

적정기술 주제의 STEAM 프로그램 개발 및 초등학생의 창의적 사고활동, 과학적 태도, 리더십에 미치는 영향

유미현* · 박기수¹ · 최정진 · 임미라 · 이진아² · 신민철³ · 이종섭⁴ · 이양은⁵ · 유화수⁶ ·
정호근⁷ · 이안나⁸ · 강윤희⁹

아주대학교 · ¹서울대학교 · ²원정초등학교 · ³우정초등학교 · ⁴남양고등학교 · ⁵연무중학교 · ⁶보인고등학교 ·
⁷보성고등학교 · ⁸네팔 혁신 및 기업가센터 · ⁹아주대학교 과학영재교육원

The Development of Appropriate Technology theme STEAM Program for the Elementary Students and its Application Effects on Creative Thinking Activity, Scientific Attitude and Leadership

Mi Hyun Yoo* · Gi-Su Park¹ · Jung Jin Choi · Mira Lim · Jina Lee² · Minchul
Shin³ · Chong-Sup Lee⁴ · Yang-Eun Lee⁵ · Hwasoo Yu⁶ · Ho-Keun Chung⁷ ·
Ahna Lee⁸ · Yun Hee Kang⁹

Ajou University · ¹Seoul National University · ²Wonjeong Elementary School · ³WooJung
Elementary School · ⁴NamYang High School · ⁵YeonMoo Middle School · ⁶Boin High School ·
⁷Posung High School · ⁸Nepal Innovation technology & Entrepreneurship Center · ⁹Ajou
University Science Education Center for Gifted

Abstract : The purpose of this study was to develop 'Appropriate Technology' theme STEAM Program for the elementary students and investigate the effects of the program on creative thinking activity, scientific attitude and leadership. Participants were 3grade 85 elementary school students. Before and after the program, the participants were asked to take the tests about creative thinking activity, scientific attitude and leadership. The major results of this study were as follows. First, the total score of experimental group's creative thinking activity and all 4 sub-domains was significantly improved than those of comparative group($p < .05$). Second, the total score of experimental groups' scientific attitude was significantly improved than that of comparative group($p < .05$). Among 7 sub-domains, curiosity, voluntariness, perseverance were significantly developed. Third, total score of experimental groups' leadership was significantly increased than that of comparative group after the STEAM program ($p < .05$). In the first factor, the score of inner and inter personal characteristics were significantly developed.

keywords : STEAM program, appropriate technology, creative thinking activities, scientific attitudes, leadership

*교신저자 : 유미현(ymh0120@ajou.ac.kr)

**본 연구 논문은 2014년 교육부의 재원으로 한국과학창의재단의 지원을 받아 수행된 연구 성과물임.

***2016년 6월 12일 접수, 2016년 8월 1일 수정원고 접수, 2016년 8월 18일 채택

<http://dx.doi.org/10.21796/jse.2016.40.2.144>

I. 연구의 필요성 및 목적

최근 우리나라의 언론 및 학계에 자주 등장하는 주제 중 하나는 ‘융합’이나 ‘통섭’과 같은 단어들이며 경계 허물기와 융합은 기술과 산업, 그리고 사회생활의 영역까지 하나의 삶의 형식으로 자리 잡고 있다. 이러한 흐름의 배경에는 보다 가치 있는 산출물을 만들어내기 위해, 또는 분과형 학문 전통에 의해 해결하기 어려운 제반의 문제들에 대처하기 위해 간학문적 연계가 반드시 필요하다는 공감대가 형성되었기 때문이다(Hong, 2008). 또한 민주화된 과학기술 시대에서는 자연과 인간과 문명에 대한 충분한 이해를 바탕으로 합리적으로 문제를 파악하고, 남과 소통하고, 창의적으로 문제를 해결할 수 있는 능력이 필요(Kim, 2007; Snow, 2001)하기에, ‘융합에 대한 필요성’이 크게 강조되고 있다.

이와 관련하여 교육계는 2009 개정교육과정을 통해 물리, 화학, 생명과학, 지구과학 등 고등학교 과학교과를 모두 아우르는 융합형 ‘과학’을 최초로 구성하여 2011학년도에 일선 고등학교에 도입하였으며, 교육과학기술부는 2013년도 영역별 중점 추진 내용으로 “미래형 융합인재교육(STEAM) 강화 부문의 예산 확대”와 더불어 “수학·과학교육 융합 및 체험·탐구교육을 통한 창의적 인재교육 확대 추진”을 내세웠다(MOE, 2013).

현재와 미래를 관통하는 인재상을 논할 때, 창의성과 더불어 인성이 크게 강조되고 있다. 과학기술의 발전이 빠른 속도로 우리 삶에 큰 영향을 주는 가운데, 공동체 속에서 이전에 없던 다양한 문제를 해결하고 자신과 타인에게 도움이 되는 삶을 살기 위해서는 ‘인성의 계발과 동반되는 창의성’, 또는 ‘인성이 바탕이 된 창의성’이 필요하기 때문이다. 이러한 인성의 계발은 리더십 교육과도 연결된다. 아동과 청소년의 리더십에 대한 여러 연구들(Fertman & Linden, 1999; Kim, 2006; Hensel, 1991; MacGregor, 2001; Parker, 1987)은 아동과 청소년의 리더십에 대해 다른 사람을 돌보는 등의 관계 지향적 특성 및 심리사회적 성숙과 관계가 있음을 언급하고 있다. Kim(2006)은 Parker(1987)

의 리더십 구성 요소를 재구성하여 리더십의 인지적 요소와 함께 ‘공동체 지향, 배려, 헌신, 감수성, 권한부여’ 등의 감성적 요소가 있음을 제시하였다. 또한 Kim & Chun(2005)의 연구에서는 성인 리더와는 구별되는 재능아의 리더십 특성으로 ‘비전과 추진, 도전정신, 의사결정력, 의로움, 과제책임감, 대인관계와 조직능력 그리고 타인과 공동체에 대한 배려’가 제안되었다.

Baek *et al.* (2012)은 융합인재교육(STEAM)이 ‘상황 제시, 창의적 설계, 성공의 경험’ 등의 요소를 통해 융합 시대의 창의성을 기를 수 있으며, 인성 교육과의 유기적 결합으로 상호 상승효과를 이끌어낼 수 있다고 주장한다. STEAM 프로그램의 주된 목적은 과학에 대한 동기 유발과 과학적 소양의 계발 및 이를 통한 과학기술 분야의 인재 육성이다(Baek *et al.*, 2011, 2012). 이는 과거 과학기술 분야의 인재를 육성함에 있어 인지적 영역에만 치우쳤던 점을 넘어 정의적 영역의 계발에 보다 많은 관심을 기울임과 맥락을 같이 한다. 과학과 관련된 정의적 영역에는 흥미, 태도, 자아개념, 인성, 도덕성, 가치관, 포부수준, 사회성, 성취동기 등이 있는데 이들 중에서 과학 분야에 있어서 특히 강조되는 것 중의 하나가 태도라 할 수 있다(Shim *et al.*, 1999). 특히 ‘과학적 태도’에 대해 특정한 문제 상황에서 탐구하는 자세 및 과학 정신과 관련된 ‘문제 해결, 아이디어와 정보의 평가, 의사 결정 과정에 있어서의 특별한 접근 방법’은 과학자적 소양의 핵심이다(Kim, Chung & Jeong, 1998).

슈마허는 “대량 생산 기술은 본질적으로 폭력적이며, 생태계를 파괴하고 재생될 수 없는 자원을 낭비하며, 인성을 망쳐놓는다”며 자본주의에서 추앙받는 가치에 대해 경고하고 그 대안적 개념으로 중간기술(intermediate technology)을 제안하였다(Choi, 2013). Son(2009b)은 중간기술을 “서구의 대량생산기술과 제3세계의 토착기술의 중간 정도의 기술로서 지역의 문화나 사회적, 자연적, 경제적 환경에 적합하게 설계되어 누구든지 사용할 수 있거나 기존의 토착기술보다 생산력이 높은 기술”을 의미한다고 하였으며, 이것이 적정기술로 이어진다고 하였다. Sung(2011)은 적정기술에 대해 그 기술이

사용되는 사회공동체의 정치적, 문화적, 사회적 사항을 고려하여 해당 지역에서 지속적인 생산과 소비가 가능하도록 만들어진 기술로 인간 삶의 질을 궁극적으로 향상시킬 수 있는 기술로 정의하였다. Kim(2011)은 “해당 기술을 사용할 때 개인의 자유가 확대되고, 그 사용이 환경이나 타인에게 가하는 피해를 최소화하는 기술”로 정의하였다. 학자들의 적정기술에 대한 정의를 종합해보면 적정기술은 환경과 상황의 적합성을 바탕으로 인간을 위한 기술 본래 의미를 되찾는 기술이라 할 수 있다(Choi, 2013).

Son(2009a)은 대안적인 문화로서의 적정기술과 제3세계를 위한 기술로서의 적정기술을 구분하였다. 대안적인 문화로서의 적정기술은 일회성 소비 지향적 문화에 대한 반성과 대안을 추구하는 데 주안점을 두고 있고, 제3세계를 위한 기술은 기술 개발을 통해 과학기술 발전과 문명의 혜택에서 소외된 지역의 사람들을 위한 지역 공동체 경제를 지향한다. 본 연구에서 사용된 적정기술의 의미는 전자에 해당되며, 일회성 소비지향적 문화에 대한 반성과 대안 추구를 목적으로 하고 있다.

Choi(2012a)에 따르면 적정기술은 각자가 속한 환경과 형편에 적합하게 최적의 대안을 구안하고 이를 실행함으로써 삶의 질을 개선하는 효과를 갖는다고 하였다. 또한 의식주 등 일상생활에서 접하게 되는 문제와 밀접한 관련이 있으므로 학습자에게 흥미와 자극을 줄 수 있다. 따라서 적정기술은 기술이 본질적으로 지니는 인간 필요의 해결이라는 측면에서의 창의적 문제해결력 신장, 저소득층 등 타인에 대한 배려, 환경에 대한 긍정적인 영향 등의 인성적 소통을 강조하는 기술이라는 점에서(Choi, 2012a) 융합인재교육 프로그램으로서 적합한 개발 가치를 지닌다.

본 연구에서는 초등학교 3학년 학생들의 수준에 맞게 구체적인 적정기술을 개발하여 활용하기보다는 적정기술의 기본적인 개념과 취지를 이해하고 공감하는 방향으로 프로그램을 개발하였다. 학생들이 평소에 당연하게 사용하고 있던 연필과 같은 학용품이나 축구공 등이 없는 상황을 통해 ‘결핍’에 대해 생각해보게 되고, 이에 대한 대안을 추구함으

로써 적정기술의 의미와 중요성에 대해 이해하게 하였다.

첫 번째 주제인 ‘연필 없이 공부하기’에서는 학생들이 가장 흔히 사용하는 학용품인 연필 사용을 제한함으로써 학생들이 겪을 수 있는 가장 직접적이고 현실적인 상황을 만들어 학생들에게 대체연필의 개발에 대한 필요성을 느끼게 하였다. 학생들은 교실 안에 있는 물건들만을 활용하여 자신들이 창의적으로 고안하고 제작하는 과정에서 여러 차례의 시행착오를 통해 점차적으로 문제를 해결해나가는 힘을 기를 것이며, 나아가 학생들이 해나간 과정이 결국 적정기술의 일종임을 깨닫게 하였다.

두 번째 주제인 ‘공 없이 축구하기’에서는 학생들이 가장 좋아하는 체육시간에 사용하는 공을 대신할 물건으로 축구를 해보는 활동과 경제적으로 어려운 여건에 처한 나라의 토래 친구들이 어떻게 희망을 잃지 않고 꿈을 꾸어나가는지를 알아보는 시간을 통해 그들의 입장이 되어 희망불을 제작해서 직접 활용해보고 적정기술이 단순히 기술적인 측면 뿐 아니라 작은 꿈과 희망이 될 수 있음을 깨닫게 하였다.

두 가지 주제학습을 통해 학생들은 어떠한 문제에 직면했을 때 고민하고 해결해 나가는 힘을 기르고, 적정기술에 대한 이해와 중요성을 함양하며 주변을 돌아볼 수 있는 따뜻한 마음을 지닌 사람으로 성장해 나가는 것을 목표로 하였다.

이와 같이 이해와 공감이 전제된 적정기술은 기술발전으로 인한 혜택이 모두에게 충분히 돌아가지 못한다는 인식으로부터 출발해 더 나아가 제3세계를 위한 기술로서 저개발국, 저소득층의 삶의 질 향상과 빈곤퇴치 등을 위해 유용하게 사용될 수 있도록 개발된 기술(Chung, 2010)로 자연스럽게 연결될 수 있다.

적정기술은 여러 주제 중에서도 과학기술의 본질적인 역할에 대해 생각해보면서 과학기술이 인간을 위해 긍정적으로 기여할 수 있는 부분에 대해 직접적으로 학습하고 과학적 태도를 기를 수 있는 의미 있는 주제이다. 또한 적정기술의 기반 철학과 구현 과정은 과학기술 기반의 융합적 접근을 바탕으로 한 창의적 사고 과정의 계발과 함께 타인에 대한

공감을 시작으로 리더십 형성을 도울 수 있는 가능성을 내포하고 있다. 적정기술의 교육적 활용 가능성을 모색한 Choi(2012b)의 연구에서는 배려, 나눔, 소통 등의 인성적 개념 요소를 강조하였으며 이와 더불어 Cho & Lee(2014)는 창의적 문제 해결 및 융합적 소양을 추가적으로 제시하였다.

본 연구에서 소재로 활용된 적정기술은 기업과 공익재단 등을 중심으로 개발이 활성화되어 있는데, Vestergaard Frandsen, KickStart 등 사회적 기업을 중심으로 이루어지고 있으며, 연구센터와 대학에서의 적정기술 개발은 MIT, 스탠퍼드 대학 등이 대표적이다(Choi, 2012a). 최근 국내에서 적정기술을 교육에 도입하고자 하는 시도는 대학 교육을 중심으로 확장되고 있으며, 주로 공학과 기술 교육 학계에서 다루어 왔다.

적정기술을 활용한 초등학교 녹색기술교육 프로그램을 개발·적용하고 효과를 알아본 Choi(2012b, 2013)의 연구는 적정기술에 대한 인식과 지속가능한 삶에 관한 태도에서 학생들의 긍정적 변화를 보고하였다. 하지만 전반적인 태도 변화를 관찰하지 못하였기에 연구자는 초등학생의 심리 발달적 상황을 충실히 고려하여 수업의 목표와 방식을 조절해야 함을 제시하였다. 또한 학습의 범위 측면에서 영역을 확장하여 과학, 사회, 도덕 등 다른 교과와 관련된 적정기술교육 프로그램의 개발과 교과 간 STEAM 프로그램의 필요성을 언급하였다.

적정기술과 관련된 아이디어의 도출을 위해서는 '결핍'이 발생한 문제 현장에 대한 학생의 관심 및 상심과 더불어 현장 적용성이 높은 창의적이고 과학적인 사고 활동이 요구된다. 그리고 이는 STEAM 프로그램 구성의 준거틀인 '상황 제시', '창의적 설계', '감성적 체험'과 연결될 수 있는 적합성을 가지고 있다. 문제 상황으로서의 현지의 결핍에 대한 인식과 함께 이를 해결하기 위한 과학적이고 창의적인 아이디어가 필요하며 문제 해결 과정에서 현지에 대한 상황 및 사람들에 대한 공감적 인식이 가능하기 때문이다. 결국 본 연구의 '적정기술 주제의 STEAM 프로그램'은 '결핍 상황을 바탕으로 배려, 나눔, 소통 등의 인성적 요소 뿐 아니라 과학적이고 창의적인 태도와 활동을 도모하기

위한 융합인재교육 프로그램'이라 할 수 있다.

본 연구는 적정기술을 주제로 과학중심 STEAM 프로그램을 개발하고 적용했을 때의 교육적 효과에 대한 탐색의 필요성에 주목한다. 특히 초등학생들에게 적정기술 교육이 가능한지 또는 어떠한 방식으로 적정기술 교육의 가치를 전달할 수 있는지에 대한 구체적인 방안이 모색되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 '적정기술'을 주제로 설계한 과학 중심 STEAM 프로그램이 초등학생의 창의적 사고활동과 과학적 태도 및 리더십에 어떠한 영향을 주는지 알아보고자 한다. 이 연구로 인해 STEAM 프로그램의 교육적 가능성을 살펴보고 학교교육 현장에 근거한 STEAM 프로그램의 개발 및 적용에 대한 시사점을 도출할 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구의 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 적정기술 주제의 STEAM프로그램이 초등학생의 창의적 사고활동에 어떠한 영향을 미치는가?

둘째, 적정기술 주제의 STEAM프로그램이 초등학생의 과학적 태도에 어떠한 영향을 미치는가?

셋째, 적정기술 주제의 STEAM프로그램이 초등학생의 리더십에 어떠한 영향을 미치는가?

Ⅱ. 연구 방법

1. 연구 참여자

이 연구의 참여자는 경기도 소재 초등학교 3학년 4개 학급의 학생 85명이다. 4개 학급 중 2개 학급 40명의 학생은 실험집단으로, 2개 학급 45명은 비교집단으로 배치하였다. 연구의 설계는 사전-사후 통제집단 실험설계(Pretest-Posttest Control Group Design)이다. 실험집단 비교집단 모두 프로그램 적용 전과 후에 동일한 검사지를 통해 창의적 사고활동, 과학적 태도, 리더십 설문조사를 실시하였다.

실험집단 학생들은 6차시로 기획된 <학생의 조

Table 1. Configuration of participants

집 단		
실험집단(n=40)	남	21
	여	19
비교집단(n=45)	남	25
	여	20
합 계		85

건1: 연필 없이 공부하기>, <학생의 조건2: 공 없이 축구하기> 적정기술 주제의 STEAM 프로그램을 진행하였으며, 비교집단 학생들은 동일한 차시의 동일한 내용의 수업을 실시하되 기존의 교과 수업이 융합되지 않고 본래 교과와 차시 수업이 교육과정 운영 계획에 따라 분절적으로 이루어진 형태로 수업이 이루어졌다.

본 연구에 참여한 학생들의 구성은 Table 1과 같다.

2. 검사도구

1) 창의적 사고활동 검사도구

학생들의 창의적 사고활동을 측정하기 위하여 Lee(2007)가 아동의 창의적 사고활동 측정을 위해 개발한 설문지를 사용하였다. 창의적 사고활동을 측정하기 위한 설문 문항은 ‘유창적 사고활동’, ‘독창적 사고활동’, ‘융통적 사고활동’, ‘정교적 사고활동’의 4개의 하위영역, Likert 5점 척도 40문항으로 구성되어 있다. 본 연구에서 구한 검사도구의 내적신뢰도 계수 Cronbach’s α 값은 사전검사가 0.893, 사후검사가 0.937이었다.

2) 과학적 태도 검사도구

학생들의 과학에 대한 태도를 측정하기 위하여 Kim, Chung & Jeong(1998)의 과학에 관련된 정의적 특성 평가 검사지 중에서 과학적 태도를 호기심, 개방성, 비판성, 협동성, 자진성, 끈기성, 창의성 등의 일곱 개의 하위 영역으로 구분한 총 7개의 하위 영역 21개 문항을 사용하였다. 본 연구에서 구한 내적신뢰도 계수 Cronbach’s α 값은 사전검

사가 0.917, 사후검사가 0.931이었다.

3) 리더십 검사도구

학생들의 리더십 수준과 특성을 측정하기 위해서 한국교육개발원의 KEDI 리더십 특성 검사도구(Kim et al., 2006)를 사용하였다. KEDI 리더십 검사도구는 1차, 2차, 3차 요인으로 분류되었으며, 최종적으로 총 19요인 75문항으로 구성된 5점 척도 검사도구이다(Lee & Yoo, 2012). 이 중에서 본 검사를 위한 검사도구의 문항 구성을 위해 비슷한 문구로 이루어진 문항의 경우 중복을 피하고 초등학교 학생이 해독하기에 난해하거나 판단이 곤란한 문항을 제외시킨 후 3차 요인 중 일부를 2차 요인에 포함시켜 총 9개의 하위영역으로 재편성하였다. 그 결과 1차 요인 중 하나인 개인 내 특성 항목에서는 6개의 하위요인(비전과 자신감, 자기관리능력, 도전정신, 의사결정력, 의로움, 과제책임감)에 대해 각각 6문항씩 전체 36문항으로 구성하였으며, 개인간 특성 항목에서는 3개의 하위요인(대인관계 능력, 조직관리 능력, 타인과 공동체 배려)에 대해 각각 6문항씩 18문항으로 구성하여 총 9개 하위요인 54문항의 설문지를 제작하였다. 본 연구에서 구한 내적신뢰도 계수 Cronbach’s α 값은 사전검사가 0.968, 사후검사가 0.978이었다.

3. 적정기술 STEAM 프로그램 내용 및 개발 절차

본 연구는 적정기술 STEAM 프로그램이 초등학교생의 창의적 사고활동, 과학적 태도, 리더십에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보기 위한 연구로서, 그

목적을 달성하기 위해 다음과 같은 절차에 따라 연구를 진행하였다.

1) 프로그램 개발 의도 및 절차

융합인재교육(STEAM)에 대한 교사들의 인식을 분석한 연구들(Geum & Bae, 2012; Han & Lee, 2012; Kang, Kang & Lee, 2013; Lee *et al.*, 2011; 2012; Lee & Shin, 2014; Shin & Han, 2011; Son *et al.*, 2012)중 융합인재교육(STEAM)에 대한 부정적 인식은 다음과 같다. 교사들은 융합인재교육(STEAM) 수업과 관련된 자료 및 교재 개발의 필요성, 수업 시수 조정의 어려움, 다른 교과에 대한 지식의 부족함, 횡·종적 교육과정을 분석하여 수업 주제를 선정하는 것에 대한 어려움, 융합인재교육(STEAM)에 대한 명확한 기준 제시의 미비에 대한 문제의식을 가지고 있었다. 특히 융합인재교육(STEAM) 수업 상황에서 초등교사들이 겪는 어려움을 분석한 Lee & Shin(2014)의 연구에서는 통합 주제 선정과 교육 과정 재구성의 어려움 및 모둠 활동과 평가의 어려움을 언급하였다.

선행연구에서 드러난 교사들의 인식 조사를 통해 본 연구는 각급 학교에서의 융합교육 운영 확대를 위한 ‘차시대체형 STEAM 프로그램’ 개발에 주목하였다. 용이한 현장 적용성을 위해 교과 과정과 밀접하게 연계될 수 있으면서 동시에 STEAM 수업의 취지를 구현할 수 있는 주제를 모색하였다. 이후 기존 교육 과정의 학습 목표와 성취 기준 및 내용 등을 추출하여 개발 프로그램에 배치하고 이를 수업 교사가 확인할 수 있도록 명시하였고, 이 과정에서 학생들이 상황 제시와 창의적 설계, 그리고 감성적 체험(KOFAC, 2012)을 자연스럽게 경험할 수 있도록 안내하였다.

이런 과정을 거쳐 본 연구에서는 적정기술을 ‘차시대체형 STEAM 프로그램’ 개발의 소재로 활용하였고 최종적으로 수업지도안과 수업 지침 및 보충 자료가 수록된 교사용 지도서와 학생용 활동지를 제작하였다. 구체적인 개발 절차는 Figure 1 과 같다.

적정기술 주제인 본 프로그램은 중학교와 고등학

교 수업 자료와 함께 개발되었다. 따라서 초등학교 교사 2인과 중·고 현장교사 4인이 담당 프로그램의 개발을 수행하는 한편, 개발 자료의 상호 점검과 조언을 통해 교육과정과의 연계성과 프로그램의 타당성을 확보하도록 노력하였다. 또한 연구 추진 및 현장 적용을 위해 적정기술 전문가 1인, 공학설계 전문가 1인, 융합 및 창의성 교육학자 3인이 개발 팀에 참여하여 연구개발 및 성과에 대한 지속적인 점검 및 협의를 주도하였다.

프로그램 개발 과정에서 연구팀 자체적으로 선정 한 외부 초등 STEAM 교육 전문가 3인에 의한 1차 자문과 프로그램 중간점검을 위해 구성된 융합 교육 전문가 5인에 의한 2차 자문을 통해 다양한 측면에서 프로그램의 개선점을 모색하였다. 이후 교육 현장에 적용하고 학생 및 수업 교사의 반응을 기반으로 프로그램의 세부 사항을 조율하였으며 3차 외부 전문가 자문을 통해 최종 수업 자료를 구성하였다.

2) 프로그램 개발 모형

본 연구는 초등학교 3학년 학생들을 대상으로 진행되기 때문에 내용적 차원에서는 STEAM 통합 모형 중 교과연계 수업형(Kim, 2011)을 적용하며 과정적 차원에서는 상황 제시, 창의적 설계, 감성적 체험의 STEAM 준거틀을 이용하였다. 한편, 적정기술의 학습은 문제 상황에 대한 구체적인 인식 및 주어진 조건에서의 창의적이고 효율적인 문제 해결력과 관련이 있기 때문에 PBL(Problem Based Learning)과 TRIZ(Theory of Inventive Problem Solving)의 원리를 적용하였다.

적정기술은 구체적 생활 현장의 복잡하고 비구조화된 상황을 다룬다. 이를 교육 현장에서 활용하려면 먼저 주어진 문제 상황을 충분히 관찰하고 인식하여 재정의하고 해결할 수 있는 기회를 제공해야 한다. 뿐만 아니라 적정기술이 필요한 상황은 기존의 지식과 방법으로 해결되기 어려운 측면이 있으므로 자원, 경제력, 환경 등의 제한적이고 모순적 상황을 극복하여 적절한 해결안을 생성하는 데 창의적인 문제 해결력이 필요하다. PBL(Problem

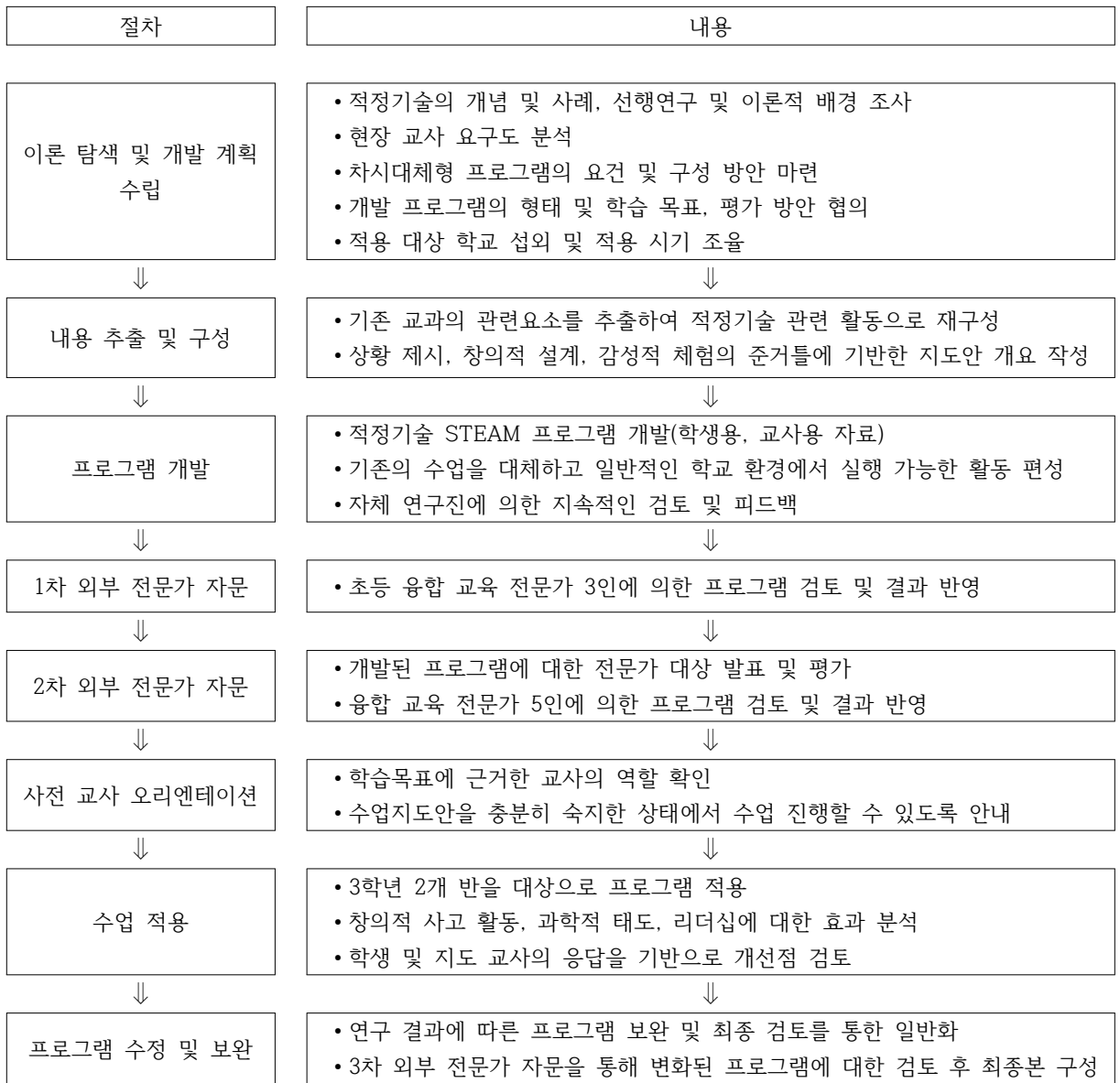


Figure 1. Program development process

Based Learning)은 복잡한 실생활에서 일어날 수 있는 비구조화된 문제들에 대한 탐구와 해결에 초점을 맞추는 학습으로(Torp & Sage, 2002), 문제를 해결하는 과정에서 내용지식과 함께 문제 해결 전략을 습득할 수 있다(Choi & Kang, 2010). 한편, TRIZ(Theory of Inventive Problem Solving)는 1964년 러시아의 Genrich Saulovich

Altschuller 박사에 의해 개발되었으며, ‘문제를 창의적으로 해결하기 위한 이론’으로서 최초 기술 분야에의 적용을 넘어 인문·사회 분야까지 확대되어 사용되고 있다(Baek, 2009). TRIZ의 특징은 기존의 창의적 결과물들의 유형을 분류하여 창의적 사고 형태를 분석하고 이를 새로운 상황에 적용하고자 한 것이며, 문제 내에 잠재된 모순적 요소를 찾

고 이를 해소하기 위한 알고리즘을 상황별로 적용함으로써 창의적 문제 해결력을 높일 수 있는 장점을 가지고 있다(Hyun & Park, 2010; Schweizer, 2002).

3) 프로그램 개발의 실제

① 기존 교과교육과정 분석 및 재구조화

본 연구에 적용된 프로그램의 개발은 '프로그램 주제 설정, 기존 교육과정 요소 추출, 그리고 융합된 형태로 재구성'이라는 3가지 과정으로 진행되었다. 초등학교 학생이라는 상황을 고려하여 자신의 일상의 문제로부터 출발할 수 있도록 안내하고 적정기술의 가치적 개념인 '결핍'과 '공감'을 직접 체험하고 해결 경험을 제공하기 위해 학생들의 필수품을 제한한다. 실제 적정기술이 요구되는 현지 상황의 결핍은 오염되지 않은 물, 식량, 주거지, 의약품, 방한 물품, 그리고 전력 등이 있다. 하지만 초등학생의 상황에서 식수나 식량 등을 제한하기에는 여러 가지 어려움이 발생한다. 대신 융합인재교육 차원에서의 상황제시로서 학생 자신에게 필수품이라 인식되는 물품의 제한을 고려할 수 있으며 그 하나는 학생들의 수업 시간의 필수품인 '연필'이고 또 하나는 체육 시간의 필수품인 '공'이다. 자신의 생활에 당연히 함께 하던 물건이 사라졌을 때 학생들은 예기치 못한 불편함과 이전에 느끼지 못했던 소중함 등을 경험하고 이를 대체하기 위한 창의적 아이디어 생성 욕구를 가질 수 있다. 또한 대체품을 완성하고 활용함으로써 그에 따른 자신감이나 뿌듯함 등의 감성적 체험 또한 도모할 수 있다.

전체 프로그램에서 교사용 지도계획 총괄표는 Table 2와 같다. 프로그램은 기존의 교과 단원을 대체할 수 있는 차시대체형으로 개발되었으며 초등학교 3-4학년 군에서 사용될 수 있도록 관련 교과 및 단원을 제시하였다.

적정기술의 하위 수업 주제인 '연필 없이 공부하기'와 '공 없이 축구하기'와 관련된 학습목표는 기존 교육과정의 학습목표를 통해 재구성하여 제시하였다. 또한 STEAM 프로그램을 구성하는 데 필요한 내용 요소를 추출함에 있어 학년과 과목 및 단원을 명시하여 배치하였다.

구체적인 프로그램을 개발하기 위해 주제 선정 및 교과 과정 분석과 더불어 STEAM 학습준거틀(KOFAC, 2012)에 의한 프로그램 구성을 실시하였다. Table 3은 각 주제별로 기존에 추출된 내용 요소들을 '상황 제시, 창의적 설계, 감성적 체험'을 기준으로 배치하고 각 준거별 요소들이 자연스럽게 연결될 수 있도록 수업 활동의 맥락을 조정된 결과이다. 또한 각각의 준거틀에 의한 수업 구분을 간결하게 조정함으로써 현장 적용성을 고려하였다. 주제 1과 2 모두에서 상황 제시는 '필수품에 대한 사용 제한'이며, 창의적 설계는 '해당 필수품과 관련된 탐색적 학습과 대체품 설계 및 제작', 마지막으로 감성적 체험은 '결핍 상황을 해결하고 공유하는 과정에서 긍정적인 감정을 경험'하는 것이다.

② 프로그램 개요 및 내용

지금까지 제시된 프로그램 개발 과정을 통해 개발된 프로그램의 차시에 따른 주요 활동 및 내용은 Table 4와 같다. 각 주제별로 3차시로 구성되었지만, 현장 학교의 상황에 맞게 증감이 가능하도록 활동 및 내용을 조절할 수 있다.

최종 완성된 프로그램은 활동지가 포함된 학생용 자료와 프리젠테이션 자료 및 동영상 자료 등이 포함된 교사용 지도서로 구성되었다. 학생용 자료는 단순한 읽기 자료가 아니라 실제 수업 환경에서 교사의 안내 하에 활동을 진행할 수 있는 문답 방식으로 제작하였으며 활동지를 작성하느라 수업에 집중하지 못하는 영향을 줄이기 위해 프로그램 적용 이후 분량을 조정하였다. 교사용 자료는 적정기술 주제의 STEAM 프로그램에 대한 충분한 이해와 수업 진행 과정을 신속하게 파악하기 위해 '주제 개요', '학습 목표', 'STEAM 과목 요소', 'STEAM 단계 요소' '지도안 총괄표'를 우선적으로 제시하였다. 이어 Table 5와 같은 구성 방식으로 차시와 소주제로 구분된 형태의 수업 지도안을 제시하되, 소요 시간 및 관련 교과 단원, 세부 지침 등을 구체적으로 명시하였다. 또한 날개책 형태의 교사용 지도서를 제공하여 교사의 수업 활용도를 높이도록 하였다.

Table 2. Teaching plan of units

과목	과학, 미술, 도덕, 수학, 체육	총 차시	6차시(240분)
단원	1주제 (1~3)	<ul style="list-style-type: none"> 과학: 3학년 1-1. 물체와 물질 (2/12차시 : 물체가 어떤 재료로 만들어졌는지 알아보기) 미술: 3~4학년군 6-2. 환경을 생각하는 미술(심화 2차시 : 재활용 재료로 표현하기) 도덕: 3학년 6. 감사하는 생활(3/4차시 : 감사하는 마음 다지기) 	
	2주제 (4~6)	<ul style="list-style-type: none"> 과학: 3학년 1-2. 물질의 성질과 쓰임새 (7/12차시 : 다양한 물질로 쓰임새가 같은 물체를 만드는 경우를 알아보기) 수학: 4학년 2-3. 다각형(9/14차시: 정다각형을 알아보기) 체육: 4학년 경쟁 활동 - 축구형 게임하기 미술: 3~4학년군 6-2. 환경을 생각하는 미술(심화 2차시 : 재활용 재료로 표현하기) 도덕: 3학년 6. 감사하는 생활(3/4차시 : 감사하는 마음 다지기) 	
교육과정 목표	1주제	<ul style="list-style-type: none"> 기존 교육과정 목표 과학: 물체가 어떤 물질로 만들어졌는지 설명할 수 있다. 미술: 재활용품을 이용하여 환경 보호의 내용을 담은 작품을 만들 수 있다. 도덕: 생활 속에서 감사하는 마음과 감사하는 생활태도를 기를 수 있다. 	
	재구성된 학습목표	<ul style="list-style-type: none"> 물체가 어떤 물질로 만들어졌는지 설명할 수 있다. 다양한 물질로 쓰임새가 같은 물체를 만드는 경우를 알 수 있다. 적정기술의 개념과 필요성을 알 수 있다. 재생연필 디자인을 고안하여 주변에 있는 물건을 활용하여 만들 수 있다. 	
	2주제	<ul style="list-style-type: none"> 기존 교육과정 목표 과학: 다양한 물질로 쓰임새가 같은 물체를 만드는 경우를 알 수 있다. 수학: 정다각형을 알 수 있다. 체육: 빈 공간을 이용하여 간이 축구 게임을 할 수 있다. 미술: 재활용품을 이용하여 작품을 만들 수 있다. 도덕: 생활 속에서 감사하는 마음과 감사하는 생활태도를 기를 수 있다. 	
	재구성된 학습목표	<ul style="list-style-type: none"> 축구공을 고안하고 주변에 있는 다양한 물질을 활용하여 만들 수 있다. 축구공의 유래 및 과학 및 수학적 원리에 대해 말할 수 있다. 현재 나의 생활에 감사하는 마음을 가지고, 다른 사람에게 도움이 되는 사람이 되고자 하는 의지를 다질 수 있다. 	
학습목표	1주제	<ol style="list-style-type: none"> 적정기술의 개념과 필요성을 인지할 수 있다. 주변의 재료를 이용하여 필기구를 창의적으로 설계하고 제작할 수 있다. 학용품의 결핍 상황과 다른 사람들의 결핍을 공감적으로 연결 지을 수 있다. 	
	2주제	<ol style="list-style-type: none"> 적정기술의 개념과 필요성을 인지할 수 있다. 현재 가지고 있는 자원을 바탕으로 생활에 필요한 물건을 만들어 낼 수 있다. 적정기술에 대한 긍정적인 개념을 바탕으로 지속성을 가지고 개발의지를 다질 수 있다. 	

Table 3. STEAM standard frame of each subject matter

	주제 1. 연필 없이 공부하기	주제 2. 공 없이 축구하기
상황 제시	<ul style="list-style-type: none"> 생활필수품에 대해 이야기하기 학생들의 필수품인 연필 사용 제한 	<ul style="list-style-type: none"> 아프리카 아이들의 생활 소개 체육 시간에 사용되는 공 사용 제한
창의적 설계	<ul style="list-style-type: none"> 연필을 대체하여 사용할 수 있는 물건들 탐색 연필심(흑연)을 제외한 나머지를 교실 안에서 구할 수 있는 재료를 활용하여 대체연필 설계 	<ul style="list-style-type: none"> 축구공의 유래, 재료, 형태, 과학적 원리 등에 대해 전반적으로 탐색 다양한 물질을 활용하여 아프리카 아이들이 사용하는 것과 같은 새로운 축구공을 직접 제작
감성적 체험	<ul style="list-style-type: none"> ‘결핍 상황’을 극복함에 따른 보람 기준에 가지고 있는 재료들을 바탕으로 문제를 해결하고자 하는 과정이 적정기술과 관련 있음을 이해 	<ul style="list-style-type: none"> 다른 재료로 제작한 축구공을 직접 활용 내 주변 사람들이 가질 수 있는 불편함을 인지하며 나눔 의식 고취

Table 4. Curriculum of final program

주제	시간	소주제명	주요 활동 및 내용	STEAM 요소	구분
연필 없이 공부하기	10분	최소한의 물건으로 살기	<ul style="list-style-type: none"> • 우리 주변의 '결핍'에 대해 이야기하기 • '학생의 조건' 프로젝트(연필 없이 공부하기) 실시하기 	SA	상황 제시
	30분	물체를 이루고 있는 물질은?	<ul style="list-style-type: none"> • 물체와 물체를 이루고 있는 물질에 대해 공부하기 • 연필 없이 공부한 뒤 느낀 점에 대해 이야기 나누기 • 연필이 없는 상황에 대한 문제해결 동기 확인하기 	STA	
	25분	새로운 대체연필 설계하기	<ul style="list-style-type: none"> • 새로운 연필(대체연필)에 대해 설계하기 	STEAE	창의적 설계
	30분	새로운 대체연필 제작하기	<ul style="list-style-type: none"> • 새로운 연필을 제작하고 완성품에 대한 의견 나누기 	TE	
	25분	제품에 대한 가치평가하기	<ul style="list-style-type: none"> • 완성품에 대한 평가 및 가치 부여하기 • 적정기술에 대한 개념 이해 및 지속적 개발 의지 다지기 	A	감성적 체험
	10분	공 없이 축구하기	<ul style="list-style-type: none"> • 공 없는 체육시간에 대해 이야기 나누기 • 나라면 어땠을지 생각해보기 	SA	상황 제시
	20분	축구공의 과학적 원리 찾기	<ul style="list-style-type: none"> • 축구공의 유래와 과학 및 수학적 원리 알아보기 	SM	
	15분	쓰임새가 같은 물체 알기	<ul style="list-style-type: none"> • 다양한 물질로 쓰임새가 같은 물체를 만드는 경우에 대해 알아보기 	STE	창의적 설계
	30분	특명! 희망볼 만들기	<ul style="list-style-type: none"> • 다양한 물질을 활용하여 축구공 만들어보기 	TEA	
	25분	희망볼 활용하기	<ul style="list-style-type: none"> • 직접 만든 축구공(희망볼) 활용해 보기 	A	감성적 체험

4. 데이터 분석

본 연구의 설계는 사전-사후 통제집단 설계 (pretest-posttest control group design)로 두 집단의 창의적 사고활동, 과학적 태도, 리더십 검사 사전검사를 공변인으로 하는 공변량 분석

(ANCOVA)을 실시하였다. 분석하기 전 두 집단이 회귀선 기울기 동일성 가정 만족하는지 확인 과정을 거쳤다. 사전검사 평균 및 사후검사 평균, 그리고 교정평균을 제시하였다. 유의수준은 0.05이며, 모든 데이터는 SPSS 20.0 통계 프로그램을 사용하여 분석하였다.

Table 5. The result of a post-test comparison about creative thinking activity

	실험집단(<i>n</i> =40)			비교집단(<i>n</i> =45)		
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Adj. M</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Adj. M</i>
창의적 사고활동 전체	3.64	0.68	3.56	2.89	0.90	2.96
유창적 사고활동	3.85	0.86	3.65	2.81	1.07	2.99
독창적 사고활동	3.39	0.79	3.43	2.80	1.05	2.76
정교적 사고활동	3.58	0.86	3.53	2.79	0.96	2.82
융통적 사고활동	3.73	0.76	3.65	3.17	0.85	3.24

Table 6. The result of ANCOVA about creative thinking activity

	Source	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
창의적 사고활동 전체	대비	7.424	1	7.424	33.911	.000***
	오차	17.951	82	.219		
유창적 사고활동	대비	8.720	1	8.72	24.328	.000***
	오차	29.392	82	.358		
독창적 사고활동	대비	4.294	1	9.294	17.811	.000***
	오차	42.787	82	.522		
정교적 사고활동	대비	10.673	1	10.673	24.860	.000***
	오차	35.204	82	.429		
융통적 사고활동	대비	3.533	1	3.533	8.914	.004**
	오차	31.501	82	.396		

p*<0.01 *p*<0.001

Ⅲ. 연구결과 및 논의

1. 적정기술 주제의 STEAM 프로그램이 초등학생의 창의적 사고활동에 미치는 영향

적정기술 주제의 STEAM 프로그램이 초등학생의 창의적 사고활동에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위해 프로그램 실시 전과 후에 창의적 사고활동 검사를 실시하였다.

실험집단과 비교집단의 창의적 사고활동 전체 및 하위영역 사전검사 점수를 공변인으로 하는 공변량 분석(ANCOVA)을 실시하였고, 사후검사 점수의 평균 및 표준편차, 교정평균을 Table 5와 같이 제시하였다.

분석 결과 실험집단의 창의적 사고활동 전체 및 4개 하위영역 교정평균이 비교집단에 비해 모두 높게 나타났다. 이러한 차이가 통계적으로 유의미한 지 확인하기 위하여 창의적 사고활동 전체 점수 및 하위영역별 공변량 분석을 실시하였고 그 결과는 다음 Table 6에 나타내었다.

분석 결과 본 연구에서 개발한 적정기술 주제 STEAM 프로그램을 적용한 후 비교집단과 실험집단에서는 창의적 사고활동 전체 점수에 유의미한 차이가 나타났다(*p*<.05). 또한 창의적 사고활동의 4개 하위영역 점수 모두에서 실험집단이 비교집단에 비해 통계적으로 유의미한 향상이 나타났다.

융합인재교육(STEAM) 연구 동향을 분석한 An & Yoo(2015)의 연구에 의하면 융합인재교육(STEAM) 프로그램 적용 효과를 알아본 연구의

39%가 창의성과 관련하여 이루어졌다고 보고하고 있다. 이는 융합인재교육 프로그램의 본래의 목적이 학생들의 창의성 계발과 밀접하게 관련이 있다는 사실로부터 추론 가능하다. 여러 선행연구들에서 조사한 창의성 관련 변인으로는 창의성, 창의적 문제해결력, 창의적 문제발견력, 창의적 성격, 창의적 사고활동 등이 있는데 거의 모든 연구에서 창의성이 향상되었다고 보고하고 있다(Cho & Lee, 2014; Kim *et al.*, 2014; Kim, 2012; Kim *et al.*, 2011). 이러한 결과가 나타난 이유는 융합인재교육(STEAM) 프로그램 개발 학습준거틀에 필수적으로 포함되어 있는 창의적 설계 과정과 밀접한 관련이 있을 것으로 생각된다. STEAM 프로그램은 학생 중심의 비구조화된 활동으로 정답이 정해져있지 않은 창의적인 활동을 반드시 포함하게 되는데, 이러한 과정에서 창의성이 향상된 것으로 볼 수 있다. 본 프로그램의 경우 전체 240분 중에서 150분을 창의적 설계에 할애하고 있다. 적정기술 주제의 STEAM 프로그램 적용 과정을 구체적으로 살펴보면 실험집단 학생의 창의적 사고활동의 향상의 이유를 추론할 수 있다.

첫 번째 주제인 ‘연필 없이 공부하기’에서 연필을 사용하지 못하게 된 상황에서 3학년 과학과 교육과정인 물체와 물질에 대한 공부를 위해 배부한 활동지에 이름을 쓰라고 하자 학생들은 연필이 아닌 뾰족한 물체를 이용하여 눌러서 쓰는 방법을 고안하여 이름을 써보려는 모습을 보였다. 이러한 활동은 현재의 문제에 대한 대안을 찾는 융통적 사고활동과 관련 있다. 또한 수업 중 제시한 연필의 재료인 나무 조각과 연필심(흑연)을 보고 학생들이 연필심만으로 글씨를 쓰려고 하다가 불편함을 느끼자 연필심을 좀 더 편리하게 사용할 수 있도록 무언가 덧붙이는 등 다양한 창의적 아이디어를 생각해 보는 모습을 보였는데 이는 유창적, 독창적 사고활동과 관련이 있다. 학생들은 1차시 수업이 종료 후에도 여러 가지 방안을 고심하여 연필심이 부러지지 않도록 하기 위해 테이프를 두껍게 감거나 자와 같은 학용품에 연필심을 붙여서 쓰는 등의 행동을 보였는데 이는 정교적 사고활동과 관련이 있다. 두 번째 주제인 ‘공 없이 축구하기’에서도 과학과 교육과

정 ‘물체와 물질’ 단원 중 다양한 물질로 쓰임새가 같은 물체 만들기과 연계하여 다양한 재료를 이용하여 축구공을 대체할 수 있는 구형 물체를 만들어 보는 활동을 경험하였다. 이와 같이 프로그램을 수행하는 과정에서 학생들의 융합적 사고가 촉진되었고, 창의적 문제해결 방법을 경험하고, 실생활과 관련된 기술, 아이디어 생성 활동을 경험하게 되었다. 이와 같이 적정기술 주제의 STEAM 프로그램을 통해 학생들은 자연스럽게 창의적 사고활동을 하게 되어 창의적 사고활동의 향상이 이루어졌다고 볼 수 있다.

STEAM 프로그램이 초등학생 고학년의 창의적 문제해결력에 미치는 영향을 조사한 Hong & Jo(2015)의 연구 결과와 초등학교 4학년을 대상으로 ‘모습을 바꾸는 물’ 단원에서 STEAM 프로그램을 적용하여 창의성에 미치는 영향을 조사한 Lee & Lee(2013)의 연구에서도 STEAM 프로그램이 창의성과 관련된 변인에 긍정적인 영향을 준다고 하였다. 초등영재를 대상으로 연구한 Kim & Choi(2012)의 연구에서도 창의적 문제해결력의 향상을 보고하고 있다.

초등학교 STEAM 교육의 창의성 효과관련 연구를 종합하여 메타 분석을 실시한 Kim & Won(2014)에 의하면 STEAM 교육은 창의성에 대해 유의미한 효과 크기를 갖는 것으로 나타나 STEAM 프로그램이 STEAM 교육의 중요한 목표인 창의성을 향상시키는 것으로 볼 수 있다. 특히 창의성 관련 변인 중 창의적 사고성향은 그 효과성이 더욱 큰 것으로 나타났으며 연령이 어릴수록 더욱 효과적이라고 한 것과 어느 정도 일치되는 결과이다.

지도교사가 프로그램을 실시한 후 작성한 일지 내용을 통해 실험집단 학생들의 창의적 사고활동 향상을 추론할 수 있다.

연필을 사용하지 못하게 된 상황에서 3학년 과학과 교육과정인 물체와 물질에 대한 공부를 위해 배부한 활동지에 이름을 쓰라고 하자 손톱이나 가위와 같이 뾰족한 물체로 눌러 쓰는 등의 방

Table 7. The result of a post-test comparison about scientific attitude

	실험집단(n=40)			비교집단(n=45)		
	M	SD	Adj. M	M	SD	Adj. M
과학적 태도 전체	3.57	0.63	3.49	3.13	0.77	3.21
호기심	3.75	0.78	3.67	3.20	1.12	3.25
개방성	3.53	0.79	3.51	3.19	0.87	3.21
비판성	3.39	0.83	3.37	3.16	0.82	3.19
협동성	3.88	0.92	3.64	3.14	1.22	3.56
자진성	3.68	0.87	3.66	3.28	0.82	3.29
끈기성	3.36	0.51	3.35	2.98	0.95	2.99
창의성	3.46	0.95	3.34	2.96	1.31	3.07

법으로라도 이름을 써보려는 모습을 보였다(유창성, 독창성).

<중략>

연필심만으로 사용하는 것에 불편함을 느끼자 1차시 수업을 다 마치기도 전에 연필심을 좀 더 편리하게 사용할 수 있도록 무언가 덧붙이는 것이 가능한 지 여부를 물어 보안을 하고자 하는

의지를 보였다(정교성). 1차시 수업 종료 후에도 여러 가지 방안을 고심하여 연필심이 부러지지 않도록 하기 위해 테이프를 두겹게 감거나 자와 같은 학용품에 연필심을 붙여서 쓰는 등의 행동을 보였다(융통성).

- 지도교사의 수업 일지 중에서

Table 8. The result of ANCOVA about scientific attitude

	Source	SS	df	MS	F	p
과학적 태도 전체	대비	1.694	1	1.694	9.328	.003**
	오차	14.891	82	14.891		
호기심	대비	3.784	1	3.784	7.029	.010*
	오차	44.148	82	44.148		
개방성	대비	1.954	1	1.954	3.825	.054
	오차	41.876	82	41.876		
비판성	대비	.666	1	.666	1.415	.238
	오차	38.589	82	38.589		
협동성	대비	1.588	1	1.588	2.858	.095
	오차	45.578	82	45.578		
자진성	대비	2.854	1	2.854	5.602	.020*
	오차	41.772	82	41.772		
끈기성	대비	2.797	1	2.797	6.016	.016*
	오차	38.129	82	38.129		
창의성	대비	1.472	1	1.472	2.313	.132
	오차	52.185	82	52.185		

*p<0.05 **p<0.01

2. 적정기술 주제의 STEAM 프로그램이 초등학생의 과학적 태도에 미치는 영향

적정기술 주제의 STEAM 프로그램이 초등학생의 과학적 태도에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위해 프로그램 실시 전과 후에 과학적 태도 검사를 실시하였다.

실험집단과 비교집단의 과학적 태도 전체 및 하위영역 사전검사 점수를 공변인으로 하는 공변량 분석(ANCOVA)을 실시하였고, 사후검사 점수의 평균 및 표준편차, 교정평균을 Table 7과 같이 제시하였다.

분석 결과 실험집단의 과학적 태도 교정평균이 비교집단에 비해 모두 높게 나타났다. 이러한 차이가 통계적으로 유의미한지 확인하기 위하여 과학적 태도 전체 점수 및 하위영역별 공변량 분석을 실시하였고 그 결과는 다음 Table 8에 나타내었다.

공변량 분석 결과 본 연구에서 개발한 적정기술 주제의 STEAM 프로그램을 적용한 후 비교집단과 실험집단의 과학적 태도 전체 점수에 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다($p < .05$). 또한 과학적 태도의 7개 하위영역 중 ‘호기심’, ‘자진성’, ‘끈기성’에서 실험집단이 비교집단에 비해 유의미하게 높은 것으로 나타났다($p < .05$).

Kim, Chung & Jeong(1998)에 의하면 호기심은 신기한 것, 새로운 것 등을 생각하고 탐구하려는 열망, 그리고 이를 알아내려고 노력하는 특성을 뜻한다. 또한 자진성은 탐구나 학습에 자발적으로 참여하려는 태도이며, 끈기성은 해결되지 않은 문제를 포기하지 않고 해결하려는 노력을 의미한다. 평소에 익숙하게 사용하던 연필이나 축구공 등을 대체할 물체에 대한 탐구에 자발적으로 임하면서 학생들의 호기심과 자진성이 향상되었고, 여러 번의 실패에도 불구하고 최종적인 산출물을 위해 포기하지 않고 도전하는 과정에서 끈기성이 향상되었다고 볼 수 있다. 본 연구에서 개발하고 적용한 STEAM 프로그램이 초등학생의 과학적 태도, 즉 호기심, 자진성, 끈기성을 향상시키는 데 긍정적인 효과를 미칠 수 있음을 의미한다.

초등학생을 대상으로 STEAM 프로그램을 적용한 여러 선행연구들(Chae, 2013; Hong & Jo, 2015; Park & Shin, 2012)에서 과학적 태도 전체 점수의 향상을 보고하고 있다. 그러나 과학적 태도 하위영역의 향상 결과는 연구에 따라 약간씩 다르다. 초등학교 5, 6학년 학생을 대상으로 STEAM 프로그램을 적용한 Hong & Jo(2015)의 연구와 5학년을 대상으로 과학기반 STEAM 프로그램을 적용한 Lee(2013)의 연구에서는 과학적 태도 전체 점수 및 모든 하위영역에서 효과적이었다고 하였다. Chae(2013)의 연구에서는 개방성, 협동성, 자진성, 창의성에서 유의미한 향상이 나타났다. Park & Shin(2012)의 연구에서는 비판성, 자진성, 창의성에서 유의미한 향상이 나타났다. 반면 과학기반 STEAM 프로그램을 초등 과학영재들에게 적용한 Kim & Choi(2012)의 연구에서는 과학적 태도에 통계적으로 유의미한 향상이 나타나지 않았다고 하였다. 이미 과학적 태도가 높은 과학영재들이고, 단기간의 처치에 의해서는 과학적 태도 향상이 이루어지기 어려운 것으로 설명하고 있다. 선행연구들과는 달리 본 연구의 대상은 초등학교 3학년 일반학생이었으며, 프로그램의 주제에 따라서, 프로그램 적용 기간에 따라서 학생들의 과학적 태도 하위영역에 미치는 영향이 다르게 나타났을 가능성이 있다. 그러나 일반학생에게 STEAM 프로그램을 적용하였을 때 과학적 태도 하위영역 중 자진성에서 공통적으로 유의미한 향상이 나타났다는 결과는 주목할 만하다.

STEAM 프로그램 적용 후 창의적 사고활동에 유의미한 차이가 나타난 것과는 달리 과학적 태도 하위영역 중 창의성에서 유의미한 효과가 나타나지 않은 이유는 의문점을 갖게 한다. 그러한 이유는 검사도구의 차이에 기인한 것으로 생각된다. 본 연구에서 사용한 창의적 사고활동 검사도구는 창의적 사고기법에 의한 학생들의 유창성, 독창성, 정교성, 개방성 등의 일반 창의성과 관련된 사고활동의 변화를 측정하는 것이다. 반면 과학적 태도 검사도구에서의 창의성 문항 중에는 ‘나는 실험기구를 사용할 때 불편한 점을 고치려 한다’와 같은 문항이 있다. 이는 구체적인 과학실험과 관련된 상황에서의

창의성을 묻는 문항이라고 할 수 있다. 본 프로그램은 적정기술을 주제로 하여 개발된 융합인재교육 프로그램으로 과학교과에만 한정하여 제공된 프로그램이 아니므로 일반 창의성과 관련된 사고활동에 긍정적인 영향을 미친 것과는 달리 과학적 태도에서의 창의성에서는 유의미한 영향을 미치지 않은 것으로 해석할 수 있다.

지도교사가 프로그램을 실시한 후 작성한 일지 내용을 통해 실험집단 학생들의 과학적 태도의 향상 이유를 추론할 수 있다.

적정기술에 대한 의미를 알아보고, 학생들이 한 활동과의 공통점을 찾아보는 단계에서는 ‘적정기술’이라는 새로운 개념에 대해 큰 관심을 가졌으며, 특히 페트병 전등에 대한 동영상과 다양한 제품의 실물을 제시하여 비교 설명 시 큰 호기심을 보였다(호기심). 또한 수업 종료 후 누가 개발한 것인지(태양광전 등), 실제 횡단물을 먹어도 정말 괜찮은 것인지(라이프 스트로우), 자신이 직접 사서 사용해볼 수 있는 방법이 있는지 등 많은 질문을 하였다.

<종락>

학교 후 문자로 개별적으로 문의를

하는 등 문제해결을 위해 활발하게 다양한 시도를 하는 모습이 나타났다(자진성, 끈기성).

- 지도교사의 수업 일지 중에서

이와 같이 학생들은 ‘연필 없이 공부하기’, ‘공 없이 축구하기’ 프로그램에서 문제를 해결하는 과정에서 호기심, 자진성, 끈기성과 같은 과학적 태도의 향상이 이루어진 것으로 볼 수 있다.

3. 적정기술 주제의 STEAM 프로그램이 초등학생의 리더십에 미치는 영향

적정기술 주제의 STEAM 프로그램이 초등학생의 리더십에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위해 프로그램 실시 전과 후에 리더십 검사를 실시하였다.

실험집단과 비교집단의 리더십 전체 및 하위영역 사전검사 점수를 공변인수로 하는 공변량 분석(ANCOVA)을 실시하였고, 사후검사 점수의 평균 및 표준편차, 교정평균을 Table 9와 같이 제시하였다.

분석 결과 실험집단의 리더십 교정평균이 비교집단에 비해 모두 높게 나타났다. 이러한 차이가 통계적으로 유의미한지 확인하기 위하여 과학적 태도

Table 9. The result of a post-test comparison about leadership

	실험집단(n=40)			비교집단(n=45)		
	M	SD	Adj. M	M	SD	Adj. M
리더십 전체	3.75	.80	3.70	3.34	.93	3.37
개인 내 특성	3.81	.77	3.78	3.44	.90	3.45
비전과 자신감	3.94	.92	3.93	3.72	1.23	3.73
자기관리능력	3.75	.85	3.72	3.26	.98	3.28
도전정신	3.67	.88	3.62	3.30	1.01	3.35
의사결정력	3.64	.86	3.57	3.05	1.12	3.12
의로움	3.95	.80	3.97	3.65	1.02	3.64
과제 책임감	3.93	.86	3.91	3.67	.98	3.69
개인 간 특성	3.64	.89	3.54	3.14	1.07	3.23
대인관계능력	3.52	.97	3.52	3.09	1.10	3.09
조직관리능력	3.50	.98	3.44	2.95	1.17	3.01
타인과 공동체 배려	3.90	.87	3.69	3.37	1.10	3.56

Table 10. The result of ANCOVA about leadership

	Source	SS	df	MS	F	p
리더십 전체	대비	2.139	1	2.139	10.925	.001**
	오차	15.666	82	15.666		
개인 내 특성	대비	2.202	1	2.202	10.359	.001**
	오차	17.007	82	17.007		
비전과 자신감	대비	.847	1	.847	1.855	.177
	오차	37.447	82	37.447		
자기관리능력	대비	3.946	1	3.946	11.622	.001**
	오차	27.502	82	27.502		
도전정신	대비	1.549	1	1.549	4.833	.031*
	오차	26.289	82	26.289		
의사결정력	대비	4.189	1	4.189	10.731	.002**
	오차	31.619	82	31.619		
의로움	대비	2.355	1	2.355	5.019	.028
	오차	38.480	82	38.480		
과제 책임감	대비	1.083	1	1.083	2.473	.120
	오차	35.918	82	35.918		
개인 간 특성	대비	2.079	1	2.079	8.681	.004**
	오차	19.637	82	19.637		
대인관계능력	대비	4.003	1	4.003	11.132	.001**
	오차	29.484	82	29.484		
조직관리능력	대비	3.922	1	3.922	9.711	.003**
	오차	33.120	82	33.120		
타인과 공동체 배려	대비	.349	1	.349	1.187	.279
	오차	24.131	82	24.131		

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

전체 점수 및 하위영역별 공변량 분석을 실시하였고 결과를 다음 Table 10에 나타내었다.

공변량 분석 결과 본 연구에서 개발한 적정기술 주제의 STEAM 프로그램을 적용한 후 비교집단과 실험집단의 리더십 전체, 1차 요인인 개인 내 특성, 개인 간 특성 점수에 유의미한 차이가 나타났다($p < .05$). 개인 내 특성의 6개 하위영역 중 ‘자기 관리능력’, ‘도전정신’, ‘의사결정력’에서 실험집단이 비교집단에 비해 유의미하게 높은 것으로 나타났다. 개인 간 특성에서는 ‘대인관계능력’과 ‘조직 관리능력’에서 실험집단이 비교집단에 비해 유의미하게 높은 것으로 나타났다. STEAM 프로그램이 학생들의 리더십에 미치는 영향을 조사한 연구는

Park(2014)과 Hong & Yoo(2016)의 연구가 보고되고 있다. Park(2014)의 연구에서는 STEAM 프로그램이 영재학생의 리더십을 향상시키는 데 효과적인 것으로 나타났으며, Hong & Yoo(2016)의 연구에서 초등 영재학생에게 적용한 GI-STEAM 프로그램이 리더십의 개인 간 영역을 유의미하게 높여주는 것으로 나타났다.

본 연구와 유사한 적정기술 프로그램을 영재에게 적용하여 효과를 조사한 Park(2014)의 연구 결과를 통해 리더십 향상의 이유를 추론할 수 있다. ‘연필 없이 글씨 쓰기’, ‘공 없이 축구하기’ 프로그램의 창의적 설계 과정에서 창의적으로 문제를 해결하고 모둠 내에서 활발하게 서로의 의견을 교환

하면서 배려와 소통능력이 향상되었으며, 감성적 체험 과정에서 각 모듈의 결과를 발표, 토론하고 동료평가를 하는 과정에서 리더십의 전반적인 향상이 이루어졌다고 볼 수 있다. 그러나 영재가 아닌 일반 초등학생을 대상으로 STEAM 프로그램을 적용하여 리더십의 효과를 알아본 선행연구는 없어서 결과를 비교하는 데 어려움이 따른다.

실험집단에서 비교집단에 비해 리더십의 향상이 이루어진 이유를 찾아보면 다음과 같다. 비교집단의 경우 기존의 교과 수업이 융합되지 않고 본래 교과와 차시 수업이 교육과정 운영 계획에 따라 분절적으로 이루어졌다. 따라서 비교집단에서 초등학교 일반 수업에서 볼 수 있는 모듈활동시 학생들 간의 의사소통이 이루어졌다 하더라도 실험집단에서 STEAM 프로그램의 학습준거틀인 창의적 설계, 감성적 체험에서 경험하게 되는 모듈 내의 의사소통이 보다 다양하고 활발하게 이루어졌기 때문일 것으로 생각된다. 지도교사의 면담을 통해 실험집단과 비교집단에서 이루어진 의사소통의 양상을 비교할 수 있다.

적정기술 STEAM 수업(실험집단)은 수업의 큰 틀이 프로젝트 형태로 이루어져 수업 외적으로도 모듈을 구성한 학생들 간에 지속적인 의사소통과 계획과 실행이 이루어졌다면 일반 학급수업(비교집단)의 경우는 주로 해당 수업 안에서 흔히 가볍게 이루어지는 간단한 의사소통 수준이라고 볼 수 있을 것 같습니다.

- 지도교사 면담 자료 중에서

수업 이후에도 학생들은 교사에게 개별적으로 문의를 하는 등 문제해결을 위해 활발하게 다양한 시도를 하는 모습이 나타났다. ‘연필 없이 공부하기’ 2차시에서는 본격적으로 대체 연필을 개발해 볼 수 있도록 하였는데 실험집단 학생들은 모듈토의 활동을 통해 좀 더 다양한 재료와 형태의 연필을 만들어내기 시작했다. 또한 완성품에 대한 모듈별 발표와 질의응답 과정에서 학생들의 의견이 자유롭게 교환되었다. 두 번째 주제인 ‘공 없이 축구하기’에

서 학생들은 가난한 나라의 또래 친구들의 또 다른 상황을 다룬 동영상 시청 후 ‘못 쓰는 낡은 축구공이라도 보내주고 싶다’거나 ‘불쌍하다’는 등의 반응과 더불어 연필 만들기처럼 축구공을 만들어서 보내주자는 등의 다양한 의견을 말하였다. 이후 다양한 물질을 이용하여 축구공을 만들어보는 모듈활동 등을 통해 창의적 산출물을 수행하는 과정에서 학생들은 과제에 대한 도전정신을 가지고 때로는 중요한 사항에 대해 의사결정을 하면서 모듈원간의 갈등을 해결해나가는 경험을 하게 되었고 이것이 리더십 개인 내, 개인 간 특성의 향상으로 이어졌다고 해석할 수 있다.

또한 지도교사가 프로그램을 실시한 후 작성한 일지 내용을 통해 실험집단 학생들의 리더십 향상을 추론할 수 있다.

<인간의 조건> 대신 연필을 사용하지 않고 지내보는 <학생의 조건>을 체험해보자고 했을 때 당혹감과 더불어 기준에 해보지 못한 전혀 다른 도전을 해본다는 기대감을 갖게 되었다.

<중략>

2차시에서는 본격적으로 대체 연필을 개발해 볼 수 있도록 하였으며, 모듈토의 활동을 통해 좀 더 다양한 재료와 형태의 연필을 만들어내기 시작했다. 완성품에 대한 모듈별 발표와 질의응답에서 간혹 중심에서 벗어난 질문이나 의견도 있었지만 학생들의 의견이 자유롭게 교환되었으며 상대방의 제품에 대한 문제점을 정확하게 지적하는 학생들도 있었다.

<중략>

과학과 교육과정 ‘물체와 물질’ 단원 중 다양한 물질로 쓰임새가 같은 물체 만들기 와 연계하여 축구공을 다양한 재료로 만들어보기 활동을 통해 가난한 나라의 또래 친구 아이들의 입장이 되어 볼 수 있도록 하였다.

- 지도교사의 수업 일지 중에서

IV. 결론 및 제언

본 연구는 적정기술 STEAM 프로그램을 개발하고 이를 초등학생에게 적용하여 그 효과를 알아보려 하였다. 본 연구 결과 얻어진 결론은 다음과 같다.

첫째, 적정기술 STEAM 프로그램을 적용한 결과 창의적 사고활동 전체 점수 및 4개 하위영역에서 실험집단이 비교집단에 비해 유의미하게 높게 나타났다($p < .05$). STEAM 프로그램 적용 효과를 알아본 연구의 39%가 창의성과 관련하여 이루어졌다는 An & Yoo(2015)의 연구를 볼 때 STEAM 교육의 본래의 목적이 학생들의 창의성 개발과 밀접하게 관련이 있다는 사실로부터 추론 가능하다. STEAM 프로그램을 개발하여 적용한 여러 선행연구에서 창의성의 향상을 보고하고 있는데 이는 융합인재교육(STEAM) 프로그램 개발 학습준거틀 중 하나인 창의적 설계 과정과 밀접한 관련이 있을 것으로 생각된다. 초등학교 STEAM 교육의 창의성 효과에 대한 메타 분석(Kim & Won, 2014)에서도 STEAM 교육은 창의성에 대해 유의미한 효과 크기를 가지며 창의성 관련변인 중 창의적 사고성향은 그 효과가 더욱 크며, 연령이 어릴수록 더욱 효과적이라 언급하는데 본 연구를 통해서도 이를 확인할 수 있다. 결과적으로 본 프로그램은 초등학생의 창의적 사고활동의 향상에 효과적이며, 융합인재교육의 중요한 목표 중 하나인 창의성 있는 융합인재 양성에 기여할 수 있음을 의미한다.

둘째, 적정기술 STEAM 프로그램을 적용한 결과 과학적 태도 전체 점수 및 호기심, 자진성, 끈기성의 3개 하위영역에서 실험집단이 비교집단에 비해 유의미하게 높게 나타났다($p < .05$). 초등학교 고학년을 대상으로 STEAM 프로그램을 적용한 Hong & Jo(2015)의 연구와 Lee(2013)의 연구에서는 과학적 태도 전체 점수 및 모든 하위영역에서 효과적이었다고 하여 일부 하위영역에서 효과적으로 나타난 본 연구의 결과와는 약간 차이가 있다. 선행연구들과는 달리 본 연구의 대상은 초등학교 3학년 일반학생이었으며, 개발하여 적용한 STEAM 프로그램의

주제, 내용, 난이도에 따라서 학생들의 과학적 태도 하위영역에 미치는 영향이 다르게 나타났을 가능성이 있으므로 추후 이를 심층적으로 분석하는 연구가 이루어져야 할 것이다. 이로써 본 연구에서 적용한 STEAM 프로그램이 초등학생의 과학적 태도를 향상시키는 데 효과적임을 알 수 있다.

셋째, 적정기술 STEAM 프로그램을 적용한 결과 리더십 전체 점수 및 개인 내 특성, 개인 간 특성의 리더십 1차 요인에서 실험집단이 비교집단에 비해 유의미하게 높게 나타났다($p < .05$). 개인 내 특성의 6개 하위영역 중에서는 '자기관리능력', '도전정신', '의사결정력'에서, 개인 간 특성에서는 '대인관계능력'과 '조직관리능력'에서 실험집단이 비교집단에 비해 유의미하게 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 본 연구에서 개발 적용한 STEAM 프로그램이 초등학생의 리더십을 향상시키는 데 긍정적인 효과를 미치고 있음을 의미한다.

본 연구의 결론을 통해 다음과 같은 제언을 하고자 한다.

첫째, 초등학생을 대상으로 한 STEAM 프로그램의 적용 효과를 알아본 선행연구들에서 공통적으로 창의성 관련 변인을 조사하였고, 거의 대부분의 연구에서 창의성 향상을 보고하고 있다. 이러한 창의성의 향상이 나타난 이유에 대해 보다 면밀한 심층적 분석이 필요할 것이다.

둘째, 본 프로그램을 적용한 결과 선행연구들과는 달리 과학적 태도의 일부 하위영역에서 효과적인 것으로 나타났는데 그 이유가 STEAM 프로그램의 주제, 내용, 난이도, 적용 학년 등과 관련이 있는지 밝히는 추가적인 연구가 필요하다. 본 연구를 통해 얻은 결과를 과학적 태도의 모든 하위영역을 고르게 향상시키기 위해 추후 프로그램 개발 또는 수정·보완하는 데 반영하여야 할 것이다.

셋째, STEAM 프로그램의 효과를 알아본 연구 중 리더십에 미치는 효과를 알아본 연구는 매우 부족한 실정이다. STEAM 프로그램은 대부분 소그룹으로 이루어지는 활동이므로 소그룹 내에서 활발한 의사소통과 과제의 분담 등을 통해 리더십이 향상될 수 있을 것이다. 추후 STEAM 프로그램 적용 연구에서 리더십에 미치는 영향에 대한 연구도 활

발히 이루어져야 할 것이다.

넷째, 본 연구에서 개발하여 적용한 적정기술 STEAM 프로그램이 초등 교사를 대상으로 한 워크숍이나 연수 등을 통해서 널리 보급되어야 하며, 학교 현장에서 학생들의 창의적 사고활동, 과학적 태도 및 리더십 향상을 위한 프로그램으로 널리 활용되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- An, H. R., & Yoo, M. H. (2015). Analysis of research trends in STEAM education for the gifted. *Journal of Gifted/Talented Education, 25*(3), 401-420.
- Baek, Y. S. (2009). *Development of scientific technician training program by TRIZ*. (Report No. 2009-15). Seoul, Korea: Ministry of Education.
- Baek, Y. S., Park, H. J., Kim, Y. M., Noh, S. G., Lee, J. Y., Chung, J. S., Choi, Y. H., Han, H. S., & Choi, J. H. (2012). *Basic research to establish practical direction of STEAM education*. Seoul, Korea: Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity.
- Baek, Y., Kim, Y., Noh, S., Park, H., Jeong, J., You, E., Lee, E., & Lee, D. (2011). *Research of science education content standard development*. Seoul, Korea: Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity.
- Chae, H. I. (2013). *The effect of the STEAM activities on the elementary student's science process skills and science-related attitudes* (Master's thesis). Gyeongin National University of Education, Incheon, Korea.
- Cho, B., & Lee, J. (2014). Effects of STEAM education on elementary school student's creativity and learning flow. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction, 14*(9), 87-105.
- Choi, B., & Kang, B. (2010). Problem-based learning to enhance creativity. *Korean Society for Creativity Education, 10*(2), 27-44.
- Choi, J. Y. (2012a). Educational application of appropriate technology in the practical arts education at the elementary school. *Journal of the Elementary Education Society, 16*, 139-156.
- Choi, J. Y. (2012b). Development of green technology education program using appropriate technology. *Journal of Korean Practical Arts Education, 18*(4), 109-136.
- Choi, J. Y. (2013). Application and verification of green technology education program using appropriate technology at the elementary level. *Journal of Korean Practical Arts Education, 19*(4), 129-151.
- Chung, K. C. (2010). *A tendency and implication of appropriate technology*. Sejong, Korea: Science and Technology Policy Institute.
- Fertman, C. I., & Linden, J. A. (1999). *Youth leadership: A guide to understanding leadership development in adolescents*. San Francisco, CA: Jossey-Bass Publisher.
- Geum, Y. C., & Bae, S.-A. (2012). Effect of elementary technology-based STEAM education on attitude toward technology of elementary school students. *Journal of Korean practical arts education, 25*(3), 195-216.
- Han, H., & Lee, H. (2012). A study on the teachers' perceptions and needs of STEAM education. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction, 12*(3), 573-603.

- Hensel, N. H. (1991). Leadership giftedness: Social leadership skills in young children. *Roeper Review*, 14, 4-19.
- Hong, J. H., & Yoo, M.-H. (2016). The effect of program for the gifted based on GI-STEAM model on leadership, creative personality, and learning flow of elementary gifted students. *Journal of Gifted/Talented Education*, 16(1), 77-99.
- Hong, K., & Jo, J. (2015). A learning effect of the STEAM education in terms of an upper grade students of elementary school students scientific attitude and creative problem solving. *Korean Education Inquiry*, 33(7), 77-99.
- Hong, S. W. (2008). *Human face of science*. Seoul, Korea: Seoul University Press.
- Hyun, J. S., & Park, C. J. (2010). Effect on the problem solving ability for adolescents by educating conflict resolution and the butterfly model. *Journal of Science Education for the Gifted*, 2(3), 61-74.
- Kang, C., Kang, K., & Lee, S. (2013). The effects of activity-based STEAM education program on middle school students' interest in science learning. *Journal of Science Education*, 37(2), 338-347.
- Kim, D. H., Ko, D. G., Han, M. J., & Hong, S.-H. (2014). The effects of science lessons applying STEAM education program on the creativity and interest levels of elementary students. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34(1), 43-54.
- Kim, G.-S., & Choi, S. Y. (2012). The effects of the creative problem solving ability and scientific attitude through the science-based STEAM program in the elementary gifted students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 31(2), 216-226.
- Kim, H. N., Chung, W.-H., & Jeong, J.-W. (1998). National assessment system development of science-related affective domain. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 18(3), 357-369.
- Kim, J. A., Kim, B. S., Lee, J. H., & Kim, J. H. (2011). A study of teaching-learning methods for the IT-based STEAM education model with regards to developing people of interdisciplinary abilities. *Journal of Fisheries And Marine Sciences Education*, 23(3), 445-460.
- Kim, J. H. (2006). *Readership of children: Key of character education*. Gyeonggi, Korea: KYOYOOKBOOK.
- Kim, J. S. (2011). *STEAM education*. Gyeonggi, Korea: YSWPUB.
- Kim, J. T. (2011). The role of appropriate technology at crisis period. *Policy of Science & Technology*, 183, 58-64.
- Kim, J. W., & Won, H. H. (2014). The effect of creativity in STEAM education by meta-analysis in elementary school. *Journal of Educational Evaluation*, 27(4), 965-985.
- Kim, M. S., & Chun, M. R. (2005). *Basic research and program development to fostering gifted student's readership I: Analysis of social expectation of gifted's readership and constituting factors*. Seoul, Korea: Korean Educational Development Institute.
- Kim, M. S., Park, H. J., Yoo, H. H., Chun, M. R., & Park, C. S., (2006). *Basic research and program development to fostering gifted student's readership II: Validity and reliability analysis of readership test instrument*. Seoul, Korea: Korean Educational Development Institute.

- Kim, W. J. (2012). *STEAM program development and application for improving creativity of the gifted elementary student about math - Focused on 4D-Frame teaching aid activity* - (Master's thesis). Korea National University of Education, Chung-Buk, Korea.
- Kim, Y. S. (2007). *Science, humanities, and university: Story of scholarship encompass science and humanities..* Seoul, Korea: Tree of Thought.
- Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity [KOFAC]. (2011). *STEAM briefing sourcebook*. Seoul, Korea: Author.
- Lee, H. M. (2013). *The effect of using STEAM instruction on the creative thinking activities and scientific attitude : 'solar system and stars'* (Master's thesis). Busan National University of Education, Busan, Korea.
- Lee, H., Oh, Y.-J., Kwon, H., Park, K., Han, I., Jung, H., Lee, S., Oh, H.-J., Nam, J.-C., Son, D.-I., Seo, B.-H., & An, H.-R. (2011). Elementary school teachers' perceptions on integrated education and integrative STEM education. *Korean Journal of Teacher Education*, 27(4), 117-139.
- Lee, H., Son, D.-I., Kwon, H., Park, K., Han, I., Jung, H., Lee, S., Oh, H.-J., Nam, J.-C., Oh, Y.-J., Phang, S. H., & Seo, B.-H. (2012). Secondary teachers' perceptions and needs analysis on integrative STEM education. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 32(1), 30-45.
- Lee, J. M., & Shin, Y. J. (2014). An analysis of elementary school teachers' difficulties in the STEAM class. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 33(3), 588-596.
- Lee, S. Y., & Lee, H. C. (2013). The effects of science lesson applying STEAM education on the creativity and science related attitudes of elementary school students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 32(1), 60-70.
- Lee, W. S. (2007). *The effects of science classes by application of creative thought techniques on elementary school children's creativity* (Master's thesis). Daegu National University of Education, Daegu, Korea.
- Lee, Y. H., & Yoo, M. H. (2012). Comparative analysis of leadership characteristics and emotional intelligence between scientifically gifted students and general students in middle school age and emotional intelligence's effects on leadership characteristics. *Journal of Gifted/Talented Education*, 22(4), 943-966.
- MacGregor, M. G. (2001). *Designing student leadership programs: Transforming the leadership potential of youth* (2nd ed.). Denver, CO: Youthleadership.com.
- Ministry of Education [MOE]. (2013). *The 2nd national plan for fostering science-technology human resources to open the creative and the advanced science-technology future of Republic of Korea(11~15)*. 2013 action plan. Seoul, Korea: Author.
- Park, H. W., & Shin, Y. J. (2012). Effects of science lesson applying STEAM education on self-efficacy, interest, and attitude towards science. *Biology Education*, 40(1), 132-146.
- Park, J. E. (2014). *Effect of STEAM program development and application for gifted students* (Master's thesis). Incheon

- National University, Incheon, Korea.
- Parker, J. P. (1987). What conceptual model will you guide you? In L. Addison, A. Oliver, & C. Cooper, (Eds.) *Developing leadership potential in gifted children and youth* (ERIC Exceptional Child Education Report. ED 285 310, 61-73). Reston, VA: Council for Exceptional Children.
- Schweizer, T. P. (2002). *Integrating TRIZ into the curriculum: An educational imperative*. TRIZ Journal.
- Shim, K. C., So, K.-H., Lee, H.-U., & Chang, N.-K. (1999). Study on the attitude toward science of science gifted and talented and general middle school students. *Biology Education*, 27(4), 368-375.
- Shin, Y. J., & Han, S.-K. (2011). A study of the elementary school teachers' perception in STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) education. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 30(4), 514-523.
- Snow, C. P. (2012). *The two cultures*. Cambridge University Press.
- Son, H. C. (2009a). Appropriate technology. *Engineering education and technology transfer*, 17(4), 38-40.
- Son, H. C. (2009b). *Toffler & Ellul : The light and shadow of modern science and technology*. Gyeonggi, Korea: Gimm-Young Publishers.
- Son, Y., Jung, S., Kwon, S., Kim, H., & Kim, D. (2012). Analysis of prospective and in-service teachers' awareness of STEAM convergent education. *Institute for Humanities and Social Sciences*, 13(1), 255-284.
- Sung, N. H. (2011). Human technology, appropriate technology. *LG Business Insight*(2011.12.28.) 16-22.
- Torp, L., & Sage, S. (2002). *Possibilities: problem-based learning for K-16 education*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum.

국 문 요 약

이 연구의 목적은 적정기술 주제의 융합인재 교육(STEAM) 프로그램을 개발하고 초등학교에 적용하여 효과를 알아보는 것이다. 이 연구를 위해 경기도 소재 초등학교 3학년 85명이 참여하였다. 40명은 실험집단으로, 45명은 비교집단으로 배치하였으며 프로그램 적용 전후에 창의적 사고활동, 과학적 태도, 리더십 검사를 실시하였다. 본 연구에서 얻어진 결과는 다음과 같다. 첫째, 적정기술 주제의 STEAM 프로그램을 적용한 실험집단 학생의 창의적 사고활동 전체 점수와 4개 하위영역 모두에서 비교집단에 비해 유의미하게 향상되었다($p < .05$). 둘째, 적정기술 주제의 STEAM 프로그램을 적용한 실험집단 학생의 과학적 태도 전체 점수와 호기심, 자신성, 끈기성 3개 하위영역 점수가 비교집단에 비해 유의미하게 향상되었다($p < .05$). 셋째, 적정기술 주제의 STEAM 프로그램을 적용한 실험집단 학생의 리더십 전체 점수와 개인 내 특성, 개인 간 특성 점수가 비교집단에 비해 유의미하게 향상되었다($p < .05$). 결론적으로 본 연구에서 개발 적용한 STEAM 프로그램이 초등학생의 창의적 사고활동, 과학적 태도, 리더십을 향상시키는 데 효과적임을 시사한다.

주제어: STEAM 프로그램, 적정기술, 창의적 사고활동, 과학적 태도, 리더십