

Türkiye'deki İnşaat Mühendisliği Bölümlerinin Lisans Programlarında Açılması Planlanan Yapı Bilgi Modelleme (BIM) Derslerinin İçeriklerinin Belirlenmesi

Doç. Dr. Beliz ÖZORHON
Arş. Gör. Semih ÇAĞLAYAN



Türkiye’deki İnşaat Mühendisliği Bölümlerinin Lisans Programlarında Açılması Planlanan Yapı Bilgi Modelleme (BIM) Derslerinin İçeriklerinin Belirlenmesi

Beliz Özorhon, Semih Çağlayan

Boğaziçi Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü
Bebek 34342 İstanbul

Tel: (0212) 359 64 25, (0212) 359 44 73

E-Posta: beliz.ozorhon@boun.edu.tr, semih.caglayan@boun.edu.tr

Öz

Yapı Bilgi Modelleme/Building Information Modeling (BIM) mimari, mühendislik ve yapım sektörlerinde son dönemlerde meydana gelen en önemli gelişmelerden birisidir. Başta sadece bir kavram olarak ortaya çıkan BIM, bilişim teknolojilerindeki ilerlemeler ve ticari yazılımların geliştirilmesi ile birlikte inşaat sektörü üzerindeki etkisini iyice arttırmıştır. Günümüzde inşaat projelerinin büyük bir kısmında BIM yaklaşımını temel alan ticari yazılımların kullanılması işverenler tarafından şart koşulmaktadır. İnşaat sektörünün işleyişi üzerinde köklü değişikliklere yol açan BIM akademik hayatta da büyük ilgi görmektedir. BIM yaklaşımı üzerine pek çok akademik çalışma yapılmakta ve üniversitelerin lisans/lisansüstü programlarında BIM kavramını ele alan dersler verilmektedir. Bu çalışmanın amacı ülkemizdeki devlet üniversitelerinin inşaat mühendisliği bölümlerinde BIM’in ne ölçüde öğretildiğinin incelenmesi ve lisans programlarında açılacak olan BIM derslerinin içeriklerinin belirlenmesidir. Bu doğrultuda, öncelikle ülkemizdeki devlet üniversitelerinin inşaat mühendisliği bölümlerinin lisans/lisansüstü programları incelenmiş ve BIM derslerine ne oranda yer verildiği anlaşılmıştır. Sonrasında, lisans seviyesinde öğretilmesi planlanan bir BIM dersinin içeriğinde nelerin olması gerektiği (ders müfredatında olması gerekenler, ders kapsamında öğretilmesi gereken BIM yazılımları ve öğrenme çıktıları) bir uzman grubun görüşleri alınarak belirlenmiştir. Uzman grubun içerisinde BIM’le ilgili çalışmalar yürüten akademisyenler ve BIM üzerine deneyimi olan profesyoneller yer almaktadır. Bu çalışmanın ülkemizdeki BIM farkındalığını artırması, üniversite eğitiminde BIM’i teşvik etmesi ve önümüzdeki senelerde lisans programlarında BIM derslerine yer vermek isteyen inşaat mühendisliği bölümlerine yol göstermesi beklenmektedir.

Anahtar sözcükler: Yapı Bilgi Modelleme (BIM), BIM eğitimi, Ders müfredatları, BIM ders içeriği, İnşaat mühendisliği.

Giriş

Yapı Bilgi Modelleme (BIM) mimari, mühendislik ve yapım sektörlerindeki en umut verici gelişmelerden birisi olarak algılanmaktadır. BIM literatürde birçok şekilde tanımlanmıştır. Sinclair (2014) BIM’i şu şekilde tanımlamaktadır:

“BIM bir binanın yapımı ile ilgili veriler içeren tipik bir üç-boyutlu model içerisinde bilgilerin oluşturulması ve yönetilmesi sürecidir. Azami ölçüde faydalandığı takdirde BIM tasarım sürecinde, yapım aşamasında ve tamamlanan projenin bakım ve onarımında kullanılabilir bir araçtır.”

BIM, inşaat sektöründe paydaşların üretkenliklerini arttıran ve binaların teslim süreçlerini kolaylaştıran yeni-nesil bir çözüm olarak algılanmaktadır (Qian, 2012). Çok-boyutluluk (3D, 4D zaman, 5D maliyet ve nD diğerleri) ve bilgi entegrasyon teknolojileri ile BIM tüm paydaşlarının (örneğin devlet daireleri, mal sahipleri, yapım müdürleri, tasarımcılar, vs.) modellerdeki bilgileri projenin tüm yaşam döngüsü boyunca kullanmalarını sağlar (Li ve diğerleri, 2014).

İnşaat sektörü, BIM araçları ve yöntemlerinin yardımıyla daha fazla işbirliğinin yer aldığı çalışma biçimine doğru kaymaktadır. Fakat bazı çalışmalar yükseköğretim ve profesyonel eğitimin geride kaldığına işaret etmektedir (Becerik-Gerber ve diğerleri, 2011). BIM eğitimi, BIM öğrenme eğrisini hızlandıran bir çözüm olarak algılanmaktadır. Böylece, firmalar için halihazırda BIM uzmanı olarak mezun olacak öğrenciler yetiştireceği düşünülmektedir (McGraw-Hill, 2008).

BIM, öğrencilerin ders içeriklerini anlayabilmeleri için çeşitli dersler altında öğretilmektedir. BIM'in giriş, orta ve ileri olmak üzere üçtane uzmanlık seviyesi bulunmaktadır. Derslerin planlaması bu seviyelere uygun olarak yapılmalıdır. Giriş seviyesindeki dersler bir BIM modelleyicisi veya BIM yardımcısı yetiştirmeye yönelik tasarlanmalı iken orta ve ileri seviye dersleri bir BIM analisti veya BIM müdürü yetiştirmeye yönelik planlanmalıdır (Barison ve Santos, 2011).

Eğitimciler BIM ders müfredatını geliştirmeye ve bunları eğitimsel stratejilerle test etmeye odaklanırken sektör profesyonelleri daha çok insan kaynakları ve organizasyonel gelişim ile ilgili sorunların üstesinden gelmeye çalışmışlardır. Profesyoneller aşağıdaki noktalara odaklanmışlardır ((Joseph, 2011):

- Lazım olan BIM kabiliyetini anlama,
- Bu kabiliyete sahip personeli bulma ve
- Bu personeli mevcut sistem içerisine düzgün bir şekilde yerleştirme.

Literatürde yapılan bazı çalışmalar sektörün talepleri ile yükseköğretimin sundukları arasında farkların olduğunu göstermiştir (Smallwood, 2002; Chileshe ve Haupt, 2007). Sektör ile akademi arasında yapılan işbirliği sayesinde bu farkların azaltılması mümkündür. Böyle bir girişim ile inşaat mühendisliği mezunlarının sektörün ihtiyaçları göz önüne alındığında profesyonel yaşamlarına daha hazır bir şekilde başlamaları sağlanabilir (Lee ve diğerleri, 2011).

Bu çalışmanın amacı Türkiye'deki inşaat mühendisliği bölümlerinin lisans programlarında açılması düşünülen BIM derslerinin içeriğinin nasıl olması gerektiğinin belirlenmesidir. Bu doğrultuda, öncelikle ülkemizde BIM derslerine ne derece önem verildiğini görmek için devlet üniversitelerinin inşaat mühendisliği bölümlerinde açılan dersler (lisans/lisansüstü) incelenmiştir. Sonrasında 5 kişiden oluşan bir uzman grup (3 akademisyen ve 2 profesyonel) ile lisans seviyesinde açılması planlanan bir BIM dersinin içeriğinde nelerin olması gerektiği ile ilgili bir anket çalışması yapılmıştır.

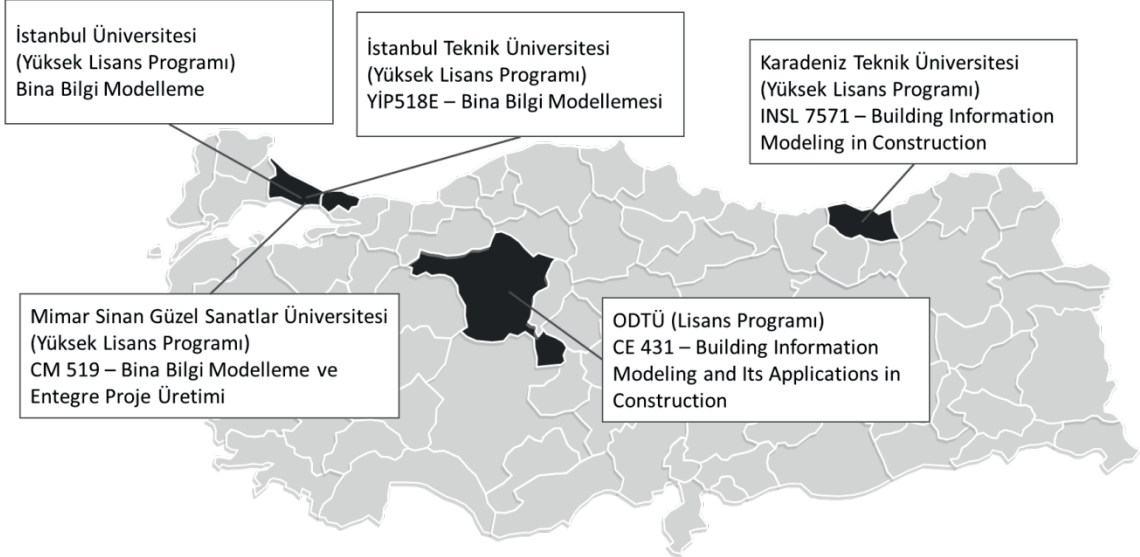
Literatür Taraması

Literatürde BIM eğitimi üzerine yapılmış bazı çalışmalar bulunmaktadır. Macdonald (2012) mimari, mühendislik ve yapım disiplinlerinde eğitim almakta olan öğrencilerin işbirlikçi BIM eğitimlerini geliştirmek üzerine bir çalışma yapmıştır. McLernon ve diğerleri (2015) BIM ders müfredatının tasarlanması üzerine odaklanmıştır. Ders müfredatlarının uygulamaya olan uygunluğu proje paydaşları ile yapılan bir anket çalışması ile belirlenmiştir. Barison ve Santos (2012) BIM'in ders müfredatlarında yer alması için teorik bir model geliştirmiştir. Lee ve diğerleri (2011) sektördeki eğilimleri analiz ederek yapım yönetimi eğitiminin lisans müfredatını geliştirmeyi amaçlamıştır. Wu ve Raja (2014) bir anket çalışması yaparak üniversiteler ve sektörün BIM beklentilerini ve işbirliği fırsatlarını analiz etmiştir. Sharag-Eldin ve Nawari (2010) öğrencilere BIM aracılığıyla bütünleştirici eğitimsel hedeflerin elde edileceği bir yöntem geliştirmiştir. Barison ve Santos (2010) BIM öğretim stratejileri üzerine bir çalışma yapmıştır. BIM'in dünyanın çeşitli yerlerindeki üniversitelerde nasıl öğretildiğini incelemiştir. Dossick ve diğerleri (2014) Yapım Mühendisliği ve Yönetimi lisansüstü programlarını inceleyerek BIM'in müfredata nasıl dahil edilebileceği üzerine bir çalışma yapmıştır.

Bu çalışmanın amacı ülkemizdeki devlet üniversitelerinin inşaat mühendisliği bölümlerinde BIM eğitime ne derece yer verildiğinin incelenmesi ve lisans seviyesinde açılması planlanan bir BIM dersinin içeriğinin nasıl olması gerektiğinin belirlenmesidir. Bu doğrultuda, devlet üniversitelerinin resmi internet sayfaları baz alınarak lisans/lisansüstü inşaat mühendisliği programları incelenmiş ve mevcut bir BIM dersinin öğretilip öğretilmediği araştırılmıştır. Sonrasında, bir uzman grup ile anket çalışması yapılarak lisans seviyesinde açılması planlanan bir BIM dersi kapsamında hangi başlıklara yer verilmesi gerektiği, hangi BIM yazılımlarının öğretilmesinin faydalı olacağı ve ders çıktılarının neler olması gerektiği belirlenmiştir.

Araştırma Yöntemi

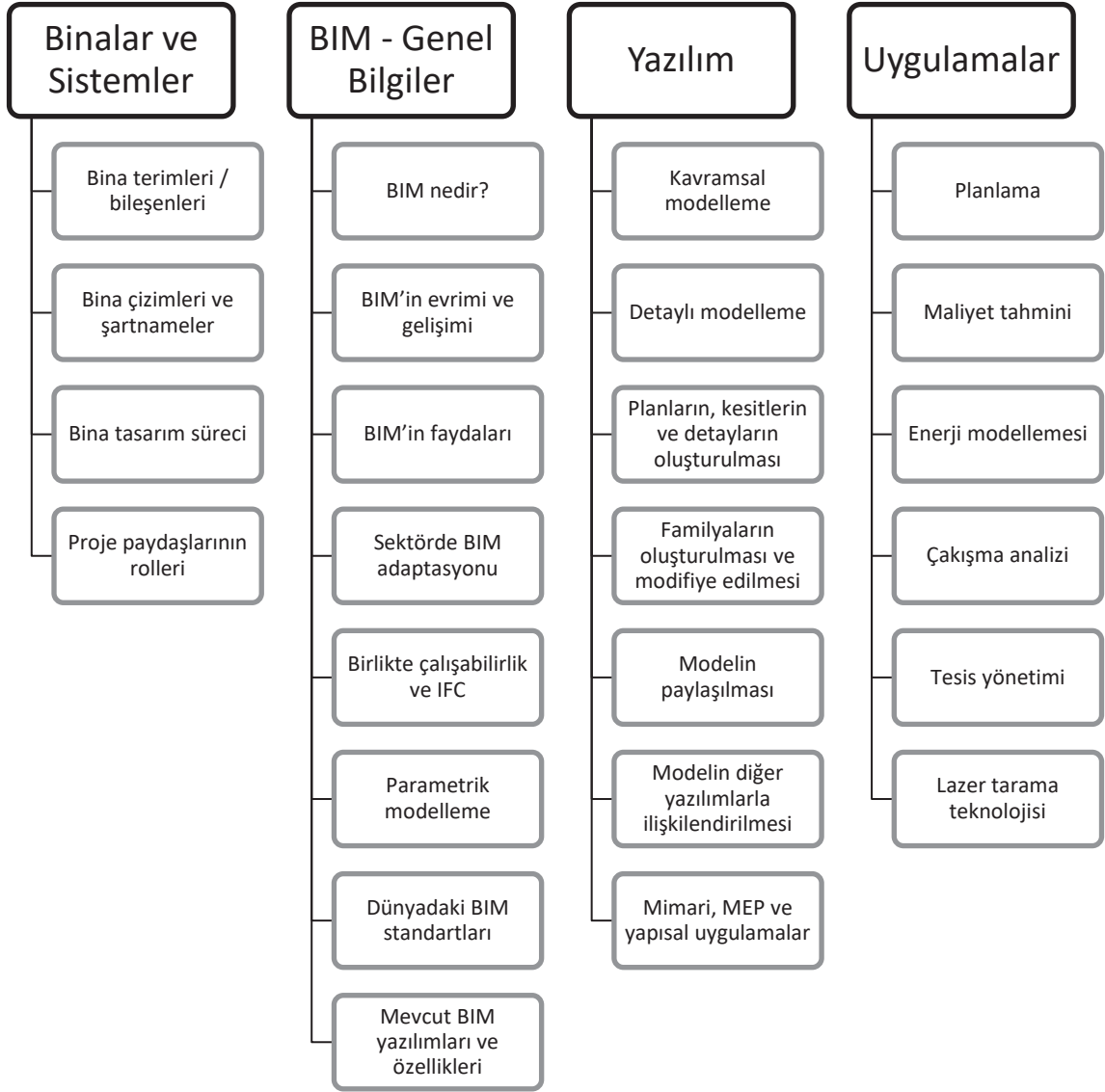
Devlet üniversitelerinin inşaat mühendisliği bölümlerinde BIM derslerine ne oranda yer verildiğini anlamak için toplam 112 adet devlet üniversitenin resmi internet sayfalarına bakılmıştır. İnşaat mühendisliği bölümlerinde lisans/lisansüstü programlarda BIM derslerinin açılıp açılmadığı incelenmiştir. Bu örneklem içinde 25 adet devlet üniversitesinin resmi internet sitesinde sorun olduğu için bilgi alınamamıştır. Bilgi alınabilen üniversitelerden sadece 5 tanesinde BIM dersinin lisans/lisansüstü seviyede verildiği görülmektedir. Bu üniversiteler, İstanbul Üniversitesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ) ve Karadeniz Teknik Üniversitesi (KTÜ) olarak tespit edilmiştir. BIM dersinin verildiği üniversiteler İstanbul, Ankara ve Trabzon'da yer almaktadır. Şekil 1'de BIM dersi veren üniversiteler ve verilen derslerin adları gösterilmektedir. BIM dersinin sadece ODTÜ'de lisans seviyesinde açıldığı, diğer üniversitelerde ise yüksek lisans programlarında yer bulduğu görülmektedir.



Şekil 1. İnşaat mühendisliği programlarında BIM'e yer verilen devlet üniversiteleri.

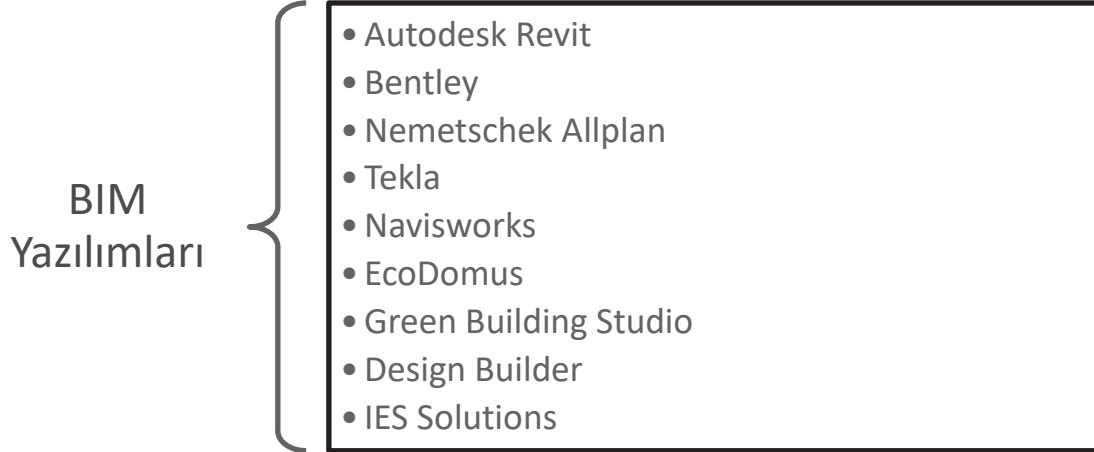
Toplam 5 kişiden oluşan bir uzman grup ile anket çalışması yapılarak inşaat mühendisliği bölümünde açılması planlanan bir BIM dersinin içeriğinin nasıl olması gerektiği, ders kapsamında hangi BIM yazılımlarının öğretilmesi gerektiği ve ders çıktılarının neler olması gerektiği belirlenmiştir. Anket çalışmasında sorulan sorular dünyadaki çeşitli üniversitelerde açılan BIM derslerinin müfredatları incelenerek oluşturulmuştur. Uzman grup BIM ile ilgili çalışmalar yürüten 3 adet akademisyenden ve BIM deneyimine sahip 2 adet profesyonelden oluşmaktadır. Uzmanların anket sorularını 1-5 Likert ölçeğine göre (1: en düşük, 5: en yüksek) cevaplamaları istenmiştir.

Anket soruları 3 aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada, ders içeriğinde yer alıp almaması gerektiği araştırılan konular yer almaktadır. Ders içeriklerinin incelendiği anket listesi Şekil 2'de gösterilmektedir. Konular 4 adet ana başlık altında incelenmektedir. Bu başlıklar binalar ve sistemler, genel bilgiler, yazılım ve uygulamalardır. Binalar ve sistemler başlığı altında, lisans öğrencilerinin BIM konusuna giriş yapmadan önce öğretilmesi planlanan konular yer almaktadır. Bu konuların öğretilmesi ile öğrencilerin inşaat sektörü ile temel bilgileri edinip BIM ile alakalı konuları daha iyi anlamaları beklenmektedir. Genel bilgiler başlığı altında, BIM'in ne olduğu, faydaları ve dünyadaki standartlar gibi BIM kavramına ait bilgiler yer almaktadır. Yazılım başlığında, ders kapsamında öğretilmesi planlanan BIM yazılımı ile ilgili verilmesi gereken bilgiler yer almaktadır. Uygulamalar başlığında ise BIM'in farklı boyutlarından hangilerine ders kapsamında değinilmesi gerektiği incelenmektedir.



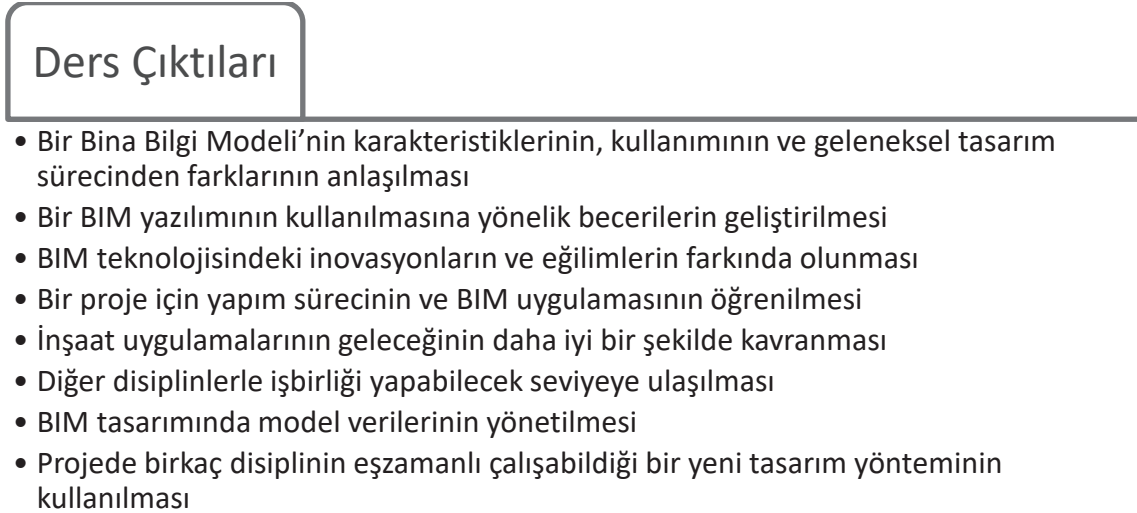
Şekil 2. Ders içeriği anket listesi.

İkinci aşamada, ders kapsamında öğretilmesi gereken BIM yazılımları sorulmuştur. BIM yazılımlarının listesi Şekil 3'te verilmektedir. Dünya çapında en çok ilgi gören yazılımlar listeye eklenmiştir. Listedeki yazılımlar BIM'in 3D'den 7D'ye uzanan tüm boyutlarını kapsamaktadır. Örneğin, Navisworks 4D planlama boyutuna karşılık gelirken; Green Building Studio, Design Builder ve IES Solutions 6D sürdürülebilirlik boyutuna karşılık gelmektedir.



Şekil 3. BIM yazılımları anket listesi.

Üçüncü aşamada, dersin çıktılarının neler olması gerektiği incelenmiştir. Geçmişte dünyanın çeşitli ülkelerinde açılmış BIM derslerinin ders çıktıları incelenerek 8 adet çıktı listeye eklenmiştir. Bu çıktıların önem dereceleri uzmanlara sorulmuştur. Anketteki ders çıktılarının listesi Şekil 4’te görülmektedir.



Şekil 4. Ders çıktıları anket listesi.

Bulgular ve Tartışma

Uzmanlarla yapılan anket çalışmasından sonra 3 aşamada yapılan anket çalışmalarının sonuçları elde edilmiştir. Ders içeriği için yapılan anketin sonucu Tablo 1’de verilmiştir. Binalar ve Sistemler başlığı altındaki faktörlerin genel olarak yüksek puana sahip oldukları göze çarpmaktadır. Bu durum BIM’e giriş yapmadan önce binalarla ilgili genel bilgiler vermenin BIM’i daha iyi anlamak için ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. En yüksek puan elde eden 3 faktör sırasıyla proje paydaşlarının rolleri, bina terimleri / bileşenleri ve bina tasarım sürecidir. BIM kullanımının proje

paydaşlarına olan faydalarının anlaşılabilmesi için hangi paydaşın hangi role sahip olduğunun iyi bilinmesi gerekmektedir. Bina terimlerine ve bileşenlerine hakim olmak BIM'in daha iyi anlaşılmasını sağlar çünkü BIM kavramından bahsedilirken binalarla ilgili birçok terim kullanılır ve lisans öğrencileri bu terimlerle daha önceden karşılaşmamış olabilirler. Mevcut bina tasarım sürecinin öğretilmesi de önem arz etmektedir çünkü BIM'in getirdiği en büyük yeniliklerden birisi tasarım sürecinde yapmış olduğu değişikliktir. Bina çizimleri ve şartnamelerin ise lisans seviyesindeki bir BIM dersinde göreceli olarak daha az önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

BIM - Genel Bilgiler başlığı altında en önemli faktörler BIM'in faydaları, BIM nedir? ve BIM'in evrimi ve gelişimi olarak belirlenmiştir. Bu faktörlerin ortak özelliği BIM kavramına temel seviyede giriş yapmak için olmazsa olmaz oluşlarıdır. BIM'in tanımı, faydaları ve tarihi lisans seviyesindeki bir BIM dersi için vazgeçilmez konulardır. Parametrik modelleme, birlikte çalışılabilirlik ve IFC ve dünyadaki BIM standartları gibi konuların lisans seviyesindeki bir BIM dersi için fazla detaylı olduğu kanısına varılmıştır.

Uygulamalar başlığında en önemli faktörlerin sırasıyla maliyet tahmini, planlama ve çakışma analizi olduğu tespit edilmiştir. Metrajın çıkartılması, iş programının yapılması ve çakışmaların tespit edilmesi inşaat projeleri için büyük önem arz etmektedir. Ayrıca, bu aktiviteler BIM'in inşaat projelerindeki en yaygın uygulamaları olarak düşünülebilir. Dolayısıyla, bu faktörlerin önem derecesinin yüksek çıkması şaşırtıcı değildir. BIM ile enerji modellemesinin ve tesis yönetiminin yapılmasına ise inşaat projelerinde daha az rastlanıldığı için ders içeriğinde daha az yer almaları gerektiği düşünülmüştür.

Son olarak yazılım başlığında en önemli faktörler familyaların oluşturulması ve modifiye edilmesi, planların, kesitlerin ve detayların oluşturulması ve modelin diğer yazılımlarla ilişkilendirilmesi olarak belirlenmiştir. Modelin paylaşılması, mimari, MEP ve yapısal uygulamalar ve detaylı modellemenin ise bu faktörlere göre daha az önem arz ettiği sonucuna varılmıştır.

Tablo 1. Ders içeriği anket sonucu.

<i>Binalar ve Sistemler</i>	<i>Uygulamalar</i>
5,0 - Proje paydaşlarının rolleri 4,6 - Bina terimleri / bileşenleri 4,6 - Bina tasarım süreci 3,8 - Bina çizimleri ve şartnameler	5,0 - Maliyet tahmini 4,8 - Planlama 4,6 - Çakışma analizi 3,8 - Enerji modellemesi 3,8 - Tesis yönetimi
<i>BIM - Genel Bilgiler</i>	<i>Yazılım</i>
5,0 - BIM'in faydaları 4,8 - BIM nedir? 4,4 - BIM'in evrimi ve gelişimi 4,4 - Mevcut BIM yazılımları ve özellikleri 4,2 - Sektörde BIM adaptasyonu 3,8 - Parametrik modelleme 3,6 - Birlikte çalışılabilirlik ve IFC 3,4 - Dünyadaki BIM standartları	4,6 - Familyaların oluşturulması ve modifiye edilmesi 4,4 - Planların, kesitlerin ve detayların oluşturulması 4,4 - Modelin diğer yazılımlarla ilişkilendirilmesi 4,2 - Kavramsal modelleme 4,0 - Modelin paylaşılması 4,0 - Mimari, MEP ve yapısal uygulamalar 3,8 - Detaylı modelleme

Ders kapsamında hangi BIM yazılımlarının öğretilmesi gerektiği üzerine yapılan anket çalışmasının sonucu Tablo 2’de verilmektedir. Sonuçlara bakıldığında ülkemizde en yaygın olarak kullanılan programların en üst sıralarda yer aldığı görülmektedir. Autodesk Revit birinci sırada yer alırken, onu Nemetschek Allplan ve Navisworks takip etmektedir. Son sıraları ise sırasıyla Design Builder, IES Solutions ve EcoDomus paylaşmaktadır. Son sıralarda yer alan programlar daha çok BIM’in sürdürülebilirlik (6D) ve tesis yönetimi (7D) gibi fonksiyonları üzerine yazılan programlardır.

Tablo 2. BIM yazılımı anket sonucu.

Sıra	Program	Puan
1	Autodesk Revit	5,0
2	Nemetschek Allplan	4,4
3	Navisworks	4,4
4	Tekla	3,2
5	Green Building Studio	3,2
6	Bentley	2,8
7	Design Builder	2,8
8	IES Solutions	2,8
9	EcoDomus	2,6

Hedeflenen ders çıktılarının neler olması gerektiği ile ilgili yapılan anket çalışmasının sonucu Tablo 3’te gösterilmektedir. En yüksek puanı alan çıktının BIM’in karakteristiklerinin, kullanımının ve geleneksel tasarım sürecinden farklarının anlaşılması olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum beklenmedik bir sonuç değildir. BIM’in en temel özelliklerinden birisinin geleneksel tasarım sürecine olan etkisi olduğu literatürde sıklıkla dile getirilmektedir. En önemli ikinci çıktı ise BIM teknolojisindeki inovasyonların ve eğilimlerin farkında olunması olarak belirlenmiştir. BIM teknolojisi inşaat sektöründe son yıllarda gerçekleşen en önemli inovasyonlardan birisidir. Dolayısıyla bu inovasyonların ve eğilimlerin farkında olunması önem arz etmektedir.

Tablo 3. Ders çıktıları anket sonucu.

Sıra	Hedeflenen Çıktı	Puan
1	Bir Bina Bilgi Modeli’nin karakteristiklerinin, kullanımının ve geleneksel tasarım sürecinden farklarının anlaşılması	4,6
2	BIM teknolojisindeki inovasyonların ve eğilimlerin farkında olunması	4,0
3	Diğer disiplinlerle işbirliği yapabilecek seviyeye ulaşılması	4,0
4	BIM tasarımında model verilerinin yönetilmesi	4,0
5	Bir BIM yazılımının kullanılmasına yönelik becerilerin geliştirilmesi	3,8
6	Bir proje için yapım sürecinin ve BIM uygulamasının öğrenilmesi	3,6
7	Projede birkaç disiplinin eşzamanlı çalışabildiği bir yeni tasarım yönteminin kullanılması	3,6
8	İnşaat uygulamalarının geleceğinin daha iyi bir şekilde kavranması	3,2

Sonuçlar

İnşaat sektörünün talepleri ile yükseköğretimin sundukları arasında ciddi farkların olduğu geçmiş çalışmalarda sıkça dile getirilmiştir. Bu farkların azaltılması sektör ile akademi arasında yapılan işbirliği sayesinde gerçekleştirilebilir. Böylece, inşaat mühendisliği mezunları profesyonel yaşamlarına daha hazır bir şekilde başlayabilir ve firmalar ihtiyaçlarına daha iyi cevap verebilen bu mezunlardan daha iyi faydalanabilir.

Bu çalışmada, ülkemizdeki inşaat mühendisliği bölümlerinin lisans programlarında yer verilmesi planlanan bir BIM dersinin yapısının nasıl olması gerektiğinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla, ilk olarak BIM dersine inşaat mühendisliği ders programlarında ne kadar önem verildiğini anlamak için devlet üniversitelerinin inşaat mühendisliği bölümlerinde açılan dersler (lisans/lisansüstü) incelenmiştir. Ülkemizde sadece 5 devlet üniversitesinin inşaat mühendisliği programlarında BIM'in yer aldığı tespit edilmiştir. Sonrasında ise 5 kişiden oluşan bir uzman grup ile lisans seviyesinde açılması planlanan bir BIM dersinin içeriğinde nelerin olması gerektiği ile ilgili bir anket çalışması yapılmıştır. Anket çalışmasının sonucunda ders içeriğinde yer alması gereken konular, ders kapsamında öğretilmesi gereken yazılımlar ve ders çıktılarının neler olması gerektiği belirlenmiştir.

Bu çalışmanın ülkemizdeki BIM farkındalığını arttırması, üniversite eğitiminde BIM'i teşvik etmesi ve önümüzdeki senelerde lisans programlarında BIM derslerine yer vermek isteyen inşaat mühendisliği bölümlerine yol göstermesi beklenmektedir.

Kaynaklar

Barison, M. B. and Santos, E. T. (2010) BIM teaching strategies: an overview of the current approaches. In Proc., ICCCBE 2010 international conference on computing in civil and building engineering.

Barison, M. B. and Santos, E. T. (2012) A Theoretical Model for the Introduction of BIM into the Curriculum. In Proceedings of 7th International Conference on Innovation in Architecture, Engineering and Construction (AEC 2012), 15-17th August..

Becerik-Gerber, B., Gerber, D. and Ku, K. (2011) The pace of technological innovation in architecture, engineering, and construction education: integrating recent trends into the curricula. Journal of Information Technology in Construction (ITcon), 16, pp. 411-432.

Chileshe, N. and Haupt, T. C. (2007) Industry and Academia Perceptions of Construction Management Education: the Case of South Africa, Journal for Education in the Built Environment, 2(2), pp. 85-114.

Dossick, C. S., Lee, N. and Foleyk, S. (2014) Building Information Modeling in Graduate Construction Engineering and Management Education. In Computing in Civil and Building Engineering, pp. 2176-2183.

Joseph, J. (2011) BIM titles and job descriptions: How do they fit in your organizational structure?. Autodesk University 2011, <http://aucache>

.autodesk.com/au2011/sessions/4436/class_handouts/v1_DL4436_Joseph_BIM_Titles_Job_Descriptions_JJ.pdfErişim Tarihi: 22Tem 2017.

Lee, N., Ponton, R., Jeffreys, A. W. and Cohn, R. (2011) Analysis of industry trends for improving undergraduate curriculum in construction management education. In ASC Proceedings of the 47th Annual International Conference, Omaha, NE.

Li, J., Hou, L., Wang, J., Guo, J., Zhang, S. and Jiao, Y. (2014) A Project-Based Quantification of BIM Benefits. International Journal of Advanced Robotic Systems, 11(8), pp. 123.

Macdonald, J. A. (2012) A framework for collaborative BIM education across the AEC disciplines. In 37th Annual Conference of Australasian University Building Educators Association (AUBEA), 4, pp. 4-6.

McGraw-Hill (2008) BIM: Transforming design and construction to achieve greater industry productivity. SmartMarket Rep., McGrawHill Construction, Bedford, MA.

McLernon, T., McKane, M., Eadie, R. and Comiskey, D. (2015) A review of curriculum design for Building Information Modelling. Proceedings of the RICS COBRA AUBEA.

Qian, A.Y. (2012) Benefits and ROI of BIM for Multi-Disciplinary Project Management. National University of Singapore, Mar.

Sharag-Eldin, A. and Nawari, N. O. (2010) BIM in AEC education. In Structures Congress, pp. 1676-1688.

Sinclair, S. (2014) Building Information Modelling (BIM) and English Law. A Handbook for Construction Planning and Scheduling, pp. 367-370.

Smallwood, J. J. (2002) Practising the discipline of construction management: Knowledge and skills. In Ssegawa, J., Ngowi, A. B. & Kanyeto, O. (Eds.). Proceedings of the 2nd International Conference of CIB Task Group 29 on Construction in Developing Countries, Gaborone, Botswana, pp. 60-71.

Wu, W. and Issa, R. R. (2013) BIM education and recruiting: Survey-based comparative analysis of issues, perceptions, and collaboration opportunities. Journal of professional issues in engineering education and practice, 140(2), 04013014.

