

초등과학 영재학생을 대상으로 한 내진 설계 STEAM 프로그램의 효과

김맹범¹ · 양지혜² · 홍승호^{3*}

¹삼성초등학교, ²중문초등학교, ³제주대학교

The Effects of STEAM Program for an 'Earthquake-Resistant Design' on Gifted Students of Elementary Science

Kim, Maengbeom¹ · Yang, Jihye² · Hong, Seung-Ho^{3*}

¹Samsung Elementary School, ²Jungmun Elementary School, ³Jeju National University

Abstract : The purpose of this study is to develop the STEAM program that would allow design and build the resistant structures in earthquake. It was also to investigate the effects on change of academic achievement, creative problem solving abilities, scientific inquiry activity and scientific attitude of elementary science gifted students. An object of study is 29 students of 2 classes training in J University Scientific Gifted Institute. As application results, the post-test of the STEAM program class with the theme of an 'earthquake-resistant design' improved significantly in academic achievement, creative problem solving abilities and scientific attitude than the pre-test. Also, in satisfaction test result, inquiry activities and problem solving process during student's learning were interesting and helpful. So 'earthquake-resistant design' shows that we could be used as learning material of scientific inquiry. Therefore, the STEAM program class with the theme of 'earthquake-resistant design' is positively affected on students' interest as well as their academic achievement, the creative problem solving ability and the scientific attitude. In future, it is required the development of the STEAM programs such as this study.

Keywords : earthquake-resistant design, STEAM, gifted student

요약 : 본 연구는 지진에 잘 견디는 구조물을 설계 및 제작하도록 하는 융합인재교육(STEAM) 프로그램을 개발하고 적용하여, 초등과학 영재학생의 학업성취도, 과학 탐구 능력, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도 측면에서 어떤 효과가 있는지 알아보았다. 개발한 STEAM 프로그램은 J대학교 과학영재교육원 2개 영재학급 29명의 과학영재를 대상으로 적용하였다. 적용 결과, 내진 설계를 주제로 한 STEAM 프로그램을 적용한 수업은 학업성취도, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도에서 긍정적인 영향을 미쳤다. 또한 학습을 하며 탐구 활동 및 문제해결 과정이 흥미로웠고 도움이 되었다는 학생들의 만족도 검사 결과는 내진 설계가 과학 탐구의 유용한 학습 소재로서 활용될 수 있음을 보여준다. 따라서 본 연구의 내진 설계를 학습 소재로 활용한 STEAM 프로그램은 학생들의 관심을 향상시키는 물론, 학업성취도 및 창의적 문제해결력 향상에 효과를 나타내어, 앞으로 이에 대한 꾸준한 STEAM 프로그램 개발이 요구된다.

주요어 : 내진 설계, 융합인재교육, 영재학생

I. 서론

지식의 홍수 시대라고 할 수 있는 현대 사회에 적응하기 위해서는 학생들에게 단편적인 지식이 아

니라, 새로운 상황에 적응할 수 있는 융합적 지식이 필요하다. 이를 위하여 교육과학기술부에서는 스스로 새로운 지식과 가치를 창출할 수 있으며, 더불어 살아갈 수 있는 능력을 갖춘 인재상을 요구

*Corresponding author : 홍승호
E-mail : shong@jejunu.ac.kr

하고 있다(교육과학기술부, 2010). 이러한 사회 변화에 맞추어 미국에서는 과학과 수학, 공학과 기술을 융합한 STEM 교육이 등장하였으며, 더 나아가 예술의 영역까지 융합한 STEAM 교육이 등장하게 되었다(Yakman, 2006). 우리나라에서도 이를 인식하고 융합인재교육(STEAM)이라는 명칭으로 본격적인 융합인재양성 교육에 힘을 쏟고 있다. 더불어 융합인재교육연구회 운영, STEAM 시범/중점학교 지정, STEAM 수업자료 개발 등 다양한 방면에서 노력을 하고 있다.

하지만 현재 우리나라의 초등학교 교육현장에서는 과학, 실과, 미술, 음악, 수학과를 분리하여 학습하고 있다. 이러한 분과적인 학습 방식으로는 실제 세계에서 일어나고 있는 융합적인 문제를 해결하기에는 역부족이다. 신영준과 한선관(2011)의 연구에서도 지적인 바와 같이 현장 교사들도 STEAM 교육에 익숙하지 않고 지도하기 어렵하다고 하였으며, 학습 상황과 실제 세계를 연결하여 교육을 실시하기에 부담을 갖는 것으로 나타났다. 그러므로 실제 현장에서 STEAM 교육을 효과적으로 적용할 수 있는 방안에 대한 연구가 요구된다고 하겠다.

특히 영재교육에서 STEAM 교육의 필요성은 더 중요하다. 2013년 교육부에서는 창조경제를 이끌어갈 창의적 인재 양성을 위하여 제 3차 영재교육진흥 종합계획을 발표하였다(교육부, 2013). 영재의 특성을 고려하여 인성교육 및 진로 교육, 창의융합 프로그램을 개발하여 적용하도록 하고 있으며, 영재교육에서의 STEAM 교육의 필요성을 강조하고 있다. 이러한 필요성에 의하여 영재교육에서도 STEAM 교육을 적용하려는 시도가 이루어지고 있다.

지금까지 STEAM 교육을 통한 초등학생의 기후 변화 교육(이성희, 2011), 해양생물을 활용한 STEAM 교육(문승환과 홍승호, 2016) 등 다양한 분야에서 STEAM 교육의 효과를 보고한 바 있으나, 지진과 관련된 STEAM 교수학습 자료는 부족한 실정이다.

2011년 이웃나라 일본에서 쓰나미를 동반한 대지진이 일본의 동북 지방을 강타한데 이어, 최근에 들어서도 일본, 에콰도르, 대만, 남태평양에 위치한 바누아투에서는 강도 높은 지진이 발생하여 수많은 인명과 재산 피해를 가져왔다. 이 지역은 환태평양 지진대, 즉 ‘불의 고리(Ring of Fire)’에 위치

한 곳으로, 계속해서 나타나는 ‘불의 고리’ 지역에서의 지진으로 불안감도 커지고 있다. 이제 우리나라도 지진의 안전지대라고 할 수 없을 만큼 작은 규모이긴 하지만 지진 발생빈도가 증가하고 있다. 기상청에 따르면 우리나라 지진 발생추이는 1980년대에는 총 157회, 1990년대에는 255회, 2000년대에는 436회 등 크고 작은 지진으로 우리나라 국민들의 지진에 대한 관심과 우려가 커지고 있다(기상청, <http://www.kma.go.kr>). 우리나라는 지진에 대한 안전지대라는 인식이 만연하여 지진 안전 교육이나 인식 전환 교육에 대해서는 아직 미흡하다(정성호, 2011). 정길호(2008)는 일본의 서해 연안에서 지속적으로 대규모의 지진이 발생하고 있음을 지적하며, 우리나라에서도 지진에 대한 대책이 필요함을 언급하였으며, 안성호 등(2010) 또한 우리나라 동해안이 지진해일에 안전하지 못함을 지적하고 있다. 그러나 지진학습에 대한 선행연구를 살펴보면 초등학생을 대상으로 한 가상체험이나 웹기반 멀티미디어 영재교육 프로그램을 개발·적용한 연구가 있으나(김명수, 2000; 봉연근, 2001), 초등과학 교육과정에서는 탐구 중심 과학 학습 자료가 거의 개발되어 있지 않다(김철록, 2012). 초등과학 교육과정에서는 초등학교 4학년 1학기에 지진의 피해를 줄이는 방법에 대하여 1차시 동안 알아보도록 구성되어 있으며, 그 내용도 대피 방법에 대하여 다루고 있어, 학생들이 탐구적으로 다가가지 못하고 있다. 또한 지진도 에너지·기후 변화에 의해 발생하는 경우가 많은데, 김장환 등(2015)은 창의적 체험활동 프로그램을 활용하여 초등학생들의 에너지·기후 변화에 대한 인식 및 태도 변화를 알아본 결과, 긍정적 향상이 있었다고 하였다.

한편, 미국 초등학생들을 대상으로 지진에 대한 개념을 면담 조사한 Ross & Shuell(1993)은 학생들이 지진과 화산의 개념을 혼동하고 있으며, 지진의 원인이나 지진 발생 시 대피요령을 잘 모르고 있다는 것을 밝혔다. 그러므로 지진의 발생 원인과 대피 방법, 내진설계 구조물 제작활동 프로그램을 제작하여, 학생들에게 지진 관련 탐구 학습 자료를 제공하고, 지진 안전 교육에 대한 인식 전환을 위한 교육이 필요하다고 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 초등학생들이 실생활 속에서 지진과 관련한 문제의식을 가지고 창의적으

로 문제를 해결해 갈 수 있도록 내진 설계 관련 주제로 STEAM 교육에 적합하도록 학습 내용을 재구성하여 초등과학 영재학생에게 어떤 영향을 미치는지 알아보기 위해 다음과 같이 연구 문제를 설정하였다.

첫째, 내진 설계를 주제로 한 STEAM 프로그램을 어떻게 개발하고 적용할 것인가?

둘째, 내진 설계를 주제로 한 STEAM 프로그램을 적용한 효과는 무엇인가?

그러나 본 연구는 다음과 같은 제한점을 가지고 있다.

첫째, 본 연구는 J도 소재 과학영재교육원 영재 학생 29명만을 연구 대상으로 선정하였기 때문에 연구 결과를 우리나라 영재학생들의 공통된 성향으로 일반화하기에는 다소 무리가 있다.

둘째, 본 STEAM 프로그램은 탐구 위주로 교육 과정을 재구성하여 좀 더 많은 차시로 이루어져 있기 때문에 일반 수업의 효과와 직접적으로 비교하기에는 어느 정도 제한이 있다.

셋째, 본 연구는 총 8차시의 제한된 시간에 연구를 실시하였으므로 지진과 관련하여 장기간에 걸쳐 나타날 수 있는 교육적 효과를 검증하는데 한계가 있다.

II. 연구 절차 및 방법

1. 연구 절차

본 연구에서는 내진 설계를 주제로 한 STEAM 프로그램을 개발하고, 이를 적용한 과학 수업이 초등과학 영재학생들의 학업성취도, 창의적 문제해결력, 과학 탐구 능력 및 과학적 태도의 변화를 알아보고자 하였다. 본 연구의 전체적인 연구 절차는 Fig. 1과 같다.

본 연구를 수행하기 위하여 먼저 연구 계획을 수립하고, STEAM 교육과 내진 설계 관련 선행 연구를 조사하여 STEAM 프로그램 개발 방향을 설정하였다. 이후 2009 개정 과학과 교육과정을 분석하고 시사점을 도출하여, 4학년 1학기 3단원 화산과 지진을 보다 효과적으로 학습하기 위해 내진설계를 주제로 한 STEAM 프로그램을 개발하였다.

1차적으로 STEAM 프로그램을 개발한 후, 교육 전문가의 자문과 검토를 통해 수정·보완하여 최종 프로그램을 완성하였다. 개발한 프로그램의 효과

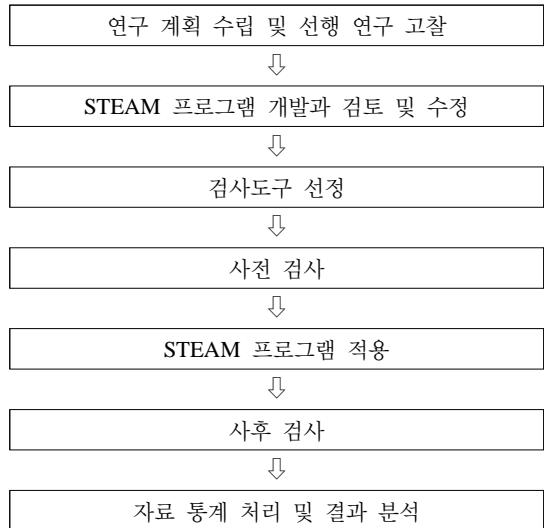


Fig. 1. 연구 절차

를 알아보기 위하여 검사 도구를 선정하였다. 학업성취도 검사 도구는 지진과 관련된 문제를 문항별로 전문가 집단에게 검토 받아 수정·보완하여 사용하였다. 또한 학생들의 창의적 문제해결력, 과학 탐구 능력 및 과학적 태도 변화를 알아보기 위하여 검사 도구를 선정하고, 사전 검사와 사후 검사를 실시하였다. 사전·사후 검사에서 얻어진 자료는 통계 분석하여 결과를 도출하였다.

2. 교육과정 분석

보다 효과적인 내진 설계를 주제로 한 STEAM 프로그램을 개발하기 위하여 STEAM 프로그램의 적용 대상인 4학년의 2009 개정 과학과 교육과정을 분석하였다(교육과학기술부, 2011). 본 연구와 관련된 2009 개정 교육과정 분석 내용은 Table 1과 같다.

초등학교 3~4학년군 과학과 교육과정에서 내진 설계와 관련된 영역은 생명과 지구 분야에서 3단원 ‘화산과 지진’이다. 이 영역은 인간의 힘으로 막을 수 없는 자연재해인 지진에 대한 내용으로 지진이 발생하면 어떤 일이 일어날지, 지진의 발생 원인은 무엇인지, 지진이 발생하면 어떻게 행동해야 하는지에 대해서 학습한다. 지구 곳곳에서 많이 일어나는 지진은 사람에게 직간접적 영향을 끼치며, 막대한 인명 및 재산 피해를 인식하게 되며, 지진 발생의 원인과 피해를 줄이기 위한 방법으로 내진

Table 1. 2009 개정 4학년 과학과 교육과정 관련 단원 분석

단원	중단원	차시명	학습목표
3. 화산과 지진	2. 흔들리는 땅	최근 발생한 지진을 조사하여 봅시다.	최근 국내외에서 발생한 지진에 대하여 조사하고 발표할 수 있다.
		지진의 발생 원인을 알아봅시다.	지진의 발생 원인을 설명할 수 있다.
		지진의 피해를 줄일 수 있는 방법을 알아 봅시다.	지진이 발생하였을 때의 대피 방법을 알고, 실제로 대피할 수 있다.

설계를 주제로 설정하였다. 이를 위하여 다른 교과 의 주요 학습 내용 또한 재구성하여 프로그램에 반영하였다.

3. 내진설계를 주제로 한 STEAM 프로그램 개발

STEAM 프로그램은 지진의 피해를 시청각자료와 실제 체험을 통하여 피부로 느끼고 동영상 등에서 보는 피해가 생각보다 훨씬 심각하며, 신속하고 정확한 대처 없이는 큰 피해를 입을 수 있음을 주지시킨다. 또한 우리나라가 지진의 안전지대라는 잘못된 개념을 바로잡고, 더 나아가 지진의 피해를 줄일 수 있으며, 보다 미적인 건물(구조물)을 구상하고 직접 만들어 봄으로써 경험적 지식을 구성할 수 있도록 노력하였다.

교육과정 분석 내용(Table 2)을 바탕으로 내진 설계를 주제로 한 STEAM 프로그램을 개발하였고, 과학교육과 교수 1인, 박사과정 2인, 석사과정 6인의 검토와 자문을 얻어 수정·보완하여 최종 프로그램을 완성하였다. 최종 프로그램에서는 학생들이 지진의 용어와 개념을 스스로 정리하고, 학생들이 지진에 대비한 내진 건물(구조물)을 조금 더 융합적으로 설계하고 제작할 수 있도록 수정하였으며, STEAM 프로그램의 각 요소들이 프로그램 안에서 잘 융합될 수 있도록 보완하였다.

4. 검사 도구

본 연구는 내진설계와 관련한 프로그램 개발을 통하여 초등학교 영재 학생들에게 인지적, 정의적 영역에서 어떠한 변화가 있는지 알아보고자 한다.

Table 2. 2009 개정 3~4학년군 교육과정 관련 단원 분석

과목	성취기준
과학	- 지진 발생의 원인을 이해하고, 지진이 났을 때의 대처 방법을 안다.
수학	- 길이, 둘레, 무게, 각도를 잴 수 있으며, 양에 대한 어림과 측정을 통해 양감을 기른다. - 자료를 수집하여 목적에 맞게 그림그래프, 막대그래프, 꺾은선그래프로 나타내고, 그래프의 특성을 비교할 수 있다. - 표 만들기, 예상과 확인, 단순화하기, 논리적 추론 등의 문제 해결 전략으로 문제를 해결하고, 문제 해결 과정을 설명할 수 있다.
국어	- 일상생활이나 공식적인 듣기·말하기 상황에서 정확하게 듣고, 말하고자 하는 내용을 분명하게 표현 하며, 서로를 이해하고 협력하는 태도로 소통한다. - 다양한 매체를 활용하여 생각과 느낌을 효과적으로 표현한다.
사회	- 우리가 살고 있는 곳의 위치를 지도, 인터넷 등을 이용하여 찾아보고, 우리나라에서 어디에 위치하고 있는지 말할 수 있다. - 우리 지역의 산, 강, 들, 바다의 모습을 살펴보고, 그와 같은 환경과 더불어 살아가는 사람들의 서로 다른 생활 모습을 이해할 수 있다.
미술	- 생활 속에서 시각 문화를 찾아보고 탐색한다. - 다양한 주제를 탐색하여 자유롭게 표현한다. - 기본적인 재료와 용구, 표현 방법을 탐색하여 표현한다. - 조형 요소와 원리를 탐색하여 표현한다.

그러므로 본 연구에서 개발한 STEAM 프로그램의 효과를 알아보기 위해 사용한 검사 도구는 학업성취도 검사 도구, 창의적 문제해결력 검사 도구, 과학 탐구 능력 및 과학적 태도 검사 도구이다.

1) 학업성취도 검사 도구

본 연구의 목적인 STEAM 프로그램 적용을 통한 학생들의 학업성취도의 변화를 알아보기 위해 지진과 관련된 문제를 과학교육과 교수 1인, 박사과정 2인, 석사과정 6인에게 검토와 자문을 거쳐 수정·보완하여 사용하였다. 문항별로 정답 1점, 오답 0점을 부여하는 채점 기준을 따랐으며, 본 검사지로 사전·사후 2회에 걸쳐 검사를 실시하였다.

2) 창의적 문제해결력 검사 도구

창의적 문제해결력 검사 도구로 한국교육개발원(2001)에서 발간한 ‘간편 창의적 문제해결력 검사 개발 연구(I)’을 기초로 하여 정은영(2008)이 사용한 창의적 문제해결력 검사 도구를 선정하였다. 검사 도구는 특정 영역의 지식·사고기능·기술의 이해 및 숙달 여부, 확산적 사고, 비판적·논리적 사고, 동기적 요소의 4가지 영역으로 구성되어 있다. 그리고 영역별 5문항의 하위요소로 구성되어 있으며, 문항별 점수는 Likert 척도를 따랐다. 이 검사도구의 Cronbach α 는 .93이었다.

3) 과학 탐구 능력 검사 도구

학생들의 사전·사후의 과학 탐구 능력을 측정하기 위하여 권재술과 김범기(1994)가 개발한 TSPS 검사지를 사용하였다. 이 검사지는 탐구요소별로 각각 3개의 검사문항을 만들어, 우리나라 초·중학생들을 위한 검사 도구를 개발한 것이다. 이 중 본 연구의 내진 설계를 주제로 한 STEAM 프로그램의 특성에 따라 기초 탐구 능력을 검증할 수 있는 문항만 선별하여 투입하였고, 검사 시간은 20분 이내로 하여 실시하였다. 측정도구의 난이도는 평균 58.9, Spearman-Brown 신뢰도 계수는 전체 .71로 양호한 편이다.

4) 과학적 태도 검사 도구

과학적 태도의 변화를 알아보기 위해 김효남 등

(1998)이 개발한 과학적 태도 검사 도구를 사용하였다. 이 검사 도구는 7가지 하위 영역으로 구성되어 있으며, 각 영역을 측정하기 위해 각 3개의 문항으로 구성되어 있다. 검사지의 신뢰도는 Cronbach α 로 .87이다.

5) 수업 만족도 조사 도구

영재학생들에게 적용된 STEAM 프로그램에 대한 수업 만족도를 측정하기 위해 한국교육과정평가원(2005)에서 개발한 검사지 15문항을 활용하여 ‘매우 만족’부터 ‘매우 불만’까지 5~1점으로 하는 5단계 Likert 척도로 결과를 분석하였다. 또한 학생들의 구체적인 반응을 살펴보기 위하여 개방형 문항으로 STEAM 수업이 기존의 수업과 다른 점과 지진을 이해하고, 피해를 최소화하는데 어떠한 도움이 되었는지를 적을 수 있도록 하였다.

5. 연구 대상

본 연구의 대상 학생은 J도 J대학교 과학영재교육원 2개 초등과학 영재학급 29명이 참여하였다. 영재집단들은 J도 내에서 골고루 선발된 학생으로 5학년 때 교육청 영재 기초반을 이수하였고, 6학년에 와서 과학영재교육원에서 심화과정을 이수하고 있는 학생 남학생 15명, 여학생 14명으로 구성하였다.

6. STEAM 프로그램 적용

본 연구는 교육과정 시간에 맞추어 2주간 실시하였다. 영재학생에게 학업성취도, 창의적 문제해결력, 과학 탐구 능력 및 과학적 태도에 대한 사전 검사를 실시한 후, 본 연구에서 개발한 내진 설계를 주제로 한 STEAM 프로그램 8차시를 적용하였다.

STEAM 수업이 이루어진 영재집단에 사전 검사와 동일한 검사지로 학업성취도, 창의적 문제해결력, 과학 탐구 능력 및 과학적 태도에 대한 사후 검사를 실시하였고, STEAM 프로그램에 대해 얼마나 만족하는지 알아보기 위하여 만족도 검사를 실시하였다. 학생들의 STEAM 활동 모습은 〈부록〉에 제시하였다.

7. 자료 분석

영재집단의 사전·사후 검사 자료는 t -검정으로

통계처리 하였다. 통계의 숫자는 소수 둘째자리까지 하였고, 유의성 검증의 진단기준은 $p < .05$ 수준에서 판정하였다. 그리고 만족도 검사는 Likert 척도를 통한 검사 결과의 평균을 구하였다.

III. 연구 결과 및 고찰

1. 내진 설계를 주제로 한 STEAM 프로그램 구성요소

초등학교 4학년 1학기 3단원 화산과 지진 중 2. 흔들리는 땅 소단원에서 활용할 수 있도록 개발한 내진 설계를 주제로 한 STEAM 프로그램 구성은 총 8차시로 이루어져 있다. 본 프로그램의 각 차시별 STEAM 구성요소는 Table 3과 같다.

최근 우리나라도 지진의 안전지대라고 할 수 없을 만큼 작은 지진들이 일어나고 있다. 그러나 초등학교 교육과정에서는 지진에 대해 피해를 줄일 수 있는 탐구적 내용이 많지 않아, 이에 대한 교육이 필요하다고 할 수 있다. 이에 본 연구는 지진에 잘

견디는 구조물을 설계 및 제작하도록 하는 STEAM 프로그램을 개발하고 적용하는 과정을 통해 과학 탐구 능력, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도 향상에 그 목적을 두고 있다.

전체적인 프로그램의 진행은 상황제시(1차시), 창의적 설계(2~6차시), 감성적 체험(7~8차시)의 구조를 가지고 이루어졌다.

1차시에서는 우드락 위에 여러 가지 물건을 쌓고, 좌우로 흔들어 보면서 지진이 발생할 때 어떤 현상이 일어나는지 알아본다. 이후 지진 대비에 필요한 준비물 및 장소별 지진 대비 행동 수칙을 찾아보며, 지진의 피해를 줄일 수 있는 방법을 탐구한다. 이를 바탕으로 지진 대비 안전 매뉴얼을 제작하는 활동으로 구성되어 있다. STEAM 요소 측면에서 지진 현상과 피해를 알아보는 것을 과학적 요소, 지진의 피해를 알아보기 위한 간이 지진 모형을 제작하는 것을 공학적 요소, 지진 안전 책자 만들기가 예술적 요소로 볼 수 있다.

2~3차시에서는 지진대와 화산대의 공통점을 찾

Table 3. 내진 설계를 주제로 한 STEAM 프로그램의 차시별 구성

준거	차시	학습주제	교수학습 활동	STEAM 요소
상황제시	1	지진과 우리생활	① 지진 현상과 피해 알아보기 S	S 지진의 현상과 피해
			② 지진의 피해를 줄이는 방법 S T E	T/E 간이 지진모형 제작
			③ 지진 대비 안전 매뉴얼 만들기 A	A 지진 대비 안전 책자
	2~3	지진이 일어나는 이유	① 지진대와 화산대의 공통점 찾기 S	S 지진의 발생 원인
			② 지진 발생시키기 S T E	T/E 지진모형 제작
			③ 지진이 일어난 마을 그리기 S A	A 지진발생 단면 그리기
창의적 설계	4~5	지진을 견디는 건물	① 지진을 견딜 수 있는 건물의 예 S T E	S 내진설계 건물 탐구
			② 지진을 잘 견딜 수 있는 건물 디자인하기 S T E A M	T/E 지진에 견딜 수 있는 건물의 구조
				A 건물물 디자인
		M 건물에서 다각형 성질 찾기		
	6	내가 만드는 지진에 안전한 건물	① 구조물 설계도 그리기 S T E	S 지진 발생 시 건물이 무너지는 원인
			② 구조물 제작하기 S T E A M	T/E 구조물의 설계도 제작
③ 구조물 평가하고 개선하기 S T E A M			A 구조물에 대해 발표	
	M 구조물 여러 가지 모양으로 만들기			
감성적 체험	7~8	지진 안전 박람회	① 단점을 보완한 새로운 구조물 만들기 S T E	S 지진의 피해를 줄일 수 있는 방법
			② 지진 안전 박람회하기 S T E A	T/E 내진 설계 건물 단점을 보완
				A 홍보 자료 제작을 위한 스케치
	M 다양한 모양의 구조물을 제작			

아보며, 지진이 발생하는 지역을 알아본다. 우드락의 양 옆으로 힘을 가하여 지진을 발생시키는 실험으로 지진이 발생하는 원인을 탐구한다. 이를 바탕으로 지진이 일어났을 때 마을의 단면을 그려보는 활동으로 구성되어 있다. STEAM 요소 측면에서 지진 발생 장치를 제작하는 것은 공학적 요소이고, 이를 바탕으로 지진의 발생 원인을 알아보는 것은 과학적 요소, 지진이 발생한 지층의 단면을 그리는 것은 예술적 요소로 볼 수 있다.

4~5차시에서는 내진 설계 건물의 구조적 특징을 탐구하여 지진에 견딜 수 있는 건물의 구조를 알아본다. 이를 바탕으로 지진을 잘 견딜 수 있는 건물을 디자인하여 디자인한 건물의 장단점을 이야기하는 활동으로 구성되어 있다. STEAM 요소 측면에서 내진 설계 건물을 탐구하는 것은 과학적 요소, 지진에 견딜 수 있는 건물의 구조를 알고, 제작 가능성을 판단하는 것은 공학적 요소, 지진을 잘 견딜 수 있는 건물을 디자인하는 것은 예술적 요소, 건물에서 다각형의 성질을 찾아보는 것을 수학적 요소로 볼 수 있다.

6차시에서는 이전 차시에서 이루어진 내진 설계 건물 디자인을 바탕으로 구조물 제작을 위한 설계도를 그린다. 이를 바탕으로 역할 분담하여 구조물을 제작하고, 구조물을 평가하여 개선하기 위한 토론을 하는 활동을 구성되어 있다. STEAM 요소 측면에서 지진이 발생할 때 건물이 무너지는 원인을 아는 것을 과학적 요소, 구조물의 설계도를 그리고 제작하는 것을 공학적 요소, 지진의 피해를 줄일 수 있는 구조물에 대해서 발표하는 것을 예술적 요소, 다각형의 성질을 알고 구조물을 여러 가지 모양으로 만드는 것을 수학적 요소로 볼 수 있다.

7~8차시에서는 지금까지의 활동을 정리하는 단계로 이전 차시에서 이루어진 내진 설계 건물의 단점을 보완하고, 사람들에게 소개하기 위해 홍보 영상 및 포스터를 제작하며, 지진 안전 박람회를 열어 학생들이 자료를 공유하게 된다. STEAM 요소 측면에서 지진의 피해를 줄일 수 있는 방법을 설명하는 것을 과학적 요소, 이전 차시에 이루어진 내진 설계 건물의 단점을 보완하는 것을 공학적 요소, 홍보 자료 제작을 위한 스케치를 하는 것을 예술적 요소, 다양한 모양의 구조물을 제작하는 것을 수학적 요소로 볼 수 있다.

2. STEAM 프로그램 적용 결과

1) 학업성취도

내진 설계를 주제로 한 STEAM 프로그램이 학생들의 학업성취도에 미치는 효과를 알아보기 위해 사전·사후 검사 결과를 분석하였다(Table 4).

STEAM 프로그램을 적용하기 전·후의 학업성취도 검사 도구를 투입한 결과, 사후 검사 결과가 사전 검사보다 유의미하게 높게 나와 내진 설계를 주제로 한 STEAM 프로그램에 참여한 영재학생들의 학업성취도에 긍정적인 영향을 미쳤다. STEAM 프로그램은 2009 개정 과학 교육과정 내용을 포함하고 있으며, 내진 설계를 위한 STEAM 프로그램에 참여하면서 다양한 지진 관련 지식을 적용할 수 있었기 때문에, 지식을 이해하고 기억하는데 도움을 준 것으로 보인다.

그동안 STEAM 수업에 대한 학업성취도 향상 효과가 보고되었는데, 비록 본 연구와 주제는 다르지만, 본 연구 결과는 초등과학의 작은 생물의 세계 단원에 대한 STEAM 프로그램을 개발하여 적용한 결과, 초등학생의 학업 성취도에서 유의미한 결과를 보인 최영미와 홍승호(2013)의 연구 결과와 일치하며, 김문경(2014)의 STEAM 프로젝트 학습, 문외식(2014)의 스크래치 프로그래밍과 센서보드를 활용한 STEAM 수업, 김규현(2015)의 수학교과 중심의 STEAM 프로그램 수업, 김자람(2012)의 과학·미술 중심 STEAM 수업 등이 학업 성취도에 긍정적인 영향이 있었다는 결과와도 맥을 같이 한다.

본 연구의 내진 설계를 주제로 한 STEAM 프로그램이 초등과학 지진 영역의 학업성취도 향상에 효과적이라는 연구 결과는 내진 설계 건물을 설계하고 제작하는 과정에서 지진의 발생 원인과 그 특성을 파악하는 것이 중요한 역할을 하며, 이를 해결하기 위한 탐구 활동을 하는 과정에서 자연스럽게 지식을 체득할 수 있게 되어 학생들의 인지적

Table 4. 학업성취도에 대한 사전·사후 비교 결과

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>
.80	.40	.86	.35	-3.012	.003**

** $p < .01$

영역을 향상시켰다고 판단된다.

2) 창의적 문제해결력

본 연구에서 개발한 STEAM 프로그램이 영재학생의 창의적 문제해결력에 미치는 영향을 알아보기 위해 사전·사후 검사를 실시하여 그 결과를 제시하였다(Table 5).

창의적 문제해결력에 대한 사전·사후 검사 결과, 내진 설계를 주제로 한 STEAM 프로그램을 적용한 수업이 동기적 요소를 제외한 모든 하위영역 및 전체에서 영재학생들의 창의적 문제해결력 신장에 더 효과적이었다는 것을 알 수 있었다.

본 연구에서 내진 설계를 주제로 한 STEAM 프로그램 적용이 지진에 대한 피해를 줄일 수 있는 방법을 이해하는 과정에서 ‘특정 영역의 지식, 사고기능, 기술의 이해 및 숙달 여부’ 영역에서 유의미한 차이를 보였다. 이는 학생들이 지진의 의미와 지진이 일어나는 원리를 실험을 통해 확인하고, 다양한 방법으로 지진의 피해를 줄이기 위한 정보 수집 등의 활동이 영향을 주었을 것으로 판단된다. 또한 내진 건물을 설계하고 디자인하는 과정에서 학생들이 다양한 방법을 구상하고, 팀원 또는 모둠원들이 의사소통하는 과정을 통하여 ‘확산적 사고’ 영역에 긍정적인 변화를 이끌어낼 수 있었던 것으로 판단된다. 또한 내진 설계를 주제로 한 STEAM 프로그램을 통한 수업이 지식 전달 위주의 획일적이고 교사 중심의 수업 방식을 벗어난 학생이 스스로 문제를 해결하는 학습이 ‘비판적·논리적 사고’ 발달을 가져왔다고 판단된다. 하지만 창의적 설계를 통한

내진 건물 제작 프로그램 활동이 학생들의 ‘동기적 요소’를 향상시키는데 유의미한 영향을 보이지 않았다. 그 이유는 영재학생들이 창의적 문제해결을 위한 충분한 동기가 이미 형성되어 있어 사전 검사와 사후 검사의 차이를 보이지 않은 것으로 보인다.

본 연구에서 얻은 결과는 STEAM 프로그램의 적용이 초등 영재학생들에게 다양한 문제를 제안하고, 해결책을 구상하며, 실험 계획을 세우는 등 창의적 문제 해결력에 긍정적인 효과를 준다는 김태훈과 강호감(2014)의 연구 결과와 일치하며, 과학 기반 STEAM 프로그램을 초등 영재학생들에게 적용시킨 결과, ‘다양한 문제 제안하기’와 ‘해결책 생각하기’ 부분에서 유의미한 결과를 보여준 김권숙과 최선영(2012)의 연구 결과와도 일치한다.

따라서 본 연구 결과는 전체적으로 내진 설계를 주제로 한 STEAM 프로그램을 통하여 자신들이 직접 내진 건물을 설계하고 제작하며, 이를 수정 및 보완하는 활동이 학생들의 사고 범위를 넓혀주어 창의적 문제해결력 신장에 도움을 준 것으로 보인다.

3) 과학 탐구 능력

본 연구에서 개발한 STEAM 프로그램이 영재학생의 과학 탐구 능력에 미치는 영향을 알아보기 위해 사전·사후 검사를 실시하여 그 결과를 제시하였다(Table 6).

사전·사후 검사 결과를 바탕으로, 과학 탐구 능력에 대한 비교 결과는 전체 및 세부 영역에서 통계적으로 유의미한 차이가 없었다.

이효녕 등(2012)은 과학 통합교육의 효과를 알아

Table 5. 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>
전체	4.27	.77	4.49	.76	-5.376	.000***
특정 영역의 지식·사고기능 ·기술의 이해	4.03	.87	4.27	1.06	-2.370	.019*
확산적 사고	4.06	.71	4.33	.70	-3.302	.001**
비판적·논리적 사고	4.56	.64	4.74	.44	-2.972	.003**
동기적 요소	4.27	.77	4.49	.76	-2.372	.019*

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

Table 6. 과학 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>
전체	.82	.44	.81	.39	-.392	.695
관찰	.72	.45	.72	.45	.000	1.000
분류	.79	.41	.75	.43	.575	.567
측정	.89	.32	.91	.29	-.575	.567
추리	.79	.41	.80	.40	-.228	.820
예상	.91	.29	.86	.34	.392	.695

내기 위해 메타분석을 한 연구에서 통합교육이 학생들로 하여금 과학 탐구 능력 형성에 긍정적 효과가 있었다고 하였다. 또한 김병영(2010)은 과학과의 다양한 학습 자료를 적용한 실험 집단 학생들의 과학 탐구 능력이 전통적인 형태의 과학 수업을 적용한 비교 집단 학생들에 비해 유의미한 차이를 두어 향상되었음을 확인하였다. 이러한 연구 결과는 과학의 기초 탐구 능력에 유의미한 결과를 나타나지 않은 본 연구 결과와는 다소 차이를 보인다. 하지만 초등 과학의 빛 단원 학습을 STEAM 프로그램을 통하여 진행한 박성진과 유병길(2013)의 연구에서도 학생들의 기초 탐구 능력에 유의미한 변화가 없는 것으로 나타났으며, ‘열 전달과 우리 생활’ 단원을 STEAM을 적용하였던 허소운(2014)의 연구에서도 과학 탐구 능력에 유의미한 결과가 없는 것으로 나타났다.

본 연구에서는 학생들이 창의적으로 내진 건물을 디자인하는 것을 주된 탐구 활동으로 진행을 하

고 있어, 학생들의 관찰, 분류, 측정, 예상, 추리 등의 기초탐구 능력을 기르는 데에는 적합하지 않은 것으로 보인다.

4) 과학적 태도 검사 분석 결과

내진 설계를 주제로 한 STEAM 프로그램이 영재학생들의 과학적 태도에 미치는 영향을 알아보기 위해 사전·사후 검사 결과를 비교하였다(Table 7).

과학적 태도에 대한 사전·사후 검사 비교 결과, 호기심과 끈기성을 제외한 모든 하위영역 및 전체에서 통계적으로 유의미한 차이를 보여, 내진 설계 STEAM 프로그램이 학생들의 과학적 태도에 긍정적인 영향을 주었다는 것을 알 수 있다.

프로그램의 활동이 대부분 팀에서 각자의 역할을 수행하는 과정으로 구성되어 있기 때문에 과제를 해결해 가는 과정에서 학생들의 개방성, 협동성, 자신성과 창의성이 길러진 것으로 판단된다. 또한

Table 7. 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>
전체	4.24	.88	4.54	.68	-6.530	.000***
호기심	4.41	.68	4.57	.60	-1.445	.153
개방성	4.13	1.00	4.48	.70	-2.769	.007**
비판성	4.33	.76	4.56	.66	-2.316	.023*
협동성	4.24	.79	4.67	.58	-3.638	.001**
자진성	4.15	1.02	4.48	.74	-2.361	.021*
끈기성	4.25	.99	4.53	.78	-1.961	.054
창의성	4.15	.82	4.45	.68	-3.001	.004**

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

감성적 체험의 단계에서 지진안전박람회를 통해 다른 모둠의 연구 결과를 평가하는 과정에서 객관적인 근거를 찾고, 검증을 하고자 하는 비판성이 길러질 수 있었던 것으로 보인다. 과학적 태도 중 호기심과 끈기성에서 차이가 나지 않은 이유는 과학영재 학생들에게 내진 설계 프로그램은 흥미가 있는 주제이기 때문에 사전 검사에서 호기심 영역이 높은 점수를 받아, 사후 검사와 차이를 보이지 않은 것으로 보인다. 또한 과학영재 학생들은 과학에 대한 과제 집착력이 강하기 때문에, 사전 검사에서 끈기성 영역이 높은 점수를 받아 사후 검사와 차이를 보이지 않은 것으로 보인다.

이러한 연구 결과는 최영미와 홍승호(2015)이 스크래치 프로그래밍을 활용한 STEAM 프로그램을 초등 영재학생들에게 적용하여 과학적인 태도에 유의미한 변화가 있었다는 연구 결과와 일치하며, MIS 융합인재교육 프로그램을 초등과학 영재에게 적용한 결과, 과학적 태도의 전 영역에서 유의미한 효과가 있었다는 김지환(2014)의 연구 결과와도 유사하다.

본 연구 결과는 학생들이 주도적으로 참여할 수 있는 많은 활동이 포함되어 있고, 지루하지 않게 학습활동에 참여할 수 있으며, 친구들과의 피드백과

감성적 체험과정을 거치면서 학생들의 과학적 태도가 향상된 것으로 생각된다.

5) 수업만족도 분석 결과

내진 설계를 주제로 한 STEAM 수업에 대한 수업만족도를 조사한 결과는 Table 8에 제시하였다.

수업 만족도 분석 결과, 94.5%의 학생이 만족한 것으로 나타났다. 대다수의 학생이 내진 설계를 주제로 한 STEAM 프로그램을 통하여 학생들이 과학교과에 흥미를 가지고, 활동의 효용성을 높게 평가한다는 것을 알 수 있었다. 그리고 내진 설계를 주제로 한 STEAM 프로그램은 학습내용 영역에 있어서 과학은 어려운 과목이 아니라는 인식과 적절한 학습량과 난이도로 학생들이 만족하였음을 알 수 있었다. 또한 내진 설계 STEAM 수업이 기존의 수업과 비교하였을 때 실제 디자인하고 설계하는 과정을 통해서 지진에 안전한 건물을 제작함으로써 이론을 쉽게 이해할 수 있다고 생각된다.

따라서 내진 설계를 주제로 한 STEAM 프로그램은 직접 디자인하고 설계하여 제작하는 활동들이 학생들의 흥미를 유발하여 만족도에 긍정적인 영향을 준 것으로 생각된다.

Table 8. 만족도 조사 결과

	명(%)				
	매우 아니다	아니다	보통이다	그렇다	매우 그렇다
1. 나는 수업이 이루어지는 교실환경에 대해 만족한다.	0(0)	1(3.45)	2(6.90)	9(31.03)	17(58.62)
2. 나는 수업 시 수업 매체의 활용도에 만족한다.	0(0)	0(0)	2(6.90)	7(24.14)	20(68.97)
3. 나는 수업 시 학습 분위기에 대해 만족한다.	0(0)	0(0)	1(3.45)	6(20.69)	22(75.86)
4. 나는 수업 시 교실 환경이 안전하다고 생각한다.	0(0)	1(3.45)	2(6.90)	5(17.24)	21(72.41)
5. 수업에 제시된 주제가 충분히 흥미를 이끌었다.	0(0)	0(0)	0(0)	6(20.69)	23(79.31)
6. 교사와 의사소통이 충분히 이루어졌다.	0(0)	0(0)	2(6.90)	7(24.14)	20(68.97)
7. 수업시간이 적절히 배분되어 지루하지 않았다.	1(3.45)	1(3.45)	0(0)	4(13.79)	23(79.31)
8. 수업 전 유의사항을 충분히 전달받았다.	0(0)	0(0)	1(3.45)	6(20.69)	22(75.86)
9. 수업이 충분히 실생활에 활용 가능하다고 생각한다.	1(3.45)	0(0)	0(0)	5(17.24)	23(79.31)
10. 수업 주제에 맞는 수업방법이 선택되었다.	0(0)	0(0)	0(0)	4(13.79)	25(86.21)
11. 학습목표에 도달하는데 수업방법이 적절했다.	0(0)	0(0)	1(3.45)	6(20.69)	22(75.86)
12. 수업방법이 학습 의욕을 고취시켰다.	0(0)	1(3.45)	2(6.90)	7(24.14)	19(68.52)
13. 교사의 평가방법이 객관적이다.	0(0)	0(0)	7(24.14)	8(27.59)	14(48.28)
14. 평가는 공정히 이루어졌다.	0(0)	0(0)	2(6.90)	9(31.03)	18(62.07)
15. 나는 평가 결과에 만족한다.	0(0)	0(0)	1(3.45)	9(31.03)	19(68.52)

IV. 결론 및 제언

본 연구는 지진과 관련하여 효과적인 학습을 위해 내진 설계를 주제로 한 STEAM 프로그램을 개발하고, 이를 적용하여 영재학생의 학업성취도, 창의적 문제해결력, 과학 탐구 능력 및 과학적 태도의 변화를 알아보고자 하였다.

초등과학 영재학생에게 적용한 결과를 토대로 내린 결론은 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서 개발한 STEAM 교육 프로그램은 교육현장의 상황에 맞게 재구성하여 초등학교 4학년 과학 단원의 지진과 생활 차시에서 국어, 수학, 사회, 미술 교과와 연계하여 활용할 수 있을 것이다.

둘째, 내진 설계를 주제로 한 STEAM 교육 프로그램은 초등과학 영재학생들의 학업성취도, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도 향상에 긍정적인 영향을 주었다. 내진 설계, 수정 및 보완하는 활동을 경험하면서 학생들이 지진과 관련된 과학적 지식을 자연스럽게 체득할 수 있을 뿐만 아니라, 실생활과 연계하여 문제의식을 가지고, 그 문제를 해결하기 위한 다양한 해결책들을 구상하고, 최선의 해결책을 선택하는 과정을 통하여 사고의 범위가 확장될 뿐만 아니라, 창의적 문제해결력의 향상에 긍정적인 영향을 주었다. 또한 과학에 대한 흥미로운 활동을 소집단 활동을 통하여 해결해 감으로서 개방성과 협동성, 자신성 등의 과학적 태도에 있어서 유의미한 결과를 보여주었다.

셋째, 영재학생들은 STEAM 교육 프로그램에 대해 높은 만족도를 보였다. 대다수의 학생들에게 본 STEAM 프로그램은 학생들이 과학교과에 흥미를 갖고, 활동의 효용성을 높게 평가한다는 것을 알 수 있었다. 그리고 과학의 적절한 학습량과 난이도에 만족하며, 실제 디자인하고 설계하는 과정을 통해서 지진에 안전한 건물을 제작함으로써 이론을 쉽게 이해한 것으로 판단된다.

위와 같은 결론을 바탕으로 후속 연구를 위한 몇 가지 제언을 하면 다음과 같다.

첫째, 실제 경험하기 어려운 지진을 간접적으로 경험하고 내진 설계의 필요성을 느낄 수 있는 STEAM 프로그램들이 더 많이 개발되고 적용하는 것이 필요하다. 학생들이 지진에 대한 관심을 향상시키기

위한 STEAM 프로그램을 제공함으로써 창의적 문제해결력 및 과학적 태도 등을 신장시키는 물론, 내진 설계에 대한 구조적인 특징을 발견하고 적용하는데 도움을 줄 것이다.

둘째, 우리나라가 지진에 안전지대가 아니라는 경각심을 일깨우고 이해할 수 있는 프로그램이 개발되어야 하겠다. 지진에 철저하게 대비하는 일본에 비해 지진의 발생빈도가 높아지는 우리나라는 아직 내진 설계 건물에 대한 이해도가 낮고, 이런 부분에 대한 학생들에게 제공되는 교육과정 프로그램이 부족한 상태이다. 그러므로 지진의 발생 빈도가 높아지는 우리나라에도 지진에 대한 관심을 높이고, 내진 설계 건물의 중요성에 대해 인식시키기 위해서라도 관련된 프로그램들이 학교 급에 맞춰 개발 및 적용되어야 하겠다.

참고문헌

- 교육과학기술부, 2010, 2011년 업무보고 창의인재와 선진과학기술로 여는 미래 대한민국, 교육과학기술부.
- 교육과학기술부, 2011, 초등학교 6학년 과학과 교사용 지도서, 한국과학창의재단 국정도서편찬위원회.
- 교육부, 2013, 영재교육 최적화를 통한 창조적 인재육성을 위한 -제 3차 영재교육진흥 종합계획 (2013~2017), 교육부 창의인재교육관.
- 권재술, 김범기, 1994, 초·중학생의 과학 탐구능력 측정 도구의 개발, 과학교육학회지, 14(3), 251-264.
- 기상청, <http://www.kma.go.kr/>
- 김권숙, 최선영, 2012, 과학 기반 STEAM 프로그램이 초등과학 영재 학생들의 창의적 문제해결력과 과학적 태도에 미치는 영향, 초등과학교육, 31(2), 216-226.
- 김규현, 2015, STEAM 기반 학습이 학업성취도 및 참여도에 미치는 영향, 대구대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김명수, 2000, 초등학교 지진단원 학습을 위한 3차원 가상체험 모형설계 및 구현, 한국교육원대학교 대학원 석사학위논문.
- 김문경, 2014, 초등과학에서 융합인재교육(STEAM) 프로젝트 학습이 학생의 창의적 문제해결력 및 학업성취도에 미치는 효과, 경인교육대학교 교

- 육대학원 석사학위논문.
- 김병영, 2010, 과학적 탐구능력 신장을 위한 과학 학습자료의 개발과 적용 방안, 서울교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김자림, 2012, 과학·미술 중심 STEAM 교육 프로그램이 초등학생의 과학학업성취와 정의적 특성에 미치는 효과, 경북대학교 대학원 박사학위논문.
- 김장환, 신원섭, 신동훈, 2015, 창의적 체험활동 프로그램을 활용한 에너지 교육이 초등학생의 에너지·기후변화 인식 및 태도에 미치는 영향, 에너지기후변화교육, 5(2), 185-192.
- 김지환, 2014, MIS(Movie In Science) 융합인재교육 프로그램이 초등과학영재의 창의적 인식, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도에 미치는 영향, 부산교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김철록, 2012 초등학교 지진 단원 학습을 위한 탐구실험 모듈 개발, 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 김태훈, 강호갑, 2014, 초등과학영재의 창의적 문제해결력 향상을 위한 융합인재교육(STEAM) 프로그램 개발, 영재교육연구, 24(6), 1025-1038.
- 김효남, 정완호, 정진우, 1998, 국가수준의 과학에 관련된 정의적 특성의 평가 체제 개발, 한국과학교육학회지, 18(3), 357-370.
- 문승환, 홍승호, 2016, 해양생물을 활용한 STEAM 프로그램이 초등학생들의 과학탐구 능력 및 정의적 영역에 미치는 효과, 생물교육, 32(2), 1-25.
- 문외식, 2014, 초등학생들이 수업시간에 스크래치 프로그래밍과 센서 보드를 활용한 STEAM교육 모형 개발과 적용, 정보교육학회논문지, 18(2), 213-224.
- 박성진, 유병길, 2013, 과학기반 STEAM에 의한 ‘빛’ 단원 학습이 과학 학습 동기, 흥미 및 과학 탐구 능력에 미치는 효과, 초등과학교육, 32(3), 225-238.
- 봉연근, 2001, 초등학교 자연과 지진학습을 위한 웹기반 멀티미디어 교수 자료 개발, 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 신영준, 한선관, 2011, 초등학교 교사들의 융합인재교육(STEAM)에 대한 인식 연구, 초등과학교육, 30(4), 514-523.
- 안성호, 하태민, 조용식, 2010, 지진해일 재해정보도 제작, 한국방재학회지, 10(4), 127-133.
- 이성희, 2011, STEAM 교육을 통한 초등학생 기후 소양 함양 연구, 에너지기후변화교육, 1(2), 147-154.
- 이효녕, 권혁수, 박경숙, 정창렬, 오희진, 남정철, 2012, 과학 통합교육의 효과: 과학적 지식, 탐구 능력, 과학 관련 태도에 대한 메타분석, 교원교육, 28(2), 223-245.
- 정길호, 2008, 지진과 도시 안전: 우리나라 지진발생 현황 및 지진대책, 도시문제, 43(478), 12-25.
- 정성호, 2011, 지진 대비 학습을 위한 게임기반 e-learning 콘텐츠 디자인 연구, 광운대학교 대학원 석사학위논문.
- 정은영, 2008, Squeak Etoys 기반 정보교육이 초등학생의 창의적 문제해결력에 미치는 영향, 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 최영미, 홍승호, 2013, 초등과학 ‘작은 생물의 세계’ 단원에 대한 STEAM 프로그램 개발 및 적용 효과, 초등과학교육, 32(3), 361-377.
- 최영미, 홍승호, 2015, 스크래치 프로그래밍을 활용한 ‘작은 생물의 세계’ STEAM 수업이 초등과학 영재에게 미치는 효과, 초등과학교육, 34(2), 194-209.
- 한국교육개발원, 2001, 간편 창의적 문제해결력 검사 개발 연구(I), 한국교육개발원.
- 한국교육과정평가원, 2005, 교수·학습을 위한 콘텐츠 개발 지침·콘텐츠 질 관리 프로그램: 총론과 10개 국민공통 기본교과를 중심으로, 한국교육과정평가원.
- 허소운, 2014, 과학 기반 STEAM을 적용한 과학 수업이 초등학생들의 과학 관련 태도 및 과학 탐구능력에 미치는 영향, 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- Ross, K. E. & Shuell, T. J., 1993, Children's belief about earthquakes, Science Education, 77(2), 191-205.
- Yakman, G., 2006, STEAM pedagogical commons for contextual learning. Unpublished class paper for EDCI 5774, Virginia Tech.

2016년 5월 31일 접수

2016년 6월 21일 수정원고 접수

2016년 6월 22일 채택

<부록> STEAM 프로그램 활동 모습

