

PROJE KİMLİK KARTI	
PROJE ADI	Sayısal Tasarım Araştırma ve Fabrikasyon Laboratuvarı Altyapısını Geliştirme Projesi
YAPILDIĞI YIL (BAŞLANGIÇ-BİTİŞ)	2018 - 2019
DESTEKLEYEN KURUM/KURULUŞ	Yükseköğretim Kurumları Destekli Proje (KTU-BAP-04 Proje No:7252)
PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ	Doç. Dr. Serbülen Vural
PROJE EKİBİ	Arş. Gör. Selin Oktan Arş. Gör. Çağlar Aydın Arş. Gör. Barış Çağlar
PROJENİN YÜRÜTÜLDÜĞÜ ÜNİVERSİTE	Karadeniz Teknik Üniversitesi
PROJEDEKİ PAYDAŞ ÜNİVERSİTELER (varsa)	
Projenin Amacı	
<p>Projenin amacı sayısal tasarım, araştırma ve fabrikasyona yönelik bir laboratuvar altyapısını oluşturmaktır. Kurulacak olan Sayısal Tasarım ve Fabrikasyon Laboratuvarı ile Karadeniz Teknik Üniversitesi'nin sayısal tasarım alanında öncelikle Türkiye'de öncü bir üniversite haline gelmesi; sonrasında ise dünya genelinde özgün işler üretebilen, sayısal tasarım ve fabrikasyon alanlarına katkı sağlayabilen bir kurum haline gelmesi mümkün olabilecektir. Laboratuvar, eğitim sistemi ile de bütünleştirilerek; öğrencilerin daha iyi bir öğrenme gerçekleştirmesi sağlanabilecektir. Sayısal tasarım, araştırma ve fabrikasyon altyapısı oluşturulması amacıyla yönelik olarak, gerekli makinelerin alınması hedeflenmektedir:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Robot kol ve çevre üniteleri▪ Üç boyutlu yazıcı▪ CNC lazer kesim cihazı▪ Üç boyutlu tarayıcı	

Projenin genel kurgusunu anlatan en az 2 olmak üzere 2-5 sayfalık bilgi- (görsel/yazılı bilgi)

Karadeniz Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi'ne bağlı olarak Sayısal Tasarım Araştırma ve Fabrikasyon Birimi'nin kuruluşu 2018 yılında gerçekleştirilmiştir. Bu birimin kuruluşu ve gerekli araçların temini için yazılan alt yapı projesi ile 1 adet robot işleme sistemi ve ekipmanları (manipülâtör ve çevre birimleri), 1 adet 3 boyutlu yazıcı, 1 adet CNC lazer kesim makinesi, 1 adet 3 boyutlu tarayıcı temin edilerek üniversitenin Merkez Laboratuvar Binası ve Mimarlık Fakültesi Erdem Aksoy Deneysel Tasarım ve Uygulama Laboratuvarı'nda tahsis edilen yerlere yerleştirilmiş, kuruluşu gerçekleştirilmiş, ilgili eğitimler alınmış ve devreye alınmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Karadeniz Teknik Üniversitesi Sayısal Tasarım Araştırma ve Fabrikasyon Birimi'ne Ait Atölye ve Araçlar

Bu alt yapı projesinde, üniversitemizin başta mimarlık olmak üzere çeşitli fakültelerinde sayısal tasarım ve fabrikasyon alanıyla ilgili kuramsal ve deneysel çalışmaların yapılabilmesi ve doktora, yüksek lisans, lisans dersleri ile çağa uygun nitelikli öğrenciler yetiştirilebilmesi için gerekli temel araçların kurulmuş olan yeni birime temin edilmesi amaçlanmıştır.

Şu an içinde yaşadığımız ve olağanüstü hızdaki gelişmelerle şekillenen 4. Endüstri Dönemi tiptan gıda sağlığına, kullanıcı elektroniğini üretiminden günlük tüketim anlayışımıza, akıllı şehirlerden yenilenebilir enerjiye kadar tüm disiplinleri ve uzmanlıkları doğrudan etkilemektedir. Bu oldukça kapsamlı sayısal devrimin en önemli ayaklarından birini de tasarım ve fabrikasyon alanları oluşturmaktadır.

Mimarlık disiplininin sayısal alanında öncülüğünü gelişmiş ülkelerin çektiği büyük ölçekli bir yatırım, araştırma ve geliştirme süreci görülmektedir. Mimarlıkla ilgili bu tür çalışmalar ülkemizdeki devlet ve vakıf üniversitelerinde belirli düzeyde yürütülmektedir. Bu tür çalışmaları yürütmek literatür üzerinden belirli bir noktaya kadar mümkün olsa da özgün eserler, buluşlar, ilerlemeler için bu alanla ilgili dinamik bir alt yapının olması da gerekmektedir.

Yazılan alt yapı projesi ile amaçlanan düzeyde araştırmaların yapılabilmesi için en uygun araç ve çevre birimlerinin araştırması yapılmıştır. İhale, temin, kurulum, devreye alma süreçlerinin yanında bu araçların güvenli ve sağlıklı çalıştırılması için gerekli olan temel eğitimler, yetkili firmaların hem eğitim merkezlerinde hem de bilfiil araçların başında tüm proje ekibi tarafından alınmıştır.

Bu eğitimlerde öğrenilen bilgiler ve elde edilen deneyim dönem içerisinde yürütülen lisans ve yüksek lisans derslerinde mimarlık öğrencilerine aktarılmış ve öğrencilerin aktif olarak bu araçları kullanması sağlanmıştır.

Öğrenci eğitimleri yanında bu araçlar bilimsel araştırmalar için kullanılması oldukça önemlidir. Yapılan deneysel çalışmalar makale, bildiri olarak yayımlanmaya başlamıştır. Ayrıca kurulan birim ve yürütülen çalışmalar ile üniversitemiz ulusal ve uluslararası ölçekte çeşitli konferanslara ev sahipliği yapma konusunda ilgi çekici bir merkez haline gelmeye başlamıştır. Bu kapsamda Mimarlıkta Sayısal Tasarım Sempozyumu (MSTAS)'nın 2020 yılında yapılacak olan ayağının üniversitemizde gerçekleştirilmesi resmi olarak kesinleşmiştir.

Bu alt yapı projesi ile Karadeniz Teknik Üniversitesi Sayısal Tasarım Araştırma ve Fabrikasyon Birimi'ne temin edilen araçlar, üniversitemizin sayısal tasarım ve fabrikasyon alanında önemli ve sağlam bir başlangıç yapmasını sağlamıştır. Yalnızca mimarlık değil, çok çeşitli alanlarda pek çok projenin rahatlıkla ve derinlemesine yürütülebileceği bir altyapı olanağı üniversitemiz içerisinde böylelikle sağlanmıştır. Birimin dinamik ve aktif olarak tutulması ve ileriki dönemlerde kapasite olarak büyüyüp daha çok araştırmacıyı barındıracak konuma gelmesi hedeflenmektedir.

Gerçekleştirilmiş olan altyapı projesi kapsamında temin edilen cihazlar Tablo 1'de listelenmiştir.

Tablo 1. Temini Sağlanan Cihazlar

	Bütçe Türü	Tanımı / Adı
1	Demirbaş	3 Boyutlu Yazıcı
2	Demirbaş	Lazer Kesim Makinesi
3	Demirbaş	Robot İşleme Sistemi ve Ekipmanları
4	Demirbaş	Dizüstü Bilgisayar
5	Demirbaş	3 Boyutlu Tarayıcı
6	Demirbaş	UPS 3 Faz
7	Demirbaş	UPS
8	Demirbaş	İşleme Araçları

- **Robotlu İşleme Sistemi ve Ekipmanları**

- Robot Kol (Manipülâtör): Yaskawa Motoman MH180-A0
 - 6 eksenle hareket, flanşında 180 kg yük taşıma kapasitesi ve 2700 mm erişim mesafesi özelliklerine sahiptir.
 - IP65 koruma standardına uygundur.



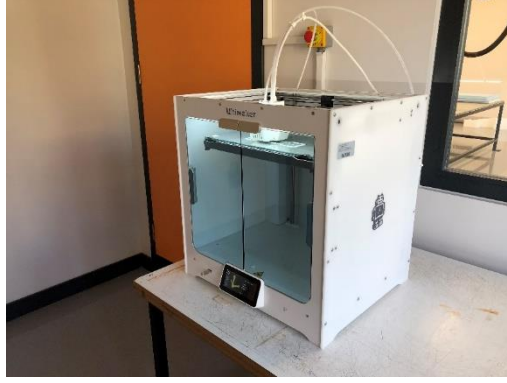
Şekil 2. Sayısal Tasarım Araştırma ve Fabrikasyon Birimi, Yaskawa MH180 Robot Kol (Manipülâtör) ve Çevre Ekipmanları Teknik Resim ve Fotoğraf

- Kontrol Kabini: Yaskawa DX200
 - Dokunmatik ekranlı el terminaline sahip, network haberleşme bağlantısı bulunmaktadır.
 - Başka motor bağlantılarına izin verebilmekte ve kontrol edebilmektedir.
 - Manipülâtör dışında çalıştırılacak cihazlar için 16 input ve 16 output dijital; 2 input ve 2 output analog iletişim bağlantıları bulunmaktadır.
 - Robotun mevcut 6 eksenine ek olarak döner tabla ve monoray gibi elemanlar için 7. ve 8. eksenleri kontrol edebilecek kapasitede,
 - Spindle Motor: ARES 331 Spindle Motor
 - Spindle Motor İşleme Uçları
 - Tutamaç Ucu (Gripper)
 - Sıcak Tel Ucu (Hot Wire)
 - Robot Hortum ve Kelepçe Takımı
 - Sabit Masa
 - Robot Hücresi Emniyet Ekipmanları
 - Giriş kapıları üzerinde bobinli çift kontak emniyet kapı switch'i ve emniyet bağlantıları bulunmaktadır. Ayrıca giriş kapılarının yanlarında 2 Adet buton kutusu üzerinde acil stop bulunmaktadır.
 - CAM Yazılımı: MasterCAM
 - 6 eksen robot sistemlerine uygun ve harici eksen destekli ve robota uygun postprocessor ile robot simülasyonu ve program oluşturmayı mümkün kılmaktadır.
 - Simülasyon Yazılımı: Octopuz
 - Kompresör
 - Sessiz, kompakt ve yağsız çalışma özelliklerine sahip, maksimum 55 db gürültü ile çalışan, 1,6 HP motora sahip, 1-8 bar ayarlanabilir çıkışa sahip ve 50 lt depo hacmine sahiptir.
 - Talaş Emme Süpürgesi
 - 1600 m³/h emme kapasitesine sahip, 2 HP motor gücüne sahip, 24 m/sn emiş gücüne sahip, 120 mm çapında 2 adet emiş ağzına sahip ve manipülâtöre entegre olarak çalışmaktadır.
 - **CNC Lazer Kesim Cihazı: AEON Nova10**
 - 100x70 cm ebatlarında 20 cm yükselip alçalabilen asansör çalışma tablasına ve maksimum 130 w lazer gücüne sahiptir.



Şekil 3. CNC Lazer Kesim Cihazı

- **3 Boyutlu Yazıcı: Ultimaker S5**
 - Fused Deposition Modelling (FDM) teknolojisi ile çalışan 3B yazıcı maksimum 330 x 240 x 300 mm baskı verebilmektedir. 0.25, 0.4 ve 0.8 mm'lik baskı hücreleri kullanabilmektedir. Cihazın Z eksen çözünürlüğü 20 mikron ve 300 mikron arasında ayarlanabilmektedir.
 - Nozzle sıcaklığı 280 dereceye kadar ve tabla sıcaklığı 140 dereceye kadar çıkabilmektedir. Tablası otomatik olarak kalibre olmaktadır.
 - ABS, PLA, PC, CPE, Naylon, TPU, PVA ve tüm özel filamentleri kullanabilmektedir. İki ekstrüdera sahip ve iki hammadde ile aynı anda baskı alabilmektedir.



Şekil 4. 3 Boyutlu Yazıcı

- **3 Boyutlu Tarayıcı: Scan in a Box FX**
 - Yapısal ışık prensibi ile çalışan 3 boyutlu tarayıcı 10 mm'den 3 metreye kadar olan nesnelere göstermektedir ve minimum 2 mp yapısal ışığa sahiptir. Hassasiyeti 0,01-0,04 mm ve nokta Aralığı 0.06-0,35 mm arasındadır.
 - Otomatik dönen tablası ile objelerin yüzey alanını tamamen taramaya olanak sağlamaktadır. STL, OBJ, PLY, OFF dosya türlerinde çıktı vermektedir.



Şekil 5. 3 Boyutlu Tarayıcı

•**İş İstasyonu:** Lenova ThinkPad P51 Workstation

•**Kesintisiz Güç Kaynağı:** UPS 3 Faz ve UPS

Enel CP2 serisi 3 fazlı UPS cihazı robot kol (manipülatör) ve ekipmanlarına doğrudan bağlanmıştır.

Yazılımlar

Proje süresince temin edilen cihazların kullanılabilmesi için çeşitli yazılımlar gerekmektedir. Geliştirilen alt yapı projesi kapsamında bu yazılımların temini ve kurulumu gerçekleştirilmiştir. Bu yazılımlar:

•**MasterCAM:**

Çeşitli formatlarda üretilmiş 3 boyutlu sayısal nesnelere içine alarak, onların gerçek ortamda frezeleme işlemlerinde üretilmesini sağlamak için gerekli olan takım yollarının çıkartılmasını sağlamaktadır.

•**Octopuz:**

MasterCAM yazılımında üretilmiş takım yollarının robot kol (manipülatör) tarafından okunabilir hale getiren ve çarpışma güvenlik testinin yapıldığı yazılımdır. Bu yazılımdan üretilen G-Code robota doğrudan verilerek frezeleme işlemi gerçekleştirilir.

•**Cura:**

Ultimaker firmasına ait olan ücretsiz yazılımdır. Ultimaker firmasına ait 3B yazıcıların istenilen 3B nesnelere baskıya hazırlanması için kullanılmaktadır.

•**RDWorks V8**

CNC lazer kesim cihazında kesim yollarını ve kesim gücünü belirlemek için kullanılan yazılımdır.

•**IDEA:**

Scan in a Box FX model 3B tarayıcı ile taranan nesnelere sayısal ortama aktarılmasında, taranmış modelin temizlenip, düzenlenmesinde kullanılmaktadır.

Eğitimler

Proje yürütücüsü ve tüm araştırmacılar tarafından temin edilmiş olan cihazlarının kullanımı, bakımı, güvenlik önlemlerine ilişkin eğitimler ve bu cihazların kullanımı için gerekli olan yazılımların eğitimi yetkili uzmanlardan alınmıştır. Bu bağlamda;

•3 boyutlu CNC işleme yazılımı "**MasterCAM**" için Türkiye distribütörü SES3000 firmasından İstanbul'da,

•Yaskawa robot kontrol yazılımı "**MotoSIM**" için Yaskawa Türkiye Ofisi'nden İstanbul'da,

•Yaskawa "**Temel Robot Eğitimi**" İstanbul'da Yaskawa Türkiye Ofisi'nden İstanbul'da,

•Yaskawa "**Robot Operatör Eğitimi**" Yaskawa Türkiye Ofisi'nden ve Yaskawa Entegratörü olan Robentex firmasından İstanbul'da,

•MasterCAM dosyasının robot tarafından kullanılması için "**Octopuz**" yazılımı Tervelli firmasından İstanbul'da ve Trabzon'da, proje ekibinin tüm üyeleri tarafından alınmıştır.

Kurulum Hizmetleri

Temin edilen cihazların nakliyesi ardından cihazların kurulması, devreye alınması, kalibrasyonun yapılması, güvenlik önlemlerinin sağlanması işlemleri yetkili uzmanlar tarafından gerçekleştirilmiştir.

Fiziki Mekânlar

Sayısal Tasarım Araştırma ve Fabrikasyon Birimi, KTÜ Mimarlık Fakültesi Erdem Aksoy Deneysel Tasarım Laboratuvarı çatısı altında kurulmuştur. Laboratuvar için iki mekân tahsis edilmiştir.

İlk laboratuvar mekânı KTÜ Mimarlık Fakültesi Binası içerisinde yer alan Erdem Aksoy Deneysel Tasarım Laboratuvarı'nın zemin katında yer almaktadır. Bu mekân mimarlık bölümünde işlenen derslerde, ortaya çıkan ürünlerin sergilenmesinde, sarf malzeme depolanmasında, Erdem

Aksoy Deneysel Tasarım Laboratuvarı çatısı altındaki diğer laboratuvarla ortak çalışmalar yürütüldüğünde mekân ihtiyacını karşılamak üzere kullanılmaktadır.

İkinci laboratuvar mekânı KTÜ Kanuni Kampüsü içerisinde yer alan Merkez Laboratuvar Binası'nda bulunmaktadır. Bu laboratuvar mekânı 4 bağımsız birimden oluşmaktadır. Bunlar:

•**KTÜ CODE FAB Ofis:**

Proje yürütücüsü ve ekibinin çalışmalarını yürütürken kullandıkları ofis ve arşiv mekanıdır.

Bu mekânda üretim sırasında toz, gaz vb. atıklar üreterek insan sağlığına zarar verebilecek hiçbir fabrikasyon aracı yerleştirilmemiştir.

Ayrıca tozdan zarar görebilecek dizüstü iş istasyonu gibi cihazlar bu odada kullanılmaktadır.

•**KTÜ CODE FAB Atölye:**

Robot kol (manipülatör) atölye mekânı içerisine sabitlenmiştir. Robot kola (manipülatör) ilişkin çevre birimleri de bu mekân içerisinde yer almaktadır.

Ayrıca CNC Lazer Kesici cihazı da bu atölyede bulunmaktadır.

Açılan lisans ve yüksek lisans derslerinin büyük bir kısmı bu atölye mekanında gerçekleştirilmektedir.

•**KTÜ CODE FAB Kontrol Odası:**

Robot kol (manipülatör) ve ekipmanları otomatik ayarda çalışırken güvenlik nedeniyle atölyede hiç kimsenin bulunmaması gerekmektedir. Bu işlemin güvenli yürütülebilmesi için operatörler robot kontrolünü operatör odasındaki cam pencere arkasından yönetmektedir.

Ayrıca bu mekânda robot kol (manipülatör) ve ekipmanlarına enerji sağlayan 3 fazlı UPS cihazı yer almaktadır. Bu cihaz için mekân sıcaklığı 7/24 20⁰-25⁰ C aralığında tutulmaktadır.

•**KTÜ CODE FAB Depo:**

Çeşitli sarf malzemelerinin, güvenlik ekipmanlarının, işleme ekipmanlarının ve mekanların genel temizliğinin sağlanmasına yönelik ekipmanların depolanması amacıyla kullanılmaktadır.

İdari Altyapı ve FYK Kararı

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Erdem Aksoy Deneysel Tasarım Laboratuvarı'na bağlı olarak "**Sayısal Tasarım Araştırma ve Fabrikasyon Birimi**" KTÜ Mimarlık Fakültesi Fakülte Kurulu 71/1 sayılı kararı ile 05.12.2018 tarihinde kurulmuştur.