

## Yapı Bilgi Modellemesinin İşbirlikli Kavramsal Tasarımda Kullanımı: Öğrenci Deneyimleri Üstüne Bir Analiz

Ece Kumkale Açıkgöz<sup>1</sup>; Şule Taşlı Pektaş<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Başkent Üniversitesi GSTMF Mimarlık Bölümü; <sup>2</sup>Başkent Üniversitesi GSTMF Mimarlık Bölümü  
<sup>1</sup>ecekumkaleacikgoz@gmail.com; <sup>2</sup>suletasli@gmail.com

### Özet

Yapı bilgi modellemesinin dönüştürdüğü tasarım pratiği işbirliği ile çalışan bütünlük tasarım süreçlerine hazır tasarımcılara ihtiyaç duymaktadır. Ancak, ayrılmış biçimde aktarılan tasarım bilgisinin yeniden bütünlüğünü sağlayan yapı bilgi modellemesi ile dönüşen ihtiyaçlar, geleneksel eğitim pratiklerini de sorgulama gerekliliğini beraberinde getirmektedir. Mimarlık eğitiminde bu bütünlüğe hazırlık, yapı bilgi modelleme yazılımlarının nasıl kullanılacağına öğretmesinin ötesinde, bütünlük mimarlık pratiğinin anlaşılmasını hedeflemektedir. Bu nedenle bu kavrayışı mimarlık eğitiminin merkezinde duran tasarım deneyiminin her aşamasına adapte etmek gerekmektedir. Bu aşamalardan biri olan kavramsal tasarım aşaması için üretilmiş bir araç olan Formit 360 yazılımı, hem üç boyutlu kütsel eskiz yapmayı anlaşılır ve kolay biçimde mümkün kılmakta, hem de yapılan eskizi doğrudan ve hiçbir veri kaybetmeden yapı bilgi modellemesi yazılımları içinde en yaygınlarından biri olan Revit'e aktararak hızlıca yapı bilgi modeline dönüştürmeyi sağlamaktadır. Ancak Formit 360 ile gelen başka bir özellik, yapı bilgi modellemenin de temelini oluşturan işbirlikli tasarım yapma olanağını eşzamanlı olarak sunuyor olmasıdır. Bu olanak, bu çalışma kapsamında bir öğrenci deneyimi içinde değerlendirilmiştir. Öğrencilerin gerçekleştirdikleri tasarım deneyiminin ardından, onlardan alınan geri bildirim, bu deneyimin içeriğine odaklanmıştır. Yapılan içerik analizi sonucunda ortaya çıkan bulgular bu deneyimin öğrencilere eşzamanlı işbirliği ile tasarım yapmanın getirileri ile ilgili farkındalık kazandırdığını ortaya çıkarmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Yapı bilgi modelleme, eşzamanlı işbirliği ile tasarım, kavramsal tasarım, bütünlük tasarımı, mimarlık eğitimi.

## The Use of Building Information Modelling in Collaborative Conceptual Design: An Analysis on Student Experiences

### Abstract

The practice of building design is now evolving together with an integrated approach to the design process and management, which is the consequence of the intent behind building information modelling. The conventional educational practices that are used to separating the content of building design need to be questioned as a consequence of the emerging needs of the building industry, which is under the influence of building information modelling. In order to get ready for an integrated approach, education in architecture needs to deal more than merely teaching the skills to use software. It also has to target an evolution towards the integrated approach. Every stage in the educational context requires an adaptation, including the early conceptual design practices taking place in the architectural design studio. Formit 360 is a software developed to serve for the early conceptual design phase with a feature that integrates the conceptual design phase to the detailed solutions of the building information model. The other feature that comes with this software is that it enables real-time collaboration for the conceptual design stage of the architectural design process. This feature was the focus of this study which was employed in a design experience of the students of architecture. The feedback gathered from the students after the

*experience was exposed to a content analysis the results of which indicated that the students of architecture could express the value of collaboration and team work in a design process.*

**Keywords:** *Building Information Modelling, real-time collaborative design, conceptual design, integrated design, architectural education.*

## 1. Giriş

Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) getirdiği çok-disiplinli işbirliği olanağı ile yapı sektöründe bütünleştirilmiş tasarım sağlayan bir araç olarak kabul edilmektedir (Kymmel, 2008). Bu sistemlerin çok disiplinli işbirliğini desteklediğini gösteren çalışmalar sayıca çoğalırken (Adbirad ve Dossick, 2016), profesyonel ya da eğitim amaçlı kullanımdaki detaylandırılmış yapı bilgisi içermeden önceki ilk eskizlerin ve kütlelerin düşünüldüğü kavramsal tasarım süreçlerinde yaratıcılığa olan desteğine yönelik yapılan çalışmaların eksikliği hissedilmektedir. Bu durum, özellikle yapı sektörünün geleceğinin YBM ile dönüşeceği tartışmaları göz önüne alındığında (Gokuc ve Arditi, 2017), geleneksel mimarlık eğitim müfredatının dönüşümü ile ilgili bir probleme işaret etmektedir. Watson (1997) bu problemi daha önceden tespit etse de, yakın zamanda yapılan çalışmaların da gösterdiği gibi geleneksel eğitim ortamları YBM'nin dönüştürücü gücüne karşı direnç göstermektedir (Clayton, 2006; Ambrose, 2006; Sabongi, 2009; Ambrose, 2012; Morton, 2012; Kocatürk ve Kiviniemi, 2013'de alıntılanan Macdonald ve Mills, 2011; Becerik ve diğerleri, 2011; Mandhar ve Mandhar, 2013; D. Zhao ve diğerleri, 2015). Böylece tamamlanması hayal edilen dönüşüm ile şimdiki durum arasındaki kopukluk giderek artmaktadır. Zhao ve diğerlerine (2015) göre, bu kopukluğun bir önemli sonucu yeni mezunların yeterince gelişmemiş olan işbirliği yeterlilikleridir.

Leon ve diğerlerinin (2015) YBM öncesi kavramsal tasarım üzerine yaptıkları çalışma, çok-disiplinli tasarım ekiplerinin tasarımın uzmanlık gerektiren aşamalarında doğru bağlantıyı oluşturabilmeleri için erken tasarım sürecinde bir araya gelmelerinin önemine işaret etmektedir. Ancak bu çalışma, mimari tasarım başlangıcındaki kavram geliştirme deneyimleri nasıl geliştirilebilir sorusuna yönelik bir önermede bulunmamaktadır (Leon ve diğerleri, 2015). Mathews (2012) çalışmasında yeni tanımlanmış bir uzmanlık alanı olarak yapı projesi yöneticiliği vasfıyla kavramsal başlangıç ile disiplinler arası işbirliği süreçleri arasındaki kopukluğu bağlayan mimarlık teknolojisi uzmanlığını incelemiştir. Ancak bu çalışma da mevcut bir yapı tasarımı örneğini, kavramsal tasarım aşamasına hiç dokunmadan özetlemektedir (Mathews, 2012). Mandhar ve Mandhar'ın 2013'te yayınlanan makalelerinde ise YBM'nin avantajları üzerine çeşitli birincil kaynaklardan derleyerek hazırladıkları tabloda, "yapı tasarımında yapım-öncesi süreç" başlığı altında duran "kavram" sözcüğüne karşılık, YBM'nin sağladığı geribildirim mimarın sorumlu olduğu kavramsal tasarıma nasıl yansıtacağına değinilmemiştir (Mandhar ve Mandhar, 2013).

Kocatürk ve Kiviniemi (2013) YBM'nin gelişim sürecinde, mimari tasarım düşüncesinin kendi etkisini göstermesi gerektiğini öne sürmüşlerdir. Yazarlar, Stember'e (1991) referansla YBM uygulamalarında mimarlık disiplinine ait sorumluluğun tanımlanmasını zorunlu görmüşlerdir (Kocatürk ve Kiviniemi, 2013). Adbirad ve Dossick'in (2016, p.256) YBM temelli müfredat tasarımı çalışmaları üzerinden yaptıkları sistematik literatür tarama çalışmasında belirttikleri gibi, mimarlık eğitiminde genel olarak hesaplamalı tasarım çalışmalarına, YBM'nin işbirliği olanağından daha fazla ilgi gösterilmektedir. Ancak, mimarlık eğitimi çok disiplinli YBM işbirliği için de bir altyapı oluşturmak zorundadır.

Takım çalışması, tasarım stüdyosunun geleneksel bilişsel anlayışının altyapısında önemli bir yer tutmaktadır (Eris ve diğerleri, 2014). Diğer yandan, YBM tabanlı işbirlikçi tasarım ortamlarına ilişkin çalışmaların kavramsal tasarım aşamalarına odaklanmadığı gözlemlenmektedir (Oh ve diğerleri, 2015;

Leon ve diğeri, 2015; Mathews, 2012). İbrahim ve Rahimian'ın (2010), genç tasarımcıların işbirliği davranışlarını mimari tasarımın kavramsal aşamasında kullanılan sayısal ve geleneksel eskiz araçları üzerinden karşılaştırdıkları çalışmaları bu konuda bir istisna sayılabilir. Mimarlık eğitiminde çok disiplinli ve işbirlikli bir kavramsal tasarım ortamı sağlanabilmesi, tasarım stüdyolarının bütünleştirilmiş bir öğrenme ortamına dönüşümü de dâhil olmak üzere, yapı tasarımı ile ilgili tüm alanların eğitim müfredatlarında ortaklaşa bir düzenlemeyi gerektirmektedir.

Mimarlık eğitimi müfredatının odağı “bütünleştirilmiş tasarım ve proje teslimi” prensipleri olmalıdır (Kocatürk ve Kiviniemi, 2013). Dolayısıyla, bu konuda öğretim kadrosunu bekleyen zorluk, öğrencilere YBM yazılımlarını kullanma yeterlilikleri kazandırmaktan çok onları YBM süreçlerine uygun işbirliği becerileri ile donatmaktır. Problem eğitimde bilginin nasıl işleneceği olunca, gerekli teknik YBM yeterlilikleri, paylaşılan hedefe yönelik çalışarak edinilebilir (Kara, 2014). Autodesk'in sunduğu ücretsiz yazılımlar ve bu yazılımları kullanma bilgisine ulaşmada sunduğu kolaylık, eğitim ortamında işbirlikli çalışma için daha deneysel bir deneyim hazırlığı yapmayı mümkün kılmaktadır.

Bu problem tanımı üzerinden çalışma, öğrencilerin YBM tabanlı, işbirlikli, gerçek zamanlı, kavramsal tasarım deneyimlerinden elde ettiği geri bildirimini analiz edecektir. Çalışmanın araştırma soruları şu şekildedir:

- Mimarlık öğrencilerinin YBM tabanlı bir tasarım aracı ile bir mimari tasarımın kavramsal sürecindeki gerçek zamanlı ve işbirlikli deneyimleri nelerdir?
- Bu çalışmanın araştırma bulguları ile elde edilen çıkarımlar mimari tasarım stüdyolarında bütünleştirilmiş kavramsal tasarım yaklaşımlarını oluşturmaya yönelik olarak nasıl kullanılabilir?

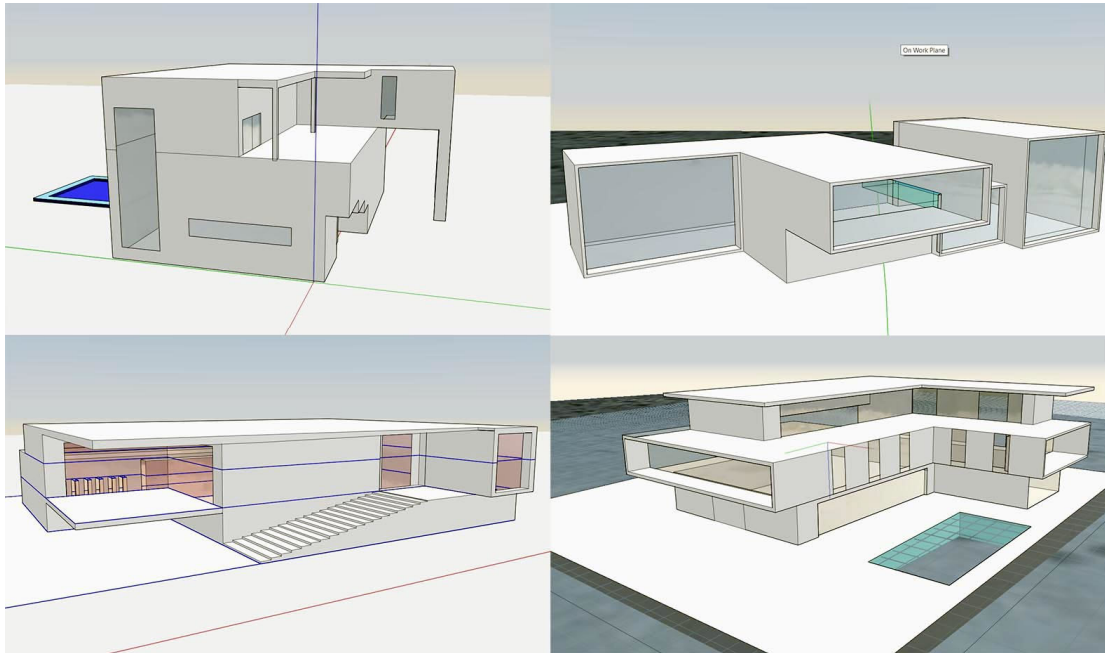
Bu çalışma, öğrencilerin bir gerçek zamanlı işbirliği ve kavramsal tasarım aracı olan ve Autodesk tarafından 2014 yılından bu yana sayısal kavramsal tasarım ile YBM arasındaki kopukluğa bir çözüm olarak sunulan Formit360 ile deneyimlerine odaklanmaktadır. İbrahim ve Rahimian (2010) geleneksel eskiz araçlarının sahip olduğu eskiz olanaklarının CAD araçlarında yeterli olmayışını bütünleştirilmiş mimari tasarıma ulaşamamanın gerekçesi olarak açıklamışlardır. Kara (2014) geleneksel eskizin tercih edilme sebeplerini tasarım düşüncesi için sağladığı mekân hissi ve ölçek algısı ile açıklamıştır. Formit360, diğer CAD programlarına göre kavramsal tasarım için daha kullanıcı dostu bulunan SketchUp'a (İbrahim ve Rahimian, 2010) çok benzeyen arayüze ek olarak çevresel ve nümerik verileri kavramsal tasarımla bütünleştirme olanağı sağlamaktadır. Ayrıca, sunduğu uydu görüntüsü ile gerçek arazide birebir ölçülerle gerçek-zamanlı işbirlikli çalışma olanağı vererek geleneksel eskizin sunduğu mekân ve ölçek hissini (Kara, 2014) sağlama potansiyeli de göstermektedir. Elde, sayısal ortamda ya da tablette üretilen eskizlerle kolay uyum göstermesi ve ileri aşamalarda da YBM ile kolay ve doğrudan iletişimi onu ihtiyaç duyulan bütünleştirilmiş tasarım eğitimi için kullanılabilir bir araç olarak değerlendirmeyi mümkün kılmaktadır.

## 2. Yöntem

Çalışmanın odak grubu Başkent Üniversitesi, Mimarlık Bölümü ikinci sınıfında okumakta olan öğrencilerin kayıtlı olduğu YBM tabanlı mimari tasarım üzerine bir zorunlu dersin 29 kişilik öğrenci grubudur. Bu öğrenciler bir önceki dönemde, bu dönemki dersin ön şartı olan bağımsız bir YBM dersini, “project”, “family”, “conceptual mass” çalışmaları ile tamamlamış, birçoğu ise geçtiğimiz dönemki mimari proje dersi sunumlarını Revit ile hazırlayarak sunmuşlardır. Katılımcıların hepsi ayrıca AutoCAD programının kullanımına yönelik eğitim almış ve deneyim kazanmışlar, ayrıca bir kısmı da arayüzü ile Formit360 yazılımının öncüsü olma özelliği bulunan SketchUp programı ile önceden tanışmışlardır.

Araştırma süreci iki haftalık bir hazırlık dönemini takip eden üç saatlik bir işbirlikli kavramsal tasarım deneyi olarak tasarlanmıştır. Bu çalışmada kavramsal tasarım aracı olarak sadece Formit360 programı kullanılmıştır. Deneye katılan öğrencilerin hiçbiri daha önce bu programı kullanmamışlar ve sürecin hazırlık aşamasında her biri Autodesk Eğitim Topluluğu tarafından bütün öğrencilere ve eğitimcilere ücretsiz sunulan çevrimiçi bir başlangıç seviyesi dersi olan “Conceptual Design Collaboration” (2016) dersini tamamlamakla sorumlu tutulmuşlardır. Bu aşamadan sonra, öğrencilere ilk hafta içinde bu dersten öğrendiklerini kullanmalarını sağlayacak bir dizi uygulama yaptırılmış ve yapılan kontrollerde katılımcıların hepsinin programı bir mimari tasarım projesinin ilk eskiz seviyesinde kullanabilecek yetkinliğe eriştikleri belirlenmiştir.

Süreç sonunda gerçekleştirilen işbirliği ile kavramsal tasarım deneyi tek proje fikri üzerinde iki kişilik işbirliği ile çözülmesi beklenen bir tasarım sorusu verilerek başlatılmıştır. Proje konusu çocuklu bir aile için yapılacak bağımsız bir hafta sonu evinin, yüzme havuzu ve kapalı otoparklı açık alan düzenlemeleri ile birlikte tasarımı olarak verilmiştir. Proje konumu Türkiye’de Bursa ilinin Nilüfer ilçesine bağlı Ulubat Gölü’nde bulunan bir yarım ada üzerinde tanımlı ve sınırlı bir arsa olarak seçilmiştir. Toplamda üç saat süren deneyde her ekip projesinin kavramsal yaklaşımını oluşturarak duvar, giydirme cephe, döşeme ve diğer yapı bilgi nesnelere ile yapı bilgisi modelini geliştirmiştir. Toplam 29 öğrenci ile tamamlanan çalışmada bir adet üç, 14 adet iki kişilik ekip eş zamanlı işbirliği ile tasarım çalışması gerçekleştirmişlerdir (**Şekil 1** ve **Şekil 2**).



**Şekil 1:** Ekiplerin ilk aşamada hazırladıkları Formit 360 Modellerinden örnekler



**Şekil 2:** Ekiplerin ikinci aşamada Formit 360 programından Revit'e aktararak hazırladıkları YBM modellerinden örnekler

Deney sonunda elde edilen modeller teslim edildikten sonra, öğrencilere deneyimlerini ifade ettirmek için açık ve kapalı uçlu sorular içeren bir anket uygulanmıştır. Açık uçlu sorular, fenomenografik geleneğe dayanmakta (Marton, 1981) ve yükseköğretimde öğrenme deneyimlerini inceleyen araştırmaların (Åkerlind, 2005) yöntemlerini kullanmaktadır. Kapalı uçlu sorular ise öğrencilerin demografik özelliklerine odaklanmaktadır. Öğrencilerin yaşadıkları Formit360 ile eş zamanlı işbirliği ile tasarım deneyimi sonrasında uygulanan anketi katılımcı öğrencilerin hepsi cevaplamışlardır.

Anket sorularında öncelikli olarak bütünleştirilmiş tasarım anlayışının mimarlık öğrencileri tarafından nasıl kavrandığına odaklanılmış, elde edilen veriler bu odağa göre ayrıştırılarak değerlendirmeye alınmıştır. Anket yoluyla alınan yanıtlar, içerik analizi yöntemi ile içerik üzerinden belirlenen ana temalar çerçevesinde sınıflandırılmışlardır. Bu temalar, araştırma sorularının hedeflediği verileri almak üzere anketi hazırlarken oluşturulan başlıklar altında incelenmiştir. Bu başlıklar sırasıyla eş zamanlı işbirliği deneyimleri ve tasarım stüdyosunda hangi araçların hangi işlevler için kullanıldıklarıdır. Bu gruplar üzerinden BIM tabanlı bir kavramsal eskiz aracının bütünleşik mimari tasarıma adapte olmadaki rolü anlaşılmasına çalışılmıştır.

### 3. Bulgular

#### 3.1. Öğrencilerin eşzamanlı işbirliği ile tasarım deneyimine ilişkin görüşleri

Anketin işbirliği ile tasarım ile ilgili sorduğu ilk soruda öğrencilerin yaşadıkları deneyimden duydukları memnuniyeti beşli Likert tipi ölçek ile değerlendirmeleri istenmiştir. Uygulama sırasında sıklıkla kesilen işbirliği bağlantısı ve yazılımın hata vermesi nedeniyle bütün öğrenciler zaman ve veri kaybına uğramış olsalar da, sonuçlara göre öğrencilerin memnuniyet oranı beklenenin üzerinde çıkmıştır ( $X = 3,41$   $SD = 1,181$ ). Eşzamanlı işbirliği ile tasarım deneyimine yönelik açık uçlu sorularda ise bu sorudaki değerlendirmelerinin gerekçesine ek olarak, yaptıkları çalışmanın avantaj ve dezavantajlarını, Formit 360 programının hangi yönlerden işlevsel olabileceğini ve eşzamanlı işbirliği ile tasarlama özelliğinin öğrencilerin en çok ne işlerine yarayabileceğini ayrıntılı ve kapsamlı bir biçimde yazmaları beklenmiştir.

Öğrencilerin eşzamanlı işbirliğine yönelik fikirlerinin ifadeleri, mimari tasarım sürecinde ekip çalışmasının yeri ile ilgili farkındalıklarını görmeyi mümkün hale getirmiştir. Bazı öğrenciler fikir paylaşımı yoluyla daha yaratıcı bir süreç yaşama olanağından bahsederken, bazıları da akran değerlendirmesinin hata yapma olasılığını nasıl azaltabileceği ile ilgili fikirlerini ifade etmişlerdir. Ancak **Tablo 1'**de işbirliği ile çalışmanın dezavantajları ile ilgili konu başlığı altında biriken ifadeler ile belirtilen endişeler, öğrencilerin iş bölümü yapabilme, ekip arkadaşlarının zayıf ve kuvvetli yönlerini değerlendirebilme, fikir ayrılıklarını yönetebilme gibi takım çalışmalarını başarıyla sürdürebilmek için gereken becerileri kazanmaya yönelik deneyime ihtiyaçları olduğunu göstermiştir.

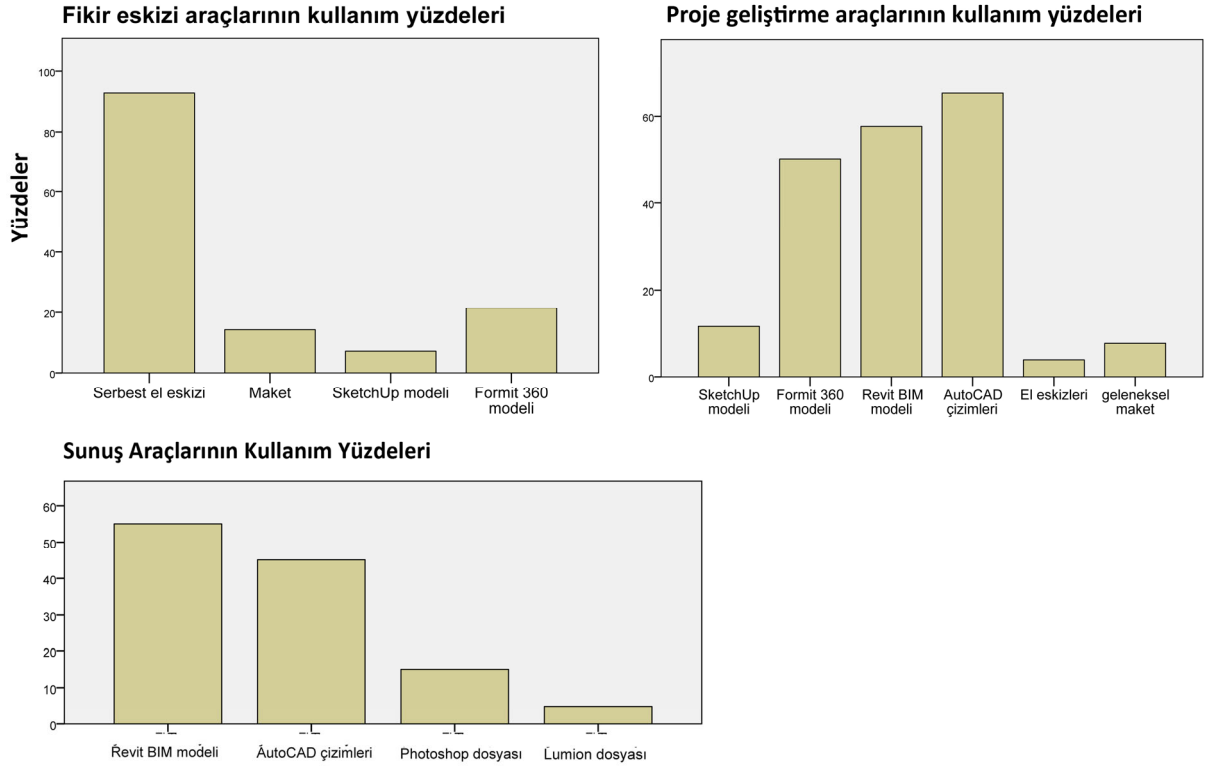
**Tablo 1:** Katılımcıların eşzamanlı işbirliği deneyimlerine yönelik fikirleri

	n	Cevapların yüzdesi	Örnek ifade alıntıları
İşbirliği deneyimi fikir paylaşımı yapmayı sağladı	8	9,8%	"... eğitimini aldığımız alanın gerektirdiği bazı özel gereksinimler vardır. Bunlardan biri de fikir paylaşımına duyulan ihtiyaçtır."
İşbirliği deneyimi iletişime katkı sağladı.	12	14,6%	"İşbirlikçi design sketches olanağının getirdikleri grup çalışması yapan çalışanlar arasında farklı fikirlerin bilgisayar ortamında eskize dökülmesi, grup çalışmasını desteklemesi, uzlaşma sağlama, grup içinde iletişim kopukluğu olmamasını sağlama"
İşbirliği deneyimi işbölümünü sağladı	6	7,3%	"İnsanların hayal gücünü, teknik bilgisini ve diğer tüm birikimlerini birleştirebilecek bir ortam." "... yapılacakları gruplandırarak herkese bir görev verilebilerek projenin daha hızlı ortaya çıkmasına katkı sağlama ..."
İşbirliği deneyimi hız kazandırdı	11	13,4%	"Birden fazla çalışanın tek ekranda fikirlerini birleştirmesi, sunması başka programlardan ve el eskizinden farklı olarak büyük zaman kazandırıyor."
İşbirliği deneyimi akran değerlendirmesini sağladı	9	11,0%	"... bu şekilde hem başka bir gözden bakabiliyoruz ve beraber tasarlıyoruz." "İnsanların kullanımı için tasarlamaya çalıştığımız alanlara dışardan bi gözün bakması çok büyük artılar sağlayabilir."
İşbirliği deneyimi olumludur	17	20,7%	"... iş-birlikli tasarımın oldukça fazla şeye de olanak sağladığını düşünüyorum." "Avantajları; farklı ortamlarda aynı tasarım üzerinde çalışma fırsatı veriyor olması..."
İşbirliği ile tasarım kalitesi artar	13	15,9%	"İş birlikli çalışma ortamı çoğu zaman yeni fikirlerin ortaya çıkmasına çoğu zaman daha kompleks oluşumların farkındalığına sebep oluyor."
İşbirliğinin dezavantajları vardır	6	7,3%	"Her işbirlikli çalışmada olduğu burada da birlikte çalışmanın bir takım dezavantajları vardır. örneğin bir konuda proje, herhangi birinin istediği şekilde gelişemez çünkü konu sübjektif bir şeydir. bu sıkıntı işbirlikli tasarım yapmaya çalışmanın ilk dakikasında kendini gösterir."
Toplam cevap sayısı	82	100,0%	

### 3.2. Tasarım araçlarının öğrencilerin tasarım süreçlerindeki işlevleri

Anket bulguları ayrıca, katılımcıların hangi araçları hangi gerekçe ile kullandıklarına yönelik veri sağlamıştır. Bu veriler incelendiğinde, bir erken tasarım aracı olan Formit 360'ın, katılımcılar için çok yeni

olmasına karşın hem fikir aşamasında hem de projenin çözüm sürecinde fikrin kütleli sonuçlarını görmek için kullanılmaya başlandığını göstermektedir. Bu bulgular ayrıca Yapı Bilgi Modelleme için kullanılan Revit ile geçişliliği ile ilişkilidir. Öğrencilerin bir kısmı, Revit'i yalnız sunuma yönelik modelleme aracı olarak kullanırlarken, Formit 360'ın eskizden Yapı Bilgi Modeline geçişindeki veri korunumu ve kolaylığı sayesinde projenin gelişim sürecinde doğrudan Yapı Bilgi Modeli ile çalışmayı tercih edeceklerini ifade etmişlerdir. Ancak kavramsal eskizler için geleneksel eskiz yöntemleri en çok tercih edilen araç olma özelliğini korurken, tasarımı geliştirme aşamalarında yapı bilgi modelleme henüz CAD'ın gördüğü ilgiye ulaşamamış durumdadır.



Şekil 3: Katılımcıların, tasarım araçlarını proje sürecindeki kullanım tercihleri

#### 4. Sonuçlar

Araştırma sonucunda elde edilen olan bulgular, mimarlık eğitiminin bütünleştirilmiş tasarım yaklaşımına adapte edilmesindeki fırsatlar ve zorluklar ile ilgili fikir vermektedir. Anket sonuçlarının değerlendirilmesi ile öğrencilerin mimari tasarımın kavramsal sürecinde gerçek zamanlı işbirliği sağlayan ve ürettiği kavramsal modeli doğrudan YBM ortamında değerlendiren bir sayısal araç ile etkileşimleri ortaya konmuştur. Bu etkileşim sonucunda, yaşanan birçok teknik aksaklığa karşın öğrenciler, eşzamanlı işbirliği ile tasarım yapma deneyiminin, tasarımı etkileyen birçok parametrenin kontrolü için avantaj sağlayacağı fikrini yakalamışlardır. Buna ek olarak, öğrenciler kullandıkları tasarım araçları arasında nasıl bir iş bölümüne gittiklerini ifade ederken aynı zamanda Yapı Bilgi Modellemenin Mimari Proje dersleriyle bütünleştirilebileceğini de göstermiş oldular. Bundan sonra, bu aracın diğer geleneksel (serbest el, maket) ve sayısal kavramsal tasarım araçlarıyla karşılaştırmaları sonucunda tartışılacak olan avantaj ve

dezavantajları, tasarım stüdyolarının bütünleştirilmiş tasarım anlayışına göre planlanması ile ilgili daha zengin bir kavrayış oluşturacaktır.

Buna ek olarak, görülüyor ki mevcut durumda ilk kavramsal eskizlerdeki geleneksel yöntemler hala diğerlerine kıyasla çok fazla tercih edilmektedir. Bu durum öğrencilerin mevcut tasarım deneyimleri ile de ilintili olarak henüz hâkim olmadıklarını düşündükleri araçlarla tasarım yapmayı denemekte tereddüt ettiklerine işaret ediyor olabilir. Bu noktada sunulan yazılımın ara yüz özellikleri, sorun yaşatma sıklığı, öğrenme kolaylığı, dürtüsel tasarım edimine olanak verip vermediği gibi parametreler ile daha geniş çaplı araştırmalara gereksinim duyulmaktadır.

## KAYNAKLAR

- Abdirad, H., & Dossick, C. S. 2016. BIM curriculum design in architecture, engineering, and construction education: a systematic review. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 21(17), 250-271.
- Åkerlind, G. S. 2012. Variation and commonality in phenomenographic research methods. *Higher Education Research & Development*, 31(1), 115-127.
- Ambrose, Michael A. 2006. Plan is Dead: to BIM or not to BIM, that is the question, *Computing in Architecture / Re-Thinking the Discourse: The Second International Conference of the Arab Society for Computer Aided Architectural Design (ASCAAD 2006)*, Sharjah, Birleşik Arap Emirlikleri.
- Ambrose, M. A. 2012. Agent Provocateur–BIM in the academic design studio. *International Journal of Architectural Computing*, 10(1), 53-66.
- Becerik-Gerber, B., Gerber, D. J., & 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(24), 411-432.
- Autodesk Design Academy. 2016, Mart 07. Conceptual Design Collaboration. Ulaşım tarihi 10 Şubat 2018, <https://academy.autodesk.com/curriculum/conceptual-design-collaboration>
- Clayton, M.J. 2006. Replacing the 1950's Curriculum. *Synthetic Landscapes – ACADIA 2006 Conference Proceedings*, The Association for Computer-Aided Design in Architecture, Mansfield, 48–52.
- Eris, O., Martelaro, N., & Badke-Schaub, P. (2014). A comparative analysis of multimodal communication during design sketching in co-located and distributed environments. *Design Studies*, 35(6), 559-592.
- Tulubas Gokuc, Y., & Arditi, D. (2017). Adoption of BIM in architectural design firms. *Architectural Science Review*, 60(6), 483-492.
- Ibrahim, R., & Rahimian, F. P. 2010. Comparison of CAD and manual sketching tools for teaching architectural design. *Automation in Construction*, 19(8), 978-987.
- Kara, L. 2015. A critical look at the digital technologies in architectural education: when, where, and how?. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 176, 526-530.
- Kocaturk, T., & Kiviniemi, A. 2013. Challenges of integrating BIM in architectural education. In *eCAADe 2013: Computation and Performance–Proceedings of the 31st International Conference on Education and research in Computer Aided Architectural Design in Europe*, Delft, The Netherlands, September 18-20, 2013. Faculty of



Architecture, Delft University of Technology; eCAADe (Education and research in Computer Aided Architectural Design in Europe).

- Kymmell, W. 2008. *Building Information Modeling: Planning and Managing Projects with 4D CAD and Simulations*, USA: McGraw Hill Construction.
- Leon, M., Laing, R., Malins, J., & Salman, H. 2015. Making collaboration work: Application of a Conceptual Design Stages Protocol for pre-BIM stages. *BIM in Design, Construction and Operations*, WIT Press, Wessex, UK, 205-216.
- Mandhar, M., & Mandhar, M. 2013. BIMing the architectural curricula: integrating Building Information Modelling (BIM) in architectural education. *International Journal of Architecture*, 1(1), 1-20.
- Marton, F. 1981. Phenomenography—describing conceptions of the world around us. *Instructional science*, 10(2), 177-200.
- Mathews, M. 2013. BIM collaboration in student architectural technologist learning. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 11(2), 190-206.
- Morton, D. E. 2012. BIM: A transformative technology within the architectural curriculum in schools of architecture (Pedagogic stages of architectural education and the transformative effect of BIM). *International Journal of 3-D Information Modeling (IJ3DIM)*, 1(4), 50-68.
- Oh, M., Lee, J., Hong, S. W., & Jeong, Y. 2015. Integrated system for BIM-based collaborative design. *Automation in construction*, 58, 196-206.
- Sabongji, F. J., & Arch, M. 2009. The Integration of BIM in the Undergraduate Curriculum: an analysis of undergraduate courses. In *Proceedings of the 45th ASC Annual Conference* (pp. 1-4). The Associated Schools of Construction.
- Watson, D. 1997. Architecture, technology, and environment. *Journal of Architectural Education*, 51(2), 119-126.
- Zhao, D., McCoy, A. P., Bulbul, T., Fiori, C., & Nikkhoo, P. 2015. Building collaborative construction skills through BIM-integrated learning environment. *International Journal of Construction Education and Research*, 11(2), 97-120.