

BIM in Building Technology Education and Pedagogical Potentials

Mehmet Ümit Meterellioz¹; Ozan Önder Özener²

¹Abant İzzet Baysal Üniversitesi/İstanbul Teknik Üniversitesi; ²İstanbul Teknik Üniversitesi

¹mumitmete@gmail.com; ²ozanozener@gmail.com

Abstract. BIM (Building Information Modeling) is an approach to create and use all kinds of related and coordinated information from a design to demolition with the help of 3 dimensional parametric object models connected with a relational database. This paper discusses the BIM-enabled pedagogical approaches for teaching building technology and building elements in the early stages of architectural education and presents the findings about the influences of BIM on the students' learning processes. The paper also provides evidence-based arguments through a series of case studies for conceptual and practical advantages as well as the observed disadvantages of BIM methods and software on learning building technology. The results and the findings of the study points out the positive transformations with carefully devised BIM-enabled pedagogical frameworks for the understanding of building elements and architectonics in architectural education.

Keywords: *Building Information Modeling, New Approaches in Design Education, Parametric Modeling, Visualisation Technologies.*

Yapı Teknolojisi Eğitiminde YBM ve Pedagojik Potansiyeller

Mehmet Ümit Meterelliyo¹; Ozan Önder Özener²

¹Abant İzzet Baysal Üniversitesi/İstanbul Teknik Üniversitesi; ²İstanbul Teknik Üniversitesi

¹mumitmete@gmail.com; ²ozanozener@gmail.com

Özet. YBM (Yapı Bilgi Modellemesi) 3 boyutlu parametrik ve nesne tabanlı modeller yardımıyla bir yapının tasarımından yıkımına kadar birbiri ile ilişkili ve koordineli her türlü bilginin fonksiyonel bir yönetim ve bilgi paylaşımı içerisinde oluşturulması ve kullanılması yaklaşımıdır. Bu bildiride mimarlık eğitiminin erken dönemlerinde yapı teknolojisi ve yapı elemanları eğitimi konusunda YBM destekli pedagojik yaklaşımları tartışmakta ve YBM araçların öğrencilerin öğrenme eğrilerine olan etkisi; YBM yazılım ve yöntemlerinin, yapı elemanları ve teknolojilerinin öğrenilmesi ve üretimi üzerindeki kavramsal ve pratik üstünlükleri ile avantaj ve dezavantajlarını bir dizi vaka çalışmasının süreç, sonuç ve bulgularına bağlı olarak sunmaktadır. Çalışma sonuçları dikkatli hazırlanmış ve çerçeveleri belirlenmiş YBM destekli ve proje odaklı öğrenme düzenlerinin yapı elemanları ve tektonik ilişkilerin anlaşılması ve kavranması açısından belirgin pozitif dönüşümleri içerdiğine işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Yapı Bilgi Modelleme, Tasarım Eğitiminde Yeni Yaklaşımlar, Parametrik Modelleme, Görselleştirme Teknolojileri.*

1. Giriş

Bina tasarım/yapım sürecinde getirdiği otomasyon araçları, parametrik bina bileşenleri ve simülasyon özellikleri ile YBM (Yapı Bilgi Modellemesi) pedagojik açıdan birçok potansiyeli içerisinde barındırmaktadır. YBM teknolojilerinin ve entegre proje teslim süreçlerinin mimarlık pratiğinde hızla yaygınlaşması, YBM özelinde Mimarlık eğitiminin farklı alt alanlarına yoğunlaşan çalışmaların da artmasına neden olmuştur (Cheng 2006; Friedman 2007; Özener 2009). Yapı tasarım ve üretim teknolojilerinin hızla geliştiği ve birçok farklı performans kriterlerinin öneminin arttığı bir ortamda, öğrencilerin öğrenme ve uygulama süreçlerinde teknoloji temelli değişimlerin gerçekleştirilmesi pedagojik bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmaktadır (Guidera 2006). YBM yazılımları ise içlerinde bulunan parametrik bina bileşenleri ile esneklik, akıllı obje davranışları, hızlı geri besleme ve interaktif araçları ile yapım teknolojileri konusundaki eğitim süreçlerini belirgin anlamda değiştirme potansiyeline sahiptir (Ambrose 2007; Friedman 2007). Başka bir açıdan YBM ontolojisi tüm bina süreç ve davranışlarını sayısal, parametrik-ilişkisel veriler davranışlar üzerinden tanımlamakta ve fiziksel gerçekliğe yakın bir düşünme ve uygulama ortamını sağlayabilmektedir.

Bununla birlikte endüstri odaklı olarak geliştirilmiş YBM araçlarının ve teknolojilerinin mevcut hallerinin eğitim amaçlı kullanılması eğitim süreçlerine entegrasyonundaki bazı zorlukları da beraberinde getirmektedir. Araştırmanın kapsamını oluşturan YBM ve Yapı eğitimi arakesitindeki öğrenme süreçlerinin analizi ve yeni bir pedagojik çerçevenin önerilmesi konusu gerek yurt içi gerekse yurtdışında birçok araştırma ile entegre olabilecek bir

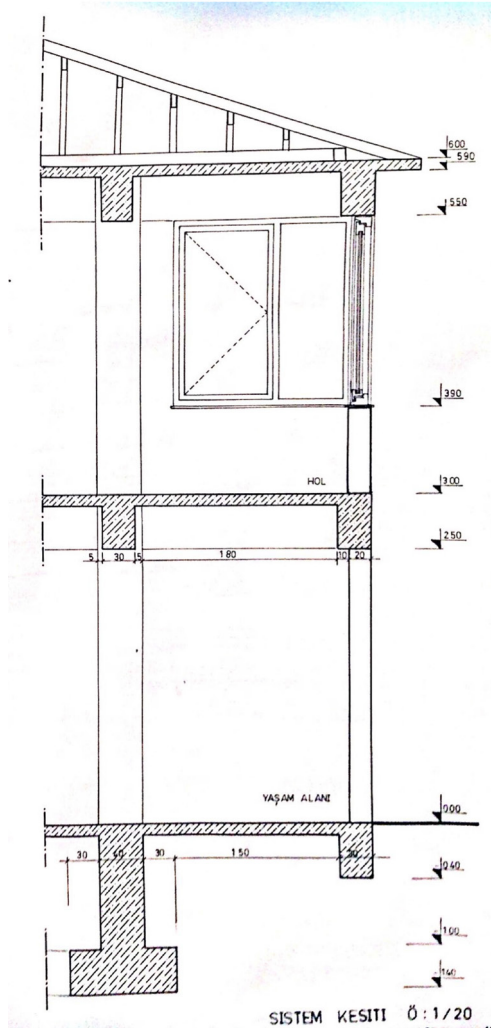
konumda yer almaktadır. Bu çalışma, YBM ve tasarım eğitimi üzerine son dönemde yapılan araştırmaların genelinden ayrılarak mimarlık eğitiminin erken aşamalarındaki YBM ve yapı eğitimi üzerine farklı bir yaklaşım olarak ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda makalenin konusu olan araştırma çalışması mimarlık eğitimi ve yapı eğitimi özelinde birçok kullanılabilir ve transfer edilebilir bilgiyi sağlama amacını taşımaktadır.

2. Yapı Teknolojisi Eğitimi ve YBM

Ders programlarında mimarlık meslek pratiği açısından büyük önem taşıyan yapı elemanları ve yapı teknolojisi dersleri teorik eğitim ile öğretilen kavramların genellikle iki boyutlu teknik çizimleri ve farklı ölçeklerdeki temsilleri etrafında oluşturulmaktadır (Allen 1990; Clayton 2006). Öğrencilerin bina üretiminin temellerini aldıkları bu derslerdeki bilgi ve yetenekleri farklı düzeylerdeki mimari proje stüdyoları ve uygulama projeleri gibi derslere de doğrudan yansımaktadır.

Yapı Elemanları, Yapı Teknolojisi, Uygulama Projesi gibi yapı bilgisi ağırlıklı derslerde; Yapı Elemanlarının, tasarımı ve uyumu, yapısal tasarım ile ilgili gereksinimler, ölçütler, olanaklar çerçevesinde değerlendirilmektedir. Bu derslerde Yapı elemanı sistemlerinin tasarımı, yapı elemanları sistemlerinin bütüncül bakış açısı doğrultusunda birbirleri ile ve taşıyıcı sistem bütünlenmesi (çatı-dış duvar, taşıyıcı sistem, dış duvar pencere/kapı, dış duvar-döşeme taşıyıcı sistem, döşeme ve düşey sirkülasyonu, taşıyıcı sistem, dış duvar-iç bölme, döşeme-iç bölme- taşıyıcı sistem vb.) ile birlikte verilen ölçüt ve sınırlara göre incelenmektedir. Aynı zamanda her bir yapı elemanı ve bileşeninin analizi, tasarımı, bütünlenmesi ve ilgili teknik-

Şekil 1. Yapı Elemanları Dersinde Oluşturulmuş Bir Sistem Kesiti Örneği



ler ile anlatımı ve ilişkilendirilmesi esas alınmaktadır (Şekil 1).

Yapı Teknolojisi ve Yapı Elemanları derslerindeki bina yapım ilkeleri ve süreçleri, tektonik ilişkiler, malzeme ve toplam bina performansı gibi konular farklı izdüşümlerdeki 2B çizimler ve teorik kavramsallaştırmanın fazlasıyla öte-

sine geçen karmaşık ilişkileri barındırmaktadır (Erten 2000).

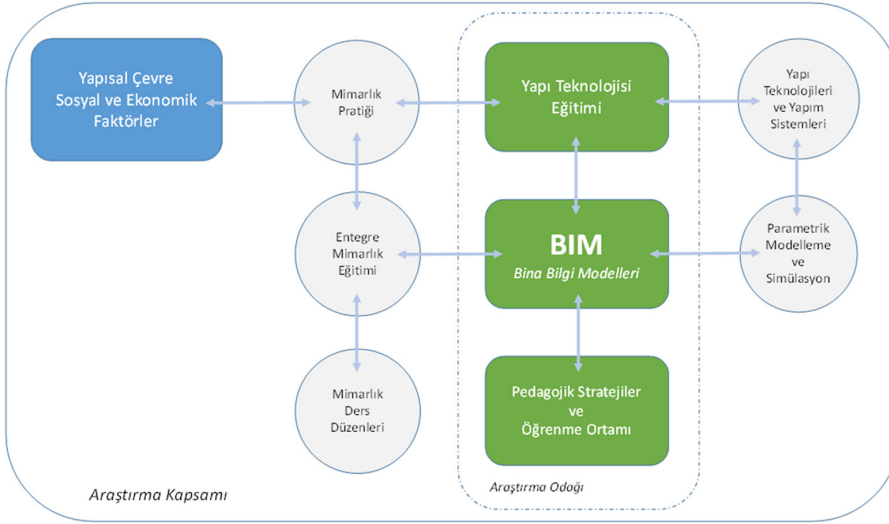
Bu ilişkilerin mimar-tasarımcı ve uygulayıcı için değeri düşünüldüğünde, YBM araçlarının yapı teknolojisi derslerinin içerisine sadece daha iyi bir çizim, üretim ve görselleştirme aracı olarak değil, öğrenme ve bilişsel süreçleri katalize eden ve özellikle bina davranışı ve mimari tektonik üzerine yoğunlaşan entegre bir anlayış ile adaptasyonu YBM odaklı potansiyelleri ortaya çıkarma potansiyeline sahiptir. Ancak gerek literatürdeki bilimsel çalışmalar gerek meslek pratiğindeki örnekler YBM yöntemlerinin adaptasyonunun farklı zorluklarına ve problemlerine değinmekte ve özellikle bu araçların kullanılabilirliği, araçlar konusundaki kullanım kabiliyetlerinin gelişmesi süreci ile öğrenilecek temel konuların işlenebilmesi arasındaki farklı çakışmaları belirgin engeller olarak belirtmektedir (Cheng 2006; Kiviniemi 2009; Kocatürk 2013).

3. Dizi Vaka Çalışmaları

Çalışma Abant İzzet Baysal Üniversitesi Mimarlık bölümü 1. ve 2. Sınıf öğrencileri ile yapılmış olan bir dizi vaka çalışması üzerinden tanımlanmıştır. Bu çalışmalarda; literatür araştırmaları, mevcut müfredat ve ders düzenleri ile deneyimlere dayanan bir prototip pedagojik çerçeve ve buna bağlı bir ders düzeni kullanılmıştır (Şekil 2).

Bu çerçevedeki kritik yaklaşım yapı teknolojisi müfredatından bulunan temel konuların parametrik YBM çerçevesinde yeniden yorumlanması, öğrencinin yapı bileşenlerini bütünsel bir tektonik sistem ilişkileri şeklinde algılayabilmesinin sağlanması ve tüm üretimlerin parametrik YBM üzerinden dinamik, sürekli ve eviren bir süreç içerisinde yapılabilmesidir.

Şekil 2. Araştırmanın Kapsamı



Vaka çalışmaları birbirleri ile ilişkili 12 modül içerisinde (1) spesifik yapı teknolojisi konuları ve (2) bu konulara karşılık gelen YBM konuları ile kullanımları içeren ikili bir düzene sahiptir. Çalışmalar genel olarak Niteliksel (Kalitatif) bir yöntem çerçevesinde gerçekleştirilmiş, katılımcı gözlem, aktivite kodlama, karşılıklı görüşmeler, geri bildirim teknikleri ile kontrol grubu ve odak gruplar gibi araştırma bileşenleri kullanılmıştır.

Vaka Çalışması dizisi birbirini takip eden toplam 3 vaka çalışmadan oluşmaktadır; I. Vaka çalışmasına 13, II. Vaka çalışmasına 12, III. Vaka çalışmasına ise 15 öğrenci katılmıştır. Çalışmaya katılan öğrenciler Bilgisayar Destekli Tasarım bilgisine sahip olmayan öğrencilerden oluşmuştur. Tüm çalışma boyunca verilmiş olan Proje alanı üzerinde temel fonksiyonel çerçevesi tanımlanmış küçük ölçekli bir

konut projesi deney/uygulama konusu olarak kullanılmıştır. Konut projesinin mekan sayısı, büyüklükleri, yapı yüksekliği vb. parametreler araştırmanın değerlendirme süreçlerindeki objektifliğin sağlıklı olarak sağlanabilmesi için ön tanımlı olarak gruplara verilmiştir. Çalışma boyunca Modüllerin sonrasındaki değişimlerin gözlenebilmesi için dosya paylaşım ortamı (DropboxTM) ile bilgisayarlar birbirine bağlanmıştır. Erişilebilirlik kolaylığı nedeniyle Autodesk Revit ArchitectureTM temel YBM platformu olarak seçilmiştir (Tablo 1).

Özel olarak çalışma için tanımlanmış jenerik yapısal modellerin ve parametrik model setlerinin kullanılması ile parametrik bina bileşenlerinin veri yapıları ile dijital içeriklerinin kavranması ve kullanılabilirliklerinin artırılması amaçlanmıştır. Bu sayede bina tektoniği, yapı kabuğu, yapı elemanlarının hazırlanması

Tablo 1. Modül Tablosu

Modüller	Yapı Teknolojisi	YBM	UYGULAMA
Modül 1	Bina Tektoniğine Giriş	Parametrik Modelleme ve YBM	Parametrik Bina Grid Yapılandırılması
Modül 2	Bina Strüktürü	Kolon ve Düşey Taşıyıcılar	Kolon ve Perde Benzeri Düşey Taşıyıcıların Parametrik Modellerinin Oluşturulması
Modül 3	Bina Strüktürü	Döşeme ve Kiriş Sistemleri	Yatay Bina Taşıyıcı Sistemlerinin Modellenmesi
Modül 4	Sirkülasyon-Düşey	Merdivenler	YBM Parametrik Merdiven Sistemleri Uygulaması
Modül 5	Sirkülasyon-Yatay	Yatay Sirkülasyon Alanları	Yatay Sirkülasyon Alanlarının Tanımlanması
Modül 6	ARA UYGULAMA		
Modül 7	Yapı Zemin ilişkisi	Temel Sistemleri	Temel Elemanlarının ve Sistemlerinin Parametrik Modellerinin Oluşturulması
Modül 8	Bina İç Elemanları	İç Duvarlar ve Ayırıcı Elemanlar	İç Mekân Ayırıcılarının Modellenmesi
Modül 9	Yapı Kabuğu	Dış Duvarlar	Yapı kabuğunun Parametrik Modellenmesi
Modül 10	Yapı Kabuğu	Pencereler ve Işık Kontrol Elemanları	Pencere ve Kontrol Elemanlarının Parametrik Modellenmesi
Modül 11	Örtü Sistemleri	Çatı Sistemleri	Çatı Sistemlerini Parametrik Modellenmesi
Modül 12	FİNAL TESLİMİ		

ve yapılan tasarımlara aktarılması konusunda öğrencilere daha fazla hareket alanının sağlanması amaçlanmıştır.

Modüller çerçevesinde haftalık periyodlar halinde konut projesi deney/uygulama konusu üzerinde yapı elemanları ve teknolojisi bağ-

lamında, adım adım çalışmalar sürdürülmüş bu çalışmalar haftalık modüller halinde arşivlenmiş ve gerekli analizlerin yapılabilmesi için saklanmıştır. Bu sayede modüller bağlamında YBM platformu sayesinde öğrenme eğrilerindeki değişimin anlık/haftalık olarak gözlemlenmesi hedeflenmiştir. 12 modül sonucunda oluşan projeler nesnel gözlemlerin yapılabilmesi için çerçevesi tanımlanmış ve genellikle yapı teknolojisi, yapı elemanları ve uygulama projesi derslerinin formatlarına uygun olarak teslim alınmıştır (Şekil 3).

4. Gözlemler ve Sonuçlar

Vaka çalışmaları sonucunda elde edilmiş olan veriler ve gözlemler genel anlamda öğrencilerin yapı teknolojileri konusundaki bilgi düzey-

Şekil 3. YBM Stüdyosu

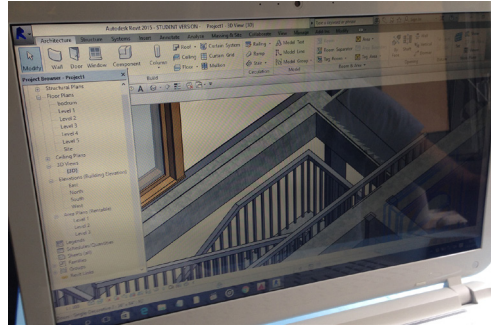


lerinin gelişimi ve yapı elemanları tasarlama ve gelişme konularında belirgin değişimleri göstermektedir.

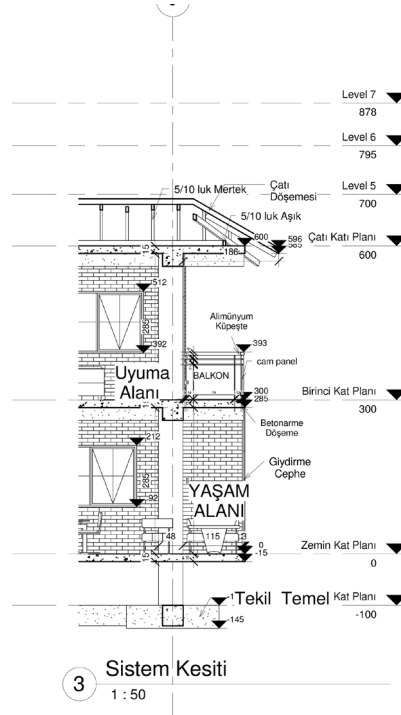
Bu çalışmanın ana eksenlerinden birisi olarak öğrencilerin yapıdaki sistemik ilişkileri ve bileşenlerin birbirleri ile olan bağlarını anlama mekanizmalarının dönüşümü vaka çalışmalarında net olarak ortaya çıkmıştır. Kontrol grubunda yapılan geleneksel süreçlerde yapı bileşenlerinin ilişkilerinin anlaşılması daha önce yapılmış olan detayların 2 boyutlu ve donmuş bir temsili üzerinden gelişirken YBM ortamında yapılan çalışmalarda 3 boyutlu parametrik bina bileşenleri ve YBM'ye özgü parametrik ve ilişkisel obje davranışları üzerinden gerçekleştirilmesi, öğrencilerin yapısal kararları verirken veya ders içeriğine yer alan farklı yapısal detay setlerini geliştirirken simultane geri bildirim almasını ve gerçekte mümkün olmayan ve birçok anlamda karmaşık problemleri anlık olarak görebilmesini sağlamıştır. Bu durum konvansiyonel 2 boyutlu çizimler ve temsiller üzerinden yapılan geleneksel ders düzenleri ile karşılaştırıldığında belirgin avantajların varlığını doğrulamaktadır (Şekil 4).

Vaka çalışmaları sırasında gözlemlenen bir başka durum ise öğrencilerin YBM yazılım ortamının esnekliği ve olanakları ile vaka çalışmalarının içerik çerçevesinin ötesine geçerek tasarım kararları ile yapısal eleman ilişkilerini farklı içerikleri ile tartışmaları olarak gözlenmiştir.

Öğrencilerin yapısal elemanları geliştirirken parametrik modifikasyonlardan uyarlanabilir yapı bileşenlerini geliştirmeleri iki seviyede önemli değişimlere işaret etmiştir. Bunlardan ilki öğrencilerin verilen süre içerisinde birçok farklı bileşeni tasarlayıp yapı bütünü içerisinde sürekli deneyebilmesi ve alternatif sayısının kısa sürede artmasıdır. İkinci durum



Şekil 4. Strüktür Sirkülasyon Çıkışması



Şekil 5. Vaka Çalışması Sonucunda Üretilmiş Sistem Kesiti

ise öğrencilerin parametrik yapı elemanlarını oluştururken bunların alt bileşenlerini form, malzeme, geometri, boyut ve malzeme düzeyinde tekrar ırdeleyebilmeleri olmuştur. Öğrenciler arasında oluşturulan jenerik yapısal modellerin ve parametrik model setlerinin

Şekil 6. Öğrenci Projesi /
Parametrik Yapı Strüktürü-
Örtü Sistemi Detayı



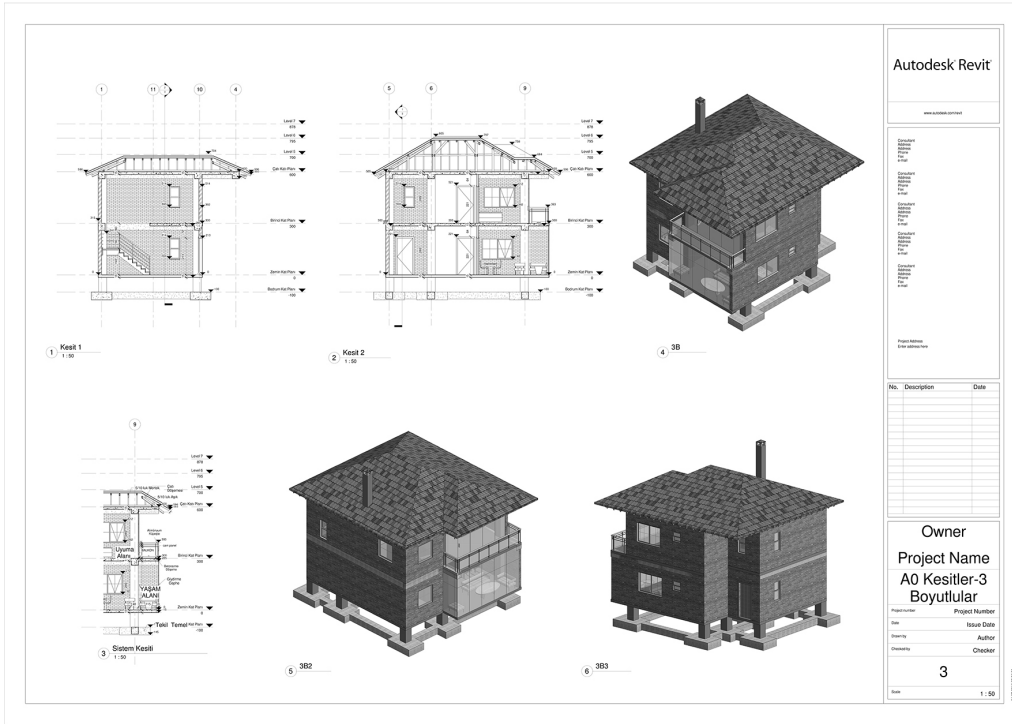
alışverişi ise ayrı bir pozitif katalizör olarak görülmüştür. Bu durum öğrencilerin bu spesifik konuları bilişsel anlamdaki algılama düzenlerindeki değişime ve üretkenlikteki artışlara işaret etmektedir (Şekil 5).

YBM araçlarının kullanılabilirliği, bu araçlar konusundaki kullanım kabiliyetlerinin gelişmesi süreci ile öğrenilecek temel konuların işlenebilmesi arasındaki farklı çakışmalar belirgin engeller olarak görülmüştür. Ancak öğrencilerin yazılım ve ara yüz konusunda anlık yardım alabilmesi ve kullanım ile ilgili problemlerin toplu şekilde izlenebilecek şekilde giderilebilmesi bu sorunun her zaman var olacak ancak kontrol edilebilir bir nitelikte oldu-

ğunu göstermektedir (Şekil 6).

Çalışma sırasında yazılımların kullanılması konusundaki öğrenme eğrisinin inişli ve çıkışlı bir karakterde olmasının nedeni her ayrı modül de işlenen konu ve bağlı YBM modelleme düzenlerinin farklılık göstermesi olarak tespit edilmiştir. Bu durumun daha önemli bir uzantısı ise YBM destekli eğitim düzenleri tipik bir sınıf eğitiminin ötesinde iletişim düzeyi yüksek bir sosyal ortamın oluşmasını zorunlu kılmaktadır. Öğrenciler arasında oluşan gerek dijital gerek sözlü iletişim düzenleri öğrencilerin ders içeriklerini algılama ve içselleştirme süreçlerini desteklerken, YBM yazılımları ve kullanımları konusundaki yeteneklerin artma-

Şekil 7. III. Vaka Çalışması
Final Teslimi



sını belirgin şekilde hızlandırmaktadır.

Araştırmamızın önemli bulgularından biri de öğrencilerin YBM'yi öğrenme ve kullanma konusunda Bilgisayar Destekli Tasarım bilgisinin belirgin bir sınır oluşturmaması olarak söylenebilir. Öğrencilerin bir Bilgisayar Destekli Tasarım üst kümesi olarak yorumlanabilecek YBM yazılımları ile doğrudan etkileşim içerisinde olmaları çalışma sınırları ve kapsamı içerisinde üretkenliği direk olarak engelleyen bir faktör olarak ortaya çıkmamıştır.

Çalışma özellikle erken dönemdeki mimarlık eğitiminde YBM destekli eğitim modellerinin kullanılabileceğine dair önemli kanıt bazlı argümanlar ortaya koymaktadır. Yapılmış olan bu çalışma yapı teknolojisi eğitiminde YBM adaptasyonunun belirgin avantajları olduğu-

nu ve teorideki önermelerin gerçek hayata geçirilmesinin ise titiz ve özel olarak ortaya konmuş pedagojik yaklaşımlar, iyi hazırlanmış ders düzenleri ve operasyonel düzeyde YBM kullanımından ortaya çıkabilecek sorunların hızlı çözümlerine bağlı olduğunu ortaya koymaktadır. Bu konularda yapılacak uygulamaların artması ile mimarlığın erken dönemlerinde YBM kullanımı konusunda farklı gelişmeler görülebilecektir (Şekil 7).

KAYNAKLAR

CLAYTON, M. J. 2006 Replacing the 1950's curriculum. In Proceedings of the 25th Annual Conference of the Association for Computer-Aided Design in Architecture, Louisville, KY 12-15 October 2006, pp. 48-52.

CHENG, R. 2006 Suggestions for an integrative education. In Report on integrated practice, pp.11-21, Washington DC: The American Institute of Architects.

CRESWELL, J. W. 2009 Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. 3rd ed. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

EASTMAN, C. 2011 BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors. Hoboken, NJ: Wiley.

GILLHAM, B. 2000 Case study research methods: Real world research. New York: Continuum.

GUIDERA, S. G. 2006 BIM applications in design studio: An integrative approach developing student skills with computer modeling, In Proceedings of the 25th Annual Conference of the Association for Computer-Aided Design in Architecture, Louisville, KY 12-15 October 2006, pp. 213-227.

HALIBURTON, J., Clayton, M., Özener, O., Farias, F., Jeong W. 2011 Parametric Modeling and BIM: Innovative Design Education for Integrated Building Practices, Parametricism (Spc) ACADIA Regional 2011 Conference Proceedings.

KIERAN, S., and Timberlake J. 2004 Refabricating architecture: How manufacturing methodologies are poised to transform building construction. New York: McGraw-Hill.

KRYGIEL, E., and B. Nies. 2008 Green BIM: Successful sustainable design with building information modeling. Indianapolis, IN: Wiley.

KYMMELL, W. 2008 Building information modeling: Planning and managing construction

projects with 4D CAD and simulations, McGraw-Hill Construction series. New York: McGraw-Hill.

ÖZENER, O.Ö. 2009. Studio education for integrated practice using building information modeling. College Station, TX: Texas A&M University.

ZEUMER, M., Drexler, H., Hegger, M., 2010 Adım Adım Yapı Malzemeleri, Yem Yayınları. İstanbul.