Digital Design and Fabrication Tools in Space Architecture Workshop

Süheyla Müge Halıcı[1]; Gözde Damla Turhan[2]; Mehmet Sadık Aksu[3]; Güzden Varinlioğlu[4]
[1]İstanbul Teknik Üniversitesi; [2,3,4]İzmir Ekonomi Üniversitesi
[1]halicis@itu.edu.tr; [2]gozde.damla@std.ieu.edu.tr; [3]sadik.aksu@ieu.edu.tr;
[4]guzdenv@gmail.com

Abstract. As with positive science studies, in space studies, there is a continuing cooperation among art and design fields. Likewise, in the Space Architecture studies, different international disciplines are combined to produce designs for exoatmospheric habitats. These design studies, which resemble science and engineering issues, require mastery of analytical thinking and computational design thinking. In addition, designers require the latest knowledge of digital design and fabrication tools to ensure that non-standard design proposals can be developed. In the increasingly important area of the design of living spaces for Mars, the focus is on design and digital fabrication technologies of present and future. For this reason, the development of designs within the scope of Space Architecture should not be considered as separate from computational design or computing technologies.

A two-week workshop was organized in 2017. The issues covered were how to incorporate today's technology into design and production, through the concept of computational design, and how to increase its use in current studies and by young designer candidates. In this article, there is an evaluation of the design products and the design process covered in the workshops. There is also an assessment of the process of the two-week design workshop on the colonization of Mars, and the digital design and production approaches used. The evaluation emphasizes the importance of digital design, the need for innovative design approaches in the future, and the potential for digital fabrication technologies.

Keywords: *Space architecture, biomimetic design, computer-aided design, digital fabrication, virtual reality.*

Uzay Mimarlığında Sayısal Tasarım ve Üretim Araçlarının Değerlendirilmesi Üzerine Mars Özelinde Bir Çalışma

Süheyla Müge Halıcı[1]; Gözde Damla Turhan[2]; Mehmet Sadık Aksu[3]; Güzden Varinlioğlu[4]
[1]İstanbul Teknik Üniversitesi; [2,3,4]İzmir Ekonomi Üniversitesi
[1]halicis@itu.edu.tr; [2]gozde.damla@std.ieu.edu.tr; [3]sadik.aksu@ieu.edu.tr;
[4]guzdenv@gmail.com

Özet. İnsanlar için dünya dışında yaşam alanı yaratma düşüncesinin gündeme gelmesiyle, uzay alanında yapılan araştırmalara, mimari tasarım disiplinleri de dâhil olmuştur. Bilim ve mühendislik konularına benzerlik gösteren bu tasarım çalışmaları, analitik düşünme ve hesaplamalı tasarım düşüncesine sahip olmayı gerektirmektedir. Tasarımcıların sayısal tasarım ve üretim araçlarının güncel bilgisine sahip olmaları geleneksel olmayan tasarım önerilerinin geliştirilebilmesi için önemlidir. Son yıllarda dünya dışı yaşam alanı olarak popüler hedef haline gelen Mars için sunulan tasarım önerileri incelendiğinde, günümüz ve geleceğin sayısal tasarım ve üretim teknolojilerinden sık sık faydalanıldığı gözlemlenmektedir. Bu nedenle, uzay mimarlığı alanında geliştirilen tasarımların, hesaplamalı tasarım ve bilişim teknolojilerinden bağımsız düşünülmemesi gerekmektedir.

Bu bağlamda, tasarım öğrencilerinin günümüz teknolojisini sayısal tasarım sürecine nasıl aktarabileceklerini gözlemlemek ve konu hakkında uzay mimarlığı özelinde farklı bakış açıları kazandırmak adına iki haftalık çalıştay gerçekleştirilmiştir. Bu makalede, gerçekleştirilen çalıştay kapsamında ortaya konan tasarım ürünlerinin ve tasarım sürecinin değerlendirilmesi yapılmaktadır. Değerlendirme sonucunda, tasarımcılar için sayısal tasarım ve üretim teknolojilerinin kullanımının önemi ve geleceğe yönelik yenilikçi tasarım yaklaşımlarının gerekliliği vurgulanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Uzay mimarlığı, biyomimetik tasarım, bilgisayar destekli tasarım, sayısal üretim, sanal gerçeklik.*

1. Giriş

"Uzay hakkında olağanüstü olan şey, merak duygusuyla problemleri anlama çabasıdır."

Media Lab yöneticisi Joi Ito, 2017

Mars'a gönderilen insansız uzay araçlarının ardından, insanlı keşif sürecinin başlangıcı için adımlar atılmaya başlanmıştır. Gerçekleştirilecek bu görevin tek yön gidiş bileti olarak nitelendirilmesi, bu gezegende bir yaşam alanı kurmaya olan gereksiniminin önemini vurgulamaktadır. Bu nedenle 2015 yılında NASA'nın (National Aeronautics and Space Administration) açtığı "Mars Habitat Challenge" Mars'ta yaşam alanı tasarım yarışmasında, birinciliği alan "Mars Ice House" projesi gibi birçok disiplinlinler arası çalışma ortaya konmuştur (Ciardullo, 2016). Öte yandan, kapsamlı tasarım önerilerinin geliştirilmesi için uluslararası platformlarda da işbirliği yürütülmektedir. Mars One (2017) projesi kapsamında da bu soruya yanıt aranmaktadır. Mars One, 2011 yılında Ban Lansdrop ve Amo Wilders'ın kuruculuğunda, uluslararası ve çok disiplinli bir işbirliği oluşturmayı ve var olan teknoloji bilgisinde kalıcı bir yerleşim tasarlamayı amaçlamaktadır. Tasarım alanında, Mars ortamında var olan ve öngörülebilir problemler üzerine düşünülerek sürecin baştan sona kurgusu planlanmaktadır. Bu bağlamda, Mars ortamında farklı ölçekler ve zaman dilimleri için tasarım sorularının yanıtları araştırılmaktadır. Mars'ın kolonileştirilmesi olarak adlandırılan çalışmalarda, habitat tasarımı için yenilikçi çözüm önerilerinin geliştirilmesi sürecinde, koşut olarak ilerleyen sayısal teknolojilerden destek alınmaktadır. Tasarımcılar, sayısal teknolojinin, tasarım sürecinde, değerlendirilmesinde ve üretiminde kullanılmasının vazgeçilmez olduğunun bilincindedir.

Amacı tarihteki ilk koloni üyelerini tek yönlü yolculuk ile Mars'a ulaştırıp, 2024 yılı için amaçlanan robotik bir öncü oluşum yaratması olan Mars One projesi sayısal tasarım araçlarının kullanımı açısından örnek bir projedir. Bu projeden yola çıkılarak, Görev Mars 2024 başlıklı, İzmir Ekonomi Üniversitesi (İEU) 2. sınıf mimarlık öğrencilerine yönelik iki haftalık çalıştay düzenlenmiştir. Mars'a varacak olan öncül ekipler için hedef, sürdürülebilir bir yaşam alanı kurmaktır. Sayısal tasarım araçlarının desteği ile tasarlanan bu yaşam alan önerilerinin sayısal üretim araçlarıyla üretilip sunulması ve sanal gerçeklik araçlarıyla deneyimlenmesi çalıştayın ürünleridir. Bu çalışma ile tasarımcılar için sayısal tasarım ve üretim teknolojilerinin kullanımının önemi ve geleceğe yönelik yenilikçi tasarım yaklaşımlarının gerekliliği öne çıkarılmaktadır.

2. Görev Mars 2024 Çalıştayı

Çalıştay, 2016-2017 yılı bahar döneminde üç çalıştay yürütücüsü ve yedi stüdyo eğitmeni tarafından gerçekleştirilmiştir. Toplam 99 öğrencinin katıldığı çalıştayda 15 ekip oluşturulmuştur. Ekiplerden, Mars'ın kolonileştirilmesi kapsamında biyomimetik yapısal organizmalardan esinlenerek tasarım önerileri geliştirmeleri beklenmiştir. Form üretimi ve görselleştirme aşamalarında kullanılması amacıyla sayısal tasarım ve üretim araçlarının eğitimi çalıştay süresince aşamalı olarak sunulmuştur. Amaç, henüz lisans eğitimlerinin başında bulunan öğrencilere bilişim teknolojilerinden faydalanılarak temel düzeyde sayısal mimari tasarım önerisi geliştirme yetisini kazandırmaktır.

2.1 Üniversite programının hedefleri

İEÜ Mimarlık Bölümü, Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi içinde yer alan beş bölümden biridir. Bölümler arası ortak dersler ve etkinliklerle, disiplinler arası bir eğitim-öğretim programının sunulduğu Mimarlık bölümü, güncel teknolojileri yakından takip etmektedir. Mimarlık eğitiminde ve uygulamasında güncel teknolojilerin değerlendirilmesi için birçok çalışma yapılmış ve akademik sonuçları incelenmiştir (Varinlioglu vd., 2015, Varinlioglu vd., 2017). Bunlardan en önemlisi, birinci sınıf öğrencilerine yönelik tasarımda sayısal düşünme yetisine dair bilginin ve uygulamaların aktarımına ilişkin güncellemelerdir. Geleneksel tasarım sürecinin bir öncelik olarak görüldüğü ve bilgisayarın ders programına sonradan eklendiği sistemler, çağın beklentilerini karşılamakta yetersiz kalabilmektedir. Bu nedenle, mesleki donanımın geliştirilmesi kaygısıyla müfredata eklenen bilgisayar destekli dersler güncellenmiştir. Bu güncellemelerde, temsil yöntemlerinin dilini, tasarım diliyle aynı anda öğretilmesi, sonraki yıllarda bilişim teknolojilerinin olgunlukla kullanılabilmesi ve temel düzeyde sayısal tasarım okur-yazarlığı hedeflenmiştir. Güncellenen dersler, seçmeli veya zorunlu olarak ayrılmak üzere, CAD/CAM, parametrik tasarım, teknik çizim, grafik temsiller, sunuş teknikleri, kodlama, insan bilgisayar etkileşimi, bilgisayar destekli modelleme ve yapı bilgi modellemesi başlıklarını içermektedir (Varinlioglu vd., 2016). Üniversite programının hedeflerine paralelel gerçekleştirilmiş olan bu çalıştayın kurgusu da sayısal düşünme yetisini destekleyen bir altlığa sahiptir.

2.2 Kurgu

Öğrencilerden Mars'ın ilk koloni üyeleri için sürdürülebilir yaşamı destekleyen yeni bir yerleşim çevresi tasarlamaları beklenmiştir. Bu nedenle, yeryüzü koşullarında tasarlanan yapıların değiştirilip Mars'taki coğrafi ve iklim koşullarına uyarlanması uygun bir tasarım yaklaşımı olarak benimsenmemiştir. Tersine, kendi kuralları olan, büyüyebilen, hareket edebilen, çoğalabilen ve kendi kendini yok edebilen biyomimetik tasarım önerileri desteklenmiştir. Mimari program kapsamında, insanoğlunun yeme, içme ve sosyalleşme gibi temel gereksinimlerinin de yeniden tasarlanması öngörülmüştür. Tüm bu önerilerin bir yapısal organizma olarak sayısal olanaklarla son ürün haline getirilmesi desteklenmiştir.

Öğrenciler ekipler halinde Mars'ta dört farklı arazide çalışmıştır. Ekipte araştırma, eskiz yapma, teknik çizim, sayısal modelleme ve maket yapımı gibi görevler paylaşılmıştır. Farklı disiplin ve eğitim kurumlarından gelen eğitimciler tarafından, biyomimetik tasarım, Mars'ın fiziki, coğrafi ve iklim şartları ve parametrik modelleme konularında seminerler düzenlenmiştir. Mars'taki yaşam koşullarında karşılaşılan zorluklara ilişkin nicel ve nitel veriler sağlanmıştır. Örnek projeler üzerinden Mars için tasarlanan sürdürülebilir yaşam alanı önerilerinin tasarım süreçlerinden ve sayısal teknolojinin bu tasarımlardaki konumundan söz edilmiştir. Son olarak, çalıştay boyunca kullanılması öngörülen görsel kodlama arayüzüyle ilgili uygulamalı sayısal modelleme üzerine bir eğitim verilerek sayısal üretim yöntemleri uygulamalı olarak aktarılmıştır.

Biyomimetik tasarım çalışmaları çerçevesinde ise her ekip bir yaşam formunu araştırmıştır. Öğrencilerin tasarımlarında bu yaşam formunu yalın biçimde taklit etmeleri değil, biyomi-

metik tasarım teorisi ve pratiği ile düşünerek tasarımlarını oluşturmaları beklenmiştir. Bu bağlamda, biçim ve yapı arasındaki karmaşık ilişkileri anlamak için biyomimikriyi doğadan esinlenen mimari bir tasarım yöntemi olarak kullanmışlardır.

Çalıştay sonucunda, kent ölçeğinde düşünülmüş bir tasarım önerisinin, 1/200 ölçeğinde lazer kesiciden alınmış bir arazi modeli üzerine üç boyutlu yazıcıdan alınmış model çıktısı ile sunulması ve bütünden detaya algılanmasını kolaylaştıracak bir sanal gerçeklik uygulamasının oluşturulması beklenmiştir. Çalıştayda, öğrenciler sayısal tasarım ve üretim araçlarını temel düzeyde kullanma becerisi kazanmış olup, sayısal düşünme yetilerini geliştirilerek yenilikçi fikirler ortaya koyma fırsatı bulmuşlardır.

2.3 Kapsam

Çalıştay, bir bütün olarak üç öğrenim girdisini ele almaktadır. Bunlar mimarlık bağlamında Mars'ın kolonileştirilmesi düşüncesi, tasarımda biyomimikri yaklaşımı ve sayısal araçların tasarım sürecindeki etkin kullanım bilgisidir. Bu bölümde, çalıştay kapsamı dâhilinde ele alınan konu başlıklarından bahsedilmektedir.

2.3.1 Kolonileşme

Ay ve Mars için tasarlanan pek çok keşif (geçici) amaçlı yaşam alanı fikri, son dönemlerde artan sürekli (kalıcı) yaşam alanı fikrine dönüşümü ile farklı bir boyut kazanmıştır (Benaroya, 2016). Kalıcı yaşam alanı fikri ile farklı ihtiyaçların doğmasına ve dolayısıyla yapılan araştırmalarda daha çok mimarlık bilgisine gereksinim duyulmaya başlanmıştır. Tasarlanacak mekânların özellikleri, birbirleriyle olan ilişkisi, bunların bütünde olan etkisi ve kullanıcısının üzerinde yarattığı fiziksel, psikolojik ve sosyal durumların bilgisi önemlidir (Lockard, 2014). Bu nedenle, kolonileşmenin, mimarlık alanından bağımsız düşünülmesi mümkün değildir.

Uzay Mimarlığı olarak adlandırılan ve hızla gelişen bu alanda Mars için de pek çok farklı tasarım önerisi mevcuttur ve bu öneriler farklı ortam parametrelerine dayanarak şekillenmektedir (Cohen, 2015). Ancak gezegenimizdeki gibi Mars'ın parametrelerine ayrıntılı bir şekilde sahip olamayışımızdan ötürü çalıştay kapsamında kolonileşme için öne sürülecek mimari tasarımların değişimlere açık olması ve dinamik bir alt yapıya sahip olması önemlidir. Her ne kadar bu arayış esneklik payına sahip olsa da, yine de ekiplerin sürece dair ayrıntılı bir program hazırlamaları beklenmektedir. Bu bağlamda, tasarımların lojistik, yapım, gelişim ve yönetim süreçlerinin kurgulanması da ürünün kendisi kadar tasarlanmaya ihtiyaç duymaktadır. Çalıştay kapsamında da sunulan fikirlerin oluşumunda, tasarımın arka planında süregelen sürecin kurgusu yer almaktadır. Mimarlık alanında, bu ve benzeri tasarım problemlerinin ve süreçlerinin araştırılmasında sayısal modelleme ve temsil araçlarına sıkça başvurulmaktadır. Uzay mimarlığı alanındaki araştırmalarda da kolonileşmenin mimari program kapsamında oluşturulması ve incelenmesi için sayısal tasarım ve üretim araçlarından destek alınmaktadır.

2.3.2 Biyomimikri

Mimarlar, tarih boyunca gerek mimari formlar için gerek iç mekân ya da çeşitli süslemeler için doğayı bir esin kaynağı olarak görmüşlerdir. Doğanın, bu esin kaynağı olma durumu, çoğu zaman var olan formların birebir kopyalanmasından öteye geçememiştir. Geleneksel mimari gibi kimi mimari üsluplarda da doğa

bir yol gösterici olmuş, fakat insanoğlu "statik tüketici" etiketinden kurtulamamıştır. Var olan yaşam formlarını biçimsel olarak kopyalamak yerine, insanoğlunun doğadaki sistemleri ve davranışları anlaması bu etiketin kaldırılmasında büyük rol oynamaktadır. Biyomimikri, bir yöntem olarak, verimli yapılar inşa etmekte, değişen durumlara uyarlanabilen gereçler üretmekte, sıfır atık sistemleri yaratmakta, insan yaşamı için vazgeçilmez olan su kaynaklarını yönetmekte, değişken ısılardaki çevreyi denetlemekte, yapılar için enerji üretmekte ve benzeri durumlarda kolaylıklar ve fırsatlar sunmaktadır. Bu nedenle, insanoğlunun statik bir tüketici olmasından çok, var olan kaynakları koruyucu ve kaynak üretici olması durumu güncel tartışmalar arasındadır. Pawlyn biyomimikriyi başlı başına bir disiplin olarak görür ve "sürdürülebilir çözümler üretebilmek için biyolojik formların işleyişini, süreçlerini ve sistemlerini taklit etmek" olarak tanımlar (Pawlyn, 2011). Böylece, biyomimikri, insanoğlu ve doğa arasında sembolik ilişkiler kurmak yerine, daha sürdürülebilir bir mimarlık ve yerleşim çevreleri kurmayı olanaklı kılmaktadır.

Biyomimikri, tasarım yaklaşımı olarak çok sık karşımıza çıkmakla birlikte, olağan dışı mekânlar içinde tasarım arayışında destekleyici olabilmektedir (Özdemir, 2012). Biyomimikrinin çalıştay kapsamında tasarım yaklaşımı olarak sunulmasındaki nedenlerden bir diğeri ise ekiplerin sayısal araçların tasarım sürecindeki destekleyiciliğinin deneyimi içindir. Biyomimikrinin tasarım yaklaşımında uygulanması her ne kadar geleneksel yöntemler ile mümkün olabilse de sayısal araçların desteği ile bu süreç, algoritmik tekrarlama ve eniyileme mantığına dayalı olduğundan dolayı hızlanmakta ve en iyi uygunluğa ulaştırılmış alternatifler sunmaktadır (Frazer, 1995).

2.3.3 Sayısal Araçlar

Bilgisayar destekli tasarımın, mimari eğitim programına entegrasyonundaki hedeflerden biri; sayısal araçların geleneksel kullanımından farklı düşünülerek tasarımcıyı destekleyici, tasarımı girdi ve çıktıları üzerinden rahatlıkla yöneterek geliştirebileceği ilişkide olmalıdır. Oxman (2008: 106), bu konuda bilgisayar destekli tasarım (CAD - computer aided design) ve sayısal mimari tasarım (DAD - digital architectural design) ayrımını yapar. CAD metotları, prensipleri ve teorileri, kâğıt temelli tasarım geleneksel yöntemlerini kullanırken; DAD, sayısal form, sayısal yöntemler, yeni bir gramer ve kavramları beraberinde getirir. Bu durum, geleneksel bir eylem tarzına getirilen önemli ve köklü bir değişiklik anlamına gelir. Çalıştay kapsamında temel düzeyde kullanım eğitimi verilen araçlar; üç boyutlu modelleme programı Rhinoceros'un eklentisi olarak çalışan parametrik tasarım aracı Grasshopper; üç boyutlu yazıcı ve lazer kesicidir. Bu temel eğitim ile sunulan araçların kullanımı dışında, tasarımcıların tasarımlarına yön verebilecek veya geliştirebilecek başka tasarım ve üretim araçlarını araştırarak öğrenebilme becerisini kazandırması hedeflenmiştir. Ayrıca çalıştay konusu olarak, geleneksel bir tasarım konusunun verilmemesi, öğrencilerin sayısal mimari tasarım sürecine ve ürünlerine bu düşünme tarzı ile daha yakın bir yaklaşım sergilemesini sağlamıştır.

3. Sayısal Araç Kullanımının Tasarım-Sunum-Üretim İlişkisinde Değerlendirilmesi

Çalıştay yürütücüleri tarafından kullanım becerisi ve bilgisi aktarılan sayısal tasarım ve üretim araçlarının, çalıştay sürecindeki kullanımı

ile ilişkili olarak ürünlerin gelişimi gözlemlenmiştir. Tasarım sürecinde ekipler, sayısal düşünme yöntemini üç ana ölçüt üzerinden değerlendirmiştir. Bunlar büyüme örüntüsü, birim tasarımı ve strüktür tasarımı olarak nitelendirilmiştir (Tablo 1).

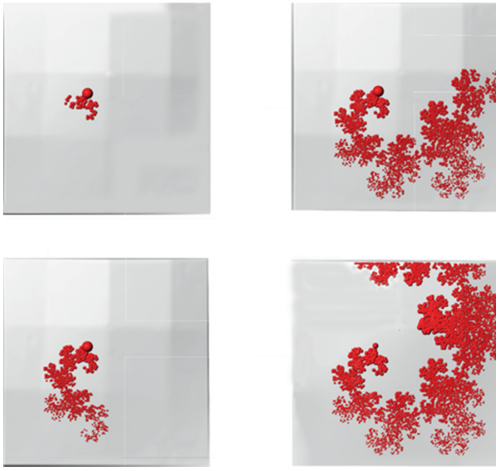
Tasarım ve üretim araçlarına hâkimiyete göre incelenen ekiplerin ikisi dışında farklı aşamalarda bu araçların kullanımı gözlemlenmiştir. Özellikle daha önceden bir bilgisi ve deneyimi olmayan ekiplerin, tasarım ve üretim sürecinin farklı aşamalarında araç kullanımında bazı dirençlerle karşılaşılmıştır. Ancak, her öğrenme sürecinde karşılaşılabilecek yadsımalar dışında genel olarak ivmeli bir öğrenme süreci görülmüştür. Sayısal tasarım araçlarını öğrenme ve tasarım sürecine katkısını değerlendirmek adına üç ekip (3, 12 ve 14) ayrıntılı olarak bu bölümde sunulmaktadır. Diğer ekiplerden farklı olduğu düşünülerek sunulan üç ekipte, sayısal tasarım araçlarının etkin kullanımı dışında ve farklı teknolojilerin de projeye dâhil edilmesi dikkat çekmiştir. Tüm ekiplerin çalışmalarına web sayfası üzerinden ulaşılabilmektedir .

Ekip 3:

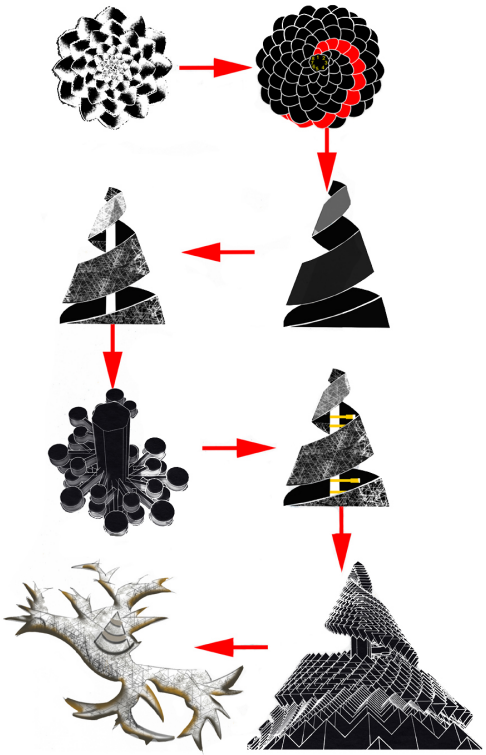
Mars'ın Radau bölgesine yerleşmek üzere bir ana modül tasarımı ile sürece başlamıştır. Biyomimetik tasarım için litops bitkisinden başlayarak, bitkinin üreme, dönüşme ve yayılma davranışlarını bölgede bir kolonileşme yöntemi olarak kullanmışlardır. İlk aşamada gönderilen ana modülün, ikiye ayrılarak iki farklı bölgeye yerleştirilmesine karar verilmiştir. Böylece araziye uyum sağlayan modüller ayakta kalırken, uyum sağlayamayanlar yok olacaktı. Bu nedenle ekip sayısal tasarım yöntemi olarak bir üretken sistem olan L-sistemlerinden (Gu, Singh ve Merrick, 2010) faydalanmıştır. Böylece, yeni koşullara uyum sağlayan

	Büyüme Örüntüsü	Birim Tasarımı	Strüktür Tasarımı
Ekip 1			
Ekip 2			
Ekip 3			
Ekip 4			
Ekip 5			
Ekip 6			
Ekip 7			
Ekip 8			
Ekip 9			
Ekip 10			
Ekip 11			
Ekip 12			
Ekip 13			
Ekip 14			
Ekip 15			

Tablo 1. Ekiplerin tasarım önerileri



Şekil 1. Ekip 3, büyüme algoritmasının 210., 1250., 480. ve 5600. Haftalarına ait durumu gösteren grafikler



Şekil 2. Ekip 12, tasarım fikri ve dönüşüm

modüller ikiye ayrılarak alt modüller olarak çoğalmaya başlamıştır. Ana modülden uzaklaştıkça, alt modüller yaşamsal gereksinimler ile doğru orantılı olarak küçülecek ve yarattıkları yaşam alanı sayısal olarak ve yoğunluk olarak artmaktadır (Şekil 1). Litops bitkisinin bir başka özelliği olan kendisini gizleyebilmesi fikrinden yola çıkılarak modüllerin Mars yüzeyinde kendini saklaması düşünülmüştür. Ekip olasılıkların ve sürecin temsili için hareketli bir model ile video mapping gerçekleştirmiştir.

Ekip 12:

Ekip 12 Mars'ın Maunder bölgesinde kolonileşmek üzere büyüme tasarımı ile tasarım sürecine başlamıştır. Romanesco bitkisinin fraktal yapısından esinlenen ekip, bitkinin iç kısmındaki çekirdeğin birimlerinden oluşturduğu kabuk yapısıyla korunmasını, genel tasarım yaklaşımı olarak kullanmıştır (Şekil 2). Adaptasyon ve kendini koruma mekanizmalarının tasarıma katılabilmesi için, fraktal yapı kullanılarak Mars'ın güç koşullarına dayanıklılık sağlayabilecek dış katman tasarlanmıştır. İç mekânda ise hem yapısal hem de mekânlar arası ilişkiyi kolaylaştıracak, kollara ayrılan bir yapı tasarlanmıştır. Yeni oluşacak kentler için düzenli bir kent planlama fırsatı veren tasarımda, ana modüller birbirini yineleyerek birbiriyle bağlantılı bir biçimde çoğalabilmektedir. Sayısal tasarım araçlarının desteği ile ekip tasarımlarındaki tekrarlayan mimariyi hızlı bir şekilde yansıtabilmiş ve doğal fraktal yapısı rahatlıkla modellenebilmiştir.

Ekip 14:

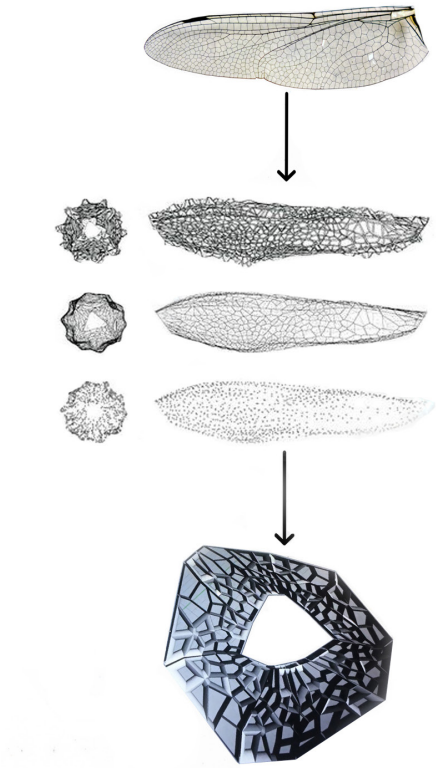
Ekip, Mars'ın Mistretta bölgesinde kolonileşme için yusufçuk kanadının formal yapısını kullanmıştır (Şekil 3). Kanadın üzerinde bulunan hücresel dağılımı, mekân kullanımındaki farklılaşmaya ve gereksinim halinde büyüye-

bilme fikrine cevap verebilmesi adına ekip tarafından tercih edilmiştir. Ekip gerçekleştirmek istediği strüktür ve davranış kurgusunu, Voronoi sistemi ile açıklamıştır. Voronoi bir noktalar kümesinin birbirleri arasındaki mesafelerinden yola çıkarak genel sınır biçiminin içinde modüller ya da hücreler oluşturan bir sistemdir ve ekip bu hücreleri mekânsal birimler olarak yorumlamıştır. Oluşturdukları tasarım fikrini sayısal tasarım araçlarının desteği ile üretirken, kolonileşme sürecindeki koşullar ile nasıl farklılaşabileceği durumu tasarım varyasyonları ile aktarılmıştır. Ayrıca ekip, yapının inşaası için çalıştay süresince ölçekli model üretiminde kullandıkları 3 boyutlu yazıcı bilgisini devşirerek Mars toprağını yapı malzemesi olarak kullanmayı önermiştir.

4. Sonuçlar

Sayısal tasarım ve üretim becerisi henüz başlangıç düzeyinde olan ikinci sınıf öğrencilerine düzenlenen çalıştay kapsamında, mimari tasarım problemi olarak Mars'ın kolonileştirilmesi için kalıcı yaşam alanı önerisi geliştirmeleri beklenmiştir. Bu bağlamda tasarımcılar, biyomimetik tasarım yaklaşımları üzerinden ortaya koydukları önerileri, sayısal tasarım ve üretim araçlarından destek alarak geliştirmişlerdir. Bu çalışmada, sayısal tasarım ve üretim teknolojilerinin kullanımının yenilikçi tasarım yaklaşımlarının geliştirilmesinde önemli rol oynadığı vurgulanmaktadır.

Çalıştayda, sayısal tasarım ve üretim araçlarının sunduğu tasarım ortamının, tasarımcıyı destekleyen, merak uyandıran ve geliştirilmeye açık doğası, öğrencilerin ilgisini çekmiştir. Etkin bir şekilde sayısal tasarım ve üretim araçları ile düşünebilen ekipler; bu yeni ortam ve kolonileştirme fikrine yönelik dikkat çeken farklı öneriler geliştirmiştir. Öğrencilerin, "Nasıl daha iyi duruma getirebilirim?" sorusunu yalnız tasarımın mekânsal önerisi için değil, bir de üretim tasarımı ve gereç tasarımı için sordukları gözlemlenmiştir. Bu durum, Mars gibi olağan dışı ortam problemlerine aranan yanıtların özellikle mimari eğitimde yeninin keşfi için gereken merak ve araştırma duygusunu körüklediği biçiminde yorumlanabilir. Dolaylı olarak, tasarımcıların yeni tasarım ve üretim araçlarının bilgisini ve kullanımını daha doğal bir şekilde kavradıkları öne sürülebilir. Bu nedenle, yürütülen bu çalıştay, çalıştayın gerçekleştiği üniversitenin bilgisayar destekli tasarım derslerinin güncellenmesine ilişkin



Şekil 3. Ekip 14, Tasarım fikri ve dönüşüm

gerçekleşen tartışmalar için de bir inceleme ve araştırma niteliğindedir.

Teşekkür

İkinci sınıf Mimari tasarım stüdyosu koordinatörü Yrd. Doç. Dr. Burkay Pasin; 2. sınıf Mimari tasarım stüdyosu eğitmenleri öğretim görevlileri Hugh David Clarke, Filiz Keyder Özkan, Lale Başarır, Özgür Genca, Ayşe Bozkurt Karal; DMakerLab sorumlusu Argun Tanrıverdi ve Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Serdar Bayarı'ya katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

Çalıştay kapsamında büyük bir özveriyle çalışan öğrencimiz Üsküdar Kulaksız Sam'ın vefatı bizi derinden üzmüştür. Makalemizi onun anısına ithaf ediyoruz.

KAYNAKLAR

BENAROYA, H. (2016). Turning dust to gold: building a future on the Moon and Mars: Springer Science & Business Media.

CELANI, G. (2012). Digital Fabrication Laboratories: Pedagogy and Impacts on Architectural Education. Digital Fabrication, 469-482, Springer Basel.

CIARDULLO, C., MORRIS, M., LENTS, K., MONTES, J., YASHAR, M., RUDAKEVYCH, O., ... & SONO, Y. 2016. Mars ice house: Using the physics of phase change in 3D printing a habitat with H2O. 46th International Conference on Environmental Systems.

COHEN, M. M. (2015). First Mars Habitat Architecture. AIAA SPACE 2015 Conference and Exposition.

FRAZER, J. (1995). An Evolutionary Architecture. London: Architectural Association.

GU, N., SINGH, V., MERRICK, K. (2010). A framework to integrate generative design techniques for enhancing design automation. CAADRIA 2010, 127-136.

LOCKARD, E. (2014). Human migration to space: Alternative technological approaches for long-term adaptation to extraterrestrial environments. Springer.

MARS ONE, URL-1. http://www.mars-one.com (Son erişim tarihi: 15 Mart 2017).

OXMAN, R. 2008. Digital architecture as a challenge for design pedagogy: Theory, knowledge, models and medium. Design Studies, 29:2, 99-120.

ÖZDEMİR, K (2012). Fostering the Endeavor: Architecture Education for Planetary Exploration. IAC 2012: 63rd International Astronautical Congress, Naples, Italy

PAWLYN, M. 2011. Biomimicry in Architecture. London, Riba Publishing.

VARINLIOGLU, G., ALACAM, S., BASARIR, L., GENCA & O., UCOK, I. 2016. Bilgisayar destekli teknik çizimde yeni yaklaşımlar: Temsil araçları arası dönüşüm. Yapı, 419, Ekim, 137-141.

VARINLIOGLU, G., BASARIR, L., GENCA, Ö., VAIZOGLU, Z., Challenges in Raising Digital Awareness in Architectural Curriculum. Communications in Computer and Information Science, Springer (yayında).