

ORIGINAL ARTICLE

# TMSI모형을 적용한 메이커교육 프로그램 과학수업이 초등학생의 과학 학업성취도 및 과학 관련 태도에 미치는 영향

강지훈<sup>1</sup> · 이동영<sup>2</sup> · 김윤경<sup>3\*</sup>

(<sup>1</sup>달산초등학교 교사, <sup>2</sup>동궁초등학교 교사, <sup>3</sup>흥도초등학교 교사)

## The Effects of the Maker Education Program Science Class Applying the TMSI Model on Elementary School Students' Academic Achievement in Science and Science-Related Attitudes

Jihoon Kang<sup>1</sup> · Dongyoung Lee<sup>2</sup> · Yoonkyung Kim<sup>3\*</sup>

(<sup>1</sup>Dalsan Elementary School, <sup>2</sup>Donggung Elementary School, <sup>3</sup>Heungdo Elementary School)

### ABSTRACT

This study investigated the effects of the maker education program science class applying the TMSI model on elementary school students' academic achievement in science and scientific attitudes. This study involved 40 sixth-grade students from an elementary school in a metropolitan city, classified into an experimental group and a comparison group. The experimental group participated in the maker education program class applying the TMSI Model, whereas the control group experienced a traditional teacher-centered class as outlined in the teachers' guidebook. The results of the study were as follows. First, the maker education program science class applying the TMSI model had a significant effect on improving students' academic achievement in science. Second, the maker education program science class applying the TMSI model had a significant effect on improving students' science-related attitudes. Based on these results, the implications for science education and future research directions related to the application of maker education to science were discussed.

**Key words** : maker education, TMSI model, scientific academic achievement, science-related attitudes

## I. 서론

21세기는 정보 통신 기술을 바탕으로 하는 4차 산업혁명을 통해 인공지능, 빅 데이터, 사물인터넷 등 사람과 사물이 연결되는 초연결의 시대로 들어섰다. 새롭게 만들어진 기술과 시스템은 사회 전반에서 인간이 하던 많은 역할을 대체하기 시작했으며, 일자리를 비

롯해 지속해서 사회 변화를 추동할 것이다(조한국, 2017). 또한 개인의 삶부터 시작해 넓게는 사회 전반과 국가 시스템의 변화를 촉발하고 있으며, 교육 역시 예외는 아니다. 이러한 변화에 발맞춰 교육부는 2013년도부터 초·중등교육 교육과정에 창의적 사고 및 협력과 공유의 공동체 역량을 기반으로 인성, 지성, 감성을 갖추는 창의융합형 인재교육을 포함하였다. 이에 각

Received 28 November, 2023; Revised 16 December, 2023; 22 December, 2023  
Accepted 26 December, 2023

\*Corresponding author: Yoonkyung Kim, Heungdo Elementary School 20, Wonsinheungnam-ro, Yuseong-gu, Daejeon, Republic of Korea  
E-mail : kyky627@hanmail.net

© The Korean Society of Earth Sciences Education. All rights reserved.  
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.

시도 교육청에서는 창의융합형 인재를 양성하기 위한 교육방법의 한 방편으로 메이커교육을 도입하기 시작하였다(서희정과 이종연, 2018; 이지선, 2017). 메이커교육은 2010년 전후로 국내 교육학계에 도입되기 시작했으며, 2015 개정 교육과정을 비롯하여 차기 교육과정안에도 메이커교육이 반영되면서 국가 주도하에 더욱 활성화되고 있다. 교육부는 학생이 만들고자 하는 작품을 다양한 디지털 도구와 재료를 활용해 창의적으로 설계하고 제작하는 메이커교육을 하나의 교육방법으로 인정하였다(교육부, 2015).

메이커교육은 연구자마다 다소 다르게 정의되지만 일반적으로 학생 개개인의 아이디어를 기반으로 여러 도구를 활용하여 산출물을 만들고 그 과정과 결과를 공유하고 소통하면서 발전시켜나가는 교육을 의미한다(김우식, 2022). 이러한 메이커교육은 구성주의 교육에 바탕을 두고 있으며, 학생들이 실제 상황에서 주어진 문제를 해결하기 위해 자발적이며 자기주도적으로 사고하고 다른 메이커와 협력하는 과정을 통해 창의적인 결과물을 만드는 과정을 경험할 기회를 제공한다(윤혜진 외, 2017). 이처럼 메이커교육은 다양한 기술을 습득하고 창의적인 아이디어를 구현하는 과정을 통해 학생들을 창의적 문제해결력과 자기 주도성을 발휘하는 능동적인 인재로 양성하는 데 초점을 둔다(강미정, 2018). 특히 메이커교육은 다양한 재료를 조작하고, 발명하고, 실험하면서 흥미와 재미를 느끼며 의미 있는 과학 학습을 경험할 수 있도록 한다(Dougherty, 2013).

다수의 선행 연구에 의하면 메이커교육은 학생들의 창의성(남기원과 이수연, 2017; 윤지현 외, 2019; 엄승표와 이동원, 2020; 이재호와 장준형, 2017), 문제해결력(강인애와 김명기, 2017; 김정현, 2020; 우영진과 이재호, 2018; 윤성혜 외, 2017; 윤지현 외, 2019; 조경미와 이연승, 2018), 융합 관련 학습 역량(김성수와 유현석, 2019; 김성인 외, 2019; 여혜원, 2019; 함형인 외, 2016), 협업 능력(김정현, 2020; 남기원과 이수연, 2017; 윤지현 외, 2019; 이창윤과 홍훈기, 2018), 과학 관련 교과에 대한 동기나 태도(김성인 외, 2019; 김순식, 2019; 김정현, 2020; 박근형, 2020; 엄승표와 이동원, 2020; 윤성혜 외, 2017; 윤지현 외, 2019) 등 여러 영역에서 교육적 효과를 보인다. 특히 메이커교육은 의사소통능력 및 창의력 등 미래핵심역량 뿐 아니라 STEM이나 STEAM 교육과 관련하여 교육적 효과를 높여준다고 알려져 있

며(Bevan *et al.*, 2015; Halverson & Sheridan, 2014), STEAM 기반 메이커교육 프로그램의 경우 초등학교의 자아존중감 향상에도 긍정적인 영향을 미칠 수 있다(이샤야, 2017). 이러한 메이커교육은 학교 현장에서의 교육 뿐 아니라 온라인 플랫폼을 통한 교육에서도 학생들의 사회적 역량 및 문제해결력을 함양시키는 데 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타나(박선혜, 2021; 윤성혜 외, 2017; 윤지현 외, 2019) 비대면 학습 환경에서도 교육적 효과가 있음을 보여주었다.

메이커교육을 교육 현장에 적용하기 위하여 여러 교수학습 모형이 제시되었으며, uTEC(Using-Tinkering-Experimenting-Creating) 모형, TMI(Thinking-Making-Improving) 모형, TMSI(Thinking-Making-Sharing-Improving) 모형이 대표적이다(성혜경과 문성환, 2022). 이중 uTEC 모형과 TMI 모형은 학습자 간 메이킹 경험을 공유하는 과정이 부족하다는 지적이 제기되어 실제 교육 현장에서는 TMSI 모형이 널리 활용되고 있다(이동국, 2019). TMSI 모형은 다른 사람과의 공유와 소통을 통하여 메이커교육에서 강조되는 만들면서 느끼는 즐거움 및 생산적 실패가 강조된다(이동국, 2019). 이러한 TMSI 모형을 적용한 메이커교육 프로그램은 개인적 및 사회적 차원에서 교육적 의미와 가치를 가지고 있으며(강인애와 김명기, 2017), 학생들의 창의융합 역량(김성수와 유현석, 2019) 및 창의적 문제해결력(성혜경과 문성환, 2022)을 함양시킬 수 있을 뿐 아니라 도전과 관심, 흥미, 몰입의 감정 및 자기반성적 성찰의 경험을 가져올 수 있다(한광현과 신나민, 2021).

이상의 논의를 종합해보면 TMSI모형을 적용한 메이커교육 과학수업은 학생들의 과학 학업성취도, 과학적 태도 함양에 긍정적인 영향을 줄 수 있을 것으로 예상할 수 있다. 하지만 현재까지 TMSI 모형을 적용한 메이커교육 과학수업이 초등학생들의 과학 학업성취도 및 과학 관련 태도에 대한 효과를 검증한 연구는 부족하다. 이러한 맥락에서 본 연구에서는 TMSI모형을 적용한 메이커교육 프로그램 과학수업을 개발하여 개발한 수업이 초등학생들의 과학 학업성취도, 과학적 태도에 미치는 효과를 알아보고자 한다. 이를 위해 아래와 같은 연구 문제를 설정하여 연구를 진행하였다.

첫째, TMSI모형을 적용한 메이커교육 프로그램 과학수업이 초등학생들의 과학 학업성취도에 어떤 영향을 미치는가?

둘째, TMSI모형을 적용한 메이커교육 프로그램 과학수업이 초등학생들의 과학 관련 태도에 어떤 영향을 미치는가?

## II. 연구 방법

### 1. 연구 시기 및 대상

본 연구는 2022년 9월부터 10주에 걸쳐 실험 처치 과정을 거쳤으며, 광역시 소재 초등학교 6학년 2개 반, 총 40명을 대상으로 하였다. 연구 대상이 있는 학교는 중심지에서 떨어진 도심 외곽지역으로 학생들의 가정 형편 및 사회, 문화, 경제적 수준은 보통이며, 학생들의 기초학력 수준은 중간 정도이다. 연구집단 1개 반 20명은 TMSI모형을 적용한 메이커교육 프로그램 수업에 참여했으며, 비교집단 1개 반 20명은 교사용 지도서를 활용한 전통적인 과학수업에 참여하였다. 연구집단과 비교집단은 가정환경 및 성별, 학업성취도 등이 비교적 균등하게 편성된 학급이다. 연구에 참여한 모든 학생들에게 동의를 받고 연구를 진행하였다.

### 2. 연구 설계

본 연구는 TMSI모형을 적용한 메이커교육 프로그램 과학수업이 학생들의 과학 학업성취도 및 과학 관련 태도에 미치는 효과를 알아보기로 Fig 1과 같이 연구집단과 비교집단 간 사전-사후검사 설계로 진행하였다. 교사 변인을 통제하기 위해 초등학교 6학년 2개 반을 선정하였으며, 총 6회의 수업협의회를 거쳐 실험내용, 변인 통제 등 연구와 관련한 내용에 대해 사전에 협의하였다. 메이커교육 프로그램 수업을 적용하는 교과 내용은 초등학교 6학년 2학기 ‘계절의 변화’ 단원에서 선정하였다. TMSI모형을 적용한 메이커교육 프로그램 수업의 교육적 효과를 분석하기 위하여 수업 처치 전후로 연구집단과 비교집단의 과학 학업성취도 및 과학 관련 태도 검사를 실시하였다. 사후검사를 실시한 후 메이커교육 프로그램 과학수업에 참여한 학생들의 수업에 대한 흥미, 학습참여도, 학습이해도, 학습 친밀도 수준을 확인하기 위하여 5단계 리커트 척도의 4문항으로 구성된 설문조사를 실시하였다. 설문 문항

은 교육청에서 제공되는 문항의 일부 내용을 수정하여 사용하였으며, 과학교육 석사학위의 초등학교 교사 5명에게 검토를 받았다.

G <sub>1</sub>	O <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>
G <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	X <sub>2</sub>	O <sub>4</sub>

G<sub>1</sub> : 연구집단  
 G<sub>2</sub> : 비교집단  
 O<sub>1</sub> : 연구집단 사전검사(과학 학업성취도, 과학 관련 태도)  
 O<sub>3</sub> : 비교집단 사전검사(과학 학업성취도, 과학 관련 태도)  
 X<sub>1</sub> : TMSI모형을 적용한 메이커교육 프로그램 과학수업 (교육과정 재구성)  
 X<sub>2</sub> : 전통적인 과학수업(지도서 활용)  
 O<sub>2</sub> : 연구집단 사후검사(과학 학업성취도, 과학 관련 태도)  
 O<sub>4</sub> : 비교집단 사후검사(과학 학업성취도, 과학 관련 태도)

Fig. 1. Research design

### 3. 검사 도구

#### 가. 과학 학업성취도 검사

본 연구에서 활용한 과학 학업성취도 검사는 D광역시 교육청에서 개발하여 제공된 과학 학업성취도 평가 문항을 활용하였다. 과학 학업성취도 평가 문항은 과학 교육과정에 제시되는 성취기준을 중심으로 50문항이 개발되어 배포되었으며, 이 중 본 연구에서 다루는 내용과 관련있는 10문항을 선별하여 사용하였다. 문항 선별과정에서 현재 초등학교 교사로 근무하고 있는 과학교육 석사학위 5인 및 과학교육 전공 교수 1인의 검토를 받았다.

과학 학업성취도 검사 문항은 Table 1에 제시된 바와 같이 ‘지식’, ‘탐구’, ‘관찰’ 3개 영역으로 구분되어 있다. 지식영역은 달의 위치 변화, 보이지 않는 별자리, 계절별 기온 변화, 그래프 결과 이해, 태양 고도 측정 방법 등과 관련된 내용으로 구성되었으며, 탐구역역은 제시된 그래프 해석하기, 하루 동안 지구의 움직임, 하루 동안 태양 고도와 그림자 길이 변화, 계절별 기온 변화 탐구하기와 관련된 내용을 다루고 있다. 관찰영역은 여러 날 동안 달의 모습 관찰하기, 계절에 따른 낮과 밤의 변화 관측하기, 지구 자전축의 기울기에 따른 계절의 변화 관찰하기와 관련된 내용으로 구성되어 있었다.

Table 1. Composition of items for the academic achievement in science test

영역	주요 과학 개념 및 문항 내용	문항 수
지식	달의 위치 변화, 보이지 않는 별자리, 계절별 기온 변화, 태양 고도 측정 방법	4
탐구	제시된 그래프 해석하기, 하루 동안 지구의 움직임, 하루 동안 태양 고도와 그림자의 길이 변화, 계절별 기온변화 탐구하기	3
관찰	여러 날 동안 달의 모습 관찰하기, 계절에 따른 낮과 밤의 변화 관측하기, 지구 자전축의 기울기에 따른 계절의 변화 관찰하기	3
계		10

나. 과학 관련 태도 검사

과학 관련 태도를 측정하는 검사 도구는 Fraser(1981)가 개발한 TOSRA(Test of Science Related Attitudes)를 활용하였다. TOSRA는 과학의 사회적 의의, 과학자들의 기준, 과학적 탐구에 대한 태도, 과학적 태도의 적용, 과학수업의 즐거움, 과학에 대한 취미로서의 관심, 과학 직업에 대한 관심의 7개 하위 영역으로 구성되어 있다. 모든 문항은 5단계 리커트 척도로 측정하였다. 검사지의 문항 구성 및 Cronbach'  $\alpha$ 값은 Table 2와 같다.

Table 2. Test of science-related attitudes

영역	문항 수	Cronbach'
과학의 사회적 의의	5	.84
과학자들의 기준	8	.82
과학 탐구에 대한 태도	5	.80
과학적 태도의 적용	7	.75
과학 수업의 즐거움	5	.74
과학에 대한 취미로서의 관심	7	.76
과학 직업에 대한 관심	6	.77
문항 전체	43	.92

4. 수업 과정 및 처치

연구집단에게는 교과서 및 교사용 지도서에 제시된 총 10차시 분량의 수업 내용을 메이커교육 모형 중 하나인 TMSI 모형(황중원 외, 2016)을 적용한 과학수업을 실시하였으며, 비교집단에게는 전통적인 과학수업을

을 진행하였다. TMSI 모형을 적용한 과학수업의 전체적인 과정은 Fig 2와 같다.

계절의 변화에 대한 과학적 조작활동을 메이커교육으로 적용하기에 적합하다고 판단하여 수업 내용으로는 6학년 2학기 '계절의 변화' 단원을 선정하였다. 세부적인 수업 내용은 '계절에 따라 달라지는 자연의 모습 살펴보기', '하루 동안의 태양 고도, 그림자 길이, 기온의 관계 알아보기', '계절에 따라 변화하는 태양의 남중 고도와 낮의 길이 알아보기', '계절에 따라 기온이 달라지는 까닭 알아보기', '계절의 변화가 생기는 까닭 알아보기', '나만의 태양 고도 측정기 만들어 보기', '나만의 방식으로 계절의 변화 정리해 보기' 등의 차시로 구성되어 있다. 수업 시작 전에 메이커교육을 실시하는 방법을 안내하여 학생들이 사전에 준비할 수 있도록 하였고, 메이커교육 진행 시 학습에 필요한 준비물을 제공하였다. 비교집단과 연구집단에 적용한 10차시 분량의 교육과정 재구성 수업 내용은 Table 3과 같다.

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

1. TMSI모형을 적용한 메이커교육 프로그램 과학수업이 과학 학업성취도에 미치는 영향

TMSI모형을 적용한 메이커교육 프로그램 과학수업

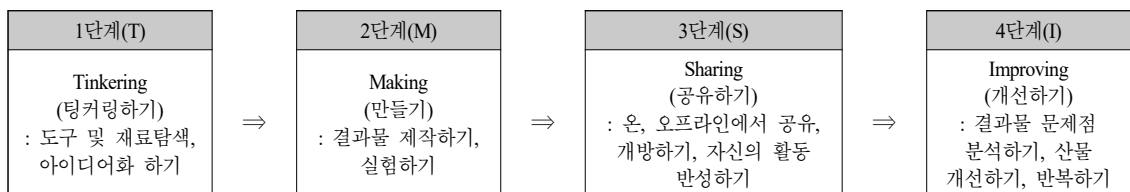
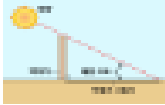






Fig. 2. Lesson phases

Table 3. Curriculum restructuring content applied to the comparison group and the experimental group

차시	비교집단	연구집단	비고	
1	계절에 따라 달라지는 자연의 모습 살펴보기	다큐멘터리 내셔널지오그래픽 계절의 변화		
2	하루 동안의 태양의 고도, 그림자 길이, 기온의 관계 알아보기	[Maker <sup>1</sup> ] 태양의 고도, 그림자 길이 모형 만들기	 	
3		T		<ul style="list-style-type: none"> <li>태양의 고도 측정 도구 계획하기</li> <li>교실, 운동장, 과학실(장소에 따른 변화)</li> </ul>
		M		<ul style="list-style-type: none"> <li>선택한 재료를 이용하여 측정 도구 만들기</li> <li>하드보드지, 폼보드, 나무막대 등(재료 선택)</li> </ul>
		S	<ul style="list-style-type: none"> <li>완성된 태양의 고도 작품 모듈 공유하기</li> <li>모듈별 발표 후 상호평가 실시</li> </ul>	
		I	<ul style="list-style-type: none"> <li>개선할 점 보완하여 만든 모형 개선하기</li> <li>공유하기 단계 상호보완점 작품에 반영하기</li> </ul>	
4	계절에 따라 변화하는 태양의 남중고도와 낮의 길이 알아보기	[Maker <sup>2</sup> ] 그림자 길이 측정 모형 만들기(길이가 변하는 장난감)		
		T		<ul style="list-style-type: none"> <li>태양의 고도에 따른 그림자의 길이 변화를 잘 나타낼 수 있는 생활 도구 찾아보기</li> </ul>
		M	<ul style="list-style-type: none"> <li>생활 속 친근한 소재(예: 장난감)를 이용하여 그림자 길이 측정 모형 만들기</li> </ul>	
5	계절에 따라 기온이 달라지는 까닭 알아보기	S	<ul style="list-style-type: none"> <li>완성된 길이가 변하는 장난감 작품 공유하기</li> </ul>	
		I	<ul style="list-style-type: none"> <li>개선할 점 보완하여 만든 모형 개선하기</li> </ul>	
		[Maker <sup>3</sup> ] 계절의 변화가 생기는 까닭은 무엇인지 알아보기		
6	계절의 변화가 생기는 까닭 알아보기	T		<ul style="list-style-type: none"> <li>태양의 남중 고도에 따라 기온이 달라지는 것에 따른 실험측정판 구성(모듈별)</li> <li>구 스티로폼, 전등, 태양전지판, 전등, 자 등</li> </ul>
		M	<ul style="list-style-type: none"> <li>태양의 남중고도 실험측정판 만들어 보기</li> </ul>	
7		S	<ul style="list-style-type: none"> <li>완성된 태양의 남중고도 실험측정판 작품 모듈별 공유하기</li> </ul>	
		I	<ul style="list-style-type: none"> <li>개선할 점 보완하여 만든 모형 개선하기</li> </ul>	
		[Maker <sup>4</sup> ] 그림자를 이용한 나만의 해시계 만들기		
8	나만의 태양 고도 측정기 만들어 보기	T		<ul style="list-style-type: none"> <li>해시계의 원리를 이해하고 다양한 형태의 해시계 고안하기: 휴대용 해시계, 교실 벽 해시계 등</li> </ul>
		M	<ul style="list-style-type: none"> <li>장소와 위치에 따른 크기 변화를 나타낸 모듈별 해시계 만들기</li> </ul>	
9		S	<ul style="list-style-type: none"> <li>모듈별 해시계 작품 공유하기</li> </ul>	
		I	<ul style="list-style-type: none"> <li>개선할 점 보완하여 만든 모형 개선하기</li> </ul>	
10	나만의 방식으로 계절의 변화 정리해 보기	계절이 바뀌고 있어요(과학전람회)		

이 초등학생들의 과학 학업성취도에 미치는 영향을 분석하기 위하여 과학 학업성취도에 대한 사전검사 및 사후검사 점수를 비교한 결과는 Table 4와 같다. 과학 학업성취도는 지식, 탐구, 관찰의 3개의 영역으로 구분하여 연구집단 및 비교집단의 사전 및 사후 검사를 실시하였다. 사전검사의 경우 지식( $t=0.513, p=.611$ ), 탐

구( $t=0.425, p=.673$ ), 관찰( $t=0.443, p=.661$ )의 3개 영역 모두에서 두 집단 간 유의미한 차이는 나타나지 않았다. 그리고 과학 학업성취도 총점에서도 두 집단 간 사전검사 점수의 유의미한 차이가 나타나지 않았다( $t=0.201, p=.841$ ). 사후검사 점수를 비교했을 때, 지식 및 관찰 영역에서는 연구집단이 비교집단보다 통계적

Table 4. Pre-post test results of science academic achievement

영역	집단 구분	N	평균	표준편차	t	p	
지식	사전	연구집단	20	1.69	0.18	0.513	.611
		비교집단	20	1.66	0.27		
	사후	연구집단	20	1.88	0.17	2.531	.016
		비교집단	20	1.74	0.17		
탐구	사전	연구집단	20	1.70	0.24	0.425	.673
		비교집단	20	1.73	0.26		
	사후	연구집단	20	1.83	0.23	0.630	.533
		비교집단	20	1.78	0.27		
관찰	사전	연구집단	20	1.73	0.23	0.443	.661
		비교집단	20	1.77	0.24		
	사후	연구집단	20	1.92	0.18	2.773	.009
		비교집단	20	1.73	0.23		
성취도 총점	사전	연구집단	20	1.71	0.13	0.201	.841
		비교집단	20	1.72	0.18		
	사후	연구집단	20	1.88	0.12	2.735	.009
		비교집단	20	1.75	0.16		

으로 더 높게 나타났지만, 탐구 영역에서는 두 집단 간 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다( $t=0.630$ ,  $p=.533$ ). 과학 학업성취도 총점을 보면 두 집단 간 유의미한 차이가 있었으며( $t=2.735$ ,  $p<.01$ ) 연구집단의 사후 검사 점수가 더 높게 나타났다. 따라서 TMSI모형을 적용한 메이커교육 프로그램 과학수업이 초등학생들의 과학 학업성취도 향상에 긍정적인 효과가 있었다고 볼 수 있다. 이러한 결과는 메이커교육이 과학과 학업성취도에 긍정적인 영향을 미쳤다고 밝힌 선행 연구(김혜란과 최선영, 2023; 김우식, 2022; 엄승표와 이동원, 2020) 결과와 일치한다.

전반적으로 TMSI모형을 적용한 메이커교육 프로그램 과학수업은 과학 학업성취도 향상에 긍정적인 효과가 있었으나 과학적 절차 및 탐구와 관련된 개념을 묻는 문항으로 구성된 탐구 영역에서는 연구집단과 비교 집단 간 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 이는 본 연구에서 적용된 10차시 분량의 메이커교육으로는 학생들의 탐구활동이 원활히 이루어지기 힘들었고, 탐구 활동에 필요한 과학적 환경과 인프라가 상대적으로 부족하였기 때문이라고 생각된다. 메이커교육을 통해 효과적인 탐구 활동이 이루어지기 위해서는 다양한 재료와 도구, 장비 등이 구비된 메이커스페이스가 필수적이기 때문에(이동국, 2019) 학생들이 메이커교육을 통

한 다양한 탐구활동이 할 수 있도록 인프라를 구축할 필요가 있다.

메이커교육 프로그램 과학수업에 대한 설문조사 결과에서도 학생들은 학생 스스로 계획하고 결과물을 산출하는 과정에서 수업에 적극적으로 참여하였다고 응답하였다(16명, 80%). 메이커교육은 교사 주도적인 전통적인 수업 방식에 비해 학생 중심으로 진행되며 학생들이 직접 반복적으로 조작하는 과정을 통해 수업의 주도권을 가질 수 있어 메이커교육을 활용한 과학수업에서 학생들의 수업 참여도가 높았다고 생각된다. 하지만 학습 내용을 쉽게 이해할 수 있었는지에 대한 질문에서는 절반의 학생(10명, 50%)이 긍정적으로 응답하였으나 나머지 절반의 학생(10명, 50%)은 보통이라고 응답하였다. 이와 같이 학생들이 메이커교육 과학수업에 적극 참여하였지만 학습 내용에 대한 이해도가 다소 부족했던 이유는 탐구 활동과 관련된 충분한 인프라가 갖추어지지 않은 채 메이커교육이 이루어졌기 때문이라 판단된다.

## 2. TMSI모형을 적용한 메이커교육 프로그램 과학수업이 과학 관련 태도에 미치는 영향

TMSI모형을 적용한 메이커교육 프로그램 과학수업이 초등학생들의 과학 관련 태도에 미치는 영향을 분

Table 5. Pre-post test results of science-related attitudes

영역	집단 구분	N	평균	표준편차	t	p	
과학의 사회적 의의	사전	연구집단	20	3.70	0.58	0.927	.360
		비교집단	20	3.87	0.58		
	사후	연구집단	20	4.19	0.59	1.391	.172
		비교집단	20	3.92	0.63		
과학자들의 기준	사전	연구집단	20	3.26	0.34	0.194	.847
		비교집단	20	3.28	0.46		
	사후	연구집단	20	3.62	0.39	0.993	.327
		비교집단	20	3.47	0.52		
과학 탐구에 대한 태도	사전	연구집단	20	3.99	0.62	0.832	.411
		비교집단	20	4.14	0.52		
	사후	연구집단	20	4.58	1.63	2.219	.033
		비교집단	20	3.69	0.74		
과학적 태도의 적용	사전	연구집단	20	3.51	0.37	0.966	.340
		비교집단	20	3.65	0.51		
	사후	연구집단	20	4.00	0.53	2.294	.027
		비교집단	20	3.61	0.54		
과학 수업의 즐거움	사전	연구집단	20	4.00	0.55	0.808	.424
		비교집단	20	4.17	0.72		
	사후	연구집단	20	3.92	0.52	0.485	.631
		비교집단	20	3.83	0.60		
과학에 대한 취미로서의 관심	사전	연구집단	20	3.39	0.67	0.597	.554
		비교집단	20	3.27	0.62		
	사후	연구집단	20	3.92	1.41	1.361	.182
		비교집단	20	3.44	0.76		
과학 직업에 대한 관심	사전	연구집단	20	3.17	0.64	1.055	.298
		비교집단	20	3.38	0.60		
	사후	연구집단	20	3.63	0.80	0.641	.525
		비교집단	20	3.48	0.67		
과학적 태도 총점	사전	연구집단	20	3.60	0.38	0.462	.647
		비교집단	20	3.65	0.41		
	사후	연구집단	20	4.00	0.52	2.323	.026
		비교집단	20	3.62	0.51		

석하기 위하여 과학 관련 태도에 대한 사전검사 및 사후검사 점수를 비교한 결과는 Table 5에 제시하였다. 연구집단과 비교집단 간 과학 관련 태도 총점 및 하위 영역별 점수 차이에 대한 t검정 결과, t값이 0.194에서 1.496사이로 나와 두 집단 간 사전검사 점수의 차이는 유의미하지 않은 것으로 나타났다( $p>.05$ ). 반면 사후검사에서는 과학 관련 태도 총점의 경우 연구집단이 비교집단보다 높게 나타나 학생들의 과학 관련 태도가 향상된 것으로 나타났다( $t=2.323, p<.05$ ).

과학 관련 태도 하위 영역에 대한 사후검사 결과에서는 ‘과학 탐구에 대한 태도’ 영역( $t=2.219, p<.05$ )과 ‘과학적 태도의 적용’ 영역( $t=2.294, p<.05$ )에서 연구집단이 비교집단 보다 높은 유의미한 효과가 있는 것으로 나타났다. 하지만 ‘과학의 사회적 의의’, ‘과학자들의 기준’, ‘과학 수업의 즐거움’, ‘과학에 대한 취미로서의 관심’, ‘과학 직업에 대한 흥미’ 영역에서는 유의미한 효과가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 메이커 교육을 적용한 과학수업이 초등학생들의 과학 관련 태

도 영역 중 ‘과학 탐구에 대한 태도’, ‘과학적 태도의 적용’, ‘과학 수업의 즐거움’ 영역에서만 유의한 효과가 나타났다는 김우식(2022)의 연구와 부분적으로 일치한다. 본 연구의 결과와 달리 김우식의 연구에서 ‘과학 수업의 즐거움’ 영역에서 유의한 결과가 나타난 이유는 본 연구에서 다른 계열의 변화 내용보다 상대적으로 쉬우면서 학생들에게 흥미로운 태양계와 별 내용으로 수업을 진행하였다는 점(윤희건과 최선영, 2015)과 복도, 운동장 등 다양한 공간을 활용하여 수업이 이루어졌기 때문이라고 생각된다. 또한 본 연구에서 ‘과학 수업의 즐거움’에서 두 집단 간 유의미한 차이가 나타나지 않았던 이유는 실험에 참여한 6학년 학생의 경우 과학 교과를 배우기 시작하는 3학년 때부터 코로나19로 인한 비대면 수업과 원격수업으로 과학 수업에 참여하여 실험과 실습에 대한 노출이 상대적으로 적었던 것도 하나의 원인으로 생각할 수 있다. 자연현상의 관찰을 통해서 과학적 지식을 학습하기 위해서는 여러 과학적 현상을 먼저 지각해야만 이를 과학적 지식으로 통합할 수 있는데(김성운, 2020) 이 연구에 참여한 학생들의 경우 상대적으로 과학적 경험을 많이 하지 못하였다. 한편, 메이커교육 프로그램 과학수업을 흥미 있게 학습하였는지에 대한 설문조사 결과 18명(90%)의 학생들이 긍정적으로 답변하였다. 그리고 메이커교육을 다른 학습 내용으로도 공부하고 싶다고 응답하였다(20명, 100%). 연구집단의 학생들은 메이커교육 프로그램 과학수업을 흥미 있게 학습하였고 다른 학습 내용도 메이커교육을 적용하여 학습하고 싶다고 응답하였지만 이러한 결과가 일반 과학수업에 대한 즐거움으로 이어지는 않는 것으로 판단된다.

김우식(2022)의 연구 결과와 마찬가지로 나머지 하위 영역(과학의 사회적 의의, 과학자들의 기준, 과학에 대한 취미로서의 관심, 과학 직업에 대한 관심)에서 유의한 효과가 나타나지 않았던 이유는 이들 영역은 메이커교육과 직접적인 관련이 낮으며 상대적으로 짧은 기간 동안 메이커교육이 이루어졌기 때문이라고 생각된다. 일부 연구에서는 메이커교육이 학생들의 직업과 관련된 진로 선택이나 진로 인식에 긍정적인 효과가 있다고 보고하였지만(이영은과 이효녕, 2014; 임유나의, 2015) 이들 연구는 수업 프로그램 개발 단계에서부터 특정한 직업군을 대상으로 삼아 직업에 대한 간접적인 경험을 체험할 수 있도록 수업이 구성되었다는

점이 본 연구와 차이가 있다.

#### IV. 결론 및 제언

본 연구의 목표는 초등학교 6학년 학생을 대상으로 TMSI모형을 적용한 메이커교육 프로그램 과학수업이 학생들의 과학 학업성취도 및 과학 관련 태도에 미치는 영향을 분석하는 것이다. 이를 위해 10차시 분량의 메이커교육 프로그램 과학수업을 개발하여 연구집단과 비교집단 간 사전-사후검사 설계로 연구를 진행하였다. 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, TMSI모형을 적용한 메이커교육 프로그램 과학수업은 과학 학업성취도 향상에 긍정적인 효과를 보였다. 과학 학업성취도 하위 영역에서는 탐구 영역에서만 유의미한 효과가 관찰되지 않았는데 이는 탐구 활동에 필요한 인프라가 상대적으로 부족한 상태에서 메이커교육 프로그램 수업이 진행되었기 때문으로 판단된다. 따라서 학생들이 메이커교육을 통한 다양한 탐구활동을 할 수 있도록 학교 현장에서는 메이커 스페이스와 같은 관련 인프라를 확대·구축할 필요가 있다.

둘째, TMSI모형을 적용한 메이커교육 프로그램 과학수업은 학생들의 과학 관련 태도 함양에 긍정적인 효과를 보였다. 과학 관련 태도의 하위 영역 중 과학 탐구에 대한 태도와 과학적 태도의 적용 영역에서 유의미한 효과가 있었지만 나머지 영역에서는 연구집단과 비교집단 간 차이가 나타나지 않았다. 메이커교육을 활용한 과학수업의 다양한 조작성 활동은 학생들의 과학적 사고를 유발하며, 과학적 탐구 및 과학적 태도에 영향을 미치는 것으로 생각된다. 한편 연구집단의 학생들은 메이커교육 과학수업을 흥미 있게 학습하였으며 다른 학습 내용도 메이커교육을 적용하여 학습하고 싶다고 응답하였지만 이러한 결과가 일반적인 과학수업에 대한 즐거움으로 이어지지 않은 것으로 나타났다. 이와 관련하여 메이커교육 프로그램 과학수업이 학생들의 과학 수업에 대한 즐거움을 향상시키기 위해 다양한 교육플랫폼을 활용한 단계별 메이커교육 콘텐츠를 개발하여 제공할 필요가 있다. 또한 보다 향상된 영역별 메이커교육 프로그램을 개발하고 교과별 수업에 적용해봄으로써 메이커교육 프로그램이 적용된 수



업이 관련 교과 수업의 즐거움으로 이어지기 위한 추가적인 연구가 필요하다. 또한 학년 및 과학 교과의 단원별 특성에 적합한 메이커교육을 개발하고 적용할 수 있는 교육플랫폼을 갖추어 학생들에게 제공한다면 본 연구에서 유의하지 않게 나왔던 과학에 대한 취미나 직업에 대한 학생들의 관심 수준도 상승시킬 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구는 10주간 메이커교육 프로그램 과학수업을 처치하였기 때문에 보다 장기적으로 나타나는 교육적 효과를 검증하는데 한계가 있다. TMSI모형을 적용한 메이커교육 프로그램 과학수업의 교육적 효과를 분석하였지만 분석한 변인은 학생들의 과학 학업성취도, 과학 관련 태도로 제한되었다. 따라서 창의성이나 문제해결력 등 미래의 융합인재역량에 필요한 기타 변인을 추가로 하여 추후 연구가 필요하며 초등학교 6학년만을 대상으로 연구를 수행하였기 때문에 연구 대상의 범위를 초등학교의 다른 학년이나 중고등학생으로 확대하여 다양한 대상에게 미치는 교육적 효과에 대한 연구가 진행될 필요가 있다. 또한 본 연구에서는 학생들이 실제로 작품을 계획하고 설계하는 데 비교적 용이한 주제와 내용을 포함한 단원을 선정하였으므로, 다른 단원 또는 주제에 대한 메이커교육을 적용한 추가적인 연구가 필요하다.

## 국문요약

본 연구에서는 TMSI모형을 적용한 메이커교육 프로그램 과학수업이 초등학생의 과학 학업성취도 및 과학 관련 태도에 미치는 영향을 알아보았다. 광역시 소재 초등학교 6학년 40명을 대상으로 각 20명씩 연구집단과 비교집단으로 구분하여 연구를 진행하였다. 6학년 2학기 ‘계절의 변화’ 단원의 내용을 10차시를 선정하여 연구집단의 학생들은 TMSI모형을 적용한 메이커교육 프로그램 과학수업을, 비교집단의 학생들은 교사용 지도서에 제시된 전통적 교육방법을 적용한 수업에 참여하였다. 연구 결과는 다음과 같다. 첫째, TMSI모형을 적용한 메이커교육 프로그램 과학수업은 학생들의 과학 학업성취도 향상에 유의미한 효과를 미쳤다. 둘째, TMSI모형을 적용한 메이커교육 프로그램 과학

수업은 학생들의 과학 관련 태도 향상에 유의미한 영향을 미쳤다. 이러한 연구 결과를 바탕으로 메이커교육 프로그램 과학수업이 학생들의 과학 수업에 대한 즐거움을 향상시키기 위해 다양한 교육플랫폼을 활용한 단계별 메이커교육 콘텐츠를 개발하여 제공할 필요가 있으며 보다 향상된 영역별 메이커교육 프로그램을 개발하고 교과별 수업에 적용해 봄으로써 메이커교육 프로그램이 적용된 수업이 관련 교과 수업의 즐거움으로 이어지기 위한 추가적인 연구가 필요하다.

주제어: 메이커교육, TMSI 모형, 과학 학업성취도, 과학 관련 태도

## References

- 강미정(2018). 메이커교육 프로그램 개발 및 운영을 위한 체크리스트 개발. 경희대학교 대학원 석사학위논문.
- 강인에, 김명기(2017). 메이커 활동의 초등학교 수업적용 가능성 및 교육적 가치 탐색. 학습자중심교과교육연구, 17(14), 487-515.
- 교육부(2015). 2015 개정교육과정. 서울: 교육부.
- 김성수, 유현석(2019). 시멘트와 거꾸집을 이용한 중학교 메이커 교육 프로그램이 창의융합 역량에 미치는 효과. 한국융합학회논문지, 10(6), 129-138.
- 김성운(2020). 지구자전과 태양의 겉보기 운동학습을 위한 역할놀이 활동의 학습효과 및 학생들이 겪는 어려움. 대한지구과학교육학회지, 13(1), 29-39.
- 김성인, 김진수, 강성주, 김태영, 윤지현(2019). 아두이노를 활용한 디자인씽킹 기반의 중학생 메이커 교육 프로그램 개발 및 적용. 대한공업교육학회지, 44(1), 162-189.
- 김순식(2019). 소집단 토의·토론을 강조한 메이커수업이 초등학생의 과학수업 동기 및 과학적 태도에 미치는 영향. 대한지구과학교육학회지, 12(1), 54-63.
- 김우식(2022). 메이커교육을 적용한 초등과학수업이 학업성취도, 과학에 대한 태도 및 수업참여도에 미치는 효과. 경인교육대학교 대학원 석사학위논문.
- 김정현(2020). 과학기반 메이커교육 프로그램이 초등학

- 생의 창의적 문제해결력과 과학흥미도에 미치는 효과. 부산교육대학교 대학원 석사학위논문.
- 김혜란, 최선영(2023). 초등 과학 수업에서 VR 기술을 활용한 메이커교육 프로그램의 개발과 적용-'동물의 생활' 단원을 중심으로-. 초등과학교육, 42(3), 399-408.
- 남기원, 이수연(2017). 메이커스페이스 탐색을 통한 유아 메이커 교육 고찰. 유아교육학논집, 21(6), 205-228.
- 박근형(2020). 메이커교육을 활용한 과학수업이 초등학생들의 과학 학습 동기 및 과학적 태도에 미치는 효과. 부산교육대학교 대학원 석사학위논문.
- 박선혜(2021). 온라인 플랫폼을 기반으로 한 메이커교육 경험이 사회적 역량 함양에 미치는 효과. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 서희정, 이종연(2018). 언어 네트워크 분석을 활용한 미래교육 동향 분석. 교육정보미디어연구, 24(4), 649-678.
- 성혜경, 문성환(2022). TMSI 모형 기반의 에너지 절약 메이커교육 프로그램이 초등학생의 창의적 문제해결력에 미치는 영향. 에너지기후변화교육, 12(1), 35-44.
- 엄승표, 이동원(2020). 메이커교육이 초등학생의 창의적 인성에 미치는 효과. 실과교육연구, 26(4), 161-180.
- 여혜원(2019). 과학개념에 기반 한 메이커수업에서 학생들의 활동 과정 및 메이커 역량 분석. 서울교육대학교 대학원 석사학위논문.
- 우영진, 이재호(2018). 디자인 씽킹 기반 메이커 교육 프로그램 개발과 적용. 창의정보문화연구, 4(1), 35-43.
- 윤성혜, 강우리, 이명우(2017). 고등학생 대상 저작도구 활용 앱 개발 교육의 정의적·인지적 효과 분석. 정보교육학회논문지, 21(4), 415-424.
- 윤지현, 권지훈, 강성주(2019). 중학생을 위한 디자인 씽킹 기반 메이커 교육프로그램의 효과 검증. 학습자 중심교과교육연구, 19(10), 561-584.
- 윤혜진, 강인애, 강은성(2019). 메이커교육 아웃리치 프로그램 사례: 메이커 정신 함양을 중심으로. 교육공학연구, 35(2), 365-393.
- 윤희건, 최선영(2015). 초등과학에서 스마트러닝 교수-학습 프로그램의 개발과 적용-태양계와 별 단원을 중심으로. 과학교육연구지, 39(3), 321-332.
- 이동국(2019). 메이커 교육의 효과에 대한 메타분석. 교육정보미디어연구, 25(3), 577-600.
- 이사야(2017). STEAM 기반 메이커교육 프로그램이 초등학생의 자아존중감에 미치는 영향. 경인교육대학교 대학원 석사학위논문.
- 이영은, 이효녕(2014). 공학적 설계와 과학 탐구 기반의 STEAM 교육 프로그램이 중학생의 과학, 수학, 기술에 대한 흥미, 자기효능감 및 진로 선택에 미치는 효과. 교과교육학연구, 18(3), 513-540.
- 이재호, 장준형(2017). 과학영재용 소프트웨어 코딩기반 메이커 교육 프로그램의 개발. 영재교육연구, 27(3), 331-348.
- 이지선(2017). 메이커교육에 디자인 사고적용 연구. 한국디자인포럼, 54, 225-234.
- 이창윤, 홍훈기(2018). 메이커 활동에 기반을 둔 화학 탐구 R&E 프로그램의 사례연구. 학습자중심교과교육연구, 18(18), 131-154.
- 임유나, 민부자, 홍후조(2015). 이공계 진로의식 신장을 위한 초등 5-6학년용 설계기반 미래 유망직업 STEAM 프로그램 개발 및 적용 효과. 한국과학교육학회지, 35(1), 73-84.
- 조경미, 이연승(2018). 메이커 교육(Maker Education)에 기반을 둔 유아과학교육 프로그램 개발 및 효과. 유아교육연구, 38(1), 341-366.
- 조현국(2017). 4차 산업혁명에 따른 대학교육의 변화와 교양교육의 과제. 교양교육연구, 11(2), 53-89.
- 한광민, 신나민(2021). 어린이법회 지도법사를 위한 메이커교육 연구. 종교교육학연구, 66, 205-233.
- 함형인, 김기열, 김기수(2016). 3C-Maker 발명교육 프로그램이 중학생의 융합인재소양에 미치는 영향. 실과교육연구, 22(4), 103-119.
- 황중원, 강인애, 김홍순(2016). 메이커 페다고지(Maker Pedagogy)로서 TMSI모형의 가능성 탐색: 고등학교 사례를 중심으로. 한국교육공학회 학술대회발표자료집, 2, 166-176.
- Bevan, B., Gutwill, J. P., Petrich, M., & Wilkinson, K. (2014). Learning through STEM-Rich tinkering: Findings from a jointly negotiated research project taken up in practice. Science Education, 99(1), 98-120.
- Dougherty, D. (2013). The maker mindset. In M. Honey

- & D. E. Kanter (Eds.), *Design. Make. Play. Growing the next generation of STEM innovators* (pp. 7-16). Routledge.
- Fraser, B. J. (1981). TOSRA: Test of science-related attitude: Handbook. Australian Council for Educational Research.
- Halverson, E. R., & Sheridan, K. (2014). The maker movement in education. *Harvard Educational Review*, 84(4), 495-504.