

Yapı Bilgi Modellemesi İçin Eğitim Yaklaşımları

Salih Ofluoğlu ■ Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) diğer adıyla Building Information Modeling (BIM) inşaat sektörü için kolaylaştırıcı, yazılım tabanlı bir teknolojidir. Kolaylaştırıcı (*enabling*) teknolojiler iş yapım yöntemleri üzerinde önemli etkilere sahiptir (BD, 2016). Bu teknolojiler yapılamayan işlerin yapılmasını sağlar ve sosyo-kültürel dönüşümleri tetiklerler. Matbaa, kişisel bilgisayarlar ve İnternet bu tip teknolojilerden bazılarıdır. BIM, farklı branşlardan inşaat profesyonellerinin geleneksel olarak kendi içine dönük, geçmiş “silo” çalışma kültürünü değiştirerek, etkili bir şekilde birlikte çalışmasını ve bilgi tabanlı kararlar vermesini sağlamaktadır.

Yapı Bilgi Modellemesi'nin temel bileşeni olan bilgi modeli, bir yapının fiziksel özelliklerine ait sayısal bir prototiptir. Bu prototipin başarısı gerçek dünyaya ait nitelikleri bulundurabilme kapasitesinde yatmaktadır. Bu nitelikler, binaya ait

grafik (geometri/biçim) ve grafik olmayan (malzeme, maliyet, fiziksel çevre kontrolü vb.) verilerden oluşur ve 3B bir modelde biraraya gelirler (Resim 1). Bu veri proje süreci boyunca farklı bağlamlarda kullanılabilir.

Yapı bilgi modeli yapı paydaşları arasında erken tasarım evrelerinden başlayarak tüm bina yaşam döngüsü boyunca paylaşılabilir. Bu model projede oluşabilecek hataları önceden görmeye, belirsizlikleri ortadan kaldırmaya ve yapımı öncesi yapının bir kez de sanal olarak gerçekleştirilmesine imkan verir.

I. BIM Eğitimi ve BIM Çalışma Sistematiğini Anlama

İnşaat sektörü için önemli bir etkisi olan Yapı Bilgi Modellemesi'nin kullanımının yaygınlaşması için ne olduğuna dair doğru bir farkındalığın sağlanması ve daha fazla kişi tarafından öğrenilmesi önemlidir.

BIM'in öğretimi, üzerinde tartışılan konulardandır. BIM eğitimleri için belirli bir yeterlilik düzeyini sağlayacak bir müfredatın oluşturulması, bu müfredatın kavramsal ve uygulamalı konuları karşılama oranı ve yükseköğretim kurumları sözkonusu olduğunda ise BIM'in mevcut müfredat içindeki yeri gibi konular bu bağlamda öne çıkmaktadır.

Yapı Bilgi Modellemesi ile çalışmak, sadece bir yazılım seçimi yapmak ve bu yazılımın özelliklerini öğrenmekten ibaret değildir. BIM, bina yaşam döngüsündeki tüm süreçlerde yeni bir iş yapma stratejisi getirmekte, disipliniçi ve disiplinlerarası çalışma kültürünü önemli ölçüde etkilemektedir.

BIM bir sistem yaklaşımı takip etmektedir. Sistem yaklaşımı, bir çalışma kolundaki tüm paydaşların hizmet ve ürünlerini bir sistemin parçası olarak görmelerini sağlar (Eastman vd., 2008) ve projelerde başarısız olma olasılığını azaltır (OGC, 2005). Sistem yaklaşımının başarısı, disipliniçi ve disiplinlerarası ortak bir yapılanmanın olmasını, paydaşların yaptıkları işleri bütünsel bir yapı içinde konumlandırabilmelerini ve BIM çalışma sistematiğini meydana getiren kavram ve süreçleri anlamayı gerektirir.

BIM ile ilgili -özellikle paydaşlar arası işbirliği içeren- eğitimlerde BIM çalışma sistematiği ilgili kavramlara ders(ler)in belirli bir aşamasında gereken kapsamda değinilmelidir. Bu yaklaşımı önceleyen eğitim yaklaşımlarının daha kalıcı ve etkili bir BIM eğitimi sağladığı ifade edilmektedir (Dossick vd., 2014; Sacks ve Pikas, 2013; Ku ve Taiebat, 2011). BIM çalışma sistematiği ile ilgili bazı temel kavramlar şu şekildedir:

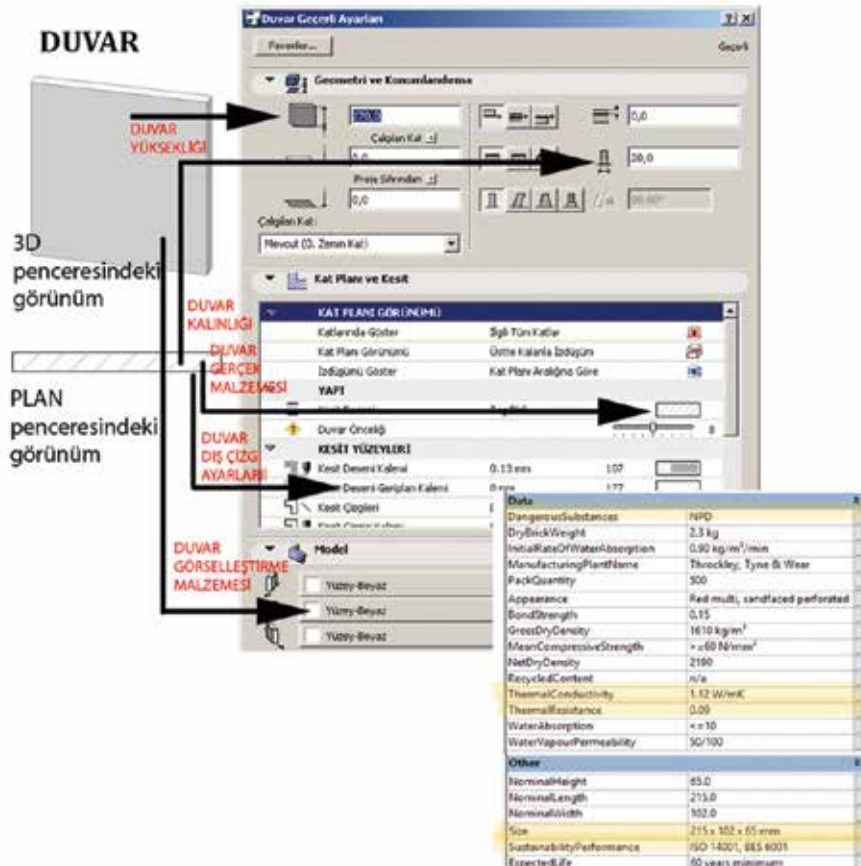
1. Birlikte Çalışabilirlik:

Yapı Bilgi Modellemesi'nin proje süreçlerine en önemli katkısı, proje paydaşları arasında birlikte çalışabilirliği sağlayabilmesidir. BIM çalışma sistematiğiyle, proje teslim yöntemleri arasında proje paydaşlarının tasarımın erken evrelerinden itibaren proje süreçlerine katılarak, olası hataları azaltmayı ve proje risklerini bölüşmeyi hedefler. Bu çerçevede paydaşlar arası çalışma yöntemi olarak Tümüleşik Proje Teslimi (Integrated Project Delivery) özellikle teşvik edilir.

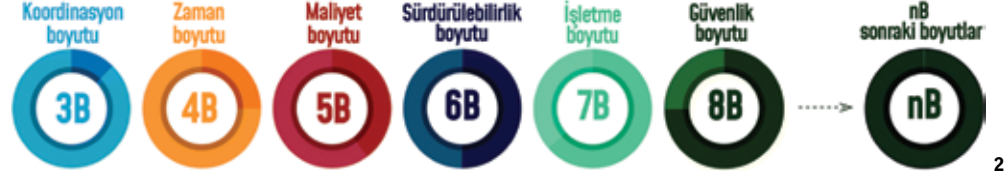
2. Uygulama Planları ve Süreç Diyagramları:

Uygulama planları, projeye katılan paydaşlara ait rol ve sorumlulukları, teslim edilmesi gereken proje belgeleri, bu belgelerin teslim tarihleri, geliştirilecek modellerin detay düzeyi ve kullanılan yazılımlara dair bilgileri gösteren projeye ait bir yol haritasıdır. Bu belge projede yer alan BIM kullanımlarını gösterir ve paydaşlar arası olası ihtilafları önlemesi açısından çok önemlidir. Bu kapsamda faydalanılmak üzere uluslararası

1



- 1 Grafik ve grafik olmayan bilgidен oluşan Yapı Bilgi Modeli.
2 Yapı Bilgi Modellemesinde farklı boyutlar (Kaynak: Gaetano, 2019)
3 Yapı Bilgi Modellemesi eğitim yaklaşımları.



2

uygulama planları bulunmaktadır (NBIMS, 2015; ISO19650-1/2vb).

Süreç diyagramları, uygulama planının belirli bir kısmında (Örneğin, erken tasarım evresi, enerji analizi veya tesis yönetimi için bilgi üretimi vb.) görev alan kişileri, süreçleri, bilgi girdi ve çıktılarını grafik olarak resmeder. Uygulama planının sonunda, onun bir parçası olarak yer verilir; BPMN (Business Process Model and Notation) iş süreci temsil yöntemi ve kütüphane elemanları ile oluşturulur.

3. Gelişim Seviyeleri:

Gelişim Seviyeleri (Level of Development / LOD) uygulama planlarında bir tablo olarak yer alır. Gelişim seviyesi, yapı bilgi modelini meydana getiren yapı elemanlarının içerdiği grafik veya grafik olmayan ve farklı disiplinlere ait bilginin farklı proje evrelerine göre detay düzeyini tanımlar; paydaşların mutabık olunan seviyenin altında veya üstünde model verisi üretiminin önüne geçer.

4. Ortak Veri Ortamı:

Birlikte çalışılabilirlik için önemli bir düzen sağlayan Ortak Veri Ortamı (Common Data Environment) projenin nerede saklanacağı, hangi sunucu yapısının kullanılacağı, paydaşların farklı evrelerde bilgiyi nasıl paylaşacağı, projeye ait dosya ve paydaş isimlendirilmelerinin nasıl yapılacağı gibi konuları ele alan protokol ve kurallar dizisidir. Bu sayede projenin üzerinde fikir birliği olan bir yapıda geliştirilmesi ve projeye sonradan dahil olanların da bu yapıyı takip etmesi mümkün olur. Ortak Veri Ortamı, yaygın olarak ISO 19650 standardı üzerinden gerçekleştirilir. Ortak veri ortamındaki veriye proje paydaşlarının saha veya farklı ofislerden erişim sağlayabilmesi için çevrimiçi yazılım platformları kullanılmaktadır. Merkezi verinin yerel kopyasıyla çalışılabilir, paydaşlar arası paralel proje yürütülebilmesi ve paydaşların pozisyonlarına göre yetkilendirilebilmesi gibi sebeplerle bu çevrimiçi ortamlar verimlilik sağlar.

5. BIM'in Çok Boyutluluğu:

Bu konu bilginin modelleme sonrası farklı bağlamlarda kullanımı ile ilişkilidir. Semantik olarak tanımlı bina elemanları ve bunlara atanan zengin bilgiyi içeren 3B



3

yapı bilgi modelinin en yüksek doğrulukta üretilmesi önemlidir ve sonraki işlemleri de kolaylaştırır. Bu bilgi modelini temel alan 3B koordinasyon, 4B zaman, 5B maliyet, 6B performans, 7B tesis yönetimi ve 8B güvenlik modelleri tasarım, proje yönetimi ve işletim süreçlerine katkıda bulunurlar (Resim 2). Yapı Bilgi Modeli'nin farklı bağlamlarda kullanımını konusuna modelden üretilen bina yaşam döngüsü, enerji, solar enerji, rüzgar, akustik, yangın, yaya hareketleri vb. analizler de dahil olmaktadır. Tasarım, yapım ve işletim ile ilgili kararlar, bu modeller üzerinden gerçek zamanlı test edilerek geliştirilir.

II. Yapı Bilgi Modellemesi Eğitim Yöntemleri

BIM eğitimleri yükseköğretim kurumları ve bazı özel kuruluşlar tarafından verilmektedir. Bu eğitimler kavramsal ve açık BIM (openBIM) konularının öne çıkartıldığı Süreç Odaklı, mesleki uygulamaları içeren Yazılım Odaklı ve her iki yaklaşımın birlikte öğretildiği Hibrit formatta verilebilmektedir (Resim 3). Bu eğitim yöntemlerine aşağıdaki başlıklarda değinilmektedir.

Yükseköğretim kurumlarındaki BIM eğitimleri

Örgün eğitim veren kurumlar olan yükseköğretim kurumlarında BIM eğitimleri ağırlıklı olarak inşaat proje süreçlerinde paydaşlık yapan mimarlık, inşaat mühendisliği, makine mühendisliği ve elektrik mühendisliği gibi bölümlerde gerçekleştirilmektedir. Bu eğitimler, bölümlerin kendi müfredatlarında lisans ve lisansüstü düzeylerde verilmektedir. Bunun yanı sıra aşağıda ayrı bir başlık olarak değinilecek olan birkaç farklı disiplinin beraber katılımıyla meydana gelen disiplinlerarası işbirlikçi BIM eğitimleri de mevcuttur.

Yapı Bilgi Modellemesi, bir inşaat laboratuvarı görevi üstlenerek,

eğitimde işlenen birçok konunun yaparak öğrenilmesi için bir ortam sunar. Mimarlık ve mühendislik eğitim müfredatlarında birçok konu sayısal modeller üzerinden pekiştirilebilmektedir. Örneğin, bir öğrenci, tasarladığı binayı, güneş, rüzgar ve enerji kullanımı açısından simülasyonlarla test ederek performansı ve sürdürülebilirliği ile ilgili bir öngörü elde edebilir; zaman/maliyet vb. parametreleri bir boyut olarak barındıran 4B/5B bilgi modelleri sayesinde bina iş süreçleri ve maliyetinin simülasyonu ile yapım öncesi olası sorunları farkedebilir; farklı disiplinlere ait BIM modelleri arasındaki olası çakışmaları hem grafik hem rapor tablolarıyla görüntüleyebilir.

Üniversitelerde BIM dersleri müfredatta kendi başlarına yazılım uygulamaları olarak veya müfredattaki mevcut derslerle bütünleştirilecek şekilde öğretilmektedir. Bu derslerin özellikle lisans eğitimi müfredatına yerleştirilme yöntemi, üzerinde tartışılan güncel bir konudur. İngiltere'de çeşitli üniversitelerin katılımıyla kurulan BIM Academic Forum (BAF, 2013) ile ağırlıklı olarak ABD üniversitelerinden oluşan Academic Interoperability Coalition (AiC, 2017) gibi oluşumlar, üniversitelerdeki BIM derslerinin içerikleri, akademik müfredat içine yerleşimleri, kurumlar arası işbirlikleri, iyi uygulamaların öne çıkarılması ve insan kaynaklarının paylaşımı üzerine odaklanmakta ve önerilerde bulunmaktadır. Aşağıdaki başlıklarda üniversitelerde lisans ve lisansüstü düzeyde verilen BIM eğitim yaklaşımları incelenmektedir.

Lisans düzeyinde BIM eğitimleri

Lisans düzeyindeki BIM eğitimleri için iki yaklaşım takip edilmektedir: Birinci yaklaşım Yapı Bilgi Modellemesi'ni daha önceki Bilgisayar Destekli Tasarım/Çizim (BDT) yazılımları ile aynı kapsamda gören ve yazılım öğretmeye odaklı eğitim yönelimleridir. İkinci yaklaşım ise Yapı

MULTİDİSİPLİNER BİLGİ VE EKİP ÇALIŞMASI BECERİLERİ

Diğer disiplinler hakkında bilgi sahibi



Kendi alanında uzmanlaşmış

4 İşbirlikçi projeler ve T Şekli Öğrenme (Kaynak: Holland vd., 2010).

5 Design Together Yarışması Jüri toplantısında bir ekibin sunumu.

6 Mimari ve Kentsel Enformatik yüksek lisans programı ders müfredatını gösteren tablo.

4

Bilgi Modellemesi'nden farklı derslerde konuların anlaşılması ve sanal model üzerinden pekiştirilmesi için müfredat ile bütünleştirilmesi üzerine kuruludur. Üçüncü madde olarak eklenen başlık birinci ve ikinci yaklaşımlarla birlikte kullanılan işbirlikçi atölyelerdir.

Birinci Yapı Bilgi Modellemesi eğitim yaklaşımı, yazılım öğretilen çoğu kez seçmeli olan BIM derslerini içerir. Bu derslerde, modelleme, performans analizleri, 3B koordinasyon, 4B/5B zaman ve maliyet modelleri gibi konularda başlangıç ve ileri seviyede yazılım konuları anlatılır. BIM'in ilk uygulamalarında takip edilen bu yöntem halen yaygın olarak birçok üniversitede kullanılmaktadır (Berwald, 2008, Denzer ve Hedges, 2008, Livingston, 2008). Bu eğitim yaklaşımında BIM dersleri, BDT derslerinde olduğu gibi müfredatın diğer dersleri ile bütünleştirilmeden bağımsız yürütülürler. Ancak öğrenciler Yapı Bilgi Modellemesi ile ilgili yukarıda anlatılan çalışma sistematigi ve iş yapım teknikleri üzerindeki etkisi hakkında yeterli bilgi sahibi olamazlar.

Lisans düzeyinde gerçekleştirilen ikinci yaklaşım Yapı Bilgi Modellemesi ile eğitim müfredatını bütünleştirmektir. Müfredat boyunca öğrenme (*cross-curricular learning*) adı da verilen, BIM'in farklı derslerin içeriklerine dahil edilerek gerçekleştirilen bu öğrenme biçimi, 3B ve semantik açıdan tanımlı bina elemanlarını kullanan bir sayısal bina modeli ile öğrenme sağlar. Yapı Bilgi Modellemesi'nden yapı ile ilgili derslerde malzeme, yapı fiziği ve taşıyıcı sistemlerle ilgili BIM anlaşılmasında faydalanılabilmekte ve proje yönetimi derslerinde BIM ile disiplinlerarası koordinasyon, zaman ve maliyet hesabı konularında

canlandırma ve görsel raporlama ile katkı elde edilebilmektedir. BIM ile oluşturulan modeller ayrıca çevre ve sürdürülebilirlik gibi derslerde binaların yaşam döngüsü değerlendirmeleri, enerji tüketimi ve performanslarını görme ve tasarım süreçlerinde dikkate alma imkanı sağlayabilmektedir (Ofloğlu, 2017). Proje atölyelerinde de tasarım, projelendirme ve görselleştirme aşamalarında BIM, parametrik modelleme imkanları ile farklı proje evrelerinde proje revizyonları yapmayı kolaylaşabilmekte ve 3B model ise hızlı bir şekilde 2B ortografik temsillerin üretiminde kullanılabilir. Önemli potansiyeline karşın BIM'i müfredatla bütünleştirme yaklaşımı, dahil edilecek derslerle ilgili titiz bir çalışmayı ve çok sayıda eğitimcinin katılımını gerektirdiği için birinci yaklaşıma göre uygulaması daha zordur. BIM'in müfredatla bütünleştirilmesi konusunda birçok çalışma mevcuttur (Azhar vd., 2010; Clevenger vd., 2010; Kocaturk ve Kiviniemi, 2013; Sacks ve Barak, 2010).

Yukarıda ifade edilen birinci ve ikinci Yapı Bilgi Modellemesi eğitim yaklaşımlarında faydalanılan ve onları destekleyen bir başka pedagojik strateji işbirlikçi atölyelerdir. Yapılan çeşitli çalışmalarda BIM'in özellikle disiplinlerarası öğrenme (*cross-disciplinary learning*) üzerine önemli imkanlar sağladığı görülmektedir (Kovacic ve Filzmoser, 2014, Solnosky vd., 2014, Ghosh vd., 2015). Bu kapsamda disiplinlerarası işbirlikçi proje atölyeleri lisans ve yüksek lisans eğitimlerinin bir parçası olarak veya müfredat dışı eğitim ortamlarında uygulanmaktadır. BIM, birlikte çalışmanın gerçekleştiği ortak veri ortamı olarak kolaylaştırıcı rol oynamaktadır.

İşbirlikçi proje atölyeleri aynı disiplinden olan kişiler veya farklı disiplinlerarası paydaşlar tarafından gerçekleştirilebilmektedir. Disiplinlerarası işbirliği yöntemi, öğrencilerin mezun olduklarında karşılaştıkları mesleki deneyimi üniversite ortamında sağlaması, farklı disiplinlerden kişilerin birbirlerinin öncelik ve bakış açılarını anlamasına imkan vermesi açısından tercih edilebilmektedir. Tüm sektörlerde, kendi uzmanlık alanı dışında birlikte çalıştığı ve işbirliği yaptığı kişilerin alanlarında genel bilgi sahibi olması gereken profesyonellere ihtiyaç giderek artmaktadır (Hansen ve Oetinger, 2001; Buxton, 2009). T-şekli olarak da tanımlanan (Kelley, 2005) bu profesyoneller kendi alanlarında derinlemesine bilgi sahibiyken diğer alanlarda da genel olarak bilgi sahibi ve öğrenmeye açıktır (Resim 4).

BIM destekli disiplinlerarası proje atölyelerinin öncülerinden biri, ABD'de Pennsylvania State Üniversitesi'nde düzenlenmiştir (Holland vd., 2010). Seçmeli bir lisans dersi bünyesinde yer alan bu çalışma, mimarlık, peyzaj mimarlığı, inşaat mühendisliği, makine mühendisliği ve proje yönetimi bölümleri öğrencilerinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Bu derste öğrenciler BIM ortamında koordineli bir işbirliği yaparak paydaş disiplinlerden kişilerle birlikte çalışma tecrübesi edinmişlerdir. Yükseköğretim kurumlarında bu tip profesyonelleri yetiştirmeye yönelik disiplinlerarası birlikte çalışmayı teşvik eden birçok başka örnek de bulunmaktadır (Bardecki, 2015; Oskam, 2009; Karjalainen ve Salimaki, 2009; Holley, 2009).

Türkiye'de yapı disiplinlerinden öğrenciler için yukarıdaki işbirlikçi eğitim ortamlarına en yakın ve başarılı işbirliği deneyimi "Design Together" adlı yarışma çerçevesinde gerçekleştirilmektedir. Bu yarışma İstanbul Teknik Üniversitesi Mühendisliğe Hazırlık Kulübü tarafından, yazılım ve inşaat sektöründen firmaların katkılarıyla Türkiye'nin tüm üniversitelerinden mimarlık ve mühendislik öğrencilerinin BIM konusundaki farkındalık ve bilgilerini artırmak amacıyla düzenlenmektedir. Yarışmada ekipler, farklı disiplinlerden (Mimarlık, İnşaat Mühendisliği, Makine Mühendisliği vb.) oluşmakta, BIM yazılımlarını kullanarak bir uygulama planı çerçevesinde verilen proje konusunda mimari, strüktürel, tesisat modelleri, sürdürülebilirlik analizleri, modeller arası çakışma kontrolleri ile



4B modeller üretmektedirler. Bu tür yarışmalar BIM konusunda farkındalığı artırmakta ve okulların BIM eğitimlerini müfredatlarına dahil etmelerini teşvik etmektedir.

Lisansüstü BIM eğitimleri

Yapı Bilgi Modellemesi alanında uzmanlık kazandırmaya yönelik lisansüstü programlar da bulunmaktadır. Bu programlar BIM ile ilgili farklı konularda eğitimler vererek öğrencileri donanımlı hale getirilmeye çalışmaktadır. Lisans programlarındaki ders sayısı ve yoğunluğu ile ilgili zorluklar lisansüstü ders programlarında daha az yaşanmaktadır.

Lisansüstü Yapı Bilgi Modellemesi uzmanlık programları çoğu kez yüksek lisans düzeyinde ve kısa sürelidir; tezli veya tezsiz seçenekleri bulunmaktadır. Bu tip programların örnekleri başta İngiltere olmak üzere diğer bazı Avrupa üniversitelerinde son yıllarda yaygınlaşmıştır¹. Bu yüksek lisans programlarının müfredatlarında Yapı Bilgi Modellemesi kuramı, birlikte çalışabilirlik, tümleşik proje teslimi ve BIM destekli sürdürülebilirlik ve kodlama ile ilgili dersler yer almaktadır.

Türkiye’de Yapı Bilgi Modellemesi ile ilgili konularda İstanbul Teknik Üniversitesi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi ve Yıldız Teknik Üniversitesi gibi kurumlarda yüksek lisans seviyesinde seçmeli BIM dersleri bulunsa da bu alanda sadece Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi (MSGSÜ), Enformatik Bölümü’nde yer alan Mimari ve Kentsel Enformatik yüksek lisans programı BIM konusunda uzmanlık eğitimi vermektedir.

Mimari ve Kentsel Enformatik tezli yüksek lisans programı iki temel

1. Yarıyıl Güz Dönemi		2. Yarıyıl Bahar Dönemi	
MKE561	Nesne tabanlı programlama	MKE500	Yüksek lisans semineri
MKE565	Tasarım, yapı ve kent odaklı veri analizi	MKE570	Yüksek lisans araştırma konuları
MKE571	Mikro ve makro mekanlarda veri yönetimi	MKE572	Mimari ve kentsel enformatik uygulamaları
MKE573	Bilimsel nedensellik ve yazım	MKE566	Tasarım, yapı ve kent odaklı yapay zeka
		MKE542	Tümleşik proje yönetimi
MKE505	Yapı bilgi modellemesi	MKE580	Tesis yönetimi ve sürdürülebilirlik
		MKE574	Mekansal analiz
MKE501	Coğrafi bilgi sistemleri	MKE576	3b ve web tabanlı sayısal kent modelleme
3. Yarıyıl Güz Dönemi		4. Yarıyıl Bahar Dönemi	
MKE599	Tez/eser çalışması	MKE599	Tez/eser çalışması

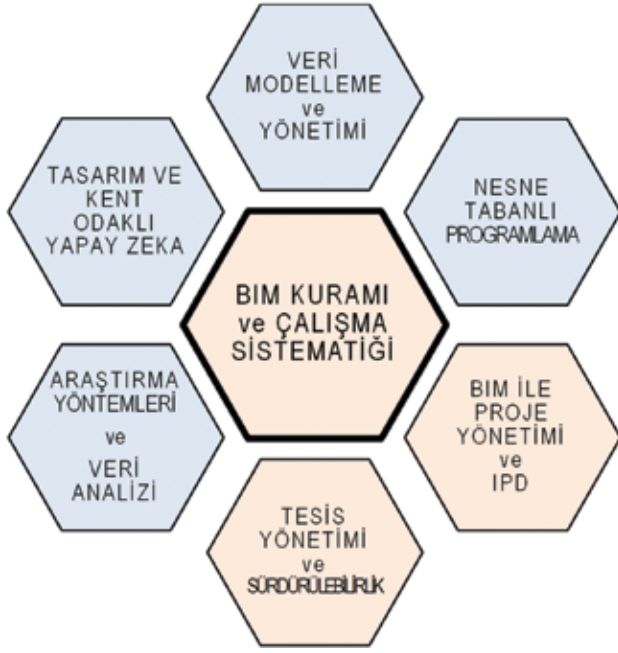
odaklanma etrafında şekillendirilmiştir: Yapı Bilgi Yönetimi (Mikro Ölçek) ve Kent Bilgi Yönetimi (Makro Ölçek). Program, öğrencilerin bu odaklanmalardan birinde yetkinlik kazanması, diğerinde ise donanımlı hale gelmesini hedeflemektedir. Bu odaklanmalardan Yapı Bilgi Yönetimi “bir binaya ait ihtiyacın belirlenmesi ve ön tasarım sürecinden başlayarak binanın yıkımına kadar olan tüm yaşam döngüsü boyunca gerçekleşecek süreçlerce gereken bilgiyi toplama, saklama ve bilgi yönetimi faaliyetleri bütünü” ifadesi ile tanımlanabilir. Bu odaklanma Yapı Bilgi Modellemesi çalışma sistematüğünü kullanarak mikro (bina) ölçekte; veri ve bilgi yönetimi ile bina bilgi modelleme, akıllı bina teknolojileri, binalarda enerji verimliliği, sürdürülebilir binalar ve tesis yönetimi konularında araştırma, uygulama ve geliştirme çalışmalarını içermektedir.

Programda Yapı Bilgi Modellemesi konusunda çalışmak isteyen öğrenciler

BIM ile ilgili temel kuramsal bilgiler ile çalışma sistematüğünün anlatıldığı Yapı Bilgi Modellemesi zorunlu dersini ve buna bağlı Tümleşik Proje Yönetimi ile Tesis Yönetimi ve Sürdürülebilirlik seçmeli derslerini alır. Öğrenciler, Kent ve Yapı Bilgi Yönetimi odaklanmasının her ikisinde de ayrıca kodlama, veri yönetimi, yapay zeka ve araştırma/yazım odaklı zorunlu dersleri almak zorundadır. Derslerde başarılı olan ve tez çalışmasını tamamlayan öğrenciler mezun olurlar. Mimari ve Kentsel Enformatik yüksek lisans programına ait ders müfredatı (Resim 6) ve çalışma konularını özetleyen petek diyagram (Resim 7) aşağıda yer almaktadır.

Özel kuruluşlardaki BIM eğitimleri

Yukarıda anlatıldığı gibi bazı yükseköğretim kurumları BIM ile ilgili olarak lisans ve lisansüstü eğitimleri vermektedir. Ancak zaman zaman üniversite bölümleri müfredatları ve sektörün beklentileri arasında farklılıklar bulunabilmektedir (Becerik-Gerber vd.,



7 Mimari ve Kentsel Enformatik yüksek lisans programı ders grupları.

tutması da önemlidir. Bu gelişmeleri genel anlamda üç kapsamda incelemek mümkündür. Bunlar; yazılım temelli gelişmeler, ortak veri ortamı standartlarındaki değişiklikler ve kamunun gelecekteki BIM ile ilgili vizyonu ve yerel uygulama stratejileri olarak özetlenebilir.

Yazılım temelli gelişmelere bakıldığında BIM'in kodlama, üretken tasarım ve yapay zeka gibi konularla giderek daha fazla bütünleştiği gözlemlenmektedir. Bu gelişme BIM süreçlerinde yapılabileceklerle ilgili çalışma ufkunu sürekli genişletmektedir. Öğretim görevlilerinin bu konulardaki gelişmeleri takip ederek müfredatlarına yansıtılmaları mezunlarının rekabetçi olabilmeleri için gereklidir.

Yapı Bilgi Modellemesi standartları konusunda son zamanlarda önemli bir gelişme yaşandı; BIM ile ilgili işbirlikçi bilgi yönetimini yürütmek için kullanılan bir İngiliz standardı olan BS 1192 standardı yerine yakın bir zamanda uluslararası ISO 19650 standardı yürürlüğe girdi. İki belge arasında ana konu ve prensiplerde farklılıklar olmasa da kullanılan terminolojide bazı değişiklikler oldu. Bu tür uluslararası gelişmeler hakkında bilgi sahibi olmak ve müfredatta BIM ilgili güncel terimlere ve yaklaşımlara yer vermek doğru olacaktır.

Üçüncü olarak Yapı Bilgi Modellemesi konusunda öne çıkan ve ulusal politikaları olan ülkelerde, belirlenmiş olan vizyonun bireysel ve kurumsal anlamda beklenen yeterlilik düzeyi üzerinde etkisinin önemli olduğu gözlemlenmektedir. Bu yeterlilik düzeyleri genellikle yukarıda ismi geçen standartlar çerçevesinde şekillenmektedir. Türkiye'de de gelecekte BIM ile ilgili belirlenebilecek vizyon ve yerel yaklaşımlara göre eğitim kurumlarının nitelikli mezunlar yetiştirme adına hazır olmaları gereklidir.

■ Salih Ofluoğlu, Prof.Dr., Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Enformatik Bölümü.

Kaynaklar:

- AiC- Academic Interoperability Coalition, The BIM Body of Knowledge (BOK): A Delphi Study, 2017: [http://www.aicbimed.org/files/2019-10-02_16_38_12_aic_bim_bok_-_final_07062017.pdf] Son Erişim 13.10.2020.
- Azhar, S., Sattineni, A. ve Hein, M., "BIM undergraduate cap Stone thesis: Student perceptions and lessons learned", 46th Associated Schools of Construction Annual International Conference Proceedings, 2010.
- Bardecki, M., "Developing and Managing Integrated [Interdisciplinary / Transdisciplinary] Graduate Programs in Environmental Science and Management in a Collaborative Context", Integrative Approaches to

2011). BIM ile ilgili olarak sektörün taleplerine göre biçimlendirilen, kısa süreli ve uygulama ağırlıklı eğitimler de mevcuttur. Bu çerçevedeki eğitimler veya sertifikalı kurslar, meslek odaları, bazı dernekler, özel kurslar ve bazı üniversiteler tarafından yürütülmektedir.

Türkiye'de Mimarlar Odası, Makine Mühendisleri Odası ve İnşaat Mühendisleri Odası gibi meslek odaları, Autodesk Revit, Graphisoft ArchiCAD ve Nemetschek Allplan gibi yazılımlar üzerinden modelleme odaklı eğitimler vermektedirler. Bu eğitimlerde çoğu kez yukarıda anlatılan BIM çalışma sistematiği konularına yeterli düzeyde değinilmemektedir.

Bu meslek odaları dışında Türkiye'de bazı üniversiteler ve özel eğitim kurumları, kısa süreli BIM uzmanlığı sertifika eğitimleri vermektedir. Bu eğitimlerde sektör profesyonelleri de yer aldığı, kurumsal ve yazılım uygulamalarını birlikte içeren hibrit eğitim modellerine yer verilmektedir. Çeşitli araştırmalar, eğitimlerde sektör profesyonellerinin bulunmasını ve gerçek vakaların tartışılmasını etkili bir öğrenme yöntemi olarak değerlendirmektedir (Li vd., 2013; Russell vd., 2014; Shenton vd., 2014; Wu ve Issa, 2014).

Yukarıda bahsedilen eğitim yaklaşımları dışında, dünyada belirli ülkelerdeki buildingSMART temsilcilikleri ile İngiltere'nin belirlediği BIM yeterlilik seviyesi olan Level 2'ye yönelik eğitim veren kuruluşlar, uluslararası

tanınırlığı olan BIM eğitim programları sunmaktadır. BIM'in IFC veri standardı üzerinden hayata geçmesine katkısı, yazılım ve inşaat şirketlerinin bu ortak veri formatı çerçevesinde bir araya getirilmesini sağlaması açısından buildingSMART önemli bir konuma sahiptir. Bu kurum herhangi bir yazılım platformunu öne çıkarmadan, IFC dosya formatı üzerinden uygulamalar arası veri paylaşımını açık BIM (openBIM) adı verilen bir yaklaşımla gerçekleştirmeyi desteklemektedir. Hem buildingSMART, hem de Level 2 eğitimleri veren kuruluşlar ISO 19650 standardı çerçevesinde BIM ile ilgili terminoloji ve çalışma sistematiğine odaklanan birkaç günlük kurumsal eğitimler vermektedir. buildingSMART'ın Foundation veya Basic adı verilen eğitimi, öğrenme çıktıları (*Learning Outcomes*) tanımlamakta; bu çıktıları karşılayacak, yerel uygulamalarla da zenginleştirilmiş bilgi tabanlı bir eğitim materyali sağlamakta (*book of knowledge*) ve eğitim sonunda katılımcıların yetkinliğini çevrimiçi bir sınav ile sınamaktadır. buildingSMART ayrıca ileride inşaat sürecindeki farklı paydaşların uzmanlıklarına göre uygulamalı eğitimleri de eğitim seçenekleri arasına dahil etmeyi planlamaktadır (buildingSmart, 2020).

III. Sonuç

Bu makalede Yapı Bilgi Modellemesi'nin önemi ve eğitiminde uygulanan genel yaklaşımlar ele alındı. BIM konusunda belirli bir müfredat ve eğitim yaklaşımını tercih eden kurumların çeşitli gelişmeleri dikkate alarak bu oluşumlarını güncel

Sustainable Development at University Level: World Sustainability Series, ed.: W.L. Filho, L. Brandl, 2015.

Becerik-Gerber, B., Gerber, D.J. ve Ku, K., "The pace of technological innovation in architecture, engineering, and construction education: integrating recent trends into the curricula", *Journal of Information Technology in Construction*, 16, 2011, s. 411-432.

Berwald, S., "From CAD to BIM: The Experience of Architectural Education with Building Information Modeling", *Architectural Engineering Conference (AEI) 2008*, ed.: M. Ettouney, AEI 2008, Denver, ASCE, 2008.

BD, Business Dictionary, "What is enabling technology? Definition and meaning", 2016: [http://www.businessdictionary.com/definition/enabling-technology.html#ixzz21rYdBSg3] Son erişim 14.10.2020.

BAF - BIM Academic Forum, "Embedding Building Information Modelling (BIM) within the taught curriculum", UK.i, O. Kuznetsova, A.M. Finisterra do Paço, Springer, 2013. buildingSmart, buildingSmart Professional Certification, 2020: [https://education.buildingsmart.org/structure] Son Erişim: 14.10.2020.

Bosurgi, G., Celauro, C., Pellegrino, O., Rustica, N. ve Guiseppe, S., "The BIM (Building Information Modeling)-based Approach for Road Pavement Maintenance", *International Symposium on Asphalt Pavement & Environment ISAP APE 2019: Proceedings of the 5th International Symposium on Asphalt Pavements & Environment (APE)*, 2019, s. 480-490.

Buxton, Bill, "Innovation Calls for I-Shaped People", *Business Week*, Insight Section, 13 Temmuz 2009.

Clevenger, C.M., Glick, S. ve del Puerto, C.L., "Interoperable Learning Leveraging Building Information Modeling (BIM) in Construction Education", *International Journal of Construction Education and Research*, 8, 2012, s. 101-118.

Denzer, A. ve Hedges, K., "From CAD to BIM: Educational Strategies for the Coming Paradigm Shift", *AEI*, 2008.

Dossick, C., Leicht, R. ve Neff, G., "Understanding How Virtual prototypes and Workspaces Support Interdisciplinary learning in Architectural, Engineering and Construction Education", *Engineering Project Organizations Conference*, Rheden, Hollanda, 2012.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. ve Liston, K., *BIM Handbook: A guide book to Building Information Modelling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*, Wiley, New Jersey, 2008.

Ghosh, A., Parrish, K. ve Chasey, A.D., "Implementing a Vertically Integrated BIM Curriculum in an Undergraduate Construction Management Program", *International Journal of Construction Education and Research*, 11, 2015, s. 1-19.

Hansen, M.T. ve Oetinger, B. V., "Introducing T-shaped managers; knowledge management's next generation", *Harvard Business Review*, Mart, 2001.

Holland, R., Messner, J., Poerschke, U., Pihlak, M., Building Information Modeling (BIM): Creating an Interdisciplinary BIM Design Studio Final Report, Pennsylvania State University, 2010.

Holley K.A.E., *Understanding interdisciplinary challenges and opportunities in higher education*, ASHE Higher Education Report 35(2), Jossey Bass, San Francisco, s. 131, 2009.

ISO 19650-1/2, BSI - The British Standards Institution, 2019.

Karjalainen T. M., Koria, M. ve Salimäki, M., "Educating T-shaped Design", *Business and Engineering Professionals Proceedings of the 19th CIRP Design Conference, Competitive Design*, Cranfield University, 30-31 Mart 2009.

Kocaturk, T. ve Kiviniemi, A., "Challenges of Integrating BIM in Architectural Education", *Proceedings of the 31st eCAADe Conference - Volume 2*, Faculty of Architecture, Delft University of

Technology, Delft, Hollanda, 2013.

Kovacic, I. ve Filzmoser, M., "Designing and evaluation procedures for interdisciplinary building information modelling use-an explorative study", *Engineering Project Organization Journal*, 5, 2014, s. 14-21.

Ku, K. ve Taiebat, M., "BIM Experiences and Expectations: The Constructors' Perspective", *International Journal of Construction Education and Research*, 7, 2011, s. 175-197.

Li, Y., Li, G. ve Wu, S., "Design and Practice of the Sand Table Simulation in Construction Project Management Teaching Based on BIM", *ICCREM 2013*, ed.: Wang, Y., Lennerts, K., Shen, G.Q.P., Bai, Y., Xue, X., Chengshuang Sun, Gao, Z.J., Wu, Y. ve Xue, W., ASCE, Karlsruhe.

Livingston, C., "From CAD to BIM: Constructing Opportunities in Architectural Education", *AEI 2008*, ed.: Ettouney, M., ASCE, Denver.

NBIMS, National BIM Standard-United States® (NBIMS-US™) Version 3, National Institute of Building Sciences, 2015: [https://www.nationalbimstandard.org] Son Erişim: 14.10.2020.

Ofluoğlu, S., "BIM-enabled Sustainable Architectural Design Education", *A+Arch Design International Journal of Architecture and Design*, cilt 3, sayı 1, 2017.

OGC-UK Office of Government Commerce, *Common Causes of Project Failures*, OGC Best Practice, Londra, 2005.

Oskam, I.F., "T-shaped engineers for interdisciplinary innovation: An attractive perspective for young people as well as a must for innovative organizations", SEFI (European Society of Engineering Education) Annual Conference, 2009.

Russell, D., Cho, Y. ve Cylwik, E., "Learning Opportunities and Career Implications of Experience with BIM/VDC", *ASCE Practice Periodical on Structural Design and Construction*, 19(1), 2014, s. 111-121.

Sacks, R. ve Barak, R., "Teaching Building Information Modeling as an Integral Part of Freshman Year Civil Engineering Education", *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 136, 2010, s. 30-38.

Sacks, R. ve Pikas, E., "Building Information Modeling Education for Construction Engineering and Management I: Industry Requirements, State of the Art, and Gap Analysis", *Journal of Construction Engineering and Management*, 139, 2013.

Shenton, I., H., Conte, P. ve Bonzella, J., "A First Course in BIM for Civil Engineering Majors", *Structures Congress 2014*, ed.: Bell, G.R., Card, M.A., ASCE, Boston.

Solnosky, R., Parfitt, M. ve Holland, R., "Delivery methods for a multi-disciplinary architectural engineering capstone design course", *Architectural Engineering and Design Management*, 1-20, (2014a).

Wu, W. ve Issa, R., "BIM Education and Recruiting: Survey-Based Comparative Analysis of Issues, Perceptions, and Collaboration Opportunities", *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 2014, s. 140.

Not:
1 University of Salford "BIM and Digital Environments" yüksek lisans program: [https://www.salford.ac.uk/courses/postgraduate/bim-and-digital-built-environments] Son Erişim: 26.10.2020.
University of Liverpool, "Building Information Modeling" yüksek lisans program: [https://www.liverpool.ac.uk/study/postgraduate-taught/taught/bim-msc/overview] Son Erişim: 26.10.2020.
Ayrıca bkz.: Universitat de Barcelona, "BIM and Integrated Design" yüksek lisans program: [https://www.ub.edu/web/ub/en/estudis/oferta_formativa/masters_propis/fitxa/B/201911897/index.html] Son Erişim: 26.10.2020.

Bimfili Soruyor: Yapı Sektörünün Gözünden BIM Deneyimleri

Aliye Göçer ■ Yapı Bilgi Modelleme (BIM) kavramının, ülkemizde farklı ölçekte ve çeşitli mesleki yapıda olan firmalar tarafından projelendirme, uygulama ve işletme süreçlerinde kullanımı, gelişen teknoloji ve değişen proje üretim yöntemleri ile birlikte yaygınlaşmaya başladı. Başarıyla yürütülen projelerin arkasında, BIM süreçlerine adapte olabilen ve bu dönüşümü firma kültürü haline getirebilen ekipler var. Sektörde edinilen bu tecrübeleri sosyal farkındalık platformu Bimfili olarak, bugüne kadar birçok konferans, seminer, canlı yayın organizasyonları ve mini belgeler ile aktardık ve *Arredamento*'nun bu sayıdaki Tema'sı kapsamında, farklı mesleki pratiklerden içinden BIM'i deneyimleyen konuklarımızla gerçekleştirdiğimiz bu söyleşiyi paylaşımaya devam ediyoruz. Sorularımızı Emay Uluslararası Mühendislik ve Müşavirlik'ten Uğur Çelik, BIM Akademi'den Hatem Özdemir, Su-Yapı Mühendislik ve Müşavirlik'ten Gökmen Becerik, FREA'dan Fatih Yavuz ve Emre Şavural yanıtladı.*

BIM'e geçiş, disiplin isteyen ve karar gerektiren bir süreç. Birçok firmada doğru olmayan strateji ve yöntemler ile bu süreç olumsuz sonuçlanırken, bazı firmalarda oldukça başarıyla hayata geçirilebiliyor. Sizlerin bu bağlamda BIM'e geçiş deneyiminizi merak ediyoruz. Firmanızda çalışmalarınıza BIM'in dahil edilmesi, kimin fikriydi, nasıl başladı?

Uğur Çelik: BIM'e geçiş sürecinde bizim temel bakış açımız değişim ve dönüşümden korkmamak oldu. Yıllar içinde farklı uzmanlık alanlarında edindiğimiz tecrübeler ve karşı karşıya kaldığımız zorluklar sonucunda BIM fikrini olgunlaştırdık. Bu tecrübeler ışığında ilk olarak sahip olduğumuz tüm verileri BIM süreçlerine uygun ortamına taşıma konusuna odaklandık ve hızla verileri aktif hale getirdik. Devamında ise ülkemizin farklı şehirlerinde devam eden müşavirlik işlerimizde saha verilerini tek bir merkezde toplamak ve bu verilerden projenin yönetimine katkı sağlayacak analizler elde etmek için süreçlerimizi dijitalleştirmeye yönelik şirket içi yazılım geliştirdik ve aktif olarak tüm