

지속가능발전목표를 이행하는 사회기반시설 사업기회에 대한 탐색적 연구 - 3D 프린팅 프로젝트 사례 조사를 기반으로 -

이윤선^{1*} · 이태식²

¹한양대학교 공학기술연구소 연구교수 · ²한양대학교 건설환경공학과 특훈교수

Exploring Business Opportunities for Building Social Overhad Infrastructure by Achieving Sustainable Development Goals

Lee, Yoonsun^{1*}, Lee, Taisik²

¹Research Professor, Research Institute of Engineering Technology, Hanyang University

²Professor, Department of Architectural Engineering, Korea University

Abstract : Sustainable development goals (SDGs) are designed to promote human and social development and address challenges related to sustainable economic development, in addition to creating quality employment. SDGs create new market and business opportunities that enable companies to effect business changes through innovative solutions. To tackle structural problems and create infrastructure for future societies, a national-level digital transformation strategy is being developed in Korea. The Korean government announced an investment plan for living social overhead capital (SOC) to address various social and structural problems caused by low economic growth. This study emphasizes the importance of building SOCs in accordance with the requirements of future societies. This study primarily aims to suggest business opportunities created by achieving SDGs, by analyzing business cases involving 3D printing-based construction. Implementing living SOCs through ingenious thinking will not only create new businesses and jobs through digital transformation, but also improve the economic and social value by encouraging community members to be proud of their future society.

Keywords : 3D Construction Printing, Sustainable Development Goals, Social Overhad Infrastructure, Case Study, Imagination

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

지속가능발전목표(Sustainable Development Goals; SDGs)는 유엔이 지속 가능한 인류 사회 발전을 위해 제시한 목표로, 사회개발뿐만 아니라 경제개발 또한 주요 축으로 설정, 지속 가능한 경제발전, 고용과 양질의 일자리 창출을 강조하여 대규모 사회간접자본(SOC) 및 인프라와 개발도상국 내 고용 창출을 위한 기업과 기업가 양성의 중요성이 부각되고 있다(WBCSD, 2017). SDGs는 세계적으로 공공과 민간 투자가 지속가능한 발전을 위해 요구되는 도전과제들을 추

구하며 혁신적인 솔루션과 함께 변화하는 새로운 시장과 더불어 세계적인 사업 기회를 제공한다(SDG Compass, 2015; Kim, 2017). 세계적인 저성장 속에서 국내 기업들이 세계은행의 공적개발원조(ODA) 사업을 통해 해외시장 진출 기반을 확보하기 위해서는 글로벌 기업들과 입찰경쟁에서 우위를 점하며 수원국의 제도적 조건을 충족하기 위해 적합한 사업 파트너와의 협력관계 구축이 필수적으로 요구된다(Yu et al., 2019). SDGs 이행은 원활한 제도 운용뿐만 아니라 개방적인 방식의 무역 및 금융 시스템 적용을 통해 사업비용과 리스크를 저감시킬 수 있다.

최근 전 세계적으로 주거문제, 기후위기, 빈부격차, 저성장, 고용불안, 고령화 등 다양한 사회 구조적 문제 해결을 위해 미국, 일본, 유럽연합 등 선진국들은 확장적 재정정책을 추진하고 있으며, 그 핵심에 인프라 투자 확대를 포함하고 있다. 우리 정부도 생활밀착형 사회기반시설(생활 SOC)에 대한 투자계획을 발표¹⁾했지만, SDGs 이행을 통해 가져올 수

* **Corresponding author:** Lee, Yoonsun, Research Institute of Engineering Technology, Hanyang University, Ansan 15588, Korea
E-mail: yoonsunlee@hanyang.ac.kr
Received February 1, 2020; **revised** May 29, 2020
accepted June 6, 2020

있는 새로운 비즈니스 기회에 대한 인식은 아직 건설 산업 전반에 부족하다.

본 연구의 목적은 미래사회를 위한 SDGs 이행 요구를 반영한 사회기반시설 구축의 필요성을 제기하며, SDGs를 이행을 통해 창출될 사회기반시설에 대한 비즈니스 기회를 도출하는 것이다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 3D 프린팅 기술 사례 조사를 기반으로 디지털 기반 SOC 비즈니스 기회 도출을 위한 탐색적 연구를 수행하였다.

3D 프린팅 기술은 다른 분야로 전환을 초래하는 파괴적(disruptive) 기술로, '시간/공간적 제약', '기술 제약', '시장 제약', '생산 제약' 등이 존재하는 현 건축 산업을 극복하고(Shin et al., 2017), 디자인부터 설계, 시공, 유통 등의 전반적인 건축 시장의 패러다임을 변화시킬 것(Kim et al., 2017)으로 주목받고 있다. UAE, 사우디아라비아 등은 국가적인 SDGs 이행 전략²⁾에 따라 3D 프린팅 기술을 통해 주거 문제를 해결하며 기존 일자리를 없애고 새로운 산업을 만드는 디지털 전환(digital transformation)을 추구하며 미래사회를 위한 사회기반시설 건설을 추진하고 있다.³⁾ 따라서 본 연구에서는 건설 산업 디지털 전환을 위한 미래 혁신 기술로 3D 프린팅 기술을 선정하였다.

연구의 수행 절차는 먼저 문헌 연구를 통하여 SDGs 이행의 경제적·사회적 타당성을 증명하였고, 지속 가능 문제를 해결하는 건설 3D 프린팅 기술 동향을 분석하였다. 건설 3D 프린팅 프로젝트 사례를 수집하고, 수요와 공급 측면에서 SDGs 이행요인을 분석하였다. 마지막으로 향후 SDGs 이행을 통해 가져올 사회기반시설의 비즈니스 기회 창출 방안을 제안하였다.

- 1) 보육시설·의료시설·복지시설·교통시설·문화시설·체육시설·공원 등 일상 생활에 필요한 인프라를 의미한다. 정부는 2019년 4월, 2020-22년까지 총 30조원 (지방비의 투자 규모를 합하면 총 48조원) 투자에 대한 계획(안)을 발표했다.
- 2) National Committee on Sustainable Development Goals (2017). United Arab Emirates and the 2030 agenda for sustainable development.
- 3) 건설 3D 프린팅 기술 관점에서 SDGs 이행 사례를 분석한 선행 연구 결과, 초저가/친환경/기능성을 겸비한 주택, 첨단 도시를 향한 스마트 도시건설, 재난복구, 우주와 같은 극한 환경 등 각 프로젝트의 특성에 맞는 고객, 공급자, 기술의 적절한 조합을 위한 비전 및 전략이 수립되고 있다. 또한, 운송 비용을 절감하고 현지/재활용 자원을 활용한 공급망 지역화를 현실화시키고 있다. 마지막으로 인공지능(AI), 증강현실(AR), 블록체인, 사물인터넷(IoT), 로봇 등 기하급수적 성장기술과 함께 디지털 건설 가치사슬 혁신을 통해 궁극적으로 새로운 양질의 일자리와 사업 기회를 창출하는데 기여할 수 있다고 제안되었다(Lee et al., 2019).

2. 문헌연구

2.1 SDGs 이행을 위한 경제적 타당성 연구

2.1.1 SDGs 정의

유엔 SDGs는 2030년까지 국제사회가 새롭게 추진해야 할 지속 가능한 발전 의제를 형성하며, 더 나은 더 지속 가능한 세상을 달성하기 위한 청사진이다. 선도 기업이 사람과 지구에 미치는 부정적인 영향을 최소화하고 긍정적인 영향을 극대화함으로써 비즈니스가 어떻게 지속가능한 발전의 진전에 기여할 수 있는지를 설명한다(United Nations, 2015). SDGs 틀은 지속가능발전의 5Ps라고 불리는 인간, 지구, 번영, 평화, 파트너십(People, Planet, Prosperity, Peace, Partnership)의 주제로 구성되어 경제·사회·환경의 통합적인 해법과 균형을 추구하기 위해 17개 목표(Fig. 1)와 169개 세부 목표, 244개 지표(중복제외 232개)로 이루어져 있다. 빈곤 종식(SDG 1), 기아(SDG 2), 건강과 복지(SDG 3), 질 좋은 교육(SDG 4), 성평등(SDG 5), 깨끗한 물과 위생(SDG 6), 재활용 가능하고 깨끗한 에너지(SDG 7), 양질의 일자리와 경제성장(SDG 8), 산업, 혁신과 인프라(SDG 9), 불평등 해소(SDG 10), 지속가능한 도시와 커뮤니티(SDG 11), 책임감 있는 소비와 생산(SDG 12), 기후변화 행동(SDG 13), 수자원보호(SDG 14), 생태계보호(SDG 15), 평화, 정의, 강력한 제도(SDG 16), 목표를 위한 파트너십(SDG 17)을 포함한다(United Nations, 2015). 1~16번 목표는 SDGs 주제를 다루며, 17번 목표는 자원, 기술, 역량형성, 무역 등 16개 목표 이행을 위한 수단 및 시스템과 관련되어 있으며, 목표들은 서로 직간접적으로 연결되어 있다⁴⁾.



Fig. 1. Sustainable development goals (SDGs)

2.1.2 경제적 이익(비즈니스, 일자리 창출)

기업에게 SDGs가 중요한 이유는 미래의 사업 기회를 발견하고 기업의 지속가능성 가치를 증진하며, 이해관계자와의 관계 강화 및 정책 발전과 속도 유지, 사회와 시장의

4) 건설, 부동산 활동과 관련된 SDG 11의 경우 다른 SDGs와 직접적으로 17%, 간접적으로 27% 연관 있는 것으로 나타났다(Goubran, 2019).

Table 1. Largest 60 biggest market opportunities related to delivering the Global Goals (BSDC, 2017)

	Food and Agriculture	Cities	Energy and Materials	Health and Well-Being
1	Reducing food waste in value chain	Affordable housing	Circular models - automotive	Risk pooling
2	Forest ecosystem services	Energy efficiency - buildings	Expansion of renewables	Remote patient monitoring
3	Low-income food markets	Electric and hybrid vehicles	Circular models - appliances	Telehealth
4	Reducing consumer food waste	Public transport in urban areas	Circular models - electronics	Advanced genomics
5	Product reformulation	Car sharing	Energy efficiency - non- energy intensive industries	Activity services
6	Technology in large-scale farms	Road safety equipment	Energy storage systems	Detection of counterfeit drugs
7	Dietary switch	Autonomous vehicles	Resource recovery	Tobacco control
8	Sustainable aquaculture	ICE vehicle fuel efficiency	End-use steel efficiency	Weight management programs
9	Technology in smallholder farms	Building resilient cities	Energy efficiency - energy intensive industries	Better disease management
10	Micro-irrigation	Municipal water leakage	Carbon capture and storage	Electronic medical records
11	Restoring degraded land	Cultural tourism	Energy access	Better maternal and child health
12	Reducing packaging waste	Smart metering	Green chemicals	Healthcare training
13	Cattle intensification	Water and sanitation infrastructure	Additive manufacturing	Low-cost surgery
14	Urban agriculture	Office sharing	Local content in extractives	
15		Timber buildings	Shared infrastructure	
16		Durable and modular buildings	Mine rehabilitation	
17			Grid interconnection	

안정화, 공통의 언어와 목적을 사용할 수 있기 때문이다 (Pedersen, 2018). 세계지속가능발전기업협의회(WBCSD)에 따르면 SDGs 달성을 위한 솔루션을 개발하고 제공함으로써 기업은 새로운 성장 기회를 발견하고 위험 요소를 낮출 수 있다(WBCSD, 2017). 기업의 우선순위와 SDGs를 통합하는 기업은 소비자, 직원, 다른 이해관계자의 참여를 강화할 수 있지만, 그렇지 않은 기업은 늘어나는 법적, 평판적 위험에 노출된다(SDG Compass, 2015). 이에 따라 기업의 사회적 책임(Corporate Social Responsibility, CSR)과 공유가치창출(Creating Shared Value, CSV)에 대한 이해관계자의 기대를 사업에 반영하여 기후변화, 교육지원, 빈곤퇴치와 같은 사회문제 해결에 기여하는 기업들이 소비자의 선택을 받고 사회적으로도 존경받는 사례가 증가하고 있다⁵⁾.

주요 기업의 CEO와 비정부기구들로 구성된 비영리 비즈니스 그룹인 기업 및 지속가능 발전 위원회(Business & Sustainable Development Commission; BSDC)는 SDGs 투자에 대한 경제적 타당성을 분석하며 60개의 가장 빠르게 성장하는 지속 가능한 시장 기회를 도출하였다(Table 1). 이 기회들에 대한 잠재적 경제적 보상은 매년 최소 12조 달러의 시장 기회와 2030년까지 최대 3억 8천만 개의 신규 일자리 창출이 가능한데, 이 중 상위 15개가 전체 총액의 절반 이상을 차지하고 있다. 총 기회 가치의 1/4 이상의 비중을 갖는 두 가지는 모빌리티 시스템(대중교통, 자동차 및 전기

및 하이브리드 차량의 순환 경제 포함)과 새로운 건강관리 솔루션의 활용이다. 또한 SDGs 이행을 통해 창출되는 새로운 일자리 중 90%가 개발도상국이고, 서민이 부담할 수 있는 주택(affordable house; 적정가격 주택) 시장에서만 전체의 1/5, 약 7천만 개의 일자리가 창출될 수 있다고 분석되었다(BSDC, 2017).

2.1.3 건설 산업에서 SDGs 와 CSR/CSV 활동의 중요성

건설 산업은 지속 가능한 인프라 건설을 통해 2030년까지 지속 가능한 개발을 달성하기 위한 전 세계적인 노력의 핵심 파트너로 부각되고 있으며(Opoku, 2016), 그 역할을 다하기 위해서는 SDGs를 달성할 수 있도록 노력해야 한다(Goubran, 2019). 건설 기업에게 있어서 CSR 활동은 조직의 신뢰에 정의 영향을 미치고, 조직의 신뢰는 직무만족에 정의 영향을 준다고 나타났다(Choi & Kim, 2019). 그러나 정부로부터의 규제 및 인센티브, 지속 가능한 건설에 대한 소비자 수요, 공공 및 민간 조달 규칙 등으로 인해 CSR 활동에 대한 요구 증가에도 불구하고 비용 압박이 높고, 지속 가능한 건설에 대한 전문성이 부족하고, 단순한 유행어로 사용되고 있다고 조사되었다(Martinuzzi et al., 2010). 최근에는 CSR을 일종의 사업 전략으로 추구해 사업 전환, 투자 유치 등 목적에 따라 추진하고 있다(Huang et al., 2017).

글로벌 기업들은 단순한 자선적 활동⁶⁾을 벗어나 경제적 이익과 사회적 가치를 동시에 추구하는 방안을 강구해오

5) 최근 삼성, SK를 비롯한 국내 대기업들은 사회적으로 공헌하는 기업이 되겠다는 메시지를 전하며 사회적 가치 추구는 미래를 위한 생존전략으로 부상하고 있다.

6) 주거환경개선, 봉사활동 등 적극적으로 CSR 활동을 수행해오고 있으나, 직접적인 사업과 연관된 부가가치 창출 활동으로 연계되지 않고 있다.

며, CSV를 통해 기업/제품이 가져올 더 나은 사회상을 어필하며 경쟁우위 확보에 집중하고 있다. 현대건설은 국내건설사 최초로 2014년 단순한 봉사활동을 넘어 일자리 창출 등 CSV 모델에 입각한 지속 가능 경영 활동을 수행해왔다⁷⁾. 일본의 마에다 건설은 부정적인 사회적 가치 개선 방안으로 회사 내 판타지영업부를 만들고, “마징가 Z 지하기지 건설”이라는 상상을 현실화한 이매지네이션(Imagination) 프로젝트 추진을 통해 총 1억엔 이상의 홍보 효과와 회사 이미지 제고 효과를 얻었다고 보고되었다⁸⁾.

그러나 아직까지 건설 산업에서 사회적 가치를 기업의 직접적인 비즈니스와 연계하여 사업 자체가 사회적 임팩트를 창출할 수 있는 새로운 시장 기회에 대한 인식과 연구는 부족한 실정이다.

2.2 지속가능문제를 해결하는 3D 프린팅 기술 동향

3D 프린팅 기술은 원료 소재에서 불필요한 부분을 제거하면서 제품화하는 가공기반 기술(subtractive manufacturing)이나 사출성형, 다이캐스팅, 소성가공과 같이 원료 소재에 유동성을 부여한 후 도구를 이용하여 원하는 형상의 제품으로 만들어가는 기술(formative manufacturing)과 다르게 3D 모델 정보를 이용하여 층별로 소재를 접합하여 물건을 만드는 과정이다(ISO/ASTM, 2015).

3D 프린팅 방식은 기존 방식의 건설과 비교해 공사 기간과 공사비를 획기적으로 절감할 수 있다고 증명되어왔다⁹⁾. 기존 공법과 비교하여 복잡한 구조물 형상을 구현할 수 있고, 무엇보다 사람의 노동력 대신 3D 프린터를 중심으로 작업하기 때문에 건설 현장의 작업환경과 노동력 개선을 이끌어 여성의 건설 현장 참여 확대를 통한 양성평등 기회 확대, 안전사고 절감에 기여할 수 있다(Khoshnevis et al., 2004; Labonnote et al., 2016; Camacho et al., 2018).

재료 사용 측면에서도 3D 프린터의 정확성은 재료와 에너지를 절감시킬 수 있다. 여기에 설계 위상 최적화(Topology optimization)를 통해 구조적으로 필요한 부분에만 재료를

추가시켜 경량화시킬 수 있다. 프린팅 경로 최적화 과정까지 거치면 최대 재료 사용량을 50%까지 절감시킬 수 있다(Marijnissen & Van Der Zee, 2017). 건설 3D 프린팅 재료는 이산화탄소(CO₂) 배출을 줄일 수 있는 다양한 친환경 재료를 사용하고 있는 추세이지만, 시멘트를 사용하더라도 재료량 감소는 궁극적으로 CO₂ 배출량을 절감해 기후변화 문제에 적극적으로 대응할 수 있다.

적층 제조를 위한 디자인(Design for Additive Manufacturing; DFAM)은 빌딩정보모델링(Building Information Modeling; BIM)과의 통합을 통해 완전한 완전히 디지털 설계 과정을 구현할 수 있다(Tay et al., 2017). 건설업계의 또 다른 패러다임 전환인 생성적 설계(Generative Design; GD)는 인공지능 기반의 설계 기술과 연관되어 “설계 위상 최적화”, “경량화” 등 기능 요건, 재료 종류, 제조 방법, 성능 기준 및 비용 제한과 같은 특정 설계 목표에 기초하여 수백, 수천 가지의 설계 옵션을 자동으로 생성할 수 있다. 기존 설계 방식과 달리 초기 디자인 설계가 필요하지 않으며, 설계를 통한 자원 최적화 및 폐기물 감소를 구현할 수 있다(Bilal et al., 2016).

그러나 아직 건설 산업에서 3D 프린팅 기술은 초기 발전 단계이다¹⁰⁾. 비용·효율적이고 신뢰할 수 있는 대안으로 완전히 실현하기 위해서 대규모 구조물을 출력하고 다양한 환경 조건에서 자율적으로 운영할 수 있는 연구 기술들이 지속적으로 개발되고 있다(Bos et al., 2016; Buswell et al., 2018; Camacho et al., 2018; Labonnote et al., 2016; Paul et al., 2018; Yin et al., 2018).

3. 사례 연구

3.1 사례 조사 방법

건설 3D 프린팅 사례를 수집하기 위해 국가 과학기술정보 센터 NDSL(National Digital Science Library), 웹 오브 사이언스(Web of Science), 구글 학술(Google Scholar) 검색을 통해 ‘2.2 3D 프린팅 기술 동향’에서 언급된 주요 논문들을 수집했고, 논문들에 언급된 3D 프린팅 사례를 기반으로 주요 참여기업 홈페이지, 사례를 소개하는 뉴스 기사 검색을 통해 세부 사례 정보를 얻었다. <Table 2>에는 수집된 사례에 대한 자료 출처를 표시하였다. 사례들을 생활 SOC 개념과 3D 프린팅 인프라 구축 유형별로 분류한 후, 수요와 공급 측면에서 SDGs 이행요인을 분석하였다.

7) 베트남 현대·코이카 드림센터 설립, 기술교류형 해외봉사단 ‘H CONTECH’. <http://www.hdec.kr/KR/Sustainability/Global.aspx#XjAIA2gzZEEZ>.

8) 모든 공정, 설계 과정과 부서 회의 내용을 회사 홈페이지에 올리며 고객들과 소통한 결과 사이트가 다운될 정도로 접속이 많았고, 프로젝트 이후 취업 희망자가 끊이지 않았으며, 프로젝트 종료 후에도 그 인기는 지속되어 2020년 영화로도 제작되었다. <https://www.maeda.co.jp/fantasy/index.html>.

9) 2014년 3D 프린터로 1층짜리 콘크리트 주택을 10채 짓는 데 성공한 윈선(Winsun)은 건설 재료를 30~60% 가량 절감시킬 수 있고, 시공기간도 평균 50~70%까지 단축 가능한 수준이라고 밝혔다(Paul et al., 2018). 폐기물에서 나온 재료를 이용할 경우 재료비를 전통적 공사에 비해 현저히 낮출 수 있다(Bos et al., 2016).

10) COBOD에서 발표한 백서에 따르면 3D 프린팅 주택은 벽만 3D 프린터로 출력하고 나머지 부분들은 전통적인 방식으로 건설되고 있다(COBOD, 2019).

Table 2. 3D Printing business cases

No	Case sources	No	Case sources
[1]	http://www.officeofthefuture.ae/#	[21]	https://www.m-e-a-n.design/projects/deciduous-3d-printed-pavilion
	https://www.dubaifuture.gov.ae/	[22]	https://ai-build.com/projects.html
[2]	http://www.winsun3d.com/En/Product/pro_inner_5/id/107	[23]	https://thenewraw.org/Print-Your-City-Amsterdam
[3]	https://www.apis-cor.com/dubai-project	[24]	https://printyourcity/
[4]	https://www.housing.gov.sa/en	[25]	http://www.xtreee.eu/project-woven-concrete-benches/
[5]	https://cybe.eu/case/3d-studio-2030/	[26]	https://d-shape.com/portfolio-item/coral-reefs/
[6]	http://batiprint3d.fr/en/ ,	[27]	https://www.egis-group.com/perspectives/environment/large-scale-3d-printed-artificial-reefs-restore-coral-ecosystems
	https://www.bouygues-construction.com/en/innovation/all-innovations/3d-printing		
[7]	https://www.3dprintedhouse.nl/en/	[28]	https://www.emergingobjects.com/project/coral-reef-seeding-units/
[8]	https://www.tue.nl/en/research/research-groups/structural-engineering-and-design/concrete-research-areas/3d-concrete-printing/	[29]	https://www.volvocars.com/au/why-volvo/discover/living-seawall
		[30]	http://news.nus.edu.sg/press-releases/construction-3D-printing
[9]	https://www.iconbuild.com/	[31]	https://sc3dp.ntu.edu.sg/NewsnEvents/Pages/News-Detail.aspx?news=214d2854-6826-43f4-9bd5-4532bd6cb113
[10]	https://newstorycharity.org		
[11]	https://www.webcooltips.com/affordable-3d-printed-houses-for-americans-built-by-apis-cor/	[32]	https://kayserworks.com/
		[33]	https://www.som.com/projects/amie
[12]	https://www.3dwasp.com/en/3d-printed-house-tecla/	[34]	https://dom.ai/
[13]	http://wwwhd-bsnc.com/md/md.do https://tvkakao.com/channel/2657595/diplink/400586045	[35]	http://sparkarchitects.com/portfolio_page/spark-gives-a-3ht/
		[36]	https://www.media.mit.edu/projects/fiberbots/overview/
[14]	https://aac.net/project/3d-printed-bridge/	[37]	https://www.aispacefactory.com/maisha
[15]	https://www.barn.co.uk/media-centre/news-details/a-world-first-the-first-fully-3d-printed-structurally-pre-stressed-concrete-cycle-bridge-in-the-world	[38]	http://www.3dvincinations.com/construction-3d-printing-dubai
		[39]	https://cobod.com/
[16]	https://www.arup.com/projects/mx3d-bridge https://mx3d.com/projects/mx3d-bridge/	[40]	https://www.acciona.com/pressroom/news/2019/october/acciona-launches-global-3d-printing-center-dubai/
		[41]	http://projectegg.org/project-egg
[17]	http://www.arch.tsinghua.edu.cn/qhqt/homePage/homePage.html	[42]	http://sunconomy.com/want-a-3d-printed-affordable-home/ https://www.indiegogo.com/projects/apis-cor/#/
[18]	https://houseofdus.com/work/#project-europe-building-bio-plastics		
[19]	https://www.act-lab.net/trabeculae-pavilion.html	[43]	https://dfabhouse.ch/
[20]	https://www.branch.technology/projects-1/2018/11/8/one-city-pavilion		

3.2 3D 프린팅 사례 분류

본 연구에서는 <Table 2>에 제시된 43개의 건설 3D 프린팅 사례를 생활 SOC 개념과 3D 프린팅 인프라로 분류한 결과는 <Fig. 3>과 같다. (a) 재해로부터 안전하고 회복력을 지닌 주거 시설, (b) 도로, 다리 등 교통 시설, (c) 박물관, 전시회 등 문화시설, (d) 벤치, 공원, 해변 지역 보호 등 공공 공간 조성, (e) 물 관련 환경 인프라 개선, (f) 지속 가능한 에너지의 생산과 공급 또는 오프그리드(off-grid)¹¹⁾, (g) 달/화성 거주 등 극한 환경에서 적용가능한 건축 부재나 구조물을 출력하는 것 외에도 (h) 3D 프린팅 교육 및 실습을 위한 인프라 제공 서비스, (i) 다학제간 협업, 외부 지식 및 자금 조달을 위한 네트워크 기반 기술 서비스, (j) 신뢰할 수 있는 대량 맞춤형 생산을 위한 3D 프린팅 인증과 표준 개발 서비스.

3.3 SDGs 이행요인

3.3.1 수요 측면(고객, 자원, 최종사용자)

시장조사업체 마켓앤마켓¹²⁾에 따르면 글로벌 3D 프린팅

건설 시장은 2019년 3백만 달러(약 35억원) 수준에서 2024년엔 15억 7천 5백만 달러(약 1조 8400억원)로 급성장할 것으로 예측되고 있다.

아시아 태평양 지역의 건물과 인프라 수요 증가가 이러한 성장의 원인으로, 정부가 적극적인 투자 전략을 수립한 UAE, 사우디아라비아에서의 성장이 주도적이다. 두 국가는 2050년 세계 인구의 70%가 도시에 거주할 것에 대비하여 기하급수적으로 요구되는 주택을 적정 가격에 공급하기 위한 국가 주도의 정책을 수립하였다(<Table 2> [1,4]). 급격한 인구 증가(2016년 240만 명→2030년 520만 명)에 따른 혁신과 인프라 및 산업 개발 목표(SDG 9)를 달성을 위해 2030년까지 두바이 건물 25%를 3D 프린팅 기술 기반으로 건설하고 전 세계 허브로 거점을 확보하기 위한 인프라 구축 계획을 발표했다. 이 기술을 통해 경제와 노동시장을 재구성하고 생산성을 재정의하여, 노동력 70%, 비용 90%, 소요 시간 80%를 단축하는 목표 달성을 위해 세계 각국의 선도 기업들과 협력하고 있다(<Table 2> [2-3,5-7,22,38-39]).

싱가포르 정부도 인구 고령화와 해외 노동력에 의존하는 비율을 개선하고자 3D프린팅 기술개발에 적극적으로 투자하며 3D프린팅 연구 센터를 개설하고, 인도 등 저 개발국가들의 화장실 부족으로 인해 발생하는 위생문제와 공중 보건

11) 외부에서 전기나 가스 등의 에너지를 제공받지 않고 직접 에너지를 생산해 사용하는 생활 방식을 말한다.

12) <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/3d-printing-construction-market-84104178.html>

을 향상하기 위해 모듈형 화장실 3D 프린팅 기술을 개발하고 있다(〈Table 2〉[30-31]).

프랑스와 네덜란드에서는 도시 주거난을 해소하고자 시민단체의 적극적 후원 아래 연구기관, 기업들이 협력하여 일반건축방식보다 훨씬 저렴하고, 에너지 효율적인 3D 프린팅 임대주택을 건설하고 있다(〈Table 2〉[6-8]).

미국에서도 노숙자들의 거주 문제 해결을 위한 가장 경제적인 대안으로 선택되어 정부가 공공임대주택 공급 활성화를 위해 도입된 주택신탁기금(Housing Trust fund; HTF), 클라우드펀딩 등 다양한 재원조달 방안이 제안되고 있다(〈Table 2〉[3,11,42]).

비영리 사회적 기업인 New Story(〈Table 2〉[10])는 약 4000 달러의 건축비로 적정가격 주택 건설가능성을 입증한 ICON(〈Table 2〉[9])과 함께 멕시코·엘살바도르 등 남미 빈곤 지역에 세계 최초의 3D 프린팅 주택단지를 건설 중이다¹³⁾.

사막(〈Table 2〉[19])과 영하의 극한 온도(〈Table 2〉[3])에 서도 안전한 피난처를 만들거나, 원격으로 구조물을 출력하는 기술(〈Table 2〉[32,36])들의 수요도 증가하고 있다. 미항공우주국(NASA)은 달과 화성에서 구할 수 있는 건축 재료를 활용해(In-Situ Resource Utilization; ISRU) 3D 프린터로 출력할 기술 개발을 위해 디자인, 재료, 건설단계로 공모전을 진행했다¹⁴⁾. 재료와 건설 단계별 우승자인 Brach Technology(〈Table 2〉[20]), AI SpaceFactory(〈Table 2〉[37]) 등이 개발한 혁신기술은 지구 환경을 개선하는 기술로도 제안되고 있다.

유엔은 개방된 배변과 인도의 위생에 관련된 문제를 해결하기 위해 11월 19일을 세계 화장실의 날(World Toilet Day)로 공식 지정했고, 물, 전기, 정화 장치 없이 작동하는 혁신적 배설물 처리기술이 적용하며 쉽게 운반 가능한 3D 프린팅 화장실 모듈이 제안되어왔다(〈Table 2〉[35]).

박물관, 전시회 등에서는 이미지네이션을 통해 미적·구조적으로 감히 상상하지 못했던 새로운 구조물이 창출되어 전시되고 있다(〈Table 2〉[12,19-22]).

3.3.2 공급요인 (기업, 비즈니스 모델, 공급사슬)

건축물 규모의 3D 프린팅 기술은 서던 캘리포니아 대학교(USC)의 Khoshnevis 교수가 제안한 Contour crafting (CC)이라는 획기적 기술 개발(Khoshnevis, 2004)로부터 시작되었다. 이 기술은 전 세계 노숙자들과 저개발 국가의 열악한 주거 문제를 해결하기 위해 적정 가격에 빠른 속도로 출력 가능하며, 재난복구, 달/화성 같은 극한 환경에서도 컴퓨터

로 제어하는 거대한 3D 프린터로 콘크리트와 같은 재료를 적층하여 마우스 클릭만으로 하루 만에 주택을 출력할 수 있다. 컴퓨터 소프트웨어, 건축 재료, 3D 프린터만으로 집을 만드는 과정이 인터넷과 유튜브¹⁵⁾ 등에 소개되며 CC 기술은 콘크리트를 사용한 적층 시공에서 가장 영향력이 큰 기술로(Buswell et al., 2018), 미국·유럽·중국 등에서 다양한 스타트업과 건설사들은 CC 기술을 다양하게 변형해오며 경쟁하고 있다.

건설 3D 프린팅 기술은 초기에는 연구기관들 중심이었으나, 스핀 오프되거나 오픈소스를 통하여 자체 기술을 개발한 스타트업들이 주도되고 있다. 특히 사우디아라비아와 두바이의 혁신전략에 의한 국가적 지원은 스타트업들 간 경쟁동인이 되어왔다(〈Table 2〉[2-3,5,22,25,39,50]).

건설 3D 프린팅 회사들은 3D 프린터 장비¹⁶⁾를 직접적으로 판매(〈Table 2〉[5,12,39])하기보다 임대(〈Table 2〉[2,9]) 해주거나 맞춤형 출력서비스(〈Table 2〉[3,20,25])를 제공하고 있다. 판매하는 건설용 3D 프린터의 가격은 로봇팔, 겐트리 등의 장비 메커니즘 보다는 출력물 크기에 따라 최대 25만불에 육박한다(〈Table 2〉[5,39]).

건설 기업들은 3D 프린팅 기술을 디지털 혁신 프로세스로 다루며 연구기관들과 컨소시엄을 이루어 직접적으로 기술개발에 참여(〈Table 2〉[6,7,60]), 스타트업 지원¹⁷⁾, M&A(〈Table 2〉[13])등을 통해 시장에 진출하고 있다.

여러 혁신 디지털 기술과 건설공법의 융합을 통한 다학제 간 협업 프로세스가 제안되었고(〈Table 2〉[43]), 고객과의 연결을 통해 지식과 자금 조달 가능성도 검증되었다(〈Table 2〉[3,10,41-42]).

다수의 소비자가 쉽게 3D 프린팅으로 만들어진 건축물을 구매할 수 있는 서비스 생태계를 구축하기 위해 장비, 재료, 설계, 시공 등의 세부적인 기술들을 플랫폼 형태¹⁸⁾로 구축해야 하는 필요성이 제기되고 있다(Kim et al., 2017).3DVinci Creations는 Ai Build, Cobod 등과 협력하여 3D 프린팅 솔루션을 제공하며 두바이 건물 25%를 3D 프린팅 기술로 출력하기 위한 대규모 건설 3D 프린팅 서비스를 제공하고 있다(〈Table 2〉[22,38-39]). Acciona도 3D 프린팅 센터 설립을 통해 두바이 3D 프린팅 전략 구현에 기여하고 있다(〈Table

15) <https://youtu.be/53zN4MZI8RE>

16) The 13 best construction 3d printers in 2019, <https://www.aniwaa.com/house-3d-printer-construction/>

17) Skanska, Van Oord, BESIX, Caterpillar, Umdasch Group, Bouygues, Bam, Acciona, Autodesk, ABB 등은 스타트업 엑셀러레이터 프로그램을 운영중이다.

18) 성장 주도형 스타트업들이 자체 비즈니스 모델에 따라 건설에 전략적 가치를 부여하는 디지털 플랫폼 (예) klarx: 건설 장비 임대, ogun: 건설회사, 협력업체를 하나로 묶는 협업 플랫폼

13) 멕시코 비영리 금융기업 에살과 협력해 2019년까지 2채가 완성됐으며 2020까지 50채를 지을 계획이다.

14) https://www.nasa.gov/directorates/spacetech/centennial_challenges/3DPHab/index.html

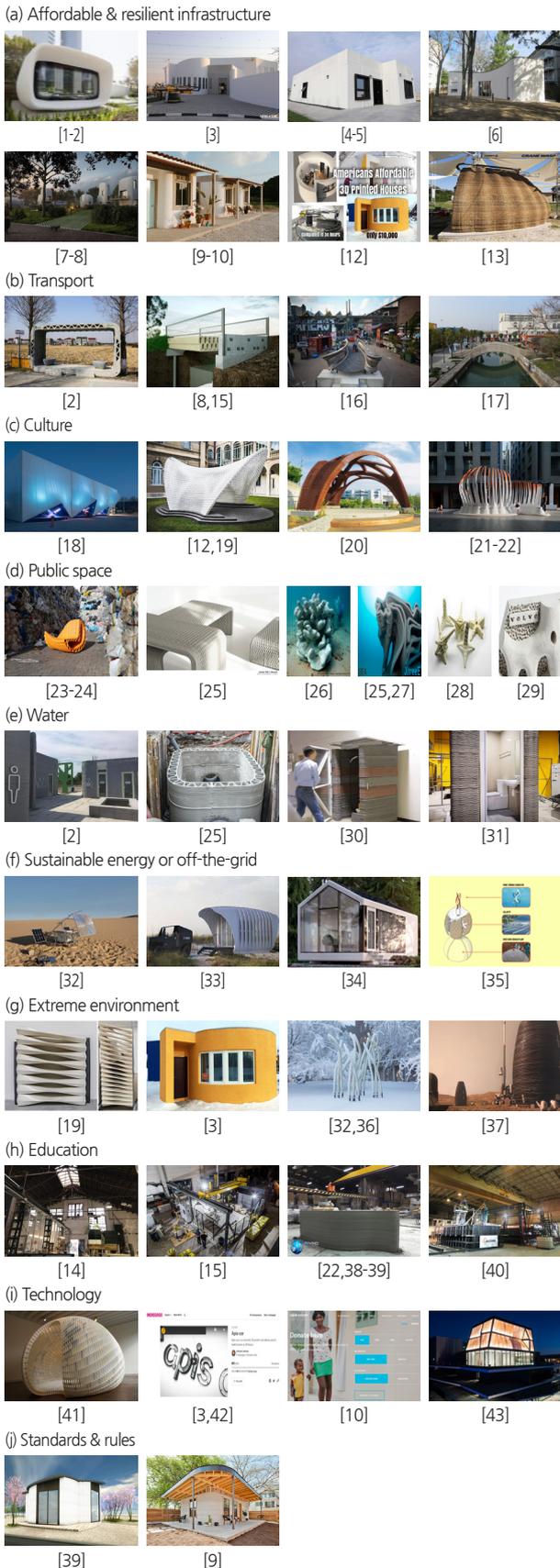


Fig. 2. Types of 3D printed product and service

2) [40]. XtreeE도 고객들을 디자이너(건축가, 디자이너, 엔지니어)와 3D 프린터 커뮤니티에 연결시킬 디지털 플랫폼 서비스 계획을 발표했다(〈Table 2〉 [25]).

최근 유럽 국가들을 중심으로 확산되고 있는 친환경 경제 모델인 순환경제(circular economy)는 대량생산, 소비, 폐기로 이어지는 선형경제에서 벗어나 자원 절약과 재활용을 통해 자원을 지속적으로 활용하는 비전을 제시하고 있다. 순환경제는 에너지 관련 SDG 6, 경제성장에 관한 SDG 8, 지속 가능한 도시에 관한 SDG 11, 지속 가능한 소비와 생산에 관한 SDG 12, 기후변화에 관한 SDG 13, 해양에 관한 SDG 14, 육지에서의 생명체 SDGs 15 등 복수의 SDG 달성을 가능하게 한다¹⁹⁾.

플라스틱 폐기물과 같은 재활용 재료를 사용하거나 흙 등 천연자원을 직접 사용(〈Table 2〉 [12,18,20,23-24])하며, 순환경제의 구현을 촉진해왔다(Despeisse, et al., 2017). 2054년까지 도시의 자금자족률을 50% 이상으로 끌어올리려는 글로벌 프로젝트인 팸시티 프로젝트²⁰⁾는 스페인 바르셀로나의 카탈루냐고등건축연구소(IAAC)가 주도하고 있다. IAAC는 도시 문제 해결을 위한 새로운 접근법을 모색해온 교육기관으로 바르셀로나 팸랩을 운영하며 다양한 관련 교육과 인프라 서비스를 제공해왔다(〈Table 2〉 [14]).

생물 다양성(biodiversity)을 위한 기업들의 CSR 활동의 일환으로 플라스틱 쓰레기로 뒤덮인 바다 생태계를 보호하는 캠페인과 더불어 인공산호초 3D 프린팅 기술 개발이 적극적으로 이루어지고 있다(〈Table 2〉 [26-29]).

3.4. 소결

본 장에서는 건설 3D 프린팅 프로젝트 사례분석을 통해 SDGs 이행요인을 분석하였다. 수요 측면에서는 고객(발주자 및 주요 투자자), 자금 조달, 최종 사용자 분석을 통해 적정가격 주택 또는 공공 임대 주택, 교통 시설, 위생 및 공중 보건 시설, 극한 환경, 문화 및 공공시설에 대한 3D 프린팅 기술 적용이 가져오는 SDGs 이행요인을 도출하였다. 공급 측면에서는 3D 프린팅 프로세스의 핵심 참여자인 3D 프린팅 기업과 기존 건설기업, 비즈니스 모델, 공급사슬에 대해 분석 후 3D 프린팅을 위한 인프라 요소들을 도출하였다.

이를 기반으로 4장에서는 SDGs 이행을 아우르는 새로운 비즈니스 창출을 위한 생활 SOC 3D프린팅 구축 방안을 제안한다.

19) <https://www.un.org/ecosoc/en/events/2018/joint-meeting-ecosoc-and-second-committee-%E2%80%9Ccircual-economy-sdgs-concept-practice%E2%80%9D>

20) <https://fab.city/>

4. SDGs 이행을 위한 생활 SOC 구축 방안

4.1 고객주문형 생활 기반시설

SDG 달성에 있어 투자는 매우 중요하며, 충분한 자금 조달이 이루어져야 한다²¹⁾. 사회기반 시설에 대한 다양한 고객의 수요를 도출하고 이에 필요한 자원 조달이 이루어져야 할 것이다. 3D 프린팅 기술은 다품종 대량생산이 가능한 기술로 재난으로부터 안전하고 무주택자를 위한 수요, 사막, 수중, 위험한 환경에 적용할 수 있는 수요 등 다양한 고객의 수요를 구현할 수 있다. 무엇보다 이러한 고객이 중요한 이유는 정부와 지자체의 국고지원, 세금, 비영리 사회단체의 지원과 크라우드 펀딩을 위한 자원 조달을 통해 이루어지고 있기 때문이다.

4.2 순환 경제 체제 구축을 위한 인프라

2017년에 발표된 유엔 보고서는 현재 세계인구 76억 명이 2100년에는 112억 명에 이를 것으로 예상되며, 2030년에는 50억 명에 가까운 인구가 도시에 거주할 것으로 예상된다는 것을 보여준다. 결과적으로, 정부는 주택 해결책과 관련된 실질적인 도전에 직면해 있다. 점점 더 많은 농촌이 도시로 편입되고 있는 가운데, 도시 그 자체가 도전해야 할 것이다. 순환 경제 체제 구축을 위해 건설 규모의 3D 프린팅 재료 및 실험 수요는 증가하고 있지만 국내에서 개방된 실제 건설 규모의 실험을 가능한 펍 및 인프라 시설은 부족한 실정이다. 건설 규모의 출력을 가능하게 하고 순환경제 체제를 실험할 수 있는 인프라 구축이 시급히 요구된다.

4.3 도시 문화와 공공 공간을 위한 인프라

현재 3D 건설 프린팅 기업들은 고객과 밀접한 관계를 맺고 있는 선도 기업을 제외하고는 디자인, 재료, 시스템 측면에서 차별화된 전략이 부재하다. 경쟁에서 살아남기 위해서는 포트폴리오를 다양화하고 현금 유동성을 확보해야 한다.

위생시설, 생태계 구현을 위한 인공 구축물, 벤치 등 다양한 도시 문화와 공간을 위한 인프라 수요가 급속히 증가되고 있다. 이러한 인프라는 상대적으로 범규 제한이 완화되어 있다. 무엇보다 디지털 기술이 가져오는 이미징을 통한 인프라의 조성은 지역사회 구성원에게 미래에 대한 자부심과 긍지를 고취 시켜 궁극적으로 경제적·사회적 가치를 동시에 창출할 수 있을 것이다.

4.4 초연결을 위한 디지털 플랫폼

3D 프린팅 기술은 아직까지 경험이 적어 구현에 많은 비용과 위험이 수반되고 있다. 고객이 간접적으로 기술을 체험하고 다양한 형태(지식 공유, 자금 지원)에 참여할 수 있도록 다양한 아이디어가 요구된다. 장비, 재료, 설계, 시공 등의 세부적인 기술들이 플랫폼 형태로 구축하는 것뿐만 아니라 전 세계적으로 SDGs 이행을 위한 투자 자금과 인프라를 구비한 사회단체/개인 투자자, 다양한 비즈니스 기회와 일자리, 기술 동향 등에 대한 정보를 연결하는 디지털 서비스 플랫폼 구축이 요구된다. 초연결 비즈니스를 가능하게 하는 5G 기술의 적용은 수백만 명의 잠재 고객을 연결해 새로운 시장 기회와 이해관계자를 확대하여 경쟁력 향상을 이룰 수 있지만, 불확실한 기술들과 각종 규제 등의 장애 요인 해결이 우선적으로 요구된다.

5. 결론

현재 세계적으로 건설 산업이 침체에 직면하고 있음에도 디지털 전환 기술의 적용은 산업의 성장과 일자리 창출에 가장 잠재력이 높은 기술로 기대되고 있지만, 해외보다 상용화가 뒤처져 있다고 평가되고 있다.

본 연구에서는 미래사회의 요구를 반영한 사회기반시설 구축의 중요성을 제기하였다. 건설 산업 디지털 전환을 위한 미래 혁신기술로 3D 프린팅 기술을 선정하고, 2030년까지 국제사회가 달성하기로 약속한 SDGs 이행을 통해 3D 프린팅 기술을 적용한 생활 SOC 구축이 제공해 줄 수 있는 비즈니스 기회를 도출하였다.

이러한 비즈니스 기회에 따라 향후 생활 SOC 비즈니스 기회를 구현하기 위한 비즈니스 모델과 실행 전략 개발에 대한 연구가 요구된다.

세계적으로 청년 사업가들이 미래사회에 기여하고자 하는 자신의 꿈과 이상을 실현하기 위해 SDGs를 이행하는 3D 프린팅 비즈니스 기회를 이미징을 통해 제안하고 있다. 이미징은 비즈니스를 사회적 가치 창출 과정과 연결할 수 있게 해주는 고객과의 초연결성의 열쇠이다.

본 연구는 새로운 시대의 디지털 플랫폼을 준비하여 고객을 산업 파트너와 연결하고 구직자 및 창업자에게 필요한 시장 정보를 제공할 수 있는 기초적인 정보를 제공한다. 정부와 투자자들의 참여를 활성화하고 젊은 구직자와 창업자들을 잠재적 고객과 연결할 뿐만 아니라, 기술개발 및 자금 확보를 위한 커뮤니티 플랫폼을 개발하는 기반으로도 활용될 수 있을 것이다.

21) Financing for Sustainable Development Report 2019, <https://developmentfinance.un.org/fsdr2019>

감사의 글

본 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2019R1A2C1009563).

References

- Bhardwaj, A., Jones, S.Z., Kalantar, N., Pei, Z., Vickers, J., Wangler, T., and Zou, N. (2019). "Additive Manufacturing Processes for Infrastructure Construction: A Review." *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 141(9), pp. 091010.
- Bilal, M., Oyedele, L.O., Qadir, J., Munir, K., Ajayi, S.O., Akinade, O.O., ... and Pasha, M. (2016). "Big Data in the Construction Industry: A Review of Present Status, Opportunities, and Future Trends." *Advanced Engineering Informatics*, 30(3), pp. 500-521.
- Bos, F., Wolfs, R., Ahmed, Z., and Salet, T. (2016). "Additive Manufacturing of Concrete in Construction: Potentials and Challenges of 3D Concrete Printing." *Virtual and Physical Prototyping*, 11(3), pp. 209-225.
- Buswell, R., de Silva, W., Jones, S., and Dirrenberger, J. (2018). "3D Printing Using Concrete Extrusion: A Roadmap for Research." *Cement and Concrete Research*, 112, pp. 37-49.
- BSDC. (2017). Better business, better world. GRI, UN Global Compact and The World Business Council for Sustainable Development.
- Camacho, D., Clayton, P., O'Brien, W., Seepersad, C., Juenger, M., Ferron, R., and Salamone, S. (2018). "Applications of Additive Manufacturing in the Construction Industry - A Forward-looking Review." *Automation in Construction*, 89, pp. 110-119.
- Cho, J.H., and Kim, B.S. (2019). "The Effect of Corporate Social Responsibility on Organizational Trust, Job Satisfaction and Turnover Intention." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, 20(5), pp. 83-94.
- COBOD (2019). Truth in 3D Printed Construction? Nobody 3D Printed an Entire Building, <https://3dprint.com/261045/truth-in-3d-printed-construction-nobody-3d-printed-an-entire-building/>.
- Das, A., and Debnath, B. (2018). "3D Printing: What It Has to Offer to the Society?" *IS3DPT*, pp. 74-80.
- Despeisse, M., Baumers, M., Brown, P., Charnley, F., Ford, S.J., Garmulewicz, A., and Rowley, J. (2017). "Unlocking Value for a Circular Economy Through 3D Printing: A Research Agenda." *Technological Forecasting and Social Change*, 115, pp. 75-84.
- Grassi, G., Spagnolo, S.L., and Paoletti, I. (2019). "Fabrication and Durability Testing of a 3D Printed Façade for Desert Climates." *Additive Manufacturing*, 28, pp. 439-444.
- Goubran, S. (2019). "On the Role of Construction in Achieving the SDGs." *Journal of Sustainability Research*, 1(2), pp. 1-52.
- ISO, ASTM International (2015). *ISO/ASTM52900-15 Standard Terminology for Additive Manufacturing-General Principles-Terminology*, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Khoshnevis, B. (2004). "Automated Construction by Contour Crafting—Related Robotics and Information Technologies." *Automation in Construction*, 13(1), pp. 5-19.
- Kim, J., Kim, S.K., Seo, M.B., Kim, T.H., and Ju, K.B. (2017). "A Proposal of 3D Printing Service Platform for Construction Industry through Case Analysis." *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, 18(11), pp. 53-61.
- Kim, T. (2017). "Reconsidering Korea's Aid Policies in the New Era of the 2030 Agenda for Sustainable Development: In Search of Transformative and Strategic Governance for Development Effectiveness." *Journal of Contemporary Korean Studies*, 4(1), pp. 93-12.
- Marijnissen, M.P.A.M., and Zee, A.V.D. (2017). "3D Concrete Printing in Architecture: A Research on the Potential Benefits of 3D Printing in Architecture." *Material Studies - Methodologies*, 2, pp. 299-308.
- National Committee on Sustainable Development Goals. (2017). *United Arab Emirates and the 2030 agenda for sustainable development*.
- Labonnote, N., Rønquist, A., Manum, B., and Rütger, P. (2016). "Additive Construction: State-of-the-art, Challenges and Opportunities." *Automation in Construction*, 72, pp. 347-366.
- Lee, Y.S., Lee, H.K., and Lee T.S. (2019). "Discovering 3DCP Business Opportunities Associated with the SDGs Practices." *Proceedings of KICEM Annual Conference*, pp. 153-154.
- Opoku, A. (2016). "SDG2030: A Sustainable Built Environment's Role in Achieving the Post-2015 United Nations Sustainable Development Goals." *In Proceedings 32nd Annual ARCOM Conference*, pp. 5-7.
- Paul, S.C., van Zijl, G.P., Tan, M.J., and Gibson, I. (2018). "A Review of 3D Concrete Printing Systems and Materials Properties: Current Status and Future Research Prospects." *Rapid Prototyping Journal*, 24(4), pp. 784-798.

- Pedersen, C.S. (2018). "The UN Sustainable Development Goals (SDGs) are a Great Gift to Business!." *Procedia CIRP*, 69, pp. 21-24.
- SDG Compass. (2015). SDG Compass. Retrieved from http://SDGCompass.org/wpcontent/uploads/2015/12/019104_SDG_Compass_Guide_2015.pdf
- Shin, J., Won, J., Ju, K.B., Seo, M.B., and Park, H.J. (2017). "The Perception of 3D Printing Technology for Adoption in Domestic Architecture Industry." *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 18(11), pp. 731-739.
- Sisca, F.G., Angioletti, C.M., Taisch, M., and Colwill, J.A. (2016). "Additive Manufacturing as a Strategic Tool for Industrial Competition." In *2016 IEEE 2nd International Forum on Research and Technologies for Society and Industry Leveraging a better tomorrow (RTSI)*, IEEE, pp. 1-7.
- Tay, Y., Panda, B., Paul, S., Noor Mohamed, N.A., Tan, M.J., and Leong, K.F. (2017). "3D Printing Trends in Building and Construction Industry: A Review." *Virtual and Physical Prototyping*, 12(3), pp. 261-276.
- United Nations. (2015). The UN Sustainable Development Goals. United Nations, <<https://sustainabledevelopment.un.org/sdgs>> (2020.1.1).
- Yin, H., Qu, M., Zhang, H., and Lim, Y. (2018). "3D Printing and Buildings: A Technology Review and Future Outlook." *Technology/ Architecture+ Design*, 2(1), pp. 94-111.
- Yu, Y., Koo, B., Lee, K., and Han, S. (2019). "Predicting Cooperative Relationships between Engineering Companies in World Bank's ODA Projects." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 20(6), pp. 107 - 116.
- WBCSD. (2017). *CEO Guide to the Sustainable Development Goals*.
- World Bank Group. (2016). *World development report 2016: digital dividends*. World Bank Publications.

요약: 지속가능발전목표(SDGs)는 2030년까지 인류 사회 발전을 지속할 방안으로 제시한 17가지 목표로, 지속 가능한 경제발전 및 고용과 양질의 일자리 창출 등을 강조하는 도전과제를 추구하며 혁신적인 솔루션과 함께 변화하는 기업에게 새로운 시장과 비즈니스 기회를 제공한다. 세계적으로 빈부격차, 고용불안, 고령화 등 구조적 문제에 직면하면서 사회적 가치와 경제적 성과의 중요성이 부각되며, SDGs를 이행하기 위한 국가적 차원의 디지털 전환 전략 수립을 통해 미래 사회를 위한 사회기반시설을 건설하고 있다. 2019년 우리 정부는 저성장으로 인한 다양한 사회 구조적 문제 해결을 위해 생활 SOC에 대한 투자계획을 발표하였다. 본 연구의 목적은 사회기반시설의 구현 시 미래사회의 요구 반영의 중요성을 제기하며, 건설 3D 프린팅 사례를 통해 SDGs 이행이 생활 SOC 구축에 제공하는 비즈니스 기회를 도출하였다. 상상을 현실화한 이미지네이션을 통해 사회기반시설이 구현될 수 있다면 디지털 전환을 통한 새로운 비즈니스와 일자리 창출뿐만 아니라 지역사회 구성원에게 미래에 대한 자부심과 긍지를 고취시켜 궁극적으로 경제적·사회적 가치를 동시에 창출할 수 있을 것이다.

키워드: 건설 3D 프린팅, 지속 가능한 발전목표, 사회기반시설, 사례 조사, 이미지네이션
