



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석사학위논문

3D 프린터를 활용한 나무 모형 프랙탈
구조 제작 STEAM 프로그램 개발 및
적용 효과

The Development and Application Effects of STEAM
Program for Tree Model Fractal Structure using 3D
Printer

제주대학교 교육대학원

초등과학교육전공

한 지 상

2018년 8월

석사학위논문

3D 프린터를 활용한 나무 모형 프랙탈
구조 제작 STEAM 프로그램 개발 및
적용 효과

The Development and Application Effects of STEAM
Program for Tree Model Fractal Structure using 3D
Printer

제주대학교 교육대학원

초등과학교육전공

한 지 상

2018년 8월

3D 프린터를 활용한 나무 모형 프랙탈
구조 제작 STEAM 프로그램 개발 및
적용 효과

The Development and Application Effects of STEAM
Program for Tree Model Fractal Structure using 3D
Printer

지도교수 홍 승 호

이 논문을 교육학 석사학위 논문으로 제출함

제주대학교 교육대학원

초등과학교육전공


한 지 상


2018년 5월

한지상 의

교육학 석사학위 논문을 인준함

심사위원장 한동길 

심사위원 오홍식 

심사위원 홍승호 

제주대학교 교육대학원

2018년 6월

목 차

국문 초록	i
I. 서론	1
1. 연구의 목적 및 필요성	2
2. 연구 문제	2
3. 연구의 제한점	2
II. 이론적 배경	4
1. 프랙탈의 개념	4
2. 3D 프린팅	5
3. STEAM 교육	7
4. 선행연구 분석	8
III. 연구 절차 및 방법	10
1. 연구 절차	10
2. 연구 대상	11
3. STEAM 프로그램 개발	11
4. 검사 도구	12
5. 실험 설계	14
6. 자료 분석	15
IV. 연구 결과 및 고찰	16
1. STEAM 프로그램 개발 내용	16
2. STEAM 프로그램 적용 결과	19
V. 결론 및 제언	25

1. 결론	25
2. 제언	26
참고 문헌	27
ABSTRACT	30
부 록	32
<부록 1> STEAM 프로그램 교수·학습 과정안 및 학습지	
<부록 2> 기초 탐구 능력 검사 도구	
<부록 3> 창의적 문제해결력 검사 도구	
<부록 4> 과학적 태도 검사 도구	
<부록 5> 프로그램 만족도 검사지	
<부록 6> 프로그램 만족도 결과	
<부록 7> 프로그램 활동 모습	

표 목 차

<표 II-1> 모델링 프로그램의 종류	6
<표 III-1> TSPS 검사지의 하위 요소별 문항 구성	12
<표 III-2> 창의적 문제해결력 검사지의 문항 구성	13
<표 III-3> 과학적 태도 검사지의 문항 구성	14
<표 IV-1> STEAM 프로그램의 차시별 구성	16
<표 IV-2> 기초 탐구 능력에 관한 사전·사후 비교 결과	19
<표 IV-3> 창의적 문제해결력에 관한 사전·사후 비교 결과	20
<표 IV-4> 과학적 태도에 관한 사전·사후 비교 결과	22

그림 목 차

[그림 II-1] 3D 프린터의 구동 원리	5
[그림 II-2] 설계 데이터 변환 과정	6
[그림 II-3] Yakman의 STEAM 피라미드 모형	7
[그림 III-1] 연구 절차	10
[그림 III-2] 실험 설계	14
[그림 IV-1] 만족도 검사 결과	23

국 문 초 록

3D 프린터를 활용한 나무 모형 프랙탈 구조 제작 STEAM 프로그램 개발 및 적용 효과

한 지 상

제주대학교 교육대학원 초등과학교육전공
지도교수 홍 승 호

본 연구에서는 'Y' 반복 나무 모형 프랙탈 구조 제작을 위한 3D 프린터 활용 STEAM 프로그램을 개발하고 적용하여 초등학생들의 과학 탐구 능력, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 이를 위하여 3D 프린터와 프랙탈 구조를 융합적으로 학습할 수 있도록 상황 제시, 창의적 설계, 감성적 체험으로 구성된 STEAM 교육 준거를 기반으로 STEAM 프로그램을 개발하여 초등학교 6학년 학생에게 적용하였다. 적용 결과, 프로그램을 적용한 집단의 창의적 문제해결력과 과학적 태도는 사전 검사보다 사후 검사에서 유의미한 향상을 보였다. 이는 초등학생들의 특성을 고려하여 개발한 3D 프린터 활용 STEAM 프로그램이 초등학생들의 창의적 문제해결력 및 과학적 태도에 긍정적인 영향을 끼쳤음을 의미하며, 프랙탈 구조 및 3D 프린터를 주제로 한 STEAM 프로그램들이 더욱 다양하게 개발되어 초등학교 현장에 적용될 필요가 있어 보인다.

*주요어 : STEAM, 프랙탈 구조, 3D 프린터, 창의적 문제해결력, 과학적 태도

I. 서론

1. 연구의 목적 및 필요성

빠르게 변화하는 세상의 모습에 맞춰 사람들의 삶의 방식이나 생활의 모습들도 함께 변화하고 있다. 초등학교의 경우도 현재는 수업용 PC와 대형 TV 등이 교실마다 구비되어 있으며, 전자칠판 및 태블릿 PC까지 구비되어 있기도 하다. 스마트교육이라는 이름으로 다양한 멀티미디어 기자재 활용 및 수업 방법을 구안하여 적용을 시도하고 있고 화상 수업 등을 통해 학교 공간을 벗어난 교육 활동 공간의 확대 또한 이루어지고 있다.

새롭게 변화하는 시대에 학교에서도 다양한 이슈들이 발생하고 있는데 그 중 하나가 3D 프린터의 교육적 활용이다. 비용적인 문제나 제작 자료의 특성에 따른 소요 시간으로 인한 문제점 등이 여전히 큰 부담으로 작용하고 있으나 교사들이 3D 프린터를 활용해 수업 자료를 제작하고 활용하게 된다면 학생들의 창의성과 사고력 신장을 위한 하나의 도구로써 수업에 큰 변화를 가져올 수 있을 것이다. 3D 프린터를 활용하면 인쇄물과 영상으로만 만족해야 할 교육 자료들이 입체화되고 학생들이 단순히 평면적으로 그리거나 종이나 찰흙 등을 사용해 입체로 만들어 내야 하는 것들이 3D 프린팅을 통해 실제와 유사한 형태의 결과물로 제작이 가능하다. 이러한 활동 과정을 통해서 학생들 상호 간 협동 작업도 할 수 있고, 고차원적인 사고와 창의성을 신장할 수 있다.

최근 기업들의 인재 채용 과정을 살펴보면 관련 분야에서 최고의 능력을 가진 사람보다는 관련 지식뿐만이 아닌 논리적 사고력, 인문학적 감성과 지성을 골고루 갖춘 사람을 원하고 있음을 알 수 있다. 이러한 시류에 맞추어 교육계에서도 변화의 바람이 불고 있다. 많은 수의 선행연구에 따르면 STEAM 교육을 받은 학생들의 경우 단순히 지식만 학습하는 것이 아니라 이를 바탕으로 일상 생활에서 발생한 문제들을 해결하는 능력 향상을 가져온다고 하였다.

3D 프린터 교육과 과학, 수학 관련 지식 외에도 인문학 지식까지 학습할 수 있는 STEAM 교육을 활용하여 실생활에서 마주칠 수 있는 다양한 문제들을 탐색하고 해결하는 과정에서 다양한 사고의 융합이 일어날 수 있다.

따라서 본 연구에서는 학생들이 3D 프린터를 활용하여 나무 모형 프랙탈 구조를 제작하는 STEAM 프로그램을 개발하고, 이를 적용하여 초등학교 6학년 학생의 기초 탐구 능력, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

2. 연구 문제

본 연구에서는 식물의 프랙탈 구조를 이해할 수 있는 3D 프린터 산출물을 만들어 내는 내용을 STEAM 활동에 적합하도록 구성하여 적용하였으며, 본 프로그램이 초등학생들에게 어떤 효과가 있는지 연구하기 위해 다음과 같은 연구 문제를 설정하였다.

- 가. 초등학교 6학년을 대상으로 하는 식물의 프랙탈 디자인을 주제로 한 STEAM 프로그램을 개발하고 적용한다.
- 나. 개발한 프로그램을 적용한 후 학생들의 기초 탐구 능력, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도에 미치는 효과를 분석한다.

3. 연구의 제한점

이 연구는 다음과 같은 제한점들이 있다.

- 가. 본 연구는 J도 J시 소재 J초등학교 6학년 1개 반의 학생만을 연구 대상으로 선정하였기 때문에 연구 결과를 우리나라 6학년 전체로 일반화하기에는 무리가 있다.
- 나. 총 10차시의 프로그램에 의한 기초 탐구 능력, 창의적 문제해결력, 과학적 태도의 변화에 대한 연구 결과이므로 학생들의 성격 및 설문 태도 등에서 차이가 있다면 연구 결과가 달라질 수 있다.
- 다. 본 연구에서 개발한 STEAM 프로그램은 교육영역별 구체적 성취기준과

이에 따른 평가기준을 제시하지는 못하였고, 프로그램의 개발 및 적용에 중점을 두었다.

II. 이론적 배경

1. 프랙탈의 개념

가. 프랙탈의 정의

프랙탈이란 용어는 조각난, 부서진, 불연속성이라는 뜻의 프락투스(Fractus)라는 라틴어를 어원으로 두고 있으며 프랙탈 기하학의 아버지라 불리는 만델브로트에 의해 탄생 되었다. 프랙탈은 부분과 전체와의 관계를 근거로 하고 있다는 것을 표현하고 있는데, 프랙탈의 대상이 되는 것은 기본적으로는 자기유사성이라고 하는 부분과 전체와의 관련에서 파악할 수 있는 형태, 구조, 현상이다.

만델브로트 이전에도 프랙탈이라 정의하지는 않았지만 코흐, 페아노, 칸토르, 시에르핀스키 등의 연구자들에 의해 역사적 건축물에서 프랙탈 조형성이 연구되었다. 만델브로트는 유클리드 기하학에서 정의하는 점, 선, 면적, 부피로는 매끄럽지 못한 선 혹은 도형을 계산할 수 없다는 점을 제시했다. 그는 리아스식 해안의 구조를 예로 들어 자연에서 볼 수 있는 구조에서 자기유사성을 띄고 있으며 실제 세계에도 그 문제가 통할 수 있다고 믿었다.

프랙탈 차원은 수학적으로 우리의 눈으로 볼 수 있는 자연의 그림자 변화, 강줄기, 가지가 뻗은 나무, 산등성이, 강의 물줄기에서 볼 수 있는 층계, 파도의 모양 등 구불구불한 구조의 길이를 측정할 수 있다. 프랙탈을 설명할 때 자기유사성이 가장 중요한 요소로 작용하기는 하지만 자연에서 볼 수 있는 프랙탈에는 자기유사성만이 아닌 불규칙성, 무작위성, 비선형성 등의 특성이 복합적으로 존재한다. 프랙탈의 네 가지 특성은 현재 예술과 건축에서 복합적으로 다양하게 활용되고 있다.

나. 프랙탈의 특징

프랙탈의 특성은 형태적 성질에 의해 네 가지로 나눌 수 있다. 첫째 프랙탈

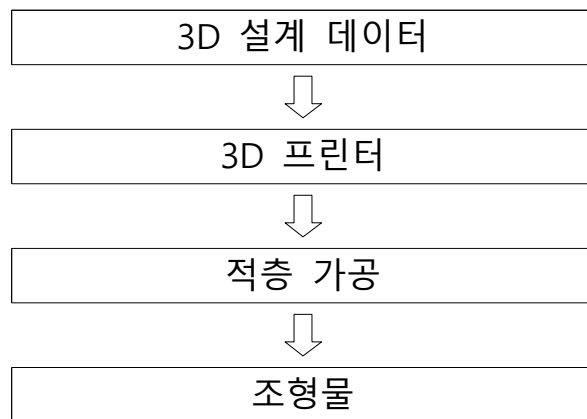
에서 가장 기본적이고 중요한 특징은 자기유사성이다. 두 번째로는 척도의 불균형에서 나타나는 무작위성, 세 번째로는 계속되는 분기구조를 띄고 있는 불규칙성, 네 번째로는 무질서 속에서의 복합적인 질서와 패턴에서 오는 비선형성이다. 이렇게 4가지로 이루어진 프랙탈의 특성은 통일성과 질서의 조화로움을 보는 이로 하여금 느끼게 해주며 우리의 자연에서 어렵지 않게 찾아볼 수 있으며 불규칙한 주가의 등락패턴, 은하계의 비정규적 분포 등 분자 단위부터 천문학 단위까지 모든 척도의 자연계 현상들에서 나타난다.

2. 3D 프린팅

가. 3D 프린터

3D 프린터는 3D 설계 데이터에 따라서 액체, 고체, 분말 형태의 재료들을 적층하여 조형하는 기계를 말한다. 기존 입체 형상의 물질을 깎아서 조형하는 방식과는 반대되는 개념의 기술이다.

3D 프린터의 제작 과정은 먼저 3D 모델링 프로그램을 사용하여 모델링이 수행되어야 한다. 모델링한 정보가 3D 프린터를 통해 출력되면서 3차원의 출력물이 조형되는 방식이다. 이러한 3D 프린터의 구동 원리는 아래의 [그림 II-1]와 같다.



[그림 II-1] 3D 프린터의 구동 원리

3D 프린터의 적층 가공 방식은 재료와 각 장비들이 가진 기술에 따라 차이가 있지만 여러 개의 면을 쌓아서 하나의 입체형상을 만드는 기본 원리는 모두 동일하다.

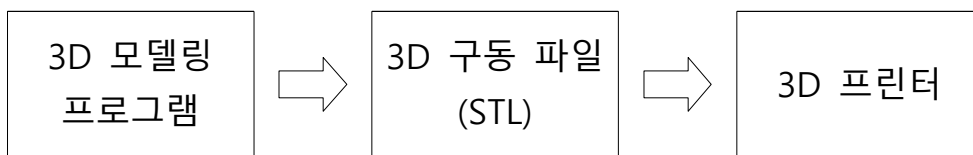
나. 3D 모델링 프로그램

3D 모델링이란 3D 프린터의 출력을 위하여 3D 프린터 입력 파일인 STL 파일을 만들기 위한 과정으로 다양한 모델링 프로그램과 STL 변환 프로그램으로 구분된다. 3D 모델링과 관련된 프로그램으로는 [표 II-1]과 같은 프로그램들이 있다.

<표 II-1> 모델링 프로그램의 종류

용도	종류
모바일	NEMOART 3D, 123D, Cubify Draw
초보자 웹용 앱 PC 버전	123D, ThinkerCAD, Sketchup, Cube inventor, CADian Mol 3D
전문가(상용)	AutoCAD, 3D max, Rhino, Z-Brush, Sketchup, Fusion 360

프로그램을 활용한 3D 설계 데이터 변환 과정은 [그림 II-2]와 같다.

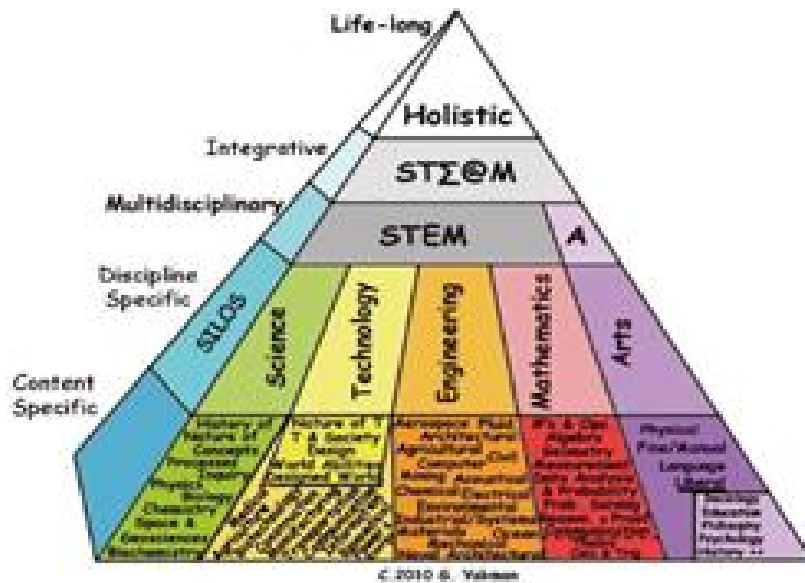


[그림 II-2] 설계 데이터 변환 과정

3. STEAM 교육

가. STEAM 교육의 개념

1990년 미국과학재단에서 과학(Science), 기술(Technology), 공학(Engineering), 수학(Mathematics)을 통틀어 STEM 이라는 용어를 사용하며 과학기술분야에서 교과 간의 통합적 접근을 시도하였다. 미국의 STEM 교육은 미국 교육개혁의 한 방편으로 과학을 중심으로 학생들이 미래 사회에 필요한 과학, 수학, 공학, 기술의 통합이 가능한 전문가로서의 능력을 갖출 수 있도록 학생들이 자신의 흥미, 지적 호기심과 창의적 문제해결력을 배울 수 있는 기회를 제공해야 하는 것을 의미한다(이경진, 김경자, 2012). 미국의 Yakman(2006)은 STEM에 예술(Art)를 더한 ‘STEAM’이란 용어를 처음으로 제시하였다. 이는 과학, 기술, 공학, 예술, 수학 교과의 내용과 방법을 연계한 더욱 폭넓은 형태의 통합교육모형으로 Yakman은 STEAM 융합교육의 내용을 [그림 II-3]과 같은 피라미드 모형으로 제시하였다.



[그림 II-3] Yakman의 STEAM 피라미드 모형

4. 선행연구 분석

본 연구는 식물의 프랙탈 구조와 3D 프린터를 활용한 STEAM 프로그램을 개발하고 이를 적용하여 초등학교 고학년 학생들의 창의적 문제해결력, 과학 탐구 능력 및 과학적 태도에 발생하는 변화를 알아보는데 목적이 있다. 따라서 STEAM, 프랙탈 구조, 3D 프린터를 활용한 교육 관련 선행연구에 대하여 아래와 같이 조사하였다.

고재령(2016)은 3D 프린터가 과학, 수학, 미술 등 여러 교과에서 효과적으로 활용될 가능성이 높기에 교과 간 융합에서도 효과적으로 활용될 수 있을 것으로 기대된다고 하였다. 또한 3D 프린터는 그 기술이나 활용 면에서 아직 완성 단계가 아니라 계속해서 발전과 변화가 이루어지고 있는데 이를 반영한 교육적으로 활용하기 위한 지속적인 연구가 필요하다고 하였다.

전지현(2017)은 3D 모델링을 활용한 STEAM 프로그램을 적용한 실험 집단의 경우 비교 집단에 비해 학습에 대한 관심도와 만족도가 높았으며, 학생들의 창의적 문제해결력이 크게 향상 되었다고 하였다. 특히 창의적 문제해결력의 하위 영역 중 비판적·논리적 사고와 동기적 요소에서 유의미하게 더 큰 향상을 보였다고 하였다.

이다영(2013)은 교과와 프랙탈을 융화시킴으로써 학생들에게 발전적 사고의 계기를 제공하고, 과학과 수학, 미술을 아우르는 고차원적 교육을 기대할 수 있다고 하였다. 또한 프랙탈적 사고를 수용하는 교육으로의 발전은 학생들의 성장 과정에서 더욱 창의적이고 자유로운 사고를 지닌 인재로써 성장을 기대할 수 있다고 하였다.

이정서(2016)는 초등영재학생들의 특성을 고려하여 개발한 3D 프린팅 활용 STEAM 프로그램이 초등영재학생들의 창의적 문제해결력에 긍정적인 영향을 끼쳤다고 하였다. 이러한 프로그램이 일반 학생들을 대상으로 실시되었을 때도 학생들의 창의성 및 문제해결력 신장에 도움을 줄 수 있음을 시사해 준다고 볼

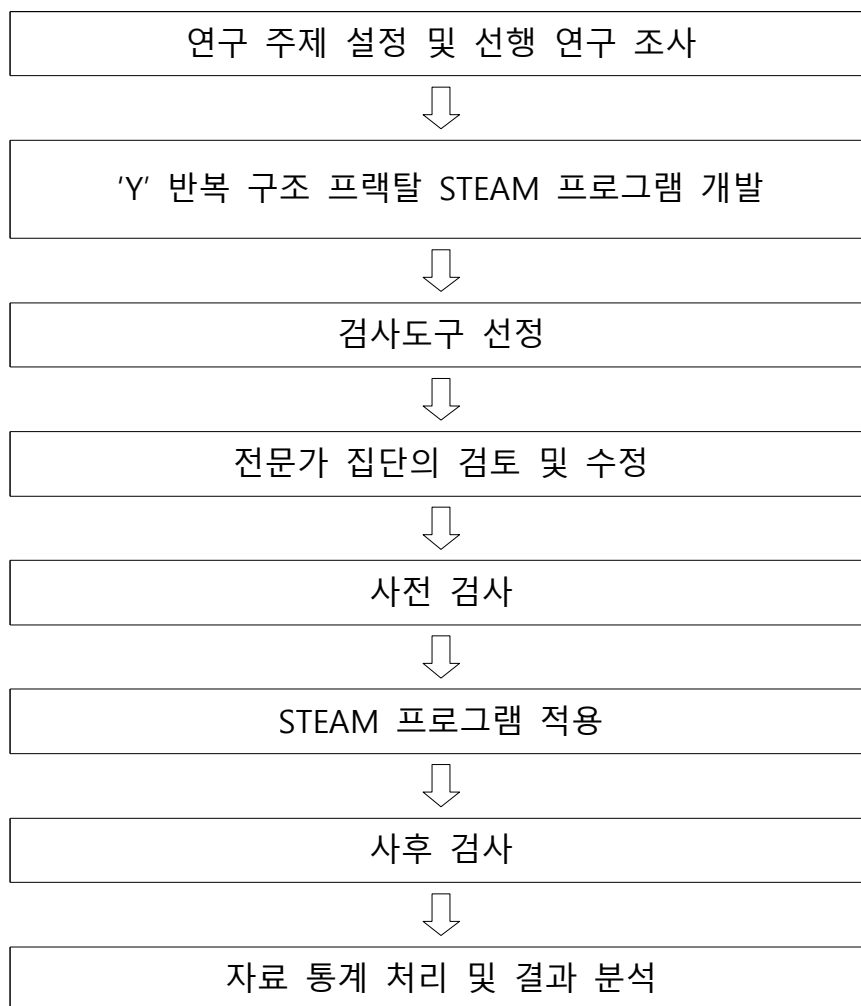
수 있다.

이상의 선행 연구를 고찰한 결과, 프랙탈 구조와 3D 프린터를 활용하여 교과 간 융합교육 프로그램을 개발·적용하여 학생들의 과학 탐구 능력, 창의적 문제 해결력 및 과학적 태도에 효과가 있는지 알아보는 것은 의미가 있다고 생각하였다.

Ⅲ. 연구 절차 및 방법

1. 연구 절차

본 연구의 전체적인 연구 절차는 [그림 Ⅲ-1] 과 같다.



[그림 Ⅲ-1] 연구 절차

본 연구에서는 ‘Y’ 반복 구조를 이용하여 나무 모형을 직접 제작해보는 과정을 통해 초등학생들이 3D 프린터 사용법을 익히고 프랙탈 구조를 이해시킬 수 있는 STEAM 프로그램을 개발하였다.

먼저 STEAM 프로그램을 제작한 후에 과학교육과 교수 1인 및 석사과정 10인의 전문가 집단의 검토와 자문 과정을 통해 수정·보완 과정을 거쳐 최종 프로그램을 완성하였다. 다음으로 완성한 프로그램을 학교 현장에 적용하였을 때 나타나는 교육적 효과를 검증하기 위해 검사 도구를 선정하였다. STEAM 수업을 하기 전에 선정한 과학 탐구 능력, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도 검사지를 사용하여 사전 검사를 실시하였다. 실험 집단에 STEAM 프로그램을 적용한 후 사전 검사와 동일한 검사 도구를 이용하여 사후 검사를 실시하였으며 수업 만족도 검사는 프로그램이 적용된 후 1회 실시하였다. 사전, 사후 및 수업 만족도 검사에서 얻어진 자료를 통계처리한 후 결과를 도출하였다.

2. 연구 대상

본 연구는 J도에 소재한 J초등학교 6학년 1개 학급(남 12, 여 12)을 실험 집단으로 선정하여 진행하였다. 프로그램은 연구자가 근무하고 있는 학교에서 2주간 총 10차시를 적용하였다. 본 연구를 적용한 학생들은 STEAM 교육을 받아본 경험이 없었다.

3. STEAM 프로그램 개발

STEAM 프로그램에서는 브로콜리의 모습을 관찰하며 생긴 궁금증을 통해 자연스럽게 프랙탈 구조에 대해 생각해보고 이러한 반복 구조를 이용해 디자인을 하고 3D 프린터를 통해 결과물을 산출해 내는 활동을 할 수 있도록 개발하였다. 초등학교 고학년 학생들이 창의적 체험활동 시간을 활용하여 진행할 수 있도록 구성하였고, 전문가 집단의 검토와 질의·응답 및 토론의 과정을 통해 수정 및 보완하여 최종 프로그램을 완성하였다. 최종 프로그램에서는 학생들이

프랙탈 구조를 이해하고 스스로 3D 모델링 및 프린팅을 체험할 수 있도록 수정하였으며, STEAM의 각 요소들이 프로그램 안에서 융합이 잘 될 수 있도록 보완되었다. 최종 개발된 프로그램은 <부록 1>에 제시하였다.

4. 검사 도구

본 연구의 효과를 알아보기 위해 과학 탐구 능력, 창의적 문제해결력, 과학적 태도를 측정할 수 있는 검사 도구를 사용하였다. 또한 실험집단에 한하여 추가로 수업에 대한 만족도 조사를 실시하였다.

가. 기초 탐구 능력 검사 도구

학생들의 변화된 과학 탐구 능력 정도를 알아보기 위해 권재술과 김범기(1994)가 개발한 TSPS 검사지를 사용하였다<부록 2>. 초등학교 5학년부터 중학교 3학년까지 사용할 수 있는 검사지로, 기초 탐구 능력과 통합 탐구 능력의 두 가지로 나누어 제작된 것인데, 본 연구에서는 초등학교 고학년 단계에 맞게 기초 탐구 능력의 관찰, 분류, 측정, 추리, 예상의 다섯 가지 영역과 관련된 15 문항만 선별하여 검사 도구로 사용하였으며<표 III-1>, 검사 시간은 20분 이내로 하여 실시하였다.

<표 III-1> TSPS 검사지의 하위 요소별 문항 구성

구분	하위요소	관련문항	문항 수	문항유형
기초 탐구 영역	관찰	1, 4, 7	3	선다형
	분류	2, 5, 8	3	
	측정	3, 6, 9	3	
	추리	10, 12, 14	3	
	예상	11, 13, 15	3	
총 문항수			15	

나. 창의적 문제해결력 검사 도구

한국교육개발원(2001)에서 발간한 ‘간편 창의적 문제해결력 검사 개발 연구 (I)’을 기초로 한 정은영(2008)이 사용한 창의적 문제해결력 검사 도구를 선정하여 검사하였다<부록 3>. 이 검사 도구는 특정 영역의 지식·사고기능·기술의 이해 및 숙달여부, 확산적 사고, 비판적·논리적 사고, 동기적 요소의 4가지 영역으로 구성되어 있으며 영역별 5문항으로 구성되어 있다<표 III-2>. 문항별 점수는 Likert 척도를 따랐다.

<표 III-2> 창의적 문제해결력 검사지의 문항 구성

하위요소	관련문항	문항 수	문항유형
특정 영역의 지식· 사고기능·기술의 이해 숙달 여부	1, 2, 3, 4, 5	5	선다형
확산적 사고	6, 7, 8, 9, 10	5	
비판적, 논리적 사고	11, 12, 13, 14, 15	5	
동기적 요소	16., 17, 18, 19, 20	5	
총 문항수		20	

다. 과학적 태도 검사 도구

본 프로그램을 통해 학생들의 과학적 태도가 어떻게 변화되었는지 알아보기 위하여 김효남 등(1998)이 국가수준의 과학에 관련된 정의적 영역의 평가 체제로 개발한 것 중 과학적 태도에 해당하는 문항을 검사지로 재구성한 것을 사용하였다<부록 4>. 이 검사지는 21개의 문항으로 되어 있으며 하위 요소는 <표 III-3>과 같다.

<표 III-3> 과학적 태도 검사지의 문항 구성

하위요소	관련문항	문항 수
호기심	1, 8, 15	3
개방성	2, 9, 16*	3
비관성	3, 10, 17	3
협동성	4, 11, 18	3
자진성	5*, 12, 19	3
끈기성	6, 13*, 20	3
창의성	7, 14, 21	3
총문항수(긍정형/부정형)		21(18/3)

*부정형 문항

라. 수업 만족도 검사 도구

본 연구에서 개발한 STEAM 프로그램을 적용한 실험 집단의 학생들이 수업에 대하여 얼마나 만족하였는지 Likert 척도로 그 결과를 분석하였다. 수업 만족도 검사는 한국과학창의재단(2015)에서 개발한 검사지를 이용하였으며 <부록 5>에 제시하였다.

5. 실험 설계

실험 설계는 사전·사후 검사로 그 연구 방법은 [그림 III-2]와 같다.



[그림 III-2] 실험 설계

본 연구는 창의적 체험활동 시간에 맞추어 수업을 실시하였다. 초등학교 교육 과정과 연계된 프로그램은 아니기 때문에 비교 집단 없이 실험 집단에만 10차시 STEAM 수업을 진행하였다. 수업이 진행되기 전 과학 탐구 능력, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도에 대한 검사를 실시하였다. 10차시의 STEAM 수업이 진행 된 후 동일한 검사지로 사후 검사를 실시하였다.

6. 자료 분석

사전·사후 검사 자료는 t-검정으로 통계처리 하였다. 통계의 숫자는 소수 둘째자리까지 제시하였고 유의성 검증의 진단기준은 $p < .05$ 수준에서 판정하였다. 수업 만족도 검사는 Likert 척도를 통한 검사 결과 평균을 산술적으로 계산하였다.

IV. 연구 결과 및 고찰

1. STEAM 프로그램 개발 내용

‘Y’자 반복 나무 모형을 주제로 한 STEAM 수업은 총 10차시로 구성되어 있으며 본 프로그램의 각 차시별 STEAM 구성요소 및 주요 내용은 <표 IV-1>와 같다.

<표 IV-1> STEAM 프로그램의 차시별 구성

준거	모	차	학습목표	활동내용	STEAM 요소
상황 제시	1	프랙탈 구조의 의미와 식물에서 프랙탈 구조가 나타나는 사례를 알아봅시다.	① 프랙탈 구조의 의미 알아보기 SAM ② 식물에서 프랙탈 구조가 나타나는 사례 알아보기 S A	S 식물에서 프랙탈 구조 찾아보기	
				A 식물에서 프랙탈 구조가 나타나는 사례 찾아 발표하기	
				M 프랙탈 구조의 규칙 알아보기	
창의적 설계	2	프랙탈 구조를 이해하고 프랙탈 카드를 만들어 봅시다.	① 프랙탈 구조의 특징 알아보기 S ② 프랙탈 카드 만들기 STEAM	S 프랙탈 구조 이해하기	
				T 다양한 프랙탈 카드 제작하기	
				E 프랙탈 카드 모형 설계하기	
				A 프랙탈 카드의 특징 이야기하기 프랙탈 카드 모형 아름답게 꾸미기	
				M 프랙탈 구조의 특징 이해하기	

“Y” 구조의 나무 모형 만들기	3 ~ 4	3D 프린터에 대하여 알아보고 제작할 “Y”자 구조의 나무 모형을 구체적으로 그려봅시다.	① 3D프린터 알아보기 S A ② “Y”자 구조의 나무 모형 그려보기 S E A M	S	3D프린터의 기능 알아보기 “Y”자 모양의 나무 구조 알아보기
				E	“Y”자 모양의 나무 구조 그려보기
				A	제작할 “Y”자 모양 나무의 구조 꾸미기
				M	전체와의 비율을 고려하여 제작할 모형 그려보기
“Y”자 구조의 나무 모형 만들기	5 ~ 8	“Y”자 구조의 나무 모형을 3D로 모델링하여 봅시다.	① Tinkercad 프로그램 활용 방법 알아보기 S E ② 3D프린터로 제작할 “Y”자 구조의 나무 모형 모델링하기 S E A	S	Tinkercad 프로그램 활용방법 알아보기
				E	3D로 프린팅 할 나무의 구조 설계하기
				A	나무의 구조 모형 디자인하기
				M	비율을 생각하며 모형만들기
산출물 전시회 및 평가	9	“Y”자 구조의 나무 모형을 3D로 프린팅하여 봅시다.	① 3D프린터로 “Y”자 구조의 나무 모형 출력해보기 T E	T	모델링 변환 프로그램 실행하기
				E	3D프린터로 산출물 출력하기
산출물 전시회 및 평가	10	산출물 전시회를 열어봅시다.	① “Y”자 구조의 나무 모형 전시회 열기 S A ② 전시회 작품 평가하기 S A	S	나무의 프랙탈 구조 이해하기
				A	제작한 모형 특징 설명하기

본 STEAM 프로그램은 식물에서 프랙탈 구조를 발견하여 프랙탈 구조의 특징을 파악하고 이를 활용하여 창의적인 산출물을 설계, 제작할 수 있도록 하

었다. 이를 통해 학생들은 3D 프린팅 산출물을 만들고, 이를 친구들과 쉽게 공유할 수 있도록 하였다. 전체적인 프로그램은 상황 제시(1차시분), 창의적 설계(8차시분) 및 감성적 체험 단계(1차시분)로 구성된 총 10차시로 구성하였다.

1차시에서는 일상생활에서 쉽게 관찰할 수 있는 식물의 관찰 경험을 공유한 후 프랙탈 구조의 의미와 특징을 알아본다.

2차시에서는 프랙탈 카드를 만들어본다. 이 활동은 신기한 모습을 한 카드를 만드는 것이 목적이 아니라 학생들이 프랙탈 구조를 이해하는데 목적이 있음을 알게 주의해서 지도해야 한다는 점이다.

3차시에서는 3D 프린터로 제작한 건축물을 살펴보고 동기를 유발시키고 3D 프린터의 기능과 특징을 알아본다. 3D 프린터로 할 수 있는 것은 무엇이 있는지 상상해보고 서로의 생각을 공유하며 확산적 사고와 긍정적인 의사소통을 할 수 있는 시간을 제공한다.

4차시에서는 나무의 모습을 살펴보고 나무의 모습 속에 숨어 있는 프랙탈 구조를 찾아보는 활동을 한다. 나무의 모습과 유사한 대문자 Y를 반복하여 나무모형을 그려본다. 서로 다른 결과물을 관찰하며 그 까닭을 이야기해 본다.

5~6차시에서는 3D 모델링 프로그램 사용법을 익혀본다. 웹에 기반한 프로그램으로 초등학생들도 쉽게 따라할 수 있는 모델링 프로그램이다.

7~8차시에서는 4차시에 그려보았던 Y자 나무모형을 3D 모델링 프로그램으로 제작해본다. 모델링을 하는데 개인별 시간차가 발생할 수 있기 때문에 활동을 먼저 끝내 친구들은 다른 친구들의 모델링을 하는데 도우미활동을 할 수 있도록 지도한다.

9차시에서는 모델링된 파일을 3D 프린터를 통해 출력해보는 활동을 해본다. 결과물이 나오는데 시간이 오래 걸릴 수 있기 때문에 수업시간외에 쉬는 시간도 활용하여 개인별 산출물을 프린트해본다.

10차시에서는 9차시에 제작한 Y자 반복 나무모형 산출물을 발표한다. 또한 친구들끼리 산출물을 공유할 수 있는 시간을 제공한다. 자세한 각 차시별 교수·학습 과정안은 <부록 1>에 제시하였다.

2. STEAM 프로그램 적용 결과

가. 기초 탐구 능력

본 프로그램이 학생들의 기초 탐구 능력에 미치는 영향을 알아보기 위해 실험 집단의 사전·사후 검사 결과를 <표 IV-2>에 제시하였다.

<표 IV-2> 기초 탐구 능력에 관한 사전·사후 비교 결과

영역	사전 검사		사후 검사		사전-사후 비교	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
관찰	.47	.50	.47	.50	-.575	1.000
분류	.61	.49	.53	.50	-.276	.182
측정	.67	.47	.57	.50	-.903	.163
추리	.36	.48	.52	.50	3.177	.051
예상	.54	.50	.58	.50	-1.349	.442

본 프로그램을 적용한 실험 집단의 사전·사후 검사 결과, 모든 영역에서 유의미한 차이가 없었다. 이러한 결과는 STEAM 활동이 기초 탐구 능력의 유의미한 향상을 이끌어냈다는 채회인과 노석구(2013)의 연구 결과와 상반된다.

그러나 과학 기반 STEAM을 적용한 과학 수업이 초등학생들의 과학 수업에 대한 관심과 흥미를 향상시킬 수는 있으나 기초 탐구 능력의 향상에는 효과적이지 않다는 허소윤(2014)의 연구 결과와는 일치한다.

이것은 연구자가 개발한 STEAM 프로그램에서는 과학 수업에 대한 학생들의 흥미를 유발시킬 수 있는 다양한 소재를 투입하였으나 일반적인 과학 수업과 비교하여 기초 과학 탐구 능력을 더욱 향상시킬 수 있는 활동은 적었다고 생각된다. 따라서 기초 탐구 능력을 더욱 더 향상시킬 수 있도록 프로그램의 내

용을 보완할 필요가 있다.

나. 창의적 문제해결력

연구자가 개발한 STEAM 프로그램이 학생들의 창의적 문제해결력에 미치는 영향을 알아보기 위해 실험 집단의 사전·사후 검사 결과를 제시하였다<표 IV-3>.

<표 IV-3> 창의적 문제해결력에 관한 사전·사후 비교 결과

영역	사전 검사		사후 검사		사전-사후 비교	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
특정 영역의 지식과 기능	2.52	1.22	3.52	.74	-6.844	.000***
확산적 사고	2.96	1.22	3.59	.85	-5.213	.000***
비판적 사고	3.24	1.16	3.88	.81	-1.837	.000***
동기적 요소	3.59	1.16	3.91	.88	-1.730	.001**

** $p < .01$, *** $p < .001$

<표 IV-3>과 같이 창의적 문제해결력에 대한 사전·사후 비교 결과, Y 반복 구조 프랙탈과 관련하여 3D 프린터 활용 STEAM 프로그램을 적용한 수업을 진행한 결과 학생들의 창의적 문제해결력 신장에 도움을 주었다는 것을 알 수 있다.

본 연구에서 적용된 STEAM 프로그램이 반복 구조를 찾아보며 프랙탈 구조를 이해하는 과정에서 ‘특정 영역의 지식·사고기능·기술의 이해 및 숙달여부’ 영역에서 유의미한 변화를 나타냈다.

확산적 사고 영역에서 유의미한 차이가 나타난 이유는 3D 프린터를 사용하여

반복 구조물을 만들어 내기 위해 활동을 하면서 자신의 호기심이 충족되고, 자신의 생각을 말하며, 친구들과 개방적인 자세로 문제에 대해 의사소통 하는 활동을 하였기 때문으로 보인다. 산출물을 만들어 내는 과정 속에서 서로의 의견이 맞지 않는 부분도 있었을 것이고, 서로의 생각이 모순되는 상황 등을 해결해 나가는 과정에서 확산적 사고를 활용한 결과라고 생각된다.

비판적 사고 영역에서 유의미한 변화가 생긴 이유는 3D 모델링을 하고 산출물을 만드는 과정 속에 친구들의 아이디어나 결과물이 대해 판단하고, 그렇게 판단한 이유를 다른 친구들과 함께 공유하고 검토하는 과정에서 향상된 것으로 여겨진다. 이 과정에서 학생들은 자신의 생각에 대해 합리적이고 논리적으로 생각할 수 있는 시간을 가졌고, 산출물을 만들 때나 어려움에 닥쳤을 때 과제 해결에 대한 대안을 제시하기도 하였다.

또한 수업시간에 접하지 못했던 3D 프린터를 통해 자신이 직접 구조물을 생산해 내는 과정은 학생들의 동기를 유발시켜 자신의 과제를 끝까지 수행하는데 도움을 주었다고 생각된다.

이러한 결과는 STEAM 교육 프로그램이 초등학생들의 창의적 문제해결력에 긍정적인 효과가 있다는 조보람과 이정민(2013)의 연구 결과와 일치하며 김문경(2013)이 초등과학에서 STEAM 프로젝트 학습이 학생들의 창의적 문제해결력 향상에 긍정적인 영향을 주었다고 보고한 결과와도 일치한다.

전체적으로 본 연구 결과는 자신들이 직접 3D 모델링하고 프린팅 하는 활동이 학생들의 사고의 범위를 넓혀주어 창의적 문제해결력 신장에 도움을 준 것으로 보인다.

다. 과학적 태도

Y 반복 나무 모형에 대한 3D 프린터 활용 STEAM 프로그램이 학생들의 과학적 태도에 미치는 효과를 알아보기 위해 실험 집단의 사전·사후 검사 결과를 <표 IV-4>에 제시하였다.

<표 IV-4> 과학적 태도에 관한 사전·사후 비교 결과

영역	사전 검사		사후 검사		사전-사후 비교	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
호기심	3.39	1.19	3.69	.88	-2.109	.038*
개방성	3.19	1.18	3.58	.83	-2.662	.010*
비판성	3.03	1.16	3.50	.79	-3.685	.000***
협동성	3.50	1.05	3.51	.80	-.127	.899
자진성	3.24	1.16	3.67	.79	2.913	.005**
끈기성	3.19	1.15	3.57	.82	-2.910	.005**
창의성	3.04	1.13	3.50	.79	3.382	.001**

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

검사를 실시한 과학적 태도 하위 요소 7개 중 협동성 영역을 제외한 나머지 영역에서 유의미한 변화를 보였다.

이는 STEAM 교육이 과학적 태도에 영향을 미치고, 결과적으로 학생들의 과학적 태도를 높이는데 효과적이라는 박혜원, 신영준(2012)의 연구 결과와 일치하고 있으며, 채희인, 노석구(2013)가 STEAM 활동은 초등학생들의 과학에 대한 태도의 전 영역에 걸쳐서 영향을 미친다고 보고한 것과 유사하다.

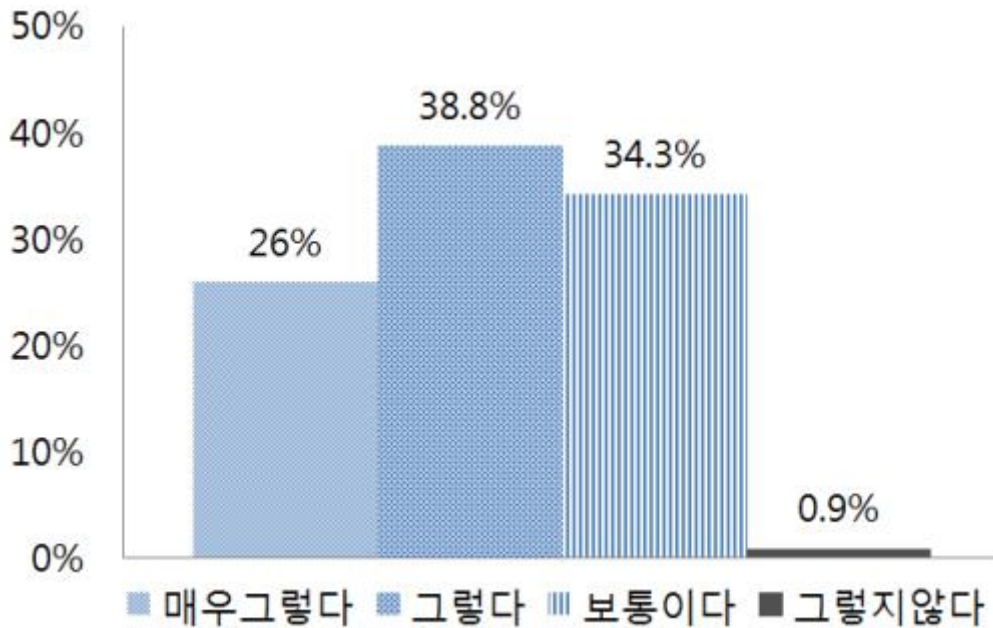
호기심 영역에서 유의미한 향상을 보인 것은 프랙탈 구조 및 3D 프린터라는 소재가 학생들에게 흥미를 유발하며 도전적으로 과제를 수행하는데 유효한 내용이었다고 생각된다. 산출물을 제작할 때 개방적인 사고로 접근하여 다양한 산출물을 만들어내고 탐구하는 과정에서 친구들과 개방적인 의사소통을 하며 친구들의 아이디어에 대해 그 증거를 요구하는 과정 등을 하였기 때문으로 보인다. 또한 식물들에게서 발견되는 반복되는 구조를 통해 프랙탈 구조를 이해하고 그 내용을 바탕으로 창의적인 산출물을 만들어 보는 과정이 창의성 영역의 유의미한 향상을 가져온 것으로 추측된다.

협동성 영역에서만 유의미한 변화가 발생하지 않은 것으로 분석되었다. 3D 모델링을 하는 과정에서 모둠활동 보다 개별적으로 구조물을 모델링하여 출력

하는 활동이 이루어졌기 때문으로 분석된다. 모델링을 하는 과정에서 서로 기술적인 도움을 주고받을 수 있으며 산출물을 만들어 낸 후에 모듬원 전체적인 합작품을 만들어볼 수 있게 하는 등의 지도가 필요하다.

라. 프로그램 만족도 검사 결과

본 연구에 참여한 학생들의 STEAM 수업 만족도를 조사한 결과는 [그림 IV-1]에 나타내었다. 만족도 검사의 자세한 결과는 <부록 5>에 제시하였다.



[그림 IV-1] 만족도 검사 결과

‘Y’ 반복 나무 모형에 대한 3D 프린터 활용 STEAM 프로그램에 대한 실험 집단 학생들의 만족도를 조사한 결과, 학생들의 STEAM 프로그램 만족도는 78%로 나타났다.

만족도 점수가 높게 나온 문항은 1번 문항 ‘나는 과학 수업이 재미있어졌다.’ 5번 문항 ‘나는 과학 관련 책이나 글을 읽는 것이 좋아졌다.’ 9번 문항 ‘나는 배운 내용을 실생활과 연관 지으려고 노력하였다.’ 14번 문항 ‘나는 다른 친구들에게 나의 아이디어를 표현하였다.’ 17번 문항 ‘나는 실패하는 것을 두려워하지 않고, 도전의식이 생겼다.’ 문항이었다.

만족도 점수가 낮게 나온 문항은 4번 문항 ‘나는 과학기술에 대한 관심이 생겼다.’ 8번 문항 ‘나는 한 가지 문제를 다양하게 생각해보았다.’ 18번 문항 ‘나는 과학기술 분야와 관련된 직업에 대한 관심이 생겼다.’ 문항이었다.

과학 수업이나 과학 관련에 대한 관심은 대체로 높아졌으며 실생활에 배운 내용을 연관시키려는 변화를 보인 반면 과학기술에 대한 변화는 대체로 낮게 나타났다. 과학과 과학기술 사이에 학생들이 느끼는 차이를 조사하여 과학 전반에 걸쳐 긍정적인 만족이 일어나도록 지도할 필요가 있어 보인다.

V. 결론 및 제언

1. 결론

본 연구는 초등학교 6학년 학생을 대상으로 Y 반복 프랙탈 디자인을 주제로 한 STEAM 수업이 학생들의 과학 탐구 능력, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도에 미치는 영향을 확인하고자 하였다. STEAM 수업 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 본 연구에서 개발한 STEAM 프로그램은 초등학교 6학년 학생들을 대상으로 Y 반복 식물의 프랙탈 디자인을 관련 주제로 3D 프린터를 사용하여 STEAM 교육을 할 수 있도록 개발하였다. 교육현장에서는 프로그램의 내용을 현장의 상황에 맞게 재구성하여 활용할 수 있을 것이다.

둘째, 식물의 프랙탈 디자인 STEAM 프로그램은 학생들의 과학 탐구 능력 향상에 영향을 주지 못하였다. 본 프로그램이 초등학교 6학년 과학과 교육과정에서 이루어지고 있는 학습 내용과 비교하였을 때 과학 탐구 능력에 유의미한 차이를 이끌어낼 정도의 요소가 부족했던 것으로 보인다.

셋째, 본 연구에서 개발 및 적용한 STEAM 프로그램은 학생들의 창의적 문제해결력 향상에는 유의미한 효과가 있었다. 주어진 문제를 해결하는 과정에서 자신의 호기심을 충족시킬 수 있도록 여러 가지 산출물을 설계 및 제작하는 활동이 학생들의 창의적 문제해결력 향상에 긍정적인 영향을 준 것으로 생각된다.

넷째, 본 연구의 STEAM 프로그램은 학생들의 과학적 태도에 효과적인 것으로 나타났다. 학생들이 주도적으로 참여하여 해결할 수 있는 활동이 많이 포함되어 지루하지 않게 학습활동에 참여할 수 있으며, 친구들과의 의견 교류와 감성적 체험과정을 통해 학생들의 과학적 태도가 향상된 것으로 분석된다.

마지막으로 STEAM 프로그램에 대한 수업 만족도는 전반적으로 높았다. 직접 체험하는 활동들이 학생들의 흥미를 유발하여 만족도에 긍정적인 영향을 준 것이라 생각된다.

2. 제언

본 연구 결과를 토대로 후속 연구를 위해 몇 가지 제언을 하면 다음과 같다.

첫째, 초등학교 학생들에게 프랙탈은 어렵게 다가올 수 있는 주제일 수 있다. 하지만 프랙탈 구조가 우리 일상 속에서 아주 쉽게 발견되는 모습이며 과학에서 뿐만 아니라 수학, 미술, 음악 등 학교에서 배우는 여러 교과에서 적용하여 학생들의 흥미를 유발시킬 수 있는 주제임은 분명하기에 프랙탈 구조와 관련된 다양한 주제의 STEAM 프로그램이 개발되어야 한다.

둘째, 3D 프린터는 더 이상 영재수업 같은 특수한 집단에서만 다룰 수 있는 주제가 아니라고 생각된다. 적은 예산으로 학교 현장에서도 구비하여 일반학생들을 대상으로 수업이 가능할 수 있도록 인프라가 구축되고 있기 때문에 초등학교 전학년을 대상으로 진행할 수 있는 3D 프린터를 활용한 STEAM 프로그램이 개발 및 적용될 필요가 있다.

셋째, STEAM 프로그램을 학교 현장에서 적용할 때에는 학생들에게 단순히 흥미를 유발하고 호기심을 충족시켜주는 수업으로 끝날 것이 아니라 과학적 소양을 키우는 과학 교육의 본질적인 목적을 달성하는데 초점을 맞추고 개발되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 고은혁, 홍승호(2015). 초등과학 생태계 학습을 위한 자연놀이 활용 STEAM 프로그램의 개발 및 적용 효과. 생물교육, 43(4), 368-380.
- 고재령(2016). 3D 프린터를 활용한 중학교 미술 교수-학습 유형 연구. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 권진희, 이성희, 이상원(2017). 전통생태지식을 활용한 초등 STEAM 환경교육 프로그램 개발 및 적용. 학습자중심교과교육연구, 17(2), 99-119.
- 김남희(2015). STEAM 교육 접근에 의한 발명활동이 유아의 창의성 및 과학적 문제해결력에 미치는 영향. 한국유아교육학회, 2015, 495.
- 김맹범(2017). 내진설계를 주제로 한 STEAM 프로그램이 초등학생들의 창의적 문제해결력 및 STEAM 태도에 미치는 효과. 제주대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김맹범, 양지혜, 홍승호(2016). 초등과학 영재학생을 대상으로 한 내진 설계 STEAM 프로그램의 효과. 에너지기후변화교육학회, 6(1), 41-53.
- 김문경(2013). 초등과학에서 융합인재교육 프로젝트 학습이 학생의 창의적 문제해결력 및 학업성취도에 미치는 효과. 과학교육연구지, 37(3), 562-572.
- 김민철(2013). 미국의 STEM 교육 정책과 한국의 STEAM 교육 정책의 비교. 전남대학교 대학원 석사학위논문.
- 김세홍(2013). 프랙탈과 무한 수열에 관한 연구. 조선대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김양수(2017). 프랙탈 기하학의 조형원리를 적용한 3D 프린팅 패션소재 연구: 패션소재의 기본조직 응용을 중심으로. 이화여자대학교 대학원 박사학위논문.
- 김진수(2012). STEAM 교육론. 양서원.
- 박혜원, 신영준(2012). 융합인재교육(STEAM)을 적용한 과학수업이 자기효능감, 흥미 및 과학 태도에 미치는 영향. 생물교육, 40(1), 132-146.
- 박화운(2009). 중학교 수학교육과정에서의 프랙탈 기하이론 활용방안 연구. 강원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 백은진(2016). STEAM(융합인재교육) 중심의 과학 수업이 초등학생의 과학적 창의성 및 과학적 태도에 미치는 영향. 광주교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 오명석(2016). STEAM을 적용한 과학 수업이 초등학교 5학년 학생의 과학 탐

- 구 능력과 과학 관련 태도에 미치는 영향. 공주대학교 교육정보대학원 석사학위논문.
- 우용배, 홍승호(2016). “생물과 환경” 단원 학습을 위한 생태놀이 자료와 STEAM 프로그램의 개발 및 적용 효과. 생물교육, 44(3), 523-537.
- 유동욱, 한석민, 김동환, 손영준(2014). 3D 프린터 이해 및 교육적 활용 방안. 한국교육학술정보원.
- 이다영(2013). 프랙탈을 활용한 색채 교수학습 개발 - 초등학교 5,6학년을 중심으로 -. 단국대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 이재분(2012). 초·중등 영재학급 및 영재교육원의 융합인재교육(STEAM) 적용 방안 연구. 한국교육개발원.
- 이정서(2016). 초등영재를 위한 3D 프린팅 활용 STEAM 프로그램 개발. 대구 교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 이종학, 윤마병, 류성립, 김학성(2017). 디자인을 활용한 초·중등 융합교육 프로그램 개발. 한국융합학회논문지, 8(10), 173-183.
- 전지현, 김동호(2017). 창의적 문제해결력 향상을 위한 인포그래픽과 3D 모델링을 활용한 STEAM 프로그램 개발. 정보교육학회논문지, 21(1), 67-76.
- 조보람, 이정민(2014). 융합인재교육(STEAM)이 초등학생의 창의성과 학습몰입에 미치는 효과. 학습자중심교과교육연구, 14(9), 87-105.
- 조향숙(2012). 현장 적용 사례를 통한 융합인재교육(STEAM)의 이해. 한국교육개발원.
- 조현탁(2016). 2009 개정교육과정에 따른 STEAM 교육 프로그램이 초등학생의 과학적 탐구능력과 태도 변화에 미친 영향. 대구교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 채희인, 노석구(2013). STEAM 활동이 초등학생의 과학탐구능력 및 과학에 대한 태도에 미치는 영향. 과학교육연구지, 37(3), 417-433.
- 최종문(2015). STEAM 교육 프로그램이 초등 과학영재학생과 일반학생의 과학 창의적 문제해결력과 과학 학습 흥미도에 미치는 영향. 대구교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 한국과학창의재단(2015). 2015 STEAM 프로그램 개발 계획에 대한 만족도 검사지. 한국과학창의재단.
- 허소운(2014). 과학 기반 STEAM을 적용한 과학 수업이 초등학생들의 과학 관련 태도 및 과학탐구능력에 미치는 영향. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.

Yakman, G. (2006). STEAM pedagogical commons for contextual learning.
Unpublished class paper for EDCI 5774, Virginia Tech.

A B S T R A C T

The Development and Application Effects of STEAM Program for Tree Model Fractal Dstructure using 3D Printer

Han, Ji-Sang

Major in Elementary Science Education, Graduate School of Education, Jeju National University

Supervised by professor Hong, Seung-Ho

The purpose of this study is to investigate the effect of 3D printer STEAM program on the science inquiry ability, creative problem-solving ability and scientific attitude of elementary school students. For this purpose, the STEAM program was developed based on the STEAM education standard consisting of the situation presentation, the creative design, and the emotional experience so that the 3D printer and the fractal structure can be learned in a convergent manner and applied to the sixth grade students of elementary school.

As a result, the creative problem-solving ability and scientific attitude of the group applying the program showed a significant

improvement in the post-test than the pre-test. This means that the STEAM program using 3D printer developed in consideration of the characteristics of elementary students positively influenced the creative problem-solving ability and scientific attitude of elementary school students. In future, the STEAM programs on the theme of fractal structure and 3D printer need to be developed more variously. And it seems necessary to apply it to the elementary school field.

Key words : STEAM, fractal structure, 3D printer, creative problem-solving ability, scientific attitude

부 록

<부록 1> STEAM 프로그램 교수·학습 과정안 및 학습지

<부록 2> 기초 탐구 능력 검사 도구

<부록 3> 창의적 문제해결력 검사 도구

<부록 4> 과학적 태도 검사 도구

<부록 5> 프로그램 만족도 검사

<부록 6> 프로그램 활동 모습

<부록 1> STEAM 프로그램 교수·학습 과정안 및 학습지

□ 교수·학습 지도안

모 들	프랙탈 구조의 의미 알아보기	차 시	1/10	대 상	초등학교 6학년	
학습주제	프랙탈 구조의 의미와 식물에서 프랙탈 구조가 나타나는 사례 알아보기			학습형태	전체-소집단	
학습목표	프랙탈 구조의 의미와 식물에서 프랙탈 구조가 나타나는 사례를 알아봅시다.			STEAM 준 거	상황제시	
STEAM 요 소	S	식물에서 프랙탈 구조 찾아보기				
	A	식물에서 프랙탈 구조가 나타나는 사례 찾아 발표하기				
	M	프랙탈 구조의 규칙 알아보기				
학습자료	교사	ppt 자료(학습안내), 프랙탈 구조가 나타난 식물의 사진, 동영상자료				
	학생	학습지				
학습 단계	학습 과정	교수·학습 활동			시간 (분)	자료(□) 및 유의점(■)
도입	동기유발	◎ 궁금이의 농장체험 이야기			8'	□브로콜리 (브로콜리가 준비되지 않는 경우 사진 준비하기)

<p>학습 문제 파악하기</p>	<p>궁금이는 지난 주말에 부모님과 함께 주말농장에 찾아가서 브로콜리를 수확하였습니다. 직접 재배한 브로콜리를 수확한 궁금이는 신이 나서 엄마와 함께 브로콜리를 이용한 맛있는 음식을 만들기로 합니다. 엄마를 도와주기 위해 브로콜리를 작은 조각으로 뜯어내던 궁금이는 이상하고 신기한 점을 발견하게 되었습니다. 자신이 뜯어낸 작은 브로콜리 조각과 처음에 농장에서 가져온 큰 브로콜리의 모습이 크기만 다를 뿐 똑같은 모습을 하고 있었기 때문입니다. 궁금이는 브로콜리처럼 서로 같은 모양을 가진 식물이 더 있지는 않을까 궁금해졌고 직접 찾아보기로 생각을 하였습니다.</p>	
<p>학습 순서 확인하기</p>	<p>궁금이는 주말농장 체험을 통해 무엇을 궁금하게 여기게 되었나요? - 처음 브로콜리의 모습과 작게 뜯어낸 브로콜리의 모습이 크기만 다를 뿐 같은 모습을 하고 있는 것을 발견하고 다른 식물에도 이와 같은 현상이 있을지 궁금해 졌습니다.</p> <p>• 프랙탈 구조의 의미와 식물에서 프랙탈 구조가 나타나는 사례가 있는지 알아봅시다.</p>	
	<p>◎ 학습문제 확인하기</p>	
	<p>프랙탈 구조의 의미와 식물에서 프랙탈 구조가 나타나는 사례를 알아보자</p>	
	<p>▣ 학습 활동 안내 【활동1】 프랙탈 구조의 의미 알아보기 S A M</p>	
	<p>【활동2】 식물에서 프랙탈 구조가 나타나는 사례 알아보기 S A</p>	

전개	<p>① 프랙탈 구조의 규칙 알아보기</p>	<p>【활동1】 프랙탈 구조의 의미 알아보기 S A M</p> <p>○ 프랙탈 구조의 의미 알아보기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 프랙탈 구조의 의미를 알아보시다. <ul style="list-style-type: none"> - (EBS 동영상을 시청하며 프랙탈 구조의 의미를 알아본다.) • 시에르핀스키 삼각형, 코흐 곡선을 살펴봅시다. 어떤 특징이 있습니까? <ul style="list-style-type: none"> - 같은 모양이 반복되고 있습니다. - (같은 모형이 반복되는 과정에서 생기는 또 다른 모형에 대해 살펴봄과 프랙탈 구조의 의미를 이해한다.) • 세부 구조가 전체 구조를 반복하는 형태를 프랙탈이라고 합니다. 무질서해 보이지만 그 속에 규칙이 있어야 합니다. 	12'	<p>□ EBS 동영상 (http://clipbank.ebs.co.kr/clip/view.jsessionid=MGvdTvzoa0LNHTKstxZ1Mg71ZRxYXN5TjY71CzgAdxrdfoHglwa1Nx26aJvdtf6.eemwas02_servlet_engine4?clipId=VOD_20120411_00298)</p> <p>□ 시에르핀스키 삼각형, 코흐 곡선 사진 자료</p> <p>□ 학습지</p>
전개	<p>② 식물에서 프랙탈 구조 찾아보기</p> <p>③ 식물에서 프랙탈 구조가 나타나는 사례 찾아 발표하기</p>	<p>【활동2】 식물에서 프랙탈 구조가 나타나는 사례 알아보기 S A</p> <p>○ 다양한 식물의 모습 살펴보기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 제시된 식물들의 사진(고사리, 나무, 잎사귀, 양배추, 엉겅퀴 등)을 보면서 프랙탈 구조가 나타나는 부분을 찾아봅시다. <ul style="list-style-type: none"> - 고사리 잎을 한줄기 떼어내서 살펴봐도 큰 고사리 전체 모습과 닮았습니다. - 나뭇가지가 뿔어 나가는 모습이 하나의 큰 나무와 닮았습니다. - 식물의 잎사귀 모습이 나무의 모습과 닮았습니다. 등 	15'	<p>□ 다양한 식물의 사진 자료</p> <p>■ 관찰한 내용을 바탕으로 자신의 생각한 대답을 할 수 있는 허용된 분위기를 조성한다.</p> <p>□ 학습지</p>
정리	정리하기 차시 예고하기	<p>○ 정리하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 프랙탈 구조의 특징을 정리하여 봅시다. <ul style="list-style-type: none"> - 부분과 전체가 똑같은 모습을 하고 있는 구조입니다. - 단순한 구조가 반복되면서 복잡하고 묘한 전체를 이루고 있는 구조입니다. <p>○ 차시 예고하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 프랙탈 구조를 이용하여 프랙탈 카드를 만들어 봅시다. 	5'	

식물의 형태에 숨겨진 프랙탈 구조
프랙탈 구조의 의미 알아보기

()초등학교 ()학년 ()반 이름()

- 프랙탈 구조의 의미를 정리하여 봅시다.

→

- 식물이 가지고 있는 프랙탈 구조를 찾아 정리해 봅시다.

식물	프랙탈 구조의 특징

모 들	프랙탈 구조의 의미 알아보기	차 시	2/10	대 상	초등학교 6학년
학습주제	프랙탈 구조를 이해하고 프랙탈 카드를 만들어보기	학습형태	전체-개별		
학습목표	프랙탈 구조를 이해하고 프랙탈 카드를 만들 어 봅시다.	STEAM 준 거	창의적 설계		
STEAM 요 소	S	프랙탈 구조 이해하기			
	T	프랙탈 카드 제작하기			
	E	프랙탈 카드 모형 설계하기			
	A	프랙탈 카드의 특징 이야기하기 프랙탈 카드 모형 아름답게 꾸미기			
	M	도면에 따라 프랙탈 카드 만들기			
학습자료	교사	프랙탈 카드 도면			
	학생	칼, 가위, 풀, 색연필			
학습 단계	학습 과정	교수·학습 활동		시간 (분)	자료(□) 및 유의점(■)
도입	동기유발	◎ 카드에 편지를 써서 다른 사람에게 주었던 경험 이야기 하기 • 친구나 혹은 부모님, 선생님께 편지를 썼던 경험이 있나요? 그 중 카드에 편 지를 써보았던 경험을 발표해 봅시다. - 크리스마스때 카드에 편지를 써서 친 구에게 주었던 기억이 있습니다. - 어버이날 때 카드를 만들어서 부모님 께 편지를 썼던 적이 있습니다. • 지난 시간에 배웠던 프랙탈구조를 활용 해서 여러분만의 멋진 카드를 만들어서 소중한 사람에게 편지를 써 봅시다. ◎ 학습문제 확인하기		3'	
	학습 문제 파악하기				
	학습 순서 확인하기	프랙탈 구조를 이해하고 프랙탈 카드를 만들어보자. ▣ 학습 활동 안내 【활동1】 프랙탈 구조의 특징 알아보기 S A 【활동2】 프랙탈 카드 만들기 S T E A M			
전개		【활동1】 프랙탈 카드의 특징 알아보기 S A		7'	

	<p>● 프랙탈 구조 이해하기</p> <p>▲ 프랙탈 카드의 특징 이야기하기</p>	<p>◎ 프랙탈 카드를 보며 특징 이해하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 선생님이 미리 만든 카드를 살펴보고 어떤 구조로 되어 있는지 이야기해 봅시다. <ul style="list-style-type: none"> - 접어진 카드를 펼쳐보니 입체적인 카드가 되었습니다. - 카드 내부에 사각형 모양이 입체적으로 나타나 있습니다. <p>◎ 다양한 프랙탈 카드를 보며 특징 알아보기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 선생님이 만들어온 또 다른 카드들을 보여주겠습니다. 이 카드들이 어떤 특징을 가지고 있는지 살펴보고 발표해 봅시다. <ul style="list-style-type: none"> - 사각형들이 반복되는데 멋진 모양을 하고 있습니다. - 또 다른 카드에는 삼각형만 있는데 모양이 특이하게 되어 있습니다. - 같은 모양이 반복해서 입체적으로 나타나 있습니다. • 지난 시간에 배웠던 프랙탈 구조를 기억해보면 선생님 만들어본 카드는 모두 같은 모양이 반복되면서 나타나는 프랙탈 구조를 하고 있다는 것을 알 수 있습니다. 	<p>□ 다양한 모양의 프랙탈 카드</p>
<p>전개</p>	<p>● 프랙탈 구조 이해하기</p> <p>● 프랙탈 카드 제작하기</p> <p>● 프랙탈 카드 모형 설계하기</p> <p>● 도면에 따라 프랙탈 카드 만들기</p> <p>● 아름답</p>	<p>【활동2】 프랙탈 카드 만들기 S T E A M</p> <p>◎ 프랙탈 구조를 생각하며 프랙탈 카드 만들기</p>	<p>25'</p> <p>□ 프랙탈 카드 동영상자료</p> <p>http://blog.naver.com/msecworld/130103163557</p> <p>■ 제작에 어려움을 느끼는 학생을 위해 프랙탈 카드 전개도를 나눠준다.</p>

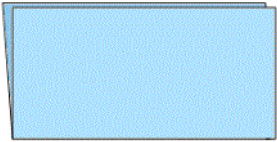
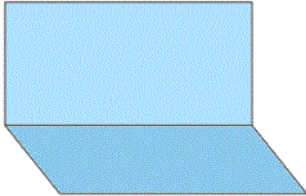
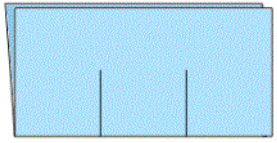
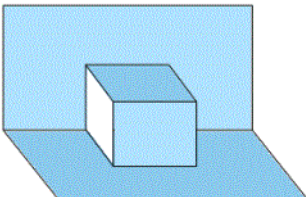
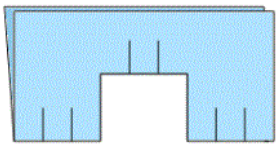
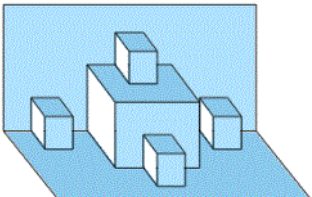
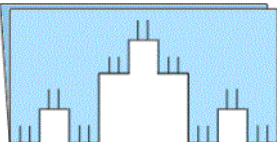
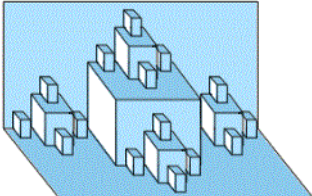
	게 꾸미기	<p>① 종이를 반으로 접는다.</p> <p>② 반으로 접은 선의 3등분점에서 높이의 반만큼 자른다. 가운데 부분을 접은 후 펴서 다시 안쪽으로 접어 올린다.</p> <p>③ 접은 선이 있는 곳마다 ②의 과정을 반복하여 자르고 접고, 펴서 안쪽으로 접어 올린다.</p> <p>④ ②,③과 같은 과정을 가능한 만큼 반복하여 펼친다.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 프랙탈 카드가 완성이 되면 걸면을 예쁘게 꾸며봅시다. • 꾸미기가 끝나면 소중한 사람에게 감사의 글을 적어봅시다. <ul style="list-style-type: none"> - 친구에게 사과의 편지를 써야겠습니다. - 아빠, 엄마에게 감사의 편지를 쓰겠습니다. 등 		
정리	정리하기 차시 예고하기	<p>◎ 정리하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 프랙탈 카드의 특징을 정리하여 봅시다. <ul style="list-style-type: none"> - 똑같은 모양이 크기만 달라지면서 반복되게 나타납니다. - 입체적으로 카드가 만들어져서 멋진 모습으로 만들 수 있습니다. 등 <p>◎ 차시 예고하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3D 프린터에 대해 알아보도록 합시다. 	5'	

식물의 형태에 숨겨진 프랙탈 구조

프랙탈 카드 만들기

()초등학교 ()학년 ()반 이름()

○ 프랙탈 카드 만드는 방법을 알아봅시다.

 <p>(1) 종이를 반으로 접는다. 오른쪽 그림은 펼친 모습이다.</p>	
 <p>(2) 접은 선의 3등분점에서 높이의 반만큼 자른다. 가운데 부분을 접은 후 펴서 다시 안쪽으로 접어 올린다.</p>	
 <p>(3) 접은 선이 있는 곳마다 (2)의 과정을 반복하여 자르고 접고, 펴서 안쪽으로 접어 올린다.</p>	
 <p>(4) (2),(3)과 같은 과정을 가능한 만큼 반복하여 펼친다.</p>	

모 들	“Y” 구조의 나무 모형 만들기	차 시	3/10	대 상	초등학교 6학년
학습주제	3D 프린터에 대하여 알아보기			학습형태	전체
학습목표	3D 프린터에 대하여 알아보시다.			STEAM 준 거	창의적 설계
STEAM 요 소	S	3D 프린터의 기능과 특징 알아보기			
	A	3D 프린터로 할 수 있는 것 상상해보기			
학습자료	교사	3d 프린터로 제작한 건축물 사진			
	학생				
학습 단계	학습 과정	교수·학습 활동		시간 (분)	자료(□) 및 유의점(■)
도입	동기유발 학습 문제 파악하기 학습 순서 확인하기	<p>◎ 3D 프린터로 제작한 건축물 살펴보기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 여러분이 알고 있는 건축물들은 주로 무엇으로 만드나요? - 나무로 만들어요. - 시멘트나 벽돌로 만듭니다. - 큰 건물은 철로 큰 뼈대를 만들고 짓는 것을 본 적이 있습니다. 등 • 지금 보여주는 건축물은 네덜란드에 있는 EU 의장국 건물입니다. 여러분이 보기에 무엇으로 만든 것 같나요? - 시멘트로 만든 것 같아요. - 플라스틱으로 만든 것 같아요. 등 • 이 건축물은 3D 프린터와 바이오 플라스틱으로 만들어진 건축물이라고 합니다. 오늘은 여러분에게 생소하게 들릴 수 있는 3D 프린터에 대해 알아보도록 하겠습니다. <p>◎ 학습문제 확인하기</p> <p>3D 프린터에 대하여 알아보자.</p> <p>■ 학습 활동 안내 【활동1】 3D 프린터의 기능과 특징 알아보기 S 【활동2】 3D 프린터로 할 수 있는 것 상상해보기 A</p>		5'	□ 3d 프린터로 제작된 건축물 사진 http://hanulsoblog.com/220595776052

전개	<p>⑤ 3D 프린터란 무엇인지 알아보기</p>	<p>【활동1】 3D 프린터의 기능과 특징 알아보기 ⑤</p> <p>◎ 3D 프린터의 출력방식 및 종류 알아보기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3D 프린터의 원리에 대해 알아보시다. <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>3D 프린터의 기본 원리는 2D 프린터와 비슷하지만 잉크 대신 여러 가지 소재를 활용하여 적층 방식으로 쌓아 입체적인 구조물을 출력하는 것입니다. 즉 한층 한층 쌓아가는 방식으로 출력하는 프린터 기기를 말합니다.</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> • 3D 프린터란 무엇일까요? <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>컴퓨터 모니터 속의 3D 입체 모델링을 손으로 만질 수 있게, 모양 그대로 출력해내는 기계를 말합니다. 쉽게 말해 우리 머릿속에 있는 모형을 가장 빠른 시간 안에 만져 볼 수 있게 해주는 장비입니다.</p> </div>	15'
전개	<p>④ 3D 프린터로 할 수 있는 것 상상해 보기</p>	<p>【활동2】 3D 프린터로 할 수 있는 것 상상해 보기 ④</p> <p>◎ 3D 프린터의 다양한 활용 사례 알아보기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3D프린터를 어떻게 활용할 수 있을까요? <ul style="list-style-type: none"> - 장난감을 쉽게 만들 수 있을 것 같아요. - 생활에서 사용할 수 있는 다양한 도구들을 만들 수 있어요. • 여러분은 3D 프린터로 무엇을 만들고 싶은지 발표해 봅시다. <ul style="list-style-type: none"> - 필통, 핸드폰 거치대, 이름표 등. 	15'
정리	<p>정리하기</p> <p>차시 예고하기</p>	<p>◎ 정리하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3D 프린터가 무엇인지 여러분이 이해한 것을 발표해 봅시다. <ul style="list-style-type: none"> - 우리가 생각한 것을 한층 한층 쌓아가면서 실제로 출력해주는 프린터기입니다. <p>◎ 차시 예고하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 다음 시간에는 프랙탈 구조를 생각하며 나무 모형을 그려보도록 하겠습니다. 	5'

식물의 형태에 숨겨진 프랙탈 구조

3D 프린터로 만들고 싶은 물건 상상해서 그리기

()초등학교 ()학년 ()반 이름()

- 3D 프린터로 여러분이 만들고 싶은 물건에 대해 그려보고 소개를 해 봅시다.



모 들	“Y” 구조의 나무 모형 만들기	차 시	4/10	대 상	초등학교 6학년
학습주제	“Y” 자 구조의 나무 모형 그려보기			학습형태	전체
학습목표	“Y” 지를 반복하여 나무 모형을 그려봅시다.			STEAM 준 거	창의적 설계
STEAM 요 소	S	“Y”자 모양의 나무 구조 알아보기			
	E	“Y”자 모양의 나무 구조 그려보기			
	A	제작할 “Y”자 모양 나무의 구조 꾸미기			
	M	전체와의 비율을 고려하여 제작할 모형 그려보기			
학습자료	교사	프랙탈 구조를 나타내는 나무사진, ppt 설명자료			
	학생	도화지, 자, 각도기			
학습 단계	학습 과정	교수·학습 활동		시간 (분)	자료(□) 및 유의점(■)
도입	동기유발	◎ 나무 사진 살펴보기 • 우리가 첫 시간에 배웠던 프랙탈 구조를 생각하며 사진 속 나무와 나뭇가지를 살펴봅시다. - 나무의 전체 모습과 나뭇가지들의 모습이 비슷해 보입니다. • 나뭇가지를 보면 알파벳 중 어떤 철자와 닮았나요? - 대문자 Y를 닮은 것 같습니다. • 이번 시간에는 대문자 Y만을 사용해서 다양한 나무 구조를 그려보도록 하겠습니다.		5'	□ 프랙탈 구조가 선명한 나무 사진
	학습 문제 파악하기	◎ 학습문제 확인하기			
	학습 순서 확인하기	“Y” 자를 반복하여 나무 모형을 그려보자. ■ 학습 활동 안내 【활동1】 “Y” 자 나무모형 그리는 방법 S M 【활동2】 “Y” 자 나무모형 그리기 E A M			
전개		【활동1】 “Y” 자 나무모형 그리는 방법 S		10'	□ PPT 자료

	<p>● M “Y”자 나무모형 그리는 방법</p>	<p>◎ Y 자를 반복하여 그리는 방법 알아보기</p> <p>① 자신이 그려나갈 기본이 될 “Y”자를 그립니다.</p> <p>② Y’ 자의 각각 세 직선의 길이와 위부분이 서로 벌어진 정도는 모두 학생개인이 자유롭게 선택하여 그릴 수 있습니다.</p> <p>③ 다음 Y자를 그릴 때에는 크기를 변화시키며 이어 그립니다. 이 때 크기가 커지거나 줄어든 때 처음 기본이 된 Y자와 같은 비율로 그려야 합니다.</p> <p>④ 준비된 자와 각도기를 이용하여 그려 나갑니다.</p>		<p>■ 학생들이 이해하기 쉽도록 교사가 직접 시범을 보이면서 설명한다.</p>
전개	<p>● T “Y”자 모양의 나무구조 그려보기</p> <p>● A 제작할 “Y”자 모양 나무의 구조 꾸미기</p> <p>● M 전체와의 비율을 고려하여 제작할 모형 그려보기</p>	<p>【활동2】 “Y” 자 나무모형 그리기 ● B A ● M</p> <p>◎ Y자를 반복하여 나만의 나무도형 그리기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 자와 각도기를 사용하여 여러분만의 나무도형을 그려봅시다. • 처음 그린 Y자와 비율이 같도록 주의하며 그려나갑니다. • Y자를 이어 그릴 때 방향은 여러분이 자유롭게 선택해서 그려 나갈 수 있습니다. <p>◎ 친구와 내가 그린 나무모형 비교하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 다른 친구들이 그린 나무 모형과 비교하며 서로 다른 모형이 그려진 까닭을 이야기해 봅시다. - 기본이 된 “Y”의 모습이 달랐습니다. - 이어 그려나갈 때 방향을 다르게 해서 그렸더니 다른 모습의 나무 모형이 완성되었습니다. 	20'	<p>□ 도화지, 자, 각도기</p> <p>■ 처음 Y자와 비율이 같게 나머지 Y자를 그릴 수 있도록 지도한다.</p>
정리	정리하기	◎ 정리하기	5'	

	차시 예고하기	<ul style="list-style-type: none"> • 여러분이 그린 나무 모형이 프랙탈 구조가 되는 이유를 설명해 봅시다. - 크기는 다르지만 같은 모양을 계속 이어 그렸기 때문입니다. <p>◎ 차시 예고하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 다음 시간에는 여러분이 3D 프린터를 사용할 수 있도록 기본 프로그램 활용법에 대해서 익혀보도록 하겠습니다. 		
--	------------	--	--	--

식물의 형태에 숨겨진 프랙탈 구조

프랙탈 구조의 나무 모형 그려보기

()초등학교 ()학년 ()반 이름()

- 3D프린터로 제작할 나무의 구조를 생각하며 그려봅시다.

<제작할 나무 모형의 구조적 특징>
➔

모 들	“Y” 구조의 나무 모형 만들기	차 시	5~6/10	대 상	초등학교 6학년
학습주제	Tinkercad 프로그램 활용 방법 알아보기			학습형태	전체
학습목표	Tinkercad 프로그램 활용 방법을 알아봅시다.			STEAM 준 거	창의적 설계
STEAM 요 소	S	Tinkercad 프로그램 활용방법 알아보기			
	E	수업에 필요한 기능들 실습해보기			
학습자료	교사	사진자료, Tinkercad 프로그램			
	학생	개인용pc			
학습 단계	학습 과정	교수·학습 활동		시간 (분)	자료(□) 및 유의점(■)
도입	동기유발	◎ 두 장의 사진 비교하기 • 두 장의 사진을 살펴봅시다. 무엇인가요? - 돌하르방 같습니다. • 두 장의 사진은 모두 돌하르방이지만 다른 점을 발견할 수 있습니다. 무엇이 다른 것 같나요? - 왼쪽 사진의 돌하르방은 모눈종이 위에 그려진 돌하르방이고 오른쪽 사진은 플라스틱처럼 보이는 재질로 실제 만들어진 돌하르방의 모습 같습니다. • 네 맞습니다. 오른쪽 사진의 돌하르방은 실제 3D 프린터를 통해 프린팅한 결과물이고 왼쪽 사진은 프린팅하기 위해 모델링한 모습의 돌하르방입니다. 이번 시간에는 오른쪽 사진의 돌하르방처럼 실제 프린팅을 하기 전에 여러분이 해야 할 모델링을 위해 사용할 프로그램 사용법에 대해 알아보고 익혀보도록 하겠습니다.		5'	□ 3D 프린팅된 돌하르방 사진과 모델링된 사진
	학습 문제 파악하기	◎ 학습문제 확인하기			
	학습 순서 확인하기	Tinkercad 프로그램 활용방법을 알아보자.			
		▣ 학습 활동 안내 【활동1】 Tinkercad 프로그램 메뉴 익히기			

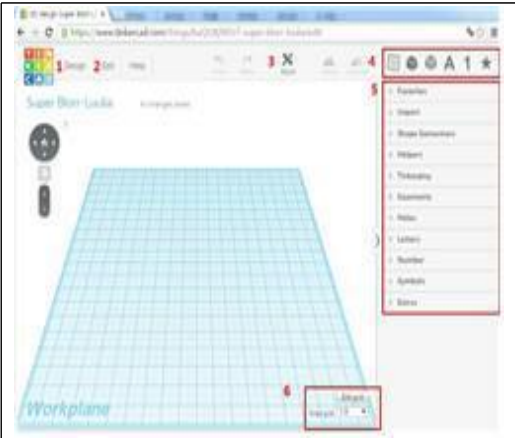
		<p>S 【활동2】 수업 활용에 필요한 기능 알아보기 D</p>	
<p>전개</p>	<p>S “123D 프로그램 활용 방법 알아보기</p>	<p>【활동1】 123D 프로그램 메뉴 익히기 S</p> <p>◎ Tinkercad 프로그램이란 1) Tinkercad Autodesk사가 어린이도 쉽게 3D 프린팅을 위한 3D 모델링 할 수 있는 웹기반 (인터넷 서버 접속 사용) 프로그램입니다. 2) 누구나 손쉽게 조작할 수 있게끔 간편하고도 인터페이스를 가지고 있습니다. 3) 따라하기 과정을 통하여 손쉽게 프로그램을 익히고 3D 모델링 한 입체물을 3D 프린팅 할 수 있으며 게임 마인크래프트에 활용할 수 있습니다.</p> <p>◎ Tinkercad 접속방법 1) http://www.tinkercad.com/에 접속합니다. Chrome을 통해 접속하는 것이 안정적입니다.</p>  <p>2) 메인화면 우측 상단의 SIGN UP(사인 업) 버튼을 클릭하고 생년월일을 기록합니다.</p> 	<p>40'</p> <p>■ 학생들이 이해하기 쉽도록 교사가 직접 시범을 보이며 설명한다.</p>



3) 메인화면 우측 상단의 SIGN IN(사인 인) 버튼을 클릭하고 보유하고 있는 이메일 주소와 비밀번호를 입력합니다.

◎ Tinkercad 프로그램 알아보기

1) Tinkercad 프로그램 구성과 활용

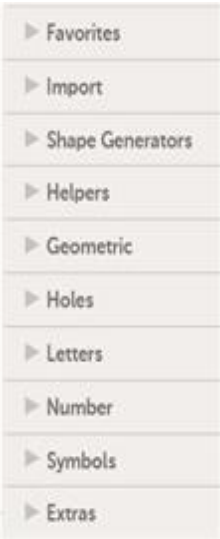



- 1 . Design 버튼에 관련된 메뉴입니다.

	<ul style="list-style-type: none"> New - 새 작업장 만들기 Duplicate - 작업장 복제하기 Save - 저장하기 (STL파일로 저장하는 것은 아님) Properties - 속성 알려주기 Download for 3D Printing - 3D Printing을 위해 STL파일로 저장하기 Download for Minecraft - Minecraft를 위해 저장하기 Order a 3D Print - 3D Printing 주문하기 Upload to Thinkgiverse - Thinkgiverse에 Upload 하기 Close - 작업장을 닫기
--	---

- 2번. Edit 버튼에 관련된 메뉴입니다.

		<div data-bbox="555 376 1040 712">  <p>Copy - 복사하기 paste - 붙여넣기 Duplicate - 복제하기 Delete - 삭제하기</p> </div> <p data-bbox="555 750 965 779">- 3번. Adjust 버튼에 관련된 메뉴입니다.</p> <div data-bbox="555 779 1040 1093">  <p>Adjust-하단과 상단에 있는 입체도형의 위치를 정렬하고 반대로 위치하게 하는 도구로 검은색 점을 클릭하면 좌우 중앙으로 입체도형이 정렬합니다. Mirrort-입체도형을 반전효과로 이동합니다.</p> </div> <p data-bbox="555 1131 837 1160">- 4번. 바로가기 버튼입니다.</p> <div data-bbox="555 1160 1040 1370"> <p>사용하는 도구를 바로 갈 수 있게 만든 창</p>  <p>[Helper] [Geometric] [hole] [Letter] [Number] [Symbol]</p> </div> <p data-bbox="555 1406 941 1435">- 5번. 3D 모델링 주 활용 버튼입니다.</p>	
--	--	--	--

		 <p>Favorites - 즐겨찾기 Import - 3D 모델링 파일 불러오기 Shape Generators - 다양한 입체도형, 다양한 변형이 가능한 도형, 공유되어 활용할 수 있습니다. Helpers - 작업 면과 측정자가 있습니다. Geometric - 기본적인 기하학적 입체도형이 있습니다. holes - 구멍을 만들 수 있습니다. Letters - 문자(알파벳)를 활용할 수 있습니다. Numbers - 숫자를 활용할 수 있습니다. Symbols - 다양한 Symbol 입체도형을 활용할 수 있습니다, Extras - 그 외 캐릭터 만들기에 활용할 수 있습니다.</p> <p>- 6번. Grid 버튼입니다.</p>  <p>Edit grid - 모델링하는 Workplane의 크기를 조정합니다. Snap grid - 입체물의 크기와 이동의 단위를 변경시킬 수 있습니다.</p>	
전개	<p>① 수업에 필요한 기능들 실습해보기</p>	<p>【활동2】 수업 활용에 필요한 기능 알아보기 ①</p> <p>◎ - Tinkercad 제공하는 기본 예제 따라하기를 활용하기</p>	<p>30' □PC,</p> <p>■ 메뉴를 익히는 데 목적이 있으므로 교사가 제시하는 대로 그대로 따라할 수 있도록 지도한다.</p>

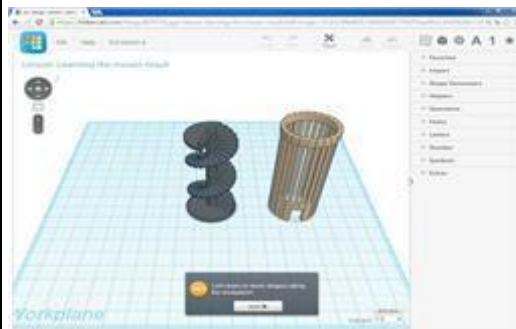


Tinkercad에서 제공하는 기본 예제 따라하기를 활용하여 기능을 익힐 수 있습니다. 메인화면 상단에 LEARN 버튼을 클릭합니다.



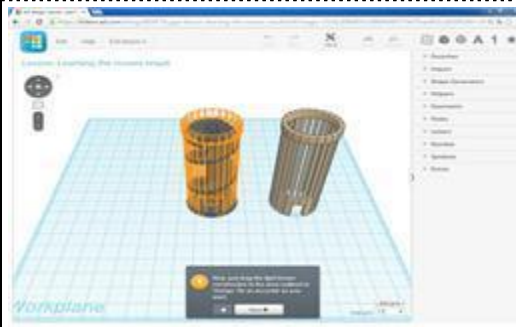
기본적인 따라하기 예제가 나타나며 아래로 많은 따라하기 예제가 있습니다.

1) 이동하기
화면 하단 중앙에 next 버튼을 클릭하면 다음 단계에 할 과제를 설명합니다.

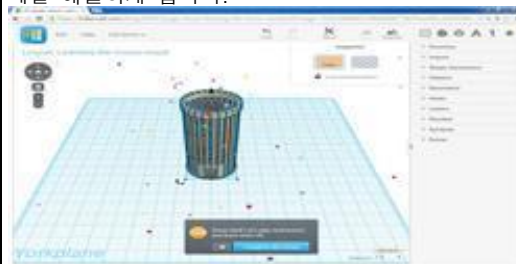


왼쪽 나선형 계단 모형에 주황색 선들에 오른쪽 건물 외관 입체도형을 드래그 합니다.

오른쪽 건물외관 입체도형을 클릭하면 입체도형이 활성화 되면서 크기를 조절할 수 있는 검은색 작은 사각형과 흰색 사각형이 생기고 입체물의 상하 위치를 조절할 수 있는 검은 고깔 모양이 생깁니다. 또 입체도형을 회전할 수 있는 세 개의 화살표도 생깁니다.



건물외관 입체도형을 왼쪽 나선 계단 입체도형 주위의 주황색 선으로 이동 시키면 이동과제를 해결하게 됩니다.



2) 컨트롤 하기
작업 시 입체도형을 보는 방향을 조절하는 단계로 익숙하게 될 수 있게 연습이 필요합니다. 좌측 상단에 위치한 [Rotate view]버튼을 클릭하여 상하좌우로 보는 방향을 조절해 봅니다.



집모양 [Reset view Location] 버튼을 클릭하면 초기 시각으로 돌아옵니다.
정육면체 모양 [Fit view to selection] 은 보고 싶은 부분을 Zoom in하여 보여줍니다.

+ , - [Zoom in, out] 버튼으로 가깝고 멀게 볼 수 있습니다.

3) 복사 붙이기
 복사할 원기둥을 작업장 중앙에 드래그 하여
 위치시킵니다.



복사할 원기둥을 선택하여 활성화 하고 좌우에
 복사[Ctrl+C] 붙여 넣기[Ctrl+V] 후 흰색 점을 이
 용하여 높이를 조절하여 입체 도형을 완성합니다.
 주의할 점은 검은 색 고깔 모양은 도형 전체를
 상하로 이동시킬 때 사용하는 것이며 실수가 생길
 경우 [Undo] 버튼으로 되돌리기를
 합니다.





4) 면 변경하기
 작업 면은 평면으로 바닥에 깔려있는 상태로
 시작하고 있으나 입체 도형의 각 면에서 작업
 을 할 경우 새로운 작업 면을 만들어 작업할 경우
 쉽게 작업을 할 수 있습니다.
 새로운 작업 면을 만들기 위한 도구는 화면 우측에
 있는 [Helpers] - [Workplane]을 드래그 하
 거나 키보드 W를 클릭하면 마우스 끝에 작은 모눈이
 생깁니다.



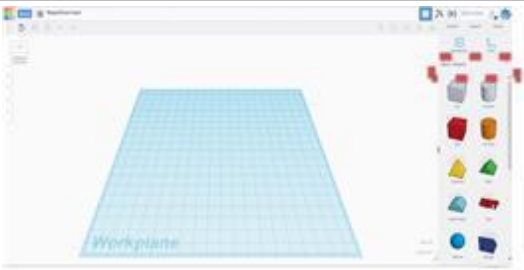
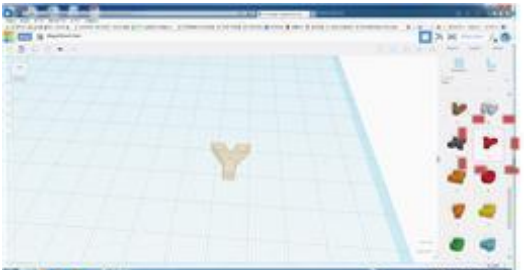
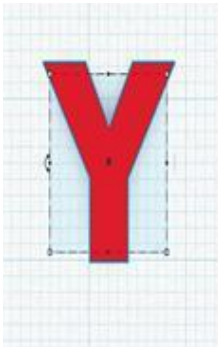
새로운 작업 면을 주사위 숫자 5가 위치한 곳에
 클릭하여 만듭니다.



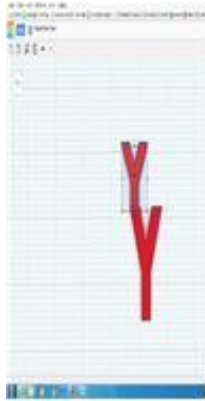
새로운 작업 면에 숫자 5를 [Number]에서 드래그
 하여 완성시킵니다.

		 <p>새로운 작업 면을 상단에 만들어 숫자 6을 [Number]에서 드래그 하여 주사위를 완성시킨다. 초기 면으로 돌아가려면 [Helpers] - [Workplane]을 드래그 하거나 키보드 W를 클릭하여 마우스를 초기 작업 면을 클릭한다.</p> 		
정리	정리하기 차시 예고하기	<p>◎ 정리하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 각 자 오늘 배운 프로그램 메뉴의 기능들을 더 익혀보도록 합니다. <p>◎ 차시 예고하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 다음 시간에는 Tinkercad 프로그램을 사용하여 “Y” 자 구조의 나무 모형을 모델링 해보도록 하겠습니다. 	5'	

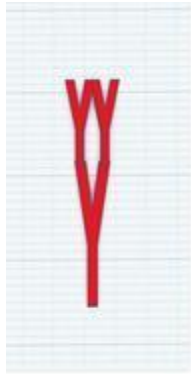
모 들	“Y” 구조의 나무 모형 만들기	차 시	7~8/10	대 상	초등학교 6학년
학습주제	“Y” 자 구조의 나무 모형 모델링하기			학습형태	전체
학습목표	“Y” 자 구조의 나무 모형을 모델링 해 봅시다.			STEAM 준 거	창의적 설계
STEAM 요소	S	3D로 프린팅 할 나무의 구조 설계하기			
	E				
	M	비율을 생각하며 모형만들기			
	A	나무의 구조 모형 디자인하기			
학습자료	교사	Tinkercad 프로그램			
	학생	개인용pc, Tinkercad 프로그램			
학습 단계	학습 과정	교수·학습 활동		시간 (분)	자료(□) 및 유의점(■)
도입	동기유발 학습 문제 파악하기 학습 순서 확인하기	◎ 전시 학습 상기 • 지난 시간에 배웠던 모델링 프로그램이 무엇이었나요? - TinkerCad입니다. • 네 맞습니다. 지난 시간에 배웠던 모델링 프로그램의 사용법을 활용하여 ‘Y’ 모양을 활용한 나무 모형을 모델링 해보도록 하겠습니다. ◎ 학습문제 확인하기 “Y” 자 구조의 나무 모형을 모델링 해보자 ■ 학습 활동 안내 【활동1】 3D프린터로 제작할 “Y” 자 구조의 나무 모형 모델링하기 S E A M		5'	
전개	S 프랙탈의 구조	【활동1】 3D프린터로 제작할 “Y” 자 구조의 나무 모형 모델링하기 S E A M		70'	■ 학생들이 이해하기 쉽도록 교사가 직접 시범을 보

<p>전개</p>	<p>생각하기</p> <p>⑤ 수업에 필요한 기능들 실습해보기</p> <p>④ 나무 모형으로 디자인하기</p>	 <p>1. 도형선택 메뉴에서 Text 선택(Basic Shapes에서 Box를 선택 후 모델링해도 무방함)</p>  <p>2. Y를 선택 후 마우스를 끌어다가 자신이 놓고 싶은 장소에 놓고 마우스 좌클릭한다.</p>  <p>3. 도형을 선택하면 표시되는 검정색 사각점과 하얀색 사각점을 마우스로 클릭 후 움직이며 적당한 크기의 기본 Y자를 완성</p>	<p>이면서 설명한다.</p> <p>□PC,</p> <p>■ 교사가 설명하는 방법은 하나의 예시를 강조한다. 크기, 꺾이는 방향, 비율 등 모든 요소는 학생 각자가 자유롭게 모델링 할 수 있는 분위기를 조성해 준다.</p>
-----------	---	---	--

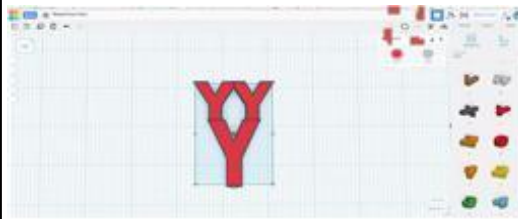
④ 비 율 을
생각하며 모
형만들기




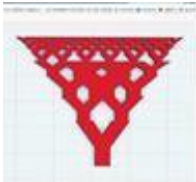

4. 기본 Y자를 복사
(Ctrl+C), 붙이기
(Ctrl+V) 한 후 적
당한 크기로 줄인 후
처음 Y자의 끝 부분
으로 옮긴다.



5. 위 방법을 사용하
여 Y자 3개가 붙은
모형을 만든다.



6. 3개의 Y자 형상을 전체 선택 후 화면
우측 상단의 “그룹화” 아이콘을 클릭 하여
하나의 도형을 만든다.

		 <p>7. 그룹화된 3개의 Y자 형상을 가지고 위 4의 방법을 반복하여 계속해서 Y자 모양의 나무를 만들어 나간다.</p>  <p>8. 완성된 모형 예시</p>  <p>9. 완성된 모델링파일을 3D 프린팅이 가능하게 변환하는 과정이 필요하다. 우측상단 EXport를 눌러서 파일확장자명을 STL를 선택 후 저장하여 완료한다.</p>		
정리	정리하기 차시 예고하기	<p>◎ 정리하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 각 자 모델링한 파일이 저장이 잘 되었는지 확인합니다. <p>◎ 차시 예고하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 다음 시간에는 이번 시간에 모델링한 파일을 실제 3D 프린터를 통해서 출력해 보도록 합니다. 	5'	

모 들	“Y” 구조의 나무 모형 만들기	차 시	9/10	대 상	초등학교 6학년
학습주제	3D프린터로 “Y”자 구조의 나무 모형 출력해보기			학습형태	전체
학습목표	3D프린터로 “Y”자 구조의 나무 모형을 출력해 봅시다.			STEAM 준 거	창의적 설계
STEAM 요 소	T	모델링 변환 프로그램 실행하기			
	E	3D프린터로 산출물 출력하기			
학습자료	교사	3D 프린터, pc, cura 프로그램			
	학생				
학습 단계	학습 과정	교수·학습 활동		시간 (분)	자료(□) 및 유의점(■)
도입	동기유발	◎ 전시 학습 상기 • 지난 시간에 3D 프린터를 통해 프린터 할 수 있는 모형을 모델링 해 보았으며 출력을 할 수 있게 파일을 변환해 보았습니다. • 이번 시간에는 실제 3D프린터를 통해 출력을 해서 결과물을 얻어보도록 하겠습니다. ◎ 학습문제 확인하기 3D프린터로 “Y” 자 구조의 나무 모형을 출력해보자.		5'	
	학습 문제 파악하기				
	학습 순서 확인하기	■ 학습 활동 안내 【활동1】 3D프린터로 “Y” 자 구조의 나무 모형 출력해보기 T E			
전개		【활동1】 3D프린터로 “Y” 자 구조의 나무 모형 출력해보기 T E		30'	http://blog.naver.com/morethanmin/220746685534 ■ 학생들이 이해하기 쉽도록 교사가 직접
	T 모델링				

	변환 프로그램 실행하기 ④ 3D프린터로 산출물 출력하기	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cura 프로그램을 설치한다. (http://software.ultimaker.com) 2. 설정창을 통해 기본 세팅값을 입력한다. 3. 모델링한 파일을 Cura로 드래그하여 STL파일을 넣어주면 Cura 프로그램에 모델링한 형상이 나타난다. 4. File-Save Gcode하여 Gcode를 저장한다. 이 때 Gcode의 이름은 꼭 영어나 숫자여야 한다. 5. 파일을 SD카드에 저장한후 3D 프린터에 꽂는다. 6. 3D 프린터기를 켜고 prepare - preheat pla - PLA1 순서로 핫베드와 노즐의 온도를 올리고 sd 카드에서 gcode 파일을 불러와서 출력을 하면된다. <p>• 여러분이 지난 시간에 모델링한 모형이 어떻게 출력되는지 살펴봅시다. 출력되는데 시간이 필요하기 때문에 수업시간 내에 다 출력하지 못하더라도 교실 한쪽에 마련된 장소에서 계속 출력을 하도록 하겠습니다.</p>	시범을 보이며서 설명한다. □ 3d 프린터 ■ 학생들이 모델링 한 작품을 모두 수업 시간에 출력할 수 없다. 대표적으로 몇개의 모델링 파일만 출력을 시킨 후 수업 외 시간에도 계속 출력을 시켜 자신의 작품이 어떻게 출력되는지 확인토록 한다.
정리	정리하기 차시 예고하기	◎ 정리하기 • 출력하는 3D 프린터의 모습을 관찰해봅시다. ◎ 차시 예고하기 • 다음 시간에는 이번 시간에 출력한 모형들을 가지고 작은 전시회를 개최하도록 하겠습니다.	5'

모 들	산출물 전시회 및 평가	차 시	10/10	대 상	초등학교 6학년
학습주제	산출물 전시회를 열어보자			학습형태	전체
학습목표	산출물 전시회를 열어봅시다.			STEAM 준 거	감성적 체험
STEAM 요소	S	나무의 프렉탈 구조 이해하기			
	A	제작한 모형 특징 설명하기			
학습자료	교사				
	학생	나무모형			
학습 단계	학습 과정	교수·학습 활동		시간 (분)	자료(□) 및 유의점(■)
도입	동기유발	◎ 전시 학습 상기 • 지난 시간까지 여러분이 활동한 것 중 기억에 남는 것을 이야기해 봅시다. • 이번 시간에는 여러분이 만든 산출물을 친구들에게 소개하고 친구들의 결과물을 구경하는 시간을 가져보도록 하겠습니다.		5'	
	학습 문제 파악하기	◎ 학습문제 확인하기 산출물 전시회를 열어보자			
	학습 순서 확인하기	▣ 학습 활동 안내 【활동1】 “Y” 자 구조의 나무 모형 전시회 열기 S A 【활동2】 전시회 작품 평가하기 A			
전개	S 나무의 프렉탈 구조 이해하기	【활동1】 “Y” 자 구조의 나무 모형 전시회 열기 S A ◎ 친구들의 산출물로 전시작품 만들기 • 모둠별로 모둠원들이 출력해낸 산출물과 미술도구를 사용하여 전시회 작품을 만들어 보도록 합니다. • 여러분이 만든 전시 작품 속에 어떠한		30'	□ 산출물 ■ 자유로운 분위기 속에서 학생들의 다양한 결과물을 존중해줄 수 있는 분위기

		프랙탈 구조가 숨어있는지 생각하며 만들어 봅니다.		기를 조성한다.
	㉠ 제작한 모형 특징 설명하기	【활동2】 전시회 작품 평가하기 ㉠ ◎ 전시회 작품 설명하고 관람하기 • 지금부터 모둠별로 자신들의 작품을 설명하도록 하겠습니다. 다른 친구들이 만든 작품에 대한 설명을 잘 듣고 활동지에 작품에 대한 여러분의 생각을 자유롭게 기록하도록 합니다.		
정리	정리하기	◎ 정리하기 • 잘 만들었다고 생각이 드는 모둠을 선정하고 이유를 발표해 봅시다.	5'	

식물의 형태에 숨겨진 프랙탈 구조

산출물 전시회 및 평가

()초등학교 ()학년 ()반 이름()

- 다른 모듬의 작품을 감상하고 우수한 점과 개선할 점을 찾아봅시다.

	우수한 점	개선할 점
1모듬		
2모듬		
3모듬		
4모듬		
5모듬		
6모듬		

- 가장 잘 만들었다고 생각하는 모듬을 정해봅시다.

우수 모듬	선정한 이유
()모듬	

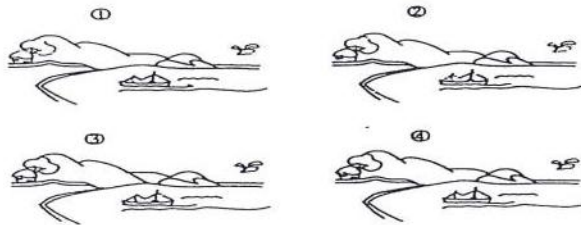
- 이번 프로그램을 마치며 자신이 느낀 점을 적어봅시다.

<부록 2> 기초 탐구 능력 검사 도구

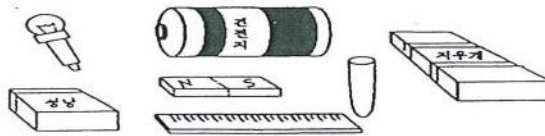
이 검사 문항지는 여러분의 창의적 문제해결력을 알아보고자 작성된 것입니다. 이 검사 문항지의 결과는 여러분의 성적과는 아무런 관련이 없으며, 검사의 결과는 연구 목적 이외에는 사용되지 않을 것입니다. 한 문제도 빠짐없이 문항을 잘 읽고 해당되는 부분에 O표시 하시면 됩니다. 본 연구에 협조해 주셔서 대단히 감사합니다.
 제주대학교 교육대학원 초등과학교육과 한 지 상

답 안 작성자	()초등학교 ()학년 ()반 번호 ()성별 (남, 여)
------------	--

1. 다음 4개의 그림 중 다른 하나를 찾으시오.

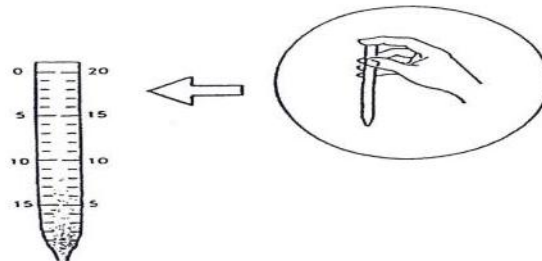


2. 다음의 여러 가지 물체를 비슷한 물체끼리 두 집단으로 나누려고 한다. 가장 좋은 방법은 어느 것일까?



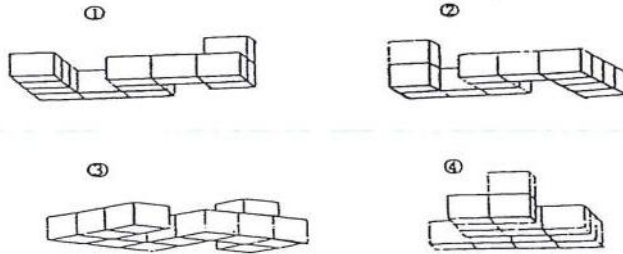
- ① 모양으로 ② 색깔로
- ③ 길이로 ④ 부피로

3. 아래의 유리 기구 속에 들어 있는 액체의 양은 얼마인가?

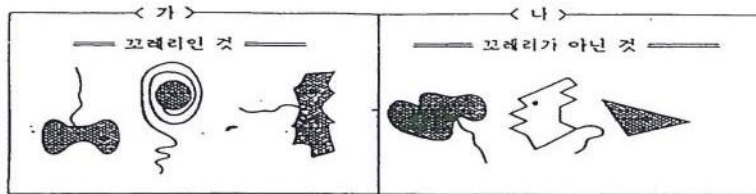


- ① 4 mL ② 8 mL ③ 12 mL ④ 20 mL

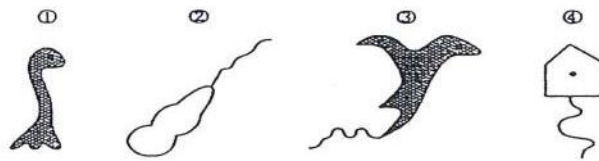
4. 다음 4개의 도형 중 다른 하나를 찾으시오.



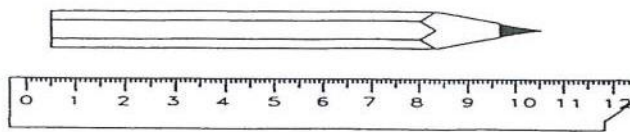
5. 그림 <가>는 꼬레리의 모양이고, 그림 <나>는 꼬레리가 아닌 것이다.



다음 중에서 꼬레리인 것은?

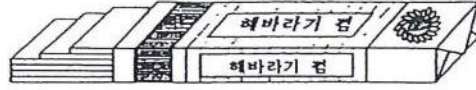


6. 그림과 같이 막대자 옆에 연필이 나란하게 있다. 이 연필의 길이는 얼마인가?



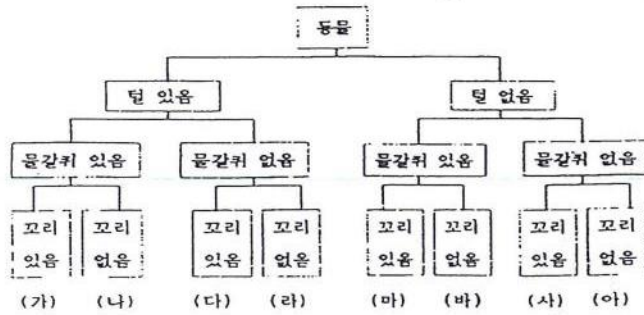
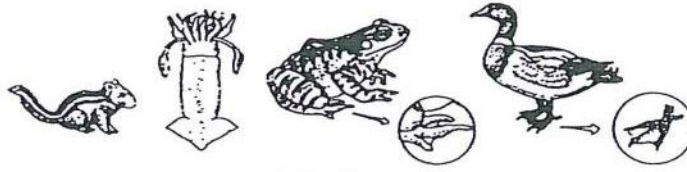
- ① 9 cm ② 10.1 cm ③ 10.7 cm ④ 11.0 cm

7. 아래의 그림을 보고 가장 올바르게 말한 사람은?



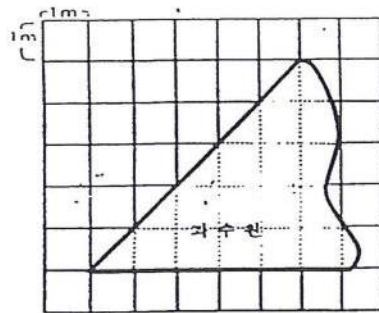
- ① 철수 : 냄새가 향기롭다.
- ② 만근 : 길고 네모난 모양이다.
- ③ 진수 : 썩으면 부드러워진다.
- ④ 정희 : 무게가 5 그램이다.

8. 순이는 다음의 안의 방법으로 두 집단으로 나누었다. (바)에 속하는 동물은?



- ① 다람쥐
- ② 오징어
- ③ 개구리
- ④ 오리

9. 과수원의 모양이 다음 그림과 같다. 과수원의 넓이는 얼마인가?

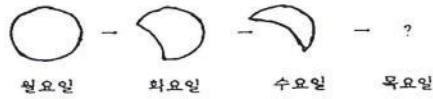


- ① 12 m²
- ② 14 m²
- ③ 17 m²
- ④ 20 m²

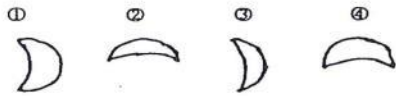
10. 아침 등교 길에 눈 덮인 운동장에서 그림과 같은 사람 발자국을 보았다. 이것으로 알 수 있는 것은?



- ① 두 사람이 줄지어 걸어갔다.
 ② 두 사람이 서로 번갈아 엮고 갔다.
 ③ 반대쪽에서 온 두 사람이 서로 만났다.
 ④ 두 사람이 어깨동무하며 걸었다.
11. 어떤 도형의 모양을 관찰하였더니 매일 다음과 같은 순서로 변했다.



목요일에 나타나는 이 도형의 모양은 다음 중 어느 것인가?



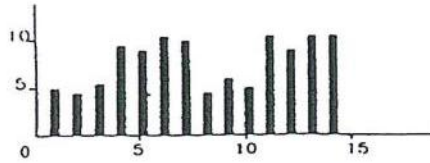
12. 과수원 A와 B에 있는 2종류의 나무 (가)와 (나)에서 열매를 따더니 다음과 같았다.

	A 과수원	B 과수원
나무(가)	40개	30개
나무(나)	20개	15개

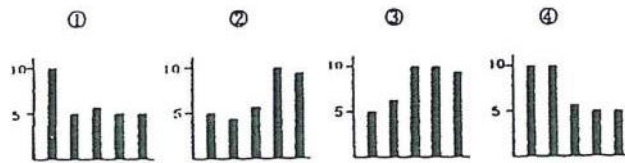
위의 사실을 보고 철수, 만근, 진수, 정희가 그 까닭을 생각해 보았다. 이 중에서 위의 사실을 설명하기에 적합하다고 볼 수 없는 생각은?

- ① 철수 : A 지역은 B 지역보다 토양이 좋았을 것이다.
 ② 만근 : A 지역의 (가) 나무에만 농약을 뿌렸을 것이다.
 ③ 진수 : B 지역에는 벌레가 많았을 것이다.
 ④ 정희 : B 지역은 가물었을 것이다.

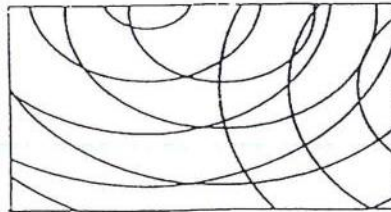
13. 2주 동안 매일 오전 10시의 기온을 재어보았더니 그래프와 같았다.



다음 5일 동안의 기온은 어떻게 될까?



14. 아래 그림은 연못에 돌을 던지고 나서 잠시 후의 모습을 그린 것이다. 몇 개의 돌을 던졌을까?



- ① 2개 ② 3개 ③ 4개 ④ 5개

15. 어느 건물에 있는 네온 사인 불빛이 다음과 같은 순서로 켜졌다. 다음에 켜질 네온사인의 불빛은?

빨강 → 노랑 → 파랑 → 노랑 → 빨강 → 노랑 → 파랑 → ?

- ① 빨강 ② 노랑 ③ 파랑 ④ 초록

<부록 3> 창의적 문제해결력 검사 도구

이 검사 문항지는 여러분의 창의적 문제해결력을 알아보고자 작성된 것입니다. 이 검사 문항지의 결과는 여러분의 성적과는 아무런 관련이 없으며, 검사의 결과는 연구 목적 이외에는 사용되지 않을 것입니다. 한 문제도 빠짐없이 문항을 잘 읽고 해당되는 부분에 O표시 하시면 됩니다. 본 연구에 협조해 주셔서 대단히 감사합니다.

제주대학교 교육대학원 초등과학교육과 한 지 상

답 안 작성자	()초등학교 ()학년 ()반 번호 () 성별 (남, 여)
------------	---

[특정 영역의 지식, 사고기능, 기술의 이해 및 숙달여부]

	전혀 아니다	그렇지 않다	보통 이다	그렇 다	매우 그렇다
1) 수업시간에 많은 일에 호기심을 가지고 계속 질문한다.	1	2	3	4	5
2) 주어진 문제에 대하여 다양한 해답을 찾아내며, 이따금 독특한 해답을 제시한다.	1	2	3	4	5
3) 나는 수업시간에 의사를 자유로이 표현하며, 이따금 의견이 맞지 않을 때는 과격하게 맞서거나, 고집을 부린다.	1	2	3	4	5
4) 나는 평소에 유머가 풍부하며, 남이 우습지 않은 상황에서도 남들을 곤장 웃긴다.	1	2	3	4	5
5) 나는 공부시간에 머리를 쓰는 놀이를 좋아한다.	1	2	3	4	5

[확산적 사고]

	전혀 아니다	그렇지 않다	보통 이다	그렇 다	매우 그렇다
1) 나는 참신하고 남다른 생각을 말할 수 있다.	1	2	3	4	5
2) 나는 이미 알려진 것과는 다른 새로운 방법으로 문제를 풀 수 있다.	1	2	3	4	5
3) 내가 만든 것은 새로워서 다른 친구들이 만든 것과는 많이 다르다.	1	2	3	4	5
4) 나는 문제를 풀어낼 아이디어를 다양하고 풍부하게 만들어 낸다.	1	2	3	4	5
5) 나는 서로 상관없어 보이는 것을 잘 연결짓는다.	1	2	3	4	5

[비판적 · 논리적 사고]

	전혀 아니다	그렇지 않다	보통 이다	그렇 다	매우 그렇다
1) 나는 실제로 있는 사실과 상상을 구별할 줄 안다.	1	2	3	4	5
2) 나는 과학 시간에 아이디어나 결론을 꼼꼼하고 찬찬히 다듬어 나갈 수 있다.	1	2	3	4	5
3) 나는 공부시간에 말이 맞는 말인지 또는 틀린 말인지 판단할 줄 안다.	1	2	3	4	5
4) 나는 친구들과 다양한 정보를 바탕으로 혼자서 결론을 이끌어 낼 수 있다.	1	2	3	4	5
5) 나는 주어진 문제와 관계가 있는 정보를 찾아낼 수 있다.	1	2	3	4	5

[동기적 요소]

	전혀 아니다	그렇지 않다	보통 이다	그렇 다	매우 그렇다
1) 나는 어렵고 힘든 것도 쉽게 포기하지 않고 끝까지 하려고 한다.	1	2	3	4	5
2) 나는 이 과목의 다른 주제에 대해서도 더 알고 싶다.	1	2	3	4	5
3) 나는 과학시간의 공부 내용이 매우 재미있다.	1	2	3	4	5
4) 나는 목표에 달성하지 못했다고 생각되면 목표달성을 위해 더 노력한다.	1	2	3	4	5
5) 나는 목표를 이루었다고 생각하면 그 다음단계의 목표를 정한다.	1	2	3	4	5

<부록 4> 과학적 태도 검사 도구

이 검사 문항지는 여러분의 과학적 태도를 알아보고자 작성된 것입니다. 각 글을 읽어 나가면서 그 글의 내용이 “나 자신을 잘 나타냈는지” 또는 “내 생각과 같은지”를 판단하여 ○표를 하십시오.

이 검사 문항지의 결과는 여러분의 성적과는 아무런 관련이 없으며, 검사의 결과는 연구 목적 이외에는 사용되지 않을 것입니다. 한 문제도 빠짐없이 문항을 잘 읽고 해당되는 부분에 ○표시 하시면 됩니다. 본 연구에 협조해 주셔서 대단히 감사합니다.

제주대학교 교육대학원 초등과학교육과 한 지 상

답 안 작성자	()초등학교 ()학년 ()반 번호 ()성별 (남, 여)
------------	--

	아주 그렇지 않다	조금 그렇지 않다	보통 이다	조금 그렇다	아주 그렇다
1. 나는 새로운 현상을 보면 왜 그런지 알아보고 싶다.	1	2	3	4	5
2. 나는 친구들의 의견이 내 의견과 다르더라도 주의 깊게 듣는다.	1	2	3	4	5
3. 나는 친구들이 발표하는 실험 결과에 대하여 충분한 근거가 있는지 따져본다.	1	2	3	4	5
4. 나는 실험이 끝난 후에 친구들과 함께 실험기구를 정리한다.	1	2	3	4	5
5. 나는 조별 실험을 할 때 내가 직접 하기보다는 친구들이 하는 것을 지켜본다.	1	2	3	4	5
6. 나는 실험 결과가 잘못 나오면 실망하지 않고 다시 그 실험을 해본다.	1	2	3	4	5
7. 나는 새로운 것을 발명해 내려고 노력한다.	1	2	3	4	5
8. 나는 집에 있는 물건이 고장나면 원인이 궁금해진다.	1	2	3	4	5
9. 나와 다른 의견을 가진 친구와 토론을 통해 내 의견을 수정할 수 있다.	1	2	3	4	5
10. 나는 선생님의 설명이 옳지 않다고 생각되면 질문한다.	1	2	3	4	5

	아주 그렇지 않다	조금 그렇지 않다	보통 이다	조금 그렇다	아주 그렇다
11. 나는 조별 실험을 할 때 역할 분담을 토의해서 결정한다.	1	2	3	4	5
12. 나는 내가 할 수 있는 것을 찾아서 스스로 한다.	1	2	3	4	5
13. 나는 실험을 하다가 실험 과정이 복잡해지면 그만둔다.	1	2	3	4	5
14. 나는 어떤 문제를 해결하기 위한 새로운 방법을 찾아내려고 한다.	1	2	3	4	5
15. 나는 무엇을, 어떻게, 왜, 언제 등이 들어가는 질문을 많이 한다.	1	2	3	4	5
16. 나는 나의 주장이 틀렸을 때 부끄럽다.	1	2	3	4	5
17. 나는 남들이 다 옳다고 하더라도 증거가 불충분하다면 다른 의견을 제기한다.	1	2	3	4	5
18. 나는 실험기구를 잘 다루지 못하는 친구를 보면 도와주고 싶다.	1	2	3	4	5
19. 나는 의문나는 과학 문제가 생겼을 때 책을 찾아서 스스로 해결한다.	1	2	3	4	5
20. 나는 다른 친구들이 실험을 먼저 끝내더라도 내 실험을 끝까지 한다.	1	2	3	4	5
21. 나는 실험기구를 사용할 때 불편한 점을 고치려고 한다.	1	2	3	4	5

<부록 5> 프로그램 만족도 검사지

(%)

평가항목	매우 그렇 다	그렇 다	보통 이다	그렇 지 않다	매우 그렇 않다
1 나는 과학 수업이 재미있어졌다.					
2 나는 과학·수학 학습 내용에 대해 많이 이해하게 되었다.					
3 나는 과학·수학학습에 대한 흥미가 생겼다.					
4 나는 과학기술에 대한 관심이 생겼다.					
5 나는 과학 관련 책이나 글을 읽는 것이 좋아졌다.					
6 나는 문제해결을 위해 스스로 생각을 하게 되었다.					
7 나는 다양한 학습 내용을 끝까지 해내게 되었다.					
8 나는 한 가지 문제를 다양하게 생각해보았다.					
9 나는 배운 내용을 실생활과 연관 지으려고 노력하였다.					
10 나는 문제해결에 여러 과목에서 배운 지식을 동시에 적용하려고 노력하였다.					
11 나는 적극적으로 활발하게 수업에 참여하였다.					
12 나는 친구들과 사이좋게 의견을 나누었다.					
13 나는 다른 친구들에게 나의 아이디어를 표현하였다.					
14 나는 다른 친구들의 의견을 경청하고 존중하였다.					
15 나는 다른 친구들과 협력하는 것의 중요성을 생각하는 마음이 생겼다.					
16 나는 다른 친구들을 배려하는 마음이 생겼다.					
17 나는 실패하는 것을 두려워하지 않고, 도전의식이 생겼다.					
18 나는 과학기술 분야와 관련된 직업에 대한 관심이 생겼다.					

<부록 6> 프로그램 만족도 결과

%

	평가항목	매우 그렇다	그렇다	보통이다	그렇지 않다	매우 그렇지 않다
1	나는 과학 수업이 재미있어졌다.	7 (29.1)	12 (50)	3 (12.5)	2 (8.4)	
2	나는 과학·수학 학습 내용에 대해 많이 이해하게 되었다.	4 (16.6)	10 (41.7)	10 (41.7)		
3	나는 과학·수학학습에 대한 흥미가 생겼다.	5 (20.8)	9 (37.5)	10 (41.7)		
4	나는 과학기술에 대한 관심이 생겼다.	6 (25)	5 (20.8)	13 (54.2)		
5	나는 과학 관련 책이나 글을 읽는 것이 좋아졌다.	9 (37.5)	10 (41.7)	5 (20.8)		
6	나는 문제해결을 위해 스스로 생각을 하게 되었다.	9 (37.5)	6 (25)	9 (37.5)		
7	나는 다양한 학습 내용을 끝까지 해내게 되었다.	7 (29.1)	9 (37.5)	8 (33.4)		
8	나는 한 가지 문제를 다양하게 생각해보았다.	6 (25)	5 (20.8)	13 (54.2)		
9	나는 배운 내용을 실생활과 연관 지으려고 노력하였다.	4 (16.6)	14 (58.4)	4 (16.6)	2 (8.4)	
10	나는 문제해결에 여러 과목에서 배운 지식을 동시에 적용하려고 노력하였다.	6 (25)	10 (41.7)	8 (33.3)		
11	나는 적극적이고 활발하게 수업에 참여하였다.	4 (16.6)	12 (50)	8 (33.4)		
12	나는 친구들과 사이좋게 의견을 나누었다.	4 (16.7)	7 (29.1)	13 (54.2)		
13	나는 다른 친구들에게 나의 아이디어를 표현하였다.	11 (45.9)	6 (25)	7 (29.1)		
14	나는 다른 친구들의 의견을 경청하고 존중하였다.	5 (20.8)	14 (58.4)	5 (20.8)		
15	나는 다른 친구들과 협력하는 것의 중요성을 생각하는 마음이 생겼다.	4 (16.6)	14 (58.4)	6 (25)		
16	나는 다른 친구들을 배려하는 마음이 생겼다.	9 (37.5)	5 (20.8)	10 (41.7)		
17	나는 실패하는 것을 두려워하지 않고, 도전의식이 생겼다.	7 (29.1)	14 (58.4)	3 (12.5)		
18	나는 과학기술 분야와 관련된 직업에 대한 관심이 생겼다.	5 (20.8)	5 (20.8)	14 (58.4)		
	계	112 (26.0)	167 (38.8)	148 (34.3)	4 (0.9)	
	만족도 평균			78		

<부록 7> 프로그램 활동 모습

	
<p>프랙탈 구조에 대해 익히기</p>	<p>프랙탈의 의미에 대해 알아보기</p>
	
<p>프랙탈 구조를 활용한 카드 만들기 1</p>	<p>프랙탈 구조를 활용한 카드 만들기 2</p>
	
<p>프랙탈 구조를 활용한 모델링</p>	<p>모둠원들과 모델링 정보 공유하기</p>