

The Effects of Integrated STEM Program on Affective Domain for Science, Technology and Engineering of Middle School Students

EunHye Seok · Jaechang Kim · Hyonyong Lee · Hyundong Lee*
Kyungpook National University

<ABSTRACT>

The purpose of this study is to verify the effect of STEM education on affective characteristics for Science, Technology and Engineering of middle school students. The specific objectives of the study are as follows: 1) To develop STEM program in Technology education for middle school students. 2) To analyze the effect of STEM education on affective characteristics for science, technology and engineering. The results of this study were as follows: First, STEM program focusing on Technology education of middle school consists of worksheets, portfolios for students and a lesson plan for teacher, including evaluation questionnaire of affective domain. Second, Students performed 'Making a fan using solar cell module' with a creative design. The students' affective characteristics for science, technology and engineering had changed positively in the result of quantitative test. 70% of the students provided positive answers for their interest and understanding about the program after applied to STEM education program. Third, the result of students answering in the qualitative test is that STEM education program was instructive and interesting. The follow up experimental research should proceed to verify the educational efficiency in the area.

Key words : STEM education, Integrated education, Technology education, Science education, Mathematics education, Engineering education, Affective characteristic

Introduction

지식기반 사회의 국가 발전과 녹색성장, 신성장동력 등 국가 아젠다 실현을 위한 산·학·연 연계가 절실히 필요한 시점에서 이공계 인력의 감소는 국가 전체의 문제로 인식될 수 있다. 이를 극복하기 위하여 이공계 진학을 높이기 위한 노력을 하고 있으나 초·중등 교육에서 이공계에 친밀함을 가질

수 있는 교육 프로그램의 개발은 미흡하다(Moon, 2008). 초등 단계에서 형성된 이미지와 인식은 과학, 수학의 학습 태도에 영향을 주고 과학 혹은 공학 계열로의 진로선택에도 영향을 미친다는 연구 결과(Fralick, et al., 2009; Kelly, 1987; Lyons & Thomson, 2006; Oware, 2006, 2008; National Science Board, 2010)를 볼 때, 과학·기술·공학의 학습 프로그램 개발은 대단히 중요할 뿐만 아니라

* Corresponding Author: Hyundong Lee, tm81c101@hanmail.net

Received Oct 12, 2017; Accepted Nov 14, 2017; Published Dec 29, 2017

이 논문은 2012년 경북대학교 석사논문(석은혜)을 수정하여 게재함.

© 2017. Institute of Brain based Education, Korea National University of Education

시급하게 이루어져야 할 과제이다.

이와 유사한 문제를 극복하기 위하여 최근 미국에서 진행되고 있는 프로그램이 STEM 교육이다. STEM은 1990년대에 미국 과학 재단(National Science Foundation)에서 과학(Science), 기술(Technology), 공학(Engineering), 수학(Mathematics)의 약칭으로 사용한 것이 시초이다.

STEM은 과학, 기술, 공학, 수학 교과목을 통합하여 교육하는 것으로서 미국 버지니아 공대의 Sanders교수는 ‘통합 STEM 교육은 STEM 교과 중 두 가지 이상의 교과 사이의 내용과 과정을 통합하는 교육 접근 방식이며, 사회, 예술 등과 같은 다른 학교 과목과의 연결을 통해서도 시행될 수 있다(Sanders, 2009)’라고 정의 하였다. Science for All Americans and Project 2061은 과학 교육의 재형성은 과학, 수학, 기술 사이의 통합에 초점을 맞추어야 한다고 제안하였다(AAAS, 1989, 1993). STEM 교육은 과학, 기술, 공학, 수학 교과목을 조정 가능한 실제 문제에 연계시키는 통합적 교육 모델로 정의할 수 있다(Darke & Burns, 2004; Sanders, 2006).

미국에서 이러한 연구가 진행된 배경에는 산업체, 학교 등에서 요구하는 이공계 인력에 비하여 연구 인력과 학생 수는 급감하고 있는 현실이 바탕이 되었다. 2009년 PISA(Program for International Student Assessment)에서 미국은 OECD 29개국 중 수학은 26위, 과학은 17위로 매우 저조한 성적을 기록했다(Kim, 2011). 또한 미국은 베이비붐 세대들의 은퇴시기가 다가오면서 기술공학계의 인력 공백 문제가 심각해지고 있으며 우리나라와 마찬가지로 STEM 분야의 관련 직업에 대한 학생들이 흥미는 계속 줄어들고 있다(Lee & Park, 2010). 우리나라 혹은 미국과 같이 부존자원이 부족한 나라에서는 과학, 기술 분야의 연구·제조 인력이 국가 경쟁력에 중요한 부분을 담당하고 있는 것이 사실이다. 그러나 현재 이를 뒷받침 해 줄 교육 프로그램과 이공계 인프라 구축은 미비한 실정이다. 국가별 경쟁체제 속에서 나타나는 이러한 현상을 극복할 만한 연구와 대안이 필요한 시점이다.

STEM 교육에 앞서 통합 교육 모델에 대한 가치는 선행 연구를 통하여 증명되어져 왔다. 통합 지도

는 학교에서 학생들의 교과목 흥미 향상에 영향을 주었고, 학생들의 행동에도 긍정적 결과를 보이도록 하였다(Bragow, et al., 1995; McComas, 1993). STEM 교육 또한 여러 연구와 조사를 통해 학생들의 배움에 대한 동기가 향상되었음을 보고하였고, 맥락적 지식의 문제 해결이 가능하다는 것이 통합 교육의 이점으로 고려되었다(Venville, et al., 1998). 메타 분석을 통한 연구 논문에 따르면 STEM 교육은 학생의 흥미, 태도, 성취도, 등록률 등을 향상 시키는데 기여하고 있으며, STEM 과목들 간의 통합 수업은 학생들의 자기결정을 향상시키는 방법이 된다고 조사되었다(Kwon & Lee, 2008). 이처럼 다양한 관점으로 접근한 연구 결과들은 이공계 위기 현상을 극복할 만한 대안으로 STEM 교육의 적용이 가능함을 시사해 주고 있다.

미국에서 사용하고 있는 STEM 교육과 교재는 대부분 기술교육학자들이 주도적으로 개발한 것이며, 교재의 내용에는 과학, 기술, 수학, 공학적 내용 요소가 모두 포함되어 있다(Kim, 2011). 국내에는 Kim(2007)의 STEM 교육 탐색을 위한 논문이 처음으로 소개되었다. 이후 지속적으로 STEM 교육에 대한 연구 논문이 발표되고 있다. STEM 통합 접근의 사전 공학 교육 프로그램 모형 개발(Moon, 2008), 기술교과 중심의 통합 STEM 교육 연구 동향 분석(Cho et al., 2011)등의 이론적 연구뿐만 아니라 교사들의 인식과 요구(Bae, 2010; Lee, 2011; Chang, 2009; Ahn, 2011)에 대한 논문 또한 발표되고 있다. 그러나 실제 프로그램을 개발하여 학생에게 투입한 연구 사례는 많지 않다. 공업 계열 전문계 고등학교의 STEM 프로그램 적용 사례가 Bae(2010, 2011)에 의하여 연구 되었고, STEM 기반 발명영재교육 프로그램 개발과 적용효과(Choi et al., 2008)가 발표되었다. 실제 통합 접근 STEM 교육이 가장 잘 이루어지고 그 효과를 검증해 볼 수 있는 초·중등 단계에서의 프로그램 연구로는 Bae(2011)의 중학교 전기전자기술 영역의 활동 중심 STEM 교육 프로그램 개발과 적용이 있고, Yang(2009)는 3D CAD를 이용한 STEM 기반 교육 프로그램이 초등학생의 공간능력에 미치는 영향을 조사하였다.

2011년 교육과학기술부 연두업무보고서에 따르면 우리나라는 세계적 과학 기술 인재 양성을 위해

초·중등 단계에서 융합인재교육(STEAM)을 시행할 것이라고 발표하였다. 융합인재교육(STEAM)은 과학·기술·공학·예술·수학(Science, Technology, Engineering, Arts & Mathematics)의 통합 교육으로서 과학기술에 대한 흥미와 이해를 높이고 융합적 사고와 문제해결 능력을 배양할 수 있도록 학습내용을 핵심역량 위주로 재구조화 하는 것을 말한다(Yakman, 2007). 체험, 탐구활동 및 과목 간 연계를 강화하고 예술적 기법을 접목하는 것을 나타내며, 기술·공학 과목의 도입을 검토한다고 되어있다. 주목할 만한 부분은 교육과학기술부 연구·개발 예산의 일정액을 초·중등 융합인재교육에 투자하는 방안을 검토 중이라는 것이다. 첨단기기·장비를 활용해 흥미, 학습효과, 첨단기기에 대한 활용능력을 제고할 수 있는 미래형 과학기술 교실과 수업모델을 개발하는데 초점이 맞추어져 있다(MEST, 2011).

교과 간 통합 연구와 관련된 연구는 오랜 시간동안 꾸준히 진행되어 왔다. 통합 교육은 다양한 지식들 간의 상호관련성을 높이기 위하여 그 필요성이 강조된다. Ingram(1979)은 인식론적, 심리론적, 사회론적 측면의 세 가지 관점에서 통합 교육과정의 필요성을 강조하였다. 또한 전인교육을 통한 자아실현의 입장에서 통합교육은 필요하다. Kim(1984)은 학교의 지도하에 시·공간적, 내용 영역에 있어서 각각 다른 학습 경험들이 상호 관련지어지고, 의미 있게 모아져서 전체로서의 학습이 이루어진 후, 인산의 성향 변화가 가치 있게 이루어지는 것을 통합 교육과정이라 하였다. Wolfinger & Stockard(1997)에 따르면 통합 교육과정은 여러 교과를 구분하는 경계선을 없애고 여러 교과 영역이 사라지는 교육과정 조직의 한 접근방법이다. 통합 교육과정에서는 개념적, 실생활중심 접근방법을 활용한다. 따라서 여러 기술들이 상황에 따라 적절히 사용되며, 이 기술은 학습자의 요구에 따라 교육하게 된다. 학생에게는 프로젝트, 조사연구를 선택하거나 개발할 수 있는 기회가 주어진다. 통합 교육과정은 참 평가를 사용하므로 학생들은 외적이고 표준화된 기준에 따라 측정되지 않고, 한 개인의 성장과정 자체로 기록되어지고 평가되어진다(Wolfinger & Stockard, 1997).

통합 교육은 각 교과를 서로 개별적인 것이 아닌 상호작용이 가능한 것으로 보고 있다. 통합 교육은 상호 관련지을 수 있는 지식과 경험을 일정한 맥락 속에서 재구성하고 연계하여 총체적인 교육이 가능하도록 하며 그러한 지식은 실생활에 유용하고 가치가 있는 것들이다. 즉, 통합교육은 상호작용과 조화를 강조하며 실생활에의 적용에 의미를 두는 교육 과정으로서 학습자의 필요와 흥미를 교육적으로 반영하여 개인의 문제 해결뿐만 아니라 사회적 발전까지 도모하는 교육 과정이라 할 수 있다. 이와 같은 이유로 지속적으로 통합 교육 프로그램 개발이 이루어지고 있으며, 그것을 실제 교수 과정에 적용하여 그 효과를 검증하는 연구가 진행되고 있다. 통합 교육은 광범위하게 이루어질 수 있으며 통합하고자 하는 과목에 따라 내용과 교수 방법 등이 달라질 수 있다.

과학, 기술, 수학, 공학 관련 통합 교육 프로그램에는 초등학교 고학년을 위한 우주 탐험 주제 중심의 통합교육 프로그램 개발(Kim, 2001), ‘로봇’을 주제로 한 기술교과 교육프로그램 개발(Lee, 2002), 초등학교 과학과 중심 통합 학습 지도안 개발(Kim, 2006), 중학교 ‘방과 후 학교’ 활동을 위한 우주 기술 교육 프로그램 개발(Shin et al., 2007) 등이 있다. 특별히 과학, 기술, 수학, 공학의 통합 교육 프로그램은 최근 STEM 교육 프로그램이라는 이름으로 새롭게 개발되고 있으며, 이 분야에 관련된 내용은 서로 복합적, 통합적으로 연관되어 있기 때문에 프로그램을 구성하기가 용이하다. 최근 지식 정보 사회와 관련하여 관련 교육 프로그램 개발 필요성이 절실히 요구되고 있다.

통합교육 프로그램 적용 및 효과에 대한 연구는 그 대상이 다양하게 설정되어 활발하게 진행되고 있으며 유아 및 초등 저학년 단계에서부터 중·고등학생과 대학생 혹은 여학생, 영재 학생 등으로 나누어 그 실효성을 검증하는 연구가 이루어지고 있다. 과학, 기술, 수학, 공학 관련 통합 프로그램을 학생들에게 투입하여 적용하고 그 효과를 알아본 연구에는 다음과 같은 것들이 있다. 수학과 과학의 통합 활동이 유아의 수학 및 과학적 태도에 미치는 영향(Yoon, 2005), 호버크래프트 만들기 체험 활동 중심의 수학·과학·기술 통합교육 프로그램 개발

(Park, 2007), 기술-과학 통합 모듈 개발과 적용 (Park & Kim, 2008), 수학과과학통합교육의 설계 및 실행에 대한 연구(Lee et al., 2010)등이 있다.

Yoon(2005)은 4세와 5세 유아를 대상으로 한 통합교육 연구를 실시하였는데 수학과 과학의 통합 활동에 참여한 실험집단과 수학과 과학이 분리된 활동에 참여한 비교집단 간의 전체적인 유아의 과학적 태도의 사후검사가 통계적으로 유의하게 차이가 있는 것으로 나타났다. Park(2007)는 호버크래프트 만들기 체험 활동 중심의 수학·과학·기술 통합교육 프로그램을 개발하여 초등학교 6학년 학생에게 적용하였는데 그들은 호버크래프트가 어떠한 원리로 작동되는지를 이해하였을 뿐만 아니라 그것을 축소하는 방법에 대하여 토론하기도 하였으며 학생들은 수학, 과학, 기술 학문에 대하여 긍정적인 동기를 얻었고 관련 지식을 습득하였다. Park & Kim(2008)은 기술 교과 개념과 기술적 주제에 대한 내용을 중심으로 과학교육에서 강조하는 탐구 능력의 향상을 위한 과학-기술의 통합 모듈을 개발하여 초등학교 6학년 과학 영재 반에 적용하였는데 기술-과학 통합 모듈은 학생들의 흥미와 관심을 불러일으키며 학생 스스로 과학적 개념을 이해하도록 할 뿐만 아니라 과학탐구기능의 향상을 가져왔다.

이상의 연구 결과를 종합해 보면 교과 간 통합 접근의 필요성에 따라 개발된 프로그램들은 그 결과가 실효성에서도 입증되고 있다. 이에 따라 중학교 수준에서의 STEM 교육 프로그램 개발의 적용 및 효과의 검증에 대한 연구가 절실히 요구되고 있으며, 이 연구에서는 STEM 교육 프로그램을 개발하고, 투입된 프로그램이 중학교 학생의 과학, 기술 및 공학에 대한 정의적 특성에 미치는 영향을 검증해 보기로 한다.

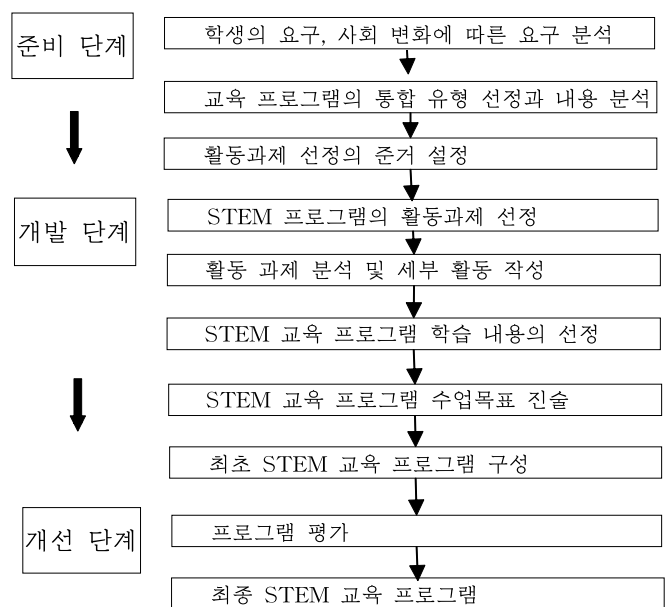
이 연구 목적을 달성하기 위한 구체적인 연구 목적은 다음과 같다.

1. STEM 교육 프로그램 개발 모형에 따라 중학교 기술교과 중심의 STEM 교육 프로그램을 개발한다.
2. STEM 교육 프로그램이 중학교 학생의 과학, 기술 및 공학에 대한 정의적 특성에 미치는 영향을 알아본다.

Materials and Methods

Development of STEM Program

STEM 프로그램을 개발하기 위하여 개발 모형과 절차를 정하였다. STEM 통합 교육 프로그램 개발을 위해 Seels & Richy(1994)에 의해 제시된 ADDIE 모형의 과정과 공학·기술 관련 교수·학습 모형으로 ITEA에서 개발하여 보급하고 있는 EbDTM 모형, 국내 연구진에 의하여 개발된 STEM 교육과정 개발 모형을 참고, 종합하여 최종 프로그램 개발 절차 모형은 [Figure 1]과 같다.



[Figure 1] STEM Program Development Model

Participants

이 연구를 위하여 경북 K시 D중학교 2학년 학생 10명을 대상으로 개발한 STEM 프로그램을 투입하고 그 결과를 분석하였다.

Research tools and Analysis method

‘태양광 셀을 이용한 선풍기 만들기’를 주제로 하

여 STEM 교육 프로그램을 개발하였다. STEM 프로그램의 적용 결과를 분석하기 위하여 선택형 질문과 Likert 5점 척도를 사용한 양적 자료를 수집하였고, 질적 분석을 위해 서술형 질문을 포함한 설문지를 하였다. 또한 학생용 STEM 교육 학습활동지에 포트폴리오를 작성하도록 하여 프로젝트에 대한 이해를 명확하게 할 수 있도록 하였다. 설계를 바탕으로 한 문제해결 과정을 통해 프로젝트를 완성한 후에는 자기 평가를 할 수 있도록 하였으며, 이를 통한 정의적 특성의 변화를 확인해 볼 수 있도록 구성하였으며 검사지 및 설문지는 아래의 설명과 같이 3단계로 제작하였다.

과학, 기술 및 공학에 대한 정의적 특성을 알아보기 위한 검사지는 기본적으로 성별, 이공계 관련 교과 선호도, 희망 직업을 선택하도록 하였다. 검사지의 첫 번째 영역은 과학에 대한 정의적 특성을 알아보기 위한 문항으로 구성하였고, 두 번째 영역은 기술, 세 번째 영역은 공학에 대한 정의적 특성 관련 문항들이다. 각 질문은 조사 대상자의 흥미, 직업에 대한 이해, 가치관 등을 알아볼 수 있는 것들로 구성되어 있다.

설문지는 STEM 프로그램을 적용한 후 평가를 위해 주어지는 설문지이다. 응답자의 일반적 특성을 묻는 내용은 과학, 기술 및 공학에 대한 검사지와 동일하다. 그러나 설문지에서는 첫 번째 영역에 STEM 교육 프로그램을 실시하고 난 후의 학생들의 의견과 반응을 알아볼 수 있는 질문들을 배치함으로써 정의적 특성에 대한 변화와 STEM 교육 프로그램의 실효성을 확인해 볼 수 있도록 하였다. 두 번째 영역에는 과학, 세 번째 영역에는 기술, 네 번째 영역에는 공학과 관련된 정의적 특성을 파악할 수 있는 문항들로 설문지를 구성하였고, 마지막에는 통합 프로그램 수업에 대한 평가와 도움이 되었던 점, 흥미로운 점 등을 기술하도록 하였다.

학생용 활동지는 STEM 프로그램이 진행되는 동안 학생들이 수행하는 학습 활동지이다. 포트폴리오는 프로젝트 이해 및 연구, 설계하기, 문제해결 과정, 다음 차시를 위한 준비, 제작 마무리, 실습과정 및 실습태도 평가, 완성품에 대한 평가, 소감, 반성 및 보완점의 문항으로 구성되어 있다.

자료의 분석에서는 양적 연구 결과 분석을 위해

빈도(N), 백분율(%)을 이용하였다. 질적 연구 결과는 학생들이 작성한 서술형 문항에 대한 답변과 포트폴리오를 바탕으로 분석하기로 한다.

Results and Discussion

STEM Program

이 연구에서는 ‘태양광 셀을 이용한 선풍기 만들기’를 STEM 교육 프로그램으로 선정하였다. 대부분의 에너지 자원을 수입하여 사용하고 있는 우리나라뿐만 아니라 전 세계는 몇 십 년 후에 에너지 고갈로 인한 극심한 피해가 우려되고 있다. 환경오염과 에너지 부족으로 심각한 환경에 처할 수 있는 우리의 삶에 태양광 셀은 자연으로부터 즉시 이용 가능한 대체 에너지로 주목받고 있다. 기술의 발달과 미래 생활의 적용과 관련한 ‘태양광 셀을 이용한 선풍기 만들기’는 9학년 ‘전자·기계 기술’단원의 학습 내용을 바탕으로 한다. 이는 STEM과 관련된 교육 내용을 직접 실험, 제작해 볼 수 있는 과제일 뿐만 아니라 녹색·에너지사업에 투자하고 있는 국가적 과제에도 부합하는 교육 프로그램이다. 활동과제와 관련이 있는 과학, 기술, 공학, 수학의 교과 내용을 참고하여 선정하였다. 이를 바탕으로 활동목록에 따라 구성한 활동별 조직 구성은 <Table 1>과 같다.

STEM 프로그램은 중학교 9학년 ‘전자·기계 기술’ 단원의 내용을 바탕으로 하여 STEM 프로그램의 유형에 맞게 설계한 학생용 학습 활동지와 학습지도안으로 구성하였다. STEM 프로그램은 1~5차시로 구성되어 있으며 학생의 학습활동지에는 중단원과 학습주제를 시작으로 STEM 프로그램에 대한 설명을 하여 학생들이 활동 내용을 이해하기 쉽도록 하였다. 또한 생각 열기를 통해 문제 상황을 알 수 있도록 하였고, 활동 과제와 기본적인 지식 내용을 첨부하였다. 포트폴리오는 학생들이 프로젝트 내용을 일목요연하게 알고 스스로 정리할 수 있도록 설계하였다.

교사용 학습지도안은 도입, 전개, 정리로 나누어

구성하였으며 필요한 경우 각 부분을 나누어 내용을 작성하고, 교사가 학생들에게 STEM 관련 요소를 설명할 수 있도록 제시하였다.

<Table 1> Learning Organization of Making a fan using solar cell module

Activities	Contents
Understanding Activity	Identify activity tasks and understand solar cell configuration
Circuit design and measurement	Circuit design of solar module and gear box
Select solar cell	Motor, spring, solar panel, gear, shaft, connecting cable
Module configuration and assembly	Solar Module (-)
	Connection (+) Gearbox
	Solar Module (+)
Verification and evaluation of operation	Connection (-) Gearbox
	Verification and evaluation of operation

Results for STEM program application

1. 프로그램 투입 전 과학·기술·공학에 대한 정의적 특성 분석

STEM 교육 프로그램을 투입하기 전에 과학·기술·공학에 대한 정의적 특성 검사지를 학생들에게 먼저 제시하고 답변하도록 하였다. 이것은 STEM 교육 프로그램 투입 전과 후에 학생들의 정의적 특성에 변화가 있는지를 알아보기 위한 것으로서 60개의 문항으로 구성되어 있다. 1~20번은 과학과 관

련된 정의적 특성, 21~40번은 기술과 관련된 정의적 특성, 41~59번은 공학과 관련된 정의적 특성을 검사하는 질문으로 구성되어 있다.

학생들은 1번 ‘나는 과학에 관심이 많다.’라는 문항에 40%가 ‘그렇다’고 하였고, 60%가 ‘보통이다’라고 답하였다. 11번 ‘과학은 우리 생활에 필요하다.’라는 문항에는 90%이상이 ‘매우 그렇다’ 혹은 ‘그렇다’라고 답변하여 과학의 필요성에 대하여 상당히 긍정적인 의견을 가지고 있는 것으로 나타났다.

기술과 관련된 질문 중 27번 ‘학교에서의 기술 수업은 중요하다.’라는 문항에 10%가 ‘매우 그렇다’, 50%가 ‘그렇다’라고 대답하였고, 40%는 ‘보통이다’라고 답하였다. 그러나 39번 ‘기술 관련 직업을 가지면, 미래가 보장될 것이다.’라는 문항에는 70%가 ‘보통이다’라고 답변하여 애매모호한 태도를 취하였고, 나머지 30%는 ‘그렇지 않다’ 혹은 ‘매우 그렇지 않다’라고 답변하였다. 이는 학생들이 기술 관련 직업에 대한 전망과 미래 보장 면에서는 확신이 없음을 나타내 보이고 있다.

공학과 관련된 질문 중 48번 ‘여학생도 공학 관련 직업을 선택할 수 있다.’라는 문항에 60%가 ‘그렇다’와 ‘매우 그렇다’라는 답변을 하여, 여학생의 이공계 직업 선택을 긍정적으로 바라보고 있음을 확인할 수 있다. 또한 49번 ‘공학이 사라진다면, 이 세상은 더욱 살기 좋아질 것이다.’라는 문항에는 10%의 학생이 ‘그렇다’, 50%가 ‘보통이다’, 10%가 ‘그렇지 않다’, 30%가 ‘전혀 그렇지 않다’라고 답하였다. STEM 교육 프로그램을 투입하기 전에 학생들의 과학, 기술 및 공학에 대한 정의적 특성을 검사한 결과는 <Table 2>와 같다.

<Table 2> Pre-test STEM Program

■각 문항의 해당 번호에 빠짐없이 답해주세요. (해당하는 곳에 V표시)	매우 그렇다	그렇다	보통이다	그렇지 않다	전혀 그렇지 않다
1. 나는 과학에 관심이 많다.	0(0%)	4(40%)	6(60%)	0(0%)	0(0%)
2. 나는 과학 수업을 더 듣고 싶다.	0(0%)	2(20%)	6(60%)	2(20%)	0(0%)
3. 미래에 과학 관련 전문직에서 일하고 싶다.	0(0%)	1(10%)	8(80%)	1(10%)	0(0%)
4. 과학과 관련된 글을 읽는 것이 재미있다.	0(0%)	5(50%)	3(30%)	2(20%)	0(0%)
5. 학교의 과학반, 발명반에 관심이 있고, 참여하고 싶다.	0(0%)	3(30%)	3(30%)	3(30%)	1(10%)
6. 과학과 관련된 직업인을 좋아한다.	0(0%)	2(20%)	5(50%)	3(30%)	0(0%)

7. 나는 과학에 대한 호기심이 많다.	0(0%)	4(40%)	5(50%)	1(10%)	0(0%)
8. 나는 학교에서 과학에 관련된 것을 배우고 싶지 않다.	0(0%)	3(30%)	2(20%)	4(40%)	1(10%)
9. 과학은 공부를 잘하는 학생들이 선택한다.	1(10%)	0(0%)	2(20%)	7(70%)	0(0%)
10. 나는 사람들이 왜 과학과 관련된 직업을 가지려고 하는지 이해할 수 없다.	0(0%)	0(0%)	4(40%)	3(30%)	3(30%)
11. 과학은 우리 생활에 필요하다.	3(30%)	6(60%)	1(10%)	0(0%)	0(0%)
12. 과학은 국가 발전에 중요한 영향을 미친다.	4(40%)	6(60%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)
13. 과학은 국가 경제 발전에 영향을 미친다.	2(20%)	8(80%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)
14. 과학은 실생활에서 매우 중요하다.	3(30%)	6(60%)	1(10%)	0(0%)	0(0%)
15. 과학은 모든 사람들에게 필요하다.	2(20%)	6(60%)	2(20%)	0(0%)	0(0%)
16. 나는 과학 분야의 공부를 하는 것이 나의 진로에 도움이 될 것이라고 생각한다.	0(0%)	4(40%)	5(50%)	1(10%)	0(0%)
17. 과학 관련된 직업의 일은 재미없다.	0(0%)	0(0%)	4(40%)	3(30%)	3(30%)
18. 여학생들은 과학이 재미없다고 생각한다.	0(0%)	0(0%)	4(40%)	3(30%)	3(30%)
19. 여학생들은 과학 분야로의 직업을 가지고 싶어 하지 않는다.	0(0%)	1(10%)	3(30%)	3(30%)	3(30%)
20. 과학 분야를 공부하는 것이 좋은 직업을 가지는데 도움이 될 것이라고 생각한다.	0(0%)	3(30%)	5(50%)	2(20%)	0(0%)
21. 나는 새로운 물건이 나오면 즉시 원리를 알아보고 싶다.	0(0%)	1(10%)	5(50%)	4(40%)	0(0%)
22. 기술은 미래생활을 편리하게 해준다.	3(30%)	6(60%)	1(10%)	0(0%)	0(0%)
23. 평소에 기술에 대하여 많이 듣는다.	0(0%)	3(30%)	6(60%)	1(10%)	0(0%)
24. 나는 앞으로 기술관련 직업을 택하고 싶다.	0(0%)	2(20%)	5(50%)	3(30%)	0(0%)
25. 기술을 배우려면 머리가 좋아야 한다.	1(10%)	4(40%)	3(30%)	2(20%)	0(0%)
26. 기술은 우리의 생활에서 매우 중요하다.	2(20%)	8(80%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)
27. 학교에서의 기술수업은 중요하다.	1(10%)	5(50%)	4(40%)	0(0%)	0(0%)
28. 기술은 우리 생활에 필요하다.	3(30%)	4(40%)	3(30%)	0(0%)	0(0%)
29. 학교에 기술과 관련된 동아리가 있다면 참여하고 싶다.	0(0%)	4(40%)	5(50%)	1(10%)	0(0%)
30. 나는 기술과 관련된 직업인을 좋아한다.	0(0%)	0(0%)	8(80%)	2(20%)	0(0%)
31. 기술과 관련된 활동이 학교에서 더 많이 이루어져야 한다고 생각한다.	0(0%)	4(40%)	6(60%)	0(0%)	0(0%)
32. 일상생활에서 필요한 기술을 학교에서 배워야 한다고 생각한다.	1(10%)	4(40%)	5(50%)	0(0%)	0(0%)
33. 남학생들이 여학생보다 기술에 대해 더 많이 알고 있다.	1(10%)	3(30%)	5(50%)	0(0%)	1(10%)
34. 기술은 나라의 발전을 도모하는데 중요한 역할을 한다.	2(20%)	6(60%)	2(20%)	0(0%)	0(0%)
35. 모든 학생들이 기술 과목을 배워야 한다.	1(10%)	4(40%)	4(40%)	1(10%)	0(0%)
36. 나는 기술에 흥미가 없다.	0(0%)	2(20%)	2(20%)	5(50%)	1(10%)
37. 나는 기술 관련 활동을 하면 즐겁다.	0(0%)	5(50%)	3(30%)	2(20%)	0(0%)
38. 여학생들은 기술이 지루하다고 생각한다.	0(0%)	2(20%)	3(30%)	4(40%)	1(10%)
39. 기술 관련 직업을 가지면, 미래가 보장될 것이다.	0(0%)	0(0%)	7(70%)	2(20%)	1(10%)
40. 나는 기술 분야를 공부하는 것이 좋은 직업을 가지는데 도움이 될 것이라고 생각한다.	0(0%)	2(20%)	7(70%)	0(0%)	1(10%)
41. 나는 공학 분야에 대해 더 많이 알고 싶다.	0(0%)	1(10%)	8(80%)	1(10%)	0(0%)
42. 학교에서 공학에 대해 많이 듣는다.	0(0%)	0(0%)	8(80%)	1(10%)	1(10%)
43. 나는 공학 관련 전문 분야의 직업을 가지고 싶다.	0(0%)	1(10%)	4(40%)	5(50%)	0(0%)
44. 나는 학교에서 공학관련 수업을 듣고 싶다.	0(0%)	0(0%)	4(40%)	6(60%)	0(0%)
45. 나는 공학에 대한 호기심이 많다.	1(10%)	1(10%)	4(40%)	4(40%)	0(0%)
46. 공학은 사람들에게 필요하지 않다.	0(0%)	0(0%)	4(40%)	3(30%)	3(30%)
47. 공학과 관련된 방송 프로그램을 늘여야 한다고 생각한다.	0(0%)	1(10%)	6(60%)	3(30%)	0(0%)
48. 여학생도 공학 관련 직업을 선택할 수 있다.	2(20%)	4(40%)	1(10%)	3(30%)	0(0%)
49. 공학이 사라진다면, 이 세상은 더욱 살기 좋아질 것이다.	0(0%)	1(10%)	5(50%)	1(10%)	3(30%)
50. 나는 공학 관련 활동을 하는 것이 즐겁다.	0(0%)	1(10%)	7(70%)	2(20%)	0(0%)
51. 나는 공학과 관련된 내용이 지겹다.	0(0%)	1(10%)	7(70%)	1(10%)	1(10%)

52. 앞으로는 공학과 관련된 교육이 더 많이 필요할 것이다.	0(0%)	1(10%)	8(80%)	1(10%)	0(0%)
53. 수학, 과학을 잘 해야만 공학을 할 수 있다.	1(10%)	2(20%)	4(40%)	2(20%)	1(10%)
54. 모든 학생들이 공학을 배워야 한다.	0(0%)	2(20%)	3(30%)	4(40%)	1(10%)
55. 공학과 관련된 일은 지루하고 재미없다.	0(0%)	1(10%)	8(80%)	1(10%)	0(0%)
56. 공학은 나라의 경제발전에 도움이 된다.	1(10%)	3(30%)	4(40%)	1(10%)	1(10%)
57. 공학은 미래 사회에서 가장 중요한 학문 중에 하나가 될 것이다.	0(0%)	3(30%)	5(50%)	2(20%)	0(0%)
58. 나는 공학 관련 공부를 하는 것이 나의 진로에 도움이 될 것이라고 생각한다.	0(0%)	2(20%)	5(50%)	3(30%)	0(0%)
59. 공학과 관련된 직업을 가진다면 밝은 미래가 보장될 것이다.	0(0%)	2(20%)	7(70%)	0(0%)	1(10%)

2. 프로그램 투입 후 과학·기술·공학에 대한 정의적 특성 분석

STEM 프로그램을 투입한 후 두번째 설문지를 통한 평가 설문을 하도록 하였다. 프로그램을 투입하기 전 조사했던 검사지의 문항 중에서 학생들의 정의적 특성 변화를 파악하는데 유용하다고 판단되는 질문들을 선택하였으며, 질적인 변화를 알아보기 위하여 서술형 질문을 추가로 구성하였다.

학생들은 1번 ‘수업이 흥미로웠다.’라는 문항에 60%가 ‘매우 그렇다’라고 답변하였고, 10%가 ‘그렇다’, 30%가 ‘보통이다’라고 답하였다. 또한 5번 ‘수업의 내용이 수학, 과학, 기술, 공학 등의 내용과 서로 관련이 있다는 것을 알았다.’라는 문항에는 70%가 ‘매우 그렇다’ 혹은 ‘그렇다’로 답변한 것을 확인할 수 있었다. 8번 ‘앞으로 통합적 프로그램 수업을 더 많이 했으면 좋겠다.’라는 질문에 60%가 ‘매우 그렇다’와 ‘그렇다’로 답하였으며, 30%가 ‘보통이다’, 10%가 ‘그렇지 않다’라고 답하였다. STEM 교육 프로그램을 투입한 후에 학생들의 과학, 기술 및 공학에 대한 정의적 특성을 검사한 결과는 <Table 3>과 같다.

3. STEM 프로그램 투입 전과 후 동일 문항 분석 결과

STEM 프로그램을 투입한 전·후에 몇 가지 동일 문항에 대해 학생들은 어떤 변화를 보였는지 분석해 보았다. ‘나는 과학 분야를 공부하는 것이 좋은 직업을 가지는데 도움이 될 것이라고 생각한다.’라는 질문에서 STEM 프로그램을 투입하기 전에는 학생들의 30%가 ‘그렇다’, 50%가 ‘보통이다’, 20%가 ‘그렇지 않다’라고 답변하였다. 프로그램을 투입한 후의 동일 질문에 대한 검사에서는 70%가 ‘매우 그렇다’와 ‘그렇다’라고 답하였고, 20%가 ‘보통이다’,

10%가 ‘그렇지 않다’로 답변하였다. 즉, 긍정적인 답변이 늘어났음을 확인할 수 있다.

‘나는 기술 분야를 공부하는 것이 좋은 직업을 가지는데 도움이 될 것이라고 생각한다.’라는 문항의 경우 STEM 프로그램 투입 전에는 학생의 20%가 ‘그렇다’라고 답변했고, 70%가 ‘보통이다’, 10%가 ‘매우 그렇지 않다’라고 답하여 애매모호한 태도를 보여주었다. STEM 교육 프로그램을 투입한 후에는 응답자의 50%가 ‘그렇다’, 40%가 ‘보통이다’라고 답변하였으며, 10%만이 ‘그렇지 않다’라고 답하였다. 따라서 기술 분야의 학업에 대해 STEM 프로그램 투입 후에 긍정적인 의견으로 태도 변화가 있었음을 확인할 수 있다.

‘나는 학교에서 공학 관련 수업을 듣고 싶다.’라는 질문에서는 STEM 교육 프로그램 투입 전에 40%의 학생이 ‘보통이다’, 60%의 학생이 ‘그렇지 않다’라고 답하였다. 반면 STEM 교육 프로그램을 투입한 후에는 30%가 ‘그렇다’라고 답하였으며, 50%가 ‘보통이다’, 20%가 ‘그렇지 않다’라고 답변하였다. 즉, 부정적 답변이 현저하게 줄어들었고, 긍정적 답변이 증가하였음을 확인할 수 있었다.

4. 서술형 문항 분석 결과

STEM 프로그램을 투입한 전·후에 몇 가지 동일 문항에 대해 학생들은 어떤 변화를 보였는지 분석해 보았다. ‘과학·기술 및 공학이라는 단어를 들으면 ()가 떠오른다.’라는 질문에 학생들은 ‘첨단기술, 경제(돈), 미래 생활, 어렵다, 컴퓨터’ 등으로 답하였다.

‘기존 수업과 비교하여 통합 프로그램 수업이 특이했던 점을 적어주세요.’라는 질문에는 ‘직접 할 수 있고, 아이들과 대화를 많이 할 수 있어서 좋았다.’,

<Table 3> Post-test STEM Program

■각 문항의 해당 번호에 빠짐없이 답해주세요. (해당하는 곳에 V표시)	매우 그렇다	그렇다	보통이다	그렇지 않다	전혀 그렇지 않다
1. 수업이 흥미로웠다.	6(60%)	1(10%)	3(30%)	0(0%)	0(0%)
2. 수업의 목표와 내용을 이해할 수 있었다.	2(20%)	5(50%)	3(30%)	0(0%)	0(0%)
3. 수업의 내용을 직접 설계하여 다양한 가능성을 탐색해 볼 수 있었다.	0(0%)	6(60%)	4(40%)	0(0%)	0(0%)
4. 친구들의 다양한 의견을 들을 수 있어서 수업 이 더욱 즐거웠다.	2(20%)	3(30%)	3(30%)	1(10%)	1(10%)
5. 수업의 내용이 수학, 과학, 기술, 공학 등의 내용과 서로 관련이 있다는 것을 알았다.	2(20%)	5(50%)	3(30%)	0(0%)	0(0%)
6. 문제 해결 과정을 통해 여러 가지 정보를 탐색하고 공유하였다.	0(0%)	3(30%)	6(60%)	1(10%)	0(0%)
7. 설계 기반의 수업을 통해 통합적 아이디어를 적용하는 능력이 향상되었다.	0(0%)	3(30%)	6(60%)	1(10%)	0(0%)
8. 앞으로 통합적 프로그램 수업을 더 많이 했으면 좋겠다.	3(30%)	3(30%)	3(30%)	1(10%)	0(0%)
9. 나는 과학에 관심이 많다.	1(10%)	5(50%)	4(40%)	0(0%)	0(0%)
10. 미래에 과학 관련 전문직에서 일하고 싶다.	0(0%)	2(20%)	5(50%)	3(30%)	0(0%)
11. 학교의 과학반, 발명반에 관심이 있고, 참여하고 싶다.	0(0%)	2(20%)	6(60%)	2(20%)	0(0%)
12. 나는 과학에 대한 호기심이 많다.	0(0%)	4(40%)	5(50%)	1(10%)	0(0%)
13. 나는 학교에서 과학에 관련된 것을 배우고 싶지 않다.	0(0%)	2(20%)	3(30%)	4(40%)	1(10%)
14. 과학은 공부를 잘하는 학생들이 선택한다.	0(0%)	2(20%)	2(20%)	4(40%)	2(20%)
15. 과학은 우리 생활에 필요하다.	3(30%)	5(50%)	1(10%)	1(10%)	0(0%)
16. 과학은 실생활에서 매우 중요하다.	2(20%)	7(70%)	0(0%)	1(10%)	0(0%)
17. 나는 과학 분야의 공부를 하는 것이 나의 진로에 도움이 될 것이라고 생각한다.	0(0%)	3(30%)	5(50%)	2(20%)	0(0%)
18. 과학 관련된 직업의 일은 재미없다.	1(10%)	1(10%)	3(30%)	3(30%)	2(20%)
19. 여학생들은 과학이 재미없다고 생각한다.	1(10%)	1(10%)	1(10%)	3(30%)	4(40%)
20. 나는 과학 분야를 공부하는 것이 좋은 직업을 가지는데 도움이 될 것이라고 생각한다.	3(30%)	4(40%)	2(20%)	1(10%)	0(0%)
21. 나는 새로운 물건이 나오면 즉시 원리를 알아보고 싶다.	0(0%)	2(20%)	5(50%)	3(30%)	0(0%)
22. 나는 앞으로 기술관련 직업을 선택하고 싶다.	0(0%)	2(20%)	6(60%)	2(20%)	0(0%)
23. 기술을 배우기 위해서는 머리가 좋아야 한다.	0(0%)	3(30%)	5(50%)	2(20%)	0(0%)
24. 학교에서의 기술수업은 중요하다.	1(10%)	3(30%)	6(60%)	0(0%)	0(0%)
25. 기술은 우리 생활에 필요하다.	3(30%)	4(40%)	2(20%)	1(10%)	0(0%)
26. 나는 기술에 흥미가 없다.	0(0%)	2(20%)	5(50%)	2(20%)	1(10%)
27. 일상생활에서 필요한 기술을 학교에서 배워야 한다고 생각한다.	1(10%)	5(50%)	3(30%)	1(10%)	0(0%)
28. 나는 기술 관련 활동을 하면 즐겁다.	2(20%)	4(40%)	4(40%)	0(0%)	0(0%)
29. 여학생들은 기술이 지루하다고 생각한다.	0(0%)	1(10%)	2(20%)	5(50%)	2(20%)
30. 나는 기술 분야를 공부하는 것이 좋은 직업을 가지는데 도움이 될 것이라고 생각한다.	0(0%)	5(50%)	4(40%)	1(10%)	0(0%)
31. 나는 공학 분야에 대해 더 많이 알고 싶다.	0(0%)	3(30%)	5(50%)	2(20%)	0(0%)
32. 나는 공학 관련 전문 분야의 직업을 가지고 싶다.	0(0%)	1(10%)	7(70%)	1(10%)	0(0%)
33. 나는 학교에서 공학관련 수업을 듣고 싶다.	0(0%)	3(30%)	5(50%)	2(20%)	0(0%)
34. 나는 공학에 대한 호기심이 많다.	0(0%)	3(30%)	5(50%)	2(20%)	0(0%)
35. 공학은 사람들에게 필요하지 않다.	0(0%)	2(20%)	3(30%)	3(30%)	2(20%)
36. 여학생도 공학 관련 직업을 선택할 수 있다.	1(10%)	4(40%)	5(50%)	0(0%)	0(0%)
37. 나는 공학과 관련된 내용이 지겹다.	0(0%)	2(20%)	5(50%)	3(30%)	0(0%)
38. 수학, 과학을 잘 해야만 공학을 할 수 있다.	0(0%)	3(30%)	6(60%)	1(10%)	0(0%)
39. 공학은 나라의 경제발전에 도움이 된다.	1(10%)	6(60%)	3(30%)	0(0%)	0(0%)

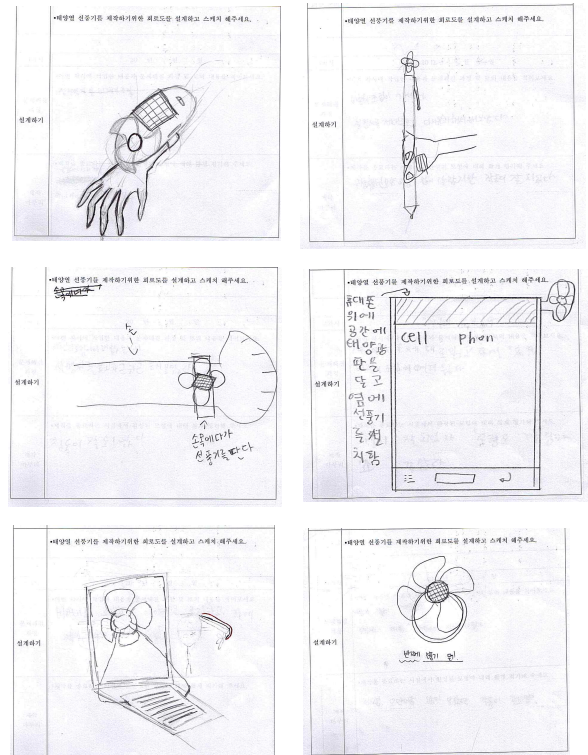
40. 나는 공학 관련 공부를 하는 것이 나의 진로에 도움이 될 것이라고 생각한다.

0(0%) 5(50%) 4(40%) 0(0%) 1(10%)

‘우리끼리 의견도 나누어 보고, 조도 만들어서 해 보니 재미있다.’, ‘뭔가 만들면서 하기 때문에 뭔가는 흥미가 있고 재미있었다.’ 등으로 답하여 만드는 것에 대한 관심을 보였음을 확인하였고, 협동에 대해서도 긍정적인 효과가 있었다.

‘통합 프로그램 수업을 통하여 본인에게 도움이 되었던 부분과 흥미로웠던 점 등을 구체적으로 적어주세요.’라는 질문에서는 ‘첨단 과학을 일상에 적용하는 것이 흥미로웠다.’, ‘과학, 기술, 공학을 조금 알 것 같다. 그리고 만드는 것이 흥미로웠다.’, ‘그냥 수업보다 실험을 통해 하는 수업이 더욱 이해가 잘 되고 좋았다.’, ‘이 수업을 하면서 집중이 잘 되고, 다음에 한 번 더 해 보고 싶다.’등으로 답변하였다. 반면 ‘이것을 작성하는 것이 힘들다.’라는 답변도 있었다. 다양한 반응을 보였지만 대부분의 학생들은 STEM 프로그램 수업을 통하여 과학, 기술, 공학에 대한 이해도가 높아졌음을 타나내었고, 흥미로웠다고 답하였다.

학생들은 평가 기준에 따라 스스로 STEM 프로그램에 대한 평가도 실시하였다. 전체 프로그램에 대한 소감에서는 협동을 잘 해서 진행했을 때 문제를 해결할 수 있었다고 답했고, 처음에는 어려웠지만 마지막에는 뿌듯했다는 답변을 하였다. 학생들이 포트폴리오에 작성한 설계도면 예시는 [Figure 2]와 같다.



[Figure 2] Students' Portfolios

Conclusions and Implications

이 연구는 STEM 교육이 중학교 학생의 과학, 기술 및 공학에 대한 정의적 특성에 미치는 영향을 분석하여 중학교의 기술교과 중심 STEM 프로그램의 활성화를 위한 기초자료를 마련하는데 그 목적을 두었다. 연구 목적 달성을 위해 경북 K시 D중학교 학생 10명을 대상으로 실험을 실시하였다. 문헌 조사와 중학교 기술 교과과정의 집중 이수 계획을 바탕으로 STEM 프로그램을 개발하여 학생들에게 적용하였으며, 적용 전과 후의 정의적 특성 변화를 분석하기 위하여 검사지를 작성하도록 하였다. 이 연구에서 STEM 프로그램은 9학년 중학교 과정 기술교과과정의 ‘전자·기계 기술’을 바탕으로 한 ‘태양광 셀을 이용한 선풍기 만들기’이며, 검사지는 이춘식의 PATT-KR 설문 조사지를 과학, 기술 및 공학에 대한 정의적 특성 측정 요소에 맞게 수정한 것을 사용하였다.

이 연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 중학교 기술 교과 중심의 STEM 프로그램은 학생용 학습 활동지, 학생용 포트폴리오, 교사용 수업지도안으로 이루어져 있으며, 정의적 영역 검사가 포함되어 있다. 학생들이 정의적 영역의 검사지를 STEM 프로그램 투입 전과 후에 작성하도록 하여 그 결과로 변화를 알 수 있도록 프로그램을 개발하였다.

둘째, 학생들은 창의적으로 도면을 설계하여 '태양광 셀을 이용한 선풍기 만들기'를 수행하였다. 검사지의 동일 질문에 대하여 양적 검사 결과를 분석하였을 때 과학, 기술 및 공학에 대한 학생들의 정의적 특성이 긍정적으로 변화되었음을 확인하였다. STEM 프로그램을 적용한 후에 프로그램에 대한 흥미, 내용 이해 정도의 문항에 대해 70%의 학생들이 '그렇다'와 '매우 그렇다'의 긍정적 답변을 하였다.

셋째, 질적 검사를 분석한 결과 학생들은 STEM 프로그램을 적용한 후 과학, 기술 및 공학에 대해 알 수 있어서 유익하였고, STEM 프로그램을 적용한 수업이 흥미로웠다고 답하였다. 학습자 대부분의 만족도가 높았으며 다음에 이러한 수업을 더 해보고 싶다고 답변하였다.

넷째, STEM 프로그램 종료 후에 실시한 개별 인터뷰에서 학생들은 기술적인 부분이 어려웠지만 직접 활동하는 수업을 통해 STEM 교과 내용을 더욱 쉽게 이해할 수 있었다고 하였다. 또한 협동 수업이 기존의 강의식 수업보다 흥미롭고, 재미있다는 답변을 하였다. 이러한 다양한 이유를 바탕으로 STEM 프로그램을 추천할 것이라고 하였다.

'태양광 셀을 이용한 선풍기 만들기' STEM 프로그램의 개발과 프로그램 적용 후 과학, 기술 및 공학에 대한 정의적 특성에 미치는 영향을 분석한 결과를 바탕으로 다음과 같이 제언을 할 수 있다.

첫째, STEM 교육 프로그램의 개발이 원활하게 이루어지기 위해서는 많은 시간과 교육 현장의 협조가 필요하다. 필요한 경우에는 교육 과정상의 변화와 융통성이 요구될 때가 있다. 2009 개정교육과정이 적용되면서 중학교에서는 집중이수제와 창의적 체험활동 등이 가능하도록 되어 있으므로, 이를 이용하여 여러 단원의 수업 내용과 관련된 STEM

교육 프로그램을 개발할 수 있을 것이다.

둘째, 실험 결과를 일반화하기 위해서는 다수의 실험 집단과 통제 집단이 필요하다. 이를 위하여 교육 과정 개발자와 학교 현장의 밀접한 소통이 필요하며 후속 연구를 위한 양자 간 동의와 협력이 필요하다. 더욱 많은 표본 집단의 실험을 통하여 일반화될 수 있는 후속 연구가 진행되어야 할 것이다.

셋째, STEM 교육의 목표가 수학, 과학, 기술, 공학 분야의 교육에 대한 효율성을 증진하는데 있지만 이 연구에서는 STEM 교육 프로그램 적용을 통한 학생들의 정의적 특성 변화만을 알아보았다. 따라서 STEM 교육이 수학, 과학, 기술 및 공학 분야의 인지적 영역에 미치는 영향을 알아보고, 해당 학문 분야의 교육적 효율성을 확인하는 후속 연구가 진행되어야 할 것이다.

References

- Ahn, H. (2011). The Elementary teachers' Recognitions and Needs Analysis on Integrated Education and Integrative STEM Education. Unpublished Master of Degree thesis, Kyungpook National University, Daegu, Korea.
- American Association for the Advancement of Science (1989). Science for All Americans. New York: Oxford University Press.
- American Association for the Advancement of Science. (1993). Benchmarks for science literacy. New York: Oxford University Press.
- Bae, S. (2010). The Recognition and Needs of Chemical Industry Teachers about STEM Education of Chemical Industry area in Industrial Technical High School. Journal of the Korean Institute of industrial educators, 35(1), 44-67.
- Bae, S. (2011). The Development and Application of Activity-Centered STEM Education Program of Electricity, Electronics Technology area in Middle School. Journal of the Korean Institute of industrial educators, 36(1), 1-22.
- Bragow, D., Gragow, K. A., & Smith, E. (1995). Back

- to the futur: Toward curriculum integration. *Middle School Journal*, 27, 39-46.
- Chang, K. (2009). Changes of teacher perceptions on professional development program about multi-subject integration-based invention. Unpublished Master of Degree thesis, Seoul National University of Education, Seoul, Korea.
- Childress, V. W. (1996). Does Integrating Technology, Science, and Mathematics Improve Technological Problem Solving? A Quasi-Experiment. *Journal of Technology Education*, 8(1), 16-26.
- Cho, J., Choi, Y., Lee, S., & Kim, Y. (2011). The Analysis on Research Trend of Domestic and Foreign Integrated and STEM Curriculum. *The Korean Journal of Technology Education*, 11(1), 210-227.
- Choi, Y., Moon, D., Kang, K., Lee, J., & Lee, J. (2008). Development and the Effect of Educational Program Based on STEM for the Inventively Gifted. *The Korean Journal of Technology Education*, 8(2), 143-164.
- Downey, G. (2006). Engineering as problem definition and solution: An STS reality project in engineering education. Fall 2006 workshop, International Network for Engineering Studies, 44-52. Virginia Tech.
- Dewey, J. (1916). *Democracy and education*. NY: Macmillan Company.
- Drake, S. M. (1993). *Planning integrated curriculum : the call to adventure*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Debelopment.
- Drake, S., & Burns, R. (2004). *Meeting standards through integrated curriculum*. Alexandria, VA: ASCD.
- Fogarty, R. (1991). The ways to integrate curriculum. *Educational Leadership*, 49(2): 61-65.
- Fralick, B., Kearn, J., Thompson, S., & Lyons, J. (2009). How middle schoolers draw engineers and scientists. *Journal of Science Education and Technology*, 18, 60-73
- Gronlund, N. E. (1978). *Stating Behavioral Objectives for Classroom Instruction*. Second Edition.
- Ingram, J. B. (1979). *Curriculum integration and lifelong education*. NY : Pergamon Press.
- International Technology Education Association[ITEA] (2010). ITEA's 71st annual conference. Retrieved January 27, 2010, from <http://www.iteaconnect.org/>.
- Jacobs, H. (1989). *Interdisciplinary curriculum: design and implementation*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Kim, I. (2001). Program development of integrationeducation through theme space reconaissance for fifth and sixth grade elementary school. Unpublished Master of Degree thesis, Korea National University of Education, Chungju, Korea.
- Kim, J. (2007). Exploration of STEM Education as a New Integrated Education for Technology Education. *The Korean Journal of Technology Education*, 7(3), 1-28.
- Kim, J. (2011). A Cubic Model for STEAM Education. *The Korean Journal of Technology Education*, 11(2), 124-139.
- Kim, J. S., & Yakman G., (2007). STE@M: Integrating aspects of go into the core curriculum. American Go Association <http://www.usgo.org/teach/methods.html> Accessed: April 15, 2011.
- Krathwohl, D. R., Bloom, B. S., & Masia, B. B. (1964). *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook II: Affective Domain*. New York: David Mckay.
- Kwon, H., & Lee, H. (2008). Motivation Issues in the Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education : A Meta-Analytic Approach. *SECONDARY EDUCATION RESEARCH*, 56(3), 125-147.
- LaPorte, J. E., & Sanders, M. E. (1995). Integrating technology, science, and mathematics education. In G. E. Martin (Ed.), *Foundation of technology education*, 44th Yearbook of CTTE.
- Lee, D. (2011). The Recognition and Needs by Technology Teachers about STEM Education. Unpublished Master of Degree thesis, Chungnam National University, Daejeon, Korea.

- Lee, H., Lim, H., & Moon, J. (2010). A Study on the Design and Implementation of Mathematics and Science Integrated Instruction. *Journal of Elementary Mathematics Education in Korea*, 49(2), 175–198.
- Lee, H., & Park, K. (2010). Elementary School Students' Images of Scientists and Engineers. *Journal of Korean Practical Arts Education*, 16(4), 61–82.
- Lehr, J., & Jesiek, B. (2007). *Engineering Cultures*. Virginia Tech.
- Ministry of Education and Science Technology[MEST]. (2009). 2009 revised national science curriculum. Seoul, Korea: Author.
- Moon, D. (2008). The Development of Pre-Engineering Educational Program Model Based on STEM Integration Approach. *Journal of Engineering Education Research*, 11(2), 90–101.
- Nicholls, A., & Nicholls, H. (1978). *Developing a curriculum: A practical guide*. London: George Allen & Uwin.
- OECD. (2003). *The PISA 2003 Assessment Framework*. Paris: OECD.
- OECD. (2006). *PISA 2006 Science Competencies for tomorrow's world. Volume 1: Analysis*. Paris: OECD.
- Oware, E. A., Capobianco, B., Diefes-Dux, H. (2007). Gifted students perceptions of engineers? A study of students in a summer outreach program. *Proceedings of the 2007 ASEE annual conference and exposition*, Honolulu, Hawaii, June 24–27, 2007.
- Park, K., & Kim, Y. (2008). The Development and Application of Technology and Science Integrated Modules. *Journal of Korean Practical Arts Education*, 14(2), 215–232.
- Park, H. (2007). Development of a Mathematics, Science, and Technology Education Integrated Program for a Hovercraft. *Journal of Korean Practical Arts Education*, 13(1). 61–78.
- Sanders, M. (2006, November). A rationale for new approaches to STEM education and STEM education graduate programs. Paper presented at the 93rd Mississippi Valley Technology Teacher Education Conference, Nashville, TN.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEM mania, *Technology Teacher*, 68(4), 20–26
- Seels, B.B., & Richy, R. C. (1994). *Instructional technology: The definition and domains of the field*. Washington, D.C.: Association for Educational Communications and Technology.
- Shin, H., Lee, S., & Lee J. (2007). Development of a Space Technology Education Program for Junior High School Students' After-school Activities. *Journal of Korean Practical Arts Education*, 13(3), 1–19.
- Tyler, R. W. (1949). *Basic principles of curriculum and instruction*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Yang, J. (2009). The Effect of 3D CAD Based STEM education on Spatial Visualization Ability of Elementary School's Students. Unpublished Master of Degree thesis, Chungju National University of Education, Chungju, Korea.
- Yoon, E. (2005). The Effects of Integrated Mathematics and Science Activities on Mathematical and Scientific Attitude of Young Children. Unpublished Master of Degree thesis, Chonnam National University, Gwangju, Korea.
- Venville, G., Wallace, J., Rennie, L. J., & Malone, J. (1998). The integration of science, mathematics, and technology in a discipline-based culture. *School Science and Mathematics*, 98(6), 294–302.