

## İt Çek Tasarla, Kesit Al Üret Otur Deneyiminden Geride Kalanlar

**Aslı Aydın Aksan<sup>1</sup>, Neşe Çakıcı Alp<sup>2</sup>, Miray Baş Yıldırım<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Bilgi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup> Kocaeli Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Kocaeli, Türkiye

<sup>3</sup> Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Kocaeli, Türkiye

Geliş Tarihi (Received) : 28.12.2015 - Kabul Tarihi (Accepted) : 23.02.2016

### ÖZ

Sayısal Tasarla Üret çalıştaylarının (1,2) üçüncüsü olan "Pull-Push-Sit" adlı çalıştay, 31 Mayıs ve 1 Haziran 2014 tarihlerinde Kocaeli Üniversitesi ve Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü mimarlık bölümü lisans öğrencilerinin katılımıyla gerçekleşmiştir. Çalıştay, Kocaeli Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi'nde bulunan Prototip ve Bilgisayar Laboratuvarları'nda gerçekleştirilmiştir. Amacı öğrencilerin mimarlıkta sayısal tasarım ve üretim teknolojileriyle tanışmalarını sağlamak olan çalıştayda öğrencilere Kocaeli Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi binası girişinde bulunan alana oturma elemanı tasarlama problemi verilmiştir. Öğrenciler, çalıştay boyunca üç boyutlu modelleme programı olan Rhinoceros 4 ile beraber üretim için CNC freze tezgâhı kullanmışlardır. 24 öğrencinin katılımıyla gerçekleşen çalıştayda öğrenciler 4-5 kişilik guruplar halinde çalışmışlardır. Her grup bir adet oturma elemanı tasarlamıştır. Zaman kısıtı dolayısıyla, tasarlanan 6 oturma biriminden sadece 4 tanesinin imalatı CNC freze tezgâhında 30mm mdf kesilmek suretiyle yapılmıştır. Makalede oturma elemanlarının tasarımdan üretime olan süreçleri ile süreçte karşılaşılan problemler anlatılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Sayısal Tasarım, Üretim Teknolojileri, Mimari Tasarım

## The Marks from the Pull-Push-Sit Experience

### ABSTRACT

The third workshop of Digitally Design and Fabricate (1.2), named "Pull-Push-Sit" was held with the May 31 and 1 June 2014 in the Kocaeli University and the participation of Gebze Institute of Technology Department of Architecture graduate students. The workshop was conducted in Prototype Laboratory and Computer Laboratory in the Kocaeli University. The aim of the workshop was to provide the students acquainted with the architecture in digital design and manufacturing technologies. It was asked students to design a seating element in the entrance area of Kocaeli University Architectural Design Faculty building. During the workshop students have used three-dimensional modelling program Rhinoceros 4 for design and CNC milling machines for manufacturing. The workshop was held with the participation of 24 students worked in groups of 4-5 students. Each group has designed one sitting unit. Due to time constraints, only 4 of them from the six seating units were manufactured by cutting through 30mm MDF CNC milling machines. In this article, the process from design to production and the problems encountered in this process has been described.

**Key Words:** Digital Design, Manufacturing Technologies, Architectural Design

İletişim Yazarı(Correspondence): Aslı Aydın Aksan. e-posta (e-mail): asliaydin87@gmail.com

ISSN : 2147-6683

©2016 Hasan Kalyoncu Üniversitesi Güzel Sanatlar ve Mimarlık Fakültesi

## GİRİŞ

Sayısal Tasarla ve Üret çalışmaları, Neşe Çakıcı Alp, Miray Baş Yıldırım ve Aslı Aydın yürütücülüğünde her akademik yarıyılıda bir kere yapıлып, hedefi sayısal tasarım ve üretim yöntemleriyle mimarlık lisans eğitimine devam eden öğrencileri tanıştırmak ve öğrencilere bu yöntemleri etkin olarak kullandırmaktır. Bu çalışmaların üçüncüsü ise 2013-2014 Bahar akademik döneminde Kocaeli Üniversitesi'nde gerçekleştirilmiştir. Kocaeli Üniversitesi Mimarlık Bölümü, Mimari Tasarım 201 ve 202 dersleri ile Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mimarlık Bölümü, Mimarlıkta Sayısal Tasarım seçmeli dersi öğrencilerinin katılımı ile iki aşamada gerçekleştirilen çalışmada öğrencilerle bilgisayar destekli tasarım ve üretim süreçlerinin gerçek ölçekli olarak üretilecek bir oturma elemanı tasarımı üzerinden deneyimlenmesi amaçlanmıştır. Tasarımda Rhinoceros 4 programı, tasarımla üretim arasındaki aktarımı sağlamak için RhinoCAM isimli Rhinoceros 4 programı eklentisi ve üretimde üç eksenli (x, y ve z) CNC freze tezgâhı kullanılmıştır. Gerçek ölçekli bir tasarımın üretiminin yapılması özellikle bu çalıştay için değer verilen bir noktadır. Öğrencilerin tasarımlarıyla deneyimleme üzerinden ilişki kurmaları ve kendi bedenlerini bir ölçü aracı olarak kullanmaları ile sonuç ürünün kağıt üzerinde kalan bir fikir olmaktan çıkıp gerçekleştirilmiş bir nesneye dönüşmesi, öğrencilerin tasarım yapma eylemi ile olan ilişkilerini değiştirmiştir.

## KAPSAM VE TASARIM PROBLEMİ

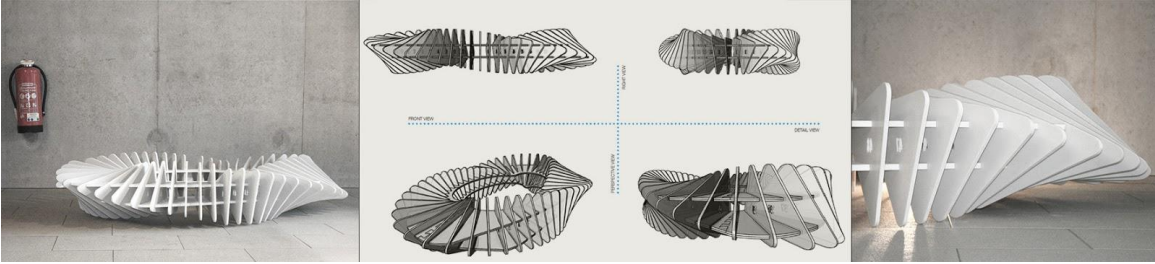
Çalıştay kapsamında, oturma elemanı örnekleri CNC freze tezgâhı ile oluşturulabilecek iki boyutlu malzemenin üçüncü boyuta çıkarılması potansiyelini sorgulamak üzere incelenmiştir. Bu örneklerin bir kısmı, Rocker-Lange Architects'in tasarladığı 'urban adapter' örneğindeki gibi sadece düşey elemanların bir biri ardına eklenmesiyle oluşurken, bir kısmı Manuel Kretzer'in tasarladığı Chick 'n' egg chair örneğindeki gibi, hem yatay hem düşey elemanların aynı yoğunlukta birine geçmesiyle oluşmuş ya da Christoph Schindler ile yapılan çalıştay ürünlerinden olan Moebius Bench örneğindeki gibi, yine birbirine geçerek oluşan elemanlarda düşey elemanların daha yoğun olarak kullanıldığı gözlemlenmiştir (Bkz. Resim 1, 2 ve 3). İncelenen örneklerde diğer bir değişken ise bağlantı biçimleridir, bir kısmı aynı malzemenin (Resim 2-3) birbirine geçmesiyle birleşim detayı oluşturulurken, bazı örneklerde (Resim 1) ise farklı bir malzemeden bağlantı elemanı kullanılmıştır. Bulunduğu yere göre adapte olabilen ve varyasyonları oluşturulabilen örnekler olduğu gibi tekil kullanımı olan örneklerle de karşılaşılmıştır.



**Resim 1:** Urban Adapter, Rocker-Lange Architects (URL01).

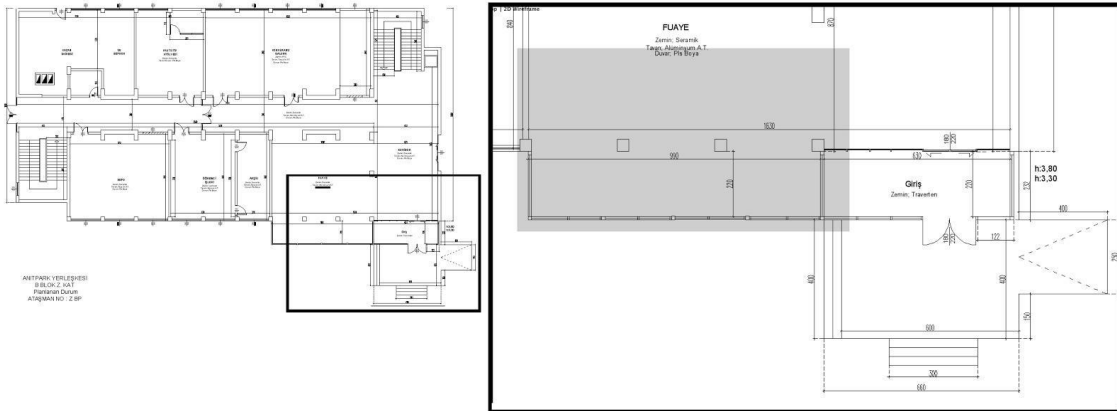


**Resim 2:** Chick 'n' Egg Chair - Manuel Kretzer (URL02-URL03).



**Resim 3:** Moebius Bench- Christoph Schindler ile yapılan çalıştay ürünleri (URL04).

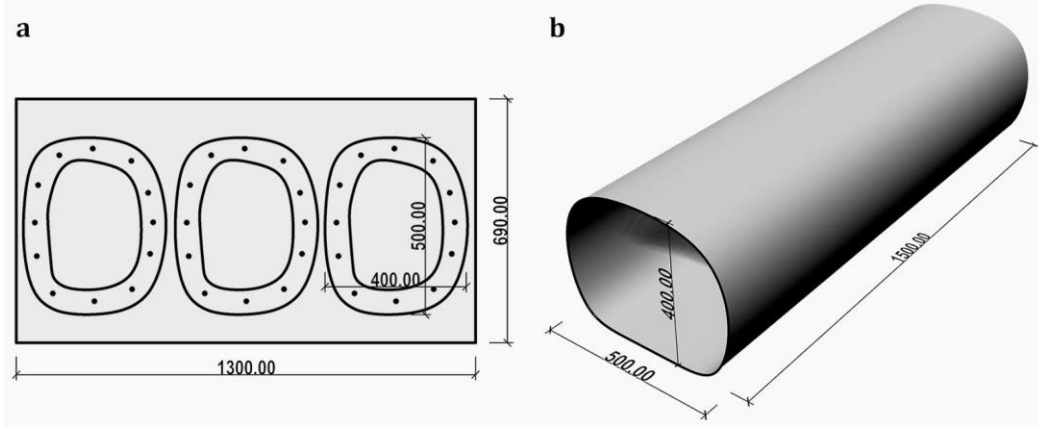
Bu örneklerden yola çıkarak çalışmaya katılan öğrencilere tasarım problemi olarak, parametrik tasarım ve üretim olanakları kullanarak Kocaeli Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Binası girişinde bulunan fuayedeki pencere ve kolonlar ile sınırlandırılmış alanın (Resim 4) 9 metrelik uzun kenarı boyunca birbirlerine eklenenebilen bir oturma elemanı tasarlamaları ve üretmeleri istenmiştir. Tasarımlarda kullanılacak tüm parametreler, mekânın fiziki ve fonksiyonel ihtiyaçları doğrultusundaki ölçüm değerlerinden elde edilecektir. Parametreler mekâna ait verilerin kullanılmasıyla şekil aldığından mekâna özel ve nitelikli sonuçlar ortaya çıkacağı öngörülmüştür.



**Resim 4:** Kocaeli Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Binası girişinde bulunan fuaye.

## SÜREÇ VE YÖNTEM

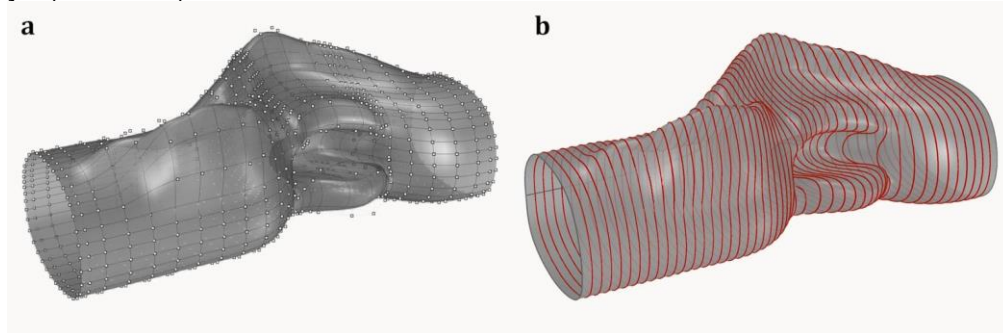
Çalıştayın ilk gününde, Rhinoceros 4 programı genel olarak tanıtılmış ve özellikle öğrencilerin bu çalışmada kullanacakları komutlar gösterilmiştir. Sonrasında öğrencilerden 4-5 kişilik gruplar oluşturmaları istenmiştir. Grupların oluşturulmasıyla, öğrencilere üzerinde çalışacakları tasarım problemi verilmiştir. Bu kapsamda, grup çalışmalarının eklenmesini kolaylaştıracak başlangıç formu Rhinoceros uzantılı dijital dosya ile öğrencilere dağıtılmıştır (Resim 5.b).



**Resim 5:** (a) Başlangıç ve bitiş birimlerinin levhaya yerleştirilmesi (b) Başlangıç formu

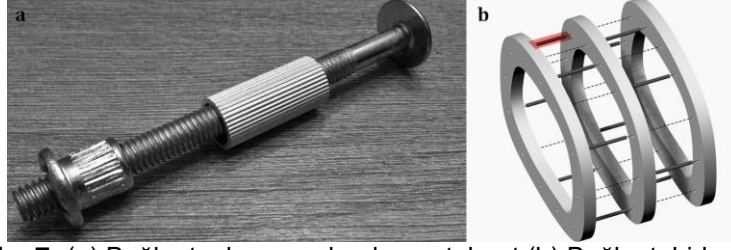
Malzemeler ve bağlantı elemanları çalışma öncesinde tanımlanıp, temin edilmiştir. Bu sebeple, öğrenciler çalışmaya başlarken her birimin ve birimler arasında kalan boşlukların kalınlıkları tasarımlarda sabit bir veri olmuştur. Kesim yapılacak 130x69cm boyutundaki MDF malzemenin kalınlığı 30mm'dir ve birimlerin arasında kalan boşluklar ise 25mm olarak belirlenmiştir. CNC freze tezgâhı ile kesilebilecek alanın 85x65cm olacağı bilgisi öğrencilere verilip, onlardan ellerindeki levhaları optimize ederek kullanmaları istenmiştir. Bu kısıtlar, ayrıca tasarımlarının boyutlarının da kısıtları olarak tanımlanmıştır.

Resim 5'te detayları gösterilen başlangıç formunu Rhinoceros'ta kontrol noktalarını itme ve/veya çekme ile deformasyona uğratarak, kendi vücut ölçülerine ve ön gördükleri oturma biçimlerine göre oluşturmaları istenmiştir (Resim 6.a). Daha sonra bütüncül formdan 30mm aralıklarla kesitler alınmıştır. Her grubun oluşturduğu 1,5 metrelik bankların bir araya gelmesi ve bu geçişin akıcı olabilmesi amaçlandığından tasarımlarda başlangıç ve sonlardaki üçer kesitin aynı olması istenmiştir (Resim 6.b).



**Resim 6:** (a) Kontrol noktaları ile birimi deforme etme (b) Birimlerden 30mm aralıklarla kesit alma

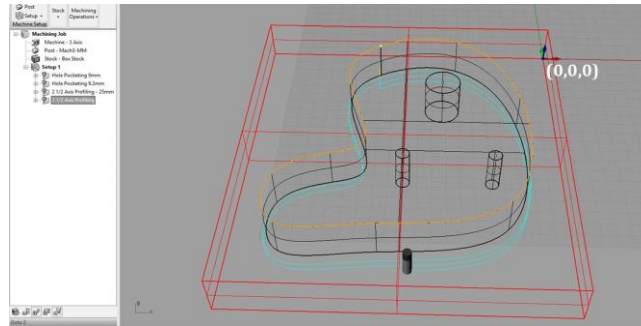
Bağlantı elemanları ancak iki birimi bir araya getirebildiğinden üçüncü bir birimin birleşimi bağlantı elemanlarının şaşırtmalı olarak yerleştirilmesiyle mümkün olabilmektedir. Bu nedenle her birimde 12 adet bağlantı boşluğu açılmıştır. Ancak bir birim ile ondan sonra gelen ikinci birim 6 adet bağlantı elemanı ile birleştirilmiştir. Bütün gruplar aynı başlangıç boşluklu birimleri kullanıp, kendi tasarımlarındaki boşlukları başlangıç boşluklarına göre uyarlamış ve birimlerin bir araya gelişlerinde bağlantı elemanlarının şaşırtmalı yerleştirilmesini göz önünde bulundurmıştır (Resim 7.b). Boşlukların çapları 8,5mm olarak, 6mm çapında ve 80mm boyundaki montabent birleşim detayına göre tanımlanmıştır (Resim 7.a).



**Resim 7:** (a) Bağlantı elemanı olarak montabent (b) Bağlantı birleşimleri

Gruplara, sabit bir oturma elemanı tasarlayabilecekleri gibi dönüşebilen bir bank da tasarlayabilecekleri belirtilmiş ve bunun için kullanabilecekleri detay anlatılmıştır. Buna göre, hareketi sağlayacak, önceden temin edilen sabit metal borular (25mm çapında) ihtiyaç olan uzunluğa göre kıl testere ile üretim sırasında kesilmiştir ve ihtiyaç duyulan boşluk 28mm çapıyla tanımlanmıştır. Sadece Grup 3 hareketli oturma birimi üretimini tasarımı kullanma kararı almıştır. Bu grup, diğer gruplardan farklı problemlerle karşılaşmış ve bu problemlere çözüm üretmiştir. Bu grubun karşılaştığı problemler ve çözümleri karşılaşılan problemler kısmında aktarılmıştır.

Çalıştayın ilk gününün ikinci yarısında gerçekleşen tasarım sürecinde öğrencilerin oluşturdukları ilk tasarımlar teknik olarak üretilebilirlik, ergonomi gibi kısıtlar üzerinden tartışılmıştır. Bu tartışmalar doğrultusunda tasarımlar üzerinde revizyonlar gerçekleştirilmiştir. Bu süreç içinde, CNC freze tezgâhında deneme kesimleri yapılması için veriler RhinoCAM eklentisine aktararak gerekli kesim ayarları, kesim yapılacak ucun tanımlanması, koordinatların doğru bir şekilde girilerek CNC freze tezgâhına gidecek dosya formatı hazırlanması gerçekleştirilmiştir (Resim 8). CNC kesim tezgâhı -x,-y ve -z olmak üzere 3 aks yönünde kesim yapmaktadır. Bununla ilişkili ihtiyaç duyulan boşlukların boyutları deneme kesimlerinde belirlenmiştir. Kesim sırasında amaç bir levhadan maksimum birim üretebilmektir. Tasarlanan oturma birimlerinin kesimi sırasında bir levhadan minimum 2 maksimum 4 birim üretilebilmiştir.



**Resim 8:** Stok malzemenin kesim simülasyonu (RhinoCAM eklentisi).

Öğrenciler tasarımlarını oluşturduktan ve birimlerini dijital olarak ürettikten sonra, en az 6 bağlantı noktası olacak şekilde daha önce boyutu belirlenen boşlukları tasarımlarında tanımlamışlardır. Bu aşamada bağlantı boşluklarının yan yana duran birimlerde şaşırtmalı olarak atanmasında herhangi bir kaymanın olmamasının önemi üzerinde durulmuştur. Bu doğrultuda hazırlanan üç boyutlu model dosyalarının RhinoCAM'e nasıl aktarılacağı anlatılmış ve öğrencilerden bu dosyaları kesim için üretmeleri istenmiştir.

Kesim ayarları, RhinoCAM eklentisinde işleme operasyonları (*machining operations*) bölümünden belirlenmiştir. Öncelikle kesim için programdan uçlar arasından bizim kullandığımız freze olan 8mm parmak freze (*end mill*) seçilmiştir. RhinoCAM program eklentisinde CNC freze işlemcisi olarak Mach3-MM seçilmiştir. CNC F değeri (ilerleme miktarı) 1000 ve S değeri (kesme hızı) 18000 alınmıştır. 30mm'lik levha bu ayarlar doğrultusunda 4 tam turda (periyotta) bir birimi kesecek şekilde planlanmıştır. Bir birimin yaklaşık kesim süresi içinin dolu ya da boş olmasına bağlı olarak 4 dakika ile 9 dakika arasında değişmektedir.

Bu ayarları yapıp CAM kodlarını ilk olarak tamamlayan Grup 1 ile üretim süreci başlamıştır. Üretim başlamasıyla beraber, öğrenciler görev dağılımı yaparak montaja başlamıştır. Montaj kısmında, kesimin ardından numaralandırılmış her birimin kenarları zımparayla düzeltilmiş, kendinden sonra gelen birimle bağlantı elemanlarıyla aracılığıyla montajı gerçekleştirilmiştir. Montajın gerçekleşebilmesi için birimlerin sırayla montajının yapılması gerekliliği bu aşamada ortaya çıkmıştır.

## KARŞILAŞILAN PROBLEMLER

Üretim sürecinde CNC freze tezgâhı ile kesim yaparken makinenin kullanımından doğan problemler, aynı zamanda çalıştay süresinin yönetimine dönük problemlere de neden olmuştur. Çalışmaya başlarken CNC freze tezgâhına zarar vermemek için bir adet levha altlık olarak kullanılmıştır. Bununla ilişkili olarak hem alttaki levha hem de üstteki levhanın sabitlenmesi gerekliliği doğmuştur. Sabitleme için mungenelerin bulunmaması dolayısıyla Resim 9'da gösterilen detay oluşturulmuştur. Bu detayda her levha için toplamda dört adet vida çıkartılıp geri takıldığından zaman kaybı yaşanmıştır. Ayrıca, levha boyutlarının 69x130cm olması fakat CNC freze tezgâhının kesim alanının 85x65cm olması nedeniyle bir levha kesimi yapıldıktan sonra ters çevrilerek kalan kısmı kullanılmış ve bu nedenle levha sabitleme işi her bir levha için iki katına çıkmıştır.



Resim 9: (a) Malzemenin sabitlenmesi (b) Sabitleme detayı

Kesime başlamadan önce yapılan denemelerde, RhinoCAM'de gerçekleşen koordinat ayarlarında bir takım zorluklar yaşanmıştır. Bu eklentide hazırlanan koordinatlarda, kesim yapılacak alanın x,y,z doğrultusunda pozitif yönde verilmiş olması; ancak CNC freze tezgâhının negatif koordinatlarda

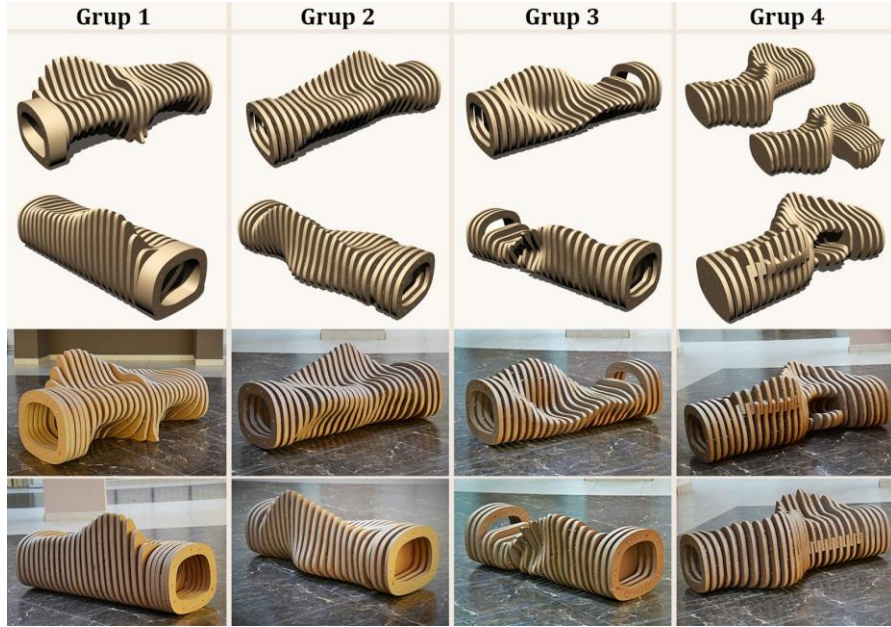
çalışması, kesim ucunun kırılmasına ve kesim yapan hareketli kısmın stoperleri geçerek eksenin dışına çıkmasına neden olmuştur. Bununla beraber CNC freze tezgâhının elektrik aksamının sorun çıkarması gibi problemler nedeniyle zaman kaybı yaşanarak, planlanan çalıştay süresi aşılmıştır.

Malzeme kalınlığı olan 30mm derinliğinde kesim yapıldığında seçilen parmak freze özelliği nedeniyle birim tam olarak levhadan çıkarılamamıştır. Bu problem kesme derinliği 32mm verilerek aşılmıştır; ancak yapılan değişiklik freze ucunun birim üzerinde fazladan bir tur atarak kesim süresini artmasına neden olduğu gibi ısınma nedeniyle etrafa yayılan talaşların yanma ihtimalini de arttırmıştır. Süreçte birden fazla kez makineden çıkan kıvılcıklar söndürülmek zorunda kalmıştır.

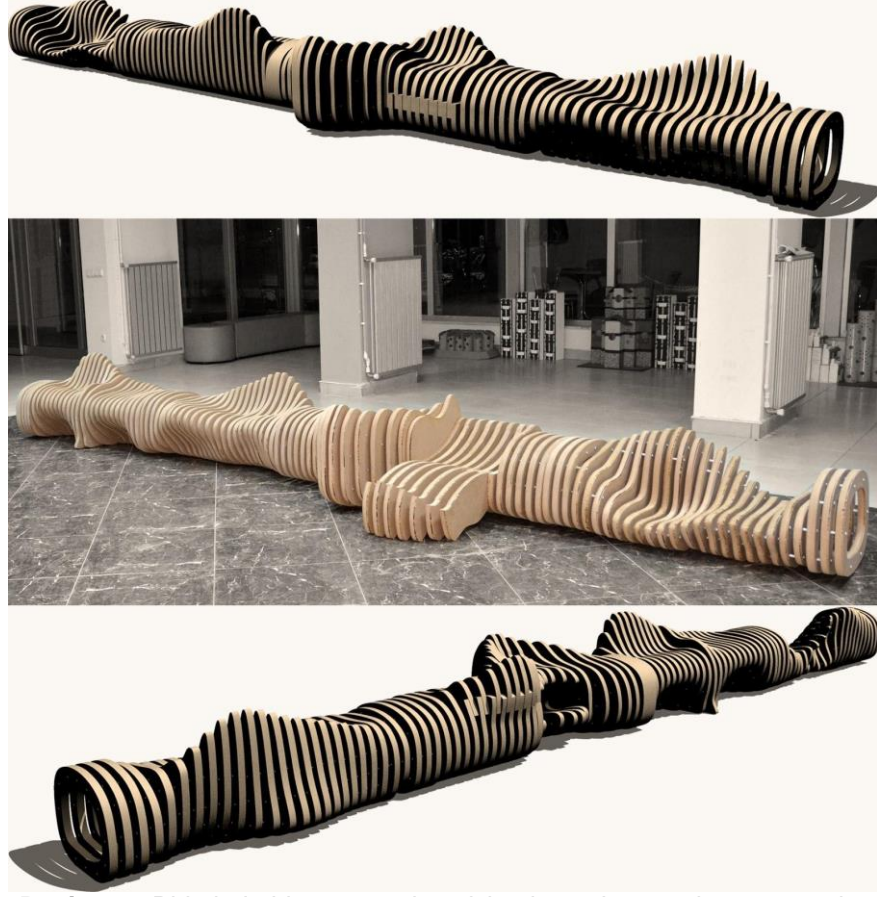
Genel olarak karşılaşılan problemlerin yanı sıra daha önce de bahsedildiği gibi hareketli detayla çalışan Grup 3 öğrencileri de hem tasarım hem de üretim sürecinde bir takım problemlerle karşılaşmıştır. Tasarım sürecinde karşılaştıkları problem, birimlerin iç içe geçerken ve geri çıkarken montabentlere takılması problemi ve bu problemi çözümlerken en az dört bağlantı elemanı ile parçaları birleştirme problemidir. Üretim sürecinde karşılaştıkları problem ise sabit kısımda iki birim arasındaki uzaklık 25mm olması sonucu 30mm'lik malzemenin araya girememesi olmuştur. Bu problem, boyu 80mm olan mevcut montabentlerle çözülememiş yerine 100mm'lik civata temin edilmek suretiyle çözümlenmiştir.

## ÜRÜNLER

Gruplar, çalıştay ürününü kullanacak öğrenciler olarak kendi ihtiyaçlarına göre oturma birimi tasarımlarını gerçekleştirmişlerdir. Dört grubun çalışmasına ait modellemeleri ve üretilen birimler Resim 10'da gösterilmiştir. Grup 1 çerçeve kesitli, Grup 1 ve 2 iki kişinin yan yana oturabileceği, Grup 3 birim üzerine yatılabilen, Grup 4 ise birimi genişleterek uzanma işlevini gerçekleştirmek üzere dışarıya doğru açılabilen ve alt kısmında kitap, dergi veya çanta koyulabilecek bir bölümü olan bir tasarım yapmıştır. Birimlerin tekil görselleri Resim 10'da, bir araya gelme kombinasyonları ise Resim 11'de örneklenmiştir.



Resim 10: Çalışmaları üretilen birimlere ait görseller



**Resim 11:** Birimlerin bir araya gelmesiyle oluşan bütünsel oturma grubu

### **GENEL DEĞERLENDİRME**

Tüm bu süreç içinde öğrenciler sayısal tasarım ve üretim tekniklerini 1:1 ölçekte üretim yaparak, tasarım aşamasından montaj aşamasına kadar deneyimleme şansı bulmuşlardır. Malzemenin ve bağlantıların tanımlı oluşu sayesinde kısıtlı bir sürede modeller üretilebilmiştir. Bu süreçte, Rhinoceros yazılımı ile beraber, CNC freze tezgahının çalışması için gerekli veriyi sağlayan RhinoCAM eklentisini öğrenmeye giriş yapılarak öğrencilerin bu araçları ileride etkin kullanmaya yönelik çalışmalar yapmalarının temelleri atılmıştır. Tasarım nesnesi, öğrencilerin kendilerinin kullanacakları bir oturma birimi olduğu için ergonomi kavramını irdelemekle beraber kendi ihtiyaçlarına yönelik olarak tasarımlarını gerçekleştirmeleri sağlanmıştır. 1:1 üretim yapıldığı için bütün detaylar dikkatlice tasarlanarak üretime geçilmiştir. Sonuçta ortaya çıkan ürünlerle çalıştay, hem form ve işlev olarak hem de hedeflenen deneyim olarak tatmin edici olmuştur. Öğrencilerin yaptıkları soyut tasarımları somut olarak üretmeleri, tasarım aktivitesiyle olan ilişkilerini kuvvetlendirmiş ve onların tasarımda soyut ve somut olanı bir bütün olarak ele almalarını sağlamıştır.

### **TEŞEKKÜR**

Bu çalışma Kocaeli Üniversitesi Hızlı destek projesi kapsamında desteklenmiştir. Proje No: 34 (07/03/2014). Teşekkürü bir borç biliriz.



Çalıştayın gerçekleştirilmesinde ve Prototip Laboratuvarı'nın çalıştay kapsamında kullanıma açılmasından dolayı Kocaeli Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Dekanlığı'na ve iş birliğinden dolayı GYTE Mimarlık Fakültesi Mimarlık Fakültesi Dekanlığı'na ve Mimarlık Bölüm Başkanlığı'na çok teşekkür ederiz. Ayrıca, Kocaeli Üniversitesi Mimarlık lisans öğrencileri: Filiz İNCE, M. Tuğba ERCAN, Rûveyda BARIŞ, Gülsüm ARSLAN, Sedanur ÇAKIR, Nurullah YILDIRIM, Taha KOÇANOĞLU, Hümevra Hilal YILDIRIM, Esra KAPÇUK, Ayşe KARABULUT, Murat AKPINAR, Nazım DAĞDEVİREN, Elif Ayşe DURGUN ve Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mimarlık Lisans öğrencileri: Zeynep Pelin KARADAĞ, Muhsin Hakan AYDIN, Ezgi KAVUK, Gülşah UYSAL, Ayşe TOTU, Sevgi YETER, Leyla ASLAN, Gülsüm BEYAZYILDIZ, Makbule AYHAN, Onursal ENGEL, Fatma Nur ÜZMEN.

**KAYNAKLAR:**

Çakıcı Alp, N., Baş Yıldırım, M. & Aydın, A. (2014). Işık Gölge Arayüzünde: Bir Sayısal Tasarım ve Üretim Sürecini Öğrencilerle Deneyimlemek. *Mimarist*, Sayı 49, 76-81.

URL 01: <http://www.dezeen.com/2010/01/08/urban-adapter-by-rocker-lange-architects/>

URL 02: <http://responsivedesign.de/portfolio/chick-n-egg-chair/>

URL 03: <http://www.designspotter.com/product/2010/09/Chick-n-Egg-Chair.html>

URL 04: <http://m-cdc.de/workshop-with-christoph-schindler/#more-2391>