

Işık Gölge Arayüzünde: Bir Sayısal Tasarım ve Üretim Sürecini Öğrencilerle Deneyimlemek

Neşe Çakıcı Alp - Miray Baş Yıldırım - Aslı Aydın

Teknolojinin yaygınlaşması mimarlıkta hem üretim süresini kısaltarak maliyeti düşürmüş hem de yeni arkitektonik yaklaşımlara olanak sağlamıştır. Bu nedenle, endüstrinin geneline yayılan dijital tasarım ve üretim araçları son dönemde mimarlık çalışma pratiğine de etki etmektedir. Endüstrideki bu gelişim, mimarlık eğitiminde dijital araçları sadece ileri düzeyde bir araştırma konusu olmaktan çıkarıp çalışma alanını genişletmiştir. Bu amaçla da özellikle son dönemde lisans mimarlık eğitimi teknoloji bağlamında bir geçiş sürecine girmiştir. Dijital araçların eğitimdeki yeri ve rolü sorgulanmaya başlanmıştır (Gül vd, 2013).

Dijital tasarım süreçleri artık sadece tasarımların dijital temsili olarak görülmemekte, tasarım sürecinde, sürecin hesaplamalı olarak tanımlanması ve üretken sistemlerin oluşturulması üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bu yaklaşımlar üzerinden ilginin artık form üretimi çalışmalarından form bulma çalışmalarına kaydığından bahsedilmektedir (Kolarevic, 2003). Bu bağlamda, Kolarevic (2000) dijital olarak yönlendirilmiş tasarım süreçlerinin dinamik ve açık uçlu olduğundan bahsederken, tutarlı dönüşümlerle farklı arkitektonik olasılıkların üretimini ortaya koymaktadır. Bu olasılıkların üretiminde, parametrik tasarım, üretken sistemler ve evrimsel sistemler gibi çalışma alanlarından bahsetmek mümkün olmaktadır.

Dijital üretim ise standart üretim yöntemlerinden farklı olarak doğrudan dijital tasarımdan bilgisini almaktadır. Bu yaklaşım da üretimde standart olmayan ürünlerin ortaya çıkmasını sağlamaktadır. Dijital üretim teknolojileri, endüstride yarım yüzyıldan uzun süredir kullanılmasına rağmen bu teknolojilerin mimarlık pratiğinde kullanımı daha önce de belirtilen dijital temsil boyutunu geçtikten sonraya rastlamaktadır. Bu sürecin başlangıcında projeye özgün uygulamalar ve üretim yöntemlerinin geliştirildiği görülürken bugün 3B yazıcı, lazer kesici ve CNC frezenin bu teknolojilerin standardını oluşturduğu gözlemlenmektedir (Iwamoto, 2009). Bu alandaki araştırmalar robotik alanında yapılan çalışmalarla devam etmektedir (Web 1, Web 2, Web 3).

Dijital tasarım ve üretim araçlarının ve teknolojilerinin mimarlık lisans eğitimine entegrasyonu ise çoğunlukla çalıştaylar (Web 4, Web 5, Web 6 vb) üzerinden ilerlemektedir. Bu çalıştayların kısa süre zarfında yoğun süreci deneyimleme açısından verimli olduğu düşünülmektedir.

Bu makale, 14-18 Mart 2013 tarihlerinde gerçekleştirilmiş olan “Sayısal Tasarla Üret: Işık Gölge Arayüzünde” adlı çalıştayda yaşanan deneyimleri aktarmak üzere kurgulanmıştır. Çalıştay, Kocaeli Üniversitesi ve Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü ortaklığıyla gerçekleştirilmiştir.

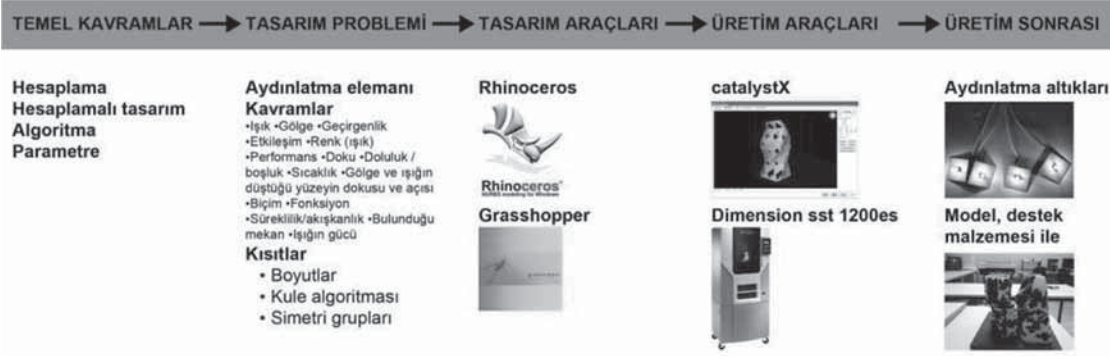
Çalıştayın amacı, öğrencilerin, mimarlıkta sayısal tasarım ve üretim yöntemleriyle tanışmaları ve deneyim kazanmalarını sağlamaktır. Bununla beraber, öğrencilerin kendi tasarım deneyimleri içerisinde sürece odaklı tasarımın mantıksal ve matematiksel yöntemlerini de kullanabilme öngörüsü edinmeleri hedeflenmiştir.

Tüm bu hedefler doğrultusunda öğrencilerin, 1:1 ölçekli üretim yapabilecekleri bir aydınlatma elamanını sayısal tasarım aracı olan Rhinoceros bilgisayar programı (Web 7) ve buna bağlı parametrik tasarım eklentisi olan Grasshopper kullanarak tasarlamaları istenmiştir (Web 8). Tasarlanan elemanlar, 3B yazıcı olan Dimension sst 1200es ile üretilmiştir (Web 9).

2. Süreç ve Yöntem

Çalıştay, mimarlık lisans eğitiminin ikinci yılına devam eden ve daha önce sayısal tasarım alanında herhangi bir deneyimi olmayan Kocaeli Üniversitesi, Mimari Tasarım II Stüdyosu'ndan 9 öğrenci ve Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mimarlıkta Sayısal Tasarım isimli seçmeli dersinden 5 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir.

Çalıştay süreci, zaman faktörü ve öğretilmesi amaçlanan program ve yaklaşımların yoğunluğu göz önünde bulundurularak detaylı olarak önceden hazırlanmış, verilen tasarım probleminin kısıtları ve girdileri, süreci karmaşıklştırmaması amaçlanarak çalıştay başında tanımlanmıştır. Çalışmaya dair süreç ve kullanılan yöntemler Resim 1'de özetlenmiştir.



2.1. Kısıtlamalar

Çalıştayda, sürenin sınırlı olması ve 3B yazıcının fiziksel sınırları doğrultusunda birtakım kısıtlamalar ortaya çıkmıştır. Tasarım kısıtlamaları içinde, çalışma alanının boyutları, kule algoritması ve simetri grupları yer almaktadır.

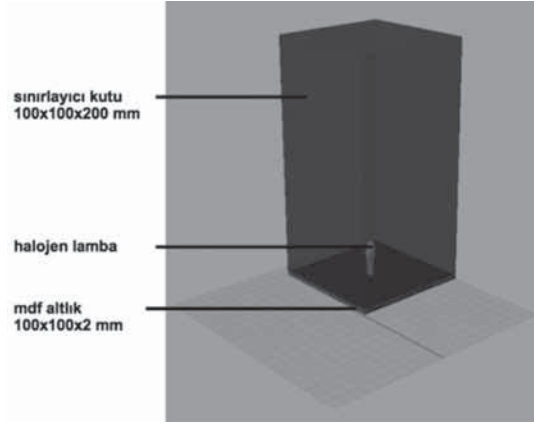
Çalışma alanının boyutları, 3B yazıcının üretim yaptığı alanın ölçüleri dolayısıyla, aydınlatma elemanının 10x10x20 cm boyutları içinde çözülmesine karar verilmiştir. Bu sayede tek seferde dört aydınlatma elemanı üretilebilme imkânı bulunmuştur. Üretilen aydınlatma elemanın, 10x10 cm ebatlarında, ortasında halojen lamba bulunan mdf altlık üzerine yerleştirilmesi öngörülmüştür (Resim 2). Ayrıca, aydınlatma elemanının et kalınlığı üretim süresini doğrudan etkilediğinden süreçte bu kalınlığın da 2 mm olması sınırlaması getirilmiştir.

Kule algoritması çalıştaydan önce yürütücüler tarafından kurgulanmış ve çalıştay sırasında öğrencilere aşama aşama aktarılmıştır. Bu algoritma üzerinden öğrencilerin farklı parametrik değerleri kullanarak varyasyonlar üretmeleri istenmiştir. Bazı öğrenciler algoritmalarda tasarım yaklaşımlarına uygun olarak değişiklikler yapmak istemiş, yürütücüler bu değişikliklerin yapılmasında öğrencilere yardımcı olmuşlardır.

Öğrencilerin oluşturacakları örüntünün kule bütününde devamlılığını sağlamaları için simetri grupları konusunda bilgilendirme yapılmış ve bu grupları kullanmaları istenmiştir (Web 10).

2.2. Çalıştay Günlüğü

Atölye çalışmasında ilk gün parametrik ve algoritmik tasarım kavramları üzerinden tartışmalar yapılmış, öğrencilerin bu doğrultudaki düşüncelerini ortaya koymaları istenmiştir. Daha sonra, çalışma konusu olan aydınlatma elemanı verilmiş ve tasarımlarını etkileyecek birtakım kavramlar öğrencilerle beraber ortaya atılmıştır. Ortaya atılan bu kavramlardan bazıları, ışık, gölge, geçirgenlik, etkileşim, doluluk/boşluk, renk, süreklilik/akışkanlık, ışığın gücü/açısıdır.



Resim 2. Çalışma alanı.



Resim 3 a-b. Birinci gün çalışmaları.

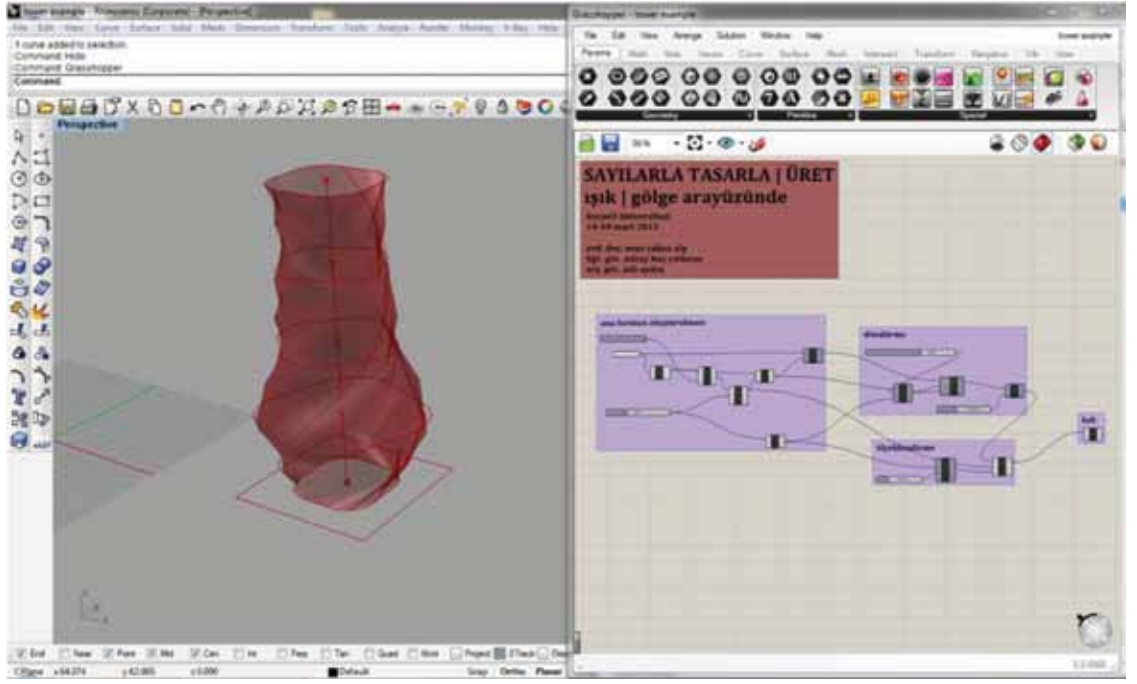


Aynı günün ikinci yarısında, Rhinceros programına genel bir giriş yapılmıştır (Resim 3).

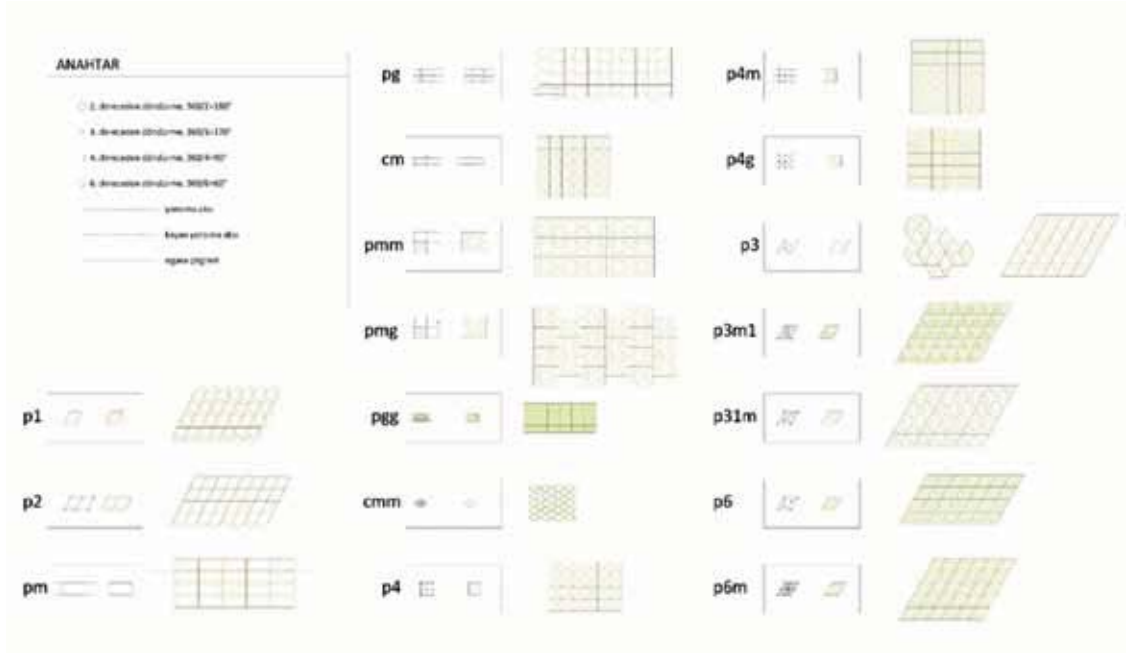
Çalıştayın ikinci gününde, Rhinceros programı üzerinde çalışan Grasshopper eklentisi bir kule algoritması oluşturularak anlatılmıştır (Resim 4). Günün ikinci yarısında 17 simetri grubu ve bu simetri gruplarının nasıl oluşturuldukları gösterilmiştir (Resim 5). Sonrasında, öğrencilerden gösterilen bu simetri gruplarından birini seçerek kendi örüntülerini oluşturmaları istenmiştir.

Üçüncü Gün, örüntülerin tasarlanan kuleye aktarılması, boşlukların oluşturulması ve ilk ürün-

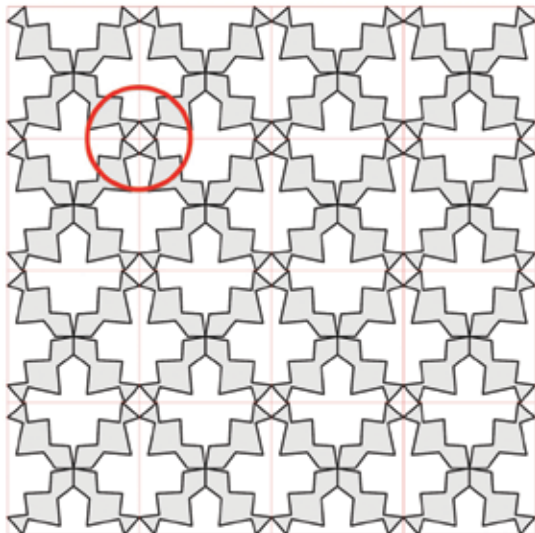
Resim 4. Kule algoritması ve Rhinoceros programında görsel temsili.



Resim 5. Simetri grupları.



Resim 6 a-b. Örüntüde kesişim hataları.



lerin 3B yazıcıya gönderilmesi çalışmalarını kapsamıştır. Ürünleri yazıcıya gönderilen öğrenciler posterler üzerinde çalışmışlardır. İlk aşamada, dört öğrencinin ürünü yazıcıya gönderilmiştir. Diğer öğrenciler ise çalışmalarına devam etmiştir. Yazıcı ile ilgili üretim sürecinde çıkan problemler kısıtlar bölümünde değerlendirilmiştir.

Çalıştayın son günü, henüz bitirilmemiş projeler üzerinden genel bir değerlendirme yapılmıştır. Çalıştayın bitiminden sonra, hazırlanmış dosyalardan iki ay boyunca 3B yazıcıdan ürünler üretilmeye devam edilmiştir.

2.3. Karşılaşılan Zorluklar

Tasarım ve imalat esnasında aşağıda belirtilen zorluklarla karşılaşmıştır. Tasarım aşamasında öğrencilerin karşılaştıkları zorluklardan bahsedilirken, imalat aşamasında yürütücülerin, yazıcının kısıtlarına ve çözüm bulunması gerektiğini düşündükleri sorunlarına dair gözlemleri aktarılmaktadır.

Öğrencilerin bir kısmı, tasarım aşamasında, simetri gruplarını kesişimsiz uygulamada, örüntü içindeki doluluk-boşlukları ifade etmede ve kapalı model oluşturmada zorluklar yaşamışlardır (Resim 6). Bu zorlukların, tasarımla malzeme ilişkisinin öğrenciler tarafından belki de ilk defa göz önünde bulundurulmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

3B yazıcı, imalat esnasında yazıcı içinde meydana gelen herhangi bir hatayı algılayamamakta ve prototiplemeye devam etmektedir. Bu durumda 30 saatlik bir çalışma süresinin herhangi bir saatinde meydana gelebilecek bir hatada büyük zaman kaybı oluşmaktadır. 3B yazıcının ortaya çıkan hataları algılayamadığı durumlar aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Destek ve model malzemeyi akıtan uçlarının tıkanması,
- Çok ince prototiplerin üretimi esnasında makinenin içerisindeki ısı dolayısıyla modelin tahribata uğraması (Resim 7),
- Elektrik kesintisi sonrasında prototipin yarım kalması.

2.4. Ürünler

İki aylık imalat sürecinin sonunda üretimi tamamlanan 12 adet aydınlatma elemanı Resim 8'de görülmektedir.

3. Değerlendirme

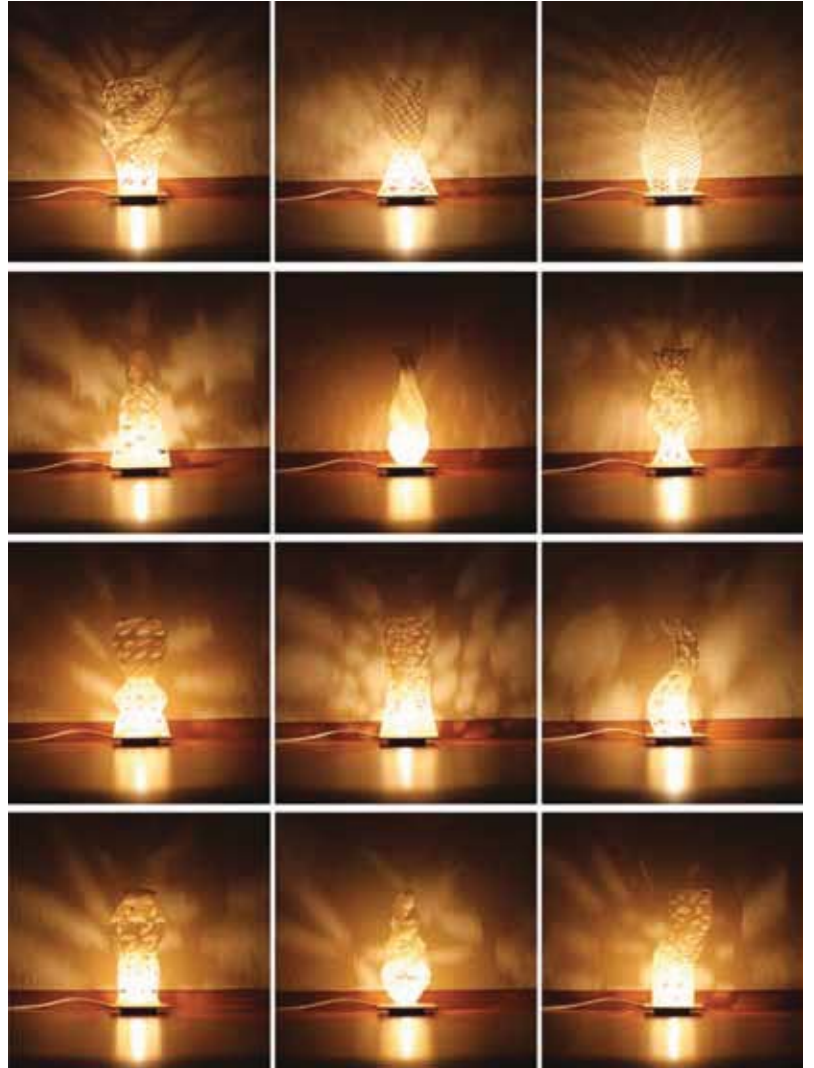
Mimarlıkta dijital platform, ilk yıllarda mimari ürünün temsili için kullanılmaya başlanmış, ancak son 20 yılda mimari tasarım yapma ve üretme aşamasına gelmiş ve süreç teknolojinin gelişmesiyle ilerlemeye devam etmektedir. Dijital

platformun kullanımına dair örnekleri mimari tasarım lisans eğitimi seviyesinde yurtdışında Princeton University - Princeton (Web 11), Massachusetts Institute of Technology - Boston (Web 12, Web 13, Web 14), Carnegie Mellon University - Pittsburgh (Web 15) vb mimarlık okullarında görmekteyiz. Ülkemizde ise dijital platformun tasarımda kullanımı, son dönemde ve birkaç üniversitenin [Bilgi Üniversitesi - İstanbul (Web 16), Orta Doğu Teknik Üniversitesi - Ankara (Web 17, Web 18) vb] eğitim programlarına dahil edilmeye başlanmıştır.

Bu atölye çalışması da, mimarlık eğitimine dijital yöntemlerin entegre olması adına küçük bir



Resim 7. 3B yazıcı içinde tahribata uğramış ürün.



Resim 8. Üretilen aydınlatma elemanları.

örneği temsil etmektedir. Öğrencilerin, ilerleyen teknolojilerle birlikte dijital tasarımı kontrollü bir süreçte deneyimleyebilmesi sağlanmıştır.

Öğrencilerin bu atölyedeki en önemli kazanımları, öncelikle parametrik tasarım, sayısal tasarım, bilgisayar destekli tasarım ve üretim farkındalığının oluşması; sonrasında da dijital araçların sadece mimarlığın temsili için kullanılan araçlar olmadığı, aynı zamanda dijital ortamın tasarım ve üretim amacıyla da kullanılabilir bir ortağa dönüşebileceği vizyonunun edinilmesidir.

Atölye çalışmasında öğrenciler dijital ortamda tasarladıkları ürünlerin fiziksel çıktılarını görebilme imkanı bulmuştur. Buna bağlı olarak, tasarım ve üretimin birbirinden ayıramayacağı, devamlılık ve döngüsellik arz eden süreçler oldukları öğrenciler tarafından gözlemlenmiştir. Örneğin, öğrencilerin üretecekleri aydınlatma elemanının kalınlığına karar vermeleri, modelin boyutlarına, malzemesine, üretim süresine ve gözeneğin fazlalığına göre gerçekleşmiştir.

Tüm bu deneyimler öğrencilerin yaparak öğrenmesine katkı sağlamış, dijital model ve fiziksel model arasında ilişki kurmalarına olanak sağlamıştır. Bu ilişkinin farkında olmalarının daha sonraki çalışmalarında dijital tasarımı ortaya koyarken fizikselinin öngörülmesini olumlu etkileyeceği düşünülmektedir.

Benzer olarak, bu atölyenin öğrenci açısından diğer bir kazanımı ise dijital tasarımıyla beraber sonuçtan çok sürece önem vermektir.

Yürütücüler, kısıtlı süre içerisinde tanımlı problemlerle tariflenmiş atölye çalışması deneyiminin eğitim açısından yararlı olduğu gözlemlenmiştir. Çalıştay sonucunda çıkan ürünlerin de belli bir olgunluğa sahip olması öğrenciler ve yürütücüler için tatmin edici olmuştur. Yürütücüler, sonuçların tatmin edici olmasının öğrencilerin istekli çalışmalarından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Öğrencilerin istek ve ilgi düzeyinin yüksek tutulması, çalışmanın yoğun ve kesintisiz dört günlük bir sürede gerçekleştirilmesiyle mümkün olmuştur.

Bilgisayar destekli üretim teknolojilerinin ucuzlayıp yaygınlaşacağı öngörüldüğünde dijital tasarım yaklaşımlarının daha yoğun olarak kullanılacağı düşünülmektedir. Böyle bir ortamda sürece dahil olabilecek tasarımcıların eğitilmesi ve farkındalık kazandırılması konusunda bu çalıştayların önemli bir rol oynadığını düşünmekteyiz.


Çalıştay ürünleri ve posterleri, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü (22-24 Mayıs 2013), Kocaeli Üniversitesi (28 Mayıs 2013) ve İstanbul Teknik Üniversitesi'nde (27-28 Haziran 2013) sergilenmiştir (Resim 9-10).

4. Geleceğe Yönelik Çalışmalar

Geleceğe yönelik çalışmalar kapsamında, yeni çağın sürekli farklılaşan tasarım ve üretim yöntemlerine ayak uydurabilecek tasarımlar ve üretimler yapmaya olanak sağlayan çalışmalar hedeflenmektedir. Yukarıda belirtildiği gibi bu teknolojiler yaygınlaştıkça ve ucuzlaştıkça bu tür çalışmaların önemi ve yaygınlığı da artacaktır.

Bu amaçla yürütücü ekip gelecekte de lisans düzeyinde çalıştaylarına devam edecektir. Gelecekte yapılacak çalışmalarla, farklı tasarım problemlerinin farklı ölçeklerde ve imalat tekniklerinde üretimine yönelik yeni çalışmalar bir atölye dizisi oluşturacak şekilde eklenerek çoğalacaktır.

Teşekkürler

Çalıştayın gerçekleştirilmesinde ve prototip laboratuvarının çalıştay kapsamında kullanıma açılmasından dolayı Kocaeli Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Dekanlığı'na, Mimarlık Bölüm Başkanlığı'na ve işbirliğinden dolayı GYTE Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölüm Başkanlığı'na çok teşekkür ederiz. Ayrıca, mimarlık lisans öğrencileri Büşra Ketenci, Derya Kargı, Dilara Kalkan, Fatih Yüzer, Hatice Savaş, Merve Sezer, Meryem Kazıcı, Sibel Fıstık, Turgut Aydın, Zeynep Gür (Kocaeli Üniversitesi); Soner Zontul, Pelin Altan, Melis Toprak, Orhan Çakır, Mirpenç Tekin'e (Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü) ayrı ayrı teşekkür ederiz. 

Neşe Çakıcı Alp, Yrd. Doç. Dr., Kocaeli Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Mimarlık Bölümü, nesecakici@gmail.com

Miray Baş Yıldırım, Öğr. Gör., Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü, miraybas@gmail.com

Aslı Aydın, Araş. Gör., Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü, asliaydin87@gmail.com

Not: Çalıştayla ilgili daha fazla bilgiye aşağıdaki adresten ulaşmak mümkündür:

<http://sayisaltasarlauret.wordpress.com>

Kaynakça:

- Gül, L. F., Çağdaş G., Çağlar, N., Gül, M., Ruhi-Sipahioğlu, I. ve Balaban, Ö. (2013) "Türkiye'de Mimarlık Eğitimi ve Bilişim Teknolojileri", *VII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu Bildirileri*, İstanbul Teknik Üniversitesi, s. 11-16.
- Iwamoto, L. (2009) Introduction, *Digital Fabrications: Architectural and Material Techniques*, Princeton Architectural Press, New York.
- Kolarevic, B. (2000) Digital Architectures, Eternity, Infinity and Virtuality in Architecture, *22nd Annual Conference of the Association for Computer-Aided Design in Architecture Bildirileri*, Washington D.C., s. 251-256.
- Kolarevic, B. (2003) Digital Morphogenesis, B. Kolarevic (Ed.), *Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing*, Spon Press.
- Web 1 (2013) R-O-B, <http://dfab.arch.ethz.ch/web/e/forschung/135.html> (Erişim tarihi: 19.07.2013)
- Web 2 (2013) Robolab, <http://icd.uni-stuttgart.de/?p=4052> (Erişim tarihi: 19.07.2013)
- Web 3 (2013) Robots in Architecture, <http://www.ro->

Resim 9 abcd - 10. GYTE Mimarlık Fakültesinde gerçekleştirilen sergiden görüntü.



- botsinarchitecture.org/ (Erişim tarihi: 19.07.2013)
- Web 4 (2013) Digital Crafting, <http://www.digitalcrafting.dk/> (Erişim tarihi: 19.07.2013)
 - Web 5 (2010) Sayılarla Üretmek, Yıldız Teknik Üniversitesi, <http://www.mimdap.org/?p=32477> (Erişim tarihi: 19.07.2013)
 - Web 6 (2011) 1+1 Materyel Deneyim, <http://www.mimdap.org/?p=49068> (Erişim tarihi: 19.07.2013)
 - Web 7 (2013) Rhinoceros internet sitesi, <http://www.rhino3d.com/> (Erişim tarihi: 19.07.2013)
 - Web 8 (2013) Grasshopper internet sitesi, <http://www.grasshopper3d.com/> (Erişim tarihi: 19.07.2013)
 - Web 9 (2013) Dimension sst 1200es Kullanıcı Kılavuzu, http://www.fablabenschede.nl/sites/default/files/handleiding_3d-printer.pdf (Erişim tarihi: 19.07.2013)
 - Web 10 (2013) Simetri Grupları, http://en.wikipedia.org/wiki/Wallpaper_group (Erişim tarihi: 19.07.2013)
 - Web 11 (2013) Computational Design, http://register.princeton.edu/course-offerings/course_details.xml?courseid=000308&term=1132 (Erişim tarihi: 19.07.2013)
 - Web 12 (2008) Introduction to Design Computing, Massachusetts Institute of Technology, <http://ocw.mit.edu/courses/architecture/4-500-introduction-to-design-computing-fall-2008/> (Erişim tarihi: 19.07.2013)
 - Web 13 (2005) Architectural Construction and Computation, Massachusetts Institute of Technology, <http://ocw.mit.edu/courses/architecture/4-501-architectural-construction-and-computation-fall-2005/> (Erişim tarihi: 19.07.2013)
 - Web 14 (2005) Computational Design Theory and Applications, Massachusetts Institute of Technology, <http://ocw.mit.edu/courses/architecture/4-520-computational-design-i-theory-and-applications-fall-2005/> (Erişim tarihi: 19.07.2013)
 - Web 15 (2013), Carnegie Mellon, [technology-courses.html \(Erişim tarihi: 19.07.2013\)

 - Web 16 \(2013\) Design Coding, Bilgi Üniversitesi, <http://www.designcoding.net/> \(Erişim tarihi: 19.07.2013\)
 - Web 17 \(2012\) Arch 470 - Digital Design Studio, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, <http://archweb.metu.edu.tr/dds/arch470/index.htm> \(Erişim tarihi: 19.07.2013\)
 - Web 18 \(2012\) Arch 475 - Advanced Digital Design Studio, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, <http://archweb.metu.edu.tr/dds/arch475/index.htm> \(Erişim tarihi: 19.07.2013\)](http://www.cmu.edu/architecture/programs/courses/building-

</div>
<div data-bbox=)

In Light and Shadow Interface: An Experience of Parametric Digital Design and Fabrication Process with Students

This article presents first time experience of fourteen students of Departments of Architecture in Kocaeli University and Gebze Institute of Technology in digital design, fabrication processes and technologies in a four-day workshop environment with three lecturers. The workshop, "In Light and Shadow Interface", took place in Department of Architecture of Kocaeli University's computer and prototype laboratory between March 14th and 18th, 2013. The aim of the workshop was to introduce parametric digital design approaches and fabrication technologies to participants who encounter with both realms for the first time. While Rhinoceros, 3d modeling software, and Grasshopper, parametric plug-in for Rhinoceros, were used in digital design process, Dimension sst 1200 es, rapid prototyper, was used for digital fabrication. At the end of the workshop, each student fabricated a lighting item and produced a poster presentation reflecting on his/her process. For the first time, students had the opportunity to see their designs come to physical existence and to experience a file-to-factory production process. The workshop, in this sense, is an attempt to integrate digital technologies in undergraduate studies in architecture.