezi (Zaha Hadid) (Resim 1), Guggenheim Bilbao Müzesi (Gehry Partners) (Resim 2) gösterilebilir.



Resim 1. (Zaha Hadid) – (Eri im-1, 2017)



Resim 2- (Gehry Partners)- (Gehry, 1997)

Hesaplamalı tasarımda süreci ve ürünü etkileyecek verilerin birer parametre olarak belirlenmesi ve organizasyonu esastır. Verilerin bir diğeriyle olan ilişkisi ve nasıl bir bağlantısı sayısal ve geometrik olarak tanımlandığı ve kısıtlamaların belirtildiği bir tasarım planı yapılıdır. Bu tür bir ilişkisel model ortaya çıkarılmasıyla yalnızca parametre değerleri değiştirilerek olası tüm durumlar araştırılabilir ya da türetilir. Geleneksel tasarım sürecinde karar verme mekanizması tasarımcıdır, bununla birlikte parametrik tasarımda başlangıç durumuna ve izlenecek yola tasarımcı karar vermesine rağmen sonuçta ortaya çıkan ürün onun kontrolünde olmamaktadır. Sonuç ürün tasarımcının sınırlarını belirlediği ve tanımladığı parametre girdileriyle belirlenir. Parametrik tasarım sürecinde, proje konseptinin oluşumu, formun biçimlendirilmesi ve proje uygulama detaylarının çözümlenmesi gibi aşamalarda kullanılmaktadır. Parametrik bir sistemde verilerde değişiklik yapma kolaylığı ve parametre değerleri değiştirilerek birçok alternatifin



değerlendirilmesi özelliği vardır. Hesaplamalı tasarım detay çözümleri ve struktur tasarımı için de kullanılmaktadır. Tek bir ilişkisel model oluşturulur; ölçü, açı, kalınlık değişimlerinin gerektiği yerlerde, parametrelerin değerleri değiştirilerek oluşturulan ilişkisel modele bağlı detay çözümleri türetilir.

## 2. MİMARİDE SAYISAL TASARIM

‘Sayısal tasarım araçları mimarlar için proje tasarımında önemli bir rol oynamaktadır ve bu araçlar geleneksel el çiziminin eksikliklerini kapatmak için sürekli değişim ve gelişim içerisinde. Bu değişim, 1963’te bilgisayar destekli iki boyutlu ilk modelleme aracı olan ve günümüz kullanıcı ara yüzlerinin öncülü sayılabilecek Sketchpad’in mucidi Ivan Sutherland tarafından başlatılmıştır’ (Davis, 2013). ‘Sutherland, sanal modelleme ortamının hatasız ve yenilenebilir çizimlere ev sahipliği yaptığını, böylece geleneksel çizim tekniklerine göre çok daha hızlı sonuçlar alınabileceğini belirtmiştir’. (Computer-aided design-2014)

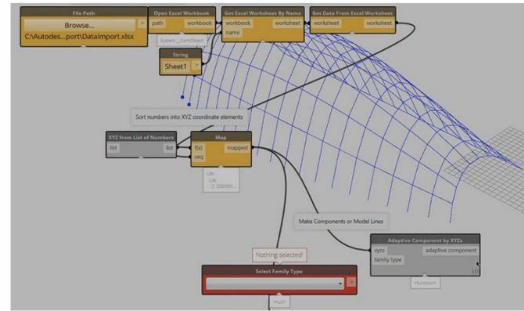
‘Sayısal tasarım alanı bilimsel çalışmalarla sürekli zenginleşmekle birlikte, bu alandaki çalışmaların daha çok konunun teknik yönlerine (yeni araç ve ders geliştirme gibi) odaklandığı görülmektedir’ (Pektaş & Erkip, 2006; Pektaş, 2010). Sayısal tasarımın temel unsurlarının kullanıcı, tasarım aracı ve süreç olduğunu göz önüne aldığımızda tasarım aracı için yapılan çalışmalar kadar kullanıcı ve süreç için de çalışmaların yapılmasına gereksinim duyulduğu anlaşılmaktadır.

Parametrik tasarım süreci ile ilgili yeterli çalışma yapılmamış olmakla birlikte parametrik tasarımın aşamalarını genel olarak; parametrelerin belirlenmesi, parametreler arası ilişkinin tanımlanması, tahmini geometrinin belirlenmesi, alternatiflerin türetilmesi ve sonuç ürünün test edilmesi olarak sıralanabilir.

## 3. PARAMETRİK TASARIM ARAÇLARI

Geleneksel geometri modelleme araçları çoğunlukla “tasarla ve değiştir” mantığıyla çalışan ve tasarımcının serbest biçimli formları basit geometrilerin oluşturduğu bir sonuç ürün ortaya çıkarmasını sağlayan araçlardır. Bu sayısal tasarım araçlarına; AutoCAD, Sketchup, ve Rhino, Autodesk Dynamo Studio örnek gösterilebilir. ‘Parametrik modelleme araçları ise tasarımcının ilişkisel düşünerek tasarım parametreleri arasındaki ilişkileri modellemesine ve kurduğu algoritma yoluyla tasarım alternatifleri oluşturmasına olanak veren araçlardır’ (Woodbury, 2010). Bunlara örnek olarak da Generative Components, Grasshopper, 3D ve Maya Script ve Dynamo gösterilebilir.

Parametrik modelleme araçları yazılı ve görsel algoritma düzenleyiciler olarak ikiye ayrılır (Şekil 1)-(Şekil 2). Her iki ortamda da kullanıcılara iki farklı modelleme penceresi sunar. Bunlardan biri algoritmanın yaratılması ve düzenlenmesini sağlar, diğer ise algoritma sonucu oluşan geometrinin görüntülenmesi için kullanılır. Yazılı algoritma düzenleyici içeren parametrik ortamlara örnek olarak Rhinoscript (McNeel), Generative Components (Bentley) ve Mayascript (Autodesk) gibi programlar örnek gösterilebilir. Fakat bu yazılım programları, Java gibi ayrıntılı kodlama bilgisi gerektirdiği için mimarlar gibi görsel işlerle uğraşan kullanıcılar için (Stouffs, Janssen, Roudavski, & Tunçer, 2013; Yu, Gu, & Ostwald, 2013) uygun olmadıkları gerekçesiyle eleştirilmiş, görsel algoritma düzenleyici içeren parametrik modelleme araçları önerilmiştir (Çinici, Akipek, & Yazar, 2008). Oluşturulan ilişkisel modellemenin görsel olarak tanımlandığı parametrik tasarım ortamlarına örnek olarak Grasshopper (McNeel) ve Dynamo (Autodesk) gösterilebilir. Kod öğrenmeye gerek kalmadan, görsel mantık ile kodların birbirine bağlanmasıyla herhangi bir form tasarlanabilir.



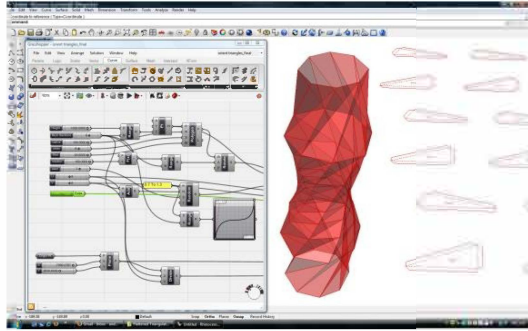
Şekil 1. Yazılı kodların birbirine bağlanmasıyla oluşan yapı (Autodesk.com)

Örneğin; parametrik üç boyutlu modelleme aracı olarak Rhino ile entegre çalışan Grasshopper kullanılan bir ortamda, tanımlanan parametreler görsel bileşenlerden oluşurken, yazılı algoritmalar bu bileşenler arasındaki bağlantılarla görselleştirilmektedir. Bileşenler tanımlanan verilerin girdi ve çıktısı mantığıyla çalışır. Parametreler arasında ilişkisel bir sistem oluşturmak için bir parametrenin çıktısının başka bir parametrenin girdisine ağ sistemi ile bağlantısı oluşturulmaktadır. Ayrıca, parametreler veya yazılı algoritmaların herhangi bir değişimi sonucunda oluşacak formlar anlık olarak güncellenip kullanıcıya sunulmaktadır.





Şekil 2. Yazılı algoritma düzenleyici (orta)-Görsel algoritma düzenleyici (sol)



Şekil 3. Grasshopper 3D ortamında bir çalışma (Eri im-2, 2017)

Hesaplamalı tasarım ortamlarını tanımak ve elde edilen sonuç ürünün üretilebilmesi konusunu tartışmak amacıyla Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Mimarlık Bölümü'nde düzenlenen "Parametrik Düşey Limitler" adlı çalışmaya 16 mimarlık ve 1 endüstri ürünleri tasarım öğrencisi katılmıştır. Katılan öğrencilerin düşey eksende geliştirdikleri konseptler doğrultusunda daha önce tecrübe sahibi olmadıkları parametrik tasarım uygulama araçları olan Rhino ve Grasshopper programları aracılığıyla çeşitli formlar üretilmiştir. Her canlı için düşeyde mekan arayışı konseptinden yola çıkılan, farklı fütürist yaklaşımlarla sonuçlanan çalışmada, deniz canlıları için yeraltı yaşam alanları, geleceğin rüzgar türbinleri, robotik gökdelen eklenti birimleri, parametrik minare tasarımı gibi birçok fikir geliştirilmiştir. Katılımcılar, bu fikirleri sayısal görselleştirme teknolojilerini kullanarak, sabit fotogerçekçi görseller, lineer hareketli görüntüler ya da üç boyutlu etkileşimli ortamlar şeklinde olmuştur. (Arkitera). Sonuç ürünler aşağıdaki gibi



Resim 3. Çalıştay sonuç ürünlerinden örnekler (Eri im-3, 2017)



Resim 4. Çalıştay sonuç ürünlerinden örnekler (Eri im-4, 2017)

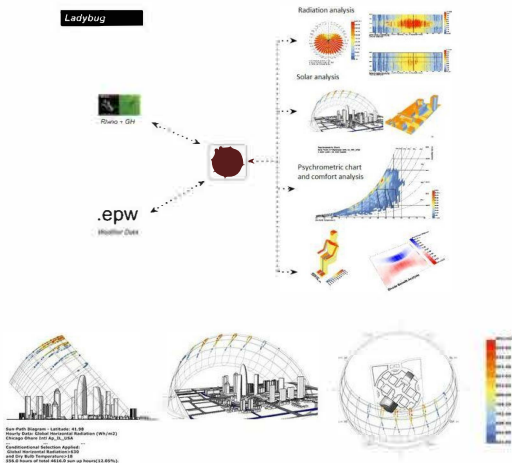
#### 4. PARAMETRİK TASARIM VE YAPI ANALİZLERİ

Hesaplamalı tasarım için kullanılan yazılım araçları yalnızca yapıya form vermek veya yeni bir form üretmek amaçlı kullanılmamaktadır. Var olan yapının analizlerini (çevre, enerji, strüktür vb.) yapmak için de kullanılır. Bu yazılımlar içerisinde farklı eklentilerle, açık kaynaklı kod yazılımı ile oluşturulan yazılımlar ile analizleri sonuçlandırmak mümkün olmaktadır. Aşağıda sıralanan örnekler bahsedilen yazılımlara eklenti olarak tasarlanmıştır.

##### 1. Ladybug( Çevre Analizi)

Rhinoceros/Grasshopper Interface içinde açık kaynak kod yazılımlı çevre analizini desteklemek için kullanılır. Ladybug, "enerji hava durumunu" dosyalarını (.EPW), Grasshopper 3D içine getirerek, 2D ve 3D interaktif grafikler halinde geniş bir yelpazede çevresel çalışmalar yaparak binanın doğru bir form kazanması için kullanılabilir. Bu analiz tasarım sürecini kolaylaştırırken, Grasshopper 3D modellemesinin arayüzdeki grafik görselleştirmesini anlamak için kolaylık sunarken hesaplamaları otomatik hale getirir.

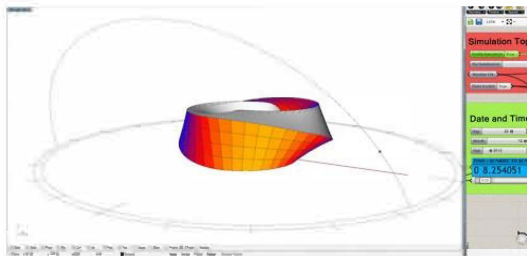




Şekil 4. Ladybug ile yapılan çevre analiz sonucu  
(Eri im-5, 2017)

## 2. Geco (Çevre Analizi)

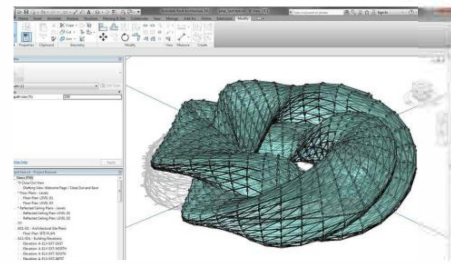
Geco Grasshopper içinde geri bildirim gibi sonuçları almayı mümkün kılan çeşitli performans verilerine sahip kişinin tasarımını değerlendirmek ve, Ecotect denilen başka bir yazılım ile etkili işbirliği içinde kullanımına izin verir. Ecotect binaları daha yeşil ve verimli parametrik olarak tasarlamak için çeşitli çevre ve iklim koşulları, çevresel performans sorunları ile test etmek ve simüle etmek isteyen mimarlar için görsel yazılım içerir.



Şekil 5. Geco ile yapılan çevre analiz sonucu  
(Eri im-6, 2017)

## 3. Hummingbird (Strüktür Analizi)

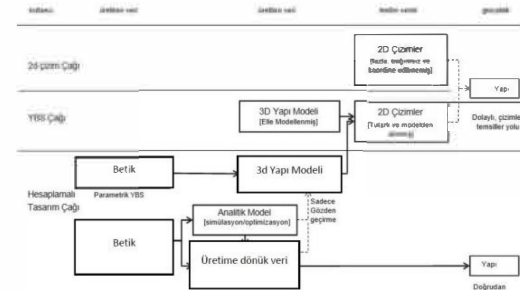
Eklenti Rhino ile modellenmiş dosya için geometrik algoritmalarla desteklenen Revit dosyaların dönüşümü ve oluşturulmasında yardımcı bileşenleri ekleyerek Grasshopper yeteneklerini genişletir. Diğer bir deyişle, geometri ile tasarlanmış karmaşık bir parametrik yapıyı çok daha pratik yapmak için, bir BIM yazılımı dizayn edilebilir. Hummingbird temelde referans nesnelere oluşturmak için ihtiyacı ortadan kaldırarak, Revit ile Rhinoceros 3D arasında iki yönlü bir iş akışı sağlar. Bu aynı zamanda görselleştirme için yapısal bileşenler analizine daha iyi yardımcı olur.



Şekil 6. Hummingbird ile yapılan strüktür analizi (Eri im-7, 2017)

## 5. BIM VE PARAMETRİK TASARIM

Çağdaş mimariyle birlikte gelen yapıda ve formda karmaşıklığın artmasıyla, tasarımda veya bina yönetiminde sürece yardımcı olması için bazı araçlara daha fazla ihtiyaç duyulmaktadır. Tasarımda kullanılan sayısal araçların sayısı arttıkça, farklı tasarım araçları arasında birlikte çalışabilirlik gereksinimi de artmaktadır. Aynı parametre ve algoritmaları kullanmayan yazılımlar arasında veri aktarımı bir engel oluşturmaktadır. Bilgisayar destekli tasarım sisteminin tasarım sürecinde yetersiz kalması ile bazı verilerin bu sisteme dahil edilmesi düşüncesi ve BIM in ortaya çıkmasıyla proje yönetim süreci değişmiştir.



Şekil 7. Hesaplamalı tasarım çağında tasarım süreci

Bina Bilgisi Modelleri (Yapı Bilgi Modeli), verilerin aktarılması için fazla bilgi içeren zengin bir modele sahip olan farklı disiplinler arasında bilgi transferi yapılmasını sağlayan bir yöntemdir.



Şekil 8. BIM kavramıyla değişen tasarım süreci  
(Eri im-8, 2017)

'Bina bilgisi modellemesinde bilgi transferini kolay sağlayabilmek için açık kaynak veri standartları IFC kullanılmaktadır. IFC ile amaç, farklı yazılım şirketleri tarafından geliştirilen farklı programlar



arasındaki bilgi alışverişini kolaylaştırmaktır' (Building SMART, 2011). IFC (Industry Foundation Classes) uluslararası işbirliği ortaklığı (International Alliance for Interoperability-IAI) tarafından düzenlenmiştir.

Bilgisayar destekli tasarım araçlarının kullanımı 'büyük veri' (Big Data) kavramının ortaya çıkmasından sonra sadece yazılı algoritmalarla(betik) (script) geometrik form tasarlamak olmadığı analizlerle tasarım sürecini yönetmek olduğu görülmüştür. Sayısal tasarım araçlarını kullanarak geometrik formlar üretilmiş, parametrelerle alternatifleri oluşturulmuştur, ancak bu tasarım araçları proje yönetiminde maliyet analizi gibi süreçlerde yetersiz kalmıştır. Tasarım araçları ile yapılan strüktür analizleri, aydınlatma veya maliyet analizleri ile tasarımın geometrik form değişikliklerinin aynı ortam üzerinden yapılması BIM kavramının temelini oluşturmaktadır.

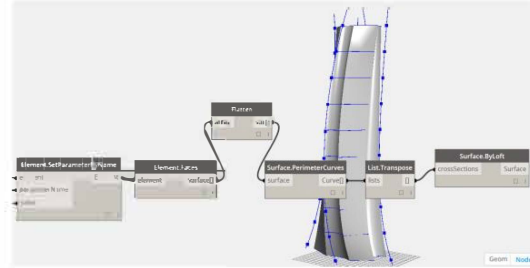
Günümüzde kullanılan BIM platformları nesne tabanlı bir programlama dili gibi çalışır. Gelişen araçlarla, nesne tabanlı farklı dillerde betik (kod bütünü) oluşturma sürecinin içerisine girdi. Örneğin, processing, python gibi diller ve ara yüzler de tasarım araçları olarak kullanılmaya başlandı (AISH, 2013).

Kullanıcıların kodlarını yazdıkları ortamlar Tümüleşik Geliştirme Ortamları (Integrated Development Environment-IDE) python gibi yeni başlayanlar için öğrenilmesi kolay programlama dillerinde kod yazarken yapılan hataları ortaya çıkararak editör görevini gömektedir. Python kendi editörünü içeren kolay bir programlama dilidir ve hesaplamalı tasarım için açık kaynak kod yazılımında kullanılır. Grasshoper bu kod yazılımlarını kullanan bir programdır. Rhino' da oluşturulan konsept tasarım modeli Revit' e katı model olarak aktarıldığında veri alışverişi sırasında Revit'te karşılığı olmayan girdiler Rhino programından geldiğinde yapılan model Revit'te ki elemanlar gibi görülmekte ve Revit' te kullanılacak parametreler için bir anlam ifade etmemektedir. Modelde yapılması planlanan değişiklik iş programına, yapı analizleri gibi analizlere de etkisi olmaktadır, tüm süreç yeniden revize edilmesi tasarımcılar için zaman kaybı anlamına gelmektedir. Tüm bunların önüne geçmek için hesaplamalı tasarımda programların birbiri arasında veri kaybı olmadan çalışması gerekmektedir. Özellikle BIM'in bu tutarsızlıkları ortadan kaldırmayı amaçladığını göz önüne alırsak böyle bir iş akışının düzgün çalışmadığı görülmektedir.

BIM ortamında hesaplamalı tasarım için python gibi nesne tabanlı program dillerini kullanarak yeni yazılımlar ara yüzler (API) oluşturulmaktadır. Bunun sebebi hesaplamalı tasarımda geometrik form için kullanılan programların BIM ortamında da aynı işlevi görmesi ayrıca tüm proje yönetiminin de içinde bulunduğu parametreleri de içermesi

gerekliliği tasarımcılar için zorunlu hale gelmiştir. Zorunluluk hale gelmesinin sebeplerinden biri süreç yönetimini azaltarak katkı sağlaması ve uluslar arası bazı artık yönetimlerin BIM kullanımını zorunlu hale getirmesidir.

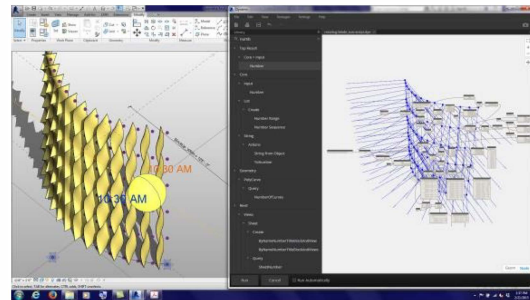
Kullanıcıları tarafından oluşturulan algoritmalarla serbest yüzeyli formlar oluşturmasının yanı sıra ve hesaplamalı tasarım araçlarını BIM ortamına getirmesi ile hesaplamalı BIM kavramına yeni bir kapı açan Dynamo'nun algoritma motoruna Autodesk tarafından Design Script yerleştirilmiştir. Tasarım prensiplerinden etkilenecek oluşturulan programlama dili olan Design Script Robert Aish tarafından Autodesk bünyesinde geliştirilmiştir. Yeni nesil programlama dillerinden olan Design Script, kullanıcılar tarafından anlaşılması kolay ve noktaları kodlara bağlayarak parametrelerle oluşturulan formlar ve objeler yaratır.



Resim 5. Dynamo yüzey tasarımı

Kule formunun cephe örneği Revit ile birlikte çalışan Dynamo' da üretilen bir betik(kod bütünü) ile tanımlanmıştır. Dynamo betiği Revit araçlarını, "uygulama programlama arayüzü" (API-Application Programming Interface) izin verdiği çerçevede içerisinde kontrol edilmektedir. Cephe de tasarlanan pencere boyutları, kat yükseklikleri gibi parametreler Revit ortamında veri tabanına tanımlanmış bulunmaktadır. Dolayısıyla tanımlanmış her veri- elemanların boyutu- gibi veri tabanından sorgulanabilmektedir.

Resim 5 te görülen kat izleri kulenin Revit' te referansı verilen kat yükseklikleri ile Dynamo ortamında kesitirilerek ortaya çıkmıştır.



Resim 6. Dynamo yüzey tasarımı

Dynamo'nun Revit veri tabanında sorgulama yapmamıza olanak sağlayan grafik programlama elemanları sayesinde, kullanıcı tarafından yapılmakta olan bir eylemi tanımlanan betik yardımıyla kısa sürede gerçekleştirebiliriz. Örnek olarak bir bina modelinde her bir katın yirmişer santim yükseltilmesi talep edildiğinde kullanıcının katları teker teker yükseltmesine gerek kalmadan Dynamo' da yazılan bir betik sayesinde bu sorgulama yapılır ve kat yüksekliklerinin değişimi zaman kaybı olmadan gerçekleştirilen eylem son bulur. Ve proje sürecinde değişikliğe uğraması ihtimali olan durumlarla karşılaşıldığında değişikliğe uğrayan bileşenlerin projeye tutarlılığını koruması BIM açısından önemi artmaktadır.

Revit platformunda modelde bulunan bileşenler gibi paftalar da veri tabanı içerisinde bulunmaktadır, sonuç olarak paftalar da parametrik çalışan bir başka Revit elemanıdır. Dynamo ile parametreler üzerinden farklı algoritma işlemleri yapılabilmektedir. Dynamo da yazılan bir betik ile paftaların üzerinde kullanıcı tarafından elle girilen bazı parametrelerin kontrol edilmesi ve hatalı veya boş olanların doğru parametrelerle değiştirilmesi sağlanmıştır. Yine paftaların hazırlanıp görünüşlerin ve kesitlerin yerleştirilmesi, paftada ki isimlerinin düzeltilmesi gibi farklı işlemler de yapılabilmektedir.

Dynamo BIM platformuyla hesaplamalı tasarım süreçlerini bütünleştirmenin de ötesinde , BIM sürecinin kendisinin de bir otomasyona dönüşmesini sağlamaktadır. Dynamo öncesinde de kod yazarak ve ya eklentilerle, tekil süreçler yönetilebilmekteydi fakat Dynamo hem sürece bütün kullanıcılar tarafından erişilmesini sağlamıştır hem de her türlü süreç için bir grafik programlama alt yapısı sağlamıştır. Bu yüzden bütün tasarım süreci hesaplamalı BIM olarak adlandırılmaktadır.

## 6.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu makale de parametrik tasarım da kullanılan yazılımlara örnekler verilerek resimlerle konuya açıklık getirmek istenmiştir. Programlarda kullanılan yazılı algoritma bilgisi zamanla Python gibi açık kaynak kod yazılımı ile desteklenerek kullanıcıların oluşturduğu topluluklarda hazır kodların kullanımı ile desteklense de basit kod yazılımı bilgisi tasarımda etkin rol oynamaktadır. Hesaplamalı tasarım programları ile BIM ortamının uyum sağlayabilmesi için tasarlanan arayüzlerden biri olan Dynamo Revit' te tanımlı elemanların eksikliklerini sayısal verilerle kapatabilmektedir.

Mimari tasarım sürecinde, tasarımın geliştirilmesi için kullanılan teknik ve araçlar, mimari düşüncelerin birleştirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Bilgisayar destekli temsil, tasarım ve

üretim imkânları, mimarlara yeni araç, tasarım ortamı ve üretim modeli sunmaktadır. Parametrik tasarım; karmaşık tasarımın basit bir kompozisyon haline getirilerek alternatiflerinin türetilebilmesidir. Bu alternatiflerin BIM ortamıyla birleştirilerek geometrik formun oluşturulmasından, yapısal formun yeniden gözden geçirilmesini sağlayacak analizlere ve proje yönetimine kadar tanımlanan bir süreç haline gelmektedir.

Parametrik tasarımın sadece form ve mekan üretmek için değil üretilen model üzerinden gerekli analizleri yaparak ( strüktür, çevre analizi vb.) modele yeni formlar veya çevresine göre yeni yönelimler sağladığı görülmektedir. Parametrik modelleme çoğunlukla geometrik formlar yaratmak için kullanılmaktadır, ancak tasarlanan formların uygulama aşamasına geçebilmesi için tasarımda kullanılan yapı birimlerinin detaylarının (malzeme, maliyet vs. ) verilmesi gerekmektedir. Bu bilgiler disiplinler arası çalışmayı kolaylaştıracaktır ve inşaat sürecinde çok önemli detaylar olacaktır.



## 7.KAYNAKLAR

Alvarado, R. G., & Munoz, J. J. (2012). The control of shape: origins of parametric design in architecture in Xenakis, Gehry and Grimshaw. METU JFA, 1, 107.

Çinici, Ş. Y., Akipek, F. Ö., & Yazar, T. (2008). Computational design, parametric modelling and architectural education, *Arkitekt*, (518), 16–23.

Davis, D. (2013). A history of parametric. Alınan tarih : Aralık 5,2017, <http://www.danieldavis.com/a-history-of-parametric/>

Ma, Z. (2012). The Realization of Nonlinear Architectural on the Parametric Model. *Physics Procedia*, 25, 1470– 1475. Elsevier Srl.

Parametrik Düşey Limitler, Alınan tarih : Kasım 21,2017, *Arkitera*. <http://www.arkitera.com/haber/21078/parametrik-dusey-limitler>.

Parametrik Eklentiler , Alınan Tarih: Aralık 5, 2017 <https://www.icmimarlikdergisi.com/2016/04/28/9957/> ,

Pektaş, Ş. T., & Erkip, F. (2006). Attitudes of Design Students Toward Computer Usage in Design. *International Journal of Technology and Design Education*, 16(1), 79–95. Kluwer Academic Publishers.

Woodbury, R. (2010). Elements of parametric design. Taylor and Francis.

Ghery'nin Walt Disney Konser Salonu [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d9/Disney\\_Concert\\_Hall\\_by\\_Carol\\_Highsmith\\_edit2.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d9/Disney_Concert_Hall_by_Carol_Highsmith_edit2.jpg) - Alındığı tarih 8 Aralık 2017

Eri im-1, 2017. <https://www.bbc.com/news/entertainment-arts-28087139> Al nan tarih : Aralık 5 , 2017

Eri im-2, 2017. [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d9/Disney\\_Concert\\_Hall\\_by\\_Carol\\_Highsmith\\_edit2.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d9/Disney_Concert_Hall_by_Carol_Highsmith_edit2.jpg)

Eri im-3, 2017. <https://www.icmimarlikdergisi.com/2016/04/28/9957/> Al nan tarih : Aralık 5 , 2017

Eri im-4, 2017. Parametrik Eklentiler , Al nan Tarih: Aralık 5, <https://www.icmimarlikdergisi.com/2016/04/28/9957/>

Eri im-5, 2017. Parametrik Eklentiler , Al nan Tarih: Aralık 5, <https://www.icmimarlikdergisi.com/2016/04/28/9957/>

Eri im-6, 2017. Parametrik Eklentiler , Al nan Tarih: Aralık 5, <https://www.icmimarlikdergisi.com/2016/04/28/9957/>

Eri im-7, 2017. Parametrik Eklentiler , Al nan Tarih: Aralık 5, <https://www.icmimarlikdergisi.com/2016/04/28/9957/>

Eri im-8, 2017. <http://www.arkitera.com/haber/21078/parametrik-dusey-limitler>

# BIM and COBie for Facility Management

Moutaman Sabbagh (Moutaman Mert Hocaoğlu)  
Mimar Sinan Fine Arts University  
Department of Informatics

moutaman.sabbagh@gmail.com

## ABSTRACT

A building which has been modeled by using Building Information Modeling (BIM) software, has a graphical information which is the 3D geometry, and non-graphical information which is the data of this geometry.

This data can be exported in many formats like Construction Operations Building Information Exchange (COBie) format to use it in Facility Management (FM) and Operation & Maintenance (O&M) during the building life cycle.

**Key Words:** BIM Building Information, BIM, Modeling, Construction Operations Building Information Exchange, COBie, IFC, 6D, Facility Management, FM, Operation and Maintenance, O&M, Facility Lifecycle, buildingSMART, Solibri, Revit

## 1. INTRODUCTION

Building Information Modeling (BIM) is the process of generating a parametric 3D model that contains data of all the created elements in this model such as dimension, material, thermal specification and its coordinate values (X, Y, Z) in the building.

This BIM model function as shared data resources for all the information about a facility creating a database that can be used during the life cycle of the project.

The building's phases from the beginning of the design until the end of the construction normally takes 2-6 years, whereas the building life span might be 30 years or more, that's way BIM play a significant role to produce an organized data that can be used in managing this building over the long term.

BIM models in contrast to CAD models when making modification in one view its update automatically all the geometry and data in all the views and schedules making sure that these data are always correct and up to date.

## 2. Facility Lifecycle

The amount of BIM graphical information and data varies from phase to phase during the facility lifecycle.

At the design phase, the graphical information is fundamental and takes the priority; afterwards it starts to decrease when the construction phase starts. During the construction and operation phases, the attribute data starts to increase and takes the priority.

The importance of the Data in BIM increases once a building becomes operational because owners need BIM data more than graphics.

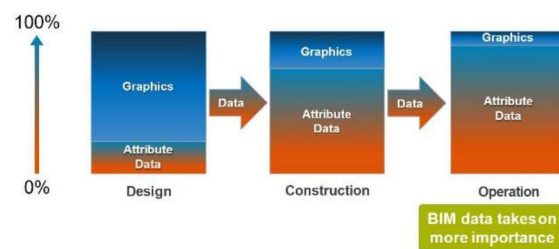


Figure 1: BIM Graphical Information and Attribute Data Importance over Facility Lifecycle

### 2.1 Facility Lifecycle Costs

The project owners typically focus on the initial costs of their buildings, but after the building is being constructed, they realize that the building operation and maintenance cost much more over the time.



According to Createmaster (2014), which is a company specialist in construction information handover management, and operation & maintenance in the United Kingdom., the construction costs take approximately 24% of the total building costs during its lifetime and the design costs are around 3% while the rest of the costs are taken by operation and maintenance by 73%.

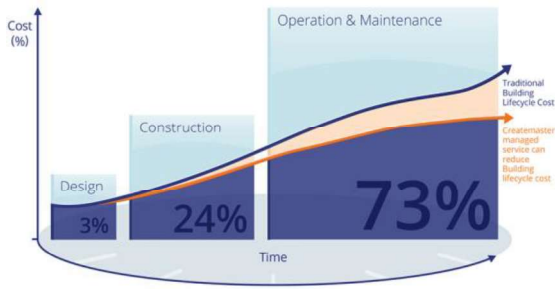


Figure 2: Building Life Cycle Cost Over Time  
Source: Createmaster UK

This data would suggest that the facility owners should pay more attention to the Operation and Maintenance (O&M).

There is a long period of time for the owners to receive the design documents that represent the as-built drawing and this waiting period may takes 1 year.

Additionally, the owners should have all the information and specifications of all the equipment that are going to be installed in the project like doors, windows, curtain walls, lighting, and HVAC fixtures. This information come from different subcontractor and may change a lot during the construction which make it difficult sometimes to have the actual information for the installed equipment that reflect the as-built conditions.

In the 2004 National Institute for Standards and Technology (NIST) study analyzing cost of inadequate interoperability in the capital facilities industry found that 15.8 billion dollars each year was spent on interoperability costs in the facilities management industry (Gallaher, Connor, Dettbarn and Gilday, 2004).

The facility's operators and owners carried the majority of the estimated costs, which was

around 10.6 billion in 2002. When comparing the costs between the life cycle phases, it has been noticed that higher costs are associated with the operation and maintenance phase than other phases. In Addition, the report also mentioned that postponed costs are mainly related to operators and owners of the facility.

Furthermore, most of the stakeholders pointed out that a unified exchange of electronic data format would reduce the construction and design time.

## 2.2 6D BIM (Project Lifecycle Information)

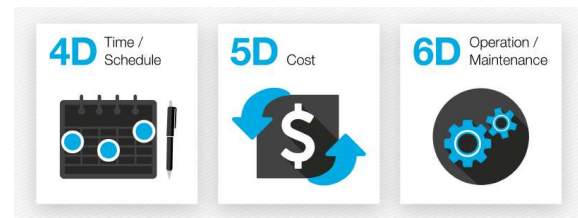


Figure 3: BIM Dimensions

The construction industry usually concentrate on the investment costs of construction. Changing this concentration to understand the cost of the building during its entire life and know where the most costs come from will lead to make better decisions in the long term and from here comes the importance of the 6D BIM.

Accomplishing better business outcomes come from involving the 6D BIM data in supporting facility operation and management.

This data contain all the information about equipment's specifications, how to install this equipment, maintenance schedule, life span and user manuals.

This data should be prepared in the design phase and keep it up to date during the construction then pass it to facility operators to achieve the best results.

An organized and easily accessible data prepared by the facilities operator well reduce the need of maintenance and reduce the cost over the lifetime of the building (Kensek 2015).

## 2.3 BIM Levels

BIM Levels have been defined within a range from 0 to 3.

COBie is an exchange format that have selected for non-graphical data at BIM level 2 according to the British Standards BS1192:4 COBie UK Implementation (2014).

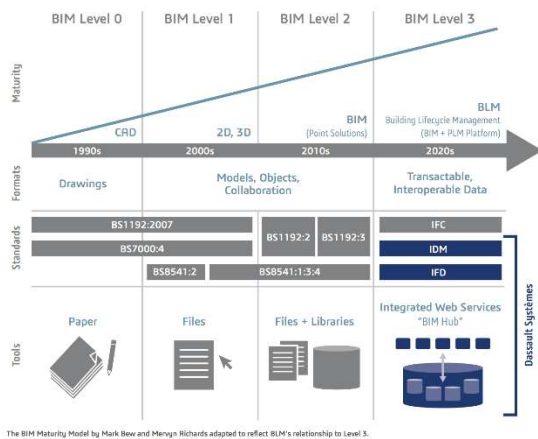


Figure 4: BIM Maturity Levels

In the BSI Little book of BIM (British Standards Institution, 2017) BIM Levels define as follows:

### Level 0

Level 0 is the oldest form of drawings, it could be paper drawings or simple digital 2D CAD drawings, and it does not include any type of collaboration.

Most organizations now do not use this level.

### Level 1

This level is the most common level nowadays. It is a combination between the 2D CAD and 3D CAD drawings that is shared in electronic format.

These CAD standards are handled by BS 1192:2007.

### Level 2

Level 2 is well known by its collaborative form, but this form does not require working in one single shared model.

The collaborative come from the ability exchanged information between different formats.

A BIM model for example has a graphical information, which is the 3D geometry and non-graphical information, which is the data of this geometry that can, shared using the Construction Operations Building Information Exchange (COBie) format

In 2016, the government of the United Kingdom set this way of working as the minimum target to approve accepting any new project in the municipality.

### Level 3

Level 3 define a full collaborative forum that require working in one single shared model.

## 3. COBie

Construction Operations Building Information Exchange (COBie) is an exchange format typically used to export data for manageable assets from Building Information Modeling (BIM) design software into a data format that can be easily imported into Facility Management (FM) and Operations and Maintenance (O&M) software

COBie aid to collect the important project data such as equipment specification lists, warranties, product data sheets, maintenance schedules and life span. This information is crucial to assist operation and maintenance of the facility (Becerik-Gerber, Jazizadeh, Li and Calis, 2012).

One of the biggest benefits of COBie is the growing support for its format after adopting it by the British government as Standards to submit any project in 2016.



### 3.1 The History of COBie

The United States Army Corps of Engineers developed it in 2007.

In 2011, the US-based National Institute of Building Sciences as part of its National Building Information Model (NBIMS-US) standard approved it.

In 2013, BuildingSMART was working on a lightweight XML format for COBie, COBieLite, which became available for review in April 2013

In 2014, a code of practice regarding COBie was issued as (BS 1192-4:2014 Collaborative production of information Part 4: Fulfilling employer's information exchange requirements using COBie – Code of practice, 2014).

In 2016, the United Kingdom government adopt copy to the minimum target to approve and accept any new project.

### 3.2 COBie VS Paper Documentation

In traditional projects the building information contained in drawings, and specifications. These documentation normally handled by paper or in PDF format that are non-organized, difficult to use by facility managers and sometimes do not reflect the building situation after being constructed.

An organized data format like COBie data which has been exported by BIM software contain up to date information that change automatically when making any change in the drawings, reflect the final as-built drawings and can be used easily by facility managers (Wang, Bulbul and McCoy, 2015).

### 3.3 The Use of COBie

During the design phase COBie data can be Collected and captured in the schedules of the design software like Autodesk Revit.

BIM software like Revit make sure that COBie data matches the drawings when exporting. Contractors consider COBie as an alternative way of construction submittals because of its organized data structure.

One of the most benefits of COBie is the ability to organize the data by using a classification system that provided by the Construction Specifications Institutes such as UniFormat, Omniclass and MasterFormat.

COBie can be handled to the facility managers by importing it into Computerized Maintenance Management System (CMMS) software or by Microsoft Excel spreadsheet format, which is the most popular or by an IFC format (Lavy and Jawadekar, 2012).

## 4. COBie and IFC

The COBie spreadsheet is a mapping of the FM Handover View Definition that is a subdivision of the Industry Foundation Classes (IFC) schema, which called Model View Definition (MVD), (NBS BIM Object Standard, Version 1, 2014).

### 4.1 FM Handover View

buildingSMART developed the FM Handover View to assist exchanging facility management data between building models .

The FM Handover View clarify the overall requirements for design implementations to allow transferring the information to facility management. These requirements have been associated in preceding buildingSMART schemes and were developed according to the latest data exchange requirements (buildingSMART).

### 4.2 Exchange Requirements (ER)

The Exchange Requirements (ER) clarify the general data requirements among two processes. The processes of the FM Handover are specified by planning, designing, and the beginning of the operation procedure (buildingSMART).

### 4.3 Model View Definition (MVD)

Model View Definition (MVD) is a subdivision of the Industry Foundation Classes (IFC) schema that is required to fulfill one or several Exchange Requirements (ER) of the Architecture,

Engineering and Construction (AEC) industry.

The Model View Definition transfer the Exchange Requirements (ER) into a specification for a specified exchange format (buildingSMART).

## 5. COBie

According to the British Standards BS 1192-4:2014, Collaborative production of information Part 4: Fulfilling employer's information exchange requirements using COBie – Code of practice (British Standards Institution, 2014); the COBie structure defines as follow:

### 5.1 Design

#### 5.1.1 Component

It defines the independent organized physical objects and features, which may need management, like examination, maintenance, repairing and replacement, throughout the operational phase.

#### 5.1.2 Facility

It defines a geographic benefit or different operative built, normally in a part of infrastructure or building in association with details and the geographic location scope of the project chronological.

#### 5.1.3 Floor (region)

It defines a particular portion of space, containing separated horizontal regions, vertical levels, and subdivisions with allocated spaces.

#### 5.1.4 Space (location)

It defines the area type like occupied space, service area and under maintenance area, including unoccupied spaces, but not necessarily isolated spaces.

#### 5.1.5 System

It defines set of Components that can managed and arranged to provide a corporate functions.

#### 5.1.6 Type

It defines the Component specifications such as materials, items and products.

#### 5.1.7 Zone

It defines a group of Spaces, which have a particular Attribute in common, like condition, activity, entry and management.

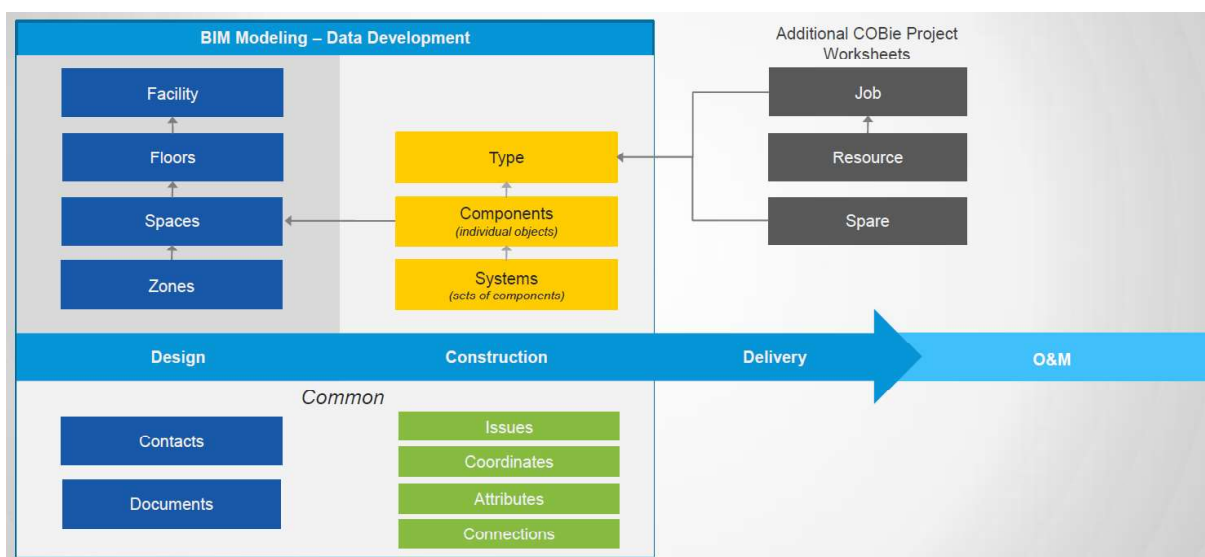


Figure 5: COBie Structure  
Source: Autodesk

**5.2 Common**

**5.2.1 Attribute**

It defines a particular specification that related to an asset

**5.2.2 Connection**

It defines a common relationship between two components.

**5.2.3 Contact**

It defines a person or an association which responsible for the lifecycle of a Facility.

**5.2.4 Coordinate**

It defines a location related to Component, Space, Floor or Facility.

**5.2.5 Document**

It defines an external document related to an asset.

**5.2.6 Issue**

It defines the lake of information or hazard that related to the assets.

**5.3 Build**

**5.3.1 Job**

It defines a task that related to Type throughout the operational phase

**5.3.2 Resource**

It defines an ability or material that is necessary to accomplish a Job.

**5.3.3 Spare**

It defines a part that related to a Type and can be replaced with another part.

**5.4 COBie Data Handover**

In reality, not all COBie data are required and it may vary from one projects to another depending on the project requirement.

Furthermore, in order to create a suitable COBie data, the facility owners, designers, engineers, contractors, and facility operators during the pre-design phase, should define their COBie data handover requirements and criteria (National BIM Standard, United States, Version 3, 2015). Like:

1. Who is going to use the data?  
(for example):
  - i. Maintenance Personnel.
  - ii. Asset Manager.
  
2. What types of data will be collected?  
(for example):
  - i. BIM Project Execution Plan.
  - ii. QA/QC Data (Quality Assurance/Quality Control Data).
  
3. How is data maintained?  
(for example):
  - i. The Data will be transferred into Computerized Maintenance Management (CMMS) or Computer-Aided Facility Management (CAFM) software like IBM Maximo.
  - ii. The Data will be transferred into Integrated Workplace Management System (IWMS) like IBM TRIRIGA.

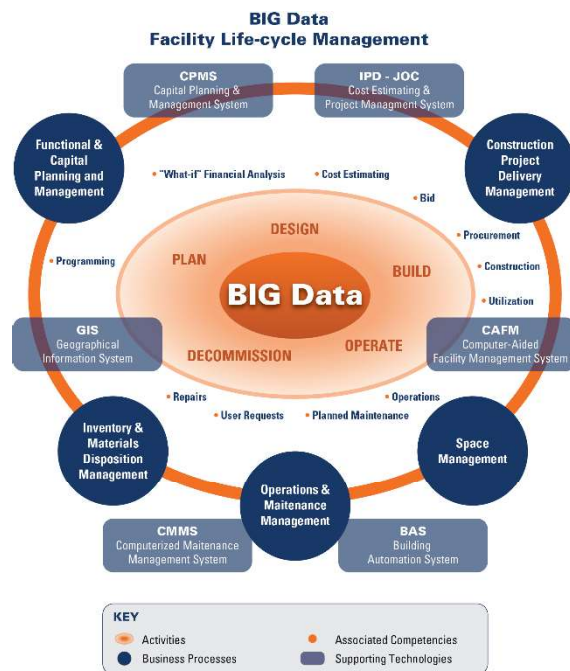


Figure 6: Facility Lifecycle Data Management



## 6. COBie Extension for Revit

The Autodesk COBie Extension for Revit is an add-in for Autodesk Revit.

It Works on Revit 2013 and later versions.

It configures Revit model to be able to hold and export data in the COBie standard format. It utilizes shared parameters to hold the data in the model.

These parameters can be customized using the “Custom Parameter Mapping” feature.

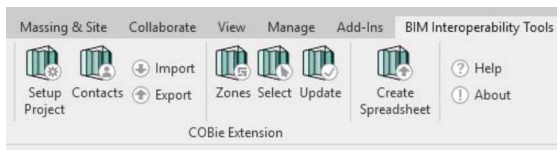


Figure 7: COBie Extension for Revit from the BIM Interoperability Tools Toolbar Menu

### 6.1 Contacts

Clicking on the Contacts modify button from the BIM Interoperability Tools toolbar menu will open a new window which allow the user to add, edit or delete COBie contacts.

The user will assign the required and optional fields for the Contacts, any missing or incomplete data for the required fields will not be created by the COBie extension.

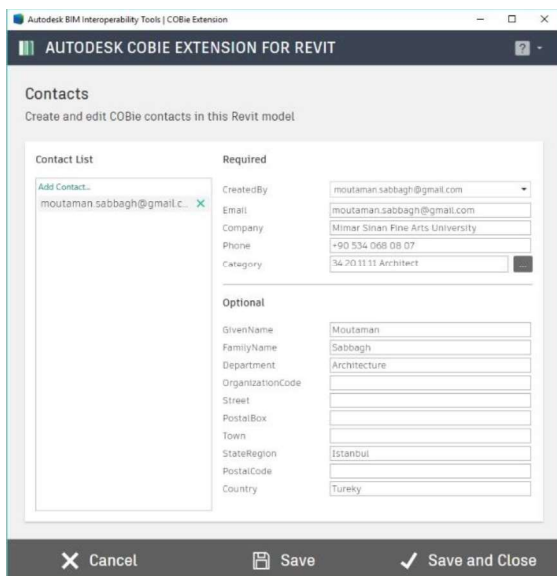


Figure 8: COBie Contacts Window

### 6.2 Setup Project

The Setup Project will generate the required COBie parameters in the Revit model and apply those parameters to the appropriate elements with the proper data.

Clicking on the Setup Project button from the BIM Interoperability Tools toolbar menu will open a new window, which allows the user to:

- Define the COBie settings.
- Specify properties for the COBie spaces, types, components, systems, attributes, coordinates and schedules for the spreadsheet in the Revit model.
- Define parameter mappings and values for the fields.

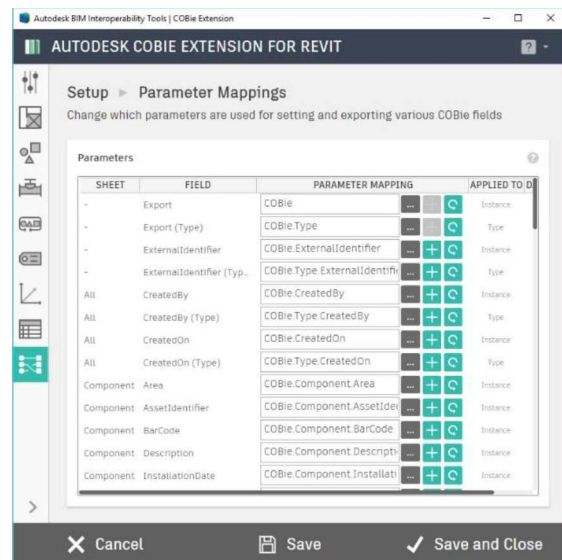


Figure 9: COBie Setup Window, Parameter Mappings

### 6.3 Zone Manager

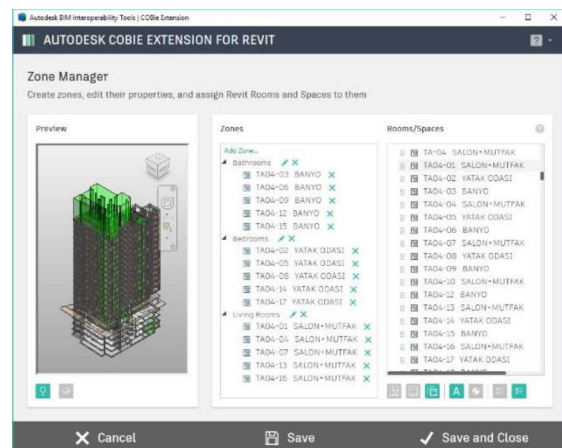


Figure 10: Zone Manager Window

The Zone Manager is based on the classification of Revit elements. COBie Zones are defined by Revit Rooms and Spaces.

The Zone Manager creates COBie Zones in a hierarchical manner.

### 6.3 Select

Select allow the user to choose which elements will be exported by preparing a list for the available Revit families, types and elements in the Revit model in order to export them.

When pressing Apply button the tool will check the COBie parameters for the selected families, types and elements.

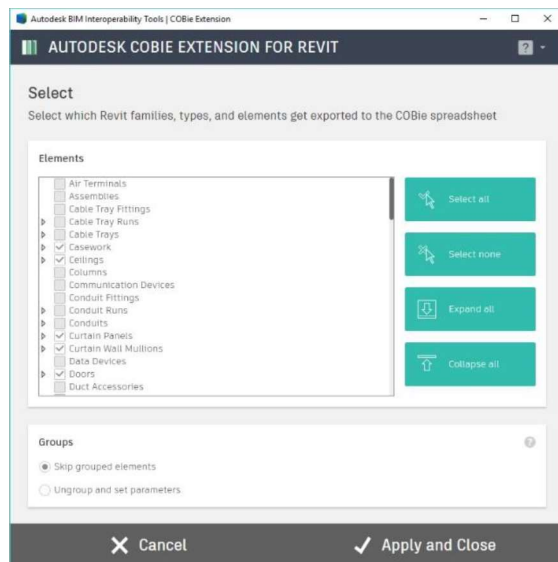


Figure 11: Select Window

### 6.4 Update

The Update will batch modify values in the COBie fields and create the suitable data by using the settings specified in the setup to assign that data to the COBie Extension parameter or any appropriate mapped parameter.

The user can choose to update all parameter, only blank parameters or skip them.

The elements inside the groups do not allow the customized data to be written at their mapped parameters accurately, that is way the extension

give the user two options to fix this issue. The first option is to skip grouped elements and the second option is to ungroup the elements in order to allow the data to be written correctly.

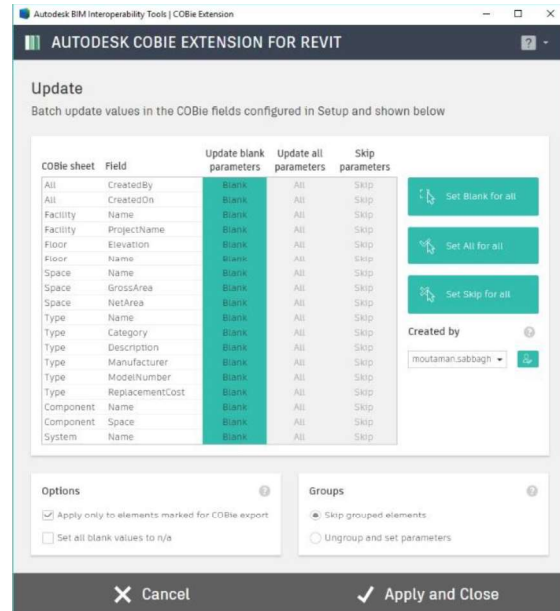


Figure 12: Update Window

### 6.5 Create Spreadsheet

Clicking on the COBie Create Spreadsheet button from the BIM Interoperability Tools toolbar menu will open a new window that allows the user to export the COBie spreadsheet as a Microsoft Excel document according to the settings configured in the previous steps.

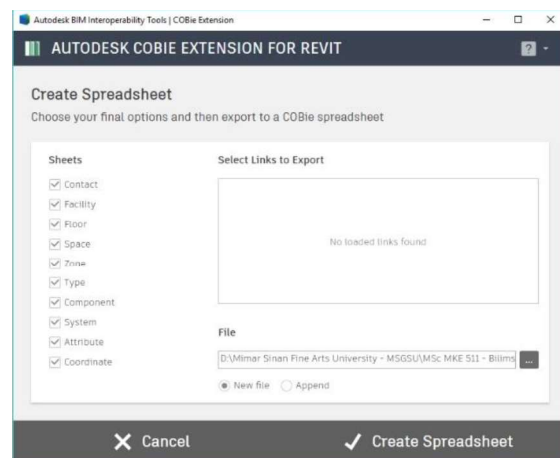


Figure 13: Create Spreadsheet

Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	Description	AssetType
Door Type G1	moutaman.sabbagh@gmail.com	2019-04-03T00:57:74	23-30 10: Doors	Flush Steel w/Louver - 1830 x 2134mm E	Fixed
M_Round Elbow_2 D	moutaman.sabbagh@gmail.com	2019-04-03T00:57:75	23-33 49 00: HVAC Ductwork	M_Round Elbow: 2 D	Fixed
Radius Elbows / Taps	moutaman.sabbagh@gmail.com	2019-04-03T00:57:76	23-33 49 00: HVAC Ductwork	Rectangular Duct: Radius Elbows / Taps	Fixed
Mitered Elbows / Tees	moutaman.sabbagh@gmail.com	2019-04-03T00:57:77	23-33 49 00: HVAC Ductwork	Rectangular Duct: Mitered Elbows / Tees	Fixed
Mitered Elbows / Taps	moutaman.sabbagh@gmail.com	2019-04-03T00:57:78	23-33 49 00: HVAC Ductwork	Rectangular Duct: Mitered Elbows / Taps	Fixed
Taps / Short Radius	moutaman.sabbagh@gmail.com	2019-04-03T00:57:79	23-33 49 00: HVAC Ductwork	Round Duct: Taps / Short Radius	Fixed
Oval Duct Mitered Elbows / Taps	moutaman.sabbagh@gmail.com	2019-04-03T00:57:80	23-33 49 00: HVAC Ductwork	Oval Duct: Mitered Elbows / Taps	Fixed
Lighting and Appliance Panelboard	moutaman.sabbagh@gmail.com	2019-04-03T00:57:81	23-80 30 11 17: Distribution Boards and Control Panels	225 A	Fixed
Transformer Switchboard	moutaman.sabbagh@gmail.com	2019-04-03T00:57:82	23-80 30 11 17: Distribution Boards and Control Panels	914mmx673mm	Fixed
Direct Digital Control- DDC- Panel	moutaman.sabbagh@gmail.com	2019-04-03T00:57:83	21-81 61 62 21: HVAC Measurement and Control Equipment	Direct Digital Control (DDC)	Fixed
Elevator-Hydraulic	moutaman.sabbagh@gmail.com	2019-04-03T00:57:84	23-50 05 11: Elevators	2000 lbs Elevator-Hydraulic	Fixed
Duplex Receptacle- GFCI	moutaman.sabbagh@gmail.com	2019-04-03T00:57:85	23-80 50 11 17: Ground Fault Receptacles	GFCI	Fixed
Duplex Receptacle	moutaman.sabbagh@gmail.com	2019-04-03T00:57:86	23-80 50 11 17: Ground Fault Receptacles	Standard	Fixed
Equip-D3320	moutaman.sabbagh@gmail.com	2019-04-03T00:57:87	23-40 20 14 14 11: Chairs	Chair with Unit Mount	Fixed
Equip-D3380	moutaman.sabbagh@gmail.com	2019-04-03T00:57:88	23-40 20 14 14 17: Stools	Operating Stool	Fixed
Equip-D3390	moutaman.sabbagh@gmail.com	2019-04-03T00:57:89	23-40 20 14 14 17: Stools	Operating Stool	Fixed
Equip-XR800	moutaman.sabbagh@gmail.com	2019-04-03T00:57:90	23-40 10 14 74 17: Illuminated Signs	Illuminator-Portable	Fixed
Equip-A5145	moutaman.sabbagh@gmail.com	2019-04-03T00:57:91	23-40 20 21 31: Robe Hooks	2 Prong Robe Hook	Fixed
Defibrillator	moutaman.sabbagh@gmail.com	2019-04-03T00:57:92	23-40 70 11 14 11 17: Patient Care Equipment	Defibrillator	Moveable
Light Switch- Three Way	moutaman.sabbagh@gmail.com	2019-04-03T00:57:93	23-80 50 11 14: Switches	Three Way	Fixed
Light Switch	moutaman.sabbagh@gmail.com	2019-04-03T00:57:94	23.80.50.11.14: Switches	Single Pole	Fixed
Light Fixture LV	moutaman.sabbagh@gmail.com	2019-04-03T00:57:95	23-80 70 11 14 11: Downlights	Recessed Halogen Down Light	Fixed
Light Fixture Q4B	moutaman.sabbagh@gmail.com	2019-04-03T00:57:96	23-80 70 11 11: General Luminaries, Non Directional	4100mm Two Lamp Strip with Wire Guard	Fixed
Light Fixture P1	moutaman.sabbagh@gmail.com	2019-04-03T00:57:97	23-80 70 11 11: General Luminaries, Non Directional	Linear Fluorescent Up Light	Fixed
Light Fixture T1	moutaman.sabbagh@gmail.com	2019-04-03T00:57:98	23-80 70 11 11: General Luminaries, Non Directional	Linear Fluorescent Wall Mounted Up Light	Fixed
Light Fixture A3	moutaman.sabbagh@gmail.com	2019-04-03T00:57:99	23-80 70 11 14 11: Downlights	600mm X 4100mm Fluorescent Troffer with Wire Guard	Fixed

Figure 14: COBie Excel Spreadsheet after Exporting

## 6.6 Export COBie Data as an IFC format

The COBie spreadsheet is a mapping of the IFC FM Handover View, that enable the handover of facility management information (BSI Little book of BIM, 2017)

The COBie data can be exported as IFC format by using the Revit IFC export feature and select the IFC2x3 COBie 2.4 Design Deliverable View.



Figure 15: Revit IFC2x3 COBie 2.4 Design Deliverable View Exporter

To make sure that the COBie data was exported correctly as an IFC format, IFC and COBie data validation was made by importing the IFC file that has been exported by Revit into Solibri Model Checker (SMC), which is BIM-based software for checking the BIM and IFC models.

The validation results showed that COBie parameters and their fields' values had been exported correctly (see the Figure 19 below).

However, the fields that has been left blank without adding any value has not been exported.



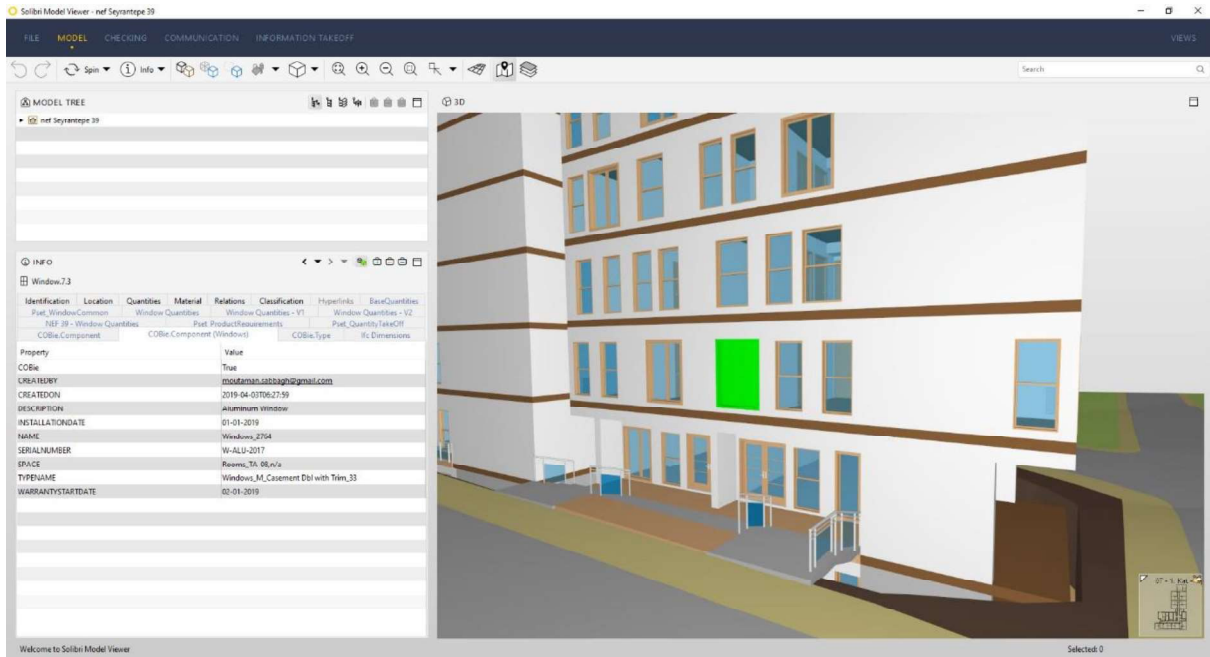


Figure 16: IFC and COBie data validation using Solibri

## 7. Conclusion

The use of Building Information Modeling (BIM) for database source and Construction Operations Building Information Exchange (COBie) as a data format proved to be a beneficial for the Facility Management (FM) Operations & Maintenance (O&M).

COBie helps to capture and record the project data such as equipment specifications, warranties, product data sheets, and maintenance schedules during the building design and construction phase in organized form, which help to reduce the cost of maintenance and save cost during the building life cycle.

However, to get the maximum benefits of COBie, the facility owners, designers, engineers, contractors, and facility operators should define their COBie data handover requirements during the pre-design phase.

In addition, it is important to start creating and organizing the COBie data from the early stages of design phase and keep it up to date in the construction phase until it is delivered to the facility operators.

COBie data can be organized by using a classification system that provided by the Construction Specifications Institutes such as UniFormat, Omniclass and MasterFormat.

Furthermore, COBie data can be easily captured and generated by using BIM software like Revit. This insures that the COBie data will be up to date because it automatically remodified when making any changes.

Finally, COBie data can be exported in two formats, the first one as Microsoft Excel spreadsheet format, which is the most popular and the second one as IFC format under FM Handover View Definition, that enable the handover of facility management information, then it can be imported into FM and O&M software.

## 8. References

BSI Little book of BIM, (2017). British Standards Institution (BSI).

British Standards BS 1192-4:2014, Collaborative production of information Part 4: Fulfilling employer's information exchange requirements using COBie – Code of practice. (2014). British Standards Institution (BSI).

Building Lifecycle Cost over Time, (2014). Createmaster. Retrieved from URL: <http://www.dev.createmaster.co.uk/services>

Burcin Becerik-Gerber, Farrokh Jazizadeh, Nan Li and Gulben Calis, (2012). Application Areas and Data Requirements for BIM-Enabled Facilities Management. *Journal of Construction Engineering Management*: Vol. 138 Issue (3) pp. 431–442.

FM Aquarium Reference Files. buildingSMART Retrieved from URL: <http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-view-definition/fm-handover-aquarium/fm-aquarium-reference-files>

FM Basic Handover. buildingSMART. Retrieved from URL: <http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-view-definition/fm-handover-aquarium/fm-basic-handover>

IFC Overview summary. BuildingSMART. Retrieved from URL: <http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-overview>

Karen Kensek, (2015). BIM Guidelines Inform Facilities Management Databases: A Case Study over Time, *Buildings* 2015, ISSN 2075-5309.

Michael P. Gallaher, Alan C. O'Connor, John L. Dettbarn, Jr., and Linda T. Gilday, (2004). Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry. National Institute of Standards and Technology (NIST).

Model View Definition Summary. buildingSMART Retrieved from URL: <http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-view-definition>

MVD Overview summary. buildingSMART Retrieved from URL: <http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/mvd-overview>

National BIM Standard, United States, Version 3, (2015). National Institute of Building Sciences, buildingSMART alliance.

NBS BIM Object Standard, Version 1, (2014). National BIM Library (NBS).

Sarel Lavy and Salil Prakash Jawadekar, (2012). A Case Study of the Use of BIM and Construction Operations Building Information Exchange (COBie) For Facility Management, Texas A&M University, USA.

Zhulin Wang, Tanyel Bulbul and Andrew McCoy, (2015). A Comparative Case Study for Using COBie in Project Turnover, Virginia Tech, United States.

# COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ İLE TAŞINMAZ DEĞERLEMESİ

Merve IŞIKLI

Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Mimari ve Kentsel Enformatik Yüksek Lisans Programı

E-posta: [merveisikli12@gmail.com](mailto:merveisikli12@gmail.com) Telefon : +90 536 448 77 48

## ÖZET

Son yıllarda gelişmekte olan ve objektif yapılması gereken Taşınmaz Değerlemesi kavramının tanımı, yararlanılan kanunlar, değerlemeye etki eden ilgili kurumlar, kullanılan yöntemler ile Coğrafi Bilgi Sistemlerinin yaygınlaşması ile birlikte Taşınmaz Değerlemesi üzerinde etkileri, Dünya’da CBS ile Taşınmaz Değerlemesi kullanımı ve Türkiye’de uygulanması ile ortaya çıkan ürünler bu makalede incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Taşınmaz Değerlemesi; Taşınmaz Değerleme Yöntemleri; Coğrafi Bilgi Sistemleri.

## ABSTRACT

Definition of recent years in developing and objective needs to be done Real Estate Valuation concept, utilized laws, relevant institutions acting on the valuation methods used by geographic information along with the spread of System Real Estate Valuation on the effects of the implementation of the use of Real Estate Valuation with GIS in the world and Turkey the resulting products have been examined in this article.

**Keywords:** Real Estate Valuation; Real estate valuation methods; Geographic Information Systems.

## 1.GİRİŞ

Taşınmaz değerlemesi; taşınmazların sahip olduğu özelliklerin tespit edilmesi, bu nicel ve nitel verilerin bir arada toplanarak işleme tabi tutulması ve bulunduğu ülkenin güncel piyasa koşullarında birim fiyatlarının belirlenmesi işlemidir (Yalprı ve diğ.,2002).Taşınmaz değerlerinin objektif, doğru ve güvenli kaynaklarla belirlenmesi önemlidir. Çünkü belirlenen bu değer ile ortaya çıkan rayiç bedel taşınmaz alım satımında olduğu kadar ülke vergilendirmesinde de büyük rol oynamaktadır. Türkiye’de henüz belirli bir düzene oturmamış olan taşınmaz değerlemesinin gelişen teknoloji ile

birlikte bilimsel bir tabana oturacağı öngörülmektedir.

## 2.TAŞINMAZ DEĞERLEMESİ

Taşınmaz Değerlemesi her ne kadar bireysel bir işlem olarak uygulanabilir olsa da toplumu etkileyen bir işlemdir. Toplumsal değerler için yapılan taşınmaz değerlendirme sonucu analiz raporları elde edilmesini kolaylaştırmak için, bu değerlendirme verilerinin objektif ve güvenilir kaynaklara dayanması ve konumsal veri ile artırılmış bir veri tabanı sisteminde işlem görmesi gerekmektedir. Bu ihtiyacı gidermek için Coğrafi Bilgi Sistemleri’nden yararlanılmalıdır.

### 2.1. Taşınmaz Değerleme Ölçütleri

Taşınmaz değerlendirmesi uygulanırken aşağıdaki ölçütlerden yararlanılmaktadır: (Erbil,2014)

- **Kullanım Amacı:** Taşınmazın mevcut kullanım durumu hakkında bilgi verir. Örneğin; Sanayi, Konut, Ticari... vb.
- **Çevresel Özellikler:** Taşınmazın bulunduğu alandaki nüfus yoğunluğu, yaşam koşulları, sosyal yapı... vb. durumlar hakkında bilgi verir.
- **Yasal Durum:** Taşınmazın yasal durumundaki kullanılabilirlik bilgisidir.
- **Malikler ve Komşuluk İlişkileri:** Taşınmazın çevresinde yaşayan insanların yaşam tarzları, davranışları, komşuluk ilişkileri, maddi ve manevi durumları ve yasallara uymaları gibi pek çok faktör sayılabilir.
- **Taşınmazın Konumu:** Taşınmazın ana yola yakınlık, ulaşım kolaylığı... vb. özellikleri hakkında bilgi verir.
- **Mevzii Özellikler:** Taşınmazın bulunduğu cephe, manzara... vb. özellikleri hakkındaki bilgilerdir.
- **Taşınmazın İmar Durumu:** Taşınmazın bulunduğu bölgeye imar planlarıncı atanan özellikler ve belediyeler tarafından belirlenen taban alanı katsayısı, kat alanı kat sayısı, cephe çekmeleri ve emsaller



arazinin kullanılabilirliğini etkileyen özelliklerdir.

- Mevcut Kaynaklar: Taşınmazın mevcut olduğu durumda kuyu, koruma duvarı gibi ek özellikleri hakkında bilgi verir.

Taşınmaz Değerlemesinde kullanılan bu ölçütler, değerlendirme yapılacak olan taşınmazın türüne göre farklı önem dereceleri taşımaktadır. Bu yüzden değerlendirme yapılacak taşınmazın türü ilk olarak tespit edilmeli ve buna göre değer takdiri dereceleri belirlenmelidir.

## 2.2. Taşınmaz Değerlemesinde Yararlanılan Kanunlar

Taşınmaz değerlerinin objektif, doğru ve güvenli kaynaklarla belirlenmesi için izlenen yolda değerlendirme uzmanlarına yön veren kanunlardan bazıları şunlardır:

- **Kadastro Kanunu:** 3402 sayılı Kadastro Kanununun 36.maddesi yargılama giderleri, kadastro harcı ve tahakkuku ile ilgilidir. Kanunun bu maddesine göre kadastro yapılmış alanların vergi değeri bilinmesi için taşınmaz değerlendirme yapımının gerekliliklerinden bahsetmiştir.
- **İmar Kanunu:** İmar Kanunu ile değerlendirme yapılacak alanların türünün belirlenmesi ve önem katsayısının belirlenmesi alanlarında faydalanılmaktadır.
- **Kamulaştırma Kanunu:** Kamulaştırma Kanununda taşınmaz değerlendirme için kesin hükümler bulunmamaktadır. Bu kanunda İdarelerin sahip olduğu yetkilerden, değerlendirme çalışmalarında kullanılacak yöntemlerden ve dikkat edilmesi gereken değerlendirme ölçütlerinden bahsedilmiştir.
- **Emlak Vergi Kanunu:** Emlak Vergisi Kanununun 29.maddesine göre vergi değerlerinin belirlenmesinde kullanılan ölçütlerden bahsedilmiştir.

## 2.3. Taşınmaz Değerlemesinde Etkili Kurumlar

### 2.3.1.Sermaye Piyasa Kurulu (SPK)

Sermaye Piyasa Kurulu değerlendirme piyasasını düzenlemeye yönelik çalışmalar yapan bir kurum olmakla birlikte değerlendirme yapılacak olan taşınmaza tarafsız olarak değerini etkileyen unsurları analiz edebilip raporlayabilecek bilgi düzeyindeki uzmanların tespitini yapıp onları lisanslayan da bir kurum olma özelliğine sahiptir.

### 2.3.2. Türkiye Değerleme Uzmanları Birliği (TDUB)

Türkiye Değerleme Uzmanları Birliği, tarafsız bir çalışma gerçekleştirebilmek için gerekli olan kuralları ve standartları oluşturmakla ve bu kurallara uymayan üyelere disiplin cezalarını vermekle yetkili bir kurumdur. Türkiye Değerleme Uzmanları Birliği, SPK ile aynı amaçları hedef edinmiş bir kurum olmasına karşın SPK 'dan tek farkı değerlendirme uzmanlarını lisanslayabilme yetkisine sahip bir kurum olmamasıdır.

## 2.4.Taşınmaz Değerlemesinin Ülkemizde Uygulanma Yöntemleri

Türkiye'de taşınmaz değerlendirme yapılırken 4 çeşit yöntem uygulanmaktadır. Bu yöntemler Karşılaştırma, Gelir, Maliyet ve Puanlama Yöntemleridir. Taşınmaz değerlendirme yapılacak olan taşınmazın, konum bilgisi ve kullanım türü uygulama yöntemi seçiminde önem taşımaktadır.

### 2.4.1.Karşılaştırma Yöntemi

Karşılaştırma yöntemi; değerlendirme yapılacak olan taşınmaza ait özellikler ile yakın zamanda satışı gerçekleşmiş benzer özelliklerdeki taşınmaza ait satış fiyatını uygun karşılaştırmaları yaparak analiz eden ve bu güncel satış fiyatı üzerinde gerekli düzeltmelerin uygulanması sonucunda değer tespiti yapılan yöntemdir.

### 2.4.2.Gelir Yöntemi

Gelir yöntemi; taşınmazın değeri sadece getirdiği gelir ile tespit edilebiliyorsa bu yöntem uygulanmaktadır. Bu yöntem uygulanırken kiralık olan taşınmazın net geliri hesaplanmalıdır. Bunun için taşınmazın yıllık brüt getirisinden, kiralama süresi boyunca oluşan işletme giderleri, sigorta ve emlak vergisi gibi giderlerin toplamının çıkarılması ya da taşınmazın kiralama boş kalma durumunda oluşan giderin çıkarılması ile net gelir hesaplanmalıdır.

### 2.4.3 Maliyet Yöntemi

Maliyet yöntemi; karşılaştırma yönteminde olduğu gibi benzer özelliklerde sık sık alım satımı gerçekleşmeyen, belirli bir pazara sahip olmayan ve gelir yöntemindeki gibi gelir getirmeyen özel amaçlı taşınmazların değerlendirilmesinde kullanılan tek yöntemdir. Bu yüzden maliyet yönteminde değerlendirme yapılacak olan özel amaçlı taşınmazların satın alınması yerine birebir aynısının inşa edilmesi durumu dikkate alınmaktadır. Özel amaca sahip bu taşınmazlara örnek olarak oteller, fabrikalar ve sanayi siteleri gösterilebilmektedir.

### 2.4.4 Puanlama Yöntemi

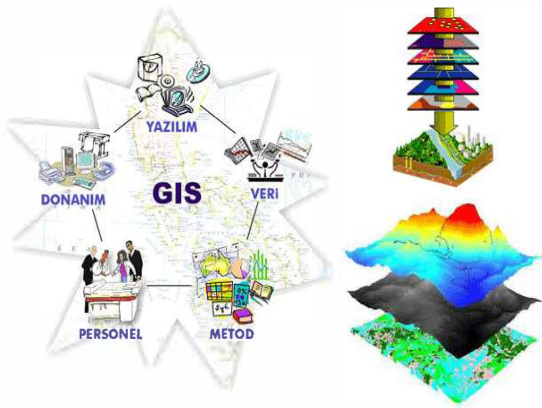
Puanlama yöntemi; değerlemeye tabii tutulan taşınmazın bulunduğu bölgede yapılan anket çalışması sonucunda ulaşılan kıstasların analiz sonuçlarına göre puanlama yapılması ile değer takdiri yapılan yöntemdir.

## 3.COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ

Günümüzde gelişen teknolojiyle birlikte kent gibi karmaşık yapılar daha basit ve düzenli şekilde görselleştirilerek kullanıcıya CBS yazılımları ile aktarılabilir. Aşağıdaki kısımlarda, CBS'nin Taşınmaz Değerlemesi ile ilişkisi anlatılmaktadır, fakat CBS, Taşınmaz Değerlemesi dışında birçok disiplin tarafından farklı amaçlar içinde kullanılmaktadır.

### 3.1.CBS'nin Tanımı ve CBS'yi Oluşturan Elemanlar

Coğrafi Bilgi Sistemleri(CBS), konuma dayalı gözlemlerle elde edilen nicel ve nitel bilgilerin toplanması, saklanması, işlenmesi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bir bütünlük içerisinde gerçekleştiren bir bilgi sistemidir. ( Döner,2010)



Şekil 1.CBS'yi Oluşturan Elemanlar

Bir Coğrafi Bilgi Sistemi şu bileşenleri içerir:

**Donanım:** CBS kullanımını sağlayan bilgisayar ve buna bağlı olan diğer elemanlar donanımsal ürünlerdir.

**Yazılım:** Toplanan verileri depolamak, analiz etmek ve görüntülemek gibi işlemlerin yapılabilmesine olanak sağlayan çeşitli programlama dilleriyle geliştirilen ürünlerdir. Bunlardan yaygın olarak kullanılanları ArcGIS ve MapInfo'dur.

**Veri:** CBS'nin en önemli ve elde edilmesi en zor olan elemanıdır.

**İnsanlar:** CBS'nin doğru kullanımı için gerekli olan elemanıdır. Analizlerin hangi amaçla yapılması gerektiğine ve doğru sonuca ulaşmak için hangi metodlara başvurulması gerektiğini belirleyen unsurdur.

**Yöntemler:** CBS'nin doğru sonuçlara ulaştırması için belli yöntemler kullanılması gerekmektedir. Bu yöntemler sayesinde veri tekrarı ve yanlış veri üretimine engel olunabilmektedir.

### 3.2.CBS'nin Taşınmaz Değerlemesi ile İlişkisi

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kavramı Dünya'da başta Almanya, Hollanda olmak üzere birçok ülkede olduğu gibi Türkiye'de de yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. CBS kavramı konuma dayalı bir sistem olduğundan, mekana ilişkin coğrafi verileri toplama, kullanma, analiz etme ve depolama işlemlerini gerçekleştirebilen donanım ve yazılım desteğine sahip bir sistemdir. Bu özelliklere sahip olması koşulu ile CBS, taşınmaz değerlemesinin doğru, tarafsız ve güvenilir kaynaklardan elde edilen verilerin kullanımını, depolanmasını ve analizini destekleyen ve bir sistemsel veri tabanında depolanmasına imkan sağladığından, değerlendirme uygulamaları için büyük bir önem taşımaktadır.

Taşınmaz Değerlemesinde yaygın olarak kullanılan yöntemlerden bir tanesi olan Karşılaştırma Yöntemi ile değerlendirme işlemi yapılırken; güncel satış değeri bilinen taşınmazlarla, taşınmaz değeri hesaplanmak istenen taşınmazların değerlendirme işlemine etki eden özellikler karşılaştırılarak değer takdiri yapılmaktaydı. Bu yöntemin düzenli ve sistematik olarak uygulanabilmesi için, değerlendirme işlemi yapılacak olan bölgedeki taşınmazların özelliklerine (coğrafi ve diğer değeri etkileyen özellikler) ait verilerin bir arada toplanması gerekmektedir. Bu verilerin anlamlı bir şekilde birbiriyle ilişkili olarak toplanması ve taşınmaz değerinin belirlenmesi için gerekli analizlerin yapılabilmesi oldukça zor, maliyetli ve zaman alıcıdır. Ancak bu problemlere çözüm CBS yardımıyla kolaylıkla bulunabilmektedir.

### 3.3.Dünya'da Taşınmaz Değerlemesi ve Taşınmaz Değerlemesinin CBS ile İlişkisi

Taşınmaz Değerlemesi, Dünya'nın her neresinde olursa olsun tarafsız ve güvenilir bir şekilde piyasa ve çevre şartlarını analiz ederek uluslararası alanda kabul görmüş değerlendirme standartları çerçevesinde yapılmalıdır. Bunu ilke edinmekte olan Uluslararası Değerleme Standartları (UDES) Komitesi, Taşınmaz Değerlemesi yapan ülkelerin ihtiyaçlarını





CBS kullanılarak üretilen bir Taşınmaz Değer Haritası üzerinden aşağıdaki sorgulatmaların yapılabildiği görülmüştür:

- Kira değeri
- Rayiç değeri
- Değerleme Tarihi
- Ekspert Görüşü
- Taşınmazın Çevresi
- Taşınmazın Alanı
- Taşınmaza Ait Fotoğraflar.

Bu uygulama ile nitel ve nicel birçok verinin aynı ortamda analiz edilebildiği ve hızlı sorgulatmalarla sonuç elde edilebildiği değer haritalarını üretmenin CBS ile mümkün olduğu görülmektedir.

#### 4.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak yapılan taşınmaz değerlemelerindeki sonuçların yüksek doğrulukla belirlendiği Kağıthane' deki örnek uygulamada görülmüştür.

Bunun sonucunda Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin:

- Taşınmaz değer tespitinde eski verilerin hızlı güncellenebilir olması,
- Kolay erişilebilir olması,
- Analiz yapmaya imkan vermesi ve analiz sonuçlarını raporlayabilmesi,
- Karmaşık yapıların daha basit ve düzenli şekilde görselleştirilerek kullanıcıya aktarılabilir olması,
- Güvenilir, doğru ve hızlı karar verme odaklı çözüm olanakları sunması sonucu her değerlendirme uygulamasında oluşan tekrarlı veri üretimini ve analizini en aza indirgeyerek iş gücü ve zaman kaybını önlemekte olduğuna ulaşılmıştır.

CBS ile Taşınmaz Değerlemesi yapılmasını yaygınlaştırmak için, Taşınmaz Değerleme çalışmalarında kullanılan verilerin mevcut bir veri tabanında depolanması gerekmektedir. Değerleme yapılacak olan taşınmaza ait ihtiyaç duyulan bilgiler bu veri tabanından elde edilmelidir. Bu veri tabanının, taşınmaz değerlendirme yapan güvenilir bir kuruma bağlı olarak çalışan ilgili kişilerin elde ettikleri verileri paylaşmaları yolu ile gerçekleştirilmesi en hızlı çözüm olacaktır.

Değerleme yapan kurumların denetlenmesini ve bu değerlemeyi yapan kişilerin yetiştirilmesi amaç edinmiş SPK kurumunun bu işi gerçekleştirebilecek vasıf ve amaca sahip olduğu görülmektedir. İleride bu amaçla oluşturulan bir veri tabanı ile aynı taşınmaza ait veri tekrarı için yapılan çalışmalarda zaman, iş gücü ve maliyet kaybının önleneyeceği, elde edilen verilerin kolaylıkla depolanacağı, hızlı bir şekilde güncellenebileceği görülecektir.

## 5.KAYNAKLAR

- Alkan, M. ve Özfidan, F., 2016. Taşınmaz Değerlemesine Yönelik Coğrafi Bilgi Sistemi Tasarımı ve Uygulaması, Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi. <http://fbd.beun.edu.tr>  
Erişim Tarihi:10.10.2017.
- Çete, M. ve Yomralıoğlu, T., 2009. Türkiye İçin Bir Arazi İdare Sistemi Yaklaşımı, HKMO Dergisi, Ocak 2009 .
- Döner, S., 2010. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi CBS Destekli Taşınmaz Mal Değer Haritalarının Oluşturulması. <https://polen.itu.edu.tr/bitstream/11527/1616/1/10795.pdf>  
Erişim Tarihi:01.11.2017.
- Erbil, E.H., 2014. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu, 14-17 Ekim 2014, İstanbul Taşınmaz Mal Değerleme Amaçlı Coğrafi Bilgi Sistemi Tasarımı <https://www.kongresistemi.com/root/dosyalar/uzalcbs2014/295.pdf>  
Erişim Tarihi:01.11.2017.
- Erdoğan, M. ve Güllü, S., 2004. Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Trafik Kazalarının Analizi: Afyon Örneği, Harita Bülteni 91, İstanbul.
- Kaufmann, J. And Steudler, D., 1998. A Vision for a Future Cadastral System, FIG Publication. International Valuation Standards Council, Cadastre 2014.  
[http://www.scirp.org/\(S\(i43dyn45teexjx455qlt3d2q\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1731479](http://www.scirp.org/(S(i43dyn45teexjx455qlt3d2q))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1731479)  
Erişim Tarihi:01.11.2017.
- Torun, M.K., Yanalak, M. ve Şeker, D.Z., 2009. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 11-15 Mayıs 2009, Ankara Taşınmaz Değer Haritalarının Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Üretilmesi [http://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/cacff2565700c8f\\_ek.pdf](http://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/cacff2565700c8f_ek.pdf)  
Erişim Tarihi:01.11.2017.
- Ünlü, S., 2010. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi Coğrafi Bilgi Sistemi Yardımı ile Taşınmaz Değer Haritalarının Oluşturulması ve Eskişehir Örneği .  
<http://acikerisim.selcuk.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3243/276311.pdf?sequence=1>  
Erişim Tarihi:10.10.2017.
- URL-1, International Valuation Standards Council  
<https://www.ivsc.org/>  
Erişim Tarihi:10.10.2017.

# RFID TEKNOLOJİSİNİN CBS PROJELERİNDE KULLANIMI

Pelin DELİOĞLU

Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Enformatik Bölümü

e-posta:20182109011@ogr.msgsu.edu.tr

## ÖZET

Bu çalışmada Radyo Frekansı ile Tanımlama teknolojisinin coğrafi bilgi sistemlerinde kullanımı incelenmiştir. Birinci kısımda çalışma kapsamında ele alınacak konulara giriş yapılmakta, otomatik tanımlama ve veri toplama sistemlerinin hangi ihtiyaçlar doğrultusunda ortaya çıktığı anlatılmaktadır. İkinci kısımda otomatik tanımlama sistemlerinin çeşitleri ve kullanım alanlarının ne olduğu hakkında bilgiler yer almaktadır. Üçüncü kısımda radyo frekansı ile tanımlama teknolojisinin tarihçesi, çalışma prensibi, yaygın kullanım alanlarından bahsedilmektedir. Dördüncü kısımda coğrafi bilgi sistemlerinde radyo frekansı ile tanımlama yönteminin kullanılabilirliği araştırılmış ve literatürde yer alan proje fikirlerine yer verilmektedir. Beşinci ve son kısımda, bu çalışma sonunda elde edilen sonuçlar yer almaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** RFID, RFT, CBS, 3B CBS, otomatik tanımlama, bina içi konum belirleme

## ABSTRACT

In this study, the use of Radio Frequency Identification technology in geographic information systems is investigated. In the first section, introduction is made to topics covered in this study. The needs of automatic identification and data capture systems are explained. The second section contains information about the types of automatic identification systems and their usage areas. In the third chapter, the history of radio frequency identification technology, its working principle and its general usage areas are indicated. In the fourth section, the usability of radio frequency identification method in geographic information systems is investigated, and the project ideas in the literature are mentioned. In the fifth and last section, there are results obtained at the end of this study.

**Keywords:** RFID, GIS, 3D GIS, automatic identification systems, indoor positioning

## 1.GİRİŞ

Bilişim teknolojileri hızla gelişmekte ve dünya ülkeleri “bilgi toplumu” olma yönünde ilerlemektedir. Bilgiye giden yolun veriden geçtiği düşünülürse bilgi sistemlerinin temel yapı taşı olan verinin doğruluğu, nasıl toplandığı veya tutarlılığı gibi birçok önemli unsur bilgiyi de doğrudan etkilemektedir.

Veri elde etmenin insan gücüne dayalı ve hataya açık olması insanları otomatik veri toplama yöntemleri geliştirmeye yöneltmiştir. “Otomatik Tanımlama ve Veri Toplama (OT/VT)” genel başlığı altında toplanan yöntemlerin ortak hedefi insan müdahalesi gerektirmeden veri elde edebilmektir.

Otomatik Tanımlama ve Veri Toplama yöntemleri öncelikle nesnelere otomatik olarak tanımlamak ve o nesneye ait verileri bilgisayar ortamında depolamaktan sorumludur. OT/VT yöntemlerinin amacı insan kaynaklı hataları ortadan kaldırmak, veri toplama iş yükünü hafifletmek ve hatasız veri toplayabilmektir (Malkoç, 2006).

Yaygın kullanılan OT/VT yöntemlerinin arasında Radyo Frekansıyla Tanımlama (RFID) teknolojisinin ürün tanımlama konusundaki üstünlüğü, aynı anda birden fazla etiket tanımlanabilmesine, çok uzun menzillerde çalışabilmesine, etiket ile okuyucu arasında doğrudan görüş gerektirmemesine ve kötü hava şartları gibi fiziki koşullardan etkilenmemesine dayanmaktadır. RFID etiketleri yeniden yazılabilir özellikte olabilmekte ve aynı etiket defalarca kez kullanılabilir. Bunların dışında RFID teknolojisi kapalı alanlarda konum belirlemek amacıyla da kullanılmaktadır. Bu üstünlüklerinden ötürü bu çalışmada coğrafi bilgi sistemlerinde nesne tanımlamaya ve konum belirlemeye yönelik katkılarını araştırmak amacıyla RFID teknolojisi ele alınmıştır.



## 2. OTOMATİK TANIMLAMA SİSTEMLERİ

İdeal otomatik tanımlama sistemlerinden beklenen özellikler şu şekilde sıralanabilir:

- İnsan müdahalesi gerektirmemesi
- Hatasız veri toplaması
- Fiziki koşullardan etkilenmemesi
- Maliyetinin düşük olması

Yaygın kullanılan otomatik tanımlama yöntemlerinden bazıları aşağıda yer almaktadır:

### 2.1. Barkod Teknolojisi

Barkod, farklı kalınlıktaki dikey çizgiler ve boşluklardan oluşan bir çeşit semboldür. Bu çizgiler ve boşluklar üzerinde buldukları ürüne ait kimlik numarasını ifade etmektedir ancak detay bilgi taşımamaktadır. Ürün kimlik numarası bir veri tabanında ürüne ait detay bilgilerle birlikte saklanmaktadır. Barkod, tarayıcı tarafından okunduğunda veri tabanında tutulan kayıtlar arasında arama yapılır ve eşleşme sağlandığında ürüne ait bilgilere erişilebilir (İnceler, 2006). Barkodlar çok geniş kullanım alanına sahiptir. Özellikle perakende satış mağazalarında ve evrak kaydı yapan kurum ve kuruluşlarda yaygınca kullanılmaktadır.



Şekil 1. Örnek Barkod Etiketi

Barkod sistemleri lazerle çalışmaktadır ve maliyeti oldukça düşüktür. İdeal otomatik tanımlama sisteminden beklenen özellikler açısından değerlendirildiğinde aşağıdaki dezavantajları sıralamak mümkündür:

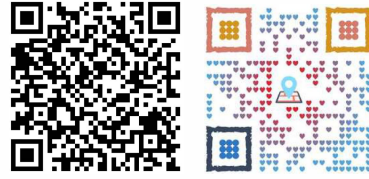
- Barkod etiketinin, tarayıcının görüş açısında ve okuma menziline olması zorunludur. Dolayısı ile insan müdahalesi gerektirmektedir.
- Barkod sistemleri yalnızca kısa mesafelerde çalışabilmektedir. Bir barkod tarayıcısının genellikle 30 ile 50 cm menzil uzunluğu bulunmaktadır.
- Eş zamanlı okuma yapılamamaktadır.
- Barkodlar fiziki koşullardan etkilenebilmektedir. Silinmiş, kirlenmiş

veya hasar görmüş barkodlar okunamamaktadır.

- Barkodlar statiktir, eğer barkodun taşıdığı bilgi değiştirilmek istenirse barkodu yeniden üretmek gerekmektedir. Barkodlar yalnızca okunabilmektedir, yeniden yazılamamaktadır.

### 2.2. Karekod Teknolojisi

Dijital dünyadaki gelişmeler barkod teknolojisini de etkilemiş ve Karekod teknolojisini ortaya çıkmasını sağlamıştır. Quick Response (hızlı yanıt) kelimelerinin baş harfleri olarak kısaltılmakta olan bu teknoloji esasında iki boyutlu barkod sistemidir. İçerisine metin, fotoğraf, telefon numarası ya da web adresi yerleştirmek mümkündür. Bu sayede ile sınırlı alanda sınırsız bilgi erişimi sağlayabilmektedir (Ashish, 2016). Özellikle kartvizitlerde, reklam panolarında, resmi evraklarda, mobil uygulamalarda ve televizyonda kısacası ürün detayı vermek istenen her yerde karekodlara rastlamak mümkündür.



Şekil 2. Örnek Karekodlar

Geleneksel barkodlara göre on katı kadar küçültülebilir ve daha hızlı okunur. Karekodlar statik ve dinamik olmak üzere ikiye ayrılabilir. Statik kodların içeriği değiştirilememektedir, içerik değiştirilmek istendiğinde kodun yeniden üretilmesi gerekmektedir. Dinamik kodların içeriği herhangi bir zamanda güncellenebilmektedir.

### 2.3. Akıllı Kartlar

Akıllı kartların fiziksel yapısı, boyutları ve iletişim protokolleri uluslararası standartlara göre belirlenmektedir. Birden fazla işlem için tek kart kullanma imkanı vermektedir. Örneğin, bir kampüs giriş kartı aynı zamanda bir banka kartı olabilmektedir (Malkoç, 2006). Akıllı kartlar, fiziksel temas gerektirenler ve manyetik temas gerektirenler (temassız kart) olarak gruplandırılmaktadır. Temaslı kartlar kendi içinde manyetik bantlı, barkodlu ve çipli olarak, temassız kartlar ise kendi içinde proximity ve mifare olmak üzere tekrar ayrılmaktadır.



Şekil 3. Mifare Kart Örneği

Manyetik bantlı kartların maliyeti düşüktür ve temaslı kart grubundandır. Genellikle mağaza sadakat kartları olarak kullanılmaktadır. Barkodlu kartlar, genellikle market zincirlerinin sadakat kartları olarak kullanılmaktadır. Çipli kartlar, şifre korumalı olarak üretilirler. Güvenlidir ve temaslı kart grubundandır. Yakın zamanda ülkemizde yeni kimlik kartı olarak kullanılmaya başlanan TC kimlik kartları da çipli kartlar sınıfına girmektedir. Proximity kartlar, radyo frekansı ile çalışırlar. Maksimum 10 cm uzaklıktan okunabilirler. Genellikle personel giriş kartı veya şehir içi ulaşım kartı olarak kullanılmaktadırlar. Mifare kartlar, çipli kartlar ile proximity kartların harmanlanmış halidir. Temassız özelliğinden dolayı kredi kartı olarak yaygınca kullanılmaktadır (URL-1).

İdeal otomatik tanımlama sisteminden beklenen özellikler açısından değerlendirildiğinde aşağıdaki dezavantajları sıralamak mümkündür:

- Akıllı kart sistemleri insan müdahalesi gerektirmektedir.
- Eş zamanlı okuma yapılamamaktadır.
- Bazı akıllı kart tiplerinde bilgi güvenliği yeterince sağlanamamaktadır.

#### 2.4.Biyometrik Tanımlama

Parmak izi tarama, retina taraması, ses tanıma ve yüz tanıma gibi insanları ayırt etmeye yarayan ve başkası tarafından taklit edilmesi söz konusu olmayan biyometrik özelliklerin bilgisayar ortamında özel bir koda dönüştürülmesidir. Diğer otomatik tanımlama sistemlerinden farklı olarak, kopyalanması ya da taklit edilmesi neredeyse imkansızdır. Ayrıca, kimlik saptama, kişinin fiziksel veya davranışsal özelliği ile yapıldığı için kartlı veya şifreli sistemlerde yaşanan kaybetme, unutma ve çalınma gibi problemler yaşanmaz (Oranlı, 2007).



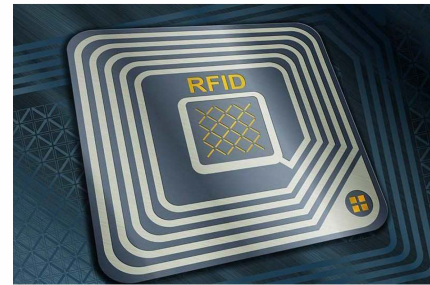
Şekil 4. Parmak İzi Tanımlama

İdeal otomatik tanımlama sisteminden beklenen özellikler açısından değerlendirildiğinde aşağıdaki dezavantajları sıralamak mümkündür:

- Biyometrik veriler zaman içerisinde deformasyona uğrayabilir. Örneğin, kaza geçirilmesi ya da hastalık durumunda.
- Biyometrik sistemler genellikle ekstra donanım ve yazılım gerektirdiğinden maliyeti yüksektir.

#### 2.5.Radyo Frekansı ile Tanımlama

RFID teknolojisi, radyo frekansı kullanarak nesnelere tekil ve otomatik olarak tanımlama yöntemidir (TOBB, 2018). Sayım ve takip güçlüğünden doğan ihtiyaç sebebiyle ortaya çıkmıştır. Özellikle hareketli nesnelere sayımı ve takibi konusunda oldukça başarılıdır. En bilindik örnekleri, otoyollardaki Hızlı Geçiş Sistemi, havalimanlarındaki bagaj otomasyon sistemleri ve besi çiftliklerindeki hayvan kimliklendirme sistemleridir.



Şekil 5. RFID Etiket Örneği

İdeal otomatik tanımlama sisteminden beklenen özellikler açısından değerlendirildiğinde aşağıdaki dezavantajları sıralamak mümkündür:

- Sıvı ve metal cisimlerden etkilenebilirler.
- Başka radyo frekansları parazite sebep olabilir.
- Alternatiflerine göre daha maliyetlidir.

RFID teknolojisi ile ilgili detaylı bilgi üçüncü kısımda yer almaktadır.

## 2.6. Yakın Alan İletişimi NFC

RFID ailesinin bir alt kümesi olan NFC, radyo frekansı vasıtasıyla bilgi transferi gerçekleştiren bir iletişim teknolojisidir. Mobil cihazların yakınlardaki diğer elektronik cihazlar ile haberleşmesini, iki cihaz arasında bilgi ve belge paylaşımının gerçekleşmesini sağlamaktadır. RFID sisteminden farkı, çift yönlü iletişim yeteneğinin olmasıdır. Henüz gelişmekte olan bu teknoloji sayesinde yakın bir gelecekte tüm cep telefonu, akıllı saat ve tabletlerin entegre NFC çipleri aracılığıyla dijital bir cüzdan haline gelmesi olasıdır (Baykara ve ark. 2017).



Şekil 6. NFC Özellikli Mobil Cihaz

İdeal otomatik tanımlama sisteminden beklenen özellikler açısından değerlendirildiğinde aşağıdaki dezavantajları sıralamak mümkündür:

- NFC sistemleri alıcı ve verici arasında manyetik temas gerektirdiğinden dolayı maksimum 10 cm menzil uzunluğuna sahiptir. Dolayısı ile insan müdahalesi gerektirmektedir.
- Eş zamanlı okuma yapılamamaktadır.

## 3. RADYO FREKANSI İLE TANIMLAMA TEKNOLOJİSİ

Günümüzde kullanımı hızla artan kablosuz haberleşme teknolojilerinden biri olan Radyo Frekansı ile Tanımlama teknolojisinin temelleri İkinci Dünya Savaşı'na dayanmaktadır. Askeri havacılıkta RFID'den faydalanılarak geliştirilen IFF uygulaması (Identification Friend or Foe – Dost veya Düşman Tanımlaması) savaşan tarafların uçaklarını ayırt etmeye yarayan RFID temelli ilk sistemdir. Uçaklarda kanatların altına yerleştirilen bir çip ile onun dost ya da düşman uçak olduğu sinyali göndermesi prensibine dayanmaktadır (Oranlı, 2007).

Radar ve radyo sistemlerindeki gelişmeler RFID teknolojisini de yakından etkilemiştir. 1980'lerde ürün ve eşyaların tanımlanmasında kullanılmış, daha sonrasında 1990'lı yıllarda ticari amaçlı

kullanılmaya başlanmıştır (Maraşlı ve Çıbuk 2015). Daha sonraları RFID, günümüzde yaygın olarak kullanılan ve endüstriye ve topluma büyük faydalar sağlayan başlı başına bir teknoloji haline gelmiştir.

1999 yılında RFID teknolojisini araştırmak ve standardize etmek amacıyla Auto-ID Merkezi kurulmuştur. Elektronik Ürün Kodu (EPC) denilen uluslararası bir standart belirlenmesi amacıyla çalışma yürütülmüştür. Ayrıca frekans bandı tahsis edilmesi için uluslararası standartlar belirlenmeye çalışılmıştır. 2003 yılında bu organizasyon, GS1/EPCglobal adı verilen yeni bir çatı altında toplanmıştır. EPCglobal'ın Türkiye temsilciliğini Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB) bünyesinde yer alan GS1 Türkiye temsil etmektedir (TOBB, 2018). Bunun yanı sıra Uluslararası Standartlar Örgütü ISO'nun da RFID standartları konusunda köklü çalışmaları bulunmaktadır.

### 3.1. RFID Sisteminin Bileşenleri

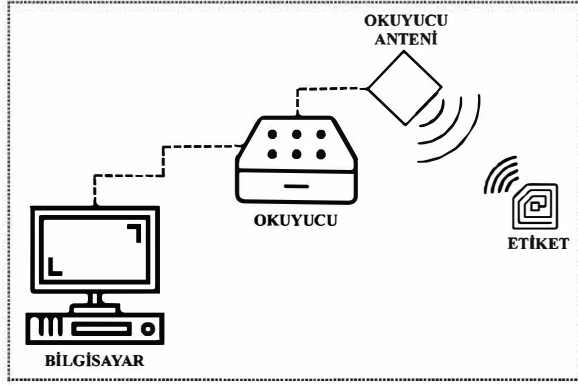
Sistem genel olarak iki temel bileşenden oluşmaktadır: RFID okuyucuları ve RFID etiketleri.

Okuyucular etiketlerde bulunan bilgiyi okumak, kaydetmek ve güncellemek amacıyla antenleri aracılığıyla sinyal gönderirler. Böylece bir kapsama alanı oluştururlar ve etiketten aldıkları bilgileri bilgisayara aktarırlar.

Etiketler üzerinde buldukları nesneye ait kimlik bilgisini ihtiyaç duyulan diğer bilgiler ile birlikte taşıyabilirler. Bu bilgileri saklamak için bir mikroçip kullanmakta, okuyucu ile iletişime geçebilmek için ise anten kullanmaktadırlar. Etiketler okuyucudan gönderilen bilgileri almak, saklamak veya okuyucuya bilgi göndermek için programlanabilirler. RFID etiketleri sensörlerle birlikte de kullanılabilir. Böylece bir ürüne ait ısı, ağırlık, hareket gibi değerler ölçülerek uygun değerlerde olup olmadığı değerlendirilebilir (Stephen ve ark. 2008).

Radyo Frekansı ile Tanımlama sisteminde okuyucu ve etiket, görüş hattına gerek duymaksızın kablosuz iletişim kurmaktadır. Ancak haberleşmenin sağlanabilmesi için okuyucu ve etiketin aynı radyo frekansında çalışması gerekmektedir.





Şekil 7. RFID Sisteminin Çalışma Prensipleri (Xu ve ark. 2017)

Bir RFID okuyucusu sürekli olarak sorgu sinyalleri gönderir. Okuyucunun menziline giren RFID etiketleri bu sorguları alır ve cevap sinyali gönderir. Sisteme göre her nesnenin kendine ait tekrar edilemez bir Elektronik Ürün Kodu (EPC) vardır ve bu kod RFID etiketlerinde saklanır. EPC kodları nesnenin kimliklendirilmesini sağlamaktadır. Etiketten gönderilen bilgiler, okuyucuya ulaşmasının ardından bilgisayarda işlenmektedir.

RFID etiketleri, aşağıdaki gibi enerji kaynaklarına göre, hafıza tiplerine göre ve frekans bandına göre sınıflandırılabilirler:

### 3.1.1 Enerji Kaynaklarına Göre Etiketler

Etiketler, enerji kaynaklarına göre aktif etiketler, pasif etiketler ve yarı aktif etiketler olmak üzere üçe ayrılmaktadır.

Aktif etiketlerin kendi güç kaynağı bulunmaktadır. Mikroçipi çalıştırmak ve okuyucu ile iletişime geçmek için kendi güç kaynaklarından faydalanırlar.

Pasif etiketlerin kendi güç kaynağı bulunmamaktadır, okuyucudan gönderilen sinyal ile bir miktar enerji sağlamaktadırlar. Mikroçip ve anteni çalıştırmak için bu enerjiden faydalanırlar.

Yarı aktif etiketlerin kendi güç kaynakları bulunmaktadır ancak bunu sadece mikroçipi çalıştırmak için kullanırlar. Okuyucu ile iletişime geçmek için okuyucudan gönderilen sinyalden faydalanırlar (Maraşlı ve Çıbuk 2015).

### 3.1.2 Okunma/Yazılma Özelliğine Göre Etiketler

Sadece okunabilen (salt okunur) RFID etiketleri, üretildikten sonra taşıdıkları bilgiyi değiştirmek mümkün olmayan ve genellikle tanıtım amaçlı kullanılan etiket türüdür.

Birçok kez okunabilen ama sadece bir kez yazılabilen (worm) RFID etiketleri, sadece okunabilen etiketler ile benzerdir. Ancak burada, etiketleri üreten firmaya tüm bilgileri üretim öncesi teslim etme zorunluluğu yoktur.

Hem okunabilen hem yazılabilen RFID etiketlerinin performansı ve maliyeti diğerlerinden daha yüksektir. Taşıdıkları bilgiyi defalarca okumak ve yazmak mümkündür (Ergen, 2008).

### 3.1.3 Frekans Bandına Göre Etiketler

RFID etiketleri dört farklı frekans bandında çalışmaktadır. Frekans bandının yükselmesi, veri transfer hızını da yükseltmektedir. Aynı şekilde okuma menziline de arttırmakta, dolayısı ile okuma kapasitelerini de yükseltmektedir. Ancak diğer yandan da enerji gereksiniminin artmasıyla daha fazla güç ve daha fazla maliyete sebep olmaktadır (Oranlı, 2007).

Düşük frekans bandı (LF), santimetre düzeyinde okuma menziline sahiptir. Veri transfer hızı ve okuma kapasiteleri düşüktür. Sıvı nesnelere daha başarılıdır.

Yüksek frekans bandında (HF) okuma menzili yaklaşık iki metre kadardır. Düşük frekanslı etiketlere göre daha fazla enerji harcar. Metal nesnelere daha başarılıdır.

Ultra yüksek frekans bandında (UHF) okuma menzili yüz metreye kadar ulaşabilmektedir ancak metal ve sıvı nesnelere etkilenmektedir. LF ve HF bandından daha hızlı veri transferi yapmaktadır (Bhuptani ve Moradpour, 2005).

Süper yüksek frekans bandında (SHF) okuma menzili otuz metreye kadar ulaşabilmektedir. Diğer adıyla mikrodalga frekans bandı olarak da bilinmektedir.

Ultra geniş frekans bandında (UWB), okuma menzili iki yüz metreye kadar çıkabilmektedir. Veri transfer hızı ve maliyeti yüksektir. Ayrıca metal ve sıvı nesnelere etkilenmemektedir (Bayrak, 2017).

### 3.2. RFID Sisteminin Yaygın Kullanım Alanları

RFID teknolojisi seri üretim yapan fabrikalar, depo, kütüphane gibi yerlerde sayım ve stok kontrolü yapabilmek için yaygınca kullanılmaktadır. Örneğin; Metro Market'in Almanya'da "Geleceğin Mağazası" adı altında açmış olduğu mağazada tüm ürünler, raflarda ve depolarda bulunan okuyucularla izlenmektedir. Ayrıca alışveriş sepetlerindeki

okuyucular ile müşterilerin hangi ürünleri satın aldığı tespit edilmekte ve kasıyere gerek kalmadan ödeme yapılabilmektedir (Ali O. M. S. H., 2012).

RFID okuyucularının aynı anda birden fazla nesneyi tanımlayabilmesi sebebiyle otoyol ücretlendirme sistemlerinde dünyada tercih edilen teknolojilerden biridir. Örneğin; ülkemizde kullanılmakta olan Hızlı Geçiş Sistemi, gişelerde yer alan okuyucuların araçlara yapıştırılan etiketleri okumasıyla çalışmaktadır. Aracın kimliği tespit edildikten sonra otoyol ücreti bakiyeden düşülmektedir.

Belediyelerde yada üniversitelerde kullanılan akıllı bisiklet kiralama sistemlerinde de RFID teknolojisinden yararlanılmaktadır. İstasyonlarda bulunan ödeme makinelerinde kiralama işlemi başlatılır. Bisiklet istasyonlarında yer alan okuyucular, bisikletlerde yer alan etiketleri tanımlamaktadır. Böylece bir bisiklet, istasyona yerleştirildiğinde kiralama işlemi sona ermektedir. Ayrıca bisikletlerde yer alan GPS'ler ile konum tespiti yapılabilir ve kampüs dışına çıkarılan bisikletler tespit edilebilir.

Çin'de bir milyon adet yapılan Goldwin Sportswear kıyafetlerinin arkasında RFID etiketleri bulunmaktadır. Bir başka örnek; ScripTalk adındaki cihaz, bir eczanedeki ilaçlara yaklaştırıldığında ilaç hakkında bilgileri seslendirmekte ve böylece görme engelli insanlar için kolaylık sağlamaktadır (Malkoç 2006).

#### 4.COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİNDE RFID TEKNOLOJİSİNİN KULLANIMI

Coğrafi bilgi sistemlerinin veri toplanması, işlenmesi, depolanması ve dağıtımı gibi temel işlevleri bulunmaktadır (UAB, 2014). Coğrafi verilerin otomatik tanımlanması kullanıcılara kolay planlama ve pratik iş yönetimi imkanı sunabilir.

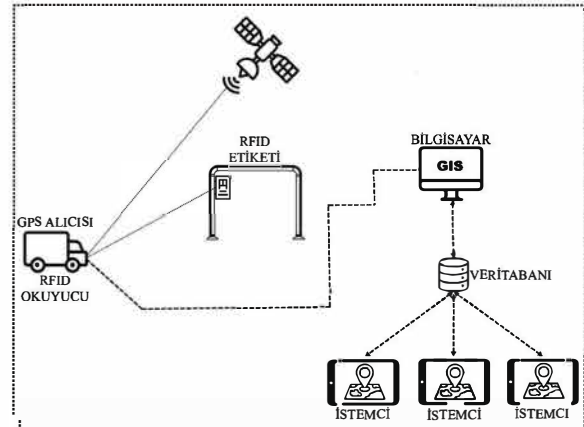
RFID teknolojisi veri toplamak ve işlemek için yaygın olarak kullanılmaktadır (Wang ve ark. 2008). Bunun dışında literatürde yer alan bilgilere göre kapalı alanlarda konum belirleme konusunda da başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür. Bu bağlamda RFID teknolojisinin coğrafi bilgi sistemlerine katkılarını araştırmak amacıyla aşağıdaki çalışmalar incelenmiştir.

#### 4.1.Coğrafi Bilgi Sistemlerinde RFID Teknolojisinin Nesne Tanımlamaya Yönelik Kullanımı

##### 4.1.1.Akıllı Ulaşım Sistemleri

Uluslararası standartlarda kabul edilen şekliyle akıllı ulaşım sistemleri, karayolu ulaşımında yer alan altyapı ve üstyapının işletilmesi ve yönetilmesine yönelik bir kavramdır. Ülkemizde son yıllarda, hem yolcu hem de yük taşımacılığı hizmetlerinde daha güvenli, daha dakik ve daha konforlu ulaşım hizmetleri ön plana çıkmaktadır (UAB, 2014). Buradan hareketle, aşağıda Hannan ve arkadaşlarının önerdiği otobüs tanımlama ve izleme sistemi ele alınmıştır.

Sisteme göre her otobüs durağında durak bilgilerini içeren bir RFID etiketi bulunur. Her otobüste ise GPRS, GPS alıcısı ve RFID okuyucusu ile donatılmış bir kara kutu bulunur. Şekil 8'de otobüs tanımlama ve izleme sisteminin mimarisi gösterilmektedir.



Şekil 8. Otobüs Tanımlama ve İzleme Sisteminin Çalışma Prensipleri

Bir otobüs, durağa yaklaştığında etiket ve okuyucu arasında iletişim kurulur, hangi otobüsün hangi duraktan geçtiği bilgisi elde edilir. GPS yardımıyla otobüsün anlık konum bilgisi alınır. Hem RFID hem de GPS verileri, internet ağı üzerinden sunucu bilgisayara gönderilir ve veritabanına kaydedilir. Sunucu bilgisayardaki CBS uygulamasında otobüsün anlık konum bilgisi ve etkileşime geçtiği durağa olan tahmini varış süresi yer alır (Hannan ve ark. 2014).

Otobüs ile durak arasında yakın bir mesafe olması durumunda, okuyucu tarafından sunucu bilgisayara yeniden mesaj gönderilir ve veritabanına durağa varış zamanıyla birlikte kayıt edilir. CBS

uygulanmasında otobüsün bir sonraki durağa tahmini varış süresi hesaplanır (Hannan ve ark. 2014).

Her durakta, canlı harita sunusu ve durağa yaklaşmakta olan otobüs hatlarının gösterildiği monitörler sayesinde yolcu bilgilendirme mekanizması da çalışabilir. Bu ilerlemeler doğrultusunda gerçek zamanlı araç ve konum bilgileri sayesinde yolcuların zaman ve maliyet kayıplarının önleneceği öngörülmektedir.

#### 4.1.2. Adres Yenileme Çalışmalarında Kapı Tanımlama

Sürekli değişen ve gelişen şehir merkezlerinde yolların, binaların ve parsellerin de değişime uğraması sebebiyle belediyelerin zaman zaman adres yenileme çalışması yapması gerekmektedir. Türkiye'deki Mekansal Adres Kayıt Sistemi (MAKS) projesi, bu yenileme çalışmalarının hızlı bir şekilde yürütülebilmesi ve güncel adres bilgilerinin tek çatı altında toplanmasını sağlayan ulusal bir projedir.

Adres yenileme çalışmaları sırasında saha personelleri tarafından numarataj yönetmeliğine uygun olarak her binaya yeni kapı numaraları verilmektedir. Numaralama işlemi tamamlandıktan sonra ise adres tabelaları üretilmektedir. Üretim sonrası, eski tabelaların sökülüp yeni tabelaların çakımı sırasında saha personeli tarafından adres karışıklığı yaşanabilir ve bu durum yanlış tabela çakımına sebep olabilir. Böyle bir durum fark edildiğinde yeniden tabela üretimi yapıp tekrar aynı binaya giderek aynı işlemi tekrarlamak gerekebilir. Bu durum hem maliyet hem zaman kayıplarına sebep olabilir.



Şekil 9. Yeni Adres Tabelalarının Çakımı

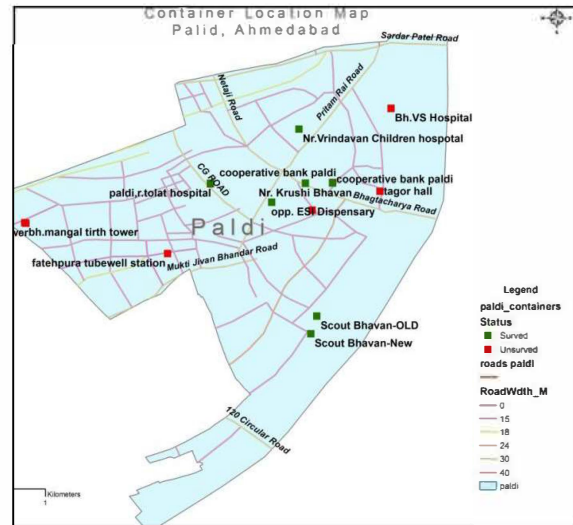
Bu makalede önerilen kapı tanımlama sistemine göre, adres yenileme çalışmaları sırasında saha personeli tarafından bina kapılarına verilen yeni numaralar, mobil RFID yazıcıları ile üretilen RFID etiketlerinde saklanabilir. Bunun dışında kapı numarasını hangi sokaktan aldığı ve binaya ilişkin diğer bilgiler (ada, parsel, kat adedi, cephe rengi vs) de etiket içinde saklanabilir. Saha personeli

tarafından bina kapısına yapıştırılabilir. Tabela çakımı yapacak olan saha personeli ise bir RFID okuyucusu ile etiketleri tarayarak hangi tabelayı hangi kapıya çakacağını rahatlıkla bulabilir. Tabela çakımı yapılan ve yapılmayan kapı numaraları hem saha personeli tarafından hem de ofis personelleri tarafından haritada anlık olarak görüntülenebilir. Sistemin bir diğer avantajı ise RFID etiketlerinin tekrar tekrar kullanılabilir olması ve her bina için yeni etiket üretme zorunluluğunun olmamasıdır. Bölgesel bazda çalışma yürütülen bir projede, tamamlanmış bölgelerde kullanılan etiketler devam eden bölgelerde yeniden kullanılabilir. Böylece etiket maliyetleri düşürülebilir.

#### 4.1.3. Katı Atık Toplama Sistemi

Purohit ve Bothale'nin önerisine göre RFID tabanlı bir atık toplama sistemi projesi geliştirilebilir. Uygulamanın amacı çöp konteynerlerinin durumunu izleyebilmek, toplama güzergahlarını optimize etmek ve nüfus yoğunluğuna göre kaynak planlamasını doğru yapabilmektir. Önerilen projeye göre her çöp konteyneri, üzerinde düşük frekanslı pasif bir RFID etiketi taşır. Çöp kamyonları ise RFID okuyucusu, GPS ve GPRS modülü taşır. CBS arayüzünde ise haneler, nüfus yoğunluğu, yol ağı, toplama güzergahları ve çöp konteynerleri gibi bilgiler yer alır (Purohit ve Bothale, 2011).

Bir çöp kamyonu, konteyneri boşalttığında RFID etiketinin kimlik numarası, konumu, tarihi ve saati RFID okuyucusu tarafından GPRS üzerinden sisteme gönderilir. Gönderilen bilgiler coğrafi veritabanına aktarılarak web tabanlı CBS uygulamasında gösterilir. Böylece boşaltılan çöp konteynerleri gerçek zamanlı olarak haritaya yansıtılır (Purohit ve Bothale, 2011).



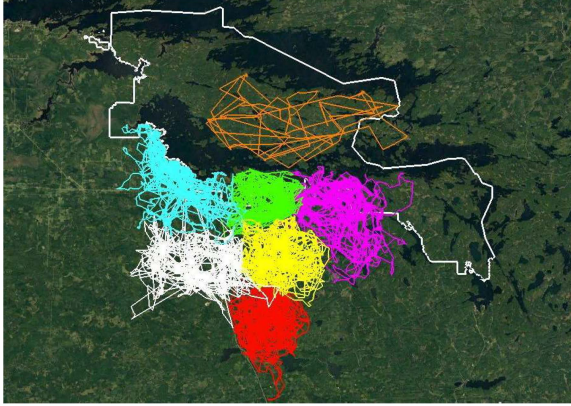
Şekil 10. Anlık Konteyner Durumu (Purohit ve Bothale, 2011)



Sistem sayesinde; günlük üretilen atık miktarının nüfus yoğunluğuna göre istatistikleri görülebilir ve ihtiyaç durumuna göre konteynerlerin yerleri yeniden düzenlenebilir, çöp toplama sırasında atılan konteynerler varsa sürücü uyarılabilir veya başka bir çöp kamyonu yönlendirilebilir, çöp vergisi toplanan ülkelerde vergi yönetiminde şeffaflık sağlamak amacıyla hane başına düşen vergi miktarı vatandaşa açıkça sunulabilir (Purohit ve Bothale, 2011).

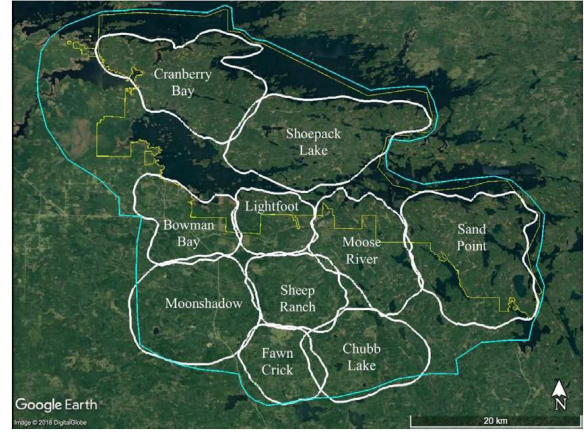
#### 4.1.4. Yaban Hayatı Ekolojik Takip Sistemi

Bu bölümde yaban hayatıyla ilgili akademik çalışmalar yürüten Thomas Gable ve Austin T. Homkes'in 2018 yılına ait ortak çalışması yer almaktadır. Voyageurs Milli Parkı'nda yaşayan yedi farklı kurt sürüsünün konum değerlerini izleyen bu araştırmaya göre Şekil 8'deki görüntü elde edilmiştir (Brazil D., 2018).



Şekil 11. Kurt Sürülerinden Toplanan GPS Sinyalleri (Minnesota Üniversitesi, 2018)

Kurtların tasmalarına yerleştirilen GPS alıcıları ile elde edilen koordinat bilgileri, RFID etiketinde yer alan bilgiler ile birlikte her yirmi dakikada bir geçen telemetri uçağı ile toplanmıştır (Brazil D., 2018). Sürüler arasındaki gözle görünmeyen sınırlar hayvan takip sistemi ile haritaya aktarılmış ve her sürünün kendi bölgesel sınırları somutlaştırılmıştır. Şekil 9'da bölgesel sınır haritası gösterilmektedir.



Şekil 12. Kurt Sürülerinin Bölgesel Sınırları (Minnesota Üniversitesi, 2018)

Bu araştırmanın sonunda sınırları geçen başıboş kurtlar haricinde kurt sürülerinin bu sınırlara saygı duyduğu gözlemlenmiştir. Bunun yanı sıra, bölgede yaşayan diğer hayvanlar (kunduz, geyik, balık vs) ile ekolojik ilişkiler de incelenmiş ve yirmi dakika boyunca konumu değişmeyen kurtların ölüp ölmediği kontrol edilmiştir. Sınırı geçen kurtların avlanmak amacıyla geçtiği ancak bu durumun kurdun hayatı bakımından tehlike arz ettiği anlaşılmıştır (Minnesota Üniversitesi, 2018).

#### 4.2. RFID ile Konum Belirleme

GNSS sistemleri açık alanlarda konum belirleme konusunda oldukça hassas sonuçlar verebilmekte ve mühendislik uygulamalarında yaygınca kullanılmaktadır. Ayrıca akıllı telefonlar aracılığıyla navigasyondan yararlanmak, sosyal medyada yer bildirimini yapmak veya sohbet uygulamalarında konum paylaşmak gibi günlük hayatta yaygınca kullanılan yerleşik bir teknoloji haline gelmiştir. Ancak GNSS sistemleri uydu ile alıcı arasında doğrudan görüş gerektirdiğinden kapalı alanlarda başarılı sonuçlar verememektedir.

Literatürde yer alan üç boyutlu coğrafi bilgi sistemlerinde RFID kullanımına yönelik çalışmalarda RFID teknolojisinin kapalı alanlarda konum belirlemek amacıyla kullanıldığı görülmüştür.

Günümüzde yüksek binaların ve geniş alana yayılmış karmaşık yapıların sayıları hızla çoğalmaktadır. Bununla birlikte bina içinde konum bulma, görme engellilerin yönlendirilmesi, ziyaretçi takibi ya da otomatik turist rehberliği gibi uygulamalara olan ihtiyaç da artmaktadır (Demiral, 2014). Kapalı alanlarda konum belirleme konusunda literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde kullanılan tekniklerin radyo

dalgaları, kızılötesi ışınlar ve akustik sinyaller olduğu görülmüştür.

Teknik	Avantaj	Dezavantaj
Radyo Dalgaları	Doğrudan görüş gerektirmez.	Çok parametrelili hesaplama gerektirir.
Kızılötesi Işınlar	Enerji tüketimi düşüktür.	Doğrudan görüş gerektirir.
Akustik Sinyaller	Yüksek doğruluk verir.	Doğrudan görüş gerektirir.

Tablo 1. Kapalı Alanlarda Konum Tespiti Teknikleri

Henüz kapalı alanlar için her yönüyle kabul görmüş bir konum belirleme yöntemi bulunmamaktadır (Toprak ve ark. 2016). Ancak radyo dalgaları ile çalışmakta olan RFID teknolojisinin uzun menzilli kapsama alanının olması, aynı anda birden fazla nesnenin tanımlanabilmesi ve duvarlar, mobilyalar, eşyalar gibi bina içerisinde yer alabilecek engellerden geçebilmesi sebebiyle diğer tekniklere göre daha avantajlı olduğu düşünülmektedir.

Emrullah Demiral'ın (2014) çalışmasına göre, RFID teknolojisi ile kapalı mekanda konum belirleme konusunda 1 cm. ile 2 m. aralığında değişen konum hassasiyeti elde edilmiştir. Çalışmaya göre bina içinde konumları bilinen sabit RFID etiketleri bulunmaktadır, okuyucular ise gezicidir. Okuyucunun aldığı en güçlü sinyal hangi etiketten geldiyse okuyucu konumunun da o etiketle aynı olduğu kabul edilmektedir. Dolayısı ile konum doğruluğu etiket sıklığıyla doğru orantılıdır.

Radyo Frekansıyla Tanımlama sistemi, aktif etiketler ile tasarlandığında veya okuyucu sayısının fazla olduğu durumlarda yüksek maliyetlere sebep olabilmektedir. Bina içinde yer alan nesnelerin metal veya sıvı yoğunluğu, binanın yapısı, okuyucu ve etiket arasındaki sinyalin gücü, sinyalin geliş zamanı ve açısı gibi konum doğruluğunu etkileyen parametrelerin fazlaca olması RFID teknolojisinin dezavantajı olarak görülebilir (Toprak ve ark. 2016).

### 4.3.Coğrafi Bilgi Sistemlerinde RFID Teknolojisinin Konum Belirlemeye Yönelik Kullanımı

#### 4.3.1.Akıllı Alışveriş Sepeti ile Navigasyon

Geniş alana yayılmış büyük mağazalarda insanlar alışveriş süresinin çok büyük bir bölümünü aradıkları ürünleri bulabilmek için harcamaktadır. Böylesi geniş mağazalarda ürünler kategorize edilip büyük tabelalarla gösterilse de yeterli gelmemektedir.

Üzerinde bir RFID okuyucusu ve kullanıcı monitörü taşıyan akıllı alışveriş sepetleri ile mağaza içinde yer alan bir ürünün nerede olduğu sorgulanabilir ve sepetin konumundan ürünün konumuna yol tarifi alınabilir. Ayrıca sepetin konumuna yakın reyonlardaki özel indirimler yada bilgiler kullanıcı ekranında yayınlanabilir.

Akıllı alışveriş sepetlerindeki RFID okuyucuları ile sepete atılan ürünlerin etiketleri okunur ve böylece müşteriler sepetlerindeki toplam bedelin ne kadar olduğunu kasaya gitmeden öğrenebilirler (Megana N.S. 2018). Ayrıca ağırlık sensörleri ve kamera yardımıyla da ürünlerin tanımlanması desteklenebilir. Kullanıcı monitöründe yer alan birçok fonksiyon sayesinde günlük ürünlerin hangileri olduğu, raflardaki ürünlerin son kullanma tarihleri ya da içerikleri gibi sorgular ve filtrelemeler de yapılabilir. Üç boyutlu bina modeli üzerinde gerçeğe en yakın sonuçlar görüntülenebilir.



Şekil 13.Akıllı Alışveriş Sepeti ile Navigasyon

#### 4.3.2.RFID Tabanlı Acil Tahliye Sistemi

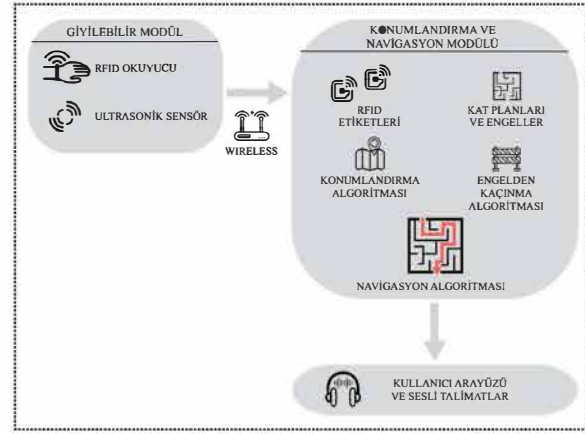
Yangın, deprem, terör saldırısı gibi herhangi bir felaket senaryosunda çok katlı binalarda acil tahliye sisteminin olması hayati önem taşımaktadır. En hızlı şekilde binanın boşaltılabilmesi için bu sistemlerin kapalı alanlarda konum belirleyebilmesi ve insanları acil çıkış kapılarına yönlendirebilmesi gerekmektedir.

Yasin Ortakçı (2017) tarafından hazırlanmış olan tez çalışmasında yangın durumunda RFID tabanlı acil tahliye sisteminin nasıl çalışması gerektiği ele alınmıştır. Yangının etkisiyle binada değişen şartlara göre (insan yoğunluğu, sıcaklık artışı, duman miktarı gibi) kullanıcının ilerlemesini engelleyecek bir durum olduğunda çıkış güzergahının da güncellenmesi gerekmektedir. Bu engellerin tespit edilebilmesi için binanın tamamı sensörlerle donatılmıştır. Sisteme göre bina içinde belli konumlara yerleştirilmiş etiketler bulunmaktadır. Her kullanıcının bir RFID okuyucusu ve tahliye sistemi mobil uygulamasına sahip bir akıllı telefon taşıması gerekmektedir. RFID teknolojisi ile kullanıcı konumu belirlenmekte, mobil uygulama aracılığıyla acil tahliye sisteminde konuma ve fiziki şartlara bağlı çıkış güzergahı belirlenmektedir. Kullanıcının mobil uygulama üzerinden kendi konumunu ve çıkış güzergahını görmesi, sesli talimatlar alması mümkündür.

#### 4.3.3.Bina İçi Navigasyon Sistemi

Devasa boyutlardaki hastaneler, kongre merkezleri, alışveriş merkezleri veya havaalanı gibi yerlerde insanların buldukları konumdan varmak istedikleri konuma zaman kaybetmeden ve en kısa yoldan ulaşabilmeleri için bina içi navigasyon sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle görme engelli veya yüksek göz bozukluğu olan insanların, hafıza problemleri yüzünden bulunduğu ortamda yön karmaşası yaşayan yaşlı insanların bina içi navigasyon sistemlerine daha çok ihtiyacı vardır (Tsirmpas ve ark. 2015).

Charalampos Tsirmpas ve ark. (2015) tarafından önerilen sisteme göre binanın tabanına belli aralıklarla pasif etiketler konuşlandırılır, kullanıcılar ise bir giyilebilir modül içinde RFID okuyucusu taşır. Ayrıca modül içindeki ultrasonik sensörler sayesinde kullanıcının önünde herhangi bir beklenmedik engel olması durumunda navigasyon güzergahı yeniden optimize edilir ve kullanıcı uyarılır. Kulaklığa gelen sesli talimatlar sayesinde görme engelli insanlar için de kullanım olanağı sağlanmış olur.



Şekil 15. Bina İçi Navigasyon Sisteminin Mimarisi (Tsirmpas ve ark. 2015)

## 5.SONUÇ

Bu makale çalışmasında Radyo Frekansıyla Tanımlama teknolojisinin Coğrafi Bilgi Sistemlerinde hangi amaçla ve nasıl kullanılabileceği araştırılmış ve bu teknolojinin hem nesne tanımlama hem de konum belirleme amacıyla kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

RFID teknolojisinin çok uzun mesafelerde çalışabilmesi, eş zamanlı okuma yapabilmesi ve etiket ile okuyucu arasında doğrudan görüş gerektirmemesi gibi özellikleriyle diğer OT/VT yöntemlerinin arasında ön plana çıktığı görülmüştür. Dördüncü bölümde bahsi geçen kurt sürüleri üzerinde gerçekleştirilen hayvan takip sisteminden yola çıkarak aynı anda yüzlerce kurdun tanımlanması ve uçuş mesafesinden okuyucunun etiketleri algılamış olması bu teknolojinin üstün özelliklerini yansıtmaktadır. Ayrıca bu makalede önerilen adres yenileme çalışmalarında kapı tanımlama sistemi, RFID etiketlerinin birçok kez kullanılabilmesi ve içindeki bilgilerin defalarca kez güncellenebilmesinden dolayı diğer OT/VT yöntemlerine göre fiyat/performans oranının daha makul olduğunu düşündürmektedir.

RFID teknolojisinin kapalı alanlarda noktasal bazda tam koordinat veremediği sadece bölgesel olarak konum belirlediği görülmüştür. Ancak günümüz teknolojisinde henüz kapalı alanlarda noktasal bazda yüksek hassasiyetli konum doğruluğu elde edebilen bir teknoloji de yoktur. Konum doğruluğunu arttırmak için, bina içine yerleştirilmiş etiket sayısının da artırılması veya menzil uzunluğu daha fazla olan okuyucuların tercih edilmesi gibi maliyeti yükselten iyileştirmeler yapılması gerekmektedir. Ancak, yüksek konum hassasiyetine ihtiyaç duyulmayan projelerde RFID teknolojisinin konum belirlemek amacıyla tercih edilebileceği



düşünülmektedir. Örneğin, bir otelde bir personelin hangi odada olduğunu bilmek yeterliyse ve o odada hangi yatağın yanında durduğunun bir önemi yoksa, burada bölgesel olarak konum belirlemek için RFID kullanılabilir. Dördüncü bölümde yer alan konum belirlemeye yönelik CBS projelerinde olduğu gibi duman, sıcaklık, hareket sensörleri vb. algılayıcılar sayesinde RFID sistemleri desteklenebilmektedir. Buradan hareketle, ileriki zamanlarda Nesnelerin İnterneti ile RFID teknolojisinin değişime ve gelişime uğrayacağı kanısına varılmıştır.

Kablosuz haberleşme teknolojilerinin giderek çoğalması Otomatik Tanımlama ve Veri Toplama

yöntemlerinin de çeşitlenmesine veya var olan teknolojilerin daha başarılı hale gelmesine olanak sağlamaktadır. Bu ilerleyişin devam etmesi, RFID teknolojisinin ileride daha az maliyetle daha başarılı sonuçlar elde edebileceği çıkarımını düşündürmektedir. Öyle ki ilk zamanlarda basit bir pasif RFID etiketinin ortalama maliyeti 4-5 dolar iken günümüzde 10 cent civarına kadar inmiştir (Oranlı, 2007). Bu durum bir tekstil fabrikasının, ürettiği bütün kıyafetleri etiketlemesine yada bir marketin, sattığı bütün ürünleri etiketlemesine olanak tanımaktadır. Maliyetlerin azalması birçok işletme sahibi tarafından RFID teknolojisinin daha çok tercih edilmesini de sağlayacaktır.

## KAYNAKÇA

Ali O. M. S. H. 2012, Improved Supply Chain Performance Through RFID Technology: Comparative Case Analysis Of Metro Group And Wal-Mart, Wollongong Üniversitesi, Enformatik Fakültesi, Avustralya

Arebey M. ve ark. 2010, RFID and Integrated Technologies for Solid Waste Bin Monitoring System, World Congress on Engineering

Ashish 2016, What's a QR Code And How Is It Different From A Barcode, <https://www.scienceabc.com/innovation/whats-qr-code-how-its-different-from-barcode.html>, Erişim tarihi: 19.12.18

Baykara M. ve ark. 2017, NFC Tabanlı Akıllı Mobil Yoklama Sistemi, 2nd International Conference on Computer Science and Engineering (UBMK)

Bayrak F. 2017, Yüksek Lisans Tezi, Deniz Araçlarının Kimliklendirilmesi Ve Takibinde Radyo Frekanslı Tanımlama (RFID) Teknolojisinin Kullanımı Üzerine Bir Araştırma, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir

Bayrak Meydanoğlu E.S. ve ark. 2011, Visualization of Success of Consumer Sales Promotions Through GIS Based on RFID-Captured Consumer Behavior, İ.İ.B.F. Dergisi

Bazaatı S. 2012, Yüksek Lisans Tezi, İnşaat Sektöründe Radyo Frekanslı Tanıma (RFID) Teknolojisinin Malzeme Yönetimi Üzerindeki Etkileri, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana

Bhuptani M. ve Moradpour S. 2005, RFID Field Guide: Deploying Radio Frequency Identification Systems, Sun Microsystems Press

Brazil D. 2018, Minnesota's Voyageurs Wolf Project Releases Data Maps, <https://www.news8000.com/news/minnesota-s-voyageurs-wolf-project-releases-data-maps/917358276>, Erişim tarihi: 15.12.18

Demiral E. 2014, Yüksek Lisans Tezi, Üç Boyutlu (3B) Coğrafi Bilgi Sistemleri Kapsamında İç Mekanlara Yönelik RFID Tabanlı Konum Belirleme Sistemi Tasarımı

Ergen E. 2008, İnşaat Sektöründe Radyo Frekanslı Tanımlama (RFID) Teknolojisi Uygulamaları, Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı: 451

Ergen E. ve ark. 2017, Bina İç Mekanlarında Konumlandırma Teknolojilerinin Kullanıcı Geri Bildirimleri Toplanması Açısından Değerlendirilmesi

European Commission Directorate-General for Mobility and Transport 2015, State of the Art of Electronic Road Tolling

Gündoğdu C. 2011, GIS tabanlı karar verme, Türkmen Kitabevi

Graczewski T. ve Man de A. P. 2006, Partnering For The Future: The Case Of The METRO Group Future Store Initiative, Alliance Science Center

Hannan M.A. ve ark. 2014, RFID and communication technologies for an intelligent bus monitoring and management system, TÜBİTAK, doi:10.3906

İnceler S. 2006, Yüksek Lisans Tezi, Otomatik Stoklama Sistemi İşletme Uygulaması Sistem Tasarımı, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

Ko C.H. 2013, 3D-Web-GIS RFID Location Sensing System for Construction Objects, The Scientific World Journal

Malkoç E. 2006, Yüksek Lisans Tezi, Depo Yönetim Sistemlerinde Kullanılan Otomatik Tanıma Ve Veri Toplama Teknolojileri ile RFID Etiketleme, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

Maraşlı F. ve Çıbuk M. 2015, RFID Teknolojisi ve Kullanım Alanları, BEÜ Fen Bilimleri Dergisi, 4(2), 249-275

Megana N.S. 2018, Yüksek Lisans Tezi, Design and Implementation of a Smart Shopping Cart by RFID Technology, Asian Institute of Technology, School of Engineering and Technology, Tayland

Meier T. ve ark. 2015, Tracking the Movement of Denali's Wolves, National Park Service (NPS), <https://www.nps.gov/articles/aps-v5-i1-c8.htm>, Erişim tarihi: 14.12.18

Miles S. B. ve ark. 2008, RFID Technology and Applications, Cambridge University Press

Minnesota Üniversitesi, Voyageurs Wolf Project, <https://www.facebook.com/VoyageursWolfProject/>, Erişim tarihi: 15.12.18

Oranlı G. 2007, Yüksek Lisans Tezi, Radyo Frekansıyla Tanımlama Teknolojisinin

Uygulanması Kararının Bulanık Analitik Hiyerarşi Yöntemi İle Değerlendirilmesi: Bankacılık Sektöründe Bir Uygulama, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

Ortakçı Y. 2017, Doktora Tezi, Acil Durumlarda İç Mekanların Tahliyesine Yönelik 3B CBS Tabanlı Akıllı Mobil Navigasyon Sisteminin Geliştirilmesi, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük

Purohit S. S. ve Bothale V. M. 2011, RFID Based Solid Waste Collection Process, Recent Advances in Intelligent Computational Systems, doi: 10.1109

Toprak F. ve ark. 2016, Kapalı Alanlarda Konum Tespiti Teknolojilerinin Değerlendirilmesi, 4. Proje ve Yapım Yönetimi Kongresi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir

Tsirmipas C. ve ark. 2015, An indoor navigation system for visually impaired and elderly people based on Radio Frequency Identification (RFID), doi: 10.1016

Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB), <http://gs1.tobb.org.tr/>, Erişim tarihi: 02.12.18

Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı (UAB) 2014, Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi (2014-2023) ve Eki Eylem Planı (2014-2016)

Wang Y. ve ark. 2008, Study on RFID-Enabled Real-Time Vehicle Management System in Logistics, Automation and Logistics, doi: 10.1109

Xu H. ve ark. 2017, A novel algorithm L-NCD for redundant reader elimination in P2P-RFID network, doi: 10.1177

URL-1, <https://www.dy.com.tr/Destek/Bilgilendirme/akilli-kart-teknolojisi-hakkinda>, Erişim tarihi: 30.11.18

# BİM İLE YAPI YAKLAŞIK MALİYETİ HESAPLAMA ÖNERİSİ

M. Enes KARAGÖZ

Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Enformatik Bölümü

e-posta:eneskaragoz23@windowslive.com

## ÖZET

Bu makalede BIM kullanımının metraj, maliyet ve yapının ön tasarım aşamasında, projenin yaklaşık maliyeti, bir diğer söylemle projenin yapılabirliği konusuna sağladığı kolaylıklar ve katkılar incelenmiştir. BIM'in proje sürecine sağladığı olumlu katkılar görülmektedir. Özellikle metraj ve maliyet konularında ise geleneksel yöntemlere göre doğruluk payının yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** BIM, Metraj, Maliyet, Yapı Yaklaşık Maliyeti

## ABSTRACT

This article was investigated to use of BIM, the cost and the preliminary design stage of construction, the approximate cost of the project, providing convenience to the subject of the feasibility of the project and other additives were studied rhetoric. The positive contributions of BIM to the project process are seen. It has been observed that the quantity of accuracy is higher in terms of quantity and cost, especially compared to traditional methods.

**Key Words:** BIM, Scheduling, Cost, Cost Estimation

## 1. BİNA BİLGİ MODELLEMESİ (BİM)

İnşaat sektöründe iki boyutlu bilgi kaynağı olan CAD çizimleri sektör için yetersiz kalmaya başlamıştır. Sektör içerisindeki paydaşlar arasında oluşan iletişimsizlik, tasarım süreçlerindeki koordinasyonsuzluktan kaynaklanan süre ve maliyet kayıpları, yeni bir yapım sürecinin veya bir diğer söylemle yeni bir otomasyon sisteminin oluşmasını desteklemiştir. Bilişim teknolojilerinin sürekli geliştiği ve inşaat sektörünün bu gelişmelerden geride kaldığı bu süreç sonrasında, sektördeki firmaların yaşadıkları koordinasyon, paydaşlar arası iletişim sorunları, maliyet ve iş gücü kaybı yeni bir süreç yönetimine olan ihtiyacı kanıtlar nitelikte olmuştur. Ayrıca 90'lı yılların başından itibaren yapılan bilişim teknolojileri ve inşaat sektörü ilişkisini araştıran akademik çalışmalar da (Betts,1991) bu sorunların kanıtı niteliğindedir.

İnşaat sektörünün otomasyonu, bina teknolojisi veya bilgi yönetimi ile ilişkilidir. Belirtilen sorunlar(Betts,1991), Bina Bilgi Modellemesi ,bir diğer adıyla BIM, sürecinin oluşmasını sağlamıştır. BIM, adından da anlaşıldığı üzere projenin tüm hatlarıyla 3 boyutlu ve 2 boyutlu olarak modellenmesi, projede bulunan elemanların üzerine bilgilerin eklenmesi ve projenin genel bilgilerinin tanımlanması olarak ifade edilebilir (Eastman ve ark.,2004). Bu, tümleşik projenin (tüm hatlarıyla modellenmiş ve bilgilerin eklenmiş olduğu proje) oluşturulması ve projenin İnternet üzerinden bulut tabanlı yazılımlarla beraber tüm paydaşlara iletilmesi ve ortak olarak yönetilmesidir. Yapının hayat serüveni süresince (tasarım, yapımı, işletmesi, yıkımı) proje paydaşlarına sanal ortamda bilgi aktarılması, yönetilmesi ve depo edilmesi gibi olanaklar sağlayan bir yöntemdir(Penttilä,2006).

“Bir bina bilgi modelinin temel faydası, bir binanın parçalarının bütünleşik bir veri ortamında, doğru geometrik temsilidir ”(CRC Construction Innovation ,2007). Şekil 1’de görüldüğü üzere CAD ve BIM arasındaki bilgi akışı ve anlatımı farklılıklar içermektedir.



Şekil 1: CAD ve BIM Planları (URL-1)

### 1.1 Bina Bilgi Modellemesi Metraj Verimliliği

BİM, bir tasarım programı değildir; aksine tasarımın yapıldığı ve yönetildiği gerekli koordinasyonun ve verilerin bütünüdür. BİM yazılımları; tasarımın geliştirilmesinde, projenin görsel olarak modellenmesinde, proje bilgilerinin tanımlanmasında kullanılmaktadır. BİM tasarım yazılımlarından bazıları:

- Autodesk Revit
- Allplan
- Bentley
- ArchiCAD
- Vectorworks

Bu yazılımlar, BİM sürecinde projenin tasarımının, proje bilgilerinin oluşturulmasının ve bilgilerin projeye eklenmesinde kullanılan programlardır.



BIM yazılımların özelliklerinde biri de kullanıcılar tarafından da geliştirilebilmesidir. Yazılımları geliştirmek için BIM yazılımlarıyla beraber çalışan bazı ara yazılımlar da bulunmaktadır. Örnek olarak Autodesk ürünü olan BIM yazılımı Revit içerisinde parametrik bir modelleme programı olarak Dynamo yazılımı kullanılmaktadır. Bu ek yazılımlar parametrik obje tasarımının yanı sıra tekrarlanan işleri de kolaylaştırmaktadır. Örneğin, sadece kolon objelerinin üzerine eklenmesi gereken bir bilginin proje içerisinde bulunan birçok kolona yazılan kod ile eklenmesi mümkündür. Bir diğer örnek olarak yapı tasarımında da kullanılmaktadır. İnsan eliyle çizimi zor olan modellerin ve rutin tasarımların yerine farklı formlarda modellerin oluşturulması Dynamo kullanarak mümkündür. Şekil 2'den de anlaşıldığı gibi kod yazılarak çeşitli formlarda tasarımlar oluşturulabilmektedir ve bu oluşturulan tasarımları çeşitlendirmek mümkündür. Bu yazılımlar farklı formlarda ki tasarımların modellenmesini kolaylaştırmaktadır.



Şekil 2: Dynamo Parametrik Tasarım Modeli

Metraj, bir yapının içerisinde kullanılan malzemelerin ve işçiliğinin miktarı olarak özetlenebilir. Metraj, yapı yaklaşık maliyeti veya proje süreç planlaması gibi inşaat işletmesinin ana öğelerindedir (Lu ve ark.,2014). Ön tasarım aşamasından başlayarak projenin ihale süreci ardından projenin yapım süreci ve projenin bitimine kadar gerekli olan verilerdir (Monteiro ve ark., 2013). Bu veriler BIM yazılımlarıyla ve bu yazılımlarla beraber çalışan ara yazılımlarla elde edilebilmektedir. Metraj verilerini daha pratik şekilde elde etmek için kullanıcılar tarafından ara yazılımlarla kodlar da geliştirilebilmektedir.

Birçok firma metrajın belirlenmesinde geleneksel yöntemleri kullanmaktadır. Bu yöntemler CAD çizimlerinden alınan verilerin Microsoft Excel tablolarına işlenmesiyle yapılmaktadır. Dolayısıyla bu süreç hataya oldukça açıktır (Monteiro ve ark., 2013). Zaman içinde hata payını azaltmak için ve verimliliği artırmak adına 2B'li CAD çizimleri üzerinden otomatize edilmiş bazı ara yazılımlar ve/veya makrolarda geliştirilmiştir (Özdemir ve ark.,2011; Özdemir ve ark.,2012; Kunz ark.,2003).BIM, modelleme araçlarıyla ve geleneksel yöntemlerle elde edilen metrajlar arasındaki hesap farkını irdelemek için BIM araçları kullanılarak oluşturulan modellerde metraj verisini hızlı bir şekilde elde etmek mümkündür (Wu ve ark.,2014). BIM araçları, genel

olarak yapı elemanlarının geometrik özelliklerini kullanarak hesaplamalar yapmak ve metin biçiminde alan ve hacim gibi uzamsal miktarları sağlamak için fonksiyonlar içerir. BIM temelli metraj verisinin; projenin daha basit daha ayrıntılı ve doğru maliyet tahminlerini sağladığı, zaman ve harcamaları azalttığı bildirilmiştir (Nour ve ark.,2008). Bunun yanında BIM modelleme araçlarının metraj konusunda gelişmesi ve otomatize edilmesinin gerekliliği vurgulanmıştır (Jun ve ark., 2011). Bu otomasyona örnek olarak Kim ve ark. 2009 yılında yaptıkları çalışmada BIM temelli metraj ve maliyet tahmin sürecinin verimliliğini önemli ölçüde artırabileceği bir sistemi vaka çalışmasında incelediler.

Farklı bir çalışma biçimi olarak BIM modelleme araçlarından birisi olan Allplan programı incelendiğinde metraj verisi için oluşturulmuş hazır formda bulunan rapor temaları da mevcuttur (Nemetschek Allplan,2015).

Kaba Metraj Cetveli Minhali						
Proje:						
Oluşturan:						
Tarih / Saat:						
Net:						
BU LİSTE SADECE KABA MALZEMELERİ HESAPLAR (ÇOĞU KOLONUNDAKI DEĞERLER BRÜT METRAJ DEĞERLERİDİR.)						
Kolon	1	0.50 m	1.42 m	3.50 m		3.5 m
Kolon	1	0.50 m	1.82 m	3.50 m		3.5 m
Kolon	2	0.60 m	1.82 m	3.50 m		7.0 m
Kolon	1	0.60 m	1.83 m	3.30 m		3.3 m
Kolon	2	0.60 m	1.83 m	3.50 m		7.0 m
Kolon	36	1.20 m	0.40 m	3.30 m		118.8 m
Kolon	8	1.40 m	0.60 m	3.30 m		26.4 m
Kolon	6	1.60 m	0.60 m	3.30 m		19.8 m
<b>Concrete, Cast-in-Place gray : Birim: m³</b>					<b>Toplam: 1.166 m³</b>	
Kişi	1	0.25 m	2.57 m	0.60 m		0.386 m³
Kişi	2	0.25 m	2.60 m	0.60 m		0.780 m³
<b>002 - (146.00)Bodrum 2 Kotu</b>						
<b>Concrete, C30/37 : Birim: m³</b>					<b>Toplam: 1,086.63 m³</b>	
Döşeme	1	3.60 m	4.43 m	0.20 m		15.94 m³
Döşeme	1	6.55 m	6.80 m	0.20 m		44.54 m³
Döşeme	1	6.60 m	9.66 m	0.27 m		63.75 m³
Döşeme	1	6.90 m	16.00 m	0.27 m		199.22 m³
Döşeme	1	6.90 m	25.90 m	0.20 m		176.12 m³

Şekil 3: Allplan Metraj Raporu

Şekil 3'de de görüldüğü gibi Allplan kendi içerisinde hazır bir metraj raporuna sahiptir. Bu rapor, içerisinde gerekli hesaplamaları ve gerekli bileşenleri içermektedir. Ek olarak kullanıcılar tarafından metraj raporlarının ara yazılımla geliştirilebilmekte mümkündür.

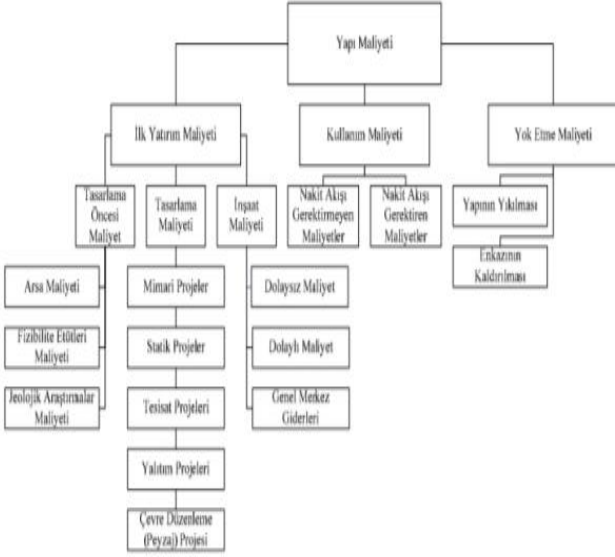
Şekil 4'de bir diğer Bina Bilgi Modellemesi yazılımı olan Revit programında kullanıcıların metraj alması mümkündür. Revit programında hazır formda bulunan metraj raporu sayfasının yerine, kullanıcının tanımladığı metraj sayfaları oluşturulur (Autodesk Revit,2017).

Şekil 4: Revit Metraj Tablosu

## 2. YAPI YAKLAŞIK MALİYETİ

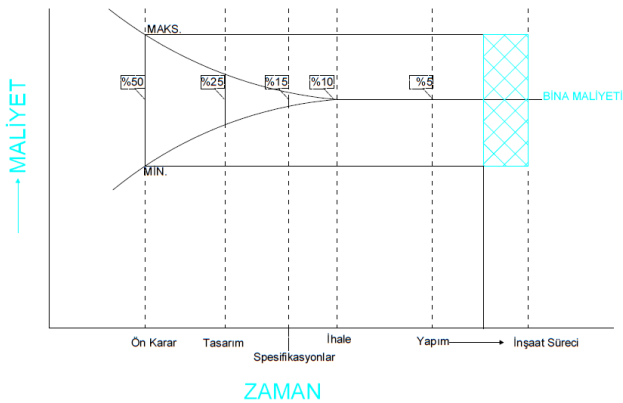
Maliyet, bir ürünü yapmak için verilen bir diğer söylemle harcanan para miktarı olarak tanımlanabilir. Diğer bir söylemle, ürünü elde etmek için üretim giderlerinin bütününe maliyet denir. Yapı maliyeti ise binanın üretim süreci için yapılan harcamalardır.

İnşaat projesi genel maliyetleri Şekil 5'teki gibi tanımlanabilir. Yapı maliyetinin Kuruoğlu ve ark. (2012) Şekil 5'te 3 ana başlıkta açıklamıştır. Bu başlıklar İlk Yatırım Maliyeti, Kullanım Maliyeti, Yok Etme Maliyeti.



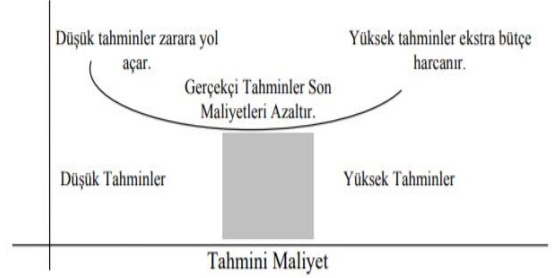
Şekil 5: İnşaat Sektöründeki Genel Maliyetleri (Kuruoğlu ve ark.,2012)

Yapı yaklaşık maliyeti, bir yapının yaklaşık olarak ne kadar bir maliyet gerektirdiğini tespit etme sürecinin genel adıdır; bir başka şekilde söylemek gerekirse projenin yapılabilirliği (Kanıt ve Başkan,2004). Yapı maliyet tahmininin en önemli adımının ön tasarım aşamasında ortaya çıktığı gözlenmektedir (Bayram ve ark.,2016). Şekil 6'te ön karar veya ön tasarım aşamasında, maliyetin %50 oranında bir yanılma payına sahip olduğu belirtilmiştir (Bayram ve ark.,2016).



Şekil 6: Yapı Maliyeti ve İnşaat Süreci (Bayram ve ark.,2016)

Şekil 7'te de görüldüğü üzere yapı maliyeti, yapının ön tasarım aşamasında hata payının en yüksek olduğu aşamadır. Geleneksel yöntemlerle yapılan maliyet tahminlerinde tahminin belirsiz kalmasına ve yapılan tahmine göre sonucun tahminden az yada fazla olmasına sebep olmaktadır (Abanda ve ark.,2015). Bu sebeple maliyetin ön tasarım aşamasında doğru veya doğruya yakın şekilde hesaplanması milli servetin heba olmasının önüne geçilmesini sağlayacaktır.



Şekil 7: Maliyet Tahmini (Phaobunjong, 2002)

Şekilde görüldüğü gibi düşük tahmin veya yüksek yapılan tahminler, projelerde para kayıplarına sebep olmaktadır. Yapılan gerçekçi tahminler ise bu kayıpları engellemektedir (Kuruoğlu ve ark.,2012).

Günümüzde inşaat sektöründe yaklaşık maliyet hesapları diğer bir söylemle fizibilite çalışmalarını ve/veya bütçe çalışmalarını (Çelik 2005) araştırmasında 3 ana kategoriye bölmüştür. Bu kategoriler şu şekilde sıralanmıştır:

- İstatistik-Olasılık Analizleri  
Kat alanları veya hacim baz alınarak ortalama bir katsayıyla çarpılıp tahmin yapılmaktadır.
- Benzer Projeler ile Karşılaştırma  
Benzer projelerle karşılaştırarak. Örnek olarak A konut projesinde kullanılan metrajı B konut projesinde de oluşacağını düşünmek.
- Yapay Zekâ Teknikleri  
Uzman sistemler ile tahmin yöntemleri ve Yapay sinir ağları yöntemiyle tahmini maliyetlere ulaşmak.

Bu kategoriler geleneksel maliyet bulma yöntemlerini açıklamaktadır.

	İMALAT CİNSİ	YIĞMA		BETONARME KARKAS	
1	Betonarme Betonu	0,250	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	0,380	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
2	Betonarme Demiri	22	kg/m <sup>2</sup>	34	kg/m <sup>2</sup>
3	Kalıp	1,75	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	2,60	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
4	Kalıp İskelesi	1,90	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	2,80	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
5	İş İskelesi	1,43	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	1,43	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
6	Tuğla Duvar	0,200	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	0,150	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
7	İç Sıva	2,40	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	2,40	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
8	Dış Sıva	1,30	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	1,30	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
9	Tavan Sıvası	0,90	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	0,90	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
10	Badana (İç)	3,00	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	3,00	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
11	Fayans-Seramik	0,30	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	0,30	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
12	Ahşap Yapı + Karkas	0,15	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	0,15	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
13	Ahşap Pencere	0,12	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	0,12	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
14	Yağlı Boya	0,42	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	0,42	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
15	Ahşap Çatı, Kiremit Örtü (Toplam İnşaat Alanı Üzerinden)				
	Tek kat	1,25	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	1,25	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
	İki kat	0,63	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	0,63	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
	Üç kat	0,42	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	0,42	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
	Dört kat	0,33	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	0,33	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
	Beş kat	0,25	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	0,25	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
16	Metal örtü (Toplam İnşaat Alanı Üzerinden)				
	Tek kat	1,33	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	1,33	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
	İki kat	0,67	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	0,67	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
	Üç kat	0,44	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	0,44	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
	Dört kat	0,34	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	0,34	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
	Beş kat	0,24	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	0,27	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
17	Mozaik Döşeme Kaplaması	0,90	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	0,90	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
18	Cam	0,10	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	0,10	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>

Tablo 1: Yapı Birim Alanına Yaklaşık Metraj Sabitleri (Uğur,2007)



Karkas ve yığma yapılar için tahmini metraj hesaplanmasına yönelik olan kat sayıları Tablo 1 de tanımlanmıştır (Uğur,2007). Bu kat sayıları sektörde içerisinde bulunan kişilerden ortalama değerler alınarak oluşturulmuştur.

Örnek olarak toplam alanı 2300 m<sup>2</sup> olan karkas bir binanın yaklaşık metrajları şu şekilde hesaplanabilir:

Betonarme Betonu : 2300\*0,380= 874m<sup>3</sup>

Betonarme Demiri: 2300\*34=78,2 ton

Bu sonuçlar kabullere göre yapılmıştır. Net ve doğru bilgi içermediği için tahmini metrajlardır. Bu tahmini metrajlar, birim fiyatlarla çarpıldıktan sonra yapı yaklaşık maliyetini ortaya çıkarmaktadır. Yapılan tahmini maliyet hesaplamaları metraj verileri doğru olmadığı için yanılma payı yüksektir.

Bina yaklaşık maliyetini doğru şekilde hesaplayabilmek akademik çalışmalara da konu olmuştur. Bu çalışmalarda birçok ara yazılım üretilmiştir. Üretilen ara yazılımlar CAD çizimlerinden metraj ve maliyet oluşturmaktadır. Bu yazılımlara örnek olarak bazı akademik çalışmalar aşağıda sunulmuştur:

- KYTE ve ark.(2004) yapmış olduğu çalışmada altyapı projeleri (yol, tünel, köprü vb.) için internet ağı üzerinden açık kaynaklı bir yazılımla yaklaşık maliyeti hesaplanmaya çalışılmıştır.
- Özdemir ve ark. (2011) yaptığı çalışmayla CAD çizimini kullanarak metraj hesaplanmasını ve Özdemir ve ark. (2012) yaptığı çalışmayla yaklaşık maliyet hesaplayan sunucu tabanlı çalışan ara yazılım oluşturmuşlardır.

Yukarıdaki akademik çalışmaların yanında ek olarak bazı yaklaşık maliyet ve metraj hesaplamaları için özel yazılımlarda bulunmaktadır. OSKA e-Hakediş, AMP Hakediş ülkemizde yaygın olarak kullanılan bazı özel yazılımlardan birkaçıdır. Bluebeam Revu, Construction Online vb. yazılımlarda dünya genelinde yaygın olarak kullanılan bazı metraj ve maliyet programlarıdır.

Yapı yaklaşık maliyeti ve maliyet hesapları günümüzde daha çok Çelik (2005) çalışmasında da belirtildiği gibi benzer projelerle karşılaştırma, döşeme elemanına dayalı fiyat analizi, alan ve hacime dayalı fiyat analizleri kullanılarak yapılmaktadır. Yapı projelendirildikten sonra elde net veriler ve metrajlar bulunmadan yapı yaklaşık maliyetleri hesaplanmaktadır. Uğur,(2007)'ün çalışmasında da aynı konu üzerinde durulmuştur. Benzer şekilde net olmayan kabullerle metraj ve

dolaylı olarak maliyet analizleri yapılmaktadır. Bu süreçlerle yapılan fizibilite çalışmalarının doğru ve net sonuçlar getirmeyeceği aşikârdır.

## 2.1 Bina Bilgi Modellemesinin Yapı Yaklaşık Maliyetinin Bulmasına Katkısı

BIM araçlarıyla doğru ve net metrajların projenin ön karar aşamasında elde etmek mümkündür. Bu veriler ışığında daha hızlı sonuçlar elde etmek mümkündür. Verilerin doğruluğu doğru fizibilite çalışmasını destekleyecektir. Doğru metrajla doğru maliyet tahminleri oluşacaktır. Bayram ve ark. (2016) da elde ettikleri maliyet kayıplarının ön karar aşamasında %50 olduğu yönündedir. Bu yüzdeler ön karar aşamasında doğru metrajın doğru maliyetin önemini vurgulamaktadır. Örnek olarak Kurul ve arkadaşlarının (2012) yaptığı çalışmada Google SketchUp programını kullanarak ön tasarım aşamasında oluşturulan geometrik model üzerinden maliyet verileri, bina performansı ve yapının işlevselliği gibi bir çok konu ara yazılım veya bir diğer söylemlerle eklenti kullanılarak elde edilmiştir. Eş zamanlı elde edilen bu veriler karar verme konusunda da tasarımcıları desteklemektedir.

Bir diğer çalışmada da BIM'in, metraj ve maliyet tahmini için verileri ve maliyet bilgilerini dijital bina modeline bağlayabilme ve tasarım değişikliklerini eş zamanlı olarak güncelleyebilme becerisi ile daha verimli bir operasyonel çözüm sunduğu belirtilmiştir (Wu ve ark., 2015).

Yapılan bu çalışmalardan BIM yazılımlarının da makalelerde olduğu gibi kullanıcılar tarafından geliştirilebileceğini ifade etmek mümkündür.

## 3.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İnşaat sektörü öngörülemez maliyet kayıpları ve metraj hataları nedeniyle net ve sağlam bir proje bütçesi oluşturamamaktadır. Yapılan araştırmalarda ve incelemelerde aşağıda belirtilen maddeleri çıkarmak mümkündür:

- Ön tasarım aşamasında proje bütçesinin doğru öngörüyle oluşturulması doğru tahmin edilmesi oldukça önem arz etmektedir.
- Ülkemizde proje maliyet tahminleri sağlam verilerle yapılmamaktadır.
- BIM araçlarının kullanılmasının metraj hatalarını azalttığı ve bunda dolaylı olarak da maliyette doğru sonuçlara götüreceği anlaşılmıştır.
- BIM araçlarının gelişim sürecinin devam etmekte olduğu da anlaşılmaktadır.

Bu sonuçlara göre BIM araçlarının hala gelişmekte olan bir süreç olduğunu söylemek mümkündür.

Buna ek olarak maliyet kaybı sorununun CAD sistemiyle çözülmediği aşıkardır. BIM kullanımının yaygınlaşması, benimsenmesi ve kullanıcıların BIM araçlarına sağladıkları ve sağlayacakları kod ile yapılan geliştirmeler kayıpların önüne geçecektir. Bu nedenle BIM kullanımı ülkemizde yaygınlaşmalı ve sistematik olarak BIM süreçlerine geçiş desteklenmelidir.

#### 4.KAYNAKÇA

Abanda, F. H., B. Kamsu-Foguem, and J. H. M. Tah. "Towards an intelligent ontology construction cost estimation system: using BIM and new rules of measurement techniques." *World Acad. Sci. Eng. Technol. Int. J. Comput. Electr. Autom. Control Inf. Eng9* (2015): 294-299.

Asl, Mohammad Rahmani, et al. "BIM-based parametric building energy performance multi-objective optimization." (2014).

AYTEKİN, Osman, et al. "İNŞAAT YÖNETİMİ ALANINDA YAPI MALİYETİ HESAPLARI İÇİN SUNUCU TABANLI UYGULAMALAR." *Engineering Sciences* 7.1: 273-281.

BAYRAM, Savaş, et al. "Yapım Maliyeti Tahmininde Birim Fiyat Yöntemi-Yapı Yaklaşık Maliyetleri Kıyaslaması." *Politeknik Dergisi* 19.2 (2016): 175-183.

Betts, Martin, et al. "Strategies for the construction sector in the information technology era." *Construction Management and Economics* 9.6 (1991): 509-528.

CRC Construction Innovation. (2007). *Adopting BIM for facilities management: Solutions for managing the Sydney Opera House*, Cooperative Research Center for Construction Innovation, Brisbane, Australia.

Cheung, Franco KT, et al. "Early stage multi-level cost estimation for schematic BIM models." *Automation in Construction* 27 (2012): 67-77.

Çelik, L. Y., (2005), Türkiye'de İnşaat Sektöründe Maliyet Tahmin Yöntemleri, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen bilimleri Enstitüsü, İstanbul

KANIT, Recep, and Umut Naci BAYKAN. "Bina Yaklaşık Maliyetinin Çoklu Doğrusal Regresyon ile Belirlenmesi." *Politeknik dergisi* 7.4 (2004): 359-369.

Kaya, Osman Murat, et al. "Yapı Yaklaşık Maliyeti ve Hakediş Hesaplamalarında Sunucu Tabanlı

Uygulamalar: e-Metraj Yazılımı." *Akademik Bilişim* (2010): 105.

Khaja, M., J. D. Seo, and J. J. McArthur. "Optimizing BIM metadata manipulation using parametric tools." *Procedia Engineering* 145 (2016): 259-266.

KENSEK, K. M. Integration of Environmental Sensors with BIM: case studies using Arduino, Dynamo, and the Revit API. 2014.

Kim S.A., Chin S., Yoon S.W., Shin T.H., Kim Y.H., and Choi C. Automated building information modeling system for building interior to improve productivity of BIM-based quantity take-off. In *Proceedings of the 26th International Symposium on Automation and Robotics in Construction*, Austin, TX, USA, 2009.

Kuruoğlu, M., Topkaya, E., Çelik, L. Y., & Yöñez, E. (2012). İnşaat Sektöründe Kullanılan Ön Maliyet Tahmin Yöntemlerinin Karşılaştırılması. *Journal of New World Sciences Academy*, 1A0298, 7,(1), 263, 272.

Kyte, Cheryl A. *Developing and validating a highway construction project cost estimation tool*. No. VTRC 05-R1. Virginia Transportation Research Council, 2004.

Monteiro A. and Martins J. P. A survey on modeling guidelines for quantity takeoff-oriented BIM-based design. *Automation in Construction*, 35: 238-253, 2013.

Penttilä, Hannu. "Describing the changes in architectural information technology to understand design complexity and free-form architectural expression." *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)* 11.29 (2006): 395-408.

Phaobunjong, K. (2002) *Parametric Cost Estimating Model for Conceptual Estimating of Building Construction Projects*, Faculty of Graduate School of Texas at Austin, USA.

R. Sacks, C.M. Eastman, G. Lee, Parametric 3D modeling in building construction with examples from precast concrete, *Automation in Construction* 13 (3) (2004) 291-312.

Staub-French S., Fischer M., Kunz J., Ishii K. and Paulson B. A feature ontology to support construction cost estimating. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*, 17(2): 133-154, 2003.

Uğur, L.O., "Yapı maliyetinin yapay sinir ağı ile analizi", Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, (2007)

URL-1: <http://codbimservices.com/en/cual-es-el-mejor-programa-bim/> (Son erişim Tarihi: 06.02.2019)

J. Tulke, M. Nour, K. Beucke, A Dynamic Framework for Construction Scheduling based on BIM using IFC, (2008).

Jun, Ki-Hyun, and Seok-Heon Yun. "The case study of BIM-based quantity take-off for concrete and formwork." *Journal of KIBIM* 1.1 (2011): 13-17.

Liu, Hexu, Ming Lu, and Mohamed Al-Hussein. "BIM-based integrated framework for detailed cost estimation and schedule planning of construction projects." *ISARC. Proceedings of the International Symposium on Automation and Robotics in Construction*. Vol. 31. Vilnius Gediminas Technical University, Department of Construction Economics & Property, 2014.

Wu, Song, et al. "A technical review of BIM based cost estimating in UK quantity surveying practice, standards and tools." *Journal of Information Technology in Construction (ITCon)*19 (2014): 534-562.





# EBF19 EURASIAN BIM FORUM

**31 May 2019**MSGSÜ Sedad Hakkı Eldem Auditorium  
Istanbul - Turkey

Building Information Modeling (BIM) is becoming a more mature information management methodology and strategy that leads to change of paradigm in academia and industry.

The forum will form a platform for exchanging academic and industrial knowledge and experience on the novel developments in BIM tools and technologies and BIM based information and project management approaches. The aim of the event is bringing together members of academic community and industry professionals from different disciplines of the AEC industry.

The focus of the forum is both regional (i.e. covering southwest Europe, Asia and Middle East) and global (i.e. covering Asia, Far East and America). The motto of the forum is "Embracing the BIM Culture" and well fits the location of the forum where "Two continents embrace each other".

As the organisers we cordially invite you to participate in the 1st Eurasian BIM Forum which will be held in Istanbul, Turkey on 31 May 2019. The prospective authors are invited to send extended abstracts, and upon acceptance the papers will be presented as oral presentations at the event. We are very much looking forward to welcoming you in beautiful Istanbul.

Prof. Dr. Salih Ofluoglu  
Chair, Eurasian BIM Forum.

## Topics :

Paper submissions are invited across a range of topics that typically involve the following:

- ✓ BIM and Architectural Design Issues
- ✓ Visualization and Representation Techniques in BIM
- ✓ Immersive (VR/AR/BR) Technologies in BIM
- ✓ Educational Pedagogies in BIM
- ✓ Computational BIM
- ✓ BIM in Professional Practices
- ✓ BIM and Government Sector Projects
- ✓ BIM enabled Sustainability and Performative Design
- ✓ BIM enabled Collaboration and Interoperability
- ✓ BIM Standards and Protocols
- ✓ BIM and Life Cycle Project Management
- ✓ BIM in Risk Analysis and Management
- ✓ BIM in Building Cost Control
- ✓ BIM and Construction Operations
- ✓ Project Delivery Methods in BIM
- ✓ Quality Checking of BIM Content
- ✓ BIM and Facility Management
- ✓ BIM and Legal Issues
- ✓ BIM and Health and Safety
- ✓ BIM and Internet of Things (IOT)
- ✓ BIM and Robotics
- ✓ BIM and Digital Fabrication Techniques
- ✓ BIM and Cultural Heritage
- ✓ BIM-GIS Integration

## Important Dates:

- Call for Submission  
15 December 2019
- Deadline for Extended Abstracts  
15 February 2019
- Notification of Acceptance  
1 March 2019
- Submission of Full Papers  
1 April 2019

