



ULUSLARARASI 3B YAZICI TEKNOLOJİLERİ
VE DİJİTAL ENDÜSTRİ DERGİSİ






INTERNATIONAL JOURNAL OF 3D PRINTING
TECHNOLOGIES AND DIGITAL INDUSTRY

ISSN:2602-3350 (Online)

URL: <https://dergipark.org.tr/ij3dptdi>

An Investigation of The Effect Of 3-D Printer Use on The Development Of Students 'R&D Abilities: An Example Application In OSTİM Technical University Vocational School

3 Boyutlu Yazıcı Kullanımının Öğrencilerin Ar-Ge Yeteneklerinin Gelişimine Etkisinin İncelenmesi: OSTİM Teknik Üniversitesi Meslek Yüksekokulunda Örnek Bir Uygulama

Yazarlar (Authors): Serkan Güneş^{a*}, Mustafa Yurdakul^b, Utku Kalaycı^a, Utkucan Uyanık^a, Samet Şentürk^a

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article): Güneş, S., Yurdakul, M., Kalaycı, U., Uyanık U., Şentürk S. "Modeling With Finite Element Analysis And Testing Of Commercial Vehicles Wheels", *Int. J. of 3D Printing Tech. Dig. Ind.*, 4(1): 1-11, (2020).

Erişim linki (To link to this article): <https://dergipark.org.tr/en/pub/ij3dptdi/archive>

DOI:

3 BOYUTLU YAZICI KULLANIMININ ÖĞRENCİLERİN AR-GE YETENEKLERİNİN GELİŞİMİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ: OSTİM TEKNİK ÜNİVERSİTESİ MESLEK YÜKSEKOKULUNDA ÖRNEK BİR UYGULAMA

Serkan Güneş^{a*}, Mustafa Yurdakul^b, Utku Kalaycı^a, Utkucan Uyanık^a, Samet Şentürk^a

^aOstım Teknik Üniversitesi, Meslek Yüksek Okulu, Mekatronik Programı, Yenimahalle, Ankara, TÜRKİYE

^bGazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Maltepe, Ankara, TÜRKİYE

* Sorumlu Yazar: srkngnes@gmail.com

(Geliş/Received: 08.12.2019; Düzeltme/Revised: 29.12.2019; Kabul/Accepted: 08.02.2020)

ÖZET

Bilindiği üzere geleneksel talaşlı işleme yöntemleri çoğunlukla makinaların ve aparatların kullanıldığı, proseslerin karmaşık ve zor olduğu ve ekonomik olarak önemli sayılabilecek meblağların söz konusu olduğu uygulamalardır. Bu sebeplerden dolayı öğrencilerin geleneksel üretim yöntemlerini kullanarak protipler üretmeleri oldukça zor olmaktadır. Prototip üretimi olmadan öğrencilerin Ar-Ge çalışmaları 3 boyutlu tasarım aşaması ile kısıtlı kalmaktadır. Öğrencilere 3 boyutlu tasarımlarını hayata geçirebilmeleri için diğer metodların kısıtlı kaldığı durumlarda düşük maliyetli, çok daha az fiziksel ortam gerektiren, tek makina gerektiren, kullanım kolaylığı olan ve karmaşık geometriye sahip ürünleri veya parçaları tek bir seferde üretme kabiliyetine sahip 3 Boyutlu yazıcılar devreye girmektedir. Bu çalışmanın amacı; öğrencilerin 3 boyutlu ürün tasarımlarını protiplere çevirmede kullanabileceği 3 boyutlu yazıcıları ve yazılımları kullanmayı öğretmektir. Bu çalışmada, Ankara'da kurulu Ostım Teknik Üniversitesi MYO Mekatronik Programında verilen bir ders kapsamında öğrencilerin proje ödevlerinde ki tasarımlarını prototipe dönüştürebilmeleri beraber ürünlerde iyileştirme yapılacak kısımları belirleyebilmeleri ve bu uygulamanın öğrenme verimlerine etkisi incelenmiştir. 3 Boyutlu yazıcı teknolojileri öğrencilere üretime hazır ürünler üretmede, tasarımları sırasında yaptıkları hataları belirlemede, karşılaştıkları problemleri çözmeye ve tasarım fikirlerini hayata geçirmede faydalı olmuştur. Proje ödevlerinin teslimi sonrasında 3 boyutlu yazıcılarda üretim yapan öğrencilerin, yazıcı kullanmayan öğrencilere göre problemleri çözmeye, daha doğru üretilebilir tasarımlar oluşturmada daha iyi oldukları görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: 3 boyutlu yazıcı, eğitim teknolojileri, Ar-Ge, Meslek Yüksek Okulu

AN INVESTIGATION OF THE EFFECT OF 3-D PRINTER USE ON THE DEVELOPMENT OF STUDENTS 'R&D ABILITIES: AN EXAMPLE APPLICATION IN OSTİM TECHNICAL UNIVERSITY VOCATIONAL SCHOOL

ABSTRACT

Machining processes are generally used to make prototypes. However, machining processes usually require time consuming and costly set-ups and processing steps. They require multiple machineries and toolings for producing parts before their assembly to obtain the final product. In some cases, it may be necessary to perform operations manually. For these reasons, it is often impossible for students to use traditional machining and other production methods to manufacture a prototype from a 3-D product design in their R & D activities. For prototype development purposes, 3D printing technologies are extremely easy to use and helpful by providing much lower manufacturing costs, requiring only one single machine, obtaining the product or part even with complicated geometric features in a single step. The aim of this study to show the importance of the usage of 3D printers and their softwares for the students in their R&D project assignments for their courses at Mechatronics Program of Vocational School of Ostım Technical University in Ankara. The students used 3D printing machines to convert

their designs to prototypes in their project assignments so that they could see the areas where improvements are required. After improvements, students could obtain new prototypes and see whether the improvements provided better product designs. The usage of the 3 D printing technologies clearly provided improved product designs and manufacture ready products. The students benefited from the usage of 3D printers by converting their design ideas to manufacture ready products and implementing their improvement ideas and observing the results on a prototype. The students who used 3 D printing technologies were much better in solving problems and developing manufacture ready products compared to the other students.

Keywords: 3D printer, Educational technologies, R&D, Vocational School

1. GİRİŞ

3 boyutlu yazdırma yada diğer ve daha genel bir kapsam sunan ismi ile Hızlı Prototipleme teknolojileri kendine gün geçtikçe artan kullanım alanları bulmakta, üretim uygulamalarına yeni bir boyut kazandırmaktadır. Temel olarak 3 boyutlu yazıcılar, bilgisayar ortamında tasarlanan 3 boyutlu modellerden (Bilgisayar Destekli Tasarım) elle tutulabilen ve istenen geometrik karmaşıklıkta 3 boyutlu nesnelere üretilme imkanı vermektedir [1]. Bu tür bir teknolojinin kullanımının sadece üretim alanları ile sınırlı kalması düşünülemez. Özellikle de bilgi çağının yaşandığı ve bilginin hızla yayıldığı günümüzde 3 boyutlu yazdırma teknolojilerinin eğitime entegre edilmesi oldukça önemlidir.

Öğrenciler, hayallerinde canlandırabildikleri ya da ders içeriğinde öğrendikleri soyut bilgileri 3 boyutlu yazıcıları kullanarak elle tutulur hale getirerek somutlaştırmaktadır. Böylece, özellikle STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) içerikli çalışmalarda öğrencilerin inisiyatif alma, yeni fikirler ortaya koyma ve bu fikirler üzerinde çalışmaya dönük motivasyonlarında yükselme görüleceği, öğrenciler tarafından tasarlanan nesnelere yine öğrencilerin doğrudan temas ederek hissedebilmelerinin öğrencilerin daha önce deneyimlemediği bir duyguyu hissedip anlayabilecekleri öngörülmektedir [2]. 3 boyutlu yazıcılar, geniş kapsamlı üretim operasyonları gerçekleştiren imalata yönelik tesislerde yapılabilen imalat operasyonlarına benzer uygulamaların ev, ofis ya da kişisel hobi atölyeleri gibi nispeten küçük ve basit ortamlarda yapılmasına imkan tanıyan teknoloji ürünleri olarak nitelendirilebilirler. Bu açıdan bakıldığında, 3 boyutlu yazıcıların; eğitim-öğretim ortamlarının çoğu zaman sınırlı sayılabilecek olanakları kullanılarak yapılması çok zor olan veya yapılması işgücü, kaynak ve zaman kullanımı açısından verimli olmayan yoğun tasarım içeren çalışmaların gerçekleşmesinde katkı verebilecekleri öngörülmektedir. Bu sebepten ötürü, 3 boyutlu baskı teknolojileri ve bununla ilgili ürünler, eğitim faaliyetleri içerisinde uygulanan etkinlikler kapsamında üretkenliği ve verimi arttırmaya yönelik önemli seviyede destek verecek teknolojik enstrümanlar olarak kullanılabilirler [3]. Savery, J. R. Tarafından yapılan bir çalışmada; 3 boyutlu yazıcıların eğitim sürecine entegre edilmesiyle, öğrencilerin tasarım yapma esnasında bilgileri birleştirme ve kullanma, yenilikçi düşünme, problem çözme, fikir, tasarım, prototip ve imalat dahil tüm süreci anlamada ve daha üretilbilir tasarımlar ortaya koyma noktalarında gelişim gösterdikleri ve bunlarla beraber takım çalışması ve iletişim becerilerini geliştirdikleri görülmüştür [4].

3 boyutlu yazıcılar kullanılarak içeriği genişletilmiş bir öğretim ortamında bilgisayar destekli tasarım bilgisi de devreye gireceğinden öğrencilerin görsel medya okuryazarlıklarının ve dolayısıyla da görsel medyaya bakış açılarının ve kullanım niteliklerinin de gelişimi desteklenip iyileştirilebilir [5]. Dolayısıyla eğitimde 3 boyutlu yazıcı kullanımı öğrencilerde bakış açısı gelişimine sebep olarak farklı alanlarda yeni fikirler ortaya çıkarıcı etki yapabilir. 3 boyutlu yazıcılar kullanılarak üretilen fiziksel objeler/ürünler; öğrencilerin kendi tasarladıkları ve ürettikleri tasarımlarının başarı seviyelerini görebilmeleri ve bu başarı seviyelerini dikkate alıp revizyonlar yaparak tasarımlarını iyileştirme, geliştirme ve yenileme yapabilmeleri imkanını sağlamaktadır [6].

3 boyutlu yazıcıların ortaya koyduğu çok önemli olanaklardan ve kolaylıklardan biri de geometrik kısıtlamaları yok denecek kadar az seviyeye indirilmesidir. 3 boyutlu yazdırma prosesinin temel mantığını oluşturan katmansal üretim yaklaşımı, karmaşık geometrik formlara sahip parçaların üretimini oldukça kolaylaştırmaktadır [7]. Böylece 3 boyutlu modelleme programı kullanarak bir

tasarım gerçekleştiren öğrenci geleneksel imalat yöntemlerinde ki geometrik kısıtlara takılmadan tasarımını ürün haline getirebilme şansına sahiptir. Hızlı Prototipleme olarak adlandırılan 3 boyutlu baskı alma, 90'lı yıllardan bu yana tasarım konulu dersleri iyileştirmek ve geliştirmek için mühendislik eğitiminde kendine kullanım alanı bulmuştur [8]. 3 boyutlu yazıcıların kullanım ve uygulama kolaylığı mühendislik uygulamaları ve başka farklı alanlar için yeni bakış açıları getirmektedir. 3 boyutlu tarama uygulamaları ile beraber 3 boyutlu baskı teknolojilerinin imalata yönelik eğitimlerde yeni olarak nitelendirilebilir bir sınır ortaya koyduğu düşünülmektedir [9]. Öğrencilerin taranabilir boyutlarda ki nesnelere 3 boyutlu tarayıcılar vasıtasıyla tarayıp dijital ortama aktarmaları ve ardından da aktarılan bu veriyi 3 boyutlu modelleme programı ile uygun formata getirerek 3 boyutlu baskısını alabilir olmaları Ar-Ge ve üretim kültürünün öğretim ortamlarında yerleşmesine ve gelişmesine olanak sağlayacaktır. ABD'de bir grup eğitmen, açık kaynaklı 3 boyutlu baskının nasıl uygulanabileceği hakkında bilgi edinmek ve özellikle de STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) alanında uygulanacak olan müfredatı iyileştirmek ve geliştirmek için bir atölye çalışması gerçekleştirmişlerdir [10]. Benzer bir uygulama olarak bu çalışmada ele alınan ders kapsamındaki örnek uygulamalar da müfredat oluşumuna/revizyonuna destek verecektir. Çin'de gerçekleştirilen bir çalışmada; 10 yaşında olan öğrencilerin mekansal yetenekleri hakkında bilgi edinmek için 3 boyutlu baskı kursu tertip edilmiş ve öğrencilerin zihinsel varyasyon yeteneklerini tespit edebilmek için ön test uygulaması yapılmıştır. Akabinde, incelenen deney grubuna Google SketchUp, 3 boyutlu yazıcı baskı teknikleri gibi konularda 3 boyutlu araçların kullanımını içeren 7 aylık ders süreci gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak; kızların mekansal algılama seviyelerinin daha iyi ve hızlı seviyede olduğu ve 3 boyutlu baskı teknikleri eğitimi verilen erkeklerin zihinlerinde canlandırabilme yeteneklerini dikkate değer seviyede artmış olduğu ve erkek öğrencilerin bu yeteneklerinin geliştiği gösterilmiştir [11].

Kwon, yapmış olduğu çalışmada; 3 boyutlu yazdırma prosesi ve yazılımlarının öğrencilerin öğrenme aşamasında ilgi ve motivasyonu arttırdığını ve öğrenmeye noktasında daha hevesli olmalarını sağladığını göstermiştir. Bunu yanı sıra 3 boyutlu yazdırma uygulamalarının öğrencilerin matematiksel becerilerini arttırdığı ve 3 boyutlu baskı ile ürettikleri parçaları deneyimleyen öğrencilerin üzerinde üretime karşı olumlu etki oluşmuş olduğu belirlenmiştir [12]. Benzer bir durum bu çalışmada da görülmüştür. Öğrenciler tasarım yapmayı, tasarımlarını üretmeyi, ürettikleri ürünler üzerinde revizyonlar, geliştirmeler yapmayı deneyimlemiş ve Ar-ge ve üretim kültürüne bakışları daha pozitif hale gelmiştir.

Barroso ve diğerleri yapmış oldukları çalışmada, 3 boyutlu yazıcılar kullanılarak mühendislik yeteneklerinin ve niteliklerinin gelişiminde olumlu etkiler kazanılabileceği ve 3 boyutlu düşünme yeteneklerinin gelişebileceği vurgulanmıştır [13].

Jo ve arkadaşları, 3 boyutlu yazıcıların öğrencilerin hatırlama ve anlama yeteneklerini geliştirdiğini, sınıfa etkinlik, eğlence ve proaktiflik getirdiğini belirtmişlerdir. Yine bu çalışmada, eğitim faaliyetleri sırasında 3 boyutlu yazıcı kullanmadan önce öğrencilere sözel olarak gerçekleştirilen anlatımın zor ve verimsiz olduğu tespit edilmiş ve 3 boyutlu yazıcıların bu verimsizliği gidermekte etkili olduğunu söylemişlerdir. Ders anlatımı sırasında 3 boyutlu yazıcı kullanımının öğrencilerin dikkatini geliştirdiği, öğrenilenlerin kalıcılığını arttırdığı ve ders esnasında konsantrasyonun sağlanmasında etkili olduğu görülmüştür [14].

Saorin ve diğerleri gerçekleştirdikleri çalışmada ise, 3 boyutlu yazıcıların kullanımı ile öğrencilerin heykel mimarisine yönelik ilgisinin ve Başarı yüzdelerini artmış olduğunu tespit etmişlerdir [15]. Schelly, C. ve diğerleri, eğitimde açık kaynaklı teknolojik ürünlerin potansiyel kullanım durumlarını inceleyen çalışmalarında öğretmenlere dönük bir kurs tasarlamışlar ve açık kaynaklı teknolojik ürünlerden faydalanarak 3 boyutlu yazıcı imalatı yapan öğretmenlerin buradan edindikleri deneyimi daha sonra girdikleri derslerde kendi sınıflarında da uyguladıkları belirlemişlerdir [10].

3 boyutlu ürünlerin tasarlanma ve baskı alma hızının nispeten düşük olması 3 boyutlu yazıcıların daha geniş kullanım alanları bulmasını negatif olarak etkiliyor olabilir. 3 boyutlu yazıcılar kullanılarak yapılan uygulamaların ürün geliştirme faaliyetlerinde ve hızlı prototipleme faaliyetlerinde

kullanılabilir olması, 3 boyutlu yazdırma prosedürünün takip eden yıllarda eğitim öğretim faaliyetlerinde daha yaygın kullanımının önünü açıp yaygınlaştırılacağı öngörülmektedir [16]. İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesinin de katılımcılarından olduğu, 2014 yılında Utah/ABD’de gerçekleştirilen Uluslararası Roket Mühendisliği Yarışması yarışmasında İTÜ takımının ürettiği roketin parçalarından bazıları tamamlanamamıştır. Sonrasında söz konusu parçaların 3 boyutlu yazıcılar kullanılarak üretimi gerçekleştirilmiş ve nihayetinde 3 boyutlu yazıcılar kullanılarak tamamlanan roket fırlatılmıştır [17]. Kroll ve Artzi yaptıkları çalışmada Havacılık ve Uzay Mühendisliği öğrencilerinin katılımı ile 3 boyutlu yazıcıların kullanıldığı faaliyet gerçekleştirmişler ve 3 boyutlu baskı teknolojilerinin eğitim/öğretim faaliyetlerine uygunluğunu değerlendirmişlerdir. Gerçekleştirilen bu ders faaliyeti içerisinde öğrencilerin uçak modelleri tasarımları ve tasarladıkları bu uçak modellerinin farklı hava koşulları etkisinde davranışlarını rüzgâr tüneline sınımaları istenmiştir. Öğrenciler süreç içerisinde 3 boyutlu baskı teknolojilerinden faydalanarak hesaplamalar sonucu tasarımını gerçekleştirdikleri modellerin doğrulamasını yaparak istenilen spesifik özelliklere en uygun model tasarımını hızlı ve kolay bir şekilde ortaya koyma imkanı bulmuşlardır. Sonuç olarak, 3B yazıcıların maliyeti düşürücü ve kullanımı kolay bir teknoloji olduğunu belirten araştırmacılar, uygulamada karşılaşılabilecek sorunlara ve tavsiye edilen çözümlere ayrıca değinmişlerdir. [18].

Literatürdeki örneklerden görülebileceği gibi eğitimde 3 boyutlu yazıcı kullanımı eğitim faaliyetlerinin kalitesini ve anlaşılabilirliğini artırıcı bir etki yapmaktadır. Hem öğrenciler hem de öğretmenler açısından eğitime pozitif anlamda daha fazla katılım ve eğitim faaliyetlerinde proaktiflik sağlamaktadır. Bunun yanı sıra yine literatürde yapılan çalışmalar göstermektedir ki; 3 boyutlu baskı alma teknolojilerinin tasarım maliyetini düşürmekte etkili olduğu ve kullanım kolaylığının süre ve özgünlük açısından eğitim öğretim faaliyetlerini olumlu etkilediği araştırmacılar tarafından belirtilmektedir.

2. UYGULAMA

Ostim Teknik Üniversitesi MYO Mekatronik Programı ders müfredatında yer alan Mekatroniğin Temelleri dersi kapsamında öğrencilerden teknik içerikli çeşitli konularda projeler önermeleri, hazırlamaları ve devamında da bu projelerin hayata geçirilebilecek olanlarının öğrencinin kendisinin de istemesi durumunda üretiminin gerçekleştirilmesi istenmiştir. Öğrencilerin önerdiği projeler içerisinde farklı amaçlarla kullanılan İnsansız Hava Araçları, Sürü Drone Teknolojileri, Alternatif Enerjili Araçlar, 3 Boyutlu Yazıcı uygulamaları, Savunma Sanayine yönelik uygulamalar, Görüntü İşleme vs. (Çizelge 1) içerikli 21 adet proje önerisi gelmiştir.

Çizelge 1. Öğrenci proje konuları

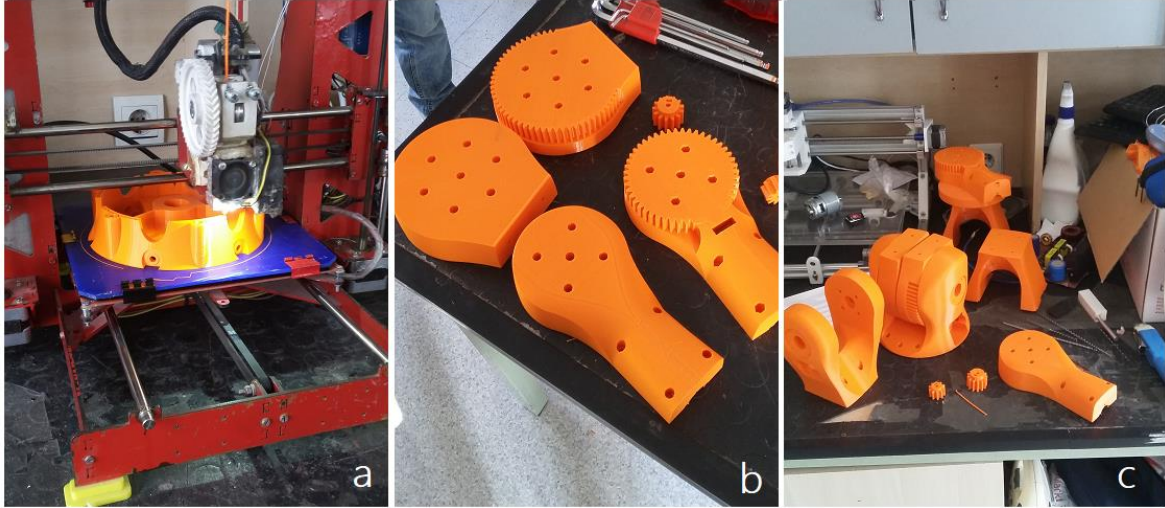
| SIRA | PROJE KONUSU | SIRA | PROJE KONUSU |
|------|------------------------------------|------|-----------------------------|
| 1 | Bitki Ekim Drone’u | 12 | Sürü drone |
| 2 | Zirai Otonom Kara Aracı | 13 | Truva Drone |
| 3 | Sismik Top | 14 | Dış İskelet |
| 4 | Arama Kurtarma Robotu | 15 | Plazma Topu |
| 5 | Güneş Enerjili Araba | 16 | Seçici Robotik Kol |
| 6 | Kara-Deniz Otonom Araç | 17 | Alternatif Enerjili Drone |
| 7 | Engel Aşan Tekerlekli Sandalye | 18 | 3D Yazıcı ile Organ Basma |
| 8 | Güvenlik Robotu | 19 | Geri Dönüşüm Drone |
| 9 | Bomba İmha Drone’u | 20 | Görüntü İşleme ile güvenlik |
| 10 | Beyin Gücü ile Çalışan Robotik Kol | 21 | Elektrikli Araç |
| 11 | Hava-Kara Drone’u | | |

Gelen proje önerileri değerlendirilmiş ve başka uygun nitelikler de eklenip çeşitli revizyonlar yapılarak Çizelge 1’de görülen proje konuları belirlenmiştir. Proje konularının netleşmesinin ardından öğrencilerden; kendilerine ait projeler için araştırma yapmaları, bu araştırmaları rapor haline getirmeleri, bu raporlar üzerinde dersi veren öğretim elemanı ile fikir alışverişinde bulunmaları ve nihayetinde de bu raporları belirli bir proje formatı ile dokümanete etmeleri istenmiştir.

Öğrenciler, proje konularını araştırırken bu projelerin yapılabilirliği konusunda da fikirler üretmişlerdir. Bazı projeler ekonomik kısıtlar, makine ekipman yetersizlikleri, zaman kısıtı gibi sebeplerden ötürü üretilebilirlik aşamasına geçememiştir. Ancak önemli tasarım ve kullanım özelliklerine sahip bazı projeler; araştırma, proje yazma ve üretim aşamaları düşünülerek tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, gerçekleştirilen bu projelerden iki tanesi aşağıda incelenmiştir. Bu projeler; Seçici Robotik Kol ve Bitki Ekim Drone projeleridir.

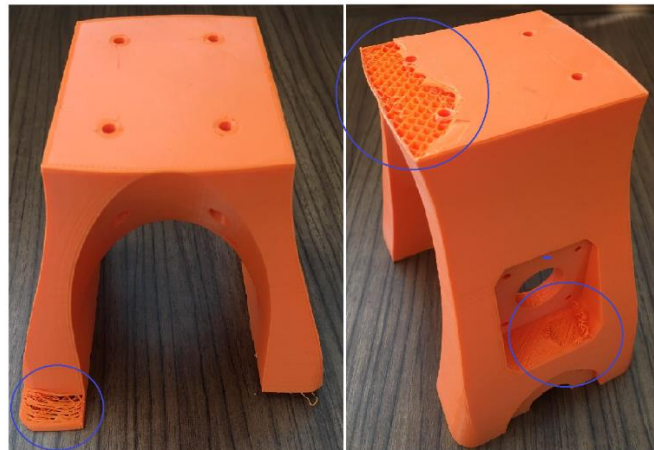
2.1. Robotik Kol

Bu projede; mekanik parçaları 3 boyutlu yazıcıda üretilen ve daha sonra montajı yapılan robotik kol, Arduino ile entegre çalışan kamera vasıtasıyla görme ve seçme işlevini yerine getirecektir. Projenin seçilme sebepleri; mekanik parçaların 3 boyutlu yazıcıdan baskı alınarak üretilerek olması (Şekil 1.), robotik kolun 3 eksenli hareketi esnasında dönüş hızını en iyileyebilmek için redüktör (Şekil 2.) tasarımı ve imalatını gerektirmesi, bu redüktörün dişlilerinin 3 boyutlu yazıcıda basılacak olması, parça tutma görevini yerine getirebilmek için tutucu mekanizma tasarımı gerektirmesi ve bu tutucu mekanizmasına ait parçaların 3 boyutlu yazıcıdan baskı ile alınacak olması ile dinamik bir sistem olan robotik kolun özellikle sanayi uygulamalarında yoğun ve gün geçtikçe artan kullanım alanına sahip olması gibi etkenler gösterilebilir.



Şekil 1. a) Robotik kol parça basımı, b-c) Robotik kol için basılan parçalar

Şekil 1.'de görülen tüm parçalar öğrenci tarafından 3 boyutlu yazıcıda basılarak üretilmiştir. Bu parçalar basılırken uygun baskı koşulları sağlanmadığı veya gerek/yeter parametreler ile baskı yapılmadığı için bazı parçalar (Şekil 2.) bozuk olarak çıkmıştır. Bu parçalarda ki problemler öğrenciler için öğretici olmuştur ve sonrasında öğrenciler gerek/yeter şartları ve isterleri 3 boyutlu modelleme yazılımları kullanarak, benzer sektörel uygulamaları değerlendirerek 3 boyutlu yazıcıda sorunsuz parçaları üretmişlerdir.



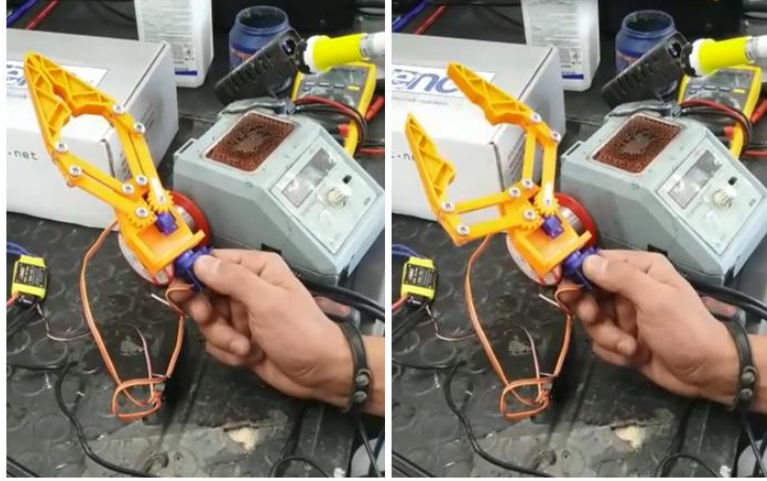
Şekil 2. Bozuk basılan parçalar

Robotik kolun tüm parçaları basılıp montajı yapıldıktan sonra gerçekleştirilen denemelerde robotik kolda kullanılan mevcut motor ile dönüş hareketinin istenilen hızda yapılamadığı görülmüştür. Bu durum üzerine 3 boyutlu modelleme yazılımı kullanılarak bir redüktör tasarımı (Şekil 3) yapılmış ve tasarlanan parçalar 3 boyutlu yazıcıda basılmıştır. Basılan bu redüktörün robotik kola montajı yapılmış ve öngörülen hız değerine ulaşılabilmiştir.



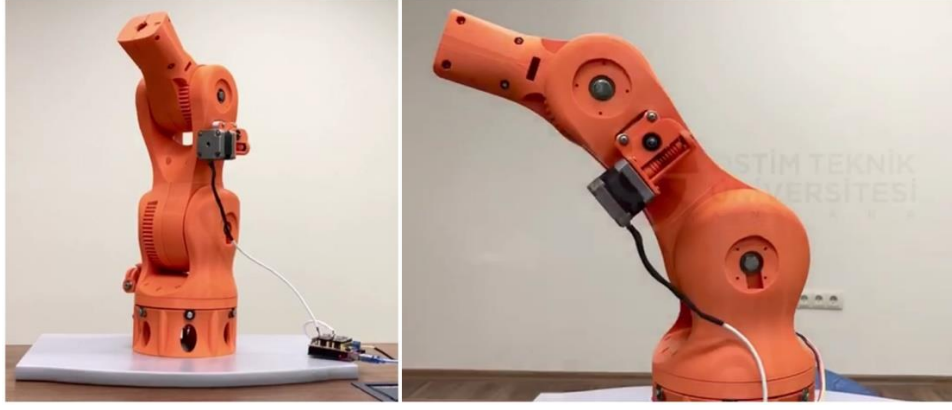
Şekil 3. Redüktör

Robotik kolun 3 eksenli hareketinin yanı sıra tutma işlevini de yerine getirmesi istenmektedir. Bu işlevi yerine getirmek amacı 3 boyutlu modelleme yazılımı ile bir mekanik tutucu (Şekil 4) tasarlanmış ve bu tutucunun parçaları 3 boyutlu yazıcıda basılmıştır. Yapılan denemelerde tutucunun görevini yerine getirebilecek niteliklerde olduğu görülmüş ve uygulamada başarılı sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 4. Üç boyutlu yazıcıda basılmış tutucu

Robotik kolu oluşturan ve 3 boyutlu yazıcıda basılabilecek olan tüm parçalar basıldıktan sonra bu parçalar farklı bağlantı elemanları ile birbirine monte edilmiş, kablolama uygulamaları yapılmış ve sistem (Şekil 5) çalışır hale getirilmiştir.



Şekil 5. Robotik kol

2.2. Bitki Ekim Dronu

Bu projede; ulaşımı zor olan dolayısıyla fidan ekimi de zor olan alanlara fidan ekimi gerçekleştirecek bir drone toplamak ve ekim işini kolaylaştıracak bir mekanizma ile beraber fidanların içine yerleştirileceği bir kapsül tasarımı gerçekleştirmek amaçlanmıştır.

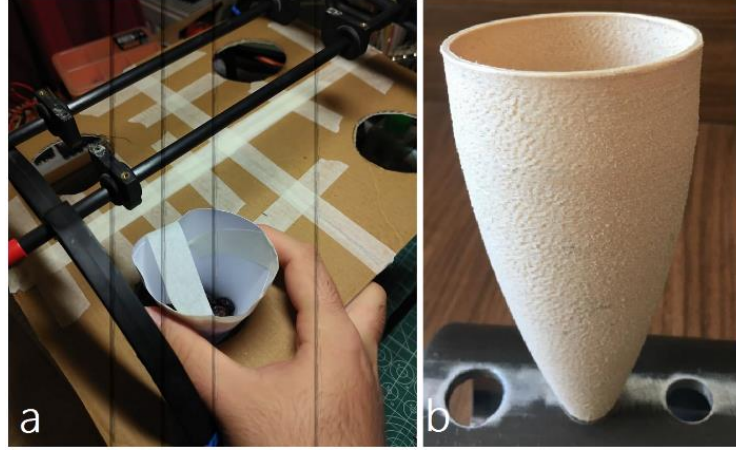
Projede kullanılacak olan Drone 1.5 kg faydalı yük taşıma kapasitesine sahip, kameralı görüntü alma sistemi olan ve demonte halde satılan bir Drone'dur (Şekil 6). Drone satın alındıktan sonra tüm mekanik montaj işlemleri, tüm lehimli birleştirmeler, görüntüleme ve uçuş-yön bulma testleri gerçekleştirilmiştir.



Şekil 6. Proje için toplanan Drone

İçerisine fidanlar koyulacak olan kapsüller, kapsüllerin yerleştirileceği mekanizma ve sistem 3 boyutlu yazıcıda basılmadan önce öğrenciler tarafından kağıttan bir kapsül numunesi yapılmış daha sonra bu numune kartondan kesilmiş ve Drone üzerine tutturulmuş bir plaka üzerinde denenerek kapsüllerin duruş pozisyonları görülmüştür (Şekil 7).

Bu denemenin proje fikrine uygun olduğu görüldükten sonra 3 boyutlu modelleme yazılımı kullanılarak bir kapsül tasarlanmıştır (Şekil 7-8). Tasarlanan kapsül 3 boyutlu yazıcıda basılmıştır. Bu kapsülün en önemli özelliği ahşap filament kullanılarak ahşap baskı alınarak üretilmiş olmasıdır. Ahşap baskı alınmasının nedenleri; hem ahşabın bitki fidanları ile uyumlu yapısı sebebiyle bitkiye ve doğaya zarar vermemesi hem de ahşap filamentin zamanla toprakta çözünerek ortadan kaybolabilme özelliğinin olmasıdır.



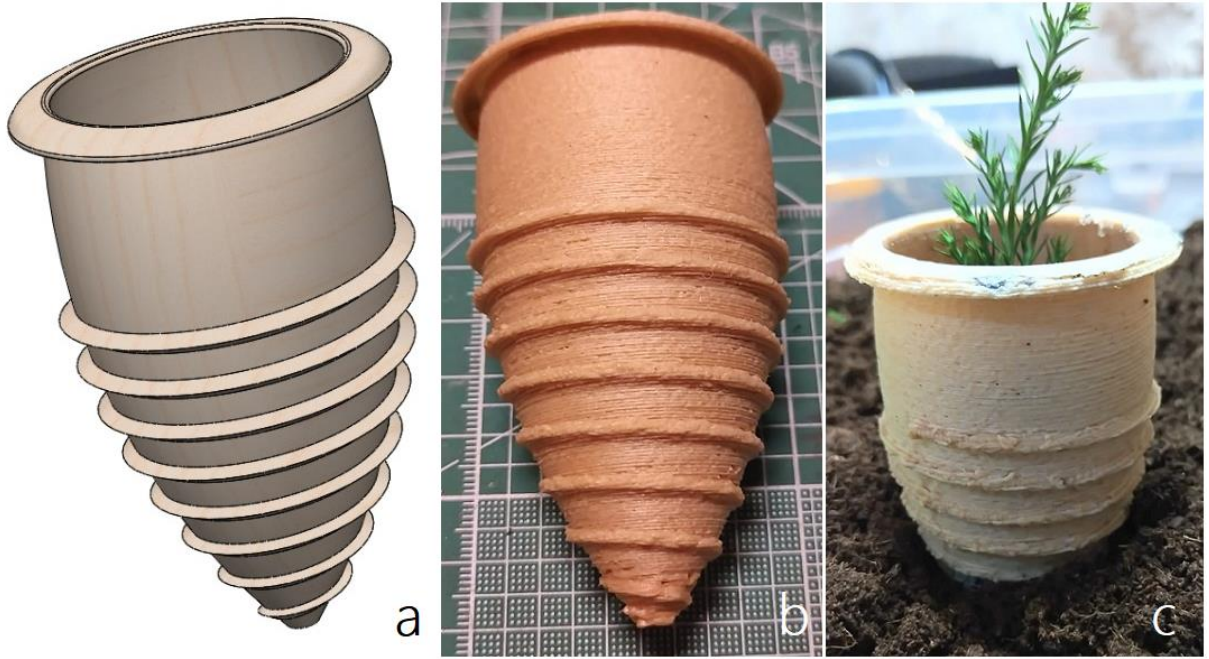
Şekil 7. a) Kağıt kapsül denemesi, b) Basılan kapsül

Şekil 8'de görüldüğü gibi kapsülü tutup yüksekten bırakacak bir tutucu düzenek tasarlanmış ve 3 boyutlu yazıcıda üretilmiştir. Bu düzenek vasıtasıyla kapsülün belirli bir yükseklikten bırakılması ile toprağa saplanacağı öngörülmüştür.



Şekil 8. Ahşap kapsül uygulama prototipi

Bu uygulamanın çalışabilirliğini denemek amacı ile ilk olarak kapsüllerin yumuşak toprağa girişi el ile bastırılarak sağlanmış ve uygulamanın amaca uygun olduğu görülmüştür. Ancak kapsüllerin yüksek mesafeden bırakılarak kendi kendine sadece yerçekimi etkisi ile toprağa saplanacağı öngörülerek yapılan denemelerde istenilen başarı elde edilememiştir. Bunun sebebinin kapsülün sert toprağa girmede zorlukla karşılaşması ve uygun pozisyonda toprağa düşmemesi gibi etkenlerin varlığı düşünülmüştür. Bunun üzerine sistem yeniden tasarlanmıştır. Yeni sistemde kapsül yapısı değiştirilmiş, üzerine vida yivi açılmıştır. (Şekil 9). Vidalı kapsülün Drone üzerine monte edilecek bir döndürücü düzenek ile toprağı delebileceği öngörülmüştür. Yeni düzenek ve sistem yapısı üzerinde Ar-Ge çalışmaları halen devam etmektedir.



Şekil 9. Vida yivli kapsül uygulaması; a)3D CAD Part, b)3D Baskı, c)Uygulama

3. SONUÇLAR

3 boyutlu yazıcılar endüstride her geçen gün daha yenilikçi ve karmaşık kullanım alanları bulmaktadır. Bundan dolayı 3 boyutlu yazıcılardan baskı almaya uygun özelliklerde tasarım yapabilme kabiliyetine sahip ve hızlı prototipleme teknolojileri konusunda deneyimli personelin çeşitli sektörlerde istihdam edilmesinde artan bir ivme ile yükselme olacağı beklenmektedir. Bu bağlamda eğitim kurumları da hem üstlerine düşen sorumlulukları yerine getirmek hem de öğrencilerin teknolojik yeniliklerin gerisinde kalmamaları için gerekli aksiyonları almak zorundadırlar. Bu bakış açısından hareketle OSTİM Teknik Üniversitesi bünyesinde akademisyenler tarafından bir Hızlı Prototipleme ve Tasarım Merkezi (PROTO) kurulmuştur. Bu merkez kapsamında hem öğrenciler çeşitli projeler gerçekleştirebilirken hem de piyasadan gelecek olan tasarım ve 3 boyutlu baskı ihtiyaçlarına yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmada ise Ostim Teknik Üniversitesi MYO Mekatronik Programı müfredatında bulunan ders kapsamında öğrencilere nitelikli projeler bulmaları, bu projeleri araştırmaları ve bir proje formatında yazılı olarak sunmaları istenmiştir. Bu kapsamda öğrencilerden çeşitli proje önerileri gelmiştir. Söz konusu projelerden bazıları farklı kısıtlardan ötürü sadece yazılı olarak kalırken bazıları ise prototip olarak üretilebilir projelere dönüşmüştür. Prototiplenebilir projelerden iki tanesi seçilmiş ve bunları gerçekleştiren öğrenciler ile sadece yazılı proje veren öğrencilerin davranışları ve problemlere bakış açıları incelenmiştir.

Sonuç olarak; 3 boyutlu yazıcıları kullanarak üretim yapan öğrencilerin sadece yazılı proje yapan öğrencilere oranla problem çözme odaklı, problem çözümünde inisiyatif kullanmaktan çekinmeyen, yenilikçi ve alternatif çözüm yolları bulmakta, önermekte ve uygulamakta daha başarılı bir yapıda oldukları gözlenmiştir. Bu çalışmadaki örneklerden biri olan Bitki Ekim Drone'u için kapsül tasarımı yapan, yaptığı tasarımı üreten, ürettiği tasarımı deneyen, denemenin ardından istenilen koşulların sağlanmadığını gören öğrenci ilk tasarımda değişiklikler yapmakta ve süreci başa alıp Ar-Ge sürecini işletmekte ve tüm Ar-Ge sürecini gerçekleştirmektedir. Bu noktada; tasarladıkları parçaları üretmelerinin motivasyonlarını arttırmış olması ve dijital ortamda görmüş oldukları parçaları yada sistemleri fiziksel olarak algılayabilince tüm parçanın/sistemin daha önce farketmedikleri detaylarını kavrayabilmiş olmalarına bağlı olarak üretim kültürünü kavramaları ve üretim mantalitesinde daha bilinçli bir seviyeye gelmiş olmaları öğrencilerin Ar-Ge ve inovasyon faaliyetlerinde aktif roller almalarına destek olduğu gözlenmiştir. Bunun yanı sıra 3 boyutlu baskısı alınmış parçalar üzerinde çalışma yapılırken öğretim elemanı ile öğrenci arasındaki iletişim ve etkileşim de farklı bir yöne doğru evrilmekte, daha interaktif ve katılımcı bir ortamda öğrenciler konu hakkında öneri ve fikirlerini daha

rahat, anlaşılır ve sorunsuz aktarabilmektedir. Böylece öğrenciler yeni fikirler üretme ve bunları uygulamaya alma konularında daha bilgili ve güvenilir hale gelmişlerdir.

KAYNAKLAR

1. Olla, P. Opening Pandora's 3D printed box. *Technology and Society Magazine*, Vol. 34, Issue 3, Pages 74-80. 2015.
2. Brown, A. 3D Printing in instructional settings: Identifying a curricular hierarchy of activities. *TechTrends*, Vol.59, Issue 5, Pages 16-24, 2015.
3. Lipson, H. ve Kurman, M. (2013). *Fabricated: The new world of 3D printing*. Indianapolis, IN: John Wiley & Sons, Inc.
4. Savery, J. R. (2015). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. içinde Andrew Walker, Heather Leary, C. Hmelo-Silver ve P. A. Ertmer (Eds.), *Essential Readings in Problem-Based Learning: Exploring and Extending the Legacy of Howard S. Barrows* (ss. 5-15). West Lafayette, IN: Purdue University Press.
5. Verner, I. ve Merksamer, A. Digital design and 3D printing in technology teacher education. *Procedia CIRP*, 36, Pages 182-186, 2015.
6. Kostakis, V. ve Papachristou, M. Commons-based peer production and digital fabrication: The case of a RepRap-based, Lego-built 3D printing-milling machine. *Telematics and Informatics*, Vol. 31, Issue 3, Pages 434-443, 2014.
7. Segerman, H. 3D printing for mathematical visualisation. *The Mathematical Intelligencer*, Vol.34, Issue 4, Pages 56-62, 2012.
8. Zecher, J., 1998, "Integration of a Rapid Prototyping System in a MET Curriculum," *Proceedings of 1998 ASEE Annual Conference & Exposition*, Session 3549.
9. Sinha, A., 2009, "New Frontiers in Manufacturing Education: Rapid Prototyping, 3D Scanning and Reverse Engineering," *Proceedings of 2009 ASEE Southeast Section Conference*.
10. Schelly, C., Anzalone, G., Wijnen, B. And Pearce, J. Open-source 3-D printing technologies for education: bringing additive manufacturing to the classroom, *Journal Of Visual Languages & Computing*, Vol. 28, Pages 226-237, 2015.
11. Chen, M., Zhang, Y. and Zhang, Y. Effects of a 3D printing course on mental rotation ability among 10-year-old primary students", *International Journal Of Psychophysiology*, Vol. 94, Issue 2, Pages. 240, 2014.
12. Kwon, H. Effects of 3d printing and design software on students' overall performance. *Journal of STEM Education*, Vol.18, Issue 4, Pages 37-42, 2017.
13. Barroso, L.R., Bicer, A., Capraro, M.M., Capraro, R.M., Foran, A.L., Grant, M.R., & Rice, D. Run! Spot. Run!: vocabulary development and the evolution of STEM disciplinary language for secondary teachers. *ZDM*, Vol.49, Issue 2, Pages 187-201, 2017.
14. Jo, W., Hee I.J., Harianto, R.A., So, J.H., Lee, H., Lee, H.J., & Moon, M. Introduction of 3D Printing Technology in the Classroom for Visually Impaired Students. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, Vol.110, Issue 2, Pages 115-121, 2016.
15. Saorin, J.L., Carbonell-Carrera, C., Cantero, J.D.L.T., Meier, C., & Aleman, D.D. Three-dimensional interpretation of sculptural heritage with digital and tangible 3D printed replicas. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, Vol.16, Issue 4, Pages 161-169, 2017.
16. Moreno Martinez, N.M., Leiva Olivencia, J., & Lopez Meneses, E. Robotics, 3d modeling and augmented reality in education for development of multiple intelligences. *Aula de Encuentro*, Vol.2, Issue 18, Pages 158-183, 2016.

17. Priyoid (2015). İTÜ, 3D yazıcı ile geliştirdikleri roketi fırlattı. <http://www.priyoid.com/haberler/itu-3d-yazici-ile-gelistirdikleri-roketi-firlatti/> Aralık 31, 2019.
18. Kroll, E. ve Artzi, D. Enhancing aerospace engineering students' learning with 3D printing wind-tunnel models. Rapid Prototyping Journal, Vol.17, Issue 5, Pages 393-402,2011.