

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

MİMARLIK PRATIĞİNDE YAPI BİLGİ SİSTEMLERİ

Mimar Resul Ekrem ÖZGE

FBE Mimarlık Anabilim Dalı Bilgisayar Ortamında Mimarlık Programında

Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Birgül ÇOLAKOĞLU

İSTANBUL, 2009

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
KISALTMA LİSTESİ	iv
ŞEKİL LİSTESİ	v
ÖNSÖZ	vii
ÖZET	viii
ABSTRACT	ix
1. GİRİŞ	1
1.1 Araştırmanın Amacı	1
1.2 Araştırma Kapsamı	2
1.3 Araştırmanın Yöntemi	2
2. YAPI BİLGİ SİSTEMLERİ (YBS).....	3
2.1 Obje Tabanlı Yapı Bilgi Sistemleri	4
2.2 Yapı Bilgi Sistemlerinin Özellikleri	7
2.3 Yapı Bilgi Sistemlerinin Mimari Tasarım ve Üretim Sürecine Kazandırdıkları.....	8
2.4 Yapı Bilgi Sistemlerine Geçiş	11
2.4.1 YBS'nin Tasarım ve İnşaat Endüstrisinde Kullanımı	13
2.4.2 Yapı Bilgi Sistemlerinin Mimari Projelere Uygulanması	18
2.5 Geleneksel Yöntem ve YBS Kullanımında Farklılıkların Saptanması	21
2.6 Yapı Bilgi Sistemleri Öğretimi.....	29
2.6.1 Yapı Bilgi Sistem Modelinin Mimari Eğitime Entegrasyonu: Bir Model Denemesi	30
3. YAPI BİLGİ SİSTEM MODELİYLE GELİŞTİRİLEN PROJE ÖRNEKLERİ	38
3.1 Proje1- Proje İsmi: Pekin Uluslararası Su Sporları Merkezi-Water Cube Pavyonu	38
3.2 Proje2- Proje İsmi: Hillwood Ticaret Merkezi (Hillwood Commercial Project).....	51
4. YBS TABANLI YAZILIMLARIN ÜLKEMİZDE KULLANIMI.....	60
5. SONUÇLAR.....	62

KAYNAKLAR.....	64
İNTERNET KAYNAKLARI.....	65
ÖZGEÇMİŞ.....	66

KISALTMA LİSTESİ

CAD	Computer Aided Design, Bilgisayar Destekli Tasarım (B.D.T.)
YBS	Yapı Bilgi Sistemleri, Building Information Modeling (BIM)
2B	2 boyutlu
3B	3 boyutlu
SOM	Skidmore, Owings & Merrill
PCSA	Putnam, Collins, Scott Associates
DSL	Dickinson School of Law, Dickinson Avukatlık Okulu
AIA	American Institute of Architects, Amerika Mimarlık Enstitüsü
BNAC	Beijing National Aquatics Center, Beijing Uluslararası Su Sporları Merkezi
HVAC	Heating, Ventilating and Air Conditioning, Isıtma, Havalandırma, İklimlendirme
CSCEC	China State Construction and Engineering Corporation
Arup	Arup Consulting Engineers
PTW	Peddle Thorp & Walker

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1 Yapı Bilgi Sistemleri (YBS)	3
Şekil 2.2 Chicago'daki Çocuk Hastanesi projesinde mimari tasarım, çelik sürtüktür, mekanik ve elektrik sistem projeleri YBS' yle bütünleştirilmiştir	14
Şekil 2.3 2B ve 3B modelin çelik bağlantı detaylarının karşılaştırılması	15
Şekil 2.4 General Motors Firmasının fabrika binası için hazırlanan sistem modelinde yapı tesisatları arasındaki çakışma	16
Şekil 2.5 Daniel Libeskind'e ait projede Denver Sanat Müzesi'nin oluşturulmuş çelik projesinin uygulama aşaması.....	17
Şekil 2.6 Daniel Libeskind'e ait projede Denver Sanat Müzesi'nin 3B çelik proje modeli	17
Şekil 2.7 Geleneksel dökümantasyon ve Yapı bilgi sistemleri arasındaki farkı gösteren çalışma tablosu	23
Şekil 2.8 Geleneksel dökümantasyon ve Yapı bilgi sistemleri arasındaki farkı gösteren görsel çalışma tablosu	24
Şekil 2.9 Alan ve hacim bilgilerinin içerildiği metraj tablolarının YBS'nde oluşturulması	25
Şekil 2.10 Binanın ısı sistemleri durumunun gösterilmesi, alternatiflerin oluşturulması	26
Şekil 2.11 Enerji analizlerinde kullanılan model. Potansiyel enerji değerleri ve mekanik sistemler için gerekli bilgileri içermektedir.....	26
Şekil 2.12 Ağıştırma 3B de temel yönelim,	32
Şekil 2.13 Gölgeleme çalışmaları,	32
Şekil 2.14 Gölgeleme çalışmaları,	33
Şekil 2.15 Gölgeleme çalışmaları,	33
Şekil 2.16 Gölgeleme çalışmalarının gözlemlenebilmesi için yapılan çalışmalar ve cephedeki etkisi-görünüş,	35
Şekil 2.17 Gölgeleme çalışmalarının gözlemlenebilmesi için yapılan çalışmalar ve cephedeki etkisi-perspektif ,	35
Şekil 2.18 Gölgeleme çalışmaları ve cephedeki etkisi,.....	36
Şekil 2.19 Perspektif çalışmaları,	36
Şekil 2.20 İç mekanda ışık çalışmaları-iç perspektif,.....	37
Şekil 3.1 Water Cube pavyonu	38
Şekil 3.2 Water Cube pavyonu , Pekin Olimpiyat stadyumu, Su-Ateş).....	39
Şekil 3.3 Tekrarlayan dodecahedra 6 ve 14 yüzeyle hücre bileşenlerinin 3 boyutlu modeli Weaire ve Phelan tasarımı (1994)	40
Şekil 3.4 Dosya transferleri ve formatları	42
Şekil 3.5 Water Cube pavyonunun prototip plastik modeli.....	43
Şekil 3.6 Water Cube projesinin uygulama süreci	45
Şekil 3.7 Water Cube projesi uygulama süreci.....	45
Şekil 3.8 Sistem modelinden alınan bölümsel çelik detay bilgileri.....	46

Şekil 3.9 A) 3B proje yerleşiminin renderı. B) Victory park projesinin 3B modeli C) projenin 2B plan görünüşü D) Yapının 3B modeli	51
Şekil 3.10 A) Tasarım senaryolarının ve dijital modelin parametrik yapı bileşenleri, belirli proje şablonları ile gelişimi.	54
Şekil 3.11 A) Proje bilgilendirmeleri B) Yapı bilgileri C) Toplam park alan bilgileri D) Yerleşim Bilgileri E) Modelde gerçek zamanlı olarak maliyet bilgilerinin oluşturulması. Maliyet bilgilerine tüm yapı için ulaşılabilir. Strüktür, alan, malzeme seçeneği olarak bölümsel fiyatlandırmalara da ulaşılabilir.	55
Şekil 3.12 2B plan, 3B model görünümü ve ilişkilendirilmiş veriler. Sağ tarafta ise maliyet değerleri yer almaktadır.....	57
Şekil 3.13 A) Model üzerinde güneş kırıcıların temsili B) Güneş kırıcıların yerine kullanılan filmli camlar ile cephe çözümlenmesi.	57

ÖNSÖZ

Bu tezi hazırlarken desteğini esirgemeyen, fikirlerimi pekiştiren tez danışmanım Doç. Dr. Birgül Çolakoğlu'na teşekkür ederim.

Bilgisayar Ortamında Tasarım Bilim Dalı üyelerine, lisans ve lisansüstü eğitimimde emeği geçen tüm hocalarıma ve arkadaşlarıma teşekkürü borç bilirim.

Tez süresinde Y.Mühendis İhsan ÖZGE'ye ve Mimar Serşan YÜZER'e metni elden geçirmeleri, yaptıkları düzeltmeler ve yapılan tartışmalar için teşekkür ederim.

Tezimi hazırlarken benden hiçbir yardımı ve anlayışı esirgemeyen sevgili nişanım Sibel'e ve aileme her zaman yanımda olduklarını hissettirdikleri için teşekkür ederim.

Ocak 2009

Resul Ekrem ÖZGE

ÖZET

Bu çalışma, yapı endüstrisinde tasarım ve üretim süreçlerinde yapı bilgi sistemleri (YBS) kullanımıyla gelen değişim ve etkilerin irdelenmesi üzerine yürütülmüştür. Bilgisayar destekli tasarım teknolojisindeki gelişmeler, mimarın ya da tasarımcının yaptığı asıl işi yani tasarımın yapılmasını değil, bu tasarımın daha kolay yapılabilmesini sağlayacak araçların üretilmesini sağlamaktadır. Yapı bilgi sistem araçları bu gelişmelere bir örnek niteliğindedir.

Tez kapsamında, ilk olarak YBS tanımı açıklandıktan sonra bu alanda teknolojinin gelişimi ve bilgi koordinasyonunun bu sistemler sayesinde nasıl sağlandığının araştırılması yapılmıştır.

Dijital tasarımdaki bu gelişmelerden yapı bilgi sistemlerinin mimarlık pratiğinde kullanımının tasarıma yön verici etkileri, teknikleri, geleceğe ilişkin önerileriyle tasarım ve üretim anlayışında yaşanan değişimlerle ilgili ipuçlarına ulaşılmaya çalışılmıştır. Yapı bilgi sistemleri ve geleneksel yöntemlerle oluşturulan projelerin kıyaslanarak farklılıkların görülmesindeki amaç, YBS' ne geçişi kolaylaştıran etkilerin daha iyi algılanmasıdır. Mimari eğitimde bu geçiş sürecini hızlandıracak en önemli etkenlerden ve en etkin yollardan biri olduğu için ilk aşamadan itibaren yapı bilgi sistem mantığının hangi yöntemlerle tasarımcılara verilebileceğiyle ilgili yapılan çalışmalar literatürden incelenmiştir. Yapı bilgi sistem modelleriyle geliştirilen proje örneklerinde tasarım sürecinde olan gelişimler belirlenerek tasarım ve uygulama aşamasında sağlanan kazanımlar ve karşılaşılan sorunlar ile süre, maliyet, performans, kalite ve üretim gibi alanlarda yapı bilgi sistemlerinin etkileri incelenmiştir. Tasarım ve üretim sürecinde avantaj ve dezavantajlar göz önünde tutularak geleceğin yapı tasarım aracı olan yapı bilgi sistemlerinin mimarlar tarafından neden tercih edilmesi gerektiğinin içeriği yansıtılmıştır.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda, günümüz yapı endüstrisinde farklı disiplinlerden kişilerle etkileşimli olarak çalışılması, yapım yönetim ve bilgi koordinasyonunun düzgün bir şekilde sağlanmasının yapı bilgi sistemleri kullanımıyla gerçekleştirilebildiği görülmektedir. Böyle bir ortamda mimarlık, mühendislik ve yapı endüstrisindeki diğer sektörlerin bu değişimin dışında kalması düşünülemez.

Anahtar kelimeler: Yapı bilgi sistemleri, mimarlıkta bilgi koordinasyonu

ABSTRACT

This thesis explores, using the building information modeling technologies in the building industry for developing the design and manufacturing processes. Computer aided design technologies are not capable of doing the design job; however, they provides vehicles to architect or designer to make the design more easily.

The objective of the thesis is to define a framework for the use of building information modeling in design development process and reveal the affects of this developments on design and manufacturing processes.

The second chapter covers the basic concepts and specifications of BIM. It explores transition to BIM and it's use in Architecture and Construction Industry through literature surveys. It also emphasizes the importance of integration of BIM into education system.

The third chapter covers two project's examples developed in BIM from practice. This project examples figured out that the BIM Technologies used for concept design, structural feasibility and cost analyses.

The fourth chapter gives an overview of BIM use in Turkey.

As a result of the thesis it is deduced that, the BIM Technologies, combining different disciplines and providing design and manufacturing coordination, will take part more frequently in near future's design and manufacturing processes.

Keywords: Building information modeling, information coordination at architecture

1. GİRİŞ

Bu çalışmanın temeli, yapı endüstrisinde tasarım ve üretim süreçlerini geliştirme amaçlı kullanılan, bilgisayar tabanlı teknolojilerin gelişimi sonucunda ulaşılan yapı bilgi sistemleriyle gelen değişim ve etkinin irdelenmesi üzerine kurulmuştur. Kendisini sürekli geliştirmeyi hedefleyen mimarlık ofisleri bilgi teknolojilerindeki gelişmeleri düzenli araştırmalarla takip etmektedirler. Günümüz yapı endüstrisinde yüzlerce farklı disiplinlerden kişilerle etkileşimli olarak çalışılması, yapım yönetim ve bilgi koordinasyonunun düzgün bir şekilde sağlanması yapı bilgi sistemleri kullanımıyla gerçekleşebilmektedir. Böyle bir ortamda mimarlık, mühendislik ve yapı endüstrisindeki diğer sektörlerin bu değişimin dışında kalması düşünülemez.

1.1 Araştırmanın Amacı

Bilgi teknolojilerinin yapı sektöründe uygulanması ile bilgisayar destekli tasarımın sunduğu olanaklar giderek gelişmektedir. Yapı bilgi sistemleri (YBS) bu alanda geliştirilen tasarım araçları olarak karşımıza çıkmaktadır. YBS, yapıyı tanımlayan tüm verilerin bir veritabanında tutulması ile oluşturulan bilgi setidir. YBS'nde yapının sanal modeli dijital olarak oluşturulmaktadır. Yapı bilgi sistemleri sayesinde tasarım aşamasında ve daha sonra girilen tüm veriler saklanmakta ve böylece bu bilgiler sadece tasarımcı tarafından değil, yüklenici ya da bina sahibi tarafından da kullanılabilir. YBS ile düzenli bilgi koordinasyonu ve kesin bilgi tutarlılığı sağlanmaktadır.

Bilgisayar destekli tasarım teknolojisindeki gelişmeler, mimarın ya da tasarımcının yaptığı asıl işi yani tasarımın yapılmasını değil, bu tasarımın daha kolay yapılabilmesini sağlayacak araçların üretilmesini sağlamaktadır.

Araştırmadaki üst hedef, dijital tasarımdaki bu gelişmelerden yapı bilgi sistemlerinin kullanımının tasarıma yön verici etkileri, teknikleri, geleceğe ilişkin önerileriyle tasarım ve üretim anlayışında yaşanan değişimlerle ilgili ipuçlarına ulaşmaktır. Bu incelemeler sonucunda bilgisayar destekli tasarım (CAD) alanı altında, yapı bilgi sistemlerinin tasarım ve üretim süreçlerini geliştirme amaçlı kullanımıyla ilgili bir çerçeve oluşturulmaya çalışılmıştır. Yapı bilgi sistem kullanımıyla ilgili bilgi sahibi olmak, yapı bilgi sistemleri ve geleneksel yöntemlerle oluşturulan projelerin kıyaslanarak farklılıkların görülmesi YBS' ne geçişi kolaylaştıran etkilerin algılanmasını sağlamıştır.

1.2 Araştırma Kapsamı

Araştırma kapsamında ağırlıklı olarak incelenen konu yapı bilgi sistemlerinin tasarım ve üretim sürecine etkileridir. İlk olarak temel tanımlar ve kavramlar incelendikten sonra yapı, yönetim sistemlerinde teknolojinin gelişimi ile bilgi koordinasyonunun yapı bilgi sistemleri sayesinde nasıl sağlandığının araştırılması yapılmıştır. Farklı disiplinlerdeki grupların etkileşimli olarak çalışmasına olanak sağlayan bu sistemler araştırılmış ve bu etkileşimli çalışmanın kazanımları incelenmiştir.

Geleneksel yöntemlerden yapı bilgi sistemlerine geçiş ve bu sistemlerin gelişimi araştırılmıştır. Bu geçiş sürecinde geleneksel proje tasarım dokümantasyonu ile yapı bilgi sistemleri kullanılan projelerinin kıyaslanması yapılarak farklar ortaya konulmuştur. Yapı bilgi sistemi modelleriyle geliştirilen proje örneklerinde tasarım sürecinde olan gelişimler belirlenerek tasarım ve uygulama aşamasında sağlanan kazanımlar ve karşılaşılan sorunların kritikleri yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda süre, maliyet, performans, kalite ve üretim gibi alanlarda yapı bilgi sistemlerinin etkileri incelenmiştir. Tasarım ve üretim sürecinde ortaya çıkan avantaj ve dezavantajlar göz önünde tutularak geleceğin yapı tasarım aracı olan yapı bilgi sistemlerinin mimarlar tarafından neden tercih edilmesi gerektiği açıklanmıştır. Mimari eğitimde; bu süreci hızlandıracak en önemli etkenlerden ve en etkin yollardan biri olduğu için ilk aşamadan itibaren yapı bilgi sistem mantığının hangi yöntemlerle tasarımcılara verilebileceği araştırılmıştır. Yapı bilgi sistemlerinin mimarlık eğitim müfredatına entegrasyonu örnek çalışmalarla açıklanarak öğrenciye bu mantığın nasıl aktarılacağına değinilmiştir. Gereksinimlerin neler olduğu araştırılarak mimari eğitimin hangi yönde ve nasıl ilerleyebileceği belirlenmiştir.

1.3 Araştırmanın Yöntemi

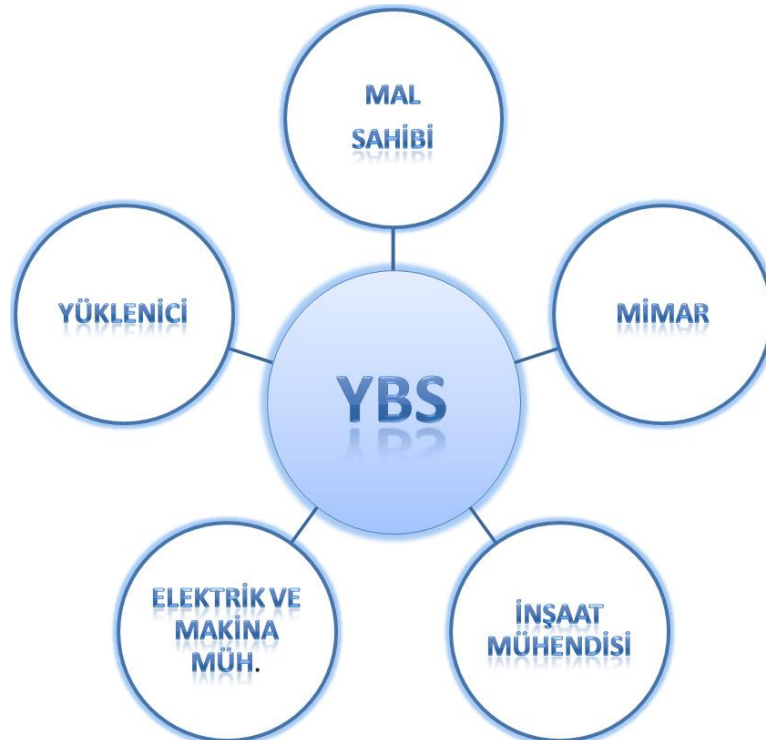
Dijital tasarım teknolojilerindeki gelişmelerden yapı bilgi sistemleri, tasarım ve uygulama sürecinde değişimi gösterebilmek amacıyla incelenmiştir. İlk olarak temel tanımlar ve kavramlar incelenmiş daha sonra mimarlık pratiğinde yapı bilgi sistemlerinin ne amaçlı ve ne şekilde kullanıldığı, geleneksel sistemlerden yapı bilgi sistemlerine geçişte sürecin nasıl hızlandırılacağı ile ilgili literatür çalışmaları incelenmiştir. Bu geçişi hızlandıracak en önemli etken olan mimarlık eğitiminde yapılması gereken değişimlerin ve YBS'nin eğitim müfredatına entegrasyonunun gerekliliği literatürden örnek çalışmalarla desteklenmiştir. Yapı bilgi sistemleri modeliyle geliştirilen proje örnekleri incelenerek, tasarım ve uygulama aşamalarındaki kriterler belirlenmiş, projelerde elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

2. YAPI BİLGİ SİSTEMLERİ (YBS)

YBS, yapıyı tanımlayan tüm verilerin bir veritabanında tutulması ile oluşturulan bilgi setidir. YBS teknolojisi sayesinde yapının sanal modeli dijital olarak oluşturulmaktadır. Dijital model tamamlandığında yapıyla ilgili; kesin geometri, yapım, üretim ve yönetim koordinasyonu için gerekli bilgilere ulaşılabilir. Yapıyla ilgili girilen tüm bilgiler bir veritabanında saklanır. Böylece tüm paftalar ve listeler sadece bu veritabanının birer görünümünü oluşturmaktadır. Planda ya da görünüşte hatta bir metraj tablosunda yapılan değişiklikler tüm ilgili yerlere anında yansımaktadır. Bu sayede kesin bilgi tutarlılığı sağlanmaktadır. YBS sayesinde tasarım aşamasında ve daha sonra girilen tüm veriler saklanmakta ve böylece bu bilgiler sadece tasarımcı tarafından değil, yüklenici ya da bina sahibi tarafından da kullanılabilir. YBS mimarlık, mühendislik ve yapı endüstrileri arasında iletişimi sağlayan yenilikçi bir metottur. (Autodesk, 2002)

Yapı Bilgi Sistemleri'nin üç temel özelliği vardır:

- Yapıyı tanımlayan tüm veriler sayısal bir veritabanında tutulmaktadır.
- Veritabanında herhangi bir dokümanda yapılan değişiklik, bu veritabanında üretilen tüm dokümanlara (görünümler, listeler, vs.) yansımaktadır.
- Tasarım süreci boyunca toplanan tüm veriler, daha sonra kullanılmak üzere saklanır. Sadece projeyi yapanın değil, yüklenici ve yapı sahibinin de kullanabileceği bir bilgi deposu oluşturulmaktadır. (Şekil 2.1)



Şekil 2.1 Yapı Bilgi Sistemleri (YBS)

YBS modeli kullanılarak ilişkiyel tasarımı ve üretim süreçleri daha düşük maliyet ve yüksek kalitede proje süresi azaltılarak oluşturulabilmektedir.

2.1 Obje Tabanlı Yapı Bilgi Sistemleri

1980'lerin başında mimarlar CAD (Computer Aided Design-Bilgisayar Destekli Tasarım) temelli bilgisayarlar kullanmaya başlamışlardır. Birkaç yıl içerisinde yüksek oranda yapı dokümanı ve uygulama projeleriyle elle çizimden bilgisayar çıktılarına geçiş sağlanmıştır, basit grafikler yardımıyla yapı hakkındaki çeşitli bilgiler ilişkilendirilmiştir. Örneğin bir layerdaki dikdörtgenin, beton bir kolonu temsil etmesi başka bir layerda zemindeki döşeme kaplamasının temsilini ifade edebilmektedir. Bu çizimlerin kaydedildiği elektronik dosya formatları yapıyla ilgili bilgilerin saklanması yanında direk olarak çıktı alınabilecek şekilde geliştirilmiştir.

CAD dosyalarının formatı ve kullanımı 1990'larda obje tabanlı CAD sistemlerinin ortaya çıkması ve tanıtımıyla geliştirilmiştir. Obje tabanlı sistemler de veri olan objeler kapılar, duvarlar, çatılar, yapıyı oluşturan bileşenlerden oluşmaktadır. Bu sistemler genel olarak yapının geometrik modellemesini 3 boyutlu olarak desteklemektedir. Bundan dolayı da birçok zahmetli ve zaman alacak çizim otomatikleştirilmektedir. Plan çizildiğinde kesitlerin otomatik olarak hazırlanması ve yapılan revizyonların eş zamanlı olarak kesitlerde görülebilmesi obje tabanlı sistemlerle gelen yeniliklere örnek olarak verilebilir.

Obje tabanlı CAD dosyalarının içerdiği veriler anlaşılır bir şekilde planlanır ve yönetilirse daha sonraki aşamalarda metraj tabloları gibi birçok kesin dokümanın oluşturulmasında kullanılabilir.

1990'ların başında internet kullanımının gelişmesi bilginin dijital olarak yayılmasını sağlamıştır. Bilgi dijital olarak oluşturulmadığında etkin olarak iletişim kurulamamaktadır. CAD dosyaları ilk başlarda tasarım ekipleri arasında floppy diskler ile ve internet aracılığı ile web üzerinden iletilmiştir. Obje tabanlı CAD mantığını kendi projelerinde benimsemeye çalışan tasarım firmaları bunlarla ilişkili dokümanları dijital olarak müşterileriyle paylaşmaya başlamışlardır. Firmalar web tabanlı proje yönetimi ve işbirliğine dayalı çalışma sistemlerini de incelemeye başlamışlardır. Obje tabanlı sistemler CAD temelli sistemlerdir. Bu sistemler yapı hakkındaki bilgilerin üretilmesi ve yönetilmesi için optimize edilmiştir.

Yapı bilgi sistemleri modelinde yapı bileşenleri obje tabanlı olarak tanımlanmaktadır. Dijital objeler kodlanarak tanımlanmakta, bu sayede gerçekteki yapı bileşenlerini tam olarak temsil edebilmektedir.

Örneğin bir duvar objesi duvar özelliklerini içermekte ve ona göre hareket etmektedir. Duvar iki paralel çizgi ile ifade edilebilmesinden farklı olarak kendine ait geometrisi; uzunluk, genişlik, yükseklik gibi özellikleriyle de temsil edilmektedir. Nasıl bittiği, hangi özelliklere sahip olduğu, özelleştirmeleri, üretici ve fiyatlandırma bilgilerini de içermektedir. Kapı, pencere, merdiven ve taşıyıcı elemanlar gibi diğer objeler de aynı özelleştirmelere sahiptirler. (Ibrahim & Krawczyk, 2003)

Objelerin özellik setlerinin belirlendiği ölçülebilir parametreleri vardır. Objelerin kodlanması bu parametreleri içermelerinden dolayıdır. Bu parametrik bilgi içeriğine gerçek objelerin üretilmesi için gereksinim vardır. Yeni objelerin oluşturulması da bu kural setlerinin manipüle edilmesiyle sağlanmaktadır. Bu bilgiler mimari bilgi içeriğinin oluşturulmasını sağlamaktadır. Tasarımda objelerin nasıl üretileceği bilinmeden kullanışlı olmaları mümkün değildir. Buradaki sorun da objenin arkasındaki bilgi kadar üretilebilir ve ihtiyaca cevap verebilir olmasıdır. (Ibrahim, Krawczyk, & Schipporeit, 2004)

Obje tabanlı sistemlerde objelerin kendi özellikleriyle alakalı olarak özel yapıları vardır. Objeler ve sahip oldukları özellikleri yapının tasarım süreci boyunca farklı aşamalarla bağlantılıdır. Her bilgi, tasarım süreci boyunca bir sayfayla ilgilidir. Bu sayfayı da tasarımcı kendisi belirler, tasarım ihtiyaçlarına göre de şekillenir. Bazı geometrik spesifikasyonlar sadece objenin kendisine aittir. O obje fonksiyonu tanımlar ve tanımlama ilk tasarım evresinden itibaren başlar. Bileşenler, mimari planlamalar gelişirken alanları tanımlamaya ve bazı açılımların tanımlanmasına yardımcı olur. Sonraki aşamalarda daha detaylı özelleştirmeler belirlenip, eklenerek kararlar verilebilir.

Örneğin bir kapı avan proje aşamasında bir alanın, mekânın giriş noktası olarak belirlenebilir. Herhangi bir özelleştirmeye ihtiyacı yoktur. Bu aşamada kesin özelliklerine; renk, ses ve yangın değerleri gibi ayrıntılara ihtiyaç duyulmamaktadır. Bu aşamada fiyat ve satış şartları da çok önemli değildir. Tasarım geliştikçe aynı kapı ihtiyaca göre yapı bilgi sistem modeli üzerinden çok daha fazla detaylandırılıp özelleştirilebilecektir. Kesin boyutları, malzemesi, rengi, kaplaması gerekli aşamada belirlenmelidir. Fiyat bilgilerinin netleştirilmesi için de tam olarak bütün özellik içeriğinin bilinmesi gerekmektedir. Satıcı ve projeye uygunluk da gözlemlenmelidir. Bütün bunlardan sonra inşaat alanında girilen değerler doğrultusunda kapı

gerektiği gibi oluşturulup monte edilebilir. (Ibrahim, Krawczyk, & Schipporeit, 2004) Başka bir seviyede strüktürel elemanların analizleri ve detaylandırılması da benzer şekilde geliştirilmektedir. Yapıya ait strüktür elemanları da ilk tasarım aşamalarında genel bir obje olarak düşünülebilir. Zamanla detaylandırılıp ölçüleri hesaplanarak kesinleştirilebilir. O elemana ait strüktür analizleri de yapı bilgi sistem modeli üzerinden yapılabilir. Üretim dokümanları oluşturulduktan sonra imalatçıya gönderilerek üretimi sağlanmaktadır.

Obje tabanlı CAD çözümlerinde yapı bileşenlerinin ötesinde obje düzeyinde bilginin ilişkilendirilmesi ve yönetimi sağlanmaktadır. Bu, tasarım sürecinde tasarım hakkında hedeflenen bilgiye ulaşılmasını sağlamaktadır. Yapı bilgi sistem modelleri sadece yapı bileşenlerinin ve yerleşimlerinin listesini içermektedir. Objeler arasında belirlenen ilişkilendirmeleri de içermektedir. YBS’de bu ilişkiler tasarımcı tarafından belirlenmekte ve kesin olarak yapı tanımlanabilmektedir. Bu parametrelerin bir kere girilmesi yeterlidir ve tüm süreç boyunca korunmaktadır. Daha sonra belirlenen bu ilişkiler YBS modeliyle yazılım tarafından tasarım prensiplerine uygun bir şekilde gerekli değişimlerin yapılıp koordine edilmesine olanak sağlamaktadır. İlişkilerin zenginliği bileşenlerde de bulunmakta ve tüm model bu bilgileri içermektedir. (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2008) Daha kaliteli ve verimli tasarım süreçlerinde kullanılmak üzere ihtiyaç duyulan bilgiye her an ulaşılabilir. şu an ki YBS içerikli CAD paketleri geleceğin mimari eğiliminin bu yönde olacağını göstermektedir. Yapı modelinin tanımlanması ve yönlendirilmesi YBS sayesinde en iyi şekilde sağlanmaktadır. Tasarımcı ihtiyaçlarına en iyi şekilde cevap vererek, yaratıcılık ve pratiklik yapı bilgi sistemleriyle giderek gelişmektedir.

2.2 Yapı Bilgi Sistemlerinin Özellikleri

YBS'de yapı tasarımı başladığı andan itibaren veritabanı oluşturulmaya başlanır ve proje sürecinin herhangi bir aşamasında kullanılmak üzere uygun hale getirilir. Veritabanında bu bilgiler, yapıyı tanımlayan dokümanları oluşturmaktadır. Yapı hakkındaki bütün bilgiler bu ortamda çizimler ve tablolar halinde, sunum formatında saklanır. Yapı bilgi sistemi kullanan kişi veritabanında istenilen bilgilere kolayca ulaşabilmektedir. Kullanıcı için uygun olan durum, belirli eklemeler ve kontrollerle sunum boyutlarının içerisinde gözden geçirilir.

Saklanan tüm bu veriler farklı disiplinlerdeki çalışma gruplarının etkileşimli olarak çalışmasına yardımcı olmaktadır. Farklı bölümlerde çalışan tüm takım üyelerinin yaptığı değişiklikler anında diğer bölümlere de etkir ve yapılan değişikliğin ne olduğunu, neden ve kim tarafından yapıldığı gibi birçok bilgiye de istenildiğinde ulaşılabilir. Eş zamanlı olarak yapılan işler karşılaştırılabilir. Çizimler, çalışma saatleri ve tabloları, maliyet tahminleri gibi birçok bilgiye aynı bilgi modeli üzerinden ulaşılabilir.

YBS yapı tasarımı için gerekli çözümleri uygulamada ve proje yönetiminde tutarlı bir şekilde oluşturup veritabanında saklamaktadır. Yapı hakkında hazırlanan birçok bilgi ve dokümana örneğin süren bakımlar, yapılan revizyonlar gibi birçok değişime dijital yapı modeliyle ulaşılabilir. Bu bilgi setleri oluşturulurken, YBS oluşturulan farklı çözüm alternatiflerini veri olarak saklayarak mümkün olan en uygun çözüme tasarım ekibini yönlendirmektedir. Hedeflenen tasarım çözümlerine ulaşılırken koordinasyon ve yönetimin sağlıklı olarak sağlanması da tasarım sürecinin bir parçasıdır.

YBS yapıyla ilgili bilgilerin girilip istenildiğinde tasarımcı, mühendis ya da endüstrideki diğer ekiplerin kullanımı için korunduğu bir veritabanıyla oluşturulmaktadır. Tasarımcı tarafından girilen ya da herhangi bir kaynaktan bir defa alınan veri bir şekilde depolanır, herhangi bir içerikte kullanılmak üzere veritabanında saklanır. YBS mimar tarafından belirlenen, araştırılan yapı bilgilerinin alınıp saklanmasıyla geliştirilmektedir.

Mimar yapı planı üzerinde çalışırken; iç görünüşler, kesitler, zaman tablosu gibi veriler de eş zamanlı olarak oluşturulmaktadır. Geleneksel araçlarla tüm bu gereksinim duyulan verileri elde edebilmek için istenilen kesit veya tablonun yeniden çizilmesi gerekmektedir. YBS araçları içerdiği bilgiyi herhangi bir doküman için ihtiyaç duyulduğunda kullanıma hazır olarak bulundurmaktadır.

Yapı maliyetleri hesaplanırken bu çizimlerdeki bilgiler sayılaştırılıp tablolar halinde geliştirilmektedir. Aynı şekilde yapı proje yöneticisi de aynı çizimler üzerinden planlarda projenin gelişim aşamalarını takip edebilmektedir. Maliyet hesaplarını kontrol eden ekip ve tasarım ekibi aynı yapı bilgi sistem modeli üzerinden etkileşimli olarak bilgi alışverişi yapabilmektedir. YBS' yle farklı gruplar arası bilgi paylaşımı ve iletişim en üst seviyede sağlanmaktadır.

Enerji analizleri, strüktür analizleri, maliyet raporları, uygulama yönetimi ve birçok diğer gereksinimler için de YBS üzerinden istenilen bilgiye ulaşılabilmektedir. İş süreci ve gereksinime göre bu analizler detaylandırılıp genişletilebilmektedir.

2.3 Yapı Bilgi Sistemlerinin Mimari Tasarım ve Üretim Sürecine Kazandırdıkları

Mimarlar YBS kullanımı ile tasarım ve üretim süreçlerini daha verimli hale getirerek yapı tasarımı için daha fazla sorumluluğa cevap verebileceklerdir.

YBS, yapı tasarım ve sistem endüstrisi için önemli bir yenilik oluşturmakta, kompleks ve büyük ölçekli projelerde proje süreç ve kontrollerini kolaylaştırmaktadır. YBS'ne geçiş, teknolojik bir değişiklik olmasının yanında kültürel anlamda da bir değişikliktir. Tasarımın nasıl yapılacağıın yeniden düşünülmesi ve üretimle tasarım süreçlerinin etkileşimli olarak işlenmeleri gibi değişimler getirmektedir. (Flynn, 2005)

YBS'nin mimariye kazandırdıkları 5 madde altında incelenebilir; bunlar:

Yüksek Kaliteli Tasarım: YBS bir projede tasarım sürecinde ya da belgeleme sürecinde tasarım ekibine zaman kaybettiren; dokümantasyon ve metrajı otomatikleştirerek, koordineli bir şekilde oluşturmaktadır. Böylece tasarım ve diğer mimari problemler için tasarım ekibine daha fazla vakit sağlamaktadır. Projenin herhangi bir safhasında farklı tasarım alternatifleri kolaylıkla denenebilmektedir. Tasarım ekibi ile üretim ekibi YBS sayesinde proje sürecinde her an birlikte çalışabilmekte, teknik problemler ve olası detay kararlarını birlikte etkileşimli olarak verebilmektedirler. Bu sayede tutarlı bir şekilde proje gelişimi sağlanmakta ve yapılan tasarımın kalitesi yükselmektedir. (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2008)

Proje süresini geliştirerek etkilemektedir: YBS yapı tasarımında etki ve koordinasyonu sağlama yetkisini kullanıcıya vermektedir. Zaman geçtikçe mimarlar proje süreci boyunca yaşanan gelişimi ve etkileri fark etmektedirler.

YBS sayesinde yapım sürecinde hedeflenen, planlanan sonuçlar önceden anlaşılabilir hale gelebilmektedir. YBS gerçek zamanlı olarak maliyet hesaplarını yapabilme yetkisi verir. Zaman tablosu içerisinde programın incelenmesini sağlar, son dakika ortaya çıkabilecek sorunları önler. Projenin algılanabilmesi için istenilen bilgileri kullanıcıya sunar. Örneğin yüklenici kolay bir şekilde herhangi bir mekânın yerleşim planını ya da yenileme aşamalarını proje sahibine gösterebilmektedir.

Müşteriye daha iyi çözümler sunmaktadır: YBS yapı endüstrisinde; uygulamalarda yapı ekibi, mal sahibi ve müşteri arasında iletişimin daha iyi olmasını sağlamaktadır. YBS araçları projelere hız, daha az maliyet ve daha yüksek kalite sağlamakta, koordinasyon bozukluklarını ortadan kaldırarak risk ve sorunları azaltmaktadır. Günümüzde bilinçli ve tam manasıyla YBS ile proje üreten firmalar rakiplerine göre daha avantajlı durumdadırlar. Mimarlar yapı bilgi modeli sayesinde uygulamada müşteriye proje maliyetlerini, proje zaman kısaltmalarını, proje kalitesinin nasıl arttığını, bilgi paylaşımındaki güvenlik artışını gösterebilmektedirler.

Yapı bilgi sistem araçları yardımıyla oluşturulan modelde sistem teknolojilerinin tasarım ekibiyle bütünleşmesi, işbirliğine dayalı çalışmayı beslemektedir. Güven ve takım çalışması artmakta, risklerle ortaya çıkan sorunlar azalmaktadır. Tasarım sürecinde karışıklıklar ve problemler belirlenerek, hızlıca çözüme ulaşılabilmektedir. Gerekli düzenlemelerin zamanında yapılması sonraki aşamalarda daha büyük sorunların oluşmaması sağlayarak, tüm sürecin gelişimine yardımcı olmaktadır.

Yüksek Hız: YBS sayesinde tasarım çözümleri ve belgeleme işlemleri seri olarak yapılabilmektedir. Tasarım sürecinin başlamasıyla birlikte tasarım ekibi için gerekli tüm dokümanlar da hazırlanmaya başlanır. Çalışma zamanları, diyagramlar, çizim aşamaları, görünüşler, kesitler, metraj listeleri, görselleştirmeler aynı süre zarfında eş zamanlı olarak ilerlemektedir. Proje dokümantasyonları otomatikleştirildiği için yapılan revizyonlar otomatik olarak her bölüme koordineli bir şekilde yansır. Tüm bunlar tasarım ekibine ekstra zaman olarak geri dönerek proje sürecinde verimi artırmaktadır.

Düşük Maliyet: YBS kullanılan projelerde tasarım ekibi daha az kişiyle daha fazla proje çıkarabilmektedir. Daha az sayıdaki tasarım ekibi de daha düşük maliyet sağlamanın yanında iletişim kaybını da en aza indirir. Yapılan değişiklikler bilgisayar aracılığı ile sağlandığı için hata olma olasılığı minimize edilmiştir. Bütçe hesapları da bu sistemlerle daha kolay oluşturulabilir. Geleneksel yöntemlerle yapılanların aksine maliyet değerleri her aşamada güncellenebilmektedir. Dokümantasyon kalitesi yüksek olduğu için daha az maliyet ve zamanda inşa planlaması sağlıklı olarak ilerleyebilmektedir.

2.4 Yapı Bilgi Sistemlerine Geçiş

1970'lerden başlayarak gelişen bilgisayar destekli tasarım teknolojisi, günümüzde 3B modelleme teknolojisi sayesinde tasarım, iletişim ve yapı hakkında içerdiği bilgilerin tamamını kullanıcıya sunmaktadır.

Yapı tasarımı ve uygulama süreçlerinde 2 boyutlu çizimler ve dokümanların yetersiz kalması YBS'ne geçişi gerektirmektedir. YBS farklı disiplinlerin bir arada çalışmasına imkân vererek mal sahibine, yükleniciye, tasarım ve uygulama ekibine sağladığı kolaylıklarla kendini kabul ettirmektedir. Mimarlık ve inşaat endüstrisi gibi yapı endüstrilerinde bu geçiş oranı gittikçe artmaktadır.

YBS, işbirliğine dayalı çalışma ortamında proje dağıtımı sırasında karşılaşılabilecek karmaşıklığın önlenmesi, tasarım ve üretim aşamalarında ekipler arasında oluşabilecek anlaşmazlığın giderilmesi gibi gelişmeleri içermektedir. YBS'nde proje tasarımıyla eş zamanlı olarak yapı sanal olarak oluşturulmakta, oluşturulan sistem modeli üzerinden karşılaşılabilecek sorunlar irdelenerek gerekli çözümler üretilmektedir.

Son 30 yıldır projelerde kullanılan CAD programlarından YBS'ne geçişin farklı ve sorunlu olacağını düşünen görüşler YBS içeriğinin ve sağladığı gelişmelerin anlaşılmasıyla bu geçişin ve entegrasyonun kolay olacağını görmüşlerdir. YBS'ne geçişte gerekli olan; yeterli oranda araştırmanın yapılması, bilgi toplanması ve finansal yatırımın düşünülmesidir. Yeni elemanların yetiştirilerek istenilen bu içeriğin aktarılması, kıdemli elemanların yükümlülüğünde ve denetiminde olmalıdır.

YBS'ne geçiş yapan herhangi bir firma bazı karmaşık ve aşamalı süreçlerden geçer. Bu geçişte ofisler ile çoklu disiplinler arası ilişkiler de bazı konuların göz önünde bulundurulması gerekir; (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2008) Bunlar:

- Farklı bireylerden oluşmuş bir takımı dikkatle biçimlendirme, firmadaki farklı ofis ve disiplinlerle ilişkilendirme, dışarıdan gelen danışmanlar yardımıyla firma ihtiyaçlarının değerlendirilmesi. Endüstride YBS gelişiminin incelenmesi.
- Bu geçişte liderlik yapacak ve bu süreci koordine edecek bir bireyin belirlenmesi.
- Üst düzey yöneticilere YBS uygulamasına geçişi hızlandıracak gerekli araştırmaların bilinçli bir şekilde aktarılması.
- Güncel yapı projeleriyle ve YBS araçlarıyla çalışan elemanların alıştırma yapmalarının sağlanması.

- YBS araçları kullanılarak proje sonunda hedeflenenlere ulaşılması.
Deneme projesinde açık bir şekilde anlaşılan çalışma düzeyine ve gerekli çözümlere ulaşılabilinmelidir. İdeal olarak deneme projesinde daha önce ilişkileri iyi olan bir müşterinin seçimi süreci kolaylaştırır. Bu geçiş sürecinde sağlanan faydaları anlayabilmeli ve pilot projelerde sağlanan gelişimlerin ve aşamaların farkında olunmalıdır. Çalışanlar bu geçişte karşılaşılabilecek sorunları önleyici tedbirler alan bir düşünce setine sokulmalıdır.
- Çalışanların araştırmaları takip etmeleri, endüstri raporlarını okumaları ve konu hakkında yazılan makale ve yayınları dikkatle incelemeleri.
- YBS ve araçlarının gündemde olduğu toplantı ve seminerlere ekip çalışanlarının katılması. Bu sistemlerin firmaya entegrasyonunda önem taşımaktadır.
- Emsal firmalarla bu geçişteki yaklaşımlarını öğrenmek için iletişime geçilmesi.
- Çelik tasarımcıları, üreticiler ve strüktür mühendislerini içeren endüstrideki profesyonel kişilerden; modeli başarıyla kullanan birinin düşük maliyetle, az sürede kaliteli işlerin yapılabileceğinin mal sahiplerine de açıklanması.
- Eğitimi destekleyici yazılımların incelenmesi ve açıkça algılanabilmesinin sağlanması.
- Gerekli zamanlarda yapılan güncelleştirmelerle, yazılımlarda ihtiyaç duyulan gereksinimlerin karşılanması.
- Teknolojideki gelişimleri içeren, ihtiyaçlara cevap veren ve gelişime açık güncel YBS araçlarının takip edilmesi ve standart veri alışverişine sağlanan katkının çok olması.

Yapı bilgi sistemleri kullanıcılarından Daniel Friedman “YBS erken tasarım süreçlerinde yapı hakkındaki kapsamlı bilginin iyi şartlarda sunulmasıdır.” diyerek YBS’ni açıklamaktadır. (Flynn, 2005)

Friedman YBS’nin genel araştırma potansiyelini yükselttiğini, çelişkileri ve gözden kaçanları tanımladığını, proje gecikmelerini, maliyet fazlalıklarını ve projedeki karmaşıklıkları ortadan kaldırdığını belirtmektedir. SOM¹ şirketinin ortaklarından Carl Galioto YBS’nin tasarım aşamalarındaki iş dağılımını değiştireceğini ve bilinçli olarak kullanıldığında proje aşamasında işin tahmin edilenden daha kısa sürede biteceğini söylemektedir. Avan projede tasarım gelişimi aşamaları ve uygulama dokümanlarının oluşturulmasının bu süreyi öne çektiğini ve oluşturulan zaman tablolarıyla bu kontrollerin kolay bir biçimde sağlandığını belirtmektedir. (Flynn, 2005)

¹ SOM Skidmore, Owings & Merrill

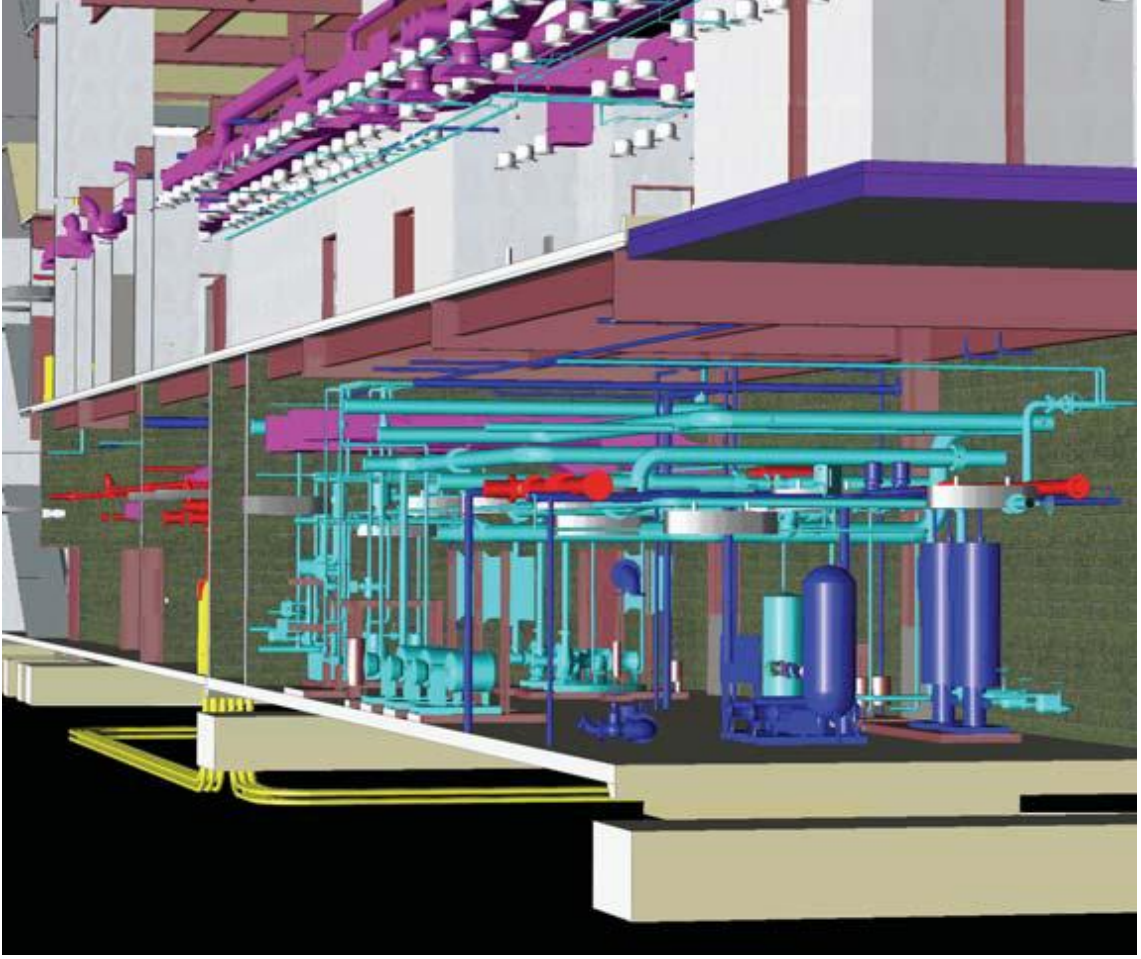
2.4.1 YBS'nin Tasarım ve İnşaat Endüstrisinde Kullanımı

Mimarlar ve mimari firmalar şu anki kullanılan CAD sistemlerinden YBS'ne geçişe başlamışlardır. Çizim masalarından, bilgisayar destekli tasarıma geçişte yapı tasarım ve üretim endüstrisinde gerekli olan değişimlerin aynısı CAD'den yapı bilgi sistemlerine geçişte de gerçekleşmektedir. Firmalar bu geçişin çalışma süreçlerini nasıl etkileyeceğini değerlendirmelidirler. Çalışanların YBS alanında eğitimi, bu geçişi kolaylaştıracaktır. Firmalar bu geçişi; uygun proje ve aşamada, YBS için gerekli altyapıyı oluşturduktan sonra sağlıklı olarak gerçekleştirebileceklerdir. (Ibrahim, 2006)

SOM (Skidmore, Owings & Merrill) ve Detroit's Smith Grubuna bağlı iki büyük firma ve bu firmalar yapı bilgi sistemlerine geçişi gerçekleştirmektedirler. SOM firması Newyork' ta ki ofislerinde birçok projede yapı bilgi sistemleri ve 3 boyutlu model kullanmaktadırlar. SOM's firma yetkililerinden Galiato firmalarının YBS'ne bakış açısını: "Biz yapı bilgi sistemlerine 3B bilgidен farklı olarak kapsamlı veritabanı şeklinde bakıyoruz," sözleriyle anlatmaktadır. Firma YBS modelini akılcı çözümler, test uygulamaları ve simülasyonlar için kullanmaktadır. Örneğin termal, ışık değerleri, bilimsel akışkan dinamikleri, ısıtma, soğutma gibi binanın klima kontrol testlerini analiz edebilmek amaçlı kullanmaktadırlar. Firma ayrıca YBS'nin getirdiği bütünleşmiş sistem modeli üzerinden projelerinde; mekanik, tesisat, su tesisatı ve strüktür ile olan çakışma ve kesişmeleri kontrol ederek, yapılması gereken çözümlerle sonuca ulaşmaktadır.

Smith Grubu, 2006 yılında tüm projelerini YBS modeliyle geliştirerek oldukça kapsamlı bir iş süreci izlemiştir. Firma YBS'ni birçok anahtar projede uygulamıştır. Bu projelere örnek olarak Detroit'deki ilaç fabrikası, Sundt Yapı genel merkezi ve Chicago'daki çocuk hastanesi örnek olarak verilebilir.

Chicago çocuk hastanesi projesinde; çelik strüktür, elektrik ve mekanik sistemler bütünleştirilmiş 3B sistem modeli üzerinden yürütülmüş, 2B çizimlerde karşılaşılan koordinasyon bozukluğu YBS sayesinde ortadan kalkmış, maliyet minimuma düşürülerek proje hedefine ulaşmıştır. Bu projede de 2B çizimler üzerinden fark edilemeyen detay, zaman ve maliyet gibi sorunlar YBS kullanımı ile kolayca istenilen değerler çizgisine çekilebilmiştir. Şekil (2.2) (Flynn, 2005)

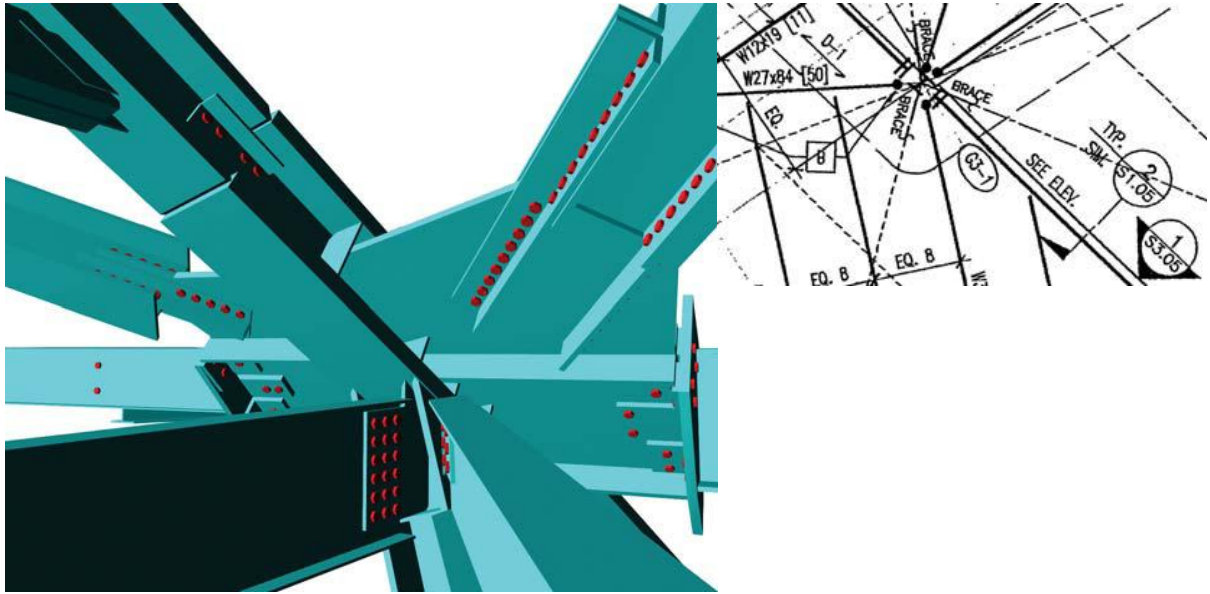


Şekil 2.2 Chicago'daki Çocuk Hastanesi projesinde mimari tasarım, çelik sürtüktür, mekanik ve elektrik sistem projeleri YBS' yle bütünleştirilmiştir. (Flynn, 2005)

Tasarım ve Uygulama Sürecinde Yeni Bir Yöntem

Çelik endüstrisi, 3B model kullanımının tasarım ve üretimle birlikte işlerliğini 2001'den itibaren hızla geliştirerek uygulamaya başlamıştır. Strüktürel çelik endüstrisinde profesyonel tasarımcılar tarafından YBS'nin anlaşılır ve bilinçli bir şekilde uygulanmasıyla birlikte yeni gelişimler sağlanmıştır. Çelik endüstrisinde üretimde yapılan hataların farkına varılmasıyla bu gelişim ve geçiş hızlanmıştır. Projelerde görülen en büyük sorun, kısıtlı zamanda, mal sahibinin projenin tamamlanmasını istemesidir. Üretim aşamalarında 2B dokümanlarla canlandırılan ve entegre edilen bilgiler hatalara yol açmaktadır. 2B dokümanların yetersizliği firmaların hem zaman hem de para kaybetmesine neden olmuştur. Süreç sonunda istenilen maliyetin üzerine çıkılarak hesaplanmayan proje miktarları ortaya çıkmıştır.

3B model kullanılarak kompleks objelerin bağlantı detayları daha kolay anlaşılabilmekte ve görselleştirilmektedir. (Şekil 2.3)



Şekil 2.3 2B ve 3B modelin çelik bağlantı detaylarının karşılaştırılması (Flynn, 2005)

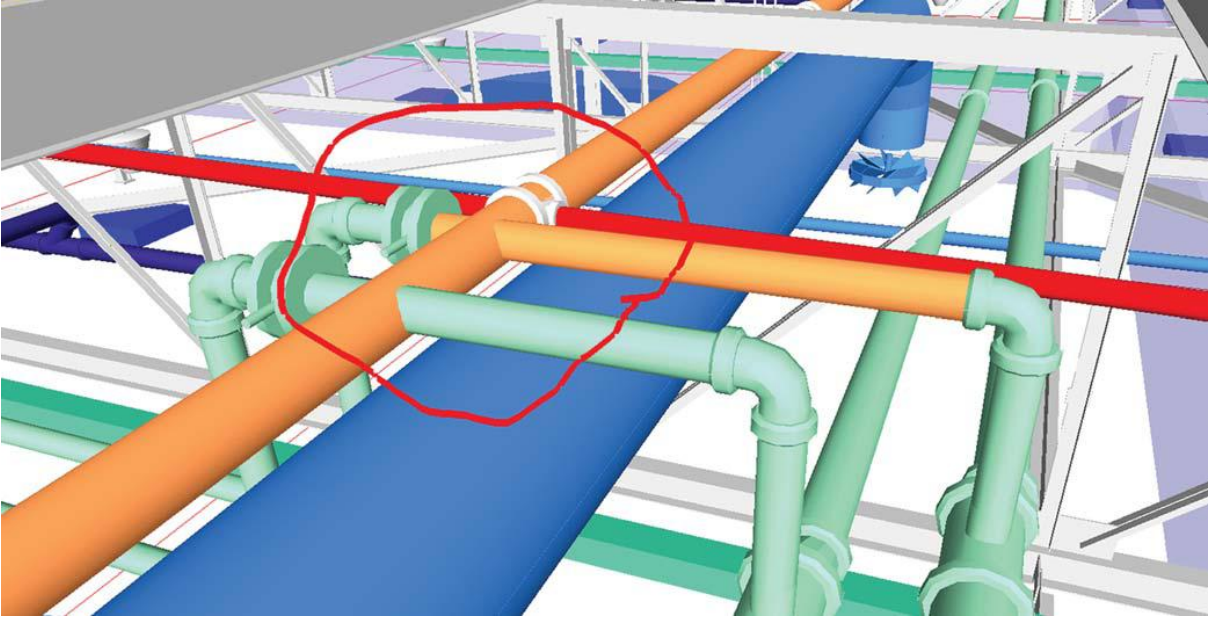
Karmaşık detay projelerinde mimar ve mühendisler zaman ve maliyete karşı sürekli bir baskı altında tutulmuşlardır. Kısıtlı süre içerisinde istenilen bilgiler üretim aşamasına aktarılamadığından diğer süreçler de aksamıştır. Bu sorunlar yapı bilgi sistemlerine geçiş ve değişim sürecini hızlandırmıştır. (Flynn, 2005)

YBS'yle tasarım ve üretim ekip elemanları arasında yeterli ölçüde yapılamayan dosya alışverişi ve sağlanamayan iletişim gibi CAD temelli teknolojinin gelişimiyle karşılaşılan sorunlar ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır. Farklı disiplinler arasında işbirliğine dayanan çalışma ve iletişimde hatalar en aza indirilerek daha iyi şartlar oluşturulmuştur. YBS' nin ortak tasarım ve üretim aracı olarak kullanılmasıyla General Motors fabrikası, Denver Sanat Müzesi ve seçilen birçok diğer çelik projesinde bu sorunların aşılması sağlanmıştır. Tasarım ve üretim süreçleri, bütünleşmiş sistem modeli ile bilinçli olarak yeniden tanımlanarak yaşanan sorunlar en aza indirgenmiştir.

Strüktürel çelik endüstrisi 3B model işbirliğine dayalı çalışma ortamında; kullandığı yazılım sistemleri sayesinde iletişimi akıcı bir hale getirmiş, standart bir dosya formatıyla da verilerin paylaşılmasını sağlamıştır. Strüktürel çelik paket bilgilerinin oluşturulması ve dağıtılmasında tasarım ve uygulama süreçleri birleştirilerek hızlandırılmıştır.

Strüktür mühendisleri; çelik iskeletli yapıların tasarım detaylarını çok az bir toleransla 3 boyutlu model üzerinden, çelik tasarımcıları, üreticiler ve çelik bağlantı tasarımcılarıyla güvenli bir şekilde paylaşabilmiştir.

General Motors firması; V6 motor fabrika yerleşkesi projesinde yapı bilgi sistemleri kullanımı sonucunda toplam proje uygulama maliyetinde %3 ile %5 arasında düşüş sağlandığını raporlarla sunmuştur. YBS kullanılan sistem modeli sayesinde çelik, mekanik, elektrik ve su tesisatı projeleri, çelik strüktür proje hataları en aza indirilerek koordinasyonlu bir şekilde oluşturulmuştur.



Şekil 2.4 General Motors Firmasının fabrika binası için hazırlanan sistem modelinde yapı tesisatları arasındaki çakışma. (Flynn, 2005)

Tasarımı Daniel Libeskind tarafından yapılan Denver Sanat Müze kompleksinde tasarımın koordine edilebilmesi, algılanabilmesi ve gerekli dokümantasyonun yapılabilmesi için proje süreci yapı bilgi sistem modeliyle yürütülmüştür.

Yapı bilgi sistemleriyle oluşturulan 3 boyutlu model, Davis Partnership firması, proje strüktür mühendisleri, çelik bağlantı tasarımcıları ve çelik detaylandırma ekiplerine ulaştırılmıştır.



Şekil 2.5 Daniel Libeskind'e ait projede Denver Sanat Müzesi'nin oluşturulmuş çelik projesinin uygulama aşaması. (Flynn 2005)



Şekil 2.6 Daniel Libeskind'e ait projede Denver Sanat Müzesi'nin 3B çelik proje modeli (Flynn 2005)

Çelik strüktür projesi YBS modeliyle oluşturulan projede, hem tasarım hem de üretim süresi kısaltılmış, mal sahibine de 400.000 \$ kazanç sağlanmıştır. (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2008)

2.4.2 Yapı Bilgi Sistemlerinin Mimari Projelere Uygulanması

Uzmanlar mimari firmalardan projelerini ve yöntemi, yapı bilgi sistem kullanımı için dikkatlice seçerek uygulamalarını istemektedir. Belirleyici araştırmalar ve testler yapıldıktan sonra projenin YBS' ne uygun olduğu anlaşılabilir. Firmanın mal sahibine projeyi daha ucuz, hızlı, kaliteli ve güvenli olarak teslim edebilmesi, tüm YBS sürecinin düzgün bir şekilde uygulanabilmesiyle mümkün olmaktadır.

Bir firma yapı bilgi sistemlerini tek başına uygulayamaz, YBS entegrasyonu esnasında proje süresince diğer proje ekipleriyle işbirliği içinde çalışmaları gerekmektedir. Örneğin Tahoma okul projesinde PCSA² firması proje detaylandırmasını yapmış, çelik üreticisi Allied Steel firması da aynı model üzerinden üretimini gerçekleştirmiştir. (Flynn, 2005)

Başlangıç sürecinde tasarım danışmanları ve yükleniciler birlikte çalışarak ve deneyimlerini aktararak bu geçişi daha kolay hale getirebilirler. General Motors firmasının Douglas Steel'i içine alan projede hem tasarım ekibi hem de üretim ekibi aynı model üzerinden proje gelişimini sağlamışlardır.

Burada değinilen gerçekse yapının inşa edilmeden model üzerinden sanal olarak oluşturulmasıdır. Bu hem verimliliği artırmakta hem de sorunların görülerek çözülmesini sağlamaktadır. YBS' ne geçiş hem planlama kültürü açısından bir değişim meydana getirir hem de yapı tasarım ve üretim endüstrisinde gerekli olan yeniden düşünme sürecinin oluşmasını sağlar. YBS'yle gelen bazı sorunlar da tam bir ekip çalışması ve iyi bir iletişim ile ortadan kaldırılabilir. Çalışan tüm ekiplerin etkin olarak iletişim içinde olması gerekmektedir. Yapı bilgi sistemlerinin sürece dâhil edilirken alınan ve verilen bilgiler düzenli olarak yürütülmelidir. Alınan kararların proje ekibi ve proje için en uygun kararlar olmasına dikkat edilmelidir.

Yapı bilgi sistem modeli kullanılan proje sürecinde bazı gereksinimler ortaya çıkacaktır. Takım elemanlarının ilk aşamada daha fazla çaba sarf etmeleri gerekmektedir. Bu süreçten tam manasıyla fayda sağlayabilmeleri için, eğitim süresinde anlaşılır, güvenli ve yeterli iletişim seviyesine gelmeleri gerekmektedir. Böylece rahat ve destekleyici YBS kullanım sürecinin faydalarını anlayacaklardır.

² PCSA Putnam, Collins, Scott Associates

Yapı bilgi sistem modelini uygularken, mimarlar için proje yönetimi önem taşımaktadır. Proje erken tasarım aşamalarında 3 boyutlu model ile tanımlanırken ve proje yönetim görevi yeniden dağıtılırken bazı erken maliyetler öngörülebilir. Bu aşamada mimar müşteri beklentilerini ve süreci kontrol edebilmelidir. Mimar, mühendis ve uzman yüklenicinin tasarım ekibine erken uyumu yapı bilgi sistemlerinin etkin olarak kullanılmasıyla sağlanılabilir.

YBS'nin mimari projelere entegrasyonunda dikkat edilmesi gereken konular:

- Tasarımcı, uzman ve üretici; yani tasarım sürecine katkı sağlayabilecek herkes mimar tarafından tasarım ekibi olarak uygun proje aşamalarında birlikte çalışmaya yönlendirilmelidir.
- Toplantılar tasarım ekibinin gerekli yöntemleri ve kuralları belirlemeleri ve iş süreci için önemli kararları alabilmeleri için düzenlenmelidir. Proje gidişatı ve yapı bilgi sistemlerinin etkisi toplantılarda tartışılan görüşlerle belirtilmelidir.
- Projenin tam olarak kurgulanabilmesi için modele gereksinim duyulmaktadır. Eğer ekip modele gereğinden fazla müdahale eder ve önemsiz detaylarla geliştirmeye çalışırsa model karmaşık, biçimsiz ve kullanışsız bir hal alabilir. Tasarım ekibinin her zaman gerekli şartlarda modeli koruyarak güncellemesi gerekmektedir.
- Riskin azaltılabilmesi için modelin nasıl aktarılabileceği ve gerekli tasarım aşamalarında modeli kimin yöneteceği belirlenmelidir. Bazen bir yönetici, bazı durumlarda ise tasarım sürecine göre modelin yükümlülüğü bir kişiden diğer ekip elemanlarına da aktarılabilir. Bu değişim projeye bağlı olarak da yapılabilir. Model yöneticisi, veri yöneticisi YBS' ne geçiş için koordinasyonu sağlamakla yükümlüdür.
- Süreç boyunca 3B modelin uygun olarak geliştirilmesi 2B uygulama çizimleri içinde altyapı oluşturmaktadır.
- İşbirliğine dayalı çalışma, takım uyumu ve iletişim yapı bilgi sistem projeleri için anahtar kavramlardır. Mimarlar YBS' ne entegre edilmiş projelerin geleneksel metotlarla geliştirilen projelerden daha az risk içerdiğini görmektedirler. İşbirliğine dayalı takım çalışması tüm süreçte görüldüğünden etkileşimli tasarımda risk azalmaktadır. Çünkü her takım elemanı bu sürece destek vermektedir. İşbirliği ve bütünleşme, projenin ileriki aşamalarında büyüyerek daha sıkıcı ve karmaşık sorunlar oluşturmadan dijital olarak çözümlenmesini sağlamaktadır. Olası maliyet artışları ve gecikmeler öngörülerek çözümlenebilir. (McDuffie, 2004)

Yeni teknoloji ve sürecin tasarım ve uygulamada kazanç sağlamadığı üzerine ısrarcı düşünceler hala mevcuttur. Bu şekilde düşünenler eski yöntemlerle ilerlemeye çalışmaktadırlar. Yeni teknolojilerin çok pahalı, proje bilgi dağılımının çok karmaşık olduğunu ve yazılımın yeteri kadar gelişmediğini, görevini yapamadığını savunmaktadırlar. Gerekli olan değişim ve geçişin yapılabilmesi için yeterli seviyede bu sistemlerin araştırılıp anlaşılabilmesi bunlara sebep olmaktadır. Geleneksel yöntemlerde devam eden tasarım ve üretim şikâyetleri: verim artırmaya yönelik başarısızlıklar, üretim doküman kalitesindeki azalma, yetersiz iletişim ve koordinasyon, maliyet artışı, proje gecikmeleri ve yeterli çalışma eksikliğidir.

Endüstrideki bu karşı koymaya rağmen yapı bilgi sistemleri pozitif olarak tasarım ve üretim sürecini etkilemekte ve kullanıcıları giderek artmaktadır. Mimarlar, strüktür mühendisleri, genel yükleniciler ve çelik üreticileri YBS' ni kullanarak daha hızlı tamamlanabilen, daha az maliyetli, daha kaliteli ve rekabet ortamında daha güvenli projeleri ortaya çıkartmaktadırlar.

2.5 Geleneksel Yöntem ve YBS Kullanımında Farklılıkların Saptanması

YBS tüm tasarım sürecini kapsamaktadır. YBS yapının yaşam süresi boyunca analizleri, birleştirmeleri bilgi dokümantasyonlarını bir veritabanı oluşturarak zeki bir yapı prototipi geliştirmektedir. Endüstrinin dikkatini çeken bu gelişmeler neticesinde YBS' nin projelere olan katkısının anlaşılabilmesi için araştırmalar yapılmıştır.

Geleneksel tasarım ve YBS karşılaştırması Pennsylvania State üniversitesinde örnek bir çalışma olan Dickinson School projesi üzerinden yapılmıştır. (Leicht & Messner, 2007)

Araştırmanın amacı yapı geometrilerinin nasıl oluşturulduğu, yapı sistemleri, yapı analizleri ve animasyon teknikleri kullanımının avan proje aşamasında potansiyel etkilerinin ortaya çıkarılmasıdır.

Araştırmada avan proje sürecinde yapı bilgi sistemleri kullanımının hangi alanlarda fayda sağladığı, neler kazandırdığı, bilgi iletişimi, içeriği ve aktarım aşamaları irdelenmiştir.

DSL³ proje sürecinde araştırmaya yön vermek için tamamlanmış avan proje dokümantasyonları, tasarım sistemindeki açıklamalar, özel tasarım yöntemleri incelenmiştir. Daha sonra bu avan proje bilgileri yapı bilgi sistemlerine dönüştürülmüştür ve bu bilgiler farklı yapı bileşenleriyle ilişkilendirilip birleştirilmiştir. Yapılan analizler, üniversite tasarım gereksinimleriyle temellendirilip birleştirilerek yararlanılacak gerekli bilgilerin belirlenmesinde kullanılmıştır. Ayrıca bu farklı bakışlar boyunca geri beslemeler belgelenecek; yapı bilgi sistemlerinin avan proje aşamasında önemini anlaşılması için kullanılmıştır. Sonuç olarak avan proje aşamasında proje sahibinin proje için düşündüğü maliyete en yakın gider tabloları YBS kullanımı ile oluşturulmuştur.

Araştırmanın başka bir amacı da endüstri uygulamalarında etkileşimi ve değişimi göstermektir. Burada yapı bilgi sistemleri ve geleneksel tasarım sistemlerindeki farklar ortaya konulmaktadır. Proje sürecinde geleneksel tasarım yöntemleri ve yapı bilgi sistemleri kullanılarak avan projedeki tasarım bilgilerinin oluşturulması, gelişimi, sunum tekniği gibi yöntem farklılıklarının anlaşılması amaçlanmıştır.

Yapı bilgi sistemleri ve geleneksel dokümantasyon yöntemleri arasındaki farklılıkların açıkça belirlenmesi, yapı bilgi sistemlerinin projelere sağladığı olanakların anlaşılabilmesinde katkı sağlamıştır.

³ DSL Dickinson School of Law

Örnek çalışmada ilk olarak 2B geleneksel tasarım yöntemleriyle DSL projesinin oluşturulmasıyla başlanmıştır. Daha sonra yapı bilgi sistem modeli, mevcut 2B çizimlerin bulunduğu CAD dosyalarının uygun bir formatta yapı bilgi sistem tabanlı Autodesk Revit yazılımına aktarılmasıyla geliştirilmiştir. 2 boyutlu çizimler üzerinden 3B sistem modeli geliştirilmiştir. Daha sonra tasarımcılar tarafından belirlenen malzeme bilgileri modele ilave edilmiştir. 2B dokümanlarda kendini gösteremeyen temsil tasarımın YBS’de 3B olarak devam etmesiyle ilerleyen aşamalarda kendini göstermeye başlamıştır. Modelin geliştirilerek proje detay bilgilerinin hızlı bir şekilde modele eklenmesi farklılıkların daha kolay algılanmasını ve incelenebilmesini sağlamıştır.

Avan proje dokümanları tamamlandıktan sonra yapı bilgi sistemlerinde gerekli değişim ve gelişim tamamlanmıştır. Çizimlerde gösterilen projenin YBS’nde nasıl sunulduğu ve geleneksel yöntemlerle olan kıyaslaması tablolar kullanılarak yapılmıştır. YBS uygulamaları kullanılarak tasarımın nasıl farklı geliştiği ve sunulduğu bu şekilde ortaya çıkmaktadır. Geleneksel dokümanlarda bilginin nerede ve nasıl içerildiği tam olarak belirlenememektedir. Yapı bilgi sistem modelinde tüm dokümanlar bir veritabanından tutulmakta ve herhangi bir doküman revize edildiğinde diğer dokümanlara da otomatik olarak güncellenmektedir. Örnek olarak sistem modelinde olumsuz bir durum görüldüğünde model gelişirken ayrıntıların da sürekli olarak değişip güncellenmesi verilerde oluşabilecek hataları ortadan kaldırmaktadır.

YBS modeli kullanımının diğer bir faydası geleneksel 2 boyutlu tasarım dokümanları üzerinden model gelişimi sağlanılarak enerji, gün ışığı, üretim zamanlaması, miktar bilgileri gibi ek analizlere bütünleşmiş sistem modeli üzerinden erişilebilinmesidir. (Leicht & Messner, 2007)




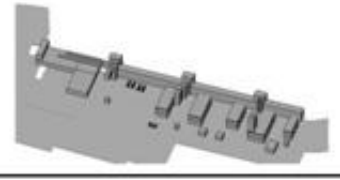


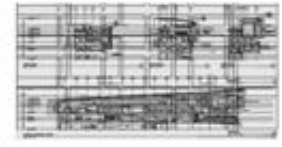



Yapı bilgi sistemleri kullanımı zaman kaybını en aza indirgeyerek kontrollere olanak vermektedir. Tasarımdan sonra YBS’ nin gelişimi süreçteki farklılıkları karşılaştırılmasına olanak vermiştir. Yapı bilgi sistemleri projenin gidişatına göre olası değişimlere ve çözümlere kullanıcıyı yönlendirmiştir.

Bilgi	Geleneksel dokümantasyon		Yapı Bilgi Sistemleri	
	Alman Biçim	İçerik Biçimi	Alman Biçim	İçerik Biçimi
Tasarım Konsepti				
Yerleşim Planı	2B	Çıktılar	2B & 3B	YBS görseli
Görünüşler	2B	Çıktılar	2B & 3B	YBS görseli
Kesitler	2B	Çıktılar	2B & 3B	YBS görseli
Render	2B	Çıktılar	2B & 3B	YBS görseli
Sistem Bilgisi				
Mimari(Mekan)	Çizim & Metin	Çizimler & Şartname	3B Görsel, Metin	Model üzerinden geliştiriliyor
Mekanik(tesisat)	Çizim & Metin	Çizimler & Şartname	3B Görsel, Metin	Model üzerinden geliştiriliyor
Malzeme Bilgisi	Çizim & Metin	Çizimler & Şartname	Model, Planda	Oluşturulan tablolar üzerinden
Sistem Koordinasyonu	Belirgin Değil		Model üzerinden	Modelden ulaşıyor
Diğer				
İş Tanımlaması	Text	Şartname	İçerilmiyor	
Toplam Alan	İçerilmiyor	Manuel Hesaplanıyor	Model üzerinde listeleniyor	Otomatik Oluşturuluyor
Yapım	Çizim & Metin	Dokümanlar üzerinde karşılaştırılıyor	Model, Plan	Model üzerinde karşılaştırılıyor

Şekil 2.7 Geleneksel dökümantasyon ve Yapı bilgi sistemleri arasındaki farkı gösteren çalışma tablosu (Leicht & Messner, 2007)

DSL proje sürecinde oluşturulan proje dokümantasyonundaki farklılıkların detaylı bir şekilde kıyaslanması için şekil 2.7'deki gibi karşılaştırma listesi oluşturulmuştur. Tablodaki ilk sütun geleneksel tasarım dokümanlarına ayrılmıştır ve bilgi biçimi tanımlamak için kullanılmıştır. 2. Sütun ise geliştirilen yapı bilgi sistem modeline ayrılmıştır ve model içindeki bilgilere yer verilmiştir. Bilginin ve bilgideki farklılaşmanın hangi metotla ulaşıldığını açıklanmaktadır. 2. sütunun da karşılaştırılması ayrıca bilginin tanımlanmasına yardımcı olmuştur. Bilgilere hangi araç ve yöntemin kullanılması ile ulaşıldığı, kullanılan temsil biçimi net olarak anlaşılabilir. Bu çalışmada, geleneksel dokümantasyon ve yapı bilgi sistemleri arasındaki farkları gösteren bir çalışma tablosu (Leicht & Messner, 2007) sunulmuştur.

Şekil’de görüldüğü gibi ilave edilen sonuçlar hangi yöntemin bu bilgileri içerdiğini, hangisinin içermediğini liste olarak açıklamaktadır. Geleneksel dokümanlarda ulaşılamayan metraj bilgileri ve enerji analizleri yapı bilgi sistem modeli üzerinde otomatik olarak oluşturulmaktadır. (Şekil 2.8)

GÖRÜNÜŞ	Geleneksel Dokümanlar	Yapı Bilgi Sistemleri
Plan		
HVAC Sistemleri		
Görünüş		
Kesit		
Miktar	İçerilmiyor	
Enerji	İçerilmiyor	

Şekil 2.8 Geleneksel dökümantasyon ve Yapı bilgi sistemleri arasındaki farkı gösteren görsel çalışma tablosu (Leicht & Messner, 2007)

YBS ile geleneksel yöntemler arasındaki temel ayırım bilgi temsilleri farklılığıdır. Geleneksel yöntemler 2 boyutlu çizimleri içerirken yapı bilgi sistemleri çoklu ve dinamik olarak yapının 2 boyutlu ve 3 boyutlu görüntülerini içerir. 2B imajlara göre 3B imajlar üzerinden kullanıcının daha rahat yorumlaması ve algılaması sağlanmaktadır. Yapı bilgi sistemlerindeki diğer fark sonuç malzeme bilgilerinin içerilmesi, renk kodlarıyla mekanik bölgelerin belirtilmesi, isteğe göre alınabilen mekanik sistem 3B perspektiflerinin bulunmasıdır.

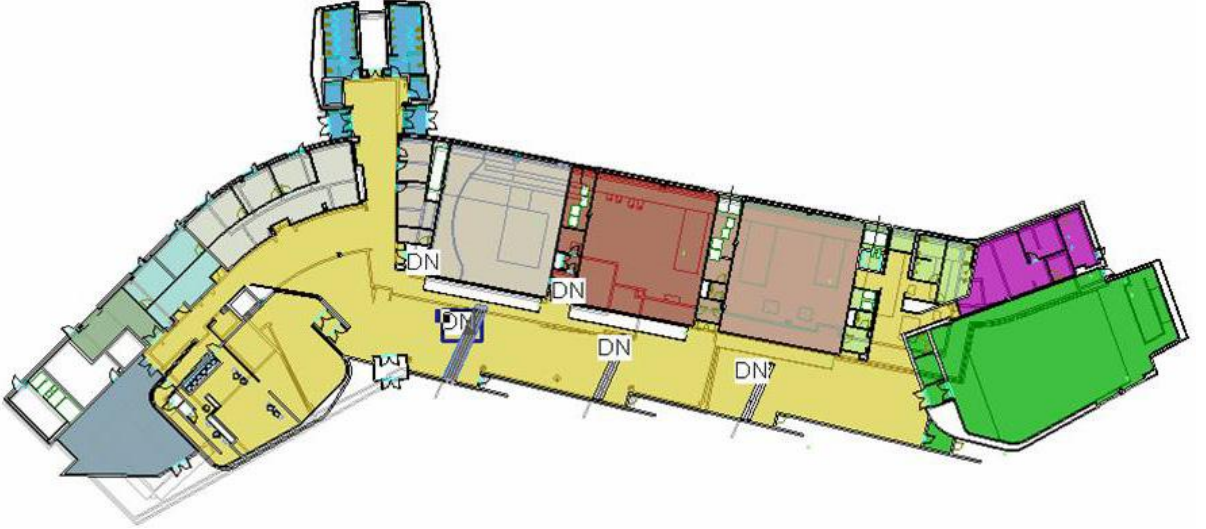
YBS modeli ile proje gelişiminde sonuçlar sağlıklı iletişimi ve koordinasyonu göstermektedir. Bu da sistemlerin daha kolay anlaşılmasına olanak vermektedir. Tek tek birimlerle hesap yapmaktansa YBS'nde analizler ve ölçümler yapılarak kesin olarak sonuca ulaşılabilmektedir. (Ibrahim & Krawczyk, 2003)

Alan ve hacim bilgilerine, kesin metraj bilgilerine yapı bilgi sistem modeli üzerinden ihtiyaç duyulduğunda ulaşılabilmektedir. (Şekil 2.9) Geleneksel dokümantasyonda kullanıcı çizimdeki herhangi bir farklı parçayı kendisi bulmak zorundadır. O parçanın neyi ifade ettiğini şekilden ve sembollerden tanımlamak zorundadır. Daha sonra donanım bilgileri arasından gerekli bilgilere ulaşılabilir. Geleneksel yöntemlerde bu bilgilere farklı sayfa ve çizim dosyaları üzerinden ulaşılmaktadır. Yapı bilgi sistemlerinde kullanıcılar bileşenlerin kesin özelliklerine, bileşen parçalarına plan görünüşünden ulaşabilmektedir. Örneğin plan ya da kesitler yardımıyla özelliklere girilerek hava akım bilgilerine ve istenilen diğer kriterlere kolayca ulaşılabilmektedir.

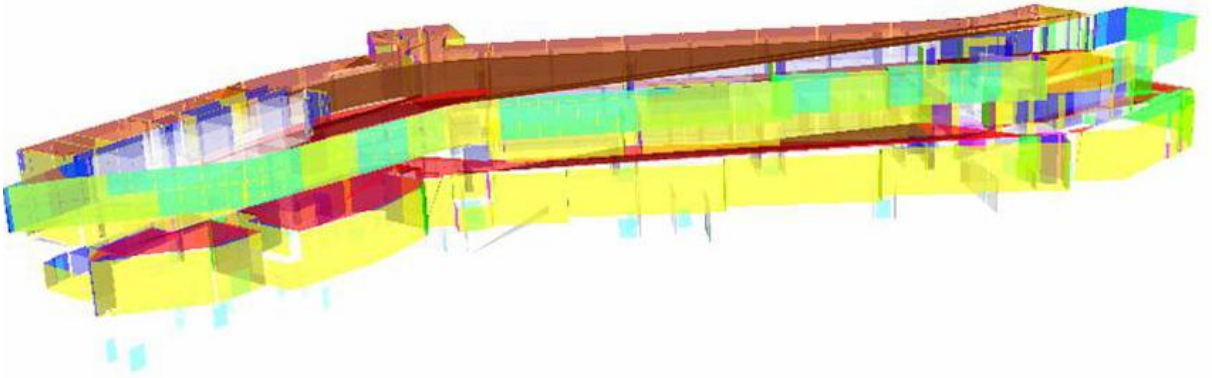
Room Schedule						
Level	Name	Use	Zone	Area	Perimeter	Volume
Ground	Vestibule	Vestibules	Zone 5	41 SF	25' - 10"	662.66 CF
Ground	Vestibule	Vestibules	Zone 6	67 SF	33' - 2 17/32"	1122.54 CF
Ground	Vestibule	Vestibules	Zone 6	67 SF	33' - 2 25/32"	1134.67 CF
Ground	Janitor's Cl	Support Space	Zone 6	46 SF	27' - 4"	736.09 CF
Ground	Men	Restrooms	Zone 6	253 SF	77' - 2 7/32"	4041.73 CF
Ground	Women	Restrooms	Zone 6	249 SF	73' - 6 7/8"	3990.97 CF
Ground	Elevator	Vertical Transport	Zone 6	46 SF	27' - 3 31/32"	735.81 CF
Ground	Classroom	Classrooms	Zone 7	1831 SF	172' - 4 11/3"	29287.15 CF
Ground	Electrical	Mech/Elec	Zone 7	151 SF	49' - 10 23/3"	2422.11 CF
Ground	Storage	Storage	Zone 7	172 SF	56' - 3 27/32"	2747.66 CF
Ground	Electrical	Mech/Elec	Zone 7	58 SF	33' - 4 7/32"	934.09 CF
Ground	Electrical	Mech/Elec	Zone 8	65 SF	32' - 4"	1045.33 CF
Ground	Audio-Vis	Support Space	Zone 8	30 SF	21' - 10 5/16"	477.84 CF
Ground	Vestibule	Vestibules	Zone 8	57 SF	30' - 9 1/8"	919.83 CF
Ground	Shaft	Shafts	Zone 8	163 SF	57' - 8 11/32"	2613.37 CF
Ground	Classroom	Classrooms	Zone 8	1828 SF	173' - 4 3/32"	29253.27 CF
Ground	Audio-Vis	Support Space	Zone 10	30 SF	21' - 10 5/16"	477.84 CF
Ground	Vestibule	Vestibules	Zone 10	58 SF	30' - 11 1/8"	930.71 CF
Ground	Shaft	Shafts	Zone 10	165 SF	58' - 2 11/32"	2640.51 CF
Ground	Electrical	Mech/Elec	Zone 10	65 SF	32' - 4"	1045.33 CF
Ground	Classroom	Classrooms	Zone 10	1828 SF	173' - 9 29/3"	29240.40 CF
Ground	Shaft	Shafts	Zone 11	69 SF	33' - 6 1/32"	380.65 CF
Ground	Shaft	Shafts	Zone 11	55 SF	29' - 8"	300.11 CF
Ground	Audio-Vis	Support Space	Zone 11	29 SF	21' - 6 11/32"	159.30 CF
Ground	Vestibule	Vestibules	Zone 11	65 SF	33' - 2 23/32"	359.35 CF
Ground	Men	Restrooms	Zone 11	134 SF	58' - 2 5/16"	713.92 CF
Ground	Vestibule	Vestibules	Zone 11	56 SF	30' - 0 9/32"	300.13 CF
Ground	Women	Restrooms	Zone 11	186 SF	58' - 7 3/4"	992.99 CF
Ground	Elevator	Vertical Transport	Zone 11	46 SF	27' - 4 1/32"	245.38 CF
Ground	Law Clinic	Unique Use	Zone 12	460 SF	100' - 4 25/3"	2453.99 CF
Ground	Law Clinic	Office	Zone 12	153 SF	49' - 6"	813.41 CF
Ground	Electrical	Mech/Elec	Zone 12	65 SF	32' - 3 3/32"	345.17 CF
Ground	Stair 3	Vertical Transport	Zone 12	157 SF	55' - 3 1/16"	862.50 CF

Şekil 2.9 Alan ve hacim bilgilerinin içerildiği metraj tablolarının YBS'nde oluşturulması (Leicht & Messner, 2007)

Avan proje için gerekli tüm bilgiler geleneksel 2B tasarım temsillerinde bulunmaktadır. Bazı bilgiler vardır ki 2B çizimler üzerinden ulaşılamaz. Bunun için yapı bilgi sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. YBS mekanik alanlar için fonksiyon ve maliyet olarak en uygun çözüme kullanıcıyı yönlendirmektedir. Yapı bilgi sistemlerinde kolayca ulaşılan enerji analizleri kapsamlı bilgi girişleri olmadan elde edilemez. Modelleme yapıp dışa aktarıldığında ısısal özellikler ve enerji analizleri yapıldığında yazılım bu sistemler için maliyet bilgilerini otomatik olarak çıkarmaktadır. Farklı bölgelerdeki ısı bilgilerine istenildiğinde ulaşabilmektedir. Aynı analizler strüktürel sistemler, ışıklandırma ve diğer mekanik sistemler içinde gerçekleştirilebilmektedir. Enerji tasarrufunun tam olarak sağlanabilmesi için gerekli içerik ve bilgiye yapı bilgi sistem modeli ile ulaşılabilir. (Şekil 2.10-2.11) (Leicht & Messner, 2007)



Şekil 2.10 Binanın ısı sistemleri durumunun gösterilmesi, alternatiflerin oluşturulması (Leicht & Messner, 2007)



Şekil 2.11 Enerji analizlerinde kullanılan model. Potansiyel enerji değerleri ve mekanik sistemler için gerekli bilgileri içermektedir. (Leicht & Messner, 2007)

Yapılan inceleme de avan proje için geleneksel dokümanlar ve YBS arasındaki tasarımda ve temsillerindeki farklar belirlenmiştir. Bu farklılıklar araştırmada tasarımın bu aşamasında ne yapılmalı; YBS katılmalı mı? katılmamalı mı? gibi sorulara ışık tutulmuştur. Her proje farklı bilgilere ihtiyaç duymaktadır. Yapı sahibinin farklı istek ve şartlarına göre proje ve gelişimi şekillenebilmektedir. Yazılımların kullanılması yapı görünüşü, mekanik görünüşte ve enerji analizlerinde kolaylıklar sağlamaktadır. Yazılım 2B çizimlerde elde edemeyeceğimiz aşamaları, testleri, bilgi ve görselleştirmeleri bize sunarak kolaylıklar sağlamaktadır. Strüktür, ışık değerleri gibi analizler ve hangi aşamadaki detayın istenildiği YBS modeli üzerinden seçilip gösterilebilmektedir.

YBS'leriyle Tasarım Değişimleri

Tasarımcılar yapı bilgi sistemleri kullandıklarında geleneksel tasarıma göre tasarıma daha fazla ve çeşitli bilgi katmak durumundadırlar. Girilen bu bilgiler sayesinde YBS kesin sonuçlar için ihtiyacı kolaylaştırmaktadır. Örneğin kullanılan duvar tipi. YBS de kullanılan duvarı enerji analizleri için kullanırsak onun termik özelliklerine ihtiyacımız olacaktır. Termik özellikleri de yazılım varsayımlarla kabul edecektir. Analizlerden beklenen geri dönüşler tasarımcı için oldukça yararlıdır. Tasarımcı buna göre gerçek termik bilgileri bilinen dirençli bir duvar kullanabilir. Ya da genel kapsamlı bir duvar kullanarak beklenen temel özellikleri ona verebilir. Bu sanılar ana hatlarıyla başka tasarımlar için sistem hazırlamasına yardımcı olur. Doğru yönde gelişim olmazsa olumsuz sonuçlara da ulaşılabilir. Mesela kullanılan duvar daha az termal direnç gösteren bir duvardan oluşuyorsa gelişen model de mekanik sistem değerleri normalden küçük olur. O alanlarda daha yüksek ısı varyasyonları ortaya çıkabilir. Bu gibi hatalar model üzerinde direk olarak ortaya çıkmaktadır ve sistem modeli gerekli revizyonların yapılmasına olanak vermektedir.

YBS' de tasarımcılar; tasarımı koordine ederken ve oluşan anlaşmazlıklarda geleneksel yöntemlere göre daha az zaman ve efor harcamaktadır. Tasarımcı yazılım aracılığı ile sistem modeli üzerinden bu anlaşmazlıkları belirler ve bu süreçte kolay bir şekilde çözebilir. YBS'nde proje sürecinde model üzerinden veritabanına girilen bilgiler birçok konuda tasarımcının çözüm üretmesini kolaylaştırmaktadır.

YBS'yle Tasarım Zamanlaması

Bilgi ve geometrinin artmasına karşın taslak proje sürecinde zaman tasarrufu YBS'yle artmaktadır. Bilgisayar yardımıyla elde edilenler bu süreçteki önemli bir kısmı oluşturmaktadır. Mekanik tasarımcıda YBS yardımıyla sistem gereksinimlerini kolayca çözebilecek ve gerekli zamanda istenilen bilgilerin oluşturulmasını sağlayacaktır. Proje sahibi de kolay bir şekilde zamanı programlayıp müşterilerine bilgi aktarımını zamanında ve düzenli olarak yapabilecektir.

Tasarım koordinasyonundaki anlaşmazlıklar çizim için daha fazla zaman gerektirmektedir. Bu tür sorunlar uygun yazılımların kullanılmasıyla kolayca çözülebilmektedir. Yapı bileşenlerinin parametrik modellenmesi dengeli bir şekilde proje gelişimini sağlamakta ve sonradan eklenen bilgi gereksinimlerine yardımcı olarak zaman kaybını önlemektedir. (McDuffie, 2006) Hesaplamalı model görünüşleri kullanılarak ve daha sonraki araştırmalar için geliştirilerek gerekli bilgi koordinasyonuna da doküman sağlamaktadır. YBS kullanılarak geliştirilen projeler için oluşturulan dijital modelde ihtiyaç duyulan bilgilerin içerilmesi farklı analizler ve gelişimler için daha fazla zaman ayırabilmemizi sağlayacaktır. Tüm tasarım gereksinimleri ve bilgileri birleştirirsek geleneksel dokümantasyon yöntemiyle aynı noktaya gelebilmek için tasarım ekibinin ekstra zamana ve efor sarf etmesine gereksinim duyulacaktır. Geleneksel yöntemlerde tasarımcı diğer tasarım bileşenleri ile koordinasyonu sağlamak zorunda kalacak, her aşamada detay bilgilerine bilgi birleştirmeleri için ihtiyaç duyacak, 3B görseller için ekstra zaman ve enerji harcamak zorunda kalacaktır. Yapı bilgi sistemleri bu koordinasyonu otomatik olarak sağlayarak projenin daha sonraki aşamaları için yapıyla ilgili tüm bu verileri kaydeder ve bilgilerin tekrar kullanımına olanak verir.

2.6 Yapı Bilgi Sistemleri Öğretimi

Akademide ve uygulamada son yıllarda YBS oldukça önem kazanmıştır. YBS mimari tasarım sürecine birçok kazanımlar sunmaktadır. Bunlar verim artışı, koordinasyon ve tasarım kalitesinin artmasıdır. Yapı bilgi sistemlerinin sunduğu sonuçlardan biri de modelleme esnasında kapsamlı tasarım yaklaşımında tüm bakış açılarının düşünülebilmesidir. Çizgi ve dairelerle güncel objeler kullanılarak yapının çizilmesinin yanında temelde veritabanında da bütün yapı modeli ve bilgisinin oluşturulması sağlanmaktadır. Tasarım ve üretim aşamalarında proje kontrol ve yönetimiyle birlikte bu yaklaşımda koordinasyonun ve sistem entegrasyonunun çok büyük yararı olmaktadır.

Eğitimde bunun nasıl olabileceğine gelince; yapı bilgi sistemlerinin kendine has aşamalarının mimarlık öğrencilerine anlaşılır bir şekilde aktarılması gerekmektedir. Mühendislik ve mimarlık okulları üniversite öğrencilerine ilk yıllarında YBS'ni müfredat içerisinde aktarmaya başlamalıdır. Özel CAD dersleri, tasarım stüdyoları ya da bunlarla ilişkilendirilmiş derslerdeki tanıtımlarla olabilmektedir. Mimari ders müfredatının dikkatli belirlenmesi çok önemlidir. Ders içeriğinin iyi bir şekilde sentezlenip yararının maksimum şekilde algılanması sağlanmalıdır. Yapı bilgi sistemi için gerekli olan sentezleme ve karmaşık sistem koordinasyonu, yeni mimarlık öğrencileri için mimari eğitim müfredatında yeterli oranda geliştirilememiştir. Bu YBS'nin mimarlık öğrencilerine tasarım ve pedagojinin düşünülerek aktarılması gerekliliğini göstermektedir. YBS hakkında bilgi sahibi profesyonel tasarımcılar YBS entegreli eğitimin paralelinde yetiştirilebilmektedir. (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2008)

Yapı endüstrisinde de YBS kullanımı ve bilgi eksikliğinin mimari eğitimde yapılacak düzenlemeler neticesinde ortadan kaldırılacağı düşünülmektedir. Mimari yapı tasarımındaki dijital modelleme konsepti ile otomobil, havacılık ve uzay endüstrileri gibi diğer endüstriler arasında son yıllarda karşılaştırmalar yapılmaya başlanmıştır.

Otomobil tasarımcıları için dijital modeller geleceğin otomobillerinin çarpışma anındaki durumları ve aerodinamiklerini test edebilmek için mükemmel araçlardır. Yapı endüstrisi bu gelişimlerin hala gerisindedir ve zamanla gelişmektedir. Yapı tasarımları maalesef hala yalnızca form, renk, doku gibi estetik kriterler göz önünde bulundurularak değerlendirilmektedir. Eğitimde de durum aynıdır. Birçok mimarlık fakültesi dijital modeli öncelikli olarak biçimsel görünüşler için benimsemişlerdir. Sonuç olarak tercih edilen model araçları 3D-Stüdio Max, Maya ve Form Z gibi programlardır. Ancak bu modelleme

uygulamalarında yapının doğal durumu, bütünü tam olarak kavranamamaktadır. Duvar, tavan, ışıklar, plakalar gibi farklı yapı elemanları farklı malzeme özellikleri gösterebilmektedir. Kullanılan bu modelleme programlarıyla yapı bileşenlerinin gerçek durumdaki fonksiyonları tam olarak canlandırılmamaktadır. Tasarım ve uygulama aşamalarında farklı etmenlerinde düşünülmesini gerekmektedir. Örneğin modeller aydınlatma simülasyonlarında, strüktürel analizlerde iyi olabilir ama önemli olan bu testlerin aynı anda yapılabilmesidir. Mimarlık gibi görsel endüstrilerde tüm yapı bileşenleri bir bütün olarak düşünülmelidir. Yapı bilgi sistemleri dijital araçları bir araya getirecek ve bazı modelleri de geliştirecek bir araç olarak ortaya çıkmaktadır.

Profesyonel organizasyonlar eğitimde gerekli olan değişim için bir araya gelerek çağrı yapmaktadırlar. Çünkü bu sorumluluğun farkına varmışlardır. Birçok firma YBS'ne geçişte, eğitilmiş personel ve yeni araçlar hakkında yeterince bilgiye sahip tasarımcılara ihtiyaç duymaktadır. YBS entegreli müfredatla eğitimini tamamlamış mezunlar çalışma ortamlarında YBS'nin projelere aktarılmasında daha fazla katkı sağlamaktadır. YBS'yle hem tasarım hem de üretim aşamasında beklenen koordinasyonun sağlanması ve bilgi dağılımının istenen seviyede gerçekleşmesi, bu konuda yeterli eğitimi almış tasarımcılar ile gerçekleştirilebilir. (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2008)

2.6.1 Yapı Bilgi Sistem Modelinin Mimari Eğitime Entegrasyonu: Bir Model Denemesi

AIA (Amerika Mimarlık Enstitüsü) yapı bilgi sistemlerinin gerekliliğini kabul etmiş ve mimari okullara da eğitimde nasıl bir yol izlemeleri gerektiği konusunda açıklamalarda bulunmuştur. Mimari eğitimde yetiştirilen yeni mimarların kişisel gelişimleri esnasında YBS anlaşılır ve algılanabilir bir müfredatla verilmelidir. Yapı bilgi sistemlerinin kullanımı, gereksinimleri, etkileri, proje koordinasyonunun nasıl sağlanabileceği açık bir şekilde aktarılmalıdır. Bunun yanında işbirliğine dayalı çalışma prensipleri, beceri ve yetenekleri de öğrenciye kazandırılmalıdır. (AIA, 2007)

AIA (Amerika Mimarlık Enstitüsü) stüdyo kültürü ile alakalı olarak 2004 yılında yapısal öğrenim çevresini geliştirmek için çalışmalar ve değişimler yapmıştır. Bu değişimler iki yeni kritik içermektedir. Bunlar sürdürülebilir mimaride müşteri rolünün anlaşılması ve yapı bilgi sistemlerinin yapı tasarımında kullanımını değerlendirmek ve ilerletmek için bazı gelişmelerin sağlanmasıdır. (Allen, 2007) Endüstride yeni yeni bu gereksinimlerin farkına varılmaktadır. Pazarın ihtiyacının bu yönde geliştiğini anlamışlardır. Yapılması gereken değişimin eğitimden başlanması gerektiğini söylemektedirler. Çok az mimari eğitim programı yapı bilgi

sistemlerini CAD ortamında zorunlu eğitim programlarına dâhil etmiştir. Yakın gelecekte yapı bilgi sistemleri kullanımının eğitimde, tasarım ve uygulamada temel değişimler getireceği öngörülmektedir.

Bir Model Denemesi

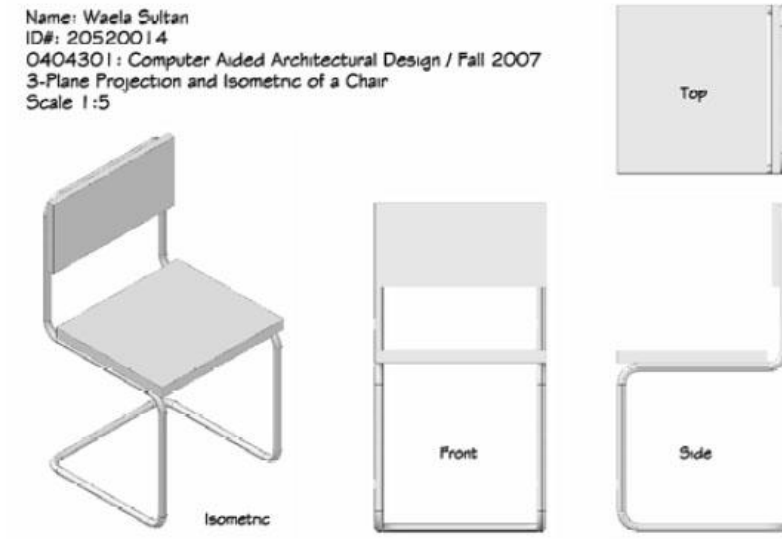
Yapı bilgi sistemleri eğitim müfredatına yeterince girememiştir. Yerleşmiş programların değiştirilmesi bazı zorluklara sebep olacaktır. Ama bilinçli ilerlendiği takdirde bu entegre süresinde yaşanan sıkıntılar minimuma indirgenebilecektir. Dijital medya araçlarıyla; yapı bilgi sistemleri ve kapsamının yeterince tanıtılması ve aktarılması gerekmektedir. Tasarım stüdyo mantığını öğrencinin iyice algılaması sağlanmalıdır. Tasarım fakültelerinin çok azı CAD/YBS gelişimini temel problem olarak görmektedirler. Sonuç olarak da bu fakültelerden çıkan öğrencilerin akademide bu bilgi bütününden eksik olarak ayrılmasına neden olmaktadır. Amaç olarak sadece görsellerin oluşturulması değil asıl hedefin ve kullanım amacının gerektiği gibi aktarılması gerekmektedir.

Sharjah üniversitesinde yapılan çalışmalarda eğitimciler stüdyo ortamında, dijital medya araçlarıyla öğrencilerin yapı bilgi sistem model ve çalışmalarını daha iyi kavrayabildiklerini belirtmişlerdir. (Techel & Nassar, 2007) Sürecin daha iyi algılanabilmesi için yeni yaklaşımların içerildiği çalışmalara yer verilmiştir. Stüdyo ortamında verilen kurslarda materyal ve konular ayrı olarak olabildiğince koordine bir şekilde beraber çalışılarak anlaşılabilirliktedir.

Derslerde konular net olarak, işbirliğine dayalı çalışma prensipleri dâhilinde, öğrencilerin kendi hayal dünyalarında tamamen canlandırılarak aktarılmaktadır. Yapı bilgi sistemleri eğitim müfredatında bir stüdyo ortamı ve gereçleri ile birlikte düşünülmeli ve işlenilmelidir. YBS eğitim müfredatında geleneksel CAD dersleri kapsamından farklı olarak daha kapsamlı, sağlam bir içerikle aktarılmalıdır. Tasarım ve daha sonraki aşamalarda YBS kullanımı ve etkileri bu sayede daha iyi algılanabilmektedir. Yapı tasarım sürecindeki doğal prosedür iyice algılanmalı, yapı bilgi sistem araçlarının bu sürece nasıl fayda sağladığı ve kurgulandığı yeterince anlaşılmalıdır. (Techel & Nassar, 2007)

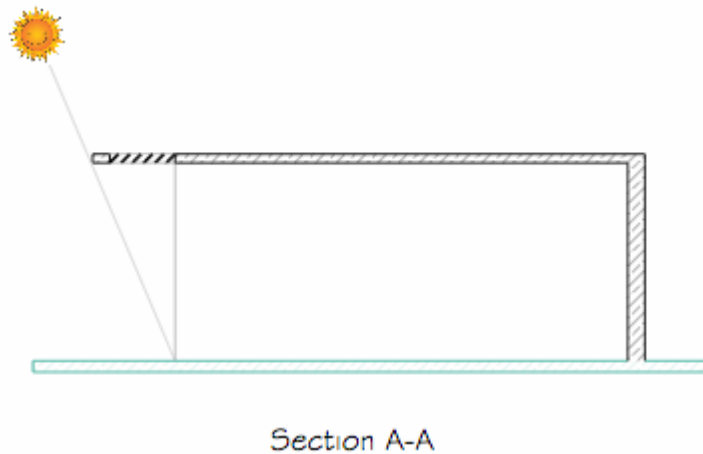
Öğrenciler kendi başlarına tasarım sürecindeki bu etkiyi bütün olarak algılamayabilirler. Basitleştirilmiş tasarım kuralları ve ilkeler öğrencilere aktarılmalıdır. Bunun için yapılan çalışmalarda izlenen yöntem ve stüdyo ortamında görsel uygulamaların denenmesi bu algılama sürecini hızlandırmaktadır.

Sharjah Üniversitesi'nde eğitim müfredatında dönemin başında öğrencilerden 3 boyutlu bir sandalye tasarımı yapmaları istenmiştir. (Şekil 2.12) Bu alıŖtırmada öğrencilerin genel olarak CAD sistemlerine aşına olmaları amaçlanmıştır. 3. boyutta temel yönetimleri, yönlendirmeleri, temel obje tasarım ve manipölasyon komutlarını öğrenmeleri amaçlanmıştır.



Şekil 2.12 AlıŖtırma 3B de temel yönelim, Waela Sultan, (Techel&Nassar, 2007)

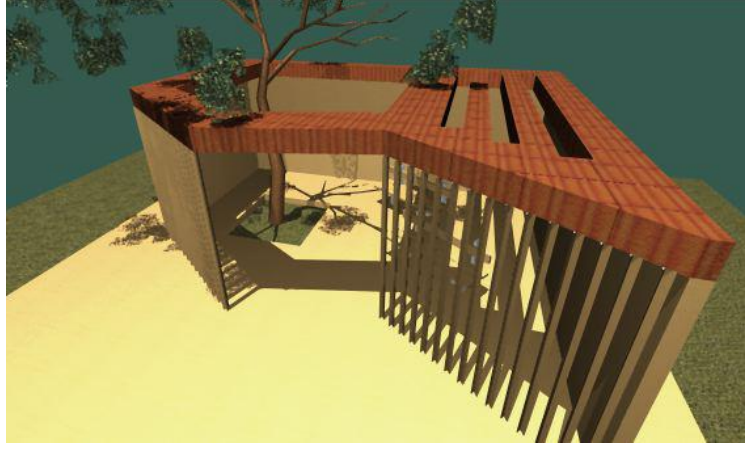
Sonraki bir alıŖtırma ise ölçüleri 8m en, 5m boy ve 3.5m yüksekliği olacak şekilde bir oda modellemeleri istenmiştir. Bu alıŖtırmada amaç iç ortamda ışığa etki ederek gölgelendirme çalışmalarının kavranmasıdır. (Şekil 2.13-2.14-2.15)



Şekil 2.13 Gölgelendirme çalışmaları, Waela Sultan, (Techel&Nassar, 2007)



Şekil 2.14 Gölgeleme çalışmaları, Maha Aljarrah, (Techel&Nassar, 2007)



Şekil 2.15 Gölgeleme çalışmaları, Maha Aljarrah, (Techel&Nassar, 2007)

Bu çalışma üzerinden öğrencilere CAD–YBS arasındaki farklılıklar gösterilmeye çalışılmıştır. Yapı tasarım sonuçları karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışmalar daha önceki çalışmalardan sonuç olarak farklılıklar göstermektedir. Sonuçlar ölçülebilir ve kesindir. Örneğin güneş ışığının mekâna hangi gün ve hangi saatlerde verildiği, oluşan gölge ve gölgeleme çalışmaları gerçekçi olarak değerlendirilebilmektedir. Kesit ya da herhangi bir aksonometrik perspektif üzerinden gerekli çalışmalar yapılabilmektedir. Bu çalışmalar yapı bilgi sistem tabanlı Archicad 10 yazılımı altındaki render motorları; Archicad ve Lightworks render motorları ile gerçekleştirilmiştir. İlerki aşamalarda diğer bir render motoru olan Maxwell daha gerçekçi simülasyon, model ve ışık değerlerine izin verecek şekilde dahil edilmiştir.

Dönem sonunda final ödevi olarak öğrencilerden 400 m² kullanım alanlı 4-5 yatak odalı Sharjah evlerinin yeniden tasarımları istenmiştir. YBS yazılımı kullanımıyla bu revizyonların gerçekleştirilebilmesi için önemli boşlukların bırakıldığı görülmektedir. Bu derste varılması istenen sonuçlar; tasarımda optimizasyon, durum gelişimi ve verimin artması olarak tanımlanmıştır. Öğrencilerin nasıl bir yol izleyecekleri, yapılması gereken aşamalar, eğitmenler tarafından yönlendirilmiştir. Fonksiyon olarak, maliyet ve ekolojik değerlerde göz önünde bulundurularak öğrencilerin bu evlere yapacakları değişiklikler için çıkış noktaları oluşturulmuştur. Sharjah evlerinin içerdiği banyolar 6 farklı şekildedir. Bunlar iki farklı tesisatla oluşturulmaktadır. Yapı bilgi sistem araçlarıyla sonradan eklenecek fazla bir tesisatın uygulama süresince masrafı ve yapının kullanımı boyunca ortaya çıkacak olan giderler hesaplanmıştır. Yapı bilgi sistem modelinde küçük bir düzeltmeyle bu dikey tesisat şaftlarının direk olarak yarıya indirilebileceği ve yapı maliyetinin düşürülebileceği görülmüştür. Öğrenciler yazılımın sunduğu olanaklar sayesinde ıslak hacimleri dikey olarak yerleştirip, metraj tablolarını elde ederek projenin son halini oluşturmuşlardır.

Yapı bilgi sistemleri basit ölçümler sayesinde kesit ve plandaki tesisat toplamının yaklaşık maliyetini, uygulamada hedeflenen maliyeti ve olası tasarrufları göstermektedir. Yapılan bu tasarruf farklı bir yerde örneğin cephede daha iyi bir yalıtım yapılabilmesi için ya da daha kaliteli kapı ve pencereler için kullanılabilir.



EAST ELEVATION-21ST OF MARCH : 11 AM

Şekil 2.16 Gölgeleme çalışmalarının gözlemlenebilmesi için yapılan çalışmalar ve cephedeki etkisi-görünüş, Maha Aljarah, (Techel&Nassar, 2007)

3B model; yapı tasarımında simülasyonun etkilerini algılatmak ve artırmak için gereklidir. Yapılan çalışmalarda öğrencilerden belli zaman aralıklarıyla güneş eğrisini incelemeleri istenmiştir. Kış ve yaz değerleri tüm öğrenciler tarafından genel olarak doğru olarak tespit edilmiştir. Gün ve saat durumlarına göre güneş ışığı, değerleri düşünülerek yapıdaki güneşlenme süreleri görsellerde anlaşılabilir hale getirilmiştir. Güneşlenme durumlarına göre öğrenciler yapının kontrollü ışık alabilmesini sağlamak amacıyla güneş kırıcılar ve gölgelikler düşünmüşlerdir.(Şekil 2.16-2.17) Varsayım olarak alınan bazı değerler model aracılığıyla oluşturulan renderlar sayesinde kontrollü bir şekilde oluşturulmuştur. Çalışmalarda tasarım çeşitliliği açısından bazı gölgeleme elemanları birleştirilmiştir. Yapılan detay bir ışıklığın birçok farklı etkiyi yaptığı perspektifler üzerinde görülmektedir.



Şekil 2.17 Gölgeleme çalışmalarının gözlemlenebilmesi için yapılan çalışmalar ve cephedeki etkisi-perspektif, Maha Aljarah, (Techel&Nassar, 2007)



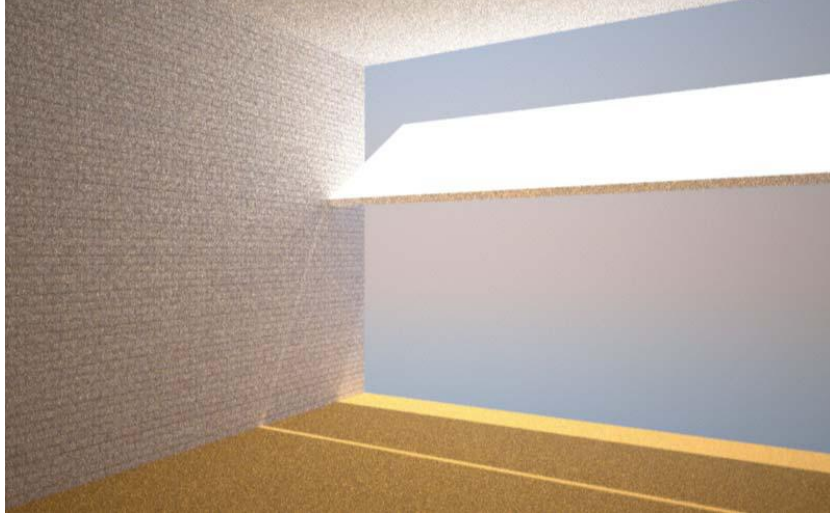
Şekil 2.18 Gölgeleme çalışmaları ve cephedeki etkisi, Meera Al-Qassimi, (Techel&Nassar, 2007)

Yapı ve tasarımını iyice canlandırabilmek için plan, kesit, görünüş ve aksonometrik perspektiflerden oluşan proje modeli, tasarım etkilerini en iyi şekilde analiz ettirebilecek ve algılabilecek şekilde ortaya çıkmaktadır. Öğrenciler alternatifler arasından, proje gelişiminde en iyi etkiyi veren kısmı seçebilmektedir. Örnek olarak tesisat şaftlarının değeri ve yerleştirilmesi en iyi plan ve kesitte görülmekte, diğer taraftan güneş kırıcıların cephedeki etkisi aksonometrik perspektif üzerinden daha iyi algılanmaktadır.(Şekil 2.18-2.19) Öğrenciler ihtiyaç duyulan bilgiyi en iyi şekilde ifade edecek görünümü sistem modeli üzerinden seçerek çalışmalarını gerçekleştirebilmektedirler. Yapılan bu çalışmaların neticesinde öğrencilerin dönem sonunda tasarım sürecinin bütününe ait deneyime sahip olmaları hedeflenmiştir. (Techel & Nassar, 2007)



Şekil 2.19 Perspektif çalışmaları, Moza Alsuwaidi, (Techel&Nassar, 2007)

Daha sonra Archicad 10'da gün ışığının dijital olarak yapı modeline entegre çalışmaları yapılmıştır. Oluşturulan yapı modeli Maxwell render motorunda render edilmiştir. Öğrenciler malzemelerin yansıtma ve ışık geçirme değerlerini kolayca algılayıp etkilerini modelde görebilmektedir.



Şekil 2.20 İç mekanda ışık çalışmaları-iç perspektif, (Techel&Nassar, 2007)

YBS kullanımının uygun mimari tasarım eğitimindeki etkisi örnekler ve öğrenci çalışmaları ile gösterilmiştir. Yapı, özündeki geniş malzeme kullanım seçeneği ve karmaşıklığı sayesinde diğer endüstriyel tasarım objelerinden ayrılır. Yapılar tasarım için özel tasarım araçları gerektirmektedir. YBS bu amaçta geliştirilen araçlardır. Bu araçların eğitime entegrasyonu tasarımcıların yapı endüstrisinde etkin rol oynamaları açısından önemlidir. Sonuç olarak daha kapsamlı ve kaliteli tasarımlara bu ilerlemeler sayesinde ulaşılabilir.

3. YAPI BİLGİ SİSTEM MODELİYLE GELİŞTİRİLEN PROJE ÖRNEKLERİ

Bu bölümde, YBS modelinin mimarlık ve inşaat alanlarında kullanımını gösteren 2 örnek proje analiz edilmiştir. YBS 1. örnekte; konsept tasarım ve strüktürel yapılabirlik, 2. örnekte, konsept tasarım ve gelişim sürecinde maliyet hesaplarının oluşturulması alanlarında kullanılmıştır.

3.1 Proje1- Proje İsmi: Pekin Uluslararası Su Sporları Merkezi-Water Cube Pavyonu

(Beijing National Aquatics Center-BNAC)

Uygulama Yeri: Çin – Pekin

Proje Konusu: Su sporları merkezi

Proje Müellifleri: Arup Consulting Engineers, PTW Architects,

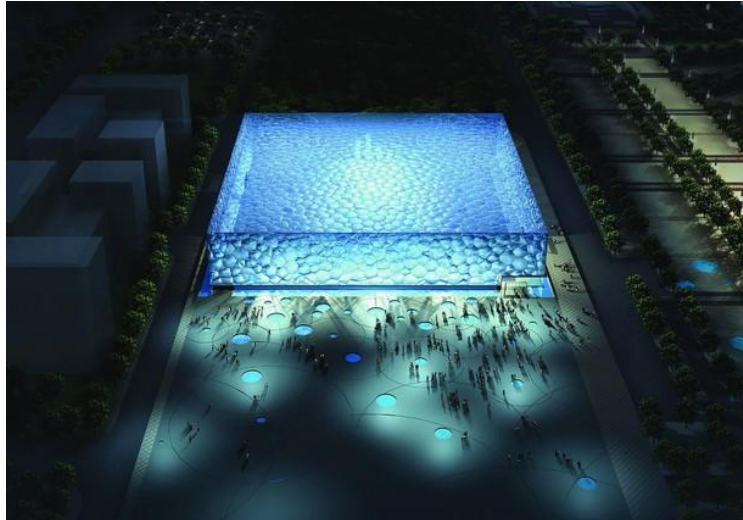
China State Construction and Engineering Corporation(CSCEC)

Uygulama Tarihi: 2003

Kaynak: BIM Handbook, 2008-Beijing National Aquatics Center

Proje Tanıtımı:

2008 olimpiyat oyunları için Çin’de inşa edilen olan Pekin Su Sporları Merkezi (BNAC) yapı bilgi sistemleri aracılığı ile konsept tasarım ve strüktürel olarak yapılabir hale getirilen YBS kullanımına örnek olabilecek bir projedir. BNAC uluslararası bir tasarım yarışmasında seçilmiş ve projeye Water Cube pavyonu ismi verilmiştir.(Şekil-3.1)



Şekil 3.1 Water Cube pavyonu- Pekin

Proje CSCEC⁴, Arup⁵ ve PTW⁶ mimarlık firmaları ortaklığı ile yapılmaktadır. Bu örnek çalışma YBS kullanımı, avantajlar ve dezavantajların YBS kullanan ekipler tarafından belirlenmesi, kaydedilen gelişimler ve alınan derslerin anlaşılması için yapılmıştır.

Water Cube pavyonu konsept olarak tamamen suyla ilişkilendirilmiştir. Yapı kabuğunun oluşum fikri su baloncuklarının yan yana getirilmesi düşüncesinden çıkmıştır. Beijing halkı için su önemli bir hazine ve insan yaşamındaki lüksün, rahatlığın ifadesidir. Onlara göre bu yapı suyla gelen mutluluk ve neşenin simgesidir. Pavyonda bunun yansımaları görülmektedir. Projede ana tema olarak su, strüktür ve konsept olarak alınmıştır.

Yapı Çin'in ev sahipliği yaptığı 2008 olimpiyat oyunları alanında ana stadyumun tam karşısında yer almaktadır. Tasarım fikrinde pavyonda su ve stadyumda ise ateşin karşıtlığı yansıtılmaktadır.(Şekil 3.2)



Şekil 3.2 Water Cube pavyonu , Beijing Olimpiyat stadyumu, Su-Ateş)

Yapı 90.000 m²'lik büyük bir alanı çevrelemektedir.(177 m x 177 m genişlik, 30 m yükseklik) İçerisinde 5 havuz bulunmaktadır. Havuzlardan biri bir olimpik havuzdan 6 kat daha büyüktür ve dalga kıran araçları bulunmaktadır. Su köpüğü kesitine benzeyen organik şekle sahip bir restaurant da bulunmaktadır. Toplam 17.000 seyirci kapasitesi bulunmaktadır. Yüzme, dalma, su sporları ve senkronize yüzme gibi olimpik oyunlar için tasarlanmıştır. Olimpiyatlardan sonra Beijing'in en büyük rekreasyon merkezi olarak faaliyetlerine devam edecektir.

⁴ CSCEC China State Construction and Engineering Corporation

⁵ Arup Arup Consulting Engineers

⁶ PTW Peddle Thorp & Walker

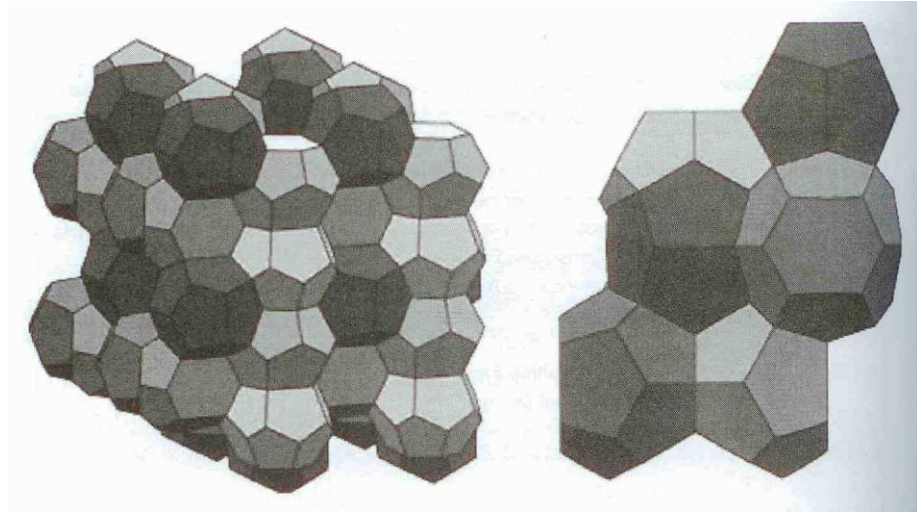
Yapıda su köpüğü şeklinin oluşturulabilmesi için yapı strüktürü ethylene-tetra fluoro-ethylene (ETFE) isimli düzenlenmiş kopolimerden 100.000 m²'lik alan oluşturulmuştur. Polimer dayanıklı, geri dönüşümü olan bir malzemedir ve aynı boyutlardaki bir cam panelin % 1'i ağırlığındadır. Seçilen malzeme yapıyı çevreci, izole edilmiş bir yapıya dönüştürmektedir. Geçirgen yapı cephesi sayesinde içeri alınan güneş ışığının %90'ıyla iç mekânların ve havuzların ısıtılması sağlanmaktadır.

Tasarımdaki ana düşünce yapının bütün yaşam sürecine odaklanılırken sürdürülebilir özelliklerinin belirlenmesi ve devam eden gelişimler için kapsamının belirlenebilmesidir.

Suyun doğal olarak korunması ve verimli su kanal sistemleri için yapı dâhilinde suyu kirleten kimyasal maddelerin bulunması, terleme, nem ve diğer sağlıksız iklimik faktörlerin belirlenmesi ve önlem alınması oldukça önemlidir. Arup'un yaptığı tasarım fikrinde, yapı da kullanılan suyun %80 i çatıda kurulan sistem aracılığı ile alınarak temizlenmesi havuz geri dönüşüm sistemleri sayesinde karşılanmaktadır. Bu sayede atık su miktarı minimuma inmekte ve çevreci kentsel bir tasarım duyarlılığı elde edilmektedir.

Strüktürel Konsept

Water Cube projesinde strüktür, özel oldukça hafif bir konstrüksiyon teknolojisi ile geliştirilmiştir. PTW, CSCEC ve Arup grubu projenin ana fikrini su baloncuklarının hücresel birleşiminden almışlardır. Cephede kullanılan sistemde kristallerde, hücrelerde ve diğer moleküler strüktürlerde kullanılan kural tabanlı geometrilerden esinlenilerek geliştirilmiştir. Bu düzenleme Weaire ve Phelon (1994) yılında yapılmıştır.(Şekil 3.3)



Şekil 3.3 Tekrarlayan dodecohedra 6 ve 14 yüzeyle hücre bileşenlerinin 3 boyutlu modeli Weaire ve Phelan tasarımı (1994)

Projenin ana mantığı eşit boyutlardaki bileşenlerin yan yana gelmesiyle oluşan cephe kabuğunun oluşmasıdır. Şeffaflık ve rastgele yerleşim göze çarpmaktadır. Yapı cephesinin içinde ve dışında her bileşen eşit olarak dağıtılarak bu kabuk meydana getirilmiştir. İçinde hava (ETFE⁷) bulunan ve toplam sayısı 3000'i bulan cephe elemanı çıkarmaları, yastıkların kenarları alüminyumdan oluşturularak, kenarlar hafif çelik strüktür ile desteklenmiştir. Bu cephe eleman içleri hafif basınçlı hava ile doldurulmuştur. Hava doldurulmasının amacı hem izolasyon hem de rüzgar yüküne karşı yapının mukavemet gösterebilmesini sağlamaktır. Geleneksel stadyum strüktürlerinde bulunan devasa kolon ve kirişlerden, kablo sistemleri ve kemerlerden farklı olarak yapıda uygulanan cephe sistemi, mimari mekân ve strüktür, tek elemandan oluşturulmuştur. Yapı girişi 22.000 çelik kiriş elemanı ve 12.000 düğüm noktası ile yaklaşık 6500 ton çelikten meydana getirilmiştir. Çatının kendini taşıyabilmesi için her kirişin olabildiğince küçük ve hafif olması gerekmektedir. Buda tasarımdaki optimizasyonun çok iyi düşünülmüş ve programlanmış olmasını gerektirir. Geniş açıklıklı mekânlarda çatı strüktürünün hafif olması tasarımda en önemli etken maddedir.

Tasarım ve Uygulamada Yapı Bilgi Sistemleri

Water Cube projesi 3 farklı aşamada tasarlanmıştır:

- Tasarıma hazırlanırken hızlı prototiplendirme yöntemi ile üretilmiş fiziksel bir modelinde hazırlanması,
- Tasarım gelişimi,
- Şartnamede gerekli dokümanların hazırlanması,

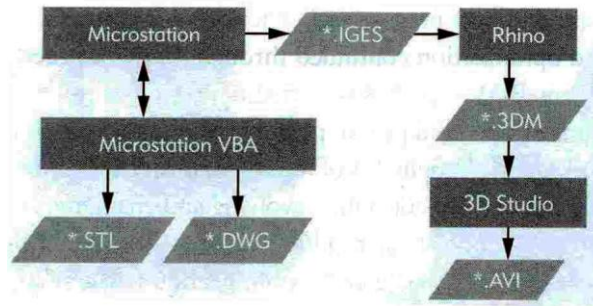
Strüktürel analizler, tasarım ve optimizasyon bu aşamalı süreçler boyunca devam etmektedir. Bu proje kapsamında yapı bilgi sistemleri kullanımı ile geliştirilebilecek uygun bölümler; konsept tasarım, strüktürel optimizasyon, hızlı prototiplendirme, işbirliğine dayalı tasarım ve çizim üretimleridir. Yapının kompleksliği ve orijinalliği düşünüldüğünde tasarım ve sunum modellerinin sürekli olarak geliştiği ve değiştiği anlaşılmaktadır. Standart yapı bilgi sistemlerinin eklenmesi ve gelişimiyle proje takımı daha kaliteli bir optimizasyon, kaliteli analiz şemaları, tasarım ve uygulama için daha kısa süre içeren zaman tablolarını gerçekleştirmek durumundadırlar.

⁷ ETFE Ethylene-tetra fluoro-ethylene isimli düzenlenmiş kopolimer

Proje Gelişimi

Projenin kabul aşamasında da yapı geometrisinin nasıl ve hangi yöntemlerle tanımlanacağı araştırılmaktaydı. Yapı kabuğunun temsil edilebilmesi için Microstation VBA'da script yazılım geliştirmeleri üzerine yoğunlaşmıştır. Oluşturulan tel kafes (Wire frame) model, kaliteli temsiller için 3B katı bir modelin geliştirilebilmesi ve diğer aşamalar için destek sağlayacaktır. Yapı bilgi sistem araçlarıyla aynı boyuttaki birçok bileşen aynı kural tabanları izlenerek ve belli bağlantı noktaları bir araya getirilerek 3B dijital model oluşturulmuştur.

Hızlı prototiplendirme ve görselleştirme aşamaları için farklı modelleme yöntemleri de kullanılmıştır. Arup'un sanal gerçeklik üzerine geliştirdiği Arup Realtime isimli yazılım kullanılan yöntemlerden biridir ve oyun motoru teknolojisi kullanmaktadır. Bu yazılım paketi herhangi bir 3B modelden veya başka bir kaynaktan verilerle; örneğin 2B çizimler, skeçler veya fotoğraflar yazılımda scripte eklenerek sanal çevre gelişimi sağlanmıştır. Yazılım, son kullanıcının etkileşimli bir şekilde klavye, mouse ya da joystick aracılığı ile model içerisinde çeşitli modüllerde dolaşmasına izin vermektedir. Rhino'dan IGES formatında alınan verinin 3D Studio Max'e alınıp Avi dosyalarının hazırlanması 1.2 gb gibi bir hafıza ve çok fazla zamana ihtiyaç duyulmaktadır. Dosya transferleri ve formatları şekil 3.4'te görülmektedir.



Şekil 3.4 Dosya transferleri ve formatları

Hızlı prototiplendirme ile üretilen fiziksel modelde yapının kompleks strüktürü oluşturulmuş ve tasarım komisyon jürisi tarafından geçer onay almıştır. Komisyon şartlarının içerildiği model kabul edilmiştir. Ayrıca bu prototip model Arup çalışanlarının tasarım konseptini ve yapı strüktürünü daha iyi algılamasına olanak vermiştir. 3B Microstation model STL⁸ formatında kaydedilip 3 boyutlu litografi (SLR-baskı) sürecine aktarılmıştır. STL formatındaki veriler talimatlar dikkate alınarak lazer kesim modelinde sıvı epoksi reçine katılaştırılarak 3 boyutlu şeffaf plastik model üretilmiştir. (Şekil-3.5)

⁸ STL (Standart Tessellation Language) CAD yazılımlarından 3B litografik baskı için alınan dosya formatıdır. STL dosyaları 3B objelerin sadece geometriksel yüzeylerini ifade etmektedir.



Şekil 3.5 Water Cube pavyonunun prototip plastik modeli. BIM Handbook, 2008

Model geliştirilmeden önce tel kafes (Wire Frame) görünümü strüktürel analizler için DXF formatında Strand 7.0 isimli yazılım aracılığı ile test edilmiştir. CSCEC geometrinin Weaire ve Phelan çözümü (Şekil-3.3) ile matematiksel olarak çalıştığını test ederek script geliştirmiştir. (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2008)

Tasarım Gelişimi

Tasarım gelişimi aşamasında Arup Strand 7.0 programı; sonuç bileşen analizleri, strüktürel analizler ve optimizasyon için Microstation da oluşturulan modeli kullanarak ileriye götürmüştür. Geliştirdikleri VBA scriptleri analiz ve optimize edilen model üzerinden Autocad çizim dosyalarına (DWG), Microstation TriForma çizimlerine (DGN) ve Microsoft Excel sayfalarına (XLS) veri gönderimi için kolaylık sağlamıştır. VBA script yazılımının bir başka faydası da 3B objelerin oluşturulmasında kullanılmasıdır. Sistem modeli üzerinde bütün kontroller ve üretim aşamaları irdelenerek obje üretimi için son düzenlemelerin yapılmasında etkilidir.

Doğru strüktürel elemanların ve özel bölüm elemanlarının 3B model üzerinden seçimi ve analizleri gerçekleştirilebilmektedir. Microstation'da strüktürel bölümlerin de yer aldığı model üzerinden bölümsel bilgilendirmeleri, kiriş referans noktaları, bileşenlerin özellikleri gibi bilgilere de ulaşılabilir. Yapı kabuğunda birçok kesit varyasyonu olduğu için yazılım ara yüzünde 'özellik bakımından seç' özelliği kullanılarak strüktürel elemanların kontrolü net bir şekilde model üzerinden yürütülmüştür.

Bentley strüktürel yazılım modelinin kullanımıyla tasarım dokümanlarına ve yapıyla ilgili bilgilere veritabanı üzerinden ulaşılması oldukça kolaydır. Çelik elemanların kesitleri, boyutları ve ağırlıkları yazılım tarafından geliştirilerek veritabanında kaydedilmektedir. Ayrıca standart olmayan bileşen kesitleri; dikdörtgensel, dairesel ve içi boş strüktürel bölümler için text olarak strüktürel modele detaylı bilgi girişi yapılabilir. Yapı bilgi sistem modeli bu denli veri girişine olanak vermektedir. Malzeme liste raporlarının hazırlanması, toplam uzunluk, ağırlık, bileşenlerin marka, model, sınıf ve miktarları gibi metraj listeleri sistem modeli tarafından oluşturulmaktadır. Projenin bu aşamasında 112 farklı kesit uygun bir şekilde tasarlanıp, her kesit için özel bir kimlik verilerek detayları ve raporları veritabanında doküman olarak kaydedilmiştir.

Bentley strüktürel yazılım paketinin faydalarından biride kullanıcı hatasından kaynaklanan yanlışlara olanak vermemesidir. Oluşturulan çizimlerde geniş bir otomasyon ile karşılaşılmaktadır. Diğer önemli bir yön de sistem modelinin birçok defa yenilenmesi, strüktür ve fonksiyondaki revizyonların her an yapılabilmesine olanak vermesidir. Bu hızlı ve yanlışsız yenileme, model üzerinden yeni 3B strüktür analizlerinin gerçekleştirilebilmesine de olanak vermektedir. Sonuç olarak çizimler, planlar, kesitler, görünüşler ve diğer tüm detaylar kolayca oluşturularak koordine edilmekte ve herhangi bir bölümde yapılan güncelleştirmeler diğer bölümlerde de otomatik olarak yapılmaktadır. Örneğin proje sürecinde bir hafta sonu 65 çizim revize edilerek güncellenmiştir. Güncelleştirme aşamasında çizim tabloları ilerletilerek önceden girilen verilerle ilişkilendirilmesi de yapılmaktadır. Herhangi bir bölümde yapılan değişiklik çizim tablolarında yerini alarak veritabanında saklanmaktadır. Microstation Strüktürel TriForma programında Family and Parts isimli bir arayüz bulunmaktadır. Bu arayüzde çelik sekmesinin altında kiriş, kolon, çatı aşığı gibi elemanlar ve özellikleri içerilmektedir. Buda strüktürel objelerin doğru olarak detaylandırılıp yanlışsız bir şekilde, uyumlu olarak birleştirilebilmeleri için avantaj sağlamaktadır.

Üretim ve Uygulama

Arup uygulamadaki giderleri kısıtlamak için prefabrik üretim ve yerinde kaynak yapımını teklif etmiştir. Fakat Çin'deki grup tarafından bu öneri reddedilmiştir. Geniş işgücü, üretim ve yerinde kaynak yapımı kabul edilmiştir. Water Cube projesinde yaklaşık olarak 12.000 dairesel bağlantı noktası, 22.000 tüp ve kutu kesit, yapı bilgi sistemlerinde oluşturulan model üzerinde geliştirilen detay çizimler sayesinde tek tek yerinde birleştirilmiştir.



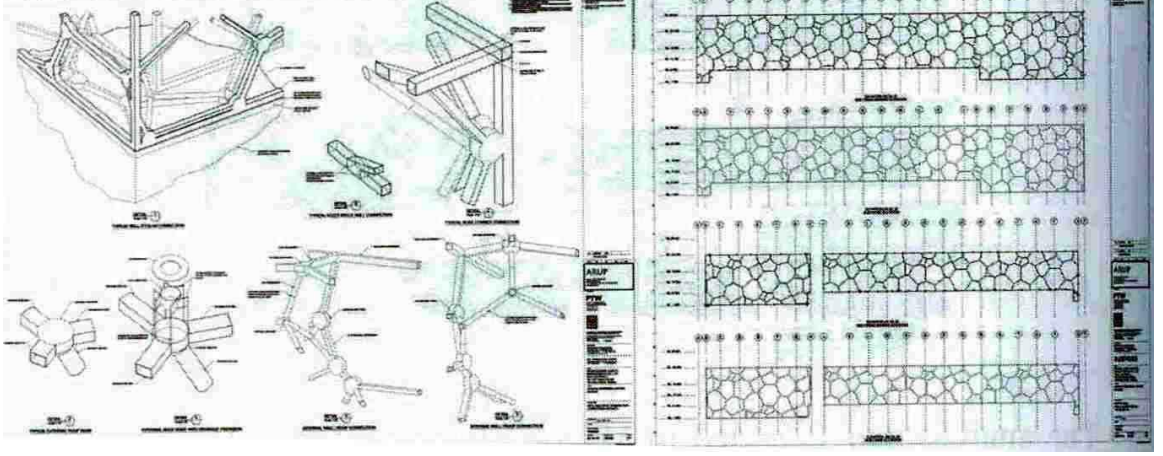
Şekil 3.6 Water Cube projesinin uygulama süreci.

3000 den fazla çalışan ve 100 kaynakçı sahada uygulama sürecinde bulunmuştur. Yapı kabuğundaki tüplerin, kutu profillerin hazırlığı ve üretimi manuel olarak yapılmıştır. Diğer projelerde Arup kendi tekniklerini kullanarak üretim zinciri için gerekli verileri oluşturmuş, Tekla Strüktür Modeli'nde çelik detaylandırmasını yaparak hem üretim zamanını kısaltmış hem de CNC makinelerinin kullanımına imkân vererek hatasız ve de hızlı üretimi sağlamıştır.



Şekil 3.7 Water Cube projesi uygulama süreci

Water Cube projesinde kısmi çizimlerin büyük bir kısmı standart olmayan çelik işleridir. Çünkü tüplerde bağlantı sayısındaki karmaşıklık ve çeşitlilik çok fazladır. 15.000 den fazla çizim görünüşü mevcuttur. (Şekil-3.8)



Şekil 3.8 Sistem modelinden alınan bölümsel çelik detay bilgileri.

Her bölüm için üretim detayları veritabanında oluşturularak kaydedilmiştir. Üretim ve uygulama aşamasında küçük parçaların birleştirmeleri manuel olarak yapılacağından detay çizim bilgilerinin hatasız olarak kaydedilmesi gerekmektedir.

Proje Yönetimi ve Zamanlama

Arup grubu tüm proje sürecinde; iletişim ve koordinasyonu yapı bilgi sistemlerinin de etkisiyle üst düzeyde tutmuştur. Kısıtlı zamanda işlerin düzgün olarak yapılabilmesinde koordinasyonun sağlanabilmesinde YBS'nin büyük katkısı vardır. Tasarımcı, proje yönetimi ve müşteri arasında kapalı bir iletişim gücü olması gerekmektedir. Bilgi akışının düzenli sağlanabilmesi, belirsizliklerin ortadan kalkması ve olası kontrollerin sağlıklı bir şekilde yapılabilmesi yapı bilgi sistem araç ve yöntemleri ile mümkün kılınmıştır. Projenin başlangıcı ile birlikte eskizler, avan proje ve netleşmiş proje dokümanları 10 haftalık bir zaman da tamamlanmıştır. Tüm tasarım paketlerinin hazırlanması ve modelden bütün dokümantasyona kadar olan tüm süreçte 7 aylık bir periyotta tamamlanmıştır. Eskiz süreci, ilk tasarımlar ve şartnamede istenilen tasarım ve uygulama dokümanlarının oluşturulması olarak proje 3 ana periyoda ayrılmıştır. Strüktürel tasarım ve optimizasyon çalışmaları bu 7 aylık periyotta da devam etmiştir.

Water Cube projesinde 80 den fazla Arup mühendis ve tasarımcısı 4 farklı ülkede 12 disiplini içine alan bir çalışma grubuyla aynı anda projenin yürütülmesini sağlamıştır. Tasarım çözümleri Arup'un Sydney ofisi, Beijing, Hong Kong ve Londra ofislerinde devam ederken

koordinasyon merkezi Sydney olarak belirlenmiştir. Arup grubunun Beijing’teki diğer projelere katılımları da onlara büyük avantajlar sağlamıştır. Kazanılan deneyimler diğer projelere olan geçişlerde fayda sağlamıştır.

Strüktürel Optimizasyon

Water Cube projesinde en önemli aşama strüktürel tasarım ve üretim arasında kurulan ilişkidir. Yapılan ilk optimizasyon; tüm çelik strüktür için öngörülen ağırlığın istenilen düzeye getirilmesi olmuştur. İkincisi ise tasarımda deprem için gerekli şartların yerine getirilmesidir. Çatı tasarımında kullanılan malzemenin deprem yükünde plastik özellik sergilemesi, ince tasarım detaylarının yapılmasına neden olmuştur. Diğer tüm aşamaların üstesinden gelebilmek içinde Arup strüktürel optimizasyon programını strüktürel analizler, tasarım ve tasarım optimizasyonları için geliştirerek tamamlamıştır. Kompleks strüktürün modellenmesi temel gereksinimleri oluşturmuştur. Böylece proje sürecinde gelişim ve ayarlamalar daha kolay yapılabilinmektedir. Yapı ve karmaşık yapı bileşenlerinin doğru olarak belgelenmesi, proje süreci devam ederken tasarım değişikliklerinin aynı anda yapılabilmesi optimizasyon programının kalitesi ve gelişimiyle yakından ilgilidir.

Yapının optimizasyonu; 22.000 den fazla kiriş elemanının 5 farklı noktadan birleşimi ve çelik mukavemetlerinin eşitlenmesini de içermektedir. Her kiriş için binlerce tasarım kısıtlamalarının düşünülmesi gerekmektedir. Bu çeşitlilik içinde yapı bilgi sistem yazılımı 22.000 kiriş bağlantı, birleşim ve mukavemet değerlerinin çözümlenmesi ve kontrolünde büyük katkı sağlamıştır. YBS; tasarım ve mühendislik kararlarının alınmasında, malzeme özelliklerinin belirlenmesinde kullanıcıya proje yönlendirmeleri ve koordinasyon için gerekli altyapıyı sunmuştur.

Proje Sonucunda Alınan Dersler

Water Cube projesi çok özel bir projedir. Devam eden bilgi iletişim süreci, birlikte işlerlik, optimizasyon ve yapı bilgi sistem modeli bu projeye çok büyük değer katmıştır. Yapı bilgi sistemlerinin pozitif etkileri; geliştirilmiş modelleme ve hızlı sonuçlandırma, kısa zamanda istenilen tasarım dönüşümlerinin yapılabilmesidir. 3B üretim modelinin oluşturulabilmesi için haftalık strüktürel analizler veya bazen günlük analizler dahi bilgilerin tasarım optimizasyonunda, güncellenebilmesinde çok büyük yarar sağlamıştır. YBS modeliyle sürdürülebilirliğin çıkış noktaları, binanın performansı, yangın koruması ve güvenlik gibi konular etkin olarak çözümlenmiştir. Sistem modeli üzerinden tüm dokümantasyonların oluşturulması ve kullanıcıdan kaynaklanan hataların ortadan kaldırılması önemli bir artıdır.

Erken tasarım aşamasında model animasyon ve sunumlar için gerekli bilgileri sağlamıştır. Daha sonraki aşamalarda Rhino üzerinden IGES formatında Stüdio Max'e veri akışı sağlanarak AVI dosyaları oluşturulmuştur. Bu da çok fazla zaman kaybı ve büyük dosya boyutlarına sebep olmuştur. Uygulama ve üretim dokümanları aşamasında Arup bu analitik, üretim modeli bilgi setlerinin nasıl daha verimli koordine edilebileceği konusunu da araştırmıştır. Bu da analitik yazılımlardan CAD yazılımına script mantığıyla birbirine eklenerek tasarım bütünlüğü oluşturulmasıyla sağlanmıştır. Herhangi bir strüktürel eleman model üzerinden değiştirildiğinde tüm strüktür elemanları bu değişiklikten etkilenecek şekilde revize olabilmektedir. Tasarım sürecinde bütün potansiyel değişimler boyunca script yazılım eklemeleriyle yeniden dokümantasyon ve model gelişimi sağlanmıştır. Arup detaylı sistem modelinde, strüktürel optimizasyon ve analiz programlarında eklenen ve dönüştürülen tüm bileşenlerin yapı bilgi sistemleri yazılımı tarafından içeriğe aktarıldığını incelemiştir. Bu dönüştürme programları birçok avantaj sağlamıştır, en önemlileri:

- **Tam tasarım modeli.** Tüm planlar, kesitler, görünüşler, detaylar ve final çizim dokümanları 3B model üzerinden koordineli bir şekilde oluşturulmuştur. Yapı hakkındaki tüm gerekli bilgi ve tasarım bileşenleri yapı bilgi sistem modelinde içerilmektedir.
- **Modelleme süresinin kısalması ve hızlı gelişim.** Bütün çelik strüktür ve bina gerekli içerikler aktarıldıktan sonra çok kısa bir sürede modellenmiştir.
- **Görselleştirmenin gelişimi.** 3B dijital model geliştirilerek animasyon ve sunum verimli bir şekilde yapılabilmektedir. Müşteri ve yüklenici, detayları ve bilgi akışını karşılıklı olarak bu model üzerinden görüşebilmektedir.

Bu projedeki en önemli dezavantaj tasarım gelişimi ve uygulama aşamasında zaman zaman bütünleşmiş koordinasyon eksikliğinin hissedilmesidir. Bu eksiklikler proje gereksinimlerine göre bilgisayarla elde edilen kompleks tasarımların, analizler ve optimizasyon süreçlerinin, üretim ve uygulama aşamalarında manuel olarak koordine edilmesinden kaynaklanmıştır. Yoğun işgücü gerektiren uygulama metotları ve yerinde kaynak birleşimlerinin yapılması, sistematik bir biçimde olması gereken üretim safhalarını etkilemiştir. Model tabanlı koordinasyonun mimarlık ve mühendislik firmaları arasında kullanılması iyi sonuçlar elde edilmesini sağlamıştır.

Takımlar arasında daha önceki işlerde sağlanan tanışıklık ve işbirliği projede ulaşılan başarıya etki etmiştir. Arup çalışanları stadyum, havaalanı gibi büyük Beijing projelerinde işgücü, tasarım kodları, ilişkili madde ve metotları daha iyi benimsemişlerdir. Diğer CSCEC ve PTW firmaları ile bilgi paylaşımı ve sıkı koordinasyon sağlıklı bir şekilde sürdürülmüştür. Tasarım gelişimi ve bilgi paylaşımı sistem modeli aracılığı ile gerçekleştirilmiştir. Tüm bu faktörler işbirliğine dayanan çalışma, proje tasarımı, uygulama ve işletim süreçlerini olumlu bir şekilde etkilemiştir.

Arup proje sürecinde kullanılan yazılımlarla ilgili önemli gözlemler yapmıştır. Bentley yazılımları kullanımı ve etkilerine dikkat çekilmiştir. Arup çalışanlarından 3B modelcisi Stuart Bull iş yükünden hiç endişe duymadıklarını sadece 3B model üzerinden gelişimlerin tamamlanmasını sağlamaya odaklandıklarını belirtmiştir. Microstation VBA programı ile model kısa bir zamanda oluşturulmuştur. Ayrıca verilerin istenilen diğer formatlarda kaydedilebilmesi de müşteri ve danışmanların yapı hakkındaki bilgilere istedikleri formatta ulaşabilmelerini kolaylaştırmıştır. Eğer başka bir yazılım paketi kullanılsaydı bu komplike geometri, dokümantasyon ve bütünleşmiş strüktürel analizlere bu kısa zaman çerçevesinde ulaşılması pek mümkün değildi. Bull'un yaptığı diğer bir açıklama ise Arup yazılımındaki yenilik ve geliştirilen scriptlerdir. Bu yöntem model ve analiz paketleri arasındaki veri paylaşımını kolaylaştırmıştır. VBA scriptleri kullanılarak istenilen geometri ve tasarım seviyesine ulaşılmıştır.

Arup ve PTW firmaları arasında bilgi iletişimde bazı eksikliklerde yaşanmıştır. Tamamıyla bütünleşmiş bir modelin erken tasarım aşamasında yapı hakkındaki bilgileri ihtiva etmesi ve bilgi paylaşımı için oluşturulması daha fazla güç ve dikkat gerektirmektedir. Daha da önemlisi üretim ve uygulama aşamalarında kompleks modelden alınan üretim bilgilerinden tam olarak faydalanılamamasıdır. Projede üretimin bazı süreçlerinin manuel olarak sürmesi, yerinde birleştirmeleri ve tercih edilen yoğun iş gücü otomatik CNC üretiminin azalmasına neden

olmuş ve modelden daha az faydalanılmasına sebebiyet vermiştir. 3B modelden direk olarak alınması gereken üretim bilgileri yerine Excel’le oluşturulan hesap çizelgeleri üzerinden manuel olarak bazı istenilen kesitlerin üretimi zaman kaybına yol açmıştır.

Yapı bilgi sistemlerinin bu proje ile ilişkilendirilerek strüktürel optimizasyon, bilgi paylaşımı, işbirliğine dayanan çalışma ortamı sağlanmıştır. Ulaşılan yenilikler ise hızlı prototiplendirme, görselleştirme, yapı performans süreçlerinin test edilebilmesi ve sürdürülebilirlik gibi konularda olmuştur. Gelişime etki eden en iyi faktör sistem modelinin geliştirilerek karmaşık strüktürel optimizasyonun çözümlenebilmesidir. Ulaşılan birçok sonuç örneğin strüktürel elemanların minimum ağırlık ve maksimum mukavemet göstermesi, dijital modelden kolay veri iletimi, modelleme zamanı ve gelişim hızı, otomatik referans, güncellenen dokümanlarla hızlı prototiplendirme, modelin kolayca güncellenebilmesi, çizimlerde kullanıcıdan kaynaklanan hataların ortadan kalkması yapı bilgi sistem modelinin etkileridir. Belirsizliklerin ortadan kalkması, optimize tasarım ve üretim aşamalarının sonuçlandırılması da YBS gelişimlerinin neticesidir. Sonuç olarak bu tür bir projede, gelişmiş yapı bilgi sistem araçları kullanılmadan, strüktürel analizler ve üretim detayları netleşmeden olanaklı hale getirilemezdi.

3.2 Proje2- Proje İsmi: Hillwood Ticaret Merkezi (Hillwood Commercial Project)

Uygulama Yeri: Dallas

Proje Konusu: Ticaret Merkezi

Proje Müellifleri: Hillwood Development, Beck Group

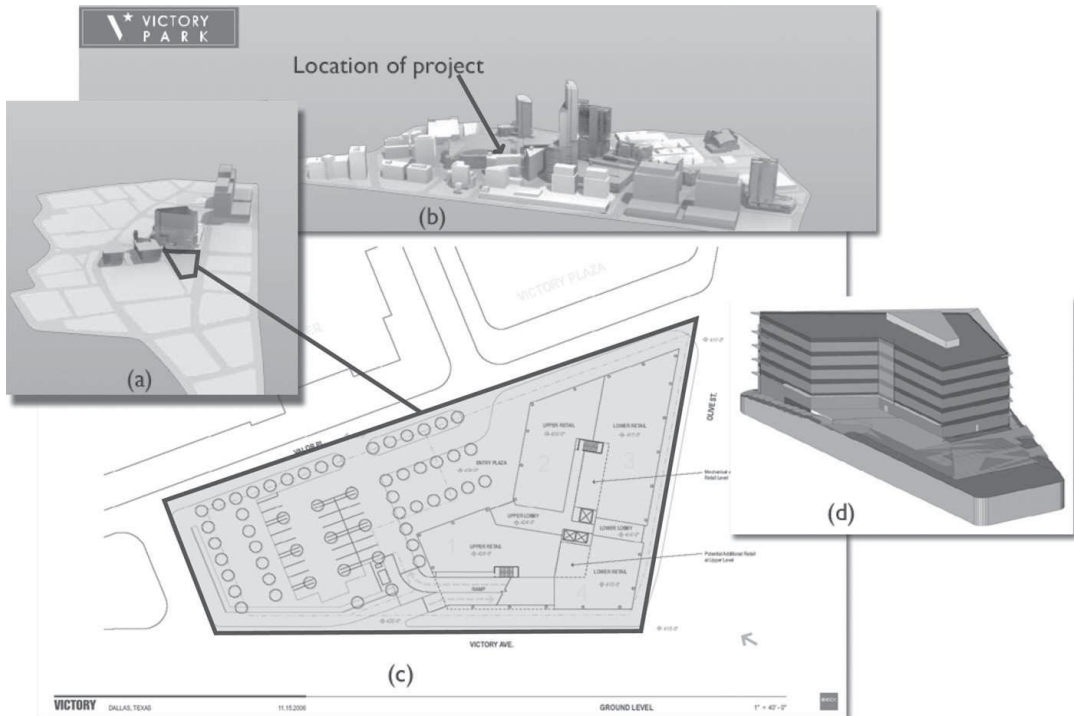
Uygulama Tarihi: 2006

Kaynak: BIM Handbook, 2008-Hillwood Commercial Project

Proje Tanıtımı: Konsept Maliyet Analizlerinde Yapı bilgi Sistemlerinin Kullanımı

Projede, konsept tasarım ve gelişim sürecinde yapı bilgi sistem modeli kullanımının maliyet hesaplarında sağladığı gelişim ve etkiler incelenmiştir. Proje tasarım ekibi Beck Group, model üzerinden yapılan çalışmaların neticesinde; tasarım kalitesinin arttığını, maliyet gereksinimlerinin ve raporlarının kolayca oluşturulduğunu, tasarım seçenekleri ve yapı hakkındaki bilgiye erken tasarım aşamasında ulaşılabildiğini, model üzerinden mal sahibi ve tasarım ekibinin karşılıklı bilgi alışverişini kolayca sağladığını belirtmiştir.

Hillwood projesi Dallas şehir merkezinde Victory Park alanda gerçekleştirilmiştir. Proje kapsamında genel fonksiyon olarak çalışma, satış ofisleri ve diğer alt birimler yer almaktadır. Şekilde de proje alanı ve yapı modeli yer almaktadır.(Şekil – 3.9)



Şekil 3.9 A) 3B proje yerleşiminin renderı. B) Victory park projesinin 3B modeli C) Projenin 2B plan görünüşü D) Yapının 3B modeli

Proje mal sahibi Hillwood firması ofis alanlarını tamamlayıp kiralayarak proje giderlerine gelir oluşturmayı planlamaktadır. Projeye 2006 yılı sonlarında başlanmıştır. Mart 2007'de proje taslak aşaması ve kiralama görüşmeleri de devam etmekteydi. Bu örnek çalışmada avan proje aşamasında maliyet hesaplarının yapıldığı belirli bir dönem üzerine odaklanılarak gelişmeler aktarılmıştır.

Proje 16 dönümlük alan üzerine 135.000 m² ofis inşaatı içeren altı katlı bir yapı olarak tasarlanmıştır. Topografik şartlardan dolayı bazı araçlar ve yayalar için özel sınırlamalar gerekmektedir.(Şekil-3.9) Proje tasarımını gerçekleştiren Beck Group firması birçok sabit müşterisi olan ve ağırlıklı olarak ticari işler yapan, maliyet hesaplarını ve gerekli analizleri kendi uygun yazılımlarıyla oluşturarak hizmet veren bir firmadır.

Maliyet Hesaplama Süreci

Beck Group firması proje sürecinde maliyet hesaplarının oluşturulması işlerini mimari tasarımda standart bir uygulama olarak yapmaktadır. Firma tasarım ve uygulama işlerini bir arada yaparak parametrik tabanlı CAD araçlarıyla bu süreçleri desteklemektedir. Beck Group firması 2000 yılında yaptığı çalışmalar neticesinde Parametrik Teknoloji Kurumu (PTC) tarafından en iyi tasarım servisi olarak açıklanmıştır. Firmada bir grup tasarımcı tam zamanlı olarak teknolojik gelişmeler üzerine araştırma ve bu gelişimleri projelere entegre etme çalışmaları yürütmektedir. Bu araştırma grubunun görevi; farklı tasarım seçeneklerini hızlı bir şekilde açığa çıkarıp, ilerleterek kendi projelerine de eş zamanlı olarak bu gelişmelerin aktarılmasını sağlamaktır.

Hillwood ticaret merkezi projesinde, mal sahibi ile tasarım ekibi taslak projeler üzerinde gerekli kararların görüşülmesinden sonra Beck Group firması dijital modelin oluşturulmasına hız vermiştir. Avan proje aşaması için gelişmeler hızlandırılmıştır. Mimari tasarım grubu proje için bir maliyet modeli oluşturmuştur. Mal sahibinin maliyet durumlarına göre onay vermesi için alternatif tasarımlar ve her öneri içinde tasarım özellikleri ve maliyet çizelgeleri sistem modeli üzerinden oluşturularak sunumlar hazırlanmıştır. Alınan kararlara göre tekrar edilen süreçte tasarım alternatifleri açıklanmış, maliyet hesapları düzenlenerek proje gelişimi sağlanmıştır.

Tüm bu gelişmelerin sağlanmasında Beck Group çalışanlarının birden fazla disiplin ile işbirliğine dayanan çalışma ortamında sahip oldukları deneyimlerin de oldukça katkısı olmuştur.

Yapı Bilgi Sistem Teknolojilerinin Maliyet Hesaplamaları Üzerindeki Etkisi

Hillwood Ticaret Merkezi projesi tasarımı ve gelişiminde kullanılan program DProfil yazılımıdır. DProfil yapı bilgi sistem tabanlı dijital tasarım modeli üzerinden kesin maliyet hesapları üretebilen bir yazılımdır. 3B parametrik bir yapı bilgi sistem aracıdır. Programı kullanan tasarım ekibi hızlı bir şekilde tasarımda özelleştirmeler yapabilmektedir. DProfil yazılımı tasarım çözümlerinde yönlendirmeler yapabilmektedir. Tasarım ekibine parametrik değişkenler ve bileşenler ile proje gelişimini daha hızlı bir şekilde ilerletebilme imkânı sunmaktadır. Kontrol amaçlı olarak diğer bir yapı bilgi sistem aracıyla hesaplama ve maliyet giderlerinin oluşturulmasında kıyaslamalar yapılarak yazılım incelenmektedir.

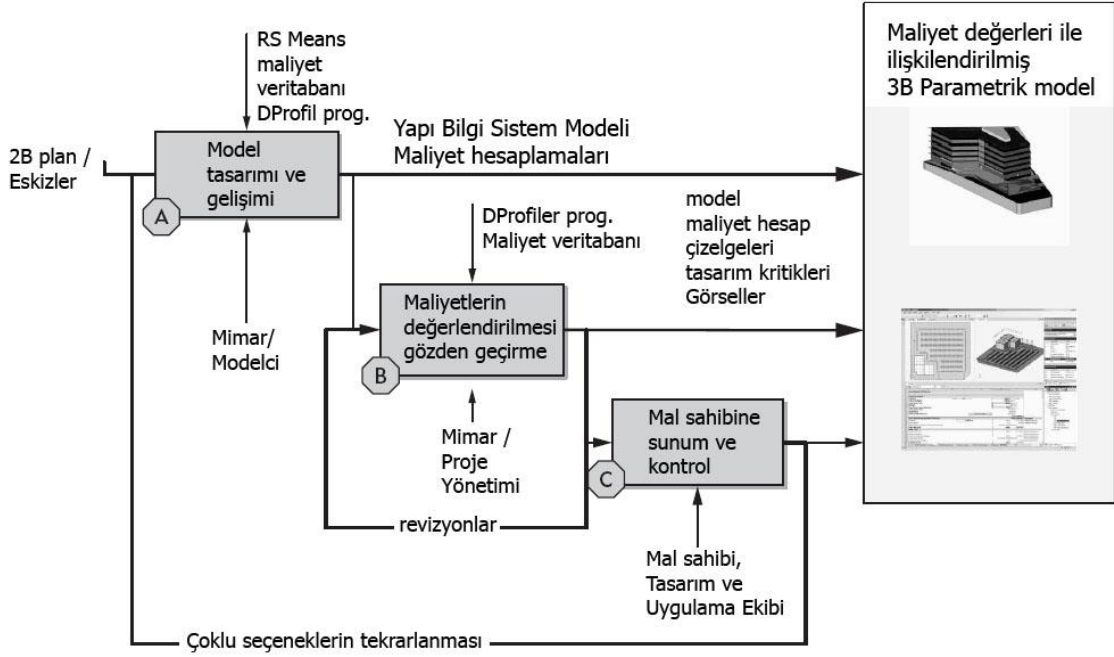
Proje kapsamında, yapı maliyet hesapları oluşturulurken tasarımcılar yapı modeli üzerinden eleman özelliklerini ve fiyatları ilişkilendirerek veritabanında kaydetmektedirler. Yazılım paketi çok geniş ve her zaman güncellenen bir kütüphane ile birlikte kullanılmaktadır. 18.000 den fazla bileşen 180.000 den fazla parçanın fiyat ve özelliklerinin içerildiği RS Means maliyet verileriyle oluşturulmuştur. RS Means yapı inşa fiyatlarının belirlendiği bir veritabanıdır. Reed yapı veritabanıyla birlikte çalışmaktadır. Bu ortaklıkta tasarım ekibi için bazı özelleştirilmiş bileşenler ve tasarım alternatifleri için kolay maliyet hesabı yapılabilmesi sağlanmaktadır.

Beck Group ekibi projelerde edinilen deneyimler sonucunda DProfil yazılımı ve manuel yöntemlerle oluşturulan proje maliyet hesaplarını karşılaştırmıştır. Geleneksel dokümanlama yöntemleri ile oluşturulan çizelgelere göre yapı bilgi sistem araçları ile % 92 gibi büyük bir oranda zamandan tasarruf sağlandığı görülmüştür.

Sonuç olarak tasarım ekibi istenilen sonuçlara sistem modeli sayesinde çok daha hızlı, daha kesin ve detaylı bir şekilde ulaşabilmektedir. Gerçek zamanlı olarak tasarım grubu ve mal sahibi arasında sağlanan koordinasyon ve bilgi iletişimi daha kaliteli şartlarda gerçekleşmektedir.

Yapı Bilgi Sistemleri Hesaplama Süreci Tanıtımı

İlk olarak tasarım ekibi konsept tasarımı geliştirerek dijital model oluşturulması için gerekli altyapıyı sağlamıştır. DProfil programı kullanılarak parametrik yapı modeli yapı bileşen özellikleri ve maliyet değerleri de eklenerek oluşturulmuştur. (Şekil – 3.10)



Şekil 3.10 A) Tasarım senaryolarının ve dijital modelin parametrik yapı bileşenleri, belirli proje şablonları ile gelişimi.

B) Tasarımcı ve proje yönetiminin tecrübeleriyle yapı bileşen maliyetlerinin oluşturulduğu bir veritabanından (RS means) fiyatlandırma bilgilerinin tamamlanması.

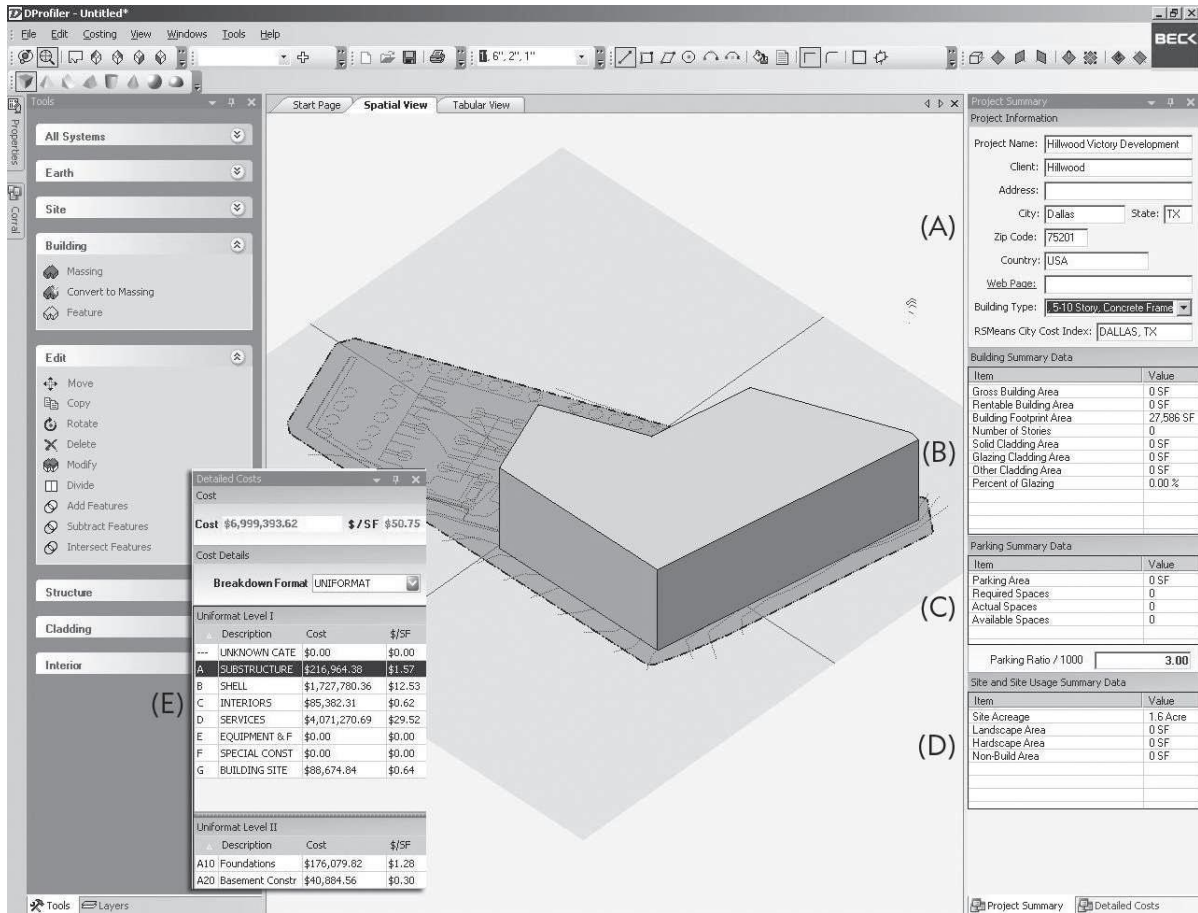
C) Hesaplanmış tasarım fikirlerinin temsili ve mal sahibi, tasarım ve uygulama ekibinin de dahil olduğu sunum. Bütün süreç ve çoklu tasarım alternatifleri için bu seçenekler gerçekleştirilebilir.

Model oluşturulurken kritik olarak belirtilmesi gereken proje bilgilerinin içerildiği proje kodunun da girilmesi gerekmektedir. Girilen bu proje kodu tasarım ekibine bölgesel maliyet analizleri için olanak vermektedir. Daha sonra tasarımcı programın sunduğu seçenekler arasında projeyi en iyi şekilde ifade eden yapı tipini seçerek modeli geliştirmektedir. Seçilen yapı tipine göre program; proje için olası bileşen özelliklerini ve fiyatlandırmaları girilen parametreleri dikkate alarak DProfil veritabanından otomatik olarak oluşturmaktadır. Ara yüzde yapı tipi seçeneğinden (Building Type) eklenen yapı bileşenleri ve özellikleri linkler yardımıyla ilişkilendirilmektedir. Örneğin herhangi bir ofis binası için hem strüktür hem de malzeme olarak belirli alternatifler veritabanında bulunmaktadır. Tasarımcının seçtiği strüktür ve kullanılan malzemeye göre maliyet hesapları oluşturulmaktadır. Veritabanında bulunmayan herhangi bir bileşen ya da malzemeye sonradan eklenmek istenilen özellik veya fiyat bilgisi, o elemana link verilerek yapılmaktadır.

Beck Group firmasının daha önceki yaptığı projelerde kazandığı deneyimlere göre, modelleme sürecinde kolaylık sağlayacak bazı şablonlar geliştirilmiştir. Veriler dijital

kütüphanelerde korunmaktadır. Her bir projede kullanılan ara yüz ve şablon bir sorun ile karşılaşıldığında güncellenerek hata ortadan kaldırılır ve bir sonraki projede tasarım ve gelişimde kullanılmak üzere kaydedilir.

Başlangıçta geliştirilen konseptte dayanılarak model üzerinden proje yerleşimi ve düzenlemeleri sağlanmaktadır. Modelleme sürecinde 2B planlar; yerine göre altlık olarak kullanılarak bu süreç hızlandırılabilir. Yapı kütlesi ve yerleşimi oluşturulduğunda sonuç veriler gerçek zamanlı olarak güncellenerek bilginin kesinliği korunmaktadır.



Şekil 3.11 A) Proje bilgilendirmeleri B) Yapı bilgileri C) Toplam park alan bilgileri D) Yerleşim Bilgileri E) Modelde gerçek zamanlı olarak maliyet bilgilerinin oluşturulması. Maliyet bilgilerine tüm yapı için ulaşılabilir. Strüktür, alan, malzeme seçeneği olarak bölümsel fiyatlandırmalara da ulaşılabilir.

Her bir yapı bileşeni, maliyet bilgileri ilişkilendirilerek veritabanında kaydedilmektedir. Model geliştirilirken sonradan özellik ve detaylar modele ilave edildiğinde maliyet hesapları ve diğer raporlar otomatik olarak güncellenmektedir. Sonrasında bilgi olarak tasarımcıya ve mal sahibine sunulmaktadır. Bu aşamada maliyet verileri RS means veritabanından alınan bilgiler doğrultusunda güncellenmektedir. (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2008)

Örneğin yangın tesisatı için şartnamede istenilenler yapı bilgi sistem modelinde girilen kurallar neticesinde modele yerleştirilmiştir. Sistem modelinde her kat için girilen mesafe ve sayı korunarak otomatik olarak yangın söndürme tüpleri ve dolapları yerleştirilir. Kullanılan malzeme ve özellik girdilerine göre de maliyet tablolarına fiyatlandırmalar yansıtılır. Daha sonra, modelde gerekli revizyonlar, girilen bilgilerle yapılabilmektedir. Modelleme sürecinde tasarımcı 3B model görünüşleri ve maliyet tabloları arasında eş zamanlı olarak çalışabilmektedir. Program kullanıcıya farklı pencereler arasında geçiş yapmaya olanak vermektedir.

Proje sürecinde varılan önemli bir nokta da tasarım ve uygulama ekibinin birlikte çalışması gerekliliğidir. Ekiplerin birlikte çalışmaları; bileşenlerin net olarak belirlenmesini, tasarım ve uygulamada diğer bileşen özelliklerinin iyi bir şekilde ilişkilendirilerek daha iyi sonuçlar alınmasını sağlamaktadır. Kullanılan yapı sistem aracının da tasarım gerekliliklerine cevap verebilir nitelikte olması gerekmektedir. Sistem modeli her an yeni bir bileşenin, yapı elemanının üretilebilmesine, oluşturulabilmesine imkân vermelidir. Özel bir elemanın temsili ve sunum kolay bir şekilde hazırlanabilinmelidir. Bu proje sürecinde örnek verilecek olunursa, gölge sağlayan kanopiler veritabanında yer almadığından bu kanopiler, bazı çizimler üzerinden geliştirilmiştir. Veritabanında yer almayan bileşenlerin geometrilerinin oluşturulması, daha sonra fiyat bilgileri de girilerek sonraki projelerde gerektiğinde kullanılmak üzere kaydedilmektedir. Model tam olarak hazırlandığında gerçek zamanlı maliyet hesaplarının da içerildiği yapı hakkındaki tüm bilgilere kolayca ulaşılabilmektedir.

Geliştirilen Tasarım Alternatifleri

Beck Group tasarım ve uygulama ekibi DProfil'i ayrıca başka tasarım alternatifleri için de kullanmaktadır. Hillwood proje gelişimi esnasında sistem modelinde, proje için kararlaştırılan bütçenin üstüne çıkılmasından dolayı mal sahibi için oluşturulan metraj listelerinde gerekli düzenlemelerin yapılmasına gerek duyulmuştur. Tasarım ekibi de tasarımı gözden geçirerek çoklu maliyet seçenekleri oluşturmaya çalışmışlardır.(Şekil – 3.12) Projede gerekli yerlerde kat yüksekliğinde yapılan değişiklikler, belirli mekânlarda alanların uygun seviyeye çekilmesi, cephede belirli bölümlerde gerçekleştirilen revizyonlar ile maliyet giderlerini belirli bir seviyeye çekilmeye çalışılmıştır. Yapının güney ve batı cephesinde güneş ışığını önlemek için kullanılan metal panellerden oluşan maliyetli güneş kırıcılar yerine ultraviyole ışığı yeterli düzeyde geçiren filmli camlar kullanılarak, hem güneş ışığına karşı bir çözüm üretilmiş hem de bütçe değerleri göz ardı edilmemiştir. Şekil 3.13'te cephe için gerekli

proje gidişatı hızlandırılmıştır. Mal sahibi bu bilgilendirmeler neticesinde kararlarını gerçek yapı parametrelerini algılayarak verebilmiştir. Projede bu gelişimler sonucunda mal sahibi; tasarım seçeneklerinin ve eleman fiyatlarının da içerildiği yapı bilgi sistem modelinin oluşturulmasıyla doğru ürünlerin daha iyi tanımlanıp seçilebildiğini, tasarım ve uygulama süreçlerinin istenilen seviyeye ulaştırılarak müşteri tarafından gelen taleplerin en iyi şekilde karşılanabildiğini belirtmektedir.

Proje Sürecinde Sağlanan Kazanımlar

Konsept tasarım aşamasında maliyet analizlerinin yapılabilmesi, hesap çizelgelerinin oluşturulması mal sahibi, tasarım ve uygulama ekibine oldukça önemli kazançlar sağlamıştır. Bu kazançlar:

Maliyet hesaplarının kısa zamanda elde edilmesi;

Hesaplama sürecinin kısılmasının bazı nedenleri vardır. Hesaplama sürecinde danışmanlar ve tecrübeli yapı proje yöneticilerinin çalışmaları verimi artırmaktadır. Kısa zamanda istenilen bilgilere ulaşılarak geriye kalan zaman düzenlemeler ve revizyonlar için kullanılabilir. Geleneksel yöntemlerle; hesaplama sürecinin aynı zamanda yapılabilmesi için daha fazla elemana ihtiyaç duyulmaktadır. DProfil yapı bilgi sistem yazılımı gereksiz detay ve hesaplamalarla uğraşılmasına gerek duyulmadan geleneksel yöntemlere göre daha kesin ve koordineli bir şekilde gereksinimleri karşılamaktadır.

Gerçek zamanlı olarak, yanlışsız bir şekilde hesap çizelgelerinin oluşturulması;

Parametrik sistem modeli sayesinde tüm parçalar, yapı bileşenleri ve içerikler kontrollü bir şekilde hesaplanarak kullanıcı kaynaklı hatalar ortadan kaldırılmaktadır. Maliyet değerlendirmelerindeki hızlı geri dönüşler tasarım ekibi tarafından finansal düzenlemelerdeki analizlerin incelenmesi ve gerekli tasarım değişikliklerinin yapılarak tekrar hesap çizelgelerinin oluşturulmasına hız kazandırmaktadır.

Hesapların görsel sunumu:

Maliyet raporları 3B modelde hem grafik olarak hem de çizelge olarak temsil edilmektedir. Kullanıcı tarafından atlanılan ve gözden kaçabilecek potansiyel hataların oluşması YBS modelinde engellenmektedir. Örneğin geleneksel hesaplama yöntemlerinde dış cephe kaplama metrajı yüzey alanın hesaplanması neticesinde oluşturulur. Eğer hesaplayan kişi alan hesabında yanlış yapar veya herhangi bir kesiti atlarsa işlem doğru bir biçimde

gerçekleştirilemez. DProfiler programında üç boyutlu model sayesinde kullanıcı gerekli alanı grafikler yardımıyla kolayca hesaplayabilmektedir. Bir başka deyişle cephe alanı, model üzerinden otomatik olarak geometrisi çözümlenerek hesaplanmaktadır.

Maliyet hesapları model içinde direk olarak fiziksel bileşenlerle bağlantılı bir şekilde yapılmaktadır. Model içinde herhangi bir bileşenin özelliklerinin veya fiyatının belirlenmemiş olması çok küçük bir ihtimaldir. Her bileşene bağlı linkler yardımıyla fiyat bilgilerine kolayca ulaşılabilmektedir. Hillwood projesinde mal sahibi YBS modeli kullanımını; toplam proje maliyetleri ve görsel dokümanlar gibi proje bilgilerinin sunulması, oluşan maliyetlerin nerelerde kullanıldığı ve yapılması gereken değişiklikleri açık bir şekilde model üzerinden gösterilmesinin avantaj sağladığını vurgulamıştır. (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2008)

Hillwood proje sürecinde gerçekleştirilen örnek çalışmada, köklü bir tasarım firmasının tasarım süreçlerine YBS teknolojilerini ve kullanımını nasıl adapte ettikleri görülmektedir. Firma, müşterilerine YBS araçlarının daha kaliteli, daha uygun maliyetli ve mal sahibi tarafından beğenilen işler yerine getirilebileceğini açıklamıştır.

Bu gelişimlere ulaşmak için gerekli olan adımlar;

- Dijital hesaplama süreçleri ve gelişimlerini yeterli olarak sağlayabilecek tecrübeli tasarımcılar ve proje yöneticileri. Genel olarak bu konu üzerinde bir yanlış anlaşılma bulunmaktadır. Bu yanlış anlaşılma, bu tip otomatik çözümler üretebilen yeni teknolojilerin daha az tecrübeli personel ve genç çalışanlarla daha üretici olduğudur. Bu örnek çalışma da gösteriyor ki yapı tasarım ve uygulama alanlarında tecrübeli ve kalifiye elemanlar bu araçlarla daha fazla verim elde edebilmektedir.

- Yazılımın çalışanlar tarafından tam olarak, verimli bir şekilde kullanılması için gerekli eğitimin erken aşamada verilmesi.

- Veritabanında gerekli düzenlemelerin firma standartlarına göre güncellenmesi. Firmalar yapı bilgi sistem araçları kullanım biçimi ve metotlarını kavrayabilmek için gerekli zaman ve yatırımı bu gelişim sürecinde yapmalıdır. İleriye dönük bu yatırım aynı tip projeler için büyük ölçüde verim artışına yardımcı olacaktır.

- Mal sahibi, müşteri, tasarım ekibinin işbirliği içinde çalışması, tasarım şablonları ve hesap çizelgelerinin analiz edilebilmesi ve değerlendirilmelerini kolaylaştırmaktadır. Bu hesap çizelgelerinin model üzerinden sağlanması tasarım süreci içindeki başka bir adım olan maliyet hesaplarının manuel olarak hesaplanması işlerini ortadan kaldırmaktadır.

4. YBS TABANLI YAZILIMLARIN ÜLKEMİZDE KULLANIMI

Ülkemizde tam olarak YBS'yle proje üreten firma bulunmamaktadır. YBS tabanlı yazılımlar 3B model, otomatikleştirilmiş kesit, görünüş ve metraj listelerinin oluşturulmasında kullanılmaktadır. Firmaların değişime açık olmaması, yeterli nitelikte ve yetenekte bilinçli kullanıcıların azlığı, kapsamlı olarak YBS modeliyle proje geliştirilmemesinin nedenlerindedir. Yapı firmalarında kullanılan yapı bilgi sistem tabanlı yazılımlar; Autodesk Revit ve Nemetschek Allplan, Archicad ve Bentley Microstation V8i yazılımlarıdır. Revit ve Allplan yazılımları firmalar tarafından en çok tercih edilen yazılımlardandır. Bunun sebebi hem YBS tabanlı olmaları hem de ihtiyaca diğerlerine nazaran daha iyi cevap verebilir olmalarıdır.

YBS'nin ülkemizde firmalara sağladığı en büyük fayda; herhangi bir mimari proje başlangıcında yapının 3B modelinin eş zamanlı olarak oluşturulması ve sonrasında kesit, görünüş, perspektif ve 2B teknik çizimlere aynı model üzerinden ulaşılabilmesidir. 2B çizimlerde fark edilemeyen tasarım, üretim ve detay bilgileri 3B yapı ve bileşenlerinin oluşturulması ile daha kolay elde edilmektedir. Buda firmalara tüm bu süreçte kolaylık getirmektedir. Alan, malzeme miktar bilgileri ve paftalarda ölçeklendirmenin otomatik olarak oluşturulması bu yazılımların sağladığı gelişmelerdendir. Geleneksel araç ve yöntemlerle tüm bu gereksinimler için yeniden çizim ve tablo oluşturulması gerekmektedir. Bu da hem zaman hem de maliyet artışına neden olmaktadır.

YBS'nde, bütünleşmiş sistem modeli üzerinden aktarılması gereken bilgiler ülkemizde geleneksel sistemlerdeki gibi 2B'lu teknik çizimler olarak mekanik, elektrik, su tesisatı ve strüktür gibi diğer disiplinlere aktarılmaktadır. 2B olarak edinilen bilgiler üzerinden her ekip kendi proje gelişimlerini sağlayarak tam bir bütünleşme ve koordinasyon sağlanmadan proje sonuçlandırılmaya çalışılmaktadır.

Yapı bilgi sistemlerine 3B bilgidен farklı olarak bütünleşmiş bir sistem modeli ve kapsamlı bir veritabanı olarak bakılmalıdır. YBS modeli; test uygulamaları ve simülasyonlar için kullanılmaktadır. Örneğin, termal, ışık değerleri, klima kontrol testleri, tesisatlar arası kesişmeler, strüktürel eleman analizleri ve detaylandırılması, malzeme bilgileri ve maliyet bilgilerine aynı sistem modelinden ulaşılması gerekmektedir. Önemli olan bütünleşmiş sistem modeli üzerinden tüm ekiplerin ortak çalışarak, projenin her aşamasında olası hatalara meydan vermeden en az maliyet ve zamanda projeyi sonuçlandırmalarıdır.

Günümüzde hem endüstride hem firmalarda YBS tabanlı yazılımlara yönelim gittikçe artmaktadır. Verim artışı, üretim doküman kalitesindeki yetersizlik, yetersiz iletişim ve koordinasyon, maliyet artışı ve proje gecikmeleri YBS'nin bilinçli olarak kullanılabilmesi ve geçiş sayesinde ortadan kaldırılmaktadır.

5. SONUÇLAR

Tez kapsamında son yıllarda mimarlık, mühendislik ve yapı endüstrileri arasında iletişimi sağlayan, yapı bilgi sistemlerinin mimari proje sürecinde kullanılmaya başlanmasıyla geleneksel yöntemlere göre daha başarılı sonuçlar elde edilebileceği gösterilmeye çalışılmıştır.

Bugünün lokomotif mimarlık ofislerinin hedefleri, yapı ve buna bağlı büyüklükleri son elli yıl içerisinde ciddi değişimler göstermiştir. Dünya pazarında rekabet etmeyi kendisine hedef olarak seçen mimarlık ofisleri 3-5 kişilik tasarım atölyelerinden farklı disiplinlerden kişilerin bir arada çalıştığı servis kurumlarına doğru bir değişimle yüzleşmek durumundadırlar. Artan sayı, iş hacmi ve ekonomik büyüklük yönetilmek ve organize edilmek ihtiyacını doğurmaktadır. Tasarım, pazar, proje, insan kaynakları, kalite, bilgi aktarımı... vb konular, mimari yönetim şemsiyesi altında tasarım hizmetinin kendine özgü sorunsalları yapı bilgi sistem teknikleriyle özdeşleştirilerek yönetilmelidir.

Yapı bilgi sistemleri kullanan firma profilleri incelendiğinde göze çarpan en belirgin özellik; farklı disiplinlerin işbirliğine dayalı çalışma sistemlerini benimsemiş olmaları gerekliliğidir. Bilgisayar destekli tasarım teknolojileri gelişimiyle ortaya çıkan yapı bilgi sistemleri sürekli araştırmayı ve doğru adaptasyonu gerektirmektedir. Firmalarda bir grup tasarımcı tam zamanlı olarak teknolojik gelişimler üzerine araştırma ve bu gelişimleri projelere entegre etme çalışmaları yürütmektedirler. Araştırma grubunun görevi farklı tasarım seçeneklerini hızlı bir şekilde açığa çıkarıp, ilerleterek kendi projelerine de eş zamanlı olarak bu gelişmelerin aktarılmasını sağlamaktır.

Tasarım sürecinde farklı grupların elde ettikleri bilgiler ve bu bilgilerin paylaşımı YBS araçları kullanımıyla hatasız bir şekilde gerçekleşmektedir. Yapı tasarımı ve uygulama süreçlerinde 2 boyutlu çizimler ve dokümanlar artık yetersiz kalabilmektedirler. Yapı bilgi sistemleriyle geliştirilen dijital model üzerinden tasarım ve üretim sürecinin şekillenmesi, proje sürecinin doğru bir şekilde ilerlemesi için önemlidir. Bu gelişimde geleneksel yöntemler yerine YBS model ve araçları kullanımı hem zaman kazandırmakta hem de bilgi paylaşımında kullanıcı kaynaklı hataların oluşması önlenmektedir. Projenin her aşamasında sanal yapı model ve bileşen bilgilerinin güncellenebilmesi proje sonunda istenilen maliyet ve hedefe en yakın sonuca ulaşılmasını sağlamaktadır. YBS araçları yardımıyla oluşturulan modelde sistem teknolojilerinin tasarım ekibiyle bütünleşmesi, işbirliğine dayalı çalışmayı beslemektedir. Güven ve takım çalışması artmakta, risklerle ortaya çıkan sorunlar azalmaktadır. Tasarım

sürecinde karışıklıklar ve problemler belirlenerek, hızlıca çözüme ulaştırılmaktadır. Daha geç aşamalarda daha büyük sorunların oluşmaması için gerekli revizyonların zamanında yapılması tüm sürecin gelişimine yardımcı olmaktadır.

Yapı bilgi sistemleri projelerin potansiyel verimini artırmak ve veri dağıtımını yapmak için kolaylıklar sunmaktadır. Erken karar alımlarının, zaman ve para tasarrufu sağladığı bir gerçektir. YBS eş zamanlı olarak sistem gelişimlerini sağlamakta ve ortak bilgi setlerinin paylaşımını büyük ölçüde gerçekleştirmektedir.

YBS sadece tasarım kalitesini, zaman tasarrufunu, takım çalışmasını yükseltmekle kalmayıp maliyet ve tasarım koordinasyonunun sürece sağlıklı bir şekilde entegre edilmesini sağlamaktadır. Mimarlık ve mühendislik disiplinlerini birleştirerek disiplinler arası aktivitelerde veri akışını, gruplar arası etkileşimi ve koordinasyonu sağlamaktadır.

Dijital ortamın gün geçtikçe çoğalan olanakları doğrultusunda yapı bilgi sistem uygulamaları tasarım ve üretim sürecinde günümüzde daha fazla yer alacaktır. Mimarlar yapı bilgi sistem modelini sağladığı faydaları görerek, teknolojik gelişimin gerisinde kalmamak ve değişime ayak uydurmak için bu sistemleri tasarım ve iş yapma süreçlerine entegre etmeye çalışmaktadırlar. Yapı bilgi sistemlerine geçişte mimari eğitim müfredatın da yapılması gereken değişim ile bu geçiş hem hızlandırılacak hem de ilk aşamadan itibaren bu mantığı benimseyen tasarımcıların yetişmesi sağlanacaktır.

KAYNAKLAR

AIA, S., (2007), "The integration of BIM to the curriculum".(as of 30.Sept. 2007)
http://www.aia.org/aiarchitect/thisweek07/0406/0406p_cranbrook.cfm (18.05.2008)

Allen, E., (2007), *American Institute of Architects (AIA) White Paper*.
http://blog.aia.org/whitepaper/2007/09/draft_white_paper_for_the_naab_7.html (21.04.2008)

Autodesk., (2002), "Building Information Modeling" *Autodesk Building Industry Solutions, White Paper*, Autodesk http://www.laiserin.com/features/bim/autodesk_bim.pdf (27.01.2008)

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K., (2008), "*BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*". John Wiley & Sons, New Jersey, s. 29-35

A.g.e., s. 202-205.

A.g.e., s. 212-215.

A.g.e., s. 300.

A.g.e., s. 375-378.

A.g.e., s. 440-449.

Flynn, L., (2005), "Getting on board with building information modeling", *Architectural Record*, 04.06, s.163-171.

Ibrahim, M., & Krawczyk, R., (2003), "The level of knowledge of CAD objects within building information model". *ACADIA22: Connecting Crossroads of Digital Discourse*, Illinois Institute of Technology, Indianapolis, IN. s.173-176

Ibrahim, M., Krawczyk, R., & Schipporeit, G., (2004), "Two Approaches to BIM: A Comparative Study", *eCAADe Conference*, Copenhagen, Denmark, s.610-616

Ibrahim, M., (2006) "To BIM or not to BIM, This is NOT the Question: How to Implement BIM Solutions in Large Design Firm Environments", *eCAADe Conference 2006*, Ain Shams University, Volos, Greece, s1-6.

Leicht, R. M., & Messner, J. I., (2007), "Comparing Traditional Schematic Design Documentation To A Schematic Building Information Model". The Pennsylvania State University Press, USA, s39-46.

McDuffie, H. T., (2004), "BIM: Transforming a Traditional Practice Model into a Technology-Enabled Integrated Practice Model", *The Cornerstone*, AIA,2006
http://www.aia.org/nwsltr_pa.cfm?pagename=pa_a_200610_bim (25.03.2008)

Techel, F., & Nassar, K., (2007), "Teaching Building Information Modeling(BIM) From A Sustainability Design Perspective", *3rd Int'l ASCAAD Conference on Em'body'ing Virtual Architecture*, Alexandria, Egypt, s.636-650

İNTERNET KAYNAKLARI

- [01] <http://bim.arch.gatech.edu/reference.asp?mode=paper&id=413>
- [02] <http://continuingeducation.construction.com/article.php?L=45&C=310>
- [03] <http://continuingeducation.construction.com/article.php?L=5&C=418>
- [04] http://en.wikipedia.org/wiki/Building_Information_Modeling
- [05] <http://itc.scix.net/data/works/att/w78-2007-006-029-Leicht.pdf>
- [06] http://media.wiley.com/product_data/excerpt/87/04701852/0470185287.pdf
- [07] <http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/index?siteID=123112&id=9976276>
- [08] <http://www.aecbytes.com/vendorhub/BIMforArchitecture.html>
- [09] <http://www.aecbytes.com/review/2005/RevitBuilding8.html>
- [10] http://www.aecbytes.com/viewpoint/2006/issue_23.html
- [11] http://www.aecbytes.com/viewpoint/2008/issue_35.html
- [12] http://www.aecbytes.com/viewpoint/2008/issue_36.html
- [13] <http://www.aia.org/aiarchitect/thisweek05/tw1209/tw1209changeisnow.cfm>
- [14] http://www.aia.org/nwsltr_pa.cfm?pagename=pa_a_200610_bim
- [15] http://www.arch.umd.edu/resources/it/research/ambrose_ascaad2006_paper-2.pdf
- [16] <http://www.beck-technology.com/docs/bimExcerpt.pdf>
- [17] <http://www.iit.edu/~krawczyk/miacad03.pdf>
- [18] <http://www.iit.edu/~krawczyk/miecad04.pdf>

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	16.07.1983	
Doğum yeri	Konya	
Lise	1998-2001	Konya Büyükkoyuncu Fen Lisesi
Lisans	2002-2006	Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü
Yüksek Lisans	2006-2008	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, Bilgisayar Ortamında Mimarlık Programı
Çalıştığı kurum		
	2006-2008	Kare Mimarlık Ltd. Şti.