

## 공과대학생을 위한 디자인씽킹 기반의 3D 프린팅 비교과 교육과정 개발 및 운영 효과성 분석

전 은 화<sup>1</sup> · 황 윤 자<sup>2\*</sup><sup>1</sup>단국대학교 교양학부<sup>2</sup>단국대학교 공학교육혁신센터

### Development and Effectiveness Analysis of Extra-curricula Activities utilizing 3D Printing based on Design Thinking for Engineering College Students

Eunhwa Chon<sup>1</sup> · Yunja Hwang<sup>2\*</sup><sup>1</sup>College of General Education, Dankook University, Gyeong-gi 16890, Korea<sup>2</sup>Center for Innovative Engineering Education, Dankook University, Gyeong-gi 16890, Korea

#### [요 약]

본 연구의 목적은 디자인씽킹을 기반으로 한 3D 프린팅 교육과정을 개발하고 그 효과를 분석하는데 있었다. 본 연구를 위해 3D 프린팅을 이용한 디자인씽킹 교육과정을 개발하고, 10주간 비교과교육과정을 운영하였다. 교육과정 참여에 대한 효과를 검증하기 위하여 자발적으로 참여했던 공과대학생을 대상으로 핵심역량 검사를 실시하였으며, 교육과정 참여 후 핵심역량이 유의미하게 향상된 것으로 나타났다.

#### [Abstract]

The purpose of this study was to analyze the effects of 3D printing curriculum based on design thinking. For this study, Design Thinking curriculum utilizing 3D printing was developed, and the curriculum was operated for 10 weeks. In order to verify the effects on the participation of the curriculum, the core competency test was conducted for the students who participated voluntarily, and the core competencies were significantly improved after the participation in the curriculum.

**색인어** : 디자인씽킹, 3D 프린팅, 공과 대학생, 비교과, 교육과정, 핵심역량

**Key word** : Design Thinking, 3D Printing, Engineering College Students, Extra-curricula Activities, Curriculum, Core Competencies

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2019.20.12.2407>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**Received** 06 November 2019; **Revised** 30 November 2019

**Accepted** 15 December 2019

**\*Corresponding Author; Eunhwa Chon**

**Tel:** +82-31-8005-3941

**E-mail:** ehchon@dankook.ac.kr

## 제 I 장. 서 론

2016년 다보스 포럼에서 4차 산업혁명을 심도 깊게 다루면서 그에 따른 사회적 변화에 많은 관심이 일고 있다[1]. 4차 산업혁명 시대에는 인류가 전혀 경험하지 못한 속도로 빠르게 기술 진보가 이루어질 것이며, IoT(Internet of Things; 이하 IoT)를 기반으로 한 로봇, 블록체인, 유전학 등과 같은 융합 기술 형태의 진보가 두드러질 것으로 전망하고 있다[2]. 사회 변화와 더불어 새로운 세대에 필요한 기술교육과 인재 양성에 대한 관심이 높아지고 있다[3]. 15'년 대학구조개혁평가를 통해 학력 인구 감소에 대응하기 위한 정부와 대학의 노력이 활발히 개진되고 있다. 4차 산업혁명 기술과 관련된 분야와 그에 수반되는 새로운 인재상에 대한 대학의 고민과 다양한 시도가 이루어지고 있다.

4차 산업혁명 관련 기술 중 하나인 3D 프린팅(3 Dimensional printing; 이하 3D 프린팅)은 쉽게 성형이 가능하고 비교적 저렴한 비용으로 제품을 생산할 수 있는 장점이 있어서 교육 분야에서 활발하게 사용되고 있다. 향후 3D 프린팅을 활용한 교육은 다양한 형태의 문제 해결과 지식 창출 및 공유 문화의 확산에 적용될 수 있을 것이다[3]. 그러나 현재 3D 프린팅을 활용한 많은 교육과정들이 교육적 방법이나 절차에 대한 고려 없이 단지 결과물을 출력해 보는 것에 중점을 두고 있는 것이 사실이다[4]. 3D 프린팅을 활용한 교육이 교육적 성과를 거두기 위해서는 적절한 수업 모형과 방법에 대한 고려가 필요할 것이다.

4차 산업혁명을 선도할 기술과 더불어 요구되는 인재상에 대한 변화가 수반되고 있다. 국내외적으로 미래 인재에게 요구되는 역량은 공통적으로 창의적 사고, 도전정신, 자기주도적 학습 능력 등을 제시하고 있다[5]. 창의성이란 기존에 없던 것을 발명하는 것이 아니라 새로우면서도 사용자들에게 유용한 것을 생산해 내는 능력으로[6] 문제가 내재되어 있는 맥락 속에서 발현될 수 있는 것이다. 과거의 경험으로부터 새로운 아이디어를 차용하고 재조합해서 완전히 새로운 가치를 만들어내는 과정이며 이러한 과정을 촉진시키기 위한 방법론적 접근이 필요하다. 디자인씽킹은 문제에 대한 공감과 동료들과의 협업을 통해 혁신적으로 문제를 해결하기 위한 방법론이다[7]. 디자인씽킹 과정에서는 사용자의 문제 상황에 대한 발산과 수렴 과정을 통해 새로운 아이디어에 대한 통찰, 발상, 실행해 보는 경험을 제공하게 된다[8]. 현재 대학에서는 디자인씽킹 방법론을 적용한 교육과정 운영을 통해 창의적인 문제해결을 촉진하고자 하는 연구가 다양하게 개진되고 있다.

강현숙과 박병기(2014)의 연구에서는 창의성 프로그램의 효과에 대한 메타 분석을 실시하였는데, 처치변인별로 살펴보면 컴퓨터 관련 활동이 가장 효과 크기가 높았으며, 예술 관련 프로그램, 그리고 창의성을 증진시키기 위한 프로그램이 다음 순위로 나타났다. 교수법에 따라서는 사고 활동과 신체 동작 활동을 병행한 방법이 가장 효과적이었으며, 교과관련활동, 창의적 문제해결, 창의적 교수법 활용의 순이었다[9]. 연구 결과에 따

르면 창의성 향상을 위해서 별개의 창의성 향상 프로그램을 운영하는 것 보다는 IT (Information technology) 관련 활동을 교과 활동과 병행하여 자연스러운 창의적 문제해결이 이루어질 수 있는 프로그램을 개발해야 할 것이다.

본 연구에서는 3D 프린팅 교육이 단순한 활용 교육이 아니라 교육과정 내에서 자연스러운 문제해결로 이어질 수 있는 프로그램을 개발하고자 하였다. 3D 프린팅 교육은 모델링으로부터 시제품에 이르기까지 오랜 시간의 집중적인 작업이 요구되는 과정인 만큼 정교 교과목으로 운영하기 보다는 비교과 교육과정으로 운영하는 것이 효과적이다. 비교과 교육과정이란 재학기간 중 정규 교육과정에서 제공하지 못하는 학생의 자기 계발 노력을 지원하고 지도하는 정기적인 교육 프로그램을 뜻한다[10]. 비교과 교육과정은 대학의 정규 교육과정에서는 도달하기 어려운 학생 개인의 개별적 역량을 효과적으로 계발할 수 있다[11]. 본 연구에서는 공과대학생을 대상으로 한 비교과 교육과정을 운영하고 그 효과를 분석하고자 하였다.

본 연구의 목적은 3D 프린팅을 활용한 디자인씽킹 교육과정을 개발하고 운영한 후, 학생들의 디자인씽킹 과정에 대한 참여 과정과 효과를 분석하는데 있다.

## 제 II 장. 이론적 배경

### 2-1. 3D 프린팅을 활용한 교육

3D 프린터는 프로토타입과 시제품 제작을 저렴하고 손쉽게 연결시켜 줄 수 있는 강력한 도구이다. 영국 교육부에서는 2012년부터 2013년 사이에 STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) 교육과 디자인 과목 학습을 위해 3D 프린터를 활용한 프로젝트를 진행했다[12]. 많은 학교에서 프로젝트 결과로 학습 동기 증진과 높은 만족도를 나타냈다는 결과를 보고하였다. 우리나라의 경우도 과학기술정보통신부는 2014년부터 초중등 학교 교육과정에 3D 프린팅 개념 이해와 실습 내용을 포함한 시범교육을 시행하고 있으며, 2019년에 발표한 3D 프린팅 산업 진흥 시행계획에 따라 전문 인력 양성 및 산업현장 맞춤형 교육 강화를 위한 제도 및 정책을 제시하고 있다[13].

3D 프린팅의 교육적 가치로는 추상적 지식을 물리적으로 표현하는 것이 가능해지면서 지식과 개념 이해를 촉진할 수 있다는 점과, 아이디어를 모델링하는 과정에서 코딩과 입력값 조정 등을 통해 정보과학적 사고를 촉진할 수 있다는 점, 그리고 아두이노 등과 같은 컨트롤러 등을 융합적으로 활용하는 과정에서 아이디어를 자유롭게 시제품으로 제작해 볼 수 있다는 점 등을 들 수 있다[14]. 그러나 3D 프린팅을 활용한 교육이 소기의 교육적 효과를 거두기 위해서는 수업 전 활동과 수업 후 촉진 및 전이 활동과 같은 효과적인 수업 모델에 의해 교육과정으로 개발되어야 할 필요성이 있다.

선행 연구들에서 3D 프린팅을 활용한 교육 운영 성과를 보

고하고 있다. 최형신과 유미리(2015)의 연구에서는 초등학교 학생들을 대상으로 3D 프린팅을 활용한 창의적인 디자인 모델을 개발하여 적용하였다[14]. 성국주와 김석래(2016)의 연구에서는 디자인 대학에서 3D 프린터를 활용한 교육과정을 개발하였는데 이론과 실습을 병행할 수 있는 세 개의 모듈을 개발하였다[15]. 엄증태와 권용주(2016)의 연구에서는 3D 프린팅을 활용한 융합 수업을 진행한 결과 실험집단이 통제집단에 비해 융합인재소양, 생명과학에 대한 흥미도, 수업에 대한 만족도가 높았다는 결과를 보고하였다[16].

**2-2. 디자인씽킹을 통한 교육적 활용과 효과**

디자인씽킹은 미국에 본사를 둔 디자인회사인 IDEO에서 활용해 온 컨설팅 방법론을 정리하여 다양한 분야의 혁신을 이끌어낼 수 있는 하나의 절차로 정리한 것으로 각국의 상황에 맞게 변형되어 활용되고 있다. 스탠포드 대학의 모형은 공감, 문제정의, 아이디어 개발, 프로토타입 만들기, 그리고 검증 과정의 다섯 단계로 이루어져 있다[17]. 디자인씽킹은 다섯 단계를 고쳐 사용자의 요구에 부응하는 혁신적인 제품이나 서비스를 개발하도록 돕는 과정이다.

Martin(2009)은 창의적인 아이디어는 논리적인 사고와 감성적 판단이 융합적으로 이루어지는 과정인데, 디자인씽킹이 이러한 사고의 융합을 촉진할 수 있는 도구가 될 수 있을 것으로 보고 있다[18].

디자인씽킹의 교육적 효과는 Kolb의 경험학습 이론에서 찾을 수 있다. 경험학습 이론에서는 교육의 과정을 경험, 반추, 개념화, 실험 그리고 새로운 경험 획득의 과정으로 보고 있는데[19], 디자인씽킹 절차에 따라 공감 과정에서 사용자의 경험, 발견된 사실에 대한 성찰을 통한 문제 정의, 문제 해결을 위한 개념화, 프로토타입 개발과 실험, 그리고 테스트 과정을 통한 새로운 경험 획득의 과정으로 이어지게 된다. 미국의 가장 혁신 대학 중 하나인 올린 공대에서는 새로운 세대를 살아가는 세대들에게 필요한 역량을 함양하는데 디자인씽킹이 주요한 방법론이 될 수 있을 것으로 기대하고, 대학 교육 혁신을 위한 대안으로 제시하고 있다[20]. 우리나라에서도 대학 교육에서 창의적 인재 양성을 위한 방법론으로 디자인씽킹이 다양한 방법으로 활용되고 있다.

많은 연구에서 디자인씽킹을 활용한 교육적 효과를 보고하고 있다. 서응교 외(2016)의 연구에서는 대학에서 디자인씽킹 기반의 교과목을 운영함으로써 창의적 잠재력이 유의미하게 상승하였으며, 참여자들이 팀 기반의 협력 과정에 대해 매우 만족스러운 결과를 얻었다는 결과를 보고하였다[21]. 전주현(2017)의 연구에서는 공과대학생을 위한 디자인씽킹 기반의 캡스톤 디자인 과정을 운영한 결과로 창의적 문제 해결 역량이 증진되었다는 연구 결과를 제시하였다[22]. Bruton (2010)의 연구에서는 대학생들을 대상으로 디자인씽킹을 적용한 수업을 진행한 결과 창의적 역량과 혁신적 마인드셋이 강화되고, 학업성취도도 유의미하게 향상되었다는 결론을 얻었다[23].

**제 III 장. 연구 방법**

**3-1. 연구 대상**

본 연구는 2019년 하계 방학 기간 동안 공학교육혁신센터 주관으로 비교과교육과정으로 실시된 ‘디자인씽킹 기반의 3D 프린팅 교육과정(4Dream)’에 자발적으로 참여했던 공과대학생 28명을 대상으로 이루어졌다. 연구에 참여한 28명의 인구통계학적 정보는 다음과 같다. 남학생 26명(92.9%), 여학생 2명(7.2%)로 남학생이 대부분이었다. 전공별로는 전자전기공학부 11명(39.3%), 기계공학과 4명(14.3%), 고분자공학과와 응용컴퓨터공학과 각 3명(10.7%)으로 이루어졌다. 학년별로는 3학년과 2학년이 각각 10명(35.7%), 4학년5명(17.9), 1학년이 3명(10.8%)인 것으로 나타났다.

**표 1. 연구 대상자의 인구통계학적 정보**  
**Table 1. Demographic Information of Subjects**

		Grade				Total
		1	2	3	4	
Gender	Male	3(10.7)	9(32.1)	10(35.7)	4(14.2)	26(92.9)
	Female	0(0.0)	1(3.6)	0(0.0)	1(3.6)	2(7.2)
Total		3(10.7)	10(35.7)	10(35.7)	5(17.9)	28

Major	Gender		Total
	Male	Female	
Polymer Engineering	3(10.7)	0(0.0)	3(10.7)
Mechanical Engineering	4(14.3)	0(0.0)	4(14.3)
Software Department	2(7.1)	1(3.6)	3(10.7)
Applied Computer Engineering	3(10.7)	0(0.0)	3(10.7)
Electronic and Electrical Engineering	11(39.3)	1(3.6)	12(42.9)
Chemical Engineering	1(3.6)	0(0.0)	1(3.6)
etc.	2(7.2)	0(0.0)	2(7.1)
Total	26(92.9)	2(7.1)	28

**3-2. 연구 도구**

본 연구에서 사용된 연구 도구는 전반적 만족도와 협력과정 만족도, 디자인씽킹 과정별 효과 분석, 그리고 교육과정 참여에 따른 역량 진단으로 이루어졌다.

**1) 전반적 만족도와 협력과정 만족도**

전반적 만족도와 협력과정에 대한 만족도는 단일 문항으로 ‘교육과정에 대해 전반적으로 만족하셨습니까?’, 와 ‘협력 과정은 3D 프린팅을 활용한 교육과정을 수행하는데 얼마나 도움이 되었습니까?’으로 구성되었다.

**2) 핵심역량진단도구**

본 연구에서 사용된 핵심역량 진단도구는 D 대학교 공학교

육혁신센터에서 프로그램 성과 진단을 위해 2016년에 개발된 공과대학생 핵심역량 진단도구를 활용하였다.

진단도구는 크게 4가지 항목으로 구성되어 있는데, 공학전문 역량, 문제해결 역량, 협력혁신 역량, 그리고 자기주도 역량으로 이루어져 있다. 공학전문역량은 공학적 기초지식, 공학적 전문지식, 공학적 가치창출, 문제발견 능력으로 이루어져 있으며, 문제해결 역량은 아이디어 발상, 정교화 및 실행, 호기심과 몰입의 하위 역량으로 이루어져 있다. 협력혁신 역량은 협업, 정서적 유대, 중재의 하위 역량으로 구성되어 있으며, 자기주도 역량은 목표지향계획 및 실행, 도전정신, 열정으로 이루어져 있다.

문항내적일관성 신뢰도 측정 결과 공학전문 사전  $\alpha=.901$ , 사후  $\alpha=.912$ , 문제해결 사전  $\alpha=.853$ , 사후  $\alpha=.880$ , 협력혁신 사전  $\alpha=.915$ , 사후  $\alpha=.896$ , 자기주도 사전  $\alpha=.821$ , 사후  $\alpha=.736$ 인 것으로 나타났다.

통계분석은 SPSS 25.0을 사용하여 이루어졌다.

### 3) 디자인씽킹 과정에 대한 효과 분석

스탠포드 대학에서 개발한 디자인씽킹 과정 평가 루브릭(d.school)을 이용하였다[24]. 루브릭은 학습 효과를 양적으로 평가할 뿐 아니라 과정을 질적으로 평가할 수 있다는 장점이 있다[25]. 루브릭은 공감, 정의, 아이디어 만들기, 프로토타입과 테스트, 협력, 공유과정의 디자인씽킹 각 단계별로 4개의 척도로 구성되어 있으며, 각 단계별 과정 수행에 대한 기대 충족 정도를 ‘기대 이상(4점)’, ‘기대 충족(3점)’, ‘기대 도달(2점)’, ‘미흡(1점)’, 의 정도로 평가하도록 하였다. 평가 과정에는 2019년도 4Dream 교육과정에 참여한 학생들 중 자원자에 한하여 질적으로 분석하였다. 응답에 참여한 학생은 4명이었다.

표 2. 디자인씽킹 과정 평가 루브릭

Table 2. Design thinking basic rubric

Process	Score	Criteria
Empathy	4	Rich descriptions of user empathy, including a variety of surprising insights and deep needs.
	3	User empathy is expressed through descriptions of human emotion, physical necessities, surprising insights and/or needs on the part of users.
	2	Limited descriptions of user empathy with few surprising insights or needs included.
	1	Little to no description of user empathy.
Define	4	Re-framing is compelling and contains novel needs.
	3	The original challenge is clearly re-framed around a user where needs are stated as verbs to describe an activity or desire for an area where that user needs help.
	2	The original challenge is not clearly re-framed. Needs are incorrectly stated as nouns.
	1	The original challenge is not re-framed.
Ideate	4	There is an overwhelming amount of ideas ranging from very practical to very difficult to implement.
	3	Divergent thinking results in a large, diverse range

Process	Score	Criteria
		of ideas and concepts. Selecting a few ideas and concepts to move forward with that represent that diversity.
	2	Convergent thinking results in limited range of ideas and concepts.
	1	Few ideas generated.
Prototype	4	Prototypes are tested in a thorough, engaging manner.
	3	Prototyping provides a solution for user needs including a record of the iterations moving from low to high resolution of the prototype describing what was learned from each user test.
	2	Prototyping provides partial solution for a user's needs. Little or no iteration.
	1	Little or no prototyping accomplished.
Team	4	Members work to encourage and teach one other.
	3	Team functions as a whole with all members contributing.
	2	Team functions as a whole most of the time. Some members are more engaged than others.
	1	Teamwork non-existent.
Story-telling	4	Team tells a captivating/engaging story that ties together the prototyping, P.O.V., and empathy expressed for a user.
	3	Team can link prototyping, P.O.V., and empathy expressed for a user.
	2	Team can describe their solution with some connection to P.O.V. and/or empathy.
	1	Team is unable to tell a story about their solution.

### 4) 교육과정 참여에 대한 질적 분석

평가 과정에는 2019년도 4Dream 교육과정에 참여한 학생들 중 디자인씽킹 과정 효과성 분석에 참여한 자원자를 대상으로 개방형 질문을 통해 질적으로 분석하였다.

개방형 질문은 ‘전체 3D 프린팅 활용 교육과정에서 디자인씽킹이 얼마나 도움이 되었나?’, ‘디자인씽킹을 기반으로 한 3D 프린팅 활용 교육과정에서 불만족스러웠던 요인은 어떤 것이었나?’, ‘디자인씽킹이 도움이 되기 위해 개선되어야 할 부분은 무엇인가?’의 세 문항을 포함하였다.

### 3-3. 연구 절차

#### 1) 교육과정 운영 절차

전체 4 Dream 교육과정은 공학교육혁신센터 주관으로 실시되는 비교과교육과정으로 실험 대상이 되었던 교육과정은 2019년 하계 중에 운영된 과정이었다. 교육과정은 총 10주에 걸쳐 진행되었으며, 2주차에는 프로젝트 기획 단계로 디자인씽킹 방법론을 통한 공감과 혁신을 목적으로 진행되었다. 디자인씽킹을 통한 아이디어 도출과 도출된 아이디어를 바탕으로 프로토타입을 제작하도록 하였으며, 추후 기간 동안 시제품으로 완성하고, 10주차에는 실제 3D 프린팅 사업 분야에 종사하는 현장 대상자들을 초청하여 테스트하는 과정을 거쳤다.

Week	Curriculum
Week 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Orientation / Introduction to 3D Printing</li> <li>Industrial site visit</li> </ul>
Week 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Design Thinking (DT) workshop</li> <li>IoT utilization workshop</li> </ul>
Week 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mid-term presentation</li> <li>Team-specific consulting 1</li> </ul>
Week 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Patent law training and intellectual property consulting</li> <li>Prototyping support, Startup training</li> <li>Team-specific consulting 2</li> </ul>
Week 5-9	<ul style="list-style-type: none"> <li>Team production and prototype completion</li> </ul>
Week 10	<ul style="list-style-type: none"> <li>Final presentation</li> </ul>

그림 1. 2019 하계 4Dream 교육과정  
Fig. 1. 2019 Summer 4Dream Curriculum

2주차에 해당하는 ‘창의적 문제 해결을 위한 디자인씽킹’ 과정은 제품 기획 단계에서 사용자의 요구에 공감할 수 있는 교육 과정을 포함함으로써 기존의 3D 프린팅 활용 교육과는 차별화된 방식으로 운영될 수 있도록 하였다.

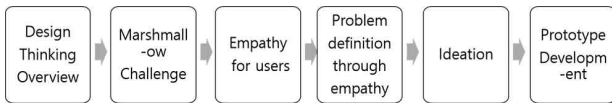


그림 2. 디자인씽킹 교육과정  
Fig. 2. Design Thinking Process

2) 효과 분석 절차

교육과정 운영에 따른 효과 분석 절차는 1) 교육과정에 대한 전반적 만족도, 2) 디자인씽킹을 기반으로 한 3D 프린팅 교육 과정 운영에 따른 효과로서의 공과대학생 핵심역량 분석, 3) 디자인씽킹 교육과정 단계에 대한 효과 분석 그리고 4) 양적 분석에 대한 보완으로서의 심층 면담 분석 과정을 포함하였다. 교육 과정을 운영하는 과정의 전후에 공과대학생 핵심역량 진단을 실시하고, 교육과정 운영에 대한 효과를 분석하였다.



그림 3. 연구 절차  
Fig. 3. Research Procedures

제 IV 장. 연구 결과

4-1. 교육과정 만족도

본 교육과정에 대한 만족도는 전반적 만족도와 팀 프로젝트가 과제 수행에 도움을 준 정도에 대한 협력 만족도를 측정하였다. 설문은 5점 척도로 시행되었으며, 100점 환산 점수로 산출하여 비교하였다. 전체적인 만족도 점수는 85점 인 것으로 나타났다.

표 3. 교육과정에 대한 전반적 만족도  
Table 3. Overall satisfaction with the curriculum

	Very dissatisfied	Dissatisfied	Neutral	Satisfied	Very satisfied	Total
5 likert scale	1	2	3	4	5	
100 point score	20	40	60	80	100	
N	0	0	4	13	11	28

\* $\mathcal{D}_i^*$  : 5 likert scale  $\times$  n, n : number of observations

$$\bar{x}_i = \frac{20 \times \sum_{j=1}^n x_{ij}}{n}$$

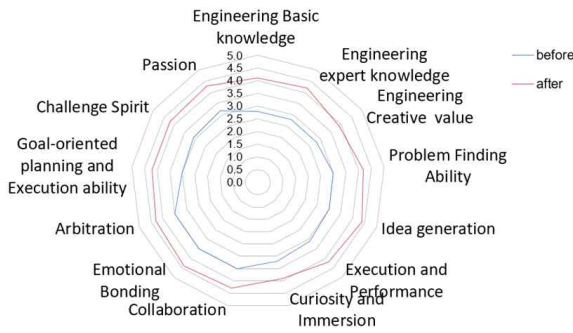
협력과정이 프로젝트에 도움이 된 정도는 100점 환산 점수로 87점인 것으로 나타났다.

표 4. 협력과정이 프로젝트에 도움이 된 정도  
Table 4. The degree to which the collaboration process helped the project

	Very dissatisfied	Dissatisfied	Neutral	Satisfied	Very satisfied	Total
5 likert scale	1	2	3	4	5	
100 point score	20	40	60	80	100	
N	0	0	2	14	12	28

4-2. 핵심역량 진단 결과

핵심역량진단 결과, 공학전문 역량 하위 역량인 공학적 전문 지식은 사전 M=2.8, 사후 M=4.2, 공학전문 역량 중 공학적 기초 지식은 사전 M=2.8, 사후 M=4.1, 문제해결역량 중 아이디어 발상 능력이 사전 M=3.0, 사후 M=4.4, 문제해결 역량 중 문제 발견 능력이 사전 M=3.0, 사후 M=4.2, 자기주도 역량 중 목표 지향 계획 및 실행능력이 사전 M=3.0, 사후 M=4.2 비교적 큰 폭의 변화를 보였다.



**그림 4.** 핵심역량 하위 구인별 평균 변화  
**Fig. 4.** Average change by sub categories of core competencies

교육과정 참여 전후에 실시한 공과대학생 핵심역량 진단 검사에 대해서는 비교적 표본 수가 적은 경우에도 검정력을 확보할 수 있는 윌콕슨 부호-순위 검정(Wilcoxon’s signed-rank test)을 실시하였다.

윌콕슨 부호-순위 검정 결과는 <표 5>와 같다. 공학전문 역량, 문제해결 역량, 협력헌신 역량, 자기주도 역량에 있어서 28명 중 26명은 사후 순위가 사전 순위보다 높았고, 사전 순위와 사후 순위가 변화하지 않은 학생은 2명이었으며, 사전 순위가 사후 순위보다 높은 학생은 없었다.

**표 5.** 윌콕슨 부호-순위 검정 결과  
**Table 5.** Wilcoxon’s signed-rank test ranks

		N	Mean rank	Sum of ranks
Engineering expertise before-after	Negative rank <sup>a</sup>	0a	.00	.00
	Positive rank <sup>b</sup>	26b	13.50	351.00
	Ties <sup>c</sup>	2c		
	Total	28		
Problem solving before-after	Negative rank <sup>a</sup>	0d	.00	.00
	Positive rank <sup>b</sup>	23e	12.00	276.00
	Total	28		
Collaboration & Dedication before-after	Negative rank <sup>a</sup>	2g	12.75	25.50
	Positive rank <sup>b</sup>	21h	11.93	250.50
	Ties <sup>c</sup>	5i		
	Total	28		
Self-directedness before-after	Negative rank <sup>a</sup>	1j	12.00	12.00
	Positive rank <sup>b</sup>	18k	9.89	178.00
	Ties <sup>c</sup>	9l		
	Total	28		

a: after<before, b: after>before, C: after=before

윌콕슨 부호-순위 검정 결과로 교육과정 참여 전후 공학전문 지식 역량, 문제해결 역량, 협력헌신 역량, 자기주도 역량에 있어 사후 순위가 사전 순위보다 유의미하게 높은 것으로 나타났다. 검정 통계량은 <표 6>과 같다.

**표 6.** 윌콕슨 부호-순위 검정통계량<sup>a</sup>  
**Table 6.** Wilcoxon’s signed-rank test

	Engineering expertise before-after	Problem solving before-after	Collaboration & Dedication before-after	Self-directedness before-after
Z	-4.479 <sup>b</sup>	-4.211 <sup>b</sup>	-3.451 <sup>b</sup>	-3.387 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2 tailed)	.000	.000	.001	.001

a. Wilcoxon’s signed-rank test  
 b. based on positive ranks

**4-3. 디자인씽킹 과정 효과성 분석**

디자인씽킹 각 단계별 과정에 대한 참여 효과를 분석한 결과는 다음과 같다. 디자인씽킹 루브릭은 질적인 수준을 파악하기 위한 진단 도구지만 단계별 척도를 점수화해서 제시하면 다음과 같다. 소수를 대상으로 분석한 결과이기 때문에 양적 점수에 초점을 두기 보다는 각 척도가 가지고 있는 특성에 비추어 해석할 필요성이 있다. 공감 단계에서는 사용자의 감정과 물리적 필요성에 공감하고 그들의 요구에 부합하는 통찰을 이끌어 내었지만, 혁신으로 이어지기 위한 깊은 이해에는 도달하지 못한 것으로 나타났다. 정의 단계에서는 사용자의 요구에 부합하는 문제를 정의할 수 있었지만 문제 상황을 재구조화할 만큼의 새로운 요구를 발견하긴 어려웠던 것으로 나타났다. 아이디어 도출 단계에서는 정의한 문제를 해결하기 위한 실용적이고 새로운 아이디어를 도출했을 뿐 아니라 간과하고 있었던 혁신적인 아이디어를 도출할 수 있었던 것으로 나타났다. 프로토타입 단계에서 가장 많은 어려움을 겪는 것으로 나타났는데, 실제 개발로 이어질 수 있을 정도의 결과물이 아닌 사용자의 요구를 부분적으로 반영한 수준의 결과물을 만들 수 있었던 것으로 나타났다. 팀워크 부분에서는 서로의 역할에 맞게 프로젝트를 진행하였지만 서로를 격려하고 전적으로 의지하기에는 역부족인 것으로 나타났다. 결과 발표에 대한 만족도가 가장 높았는데, 매력적인 형태로 결과물을 어필하기 위해 노력했던 것으로 나타났다.

**표 7.** 디자인씽킹 과정 효과성 분석 결과  
**Table 7.** Design Thinking Process Effectiveness Analysis Results

Process	Score	N	Total score
Empathy	4	1	13
	3	3	
Define	4	1	13
	3	3	
Ideate	4	2	14
	3	2	
Prototype	3	3	11
	2	1	
Team	4	1	13
	3	3	
Storytelling	4	3	15
	3	1	

#### 4-4. 교육과정 참여에 대한 질적 분석

교육과정 참여 과정에 대한 양적 분석에 대한 보완으로 개방형 질문을 통한 질적 분석을 실시하였다. 개방형 질문은 디자인씽킹 과정이 효과적이었던 부분, 불만족 요인, 향후 개선 요인에 대한 것으로 이루어졌다.

##### 1) 디자인씽킹 과정의 효과성

학생들은 디자인씽킹 과정을 통해 자신들의 아이디어를 구현하고 시제품으로 만드는 과정에 대해 만족감을 나타냈다.

학생 1: “4dream 과정에 있어 가장 어려웠던 점은 기존 생각의 틀을 깨고 새로운 것을 창조해 내야 한다는 창조적 파괴의 관점에 있었습니다. 이 부분에서 디자인씽킹을 통한 아이디어 도출을 활용하는 것이 굉장히 많은 도움이 되었고, 프로토타입을 만들어 보는 것 또한 아이디어의 구체화에 많은 도움을 주었습니다.”

특히 효과적이었던 부분으로 프로토타입 과정을 통해 빠르게 실행해 보고 시제품을 수정하고 보완할 수 있었던 점을 들었다.

학생 2: “특히 아이디어를 실행해볼 수 있다는 점이 상당히 매력적이었는데, 프로토타입이 있음으로서 아이디어를 더욱 현실적으로 바라볼 수 있었습니다.”

현업에 종사하는 실무진들로부터 피드백을 받아 제품 개선에 반영할 수 있었던 과정에 대해서도 만족감을 나타냈다.

학생 4: “강사님을 초청해주셔서 아이디어에 대한 많은 조언들을 들을 수 있었습니다. 3d 프린터에 대한 설명과 아두이노키트에 대한 설명을 바탕으로 프로토타입을 제작하였고 직접 창업을 하신 분들의 조언으로 아이디어를 현실적으로 만들 수 있었습니다.”

##### 2) 디자인씽킹 과정에 대한 불만족 요인

디자인씽킹 과정이 다소 복잡한 절차를 거치는 것에 대한 부담감과 시간이 부족하다는 의견이 있었다. 또한 절차 자체에 대해 시간 소모적이라는 느낌을 갖는 학생도 있었다.

학생 1: “시간이 너무 짧은 것이 조금 아쉬웠습니다. 내용의 방대함에 비해 시간이 너무 한정적이다 보니 정해진 시간 내에 많은 분량을 끝내야한다는 조급함이 ……”

학생 4: “제가 기억하기에 디자인씽킹을 하는 주간에 제 입장에서는 조금 투주하게 느껴졌던 것 같습니다. 아이디어를 선정함에 있어서 시간을 오랫동안 투자하는 게 맞는 일인긴 하지만 만약에 선정을 했다면 빠르게 다음 과정을 진행해도 괜찮다고 생각합니다.”

디자인씽킹 과정이 절차와 단계가 있는 작업이기 때문에 과

정 수행에 대한 질문과 모호함을 호소하는 의견이 있었다. 디자인씽킹 과정을 효과적으로 진행하기 위해서는 보다 세세한 가이드라인과 피실리테이터의 도움이 수반되어야 할 것이다.

학생 3: “기준이 딱히 없던 것이 오히려 어려움이 된 것 같다. 다른 팀처럼 각자 다양한 물건을 생각하지 않고 IoT에 한정되게 생각을 하게 된 점이 아쉽게 느껴졌다……. 다음에는 어느 정도 기준이 있으면 싶다.”

##### 3) 교육과정 개선 사항

전체 교육과정 중 하루 과정 동안 실시되었던 디자인씽킹 과정이 다소 신속하게 진행되었다고 느끼는 것으로 나타났다. 3D 프린팅 교육과정 전반에 걸쳐 디자인씽킹 과정을 반영할 수 있도록 개설할 필요성이 있다.

학생 1: “조금 더 세부적인 내용을 자세하게 친철편 시간을 들여서 배웠으면 좋겠습니다. 그렇게 된다면 디자인씽킹에 학생들이 더 익숙해지고 잘 다룰 수 있게 될 것이라고 생각합니다.”

학생 2: “합숙을 하면서 전문가와 함께 더 많은 시간을 보내고 아이디어 회의와 디자인씽킹 시간을 늘려서 더 오랜 시간 집중해야한다고 생각합니다.”

#### 제 V 장. 결론 및 제언

2019년 Horizon Report에 따르면 고등교육에서의 핵심 트렌드는 블렌디드 러닝 환경의 지속과 함께, 혁신의 문화 확산, 학습 공간의 재설계, 교육기관의 역할 변화, 그리고 모듈화된 학위의 확대를 들고 있다[26]. 고등교육 분야에서도 지식을 전달하는 학습이 아니라 혁신의 방법론을 적용한 교육 방법과 환경을 구축하기 위한 대학의 노력과 역할 변화가 요구된다고 할 수 있다. 본 연구에서는 대학생을 위한 혁신적 방법론으로서의 디자인씽킹을 적용하고 그 효과를 분석하고자 하였다.

본 연구의 목적은 창의적 문제해결력을 향상시키기 위한 방법론으로서 디자인씽킹을 적용하여 3D 프린팅 교육과정을 개발하고 운영한 후 그 효과를 분석하는데 있었다. 3D 프린팅의 교육적 효과를 공감하면서도 적절한 수업 모형의 부재는 효과적 교육 운영의 저해 요인이 되고 있다. 교강사와 학생에게 3D 프린팅을 활용한 적절한 수업 모형을 제공함으로써 사교력 신장 및 교육 효과 제고에 기여할 수 있다[27].

본 연구 목적을 위해 디자인씽킹에 기반을 둔 3D 프린팅 교육과정을 개발하고, 공학교육혁신센터 주관으로 10주간에 걸친 비교과교육과정을 운영하였다. 교육과정 참여에 대한 효과를 검증하기 위하여 자발적으로 참여했던 공과대학생 28명을 대상으로 공대생을 위한 핵심역량 검사를 실시하고 교육과정 운영 전후의 효과를 분석하였다. 아울러 디자인씽킹 과정에 참여했던 경험에 대한 과정 효과성을 분석하고 개방형 심층 질문을 통해 양적 분석 결과에 대해 보완하였다.

연구 결과로 학생들은 전반적으로 교육과정에 대해 만족하

고, 동료와의 협력 과정에 대해서도 긍정적인 응답을 나타냈다. 본 연구에서 주요 효과성으로 설정했던 공대생을 위한 핵심역량 진단 결과에 대해서는 사전 사후 검사 결과 공학전문역량, 문제해결역량, 협력헌신역량, 자기주도 역량의 전 영역에서 통계적으로 유의미하게 향상된 것으로 나타났다. 디자인씽킹을 통해 사용자의 요구에 공감하고, 요구 분석을 통해 정의된 문제를 해결할 최적의 해결책을 협력적으로 찾아가는 과정에서 학생들의 문제해결역량, 협력헌신 역량, 그리고 자기주도적인 역량에 영향을 주는 것으로 나타났으며, 3D 프린팅 기술 학습과 적용, 그리고 다양한 전문가와의 검증과정을 통해 공학전문역량에 영향을 미쳤을 것으로 판단된다.

디자인씽킹 참여에 대한 과정별 효과 분석 결과를 보면 공과대학생들은 디자인씽킹을 통한 사용자에 대한 공감과 자신들이 계획한 아이디어를 시제품으로 만들어 내는 일련의 경험에 대해 만족스러워 했던 것으로 나타났다. 또한 교육과정 특성상 교과교육과정에서는 경험하기 어려운 협력 과정에 참여하면서 실제 프로젝트의 수행에 대한 긍정적 경험을 하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 선행 연구 결과와도 일치하는 것이었다. 신윤희 외(2019)이 연구에서는 디자인씽킹을 적용한 코딩 교육에서 반복 연습과 팀원들간의 협력 활동을 통해 결과물과 협력 과정 자체에 대한 만족이 높아졌다는 것을 확인하였다[28].

최현아와 박재완(2014)의 연구에서는 대학생들의 디자인교육에서 창의적 문제해결력을 증진시키기 위한 방법의 일환으로 디자인씽킹 방법을 적용하였는데, 학생들은 아이디어를 도출하는 과정에서는 과제를 잘 수행하였으나 아이디어를 통해 통찰을 이끌어내는데 어려움을 겪는다는 점을 보고하였다[29]. 이러한 결과에 대한 원인을 심층 면담 과정을 통해 살펴보면, 아이디어를 도출하는데 대한 시간 부족과 디자인씽킹 과정 자체에 대해 익숙하지 않기 때문이라는 것을 알 수 있었다. 디자인씽킹을 기반으로 한 교육과정 운영시 충분한 시간과 탐색이 수반되어야 할 것이며, 디자인씽킹 과정에 대한 정확한 안내와 가이드라인이 제공되어야 할 것이다.

본 연구의 제한점은 학습 효과 분석이 핵심역량 증진 여부에 국한되었다는 점이다. 향후 디자인씽킹 적용 효과를 분석하는 연구에서는 보다 다양한 분석 요인을 포함하여 효과를 다각적으로 판단할 수 있어야 할 것이다.

본 연구는 3D 프린팅 활용 교육에 집중되었던 교육과정에서 벗어나, 3D 프린팅이 실제 문제 해결과 가치 창출에 기여할 수 있도록 문제해결 중심의 교육과정 모형을 제시하고 그 효과를 검증하였다는데 의의가 있다.

## 참고문헌

[1] K. Schwab, The fourth industrial revolution. Currency, 2017.  
 [2] S. Baek, University's innovation plan for the 4th industrial revolution. Ministry of Education, 2016.  
 [3] H. So, J. Lee, and B. Kye, "An exploratory study about the

activity framework for 3D printing in education and implementation." *Journal of The Korean Association of information Education* 21.4 (2017): 451-462.  
 [4] A. Brown, "3D printing in instructional settings: Identifying a curricular hierarchy of activities." *TechTrends* 59.5 (2015): 16-24.  
 [5] H. Oh and S. Yoo, *Design the future of education*. Seoul: Hakjisa (2015).  
 [6] T. M. Amabile, "The social psychology of creativity: A componential conceptualization." *Journal of personality and social psychology* 45.2 (1983): 357-376.  
 [7] T. Brown, "Design thinking." *Harvard business review* 86.6 (2008): 84.  
 [8] T. Brown and K. Barry, "Change by design." *Journal of product innovation management* 28.3 (2011): 381-383.  
 [9] H. S. Kang and B. G. Park, "A meta-analysis on the effects of creativity programs." *The Korean Journal of Educational Psychology* 28.4 (2014): 735-759.  
 [10] G. Yang, "Implementation and operation of university extracurricular education management and accreditation system: U-CAAM." *The Journal of Information Systems* 24.3 (2015): 115-131.  
 [11] B. Lee, E. Kim, G. Yu, W. Lee and S. Chang, "Studies on extra-curricula activities in universities for globalization in Korea." *Korean Journal of General Education* 6.4 (2012): 463-492.  
 [12] Department for Education(2013). 3D printers in schools: uses in the curriculum. [Internet]. Available <http://www.gov.uk/government/publications>  
 [13] Ministry of Science and ICT, Implementation Plan for 3D Printing Industry Promotion in 2019. [Internet]. Available <https://www.msit.go.kr/web/msipContents/contentsView.do?cateId=mssw11211&artId=1657797>  
 [14] H. Choi and M. Yu, "A study on educational utilization of 3D printing: creative design model-based class." *Journal of The Korean Association of information Education* 19.2(2015): 167-174.  
 [15] K. Sung and S. Kim, "A Study on the curriculum by the process of actual use of 3D printer -focus on the college of design." *Journal of Digital Convergence* 14.6 (2016): 381-393.  
 [16] J. Um and Y. Kwon(2016). "Development of the biomimicry-focused convergence reaching program using 3D modeling and printing in life science." *Biology Education* 44.4 (2016): 658-673.  
 [17] d.school. The Bootcamp Bootleg. [Internet]. Available <http://dschool.stanford.edu/wp-content/uploads/2013/10/METHODCARDS-v3-slim.pdf> (accessed on October 24,



- 2019), Stanford University.
- [18] R. Martin, *The design of business: Why design thinking is the next competitive advantage*. Harvard Business Press, 2009.
- [19] A. Davis, Design thinking and the experiential learning cycle[Internet]. Available <https://msanniedavis.wordpress.com/2018/02/20/design-thinking-and-the-experiential-learning-process>
- [20] P. N. Miller, "Is "design thinking" the new liberal arts?" *The Evolution of Liberal Arts in the Global Age*. Routledge(2017): 167-173.
- [21] E. Suh, E. Chon and H. Jung, "Development of course to increase undergraduate students' creative competency based on design thinking." *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction* 16 (2016): 693-718.
- [22] J. H. Jeon, "Study of a case of the operation of a capstone design camp applying design thinking." Korean Society of Mechanical Engineers Autumn Conference, 2017.
- [23] A. Bruton, "The Venture design studio: a design thinking approach to teaching and learning for the conception, communication and innovation of new venture concepts." Annual World Conference of the International Council for Small Business (ICSB), Cincinnati, OH. 2010.
- [24] d.school, Design Thinking basic rubric[Internet]. Available <https://dschool-old.stanford.edu/groups/k12/wiki/e04cb/attachments/8bfb7/dt%20basic%20rubric%201%20point%200.pdf>
- [25] H. G. Andrade, "Using rubrics to promote thinking and learning." *Educational leadership* 57.5 (2000): 13-19.
- [26] B. Alexander, K. Ashford-Rowe, N. Barajas-Murph, G. Dobbin, J. Knott, M. McCormack, and N. Weber, *EDUCAUSE Horizon Report 2019 Higher Education Edition*. EDU19, 2019.
- [27] J. Park, "The Research on an improvement of computational thinking through 3D modeling lesson based on storytelling." *Journal of Digital Contents Society* 19.11(2018): 2111-2117.
- [28] Y. Shin, H. Jung, and J. Song, "Analysis of learning experience in design thinking-based coding education for sw non-major college students." *Journal of Digital Contents Society* 20.4(2019): 759-768.
- [29] H. Choi and J. Park, "Proposing the design process for creative thinking in the education of design." *Korea Digital Design Society Conference*. 2014.



**전은화(Eunhwa Chon)**

1997년 : 한양대학교 대학원 (교육학 석사)  
2009년 : 한양대학교 대학원 (교육학 박사-산업교육 및 체제설계)

1998년~2001년: 한국교육과정 평가원  
2009년~2010년: 숙명여자대학교 행정교수  
2012년~현 재: 단국대학교 교양학부 교수  
※ 관심분야 : 진로교육, 교수설계, E-learning, MOOC(Massive Open Online Course)



**황윤자(Yunja Hwang)**

2003년 : 한양대학교 컴퓨터교육(교육학석사)  
2013년 : 한양대학교 교육공학과(교육학박사-멀티미디어교육)

2012년-2013년: 한양대학교 글로벌교육협력연구소 책임연구원  
2014년~현 재: 단국대학교 공학교육혁신센터 연구교수

※ 관심분야 : HCI, UDL, 공학교육, 융합교육 등