

유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램이 유아의 과학적 탐구능력, 수학적 문제해결력, 창의성에 미치는 효과*

Effects of an Engineering-Focused STEAM Program Based on the Project Approach for Young Children on Their Scientific Inquiry Ability, Mathematical Problem-Solving Ability, and Creativity

유광재¹ 김지현²

Kwangjae Yu¹ Jihyun Kim²

ABSTRACT

Objective: This research aims to examine the effect of a young children's engineering-focused STEAM program based on the project approach - a program that constructs components aligned with children's interests in their play through an engineering design process - on their scientific inquiry ability, mathematical problem-solving ability, and creativity.

Methods: In this research, 42 five-year-old children from a public kindergarten in S district, I city, were randomly divided into experimental and comparative groups, each with 21 children. The engineering-focused STEAM program was conducted from April 18 to June 10, 2022, with the experimental group exploring the 'car' theme and the comparison group focusing on a different theme. The study employed an independent sample t-test and analysis of covariance(ANCOVA), using the pretest as a covariate to control variables.

Results: The children-selected 'cars' themed engineering-focused STEAM program was effective in enhancing their scientific inquiry ability, mathematical problem-solving ability and creativity.

Conclusion/Implications: The engineering-focused STEAM program, which emerges from young children's interesting daily play, had positive effects on enhancing their scientific inquiry ability, mathematical problem-solving ability, and creativity. This research can serve as fundamental data for developing education programs focused on engineering within the STEAM framework, guided by children's emergent play.

* 본 논문은 제 1저자의 명지대학교 박사학위논문을 수정·보완한 것이며, 한국보육지원학회 2022년 추계학술대회 포스터 논문을 확장한 것입니다.

¹ 제1저자

명지대학교 대학원 아동학과 박사

² 교신저자

명지대학교 아동학과 교수
(e-mail : jihyunkim@mju.ac.kr)

key words engineering-focused STEAM program for young children, project approach, scientific inquiry abilities, mathematical problem-solving, creativity

I. 서론

4차 산업혁명의 시대에는 빠른 변화의 흐름을 예측하고 다양한 상황에서 일어나는 문제를 해결

할 수 있는 창의적이며 융합적인 사고를 필요로 한다. 유아들은 주도적인 놀이 과정에서 발생하는 문제 상황에 직면하며, 스스로 문제를 해결하기 위해 깊이 있게 탐색하고 조작하며 해결하는 직접적인 경험이 필요하다. 2019 개정 누리과정에서는 유아가 주도적으로 놀이하는 과정의 중요성을 강조하며, 교육현장에서 유아들의 발현적인 놀이에 흥미를 맞추어 유아들이 주도하는 놀이를 지원할 필요성을 강조하고 있다. 유아들은 자신이 흥미를 느끼는 놀이에 몰입하며 탐구해가는 과정에서 일어나는 문제를 주도적으로 해결하는 경험으로 지식을 구성하고, 흥미 있는 놀이를 통해 오랜 시간 호기심을 가지고 능동적으로 참여하며 깊이 있게 탐색한다. 이에 유아들이 흥미를 가지는 놀이를 통해 유아가 주도적으로 탐색하며 호기심을 가지고 문제를 스스로 해결하는 과학적 탐구능력(이경민, 2001)과 일상의 다양한 문제를 창의적이며 합리적으로 해결하기 위해 기초가 되는 수학적 문제해결력(NCTM, 2000), 새롭고 독창적인 방법으로 문제를 해결하는 창의성(Urban, 1991)을 발달시킬 수 있는 융합적인 유아 놀이 중심 프로그램이 요구된다.

유아들은 흥미와 호기심이 생기는 놀이에 집중하며 놀이에서 일어나는 문제를 해결하는 과정에 과학적이고 수학적인 능력들을 사용하여 새로운 방법으로 해결책을 적용한다. 과학적 탐구능력은 유아들의 구체적인 경험에서 과학과 관련된 현상을 탐색하여 발견하고 탐구하는 과정에서 사용되는 사고기술이다(Martin, 1999). 유아가 문제를 해결하기 위해 스스로 탐구하고 효과적인 기술을 활용하기 위해서는 과학적 탐구능력이 발달해야 한다(조홍자, 김영옥, 2015). 수학적 문제해결력은 유아가 일상의 문제를 해결하는 과정에서 사전의 경험으로 터득한 수학적 지식과 경험을 이용하여 해결방안을 찾는 능력이다(김은정, 이정옥, 2009). 유아들이 놀이에서 발생하는 직접적인 문제를 스스로 해결해보는 경험을 통해 수학적 문제해결력이 발달한다(Baroody & Coslick, 1998). 창의성은 유아들이 직면한 문제를 해결하기 위해 새로운 방법을 창안하거나, 새로운 관점으로 문제해결에 접근하고 시도하는 능력이다(Torrance, 1990). 유아들이 자신의 생각을 자유롭게 표현하고 통합적으로 시도해보는 과정을 통해 창의성이 발달한다(김태주, 신나리, 2013). 따라서 유아들이 과학적 탐구능력, 수학적 문제해결력 및 창의성을 발달시키기 위해서는 호기심과 흥미를 갖는 놀이에서 주도적으로 문제를 해결하는 과정에 수·과학적 지식을 활용하여 새로운 방법을 시도하는 기회들이 필요하다.

유아가 일상의 문제를 해결하기 위해 수·과학의 융합적인 사고와 창의적인 사고를 활용하는 교육으로 STEAM 교육을 강조하고 있다. STEAM 교육은 단순히 교과 간의 연결을 의미하는 것이 아니라 과학(Science), 기술(Technology), 공학(Engineering), 예술(Arts), 수학(Mathematics)을 융합하는 하나의 교육과정을 의미한다(Yakman, 2008). STEAM 교육은 미래사회에 필요한 융합적인 소양을 기르고, 유아의 놀이상황에서 발생하는 문제를 주도적으로 해결하는 과정을 통해 유아의 유능성을 발견하고 흥미를 확장시키는 교육방안이다(교육과학기술부, 2010. 12). 유아들이 문제해결을 위해 과학 교과만으로 접근하는 것보다 융합적인 접근을 통해 능동적으로 참여하는 STEAM 교육이 유아의 과학적 탐구능력 발달에 효과적이었다(이수기, 윤은경, 2016). 융합적인 접근으로 수학적 개념을 이해하고 활용하는 STEAM 프로그램은 유아의 수학적 문제해결력을 증진시켰다(김민정 등, 2014). 그리고 유아가 STEAM 교육을 통해 문제를 인식하고 새로운 사고를 적용하여 해결하는 경험이 유아의 창의성을 향상시켰다(주현정, 조형숙, 2020). 따라서 유아들이 STEAM 교육을 통

해 놀이상황에서 발생하는 문제를 융합적이고 창의적인 사고를 적용하며 해결하는 과정에서 과학적 탐구능력, 수학적 문제해결력 및 창의성의 향상을 기대할 수 있다.

유아들은 놀이에서 자신들의 흥미에 따라 원하는 형태를 구성하기 위해 여러 가지 방법을 시도하고 시행착오를 경험하며 문제해결과정에 공학적 사고를 적용하는 모습을 관찰할 수 있다. 미국 K-12 공학교육위원회(Katehi et al., 2009)는 공학이 STEAM 교육의 요소를 융합시켜주는 촉매제의 역할을 하며, 유아기는 공학적 사고가 출현하므로 공학을 중심으로 하는 교육의 필요성을 강조하였다. 공학 중심의 공학적 STEAM 교육은 유아들이 문제를 해결하기 위해 공학적 기술과 사고를 활용하여 창의적인 설계를 적용하고, 구성된 구성물을 반복하여 수정·보완하는 과정을 통해 문제해결력을 키운다는 점(홍혜경, 2017)에서 STEAM 프로그램과 차이점이 있다. 유아에게 공학적 STEAM 과정의 경험은 수·과학, 기술과의 연관성을 만들고, 사전 지식을 활용하여 직접 적용해보는 기회를 통해 유아의 창의성과 문제해결력을 향상시킬 수 있게 한다(이수기, 2019). 유아들이 구성하며 배우는 메이커 교육에 기반한 유아 과학교육 프로그램이 유아의 과학적 문제해결력과 과학적 탐구 태도를 증진시켰다(조경미, 이연승, 2018). 유아들의 구성놀이에 공학적 사전설계를 적용한 블록 놀이가 유아의 수학적 능력과 창의성을 향상시키는데 효과가 있었다(김소향, 2011). 이는 공학적 STEAM 교육이 유아가 주도하는 놀이 과정에서 구체물을 표상하여 구성하며 발생하는 문제를 해결하는 경험을 통해 과학적 탐구능력, 수학적 문제해결력, 창의성을 향상시키는데 적합하다는 것을 의미한다.

공학적 STEAM 프로그램을 활용한 선행연구를 살펴보면 유아들에게 공학설계 과정 모형을 적용한 공학적 STEAM 프로그램이 유아들의 과학적 문제해결력, 의사소통능력을 향상시켰다(이수기, 2019). 그리고 김성현(2020)의 연구에서는 유아의 창의성, 과학유능감, 인지능력, 그리기표상능력을 증진시켰고, 김희경(2022)의 연구에서는 과학적 탐구능력, 창의적 인성의 향상에 긍정적인 영향을 주었다. 유아를 위한 공학적 STEAM 교육은 유아들의 일상에서 일어나는 문제를 해결하는 과정의 경험이 중요하고, 유아에게 지속적으로 심도 있는 탐구가 이루어질 수 있는 시간 제공을 통해 스스로 문제를 인식하고 해결방안을 반복적으로 시도해보는 기회를 제공해야 한다(홍혜경, 2017). 이는 공학적 STEAM 프로그램이 유아들의 일상에서의 흥미를 통해 지속적으로 탐구하고 시도하도록 해야 한다는 것을 시사한다.

그러나 공학적 STEAM 프로그램의 선행연구들에서는 유아들의 발달에 긍정적인 측면이 많음을 확인할 수 있었으나 개별 활동으로 구성되어 각 차시별 연계성이 떨어져 놀이경험의 통합성과 연속성을 추구하는 데는 어려움이 있었다. 프로그램의 전체 과정에서도 유아들이 놀이를 통해 주도적으로 탐색하며 스스로 문제를 해결하기에는 시간과 횟수가 제한적이었다. 유아들은 흥미를 지속하며 연속적인 놀이 과정에서 자발적이고 주도적인 놀이 참여가 이루어졌을 때 놀이가 배움으로 연결이 된다(이경화, 2019). 유아들에게 제시된 자료 또한 유아들이 자유롭게 생각하며 다양한 자료들을 사용하여 문제를 해결하기보다 교사가 일방적으로 제한적인 자료를 제공하여 문제해결에 적용해보기에는 한계가 있었다. 이는 유아들이 놀이에서 충분히 탐구하며 발견한 문제들에 대해 자신만의 해결방안을 시도해보는 과정에서 문제를 해결하도록 지원하는 유아 주도적인 공학적 STEAM 프로그램이 과학적 탐구능력, 수학적 문제해결력 및 창의성에 긍정적인 효과

과를 미치는지 분석해 볼 필요성이 제기된다.

유아들의 놀이에서 흥미를 중심으로 주제를 선정하여 주도적으로 탐구하며 일어나는 문제를 유아가 제시하는 방법으로 시도해보며 해결방안을 찾는 프로그램으로 프로젝트 접근법이 있다. 유아들은 프로젝트 접근법을 경험하며 폭 넓게 사고하게 되고, 다양한 문제상황을 해결하며 사고를 확장한다(배미경, 황혜정, 2012). 유아들이 호기심을 가지고 주제를 주도적으로 탐색할 수 있는 프로젝트 접근법을 통해 유아들이 다양한 방법으로 과학적 과정을 경험할 수 있어 과학적 능력이 증진되었다(조미정, 안진경, 2009). 프로젝트 접근법을 통해 유아들은 주도적으로 다양한 문제를 해결하기 위해 시도하는 과정에서 능동적으로 수학적 지식을 이용하며 수학적 능력을 발달시켰다(김지현, 2012). 또한 유아들이 자신의 생각을 자유롭게 표현하며 새로운 방법을 시도해보도록 하는 프로젝트 접근법이 유아의 창의성에 긍정적인 영향을 주었다(유광재, 김지현, 2021). 이는 프로젝트 접근법이 유아의 주도적인 놀이를 통해 자유롭게 표현하고 사고하도록 하여 발생하는 문제를 해결하는 과정에서 유아의 과학적 탐구능력, 수학적 문제해결력 및 창의성에 긍정적인 영향을 미칠 수 있음을 의미한다.

본 연구에서는 공학적 STEAM 교육에서 강조하는 유아가 흥미를 지속하는 시간 동안 주도적인 탐색과 지속적인 흥미를 이끌 수 있도록 프로젝트 접근법에 공학적 STEAM 교육으로 제시된 유아 공학설계 과정의 모형(홍혜경, 2017)을 융합하고자 한다. 유아들의 발달에 이로운 공학적 STEAM 프로그램은 프로젝트 접근법과 같은 유아들의 흥미를 지원하는 놀이를 바탕으로 유아들이 스스로 문제를 탐구하고 협력하여 해결방안을 모색하도록 지원할 필요성이 있다. 프로젝트 접근법은 유아들의 놀이에서 발견적으로 시작하여 문제를 해결하는 과정에 유아의 다양한 경험과 지식을 활용하여 창의적인 방안을 시도하며 해결책을 마련하게 한다(안효빈, 2019). 유아 공학설계 과정은 일상생활에서 유아들이 발견하는 문제의 해결을 위해 새로운 아이디어를 제시하여 설계하고, 구성된 구성물을 반복적으로 보완하는 과정을 거쳐서 완성한 구성물을 공유하게 한다(이수기, 2019). 기존 유아 대상의 공학적 STEAM 프로그램들은 일회적 활동으로 제시되거나 문제상황을 발견 또는 경험하는 과정이 성인이 제공하는 방식을 취하는 경우가 많았다. 그러나 프로젝트 접근법에 유아 공학설계 과정을 담아낸다면 유아들이 스스로 문제상황을 발견하고 해결하는 과정에서 자연스럽게 반복적인 공학설계 과정을 경험할 수 있을 것으로 판단된다. 실제로 프로젝트 접근법에 유아 공학설계 과정을 접목한 시도는 지금까지 이루어지지 못했다. 유아들은 놀이 속에서 만들기를 진행하며 문제를 발견하고 해결책을 적용하는 과정을 경험하며, 이러한 과정에서 유아가 직접 만든 구성물에 더 높은 가치를 부여하며 놀이에 몰입하는 효과를 가져온다(Norton et al., 2012). 이에 유아들의 놀이에서 흥미 있는 주제를 선정하여 유아들이 주도적으로 참여하는 프로젝트 접근법을 기반으로 유아들이 구성물을 표상하고 직접 구조화시키는 공학적 STEAM 프로그램을 접목하여 유아의 과학적 탐구능력, 수학적 문제해결력 및 창의성에 미치는 효과를 분석해볼 필요성이 있다.

이에 본 연구에서는 만 5세 유아들이 흥미 있어 하는 ‘자동차’를 주제로 선정하여 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램을 적용하는 과정을 통해 유아의 과학적 탐구능력, 수학적 문제해결력 및 창의성에 효과가 나타나는지를 분석해보고자 한다. 이를 통해 유아의 발달에 긍정적인 공학적 교수 방법을 지원하고 공학적 STEAM 교육의 활성화를 통한 융합인재 양성을 위한 기초자료로 활용

될 것을 기대한다. 이러한 연구 목적을 달성하기 위하여 본 연구의 연구문제는 다음과 같다.

연구문제 1. 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램은 유아의 과학적 탐구능력 증진에 유의미한 효과가 있는가?

연구문제 2. 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램은 유아의 수학적 문제해결력 증진에 유의미한 효과가 있는가?

연구문제 3. 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램은 유아의 창의성 증진에 유의미한 효과가 있는가?

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 I시 S구에 소재한 P공립 유치원 만 5세 유아 42명(실험집단 21명, 비교집단 21명)을 연구대상으로 임의 선정하였다. 연구대상으로 선정된 두 학급은 부모의 사회·경제적 배경과 수준 및 지역사회 문화와 교육경험이 유사하였다. 실험집단 교사의 교육경력은 6년 7개월이고, 비교집단 교사의 교육경력은 6년 2개월이었다. 실험집단 만 5세 21명 A반과 비교집단 만 5세 21명 C반으로 연구대상 유아의 성별 인원과 평균 월령은 표 1과 같다. 실험집단과 비교집단의 사전검사를 실시하기 전 두 학급 유아의 가정에 연구 안내문과 동의서를 배부하여 연구의 동의를 받은 후 검사를 진행하였다. 연구대상으로 만 5세를 선정하는 이유는 쌓기 활동 같은 구성물을 구성하는 놀이에 공학적 사고의 목적 지향적인 사고와 설계 검증 사고를 가지적이고 구체적으로 보여줄 수 있기 때문이다(홍혜경, 안유경, 2017). 또한 유아는 질문에 대해 정보를 얻고, 탐색 활동을 통해 집중하며, 문제해결을 위해 종합적인 의견을 반영하여 계획하고 실행, 평가할 수 있어(Stone-MacDonald et al., 2015) 본 연구의 연령으로 적합하다고 판단하였다.

표 1. 집단별 연구대상의 성별 인원과 평균 월령

집단	남	여	총	월령(M)	SD
실험집단	9	12	21	69	3.36
비교집단	11	10	21	69	3.32

2. 연구도구

1) 과학적 탐구능력

유아의 과학적 탐구능력 검사를 위해 조홍자(2015)가 개발한 과학적 탐구능력 척도를 사용하였다. 과학적 탐구능력 검사는 관찰하기의 4문항, 분류하기의 3문항, 측정하기의 5문항, 추리하기

의 4문항, 예측하기의 4문항, 의사소통하기의 4문항 6개 하위요인으로 구성되어 총 24문항이다. 검사 문항의 점수 측정은 유아가 질문에 정답을 말하고 이유를 논리적으로 설명하면 상(3점), 유아가 질문에 정답을 말하고 이유를 설명하지 못하면 중(2점), 유아가 질문에 정답을 말하지 못하면 하(1점)로 평정되며, 점수 범위는 최저 24점~최고 72점이다. 검사 진행을 위해 독립된 공간에서 유아와 검사자가 질문하여 유아의 답변을 검사지에 기록하였으며, 검사 소요시간은 약 20분 정도이다. 본 검사척도의 신뢰도(Cronbach's α)는 표 2와 같다.

표 2. 유아 과학적 탐구능력 검사도구 하위문항 및 신뢰도

하위요인	문항 수	점수	신뢰도
관찰하기	4	4~12	.84
분류하기	3	3~9	.87
측정하기	5	5~15	.82
추리하기	4	4~12	.84
예측하기	4	4~12	.85
의사소통하기	4	4~12	.86
과학적 탐구능력(총점)	24	24~72	.85

2) 수학적 문제해결력

유아의 수학적 문제해결력 검사를 위해 Ward(1993)가 개발하고 황정숙(1996)이 번안하여 김창복(1998)이 수정·보완한 수학적 문제해결력 척도를 사용하였다. 수학적 문제해결력 검사는 분류의 5문항, 패턴의 3문항, 수의 3문항, 측정의 2문항, 도형의 5문항, 통계의 3문항 6개의 하위요인으로 총 21문항이다. 검사문항의 점수 측정은 유아가 질문에 정답을 말하고 이유를 타당하게 설명하거나 제시된 규칙 또는 새로운 방법으로 문제를 해결하는지에 따라 0점에서 5점까지 부여되며, 점수 범위는 최저 0점~최고 49점이다. 검사를 진행하기 위해 유아와 검사자가 독립된 공간에서 검사자의 질문에 유아가 답변하는 내용을 검사지에 기록하였으며, 검사 소요시간은 약 20분 정도이다. 본 검사척도의 신뢰도(Cronbach's α)는 표 3과 같다.

표 3. 유아 수학적 문제해결력 검사도구 하위문항 및 신뢰도

하위요인	문항 수	점수	신뢰도
분류	5	0~8	.84
패턴	3	0~8	.80
수	3	0~8	.77
측정	2	0~9	.82
도형	5	0~8	.86
통계	3	0~8	.81
수학적 문제해결력(총점)	21	0~49	.82

3) 창의성

유아의 창의성 검사를 위해 Torrance(1963)가 개발하고 김영채(1999)가 번안한 한국판 TTCT (Torrance Tests of Creative Thinking) 도형 척도를 사용하였다. 본 연구에서는 사전검사에 TTCT 도형 A형을 사후검사에 TTCT 도형 B형을 사용하였다. TTCT 도형검사는 유창성, 독창성, 제목의 추상성, 정교성, 성급한 종결에 대한 저항, 창의적 강점의 6개 하위요인으로 구성된다. 검사 문항의 점수 측정 은 활동 1에서는 제시된 그림을 구성하여 완성하는 그림 구성하기, 활동 2에서는 10개의 제시된 그림 을 활용하여 완성하는 그림 완성하기, 활동 3에서는 A형은 쌍의 두 직선 30개 문항을 B형은 원 36개 문항을 제시하여 완성하는 그림 활용하기의 세 가지 활동으로 점수를 측정한다. 활동 1로 독창성, 제 목의 추상성, 정교성의 점수가 측정되고, 활동 2로 유창성, 독창성, 제목의 추상성, 정교성, 성급한 종 결에 대한 저항의 점수가 측정되며, 활동 3으로 유창성, 독창성, 정교성의 점수가 측정된다. 창의적 강점은 활동 1, 활동 2, 활동 3에서 별도의 13개 준거로 점수를 측정한다. 검사 진행을 위해 별도의 개별공간에서 검사자가 활동을 설명하고 유아가 검사지에 직접 그림을 그려 완성하였으며, 검사 소요 시간은 각 활동마다 10분씩 30분 정도이다. 본 검사척도의 신뢰도(Cronbach's α)는 표 4와 같다.

표 4. 유아 창의성 검사도구 하위문항 및 신뢰도

하위요인	점수 측정 활동	신뢰도
유창성	활동 2 + 활동 3	.85
독창성	활동 1 + 활동 2 + 활동 3	.86
제목의 추상성	활동 1 + 활동 2	.90
정교성	활동 1 + 활동 2 + 활동 3	.87
성급한 종결에 대한 저항	활동 2	.85
창의적 강점	활동 1 + 활동 2 + 활동 3	.88
창의성(총점)		.87

3. 연구절차

1) 예비조사

유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램이 과학적 탐구능력, 수학적 문제해결 력 및 창의성에 미치는 효과 검증을 위해 선정된 검사도구가 적절한지를 평가하기 위해 예비조사를 실시하였다. 예비조사 기간은 2022년 2월 15일~17일까지 3일 동안 I시에 위치한 어린이집 만 5세 남녀 3명씩 총 6명을 대상으로 검사도구의 문항의 이해도와 검사에 필요한 소요시간 및 검사도구의 적절성을 점검하여 검사도구의 문제점이나 어려운 점은 발견되지 않았다. 한 유아 당 3개의 검사 순서에 의한 효과를 방지하기 위해 검사도구의 순서를 유아마다 다르게 하였다.

2) 사전검사

프로그램을 진행하기 전 2022년 3월 14일~4월 8일까지 4주 동안 실험집단과 비교집단 유아들

을 대상으로 사전검사를 실시하였다. 사전검사 동안 검사 순서에 따른 효과가 발생하지 않도록 역 균형화(Counter-balancing) 방법으로 한 유아가 세 개의 검사를 3일에 걸쳐 1회 검사에 30분이 넘지 않도록 하였다. 검사 진행을 위해 독립된 공간에서 유아와 일대일로 연구자가 검사를 실시하였다. 측정된 과학적 탐구능력과 수학적 문제해결력 점수는 채점 기준에 따라 산출하였으며, 창의성 검사는 TTCT 도형 A형을 사용하여 창의력 한국 연구소에 의뢰하여 점수를 산출하였다.

3) 프로그램 실시

본 연구의 프로그램 효과를 검증하기 위해 실험집단을 대상으로 2022년 4월 18일~6월 10일까지 총 8주 동안 교육현장경력 7년의 아동학박사를 수료한 연구가 직접 실행하였다. 연구자는 유아들과 프로그램을 진행하기 전에 연구자를 유아들에게 소개하고 놀이에 함께 참여하는 과정을 통해 유아들과 관계를 형성하였다. 프로그램을 진행하며 연구자는 매일 오전 9시 30분~12시까지 유아들과 유치원 일과를 함께 하며 놀이에 참여하였다. 유아들과의 놀이 참여를 통해 유아들의 놀이에서 흥미를 분석하고 놀이 지원 방법을 계획하여 실행하였다. 유아들의 놀이에서 발견적으로 시작되는 주제선정을 위해 실험집단의 담임교사와 놀이에서 유아들이 흥미를 가지는 몇 가지 주제를 선택하였다. 유아들이 미니 자동차를 사용하여 함께 놀이하는 또래들이 늘어나고, 다른 놀이에도 미니 자동차를 활용하며 또래들과 좋아하는 미니 자동차에 대한 상호작용이 활발하게 이루어져서 유아들과 이야기 나누며 유아들이 원하는 ‘자동차’를 주제로 선정하였다.

본 연구의 프로그램은 발현적 교육과정의 프로젝트 접근법(Katz & Chard, 1993)과 공학적 STEAM의 유아 공학설계 과정의 모형(홍혜경, 2017)을 융합하여 적용하였다. 프로젝트 접근법은 유아들의 흥미에서 시작하여 유아들이 직면한 문제를 해결하는 과정에 유아가 주도하며 사전경험으로 얻은 지식을 적용하여 새로운 방법으로 해결책을 제안하고 시도할 수 있다(안효빈, 2019). 공학적 STEAM 모형을 제시하고 있는 유아 공학설계 과정은 일상에서 발생하는 문제를 유아들이 해결하는 과정에 자신의 생각을 제안하여 설계하고 적용하며 반복하여 보완하는 과정을 거쳐서 문제의 해결방안을 공유하게 한다(이수기, 2019). 공학적 STEAM 프로그램의 핵심은 문제의 해결을 위해 창의적인 방안을 시도하고, 반복적으로 수정하며 보완하는 과정을 거친다(홍혜경, 2017). 따라서, 프로젝트 접근법과 공학적 STEAM 프로그램의 융합은 유아들이 흥미 있어 하는 놀이에서 문제해결을 위해 필요한 구성물을 설계하여 구체적으로 구조화시키고, 놀이에 활용하며 발생하는 문제를 해결하기 위해 구성물의 형태를 직접 변형시키는 기회를 제공한다.

본 프로그램의 교수학습 단계는 주제선정 및 사전경험 파악에 해당하는 문제탐색 단계, 문제탐구 및 해결에 해당하는 설계 단계, 시도 단계, 해결책 단계, 문제해결과정 공유에 해당하는 공유 단계의 5단계로 진행된다. 문제탐구 및 해결에 해당하는 설계 단계, 시도 단계, 해결책 단계는 프로그램이 진행되며 유아들이 새로운 구성물에 흥미를 보이면 반복적으로 순환할 수 있다. 유아들은 교수학습 단계를 경험하는 동안 유아들의 발현적인 놀이에서 함께 선정한 주제와 관련된 놀이 자료들을 탐색하며 흥미 있는 구성물을 찾아 설계하여 주도적으로 구성하며 구성물을 원하는 형태로 반복적으로 수정·보완하여 완성한다. 본 프로그램은 유아들의 흥미 있는 놀이를 지원하는 발현적 교육과정으로 진행되는 특성상 미리 활동을 계획하지 않고 유아들과 함께 놀이하며

유아들의 흥미에 따른 놀이를 지원하고, 유아들의 놀이를 확장 시키기 위한 활동을 교수학습 단계에 따라 진행한다. 본 프로그램의 진행에서 교사는 유아들의 주도적인 놀이에서 원하는 구성물을 찾고, 구성된 구성물에 유아들의 생각들이 자유롭게 적용할 수 있도록 지원하였다. 또한 유아들이 구성물을 놀이에 활용하며 흥미가 지속적으로 어떻게 발전하는지 놀이에 참여하고 유아들의 의사소통을 격려했으며, 구성물의 구성에서 유아들의 발달 수준에 맞는 지원 방법을 모색하여 지원하는 역할을 하였다. 유아들과 함께 선정한 ‘자동차’를 주제로 유아들의 흥미에 따라 진행된 교수학습 단계는 표 5와 같다.

표 5. ‘자동차’ 주제의 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램 전체 놀이 및 활동

교수학습 단계	주	놀이 및 활동	내용
주제 선정 및 사전 경험 파악	1 주	‘자동차’에 대한 사전경험을 이야기해요. ‘자동차’ 주제망을 만들어요. 내가 생각하는 자동차를 그려요. (1차 표상) ‘자동차’ 질문목록을 만들어요.	 유아들과 선정한 주제와 관련된 사전경험을 알아보고, 유아들은 흥미 있는 자동차 놀이 자료를 탐색하며 놀이하였다.
문제 탐구 및 해결	2 주	내가 좋아하는 자동차예요. (가정연계활동) 내가 알고 있는 자동차 회사 로고예요. 큰 레고블록으로 타고 다니는 자동차를 만들어요. 바람을 넣으니 입체 자동차가 되었어요. 함께 타는 자동차를 어떻게 만들 수 있을까?	 유아들은 큰 블록을 사용하여 함께 타고 다니는 자동차를 구성하여 놀이하였고, 반복해서 자동차를 만들어 함께 놀이하다가 더 많은 유아들이 탈 수 있는 큰 자동차를 구성하고 싶어 하였다.
	3 주	어디에 함께 타는 큰 자동차를 만들까? 큰 자동차는 무엇으로 만들 수 있을까? 우리가 만들고 싶은 자동차를 설계해 봐요. 큰 블록으로 자동차를 만들어요. 큰 블록 자동차 안에서 친구들과 운전해요.	 유아들과 함께 타는 큰 자동차를 구성하는 방법을 이야기 나누고, 유아들이 원하는 자동차의 모양을 생각하여 함께 설계하고 구성하기 위한 준비를 하였다.
시도	4 주	자동차의 모양을 바꾸고 싶어요. 자동차 문은 어떻게 만들까?	유아들이 제시한 방법으로 함께 탈 수 있는 큰 자동차를

교수학습 단계	주	놀이 및 활동	내용	
		<p>여러 개의 창문이 필요해요.</p> <p>창문이 있는 트럭크로 바꿔요.</p> <p>네모 운전대를 동그란 운전대로 바꿔요.</p> <p>전조등과 타이어도 필요해요.</p> <p>상자 박스로 자동차를 만들었어요.</p>		<p>구성하고 구성된 자동차에 유아들이 생각하는 구조를 하나씩 함께 구성하였다. 큰 블록을 구성된 자동차 구성물은 유아들의 필요에 의해 자유롭게 구조가 수정되었다.</p>
해결책	5주	<p>돌아가는 운전대로 운전대를 바꿔요.</p> <p>운전석 지붕에도 창문을 만들어요.</p> <p>자동차 안을 캠핑카로 바꿔요.</p> <p>트럭크를 여러 용도로 사용해요.</p> <p>나만의 자동차를 만들고 싶어요.</p>		<p>유아들은 구성된 자동차 구성물에 불편한 부분을 반복적으로 수정하고 운전대가 망가지는 문제들의 해결방안을 제시하여 해결하였다.</p> <p>유아들은 자동차 구성물로 놀이하며 각자가 원하는 자동차에 흥미가 생겼다.</p>
설계 및 시도	6주	<p>나만의 자동차는 어떻게 만들까?</p> <p>나만의 자동차를 설계해요.</p> <p>자동차의 크기를 정해서 만들어요.</p> <p>내가 원하는 모양으로 만들어요.</p> <p>자동차의 크기를 더 크게 하고 싶어요.</p>		<p>유아들이 원하는 자동차를 각자가 설계하고 만드는데 필요한 재료를 이야기 나누어 구성하기를 시작하였다. 유아들은 원하는 재료를 선택하여 자동차의 크기를 정하고 자동차의 내부를 구성하였다.</p>
시도 및 해결책	7주	<p>자동차의 모양을 더 추가하고 싶어요.</p> <p>더 튼튼한 자동차로 만들어요.</p> <p>자동차 문이 열리게 만들어요.</p> <p>자동차에 로고도 넣어요.</p> <p>바퀴도 움직이게 할 수 있을까?</p> <p>나만의 자동차에 이름을 지어줘요.</p>		<p>원하는 자동차의 내부와 외부를 구성하고 구성된 자동차에 추가하고 싶거나 변형시키고 싶은 부분을 자유롭게 반영하며 새로운 형태의 자동차로 변화되었다.</p>
문제해결과정 공유	공유 8주	<p>전시회에 초대할 사람과 이름을 정해요.</p> <p>전시회 준비를 해요.</p> <p>전시회 역할을 정해요.</p> <p>전시회를 진행해요.</p>		<p>유아들이 함께 구성한 큰 블록 자동차와 개별 자동차를 공유하는 방법을 유아들과 이야기 나누어 전시회를 개최하여 유치원의 모든 유아가 전시회를 관람하였다.</p>

프로그램이 진행되는 동안 비교집단은 누리과정에 기초하여 놀이 지원이 이루어진 ‘공룡 놀이’와 ‘환경캠페인 놀이’를 표 6과 같이 진행하였다.

표 6. ‘공룡 놀이’와 ‘환경캠페인 놀이’ 주제의 놀이 및 활동

주제	주	놀이 및 활동	주제	주	놀이 및 활동
공룡놀이	1주	공룡 모형으로 놀이해요. 육식, 초식 공룡이 있어요. 내가 좋아하는 공룡이에요.	공룡놀이	5주	공룡 화석을 만들고 싶어요. 내가 만든 공룡 화석이예요. 공룡 화석을 색칠하고 꾸며요.
	2주	공룡시대에 대해 알아보요. 공룡 화산 폭발 실험을 해요. 공룡이 사는 곳을 만들어요.	환경 캠페인 놀이	1주	지구온난화에 대해 알아보요. 내가 생각하는 지구를 그려요. 초록토끼 동화를 듣고 ‘탄소’에 대해 알아보요.
	3주	공룡 알을 찾아보요. 공룡 뼈와 화석을 발굴해요. 공룡 뼈로 공룡을 만들어요.		2주	분리수거에 대해 알아보요. 오조봇으로 분리수거를 해요. 직접 쓰레기를 분리수거해요.
	4주	블록으로 공룡 집을 만들어요. 공룡들이 함께 사는 집이에요. 여러 모양의 공룡 집이 있어요.		3주	재활용품은 어떻게 될까요? 재활용품으로 풍력발전기를 만들 어요. 풍력발전기를 색칠하고 꾸며요.

4) 사후검사

사후검사는 프로그램이 종료된 후 2022년 6월 13일~7월 1일까지 3주 동안 독립된 공간에서 사전검사와 동일하게 실시하였으며, 창의성 검사는 TTCT 도형 B형을 사용하여 창의력 한국 연구소에 의뢰하여 점수를 산출하였다.

4. 자료분석

프로그램 실시 전·후에 수집된 자료를 SPSS Window 25.0 프로그램을 사용하여 분석하였다. 실험집단과 비교집단의 사전검사 점수를 이용해 Shapiro-Wilk 정규성 검증을 실시한 결과 정규성분포 가정이 만족되어 모수검증을 실시하였다. 그리고 실험집단과 비교집단의 동질성을 확인하기 위해 사전검사 점수를 사용하여 독립표본 t 검증을 실시하였다. 독립표본 t 검증결과 두 집단이 동질하지 않아 프로그램의 효과를 검증하기 위해 사전점수를 공변인으로 공분산분석(ANCOVA)을 실시하였다.

III. 결과 및 해석

유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램이 과학적 탐구능력, 수학적 문제해결력 및 창의성에 미치는 효과를 알아보기 전에 실험집단과 비교집단의 사전검사 점수의 동질성을 분석한 결과는 표 7과 같다. 사전점수의 집단 간의 차이검증을 분석한 결과 수학적 문제해결력 하위요인의 분류($t = 2.12, p < .05$)와 수학적 문제해결력 총점($t = 2.47, p < .05$), 창의성 하위요인의 정교성($t = -2.18, p < .05$)에서 두 집단 간 유의한 차이가 나타났다. 사전검사 분석 결과 두 집단 간의 동질성이 확보되지 않아서 과학적 탐구능력, 수학적 문제해결력 및 창의성의 사전점수를 공변인으로 하는 공분산분석(ANCOVA)을 실시하였다.

표 7. 과학적 탐구능력, 수학적 문제해결력, 창의성의 사전검사 점수의 차이검증 (N = 42)

하위요인	실험집단(N=21) 비교집단(N=21)		t	
	M(SD)	M(SD)		
과학적 탐구능력	관찰하기	7.10(1.18)	6.67(1.39)	-1.08
	분류하기	5.05(1.47)	5.38(1.24)	.80
	측정하기	10.29(2.10)	10.05(2.56)	-.33
	추리하기	7.24(1.76)	7.76(1.73)	.97
	예측하기	6.76(1.79)	7.00(2.00)	.41
	의사소통하기	7.52(1.83)	7.81(1.47)	.56
	과학적 탐구능력(총점)	43.95(6.60)	44.67(7.26)	.33
수학적 문제해결력	분류	4.00(1.27)	4.86(1.35)	2.12*
	패턴	5.38(1.32)	6.05(1.77)	1.38
	수	2.90(1.18)	3.52(1.63)	1.41
	측정	3.43(.68)	4.19(1.83)	1.79
	도형	3.62(1.36)	4.33(1.88)	1.41
	통계	5.52(1.66)	6.00(2.32)	.76
	수학적 문제해결력(총점)	24.76(3.22)	28.95(7.09)	2.47*
창의성	유창성	91.76(22.94)	90.19(25.89)	-.21
	독창성	80.38(15.86)	88.76(26.13)	1.26
	제목의 추상성	63.57(30.85)	48.86(22.34)	-1.77
	정교성	96.81(25.51)	80.95(21.56)	-2.18*
	성급한 종결에 대한 저항	73.10(31.00)	73.24(28.34)	.02
	창의적 강점	6.00(2.59)	4.76(2.10)	-1.70
	창의성(총점)	87.19(19.65)	81.19(19.99)	-.98

* $p < .05$.

1. 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램이 유아의 과학적 탐구능력에 미치는 효과

실험집단과 비교집단의 과학적 탐구능력에 대한 사전·사후점수와 조정된 사후점수를 산출한 결과는 표 8과 같다. 프로그램을 실시하기 전 유아의 과학적 탐구능력에 대한 사전점수의 총점을 비교해보면 실험집단이 비교집단보다 낮게 나타났으며, 하위요인에서는 관찰하기, 측정하기는 실험집단이 비교집단보다 조금 높게 나타났으나 분류하기, 추리하기, 예측하기, 의사소통하기는 실험집단이 비교집단보다 조금 낮은 것으로 나타났다. 유아의 과학적 탐구능력에 대한 조정된 사후점수를 비교해보면 과학적 탐구능력 총점과 하위요인의 관찰하기, 분류하기, 측정하기, 추리하기, 예측하기, 의사소통하기 모두에서 실험집단이 비교집단보다 높게 나타났다.

표 8. 과학적 탐구능력의 사전, 사후 평균과 표준편차, 조정된 사후의 평균과 표준오차 (N = 42)

하위요인	집단 (N)	사전	사후	조정된 사후
		M(SD)	M(SD)	M(SE)
관찰하기	실험집단(N = 21)	7.10(1.18)	10.00(.84)	9.94(.25)
	비교집단(N = 21)	6.67(1.39)	7.05(1.40)	7.10(.25)
분류하기	실험집단(N = 21)	5.05(1.47)	6.95(.92)	7.05(.21)
	비교집단(N = 21)	5.38(1.24)	5.29(1.45)	5.19(.21)
측정하기	실험집단(N = 21)	10.29(2.10)	13.19(1.50)	13.13(.33)
	비교집단(N = 21)	10.05(2.56)	10.57(2.29)	10.64(.33)
추리하기	실험집단(N = 21)	7.24(1.76)	9.38(1.47)	9.57(.27)
	비교집단(N = 21)	7.76(1.73)	8.48(2.02)	8.28(.27)
예측하기	실험집단(N = 21)	6.76(1.79)	8.76(1.41)	8.83(.31)
	비교집단(N = 21)	7.00(2.00)	7.38(2.11)	7.31(.31)
의사소통하기	실험집단(N = 21)	7.52(1.83)	9.76(1.22)	9.82(.30)
	비교집단(N = 21)	7.81(1.47)	7.71(1.74)	7.66(.30)
과학적 탐구능력 (총점)	실험집단(N = 21)	43.95(6.60)	58.05(5.68)	58.32(1.20)
	비교집단(N = 21)	44.67(7.26)	46.48(9.09)	46.20(1.20)

과학적 탐구능력에 대한 실험집단과 비교집단의 조정된 사후점수가 집단 간의 유의한 차이가 나타나는지 확인하기 위해 공분산분석을 실시한 결과는 표 9와 같다. 과학적 탐구능력의 총점($F = 51.11, p < .001$)과 관찰하기($F = 66.30, p < .001$), 분류하기($F = 38.92, p < .001$), 측정하기($F = 29.27, p < .001$), 추리하기($F = 11.41, p < .01$), 예측하기($F = 12.42, p < .01$), 의사소통하기($F = 26.33, p < .001$)의 모든 하위요인에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 이와 같은 결과는 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램을 경험한 실험집단이 비교집단보다 과학적 탐구능력이 증진되었다는 것을 의미한다.

표 9. 과학적 탐구능력의 공분산분석(ANCOVA) 결과 (N = 42)

하위요인	source	ss	df	MS	F
관찰하기	공변인(사전검사)	4.52	1	4.52	3.64
	주효과(집단)	82.34	1	82.34	66.30***
	오차	48.43	39	1.24	
	전체	3196.00	42		
분류하기	공변인(사전검사)	23.60	1	23.60	25.82***
	주효과(집단)	35.57	1	35.57	38.92***
	오차	35.64	39	.91	
	전체	1661.00	42		
측정하기	공변인(사전검사)	63.82	1	63.82	28.75***
	주효과(집단)	64.96	1	64.96	29.27***
	오차	86.56	39	2.22	
	전체	6151.00	42		
추리하기	공변인(사전검사)	65.83	1	65.83	43.99***
	주효과(집단)	17.07	1	17.07	11.41**
	오차	58.36	39	1.50	
	전체	3481.00	42		
예측하기	공변인(사전검사)	52.40	1	52.40	26.76***
	주효과(집단)	24.31	1	24.31	12.42**
	오차	76.36	39	1.96	
	전체	2885.00	42		
의사소통하기	공변인(사전검사)	17.91	1	17.91	9.67**
	주효과(집단)	48.73	1	48.73	26.33***
	오차	72.19	39	1.85	
	전체	3341.00	42		
과학적 탐구능력 (총점)	공변인(사전검사)	1123.13	1	1123.13	37.34***
	주효과(집단)	1537.27	1	1537.27	51.11***
	오차	1173.06	39	30.08	
	전체	118417.00	42		

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

2. 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램이 유아의 수학적 문제해결력에 미치는 효과

실험집단과 비교집단의 수학적 문제해결력에 대한 사전·사후점수와 조정된 사후점수를 산출한 결과는 표 10과 같다. 프로그램을 실시하기 전 유아의 수학적 문제해결력에 대한 사전점수를

비교해보면 수학적 문제해결력 총점과 하위요인의 분류, 패턴, 수, 측정, 도형, 통계의 모든 하위요인에서 실험집단이 비교집단보다 낮게 나타났다. 유아의 수학적 문제해결력에 대한 조정된 사후점수의 총점을 비교해보면 실험집단이 비교집단보다 높게 나타났으며, 하위요인에서는 분류, 패턴, 수, 측정, 도형, 통계 모두에서 실험집단이 비교집단보다 높게 나타났다.

표 10. 수학적 문제해결력의 사전, 사후 평균과 표준편차, 조정된 사후의 평균과 표준오차 (N = 42)

하위요인	집단(N)	사전	사후	조정된 사후
		M(SD)	M(SD)	M(SE)
분류	실험집단(N = 21)	4.00(1.27)	6.43(1.03)	6.62(.23)
	비교집단(N = 21)	4.86(1.35)	5.10(1.30)	4.90(.23)
패턴	실험집단(N = 21)	5.38(1.32)	7.33(.91)	7.55(.26)
	비교집단(N = 21)	6.05(1.77)	5.86(1.96)	5.64(.26)
수	실험집단(N = 21)	2.90(1.18)	6.00(1.98)	6.15(.40)
	비교집단(N = 21)	3.52(1.63)	4.29(1.90)	4.13(.40)
측정	실험집단(N = 21)	3.43(.68)	4.95(1.56)	5.19(.36)
	비교집단(N = 21)	4.19(1.83)	3.52(2.06)	3.28(.36)
도형	실험집단(N = 21)	3.62(1.36)	5.19(1.50)	5.34(.33)
	비교집단(N = 21)	4.33(1.88)	4.38(1.69)	4.24(.33)
통계	실험집단(N = 21)	5.52(1.66)	7.67(.48)	7.78(.20)
	비교집단(N = 21)	6.00(2.32)	6.14(1.74)	6.03(.20)
수학적 문제해결력 (총점)	실험집단(N = 21)	24.76(3.22)	37.57(4.78)	39.38(.90)
	비교집단(N = 21)	28.95(7.09)	29.29(7.30)	27.48(.90)

수학적 문제해결력에 대한 실험집단과 비교집단의 조정된 사후점수가 집단 간의 유의한 차이가 나타나는지 확인하기 위해 공분산분석을 실시한 결과는 표 11과 같다. 수학적 문제해결력의 총점($F = 81.06, p < .001$)과 분류($F = 26.91, p < .001$), 패턴($F = 26.48, p < .001$), 수($F = 12.17, p < .01$), 측정($F = 13.36, p < .01$), 도형($F = 5.60, p < .05$), 통계($F = 39.38, p < .001$)의 모든 하위요인에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 이와 같은 결과는 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램을 경험한 실험집단이 비교집단보다 수학적 문제해결력이 증진되었다는 것을 의미한다.

표 11. 수학적 문제해결력의 공분산분석(ANCOVA) 결과 (N = 42)

하위요인	source	ss	df	MS	F
분류	공변인(사전검사)	14.27	1	14.27	13.69**
	주효과(집단)	28.07	1	28.07	26.91***
	오차	40.68	39	1.04	
	전체	1468.00	42		
패턴	공변인(사전검사)	39.87	1	39.87	29.13***
	주효과(집단)	36.24	1	36.24	26.48***
	오차	53.37	39	1.37	
	전체	1943.00	42		
수	공변인(사전검사)	19.60	1	19.60	5.85*
	주효과(집단)	40.77	1	40.77	12.17**
	오차	130.69	39	3.35	
	전체	1292.00	42		
측정	공변인(사전검사)	30.59	1	30.59	11.51**
	주효과(집단)	35.50	1	35.50	13.36**
	오차	103.61	39	2.66	
	전체	910.00	42		
도형	공변인(사전검사)	17.87	1	17.87	8.27**
	주효과(집단)	12.12	1	12.12	5.60*
	오차	84.32	39	2.16	
	전체	1071.00	42		
통계	공변인(사전검사)	34.15	1	34.15	42.85***
	주효과(집단)	31.39	1	31.39	39.38***
	오차	31.09	39	.80	
	전체	2092.00	42		
수학적 문제해결력 (총점)	공변인(사전검사)	902.42	1	902.42	56.67***
	주효과(집단)	1290.78	1	1290.78	81.06***
	오차	621.01	39	15.92	
	전체	49178.00	42		

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

3. 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램이 유아의 창의성에 미치는 효과

실험집단과 비교집단의 창의성에 대한 사전·사후점수와 조정된 사후점수를 산출한 결과는 표 12와 같다. 프로그램을 실시하기 전 유아의 창의성에 대한 사전점수를 비교해보면 수학적 문제해결력 총점과 하위요인의 유창성, 제목의 추상성, 정교성, 창의적 강점은 실험집단이 비교집단보다 높게 나타났으나, 하위요인의 독창성, 성급한 종결에 대한 저항은 실험집단이 비교집단보

다 낮게 나타났다. 유아의 창의성에 대한 조정된 사후점수를 비교해보면 창의성 총점과 유창성, 독창성, 제목의 추상성, 정교성, 성급한 종결에 대한 저항, 창의적 강점 모두에서 실험집단이 비교집단보다 높게 나타났다.

표 12. 창의성의 사전, 사후 평균과 표준편차, 조정된 사후의 평균과 표준오차 (N = 42)

하위요인	집단(N)	사전	사후	조정된 사후
		M(SD)	M(SD)	M(SE)
유창성	실험집단(N = 21)	91.76(22.94)	113.52(18.02)	113.36(3.83)
	비교집단(N = 21)	90.19(25.89)	101.90(24.25)	102.07(3.83)
독창성	실험집단(N = 21)	80.38(15.86)	92.10(12.27)	93.69(3.22)
	비교집단(N = 21)	88.76(26.13)	85.00(20.02)	83.41(3.22)
제목의 추상성	실험집단(N = 21)	63.57(30.85)	92.14(26.30)	91.74(6.23)
	비교집단(N = 21)	48.86(22.34)	66.71(29.05)	67.12(6.23)
정교성	실험집단(N = 21)	96.81(25.51)	114.14(20.94)	111.16(4.10)
	비교집단(N = 21)	80.95(21.56)	91.86(19.22)	94.84(4.10)
성급한 종결에 대한 저항	실험집단(N = 21)	73.10(31.00)	93.62(26.61)	93.65(5.36)
	비교집단(N = 21)	73.24(28.34)	72.76(27.58)	72.73(5.36)
창의적 강점	실험집단(N = 21)	6.00(2.59)	8.29(2.59)	8.01(.48)
	비교집단(N = 21)	4.76(2.10)	5.86(2.10)	6.13(.48)
창의성 (총점)	실험집단(N = 21)	87.19(19.65)	109.43(16.62)	108.10(3.46)
	비교집단(N = 21)	81.19(19.99)	89.43(19.26)	90.76(3.46)

창의성에 대한 실험집단과 비교집단의 조정된 사후점수가 집단 간의 유의한 차이가 나타나는지 확인하기 위해 공분산분석을 실시한 결과는 표 13과 같다. 창의성의 총점($F = 12.40, p < .01$)과 유창성($F = 4.35, p < .05$), 독창성($F = 4.99, p < .05$), 제목의 추상성($F = 7.52, p < .01$), 정교성($F = 7.50, p < .01$), 성급한 종결에 대한 저항($F = 7.60, p < .01$), 창의적 강점($F = 7.53, p < .01$)의 모든 하위요인에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 이와 같은 결과는 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램을 경험한 실험집단이 비교집단보다 창의성이 증진되었다는 것을 의미한다.

표 13. 창의성의 공분산분석(ANCOVA) 결과 (N = 42)

하위요인	source	ss	df	MS	F
유창성	공변인(사전검사)	6268.67	1	6268.67	20.39***
	주효과(집단)	1338.33	1	1338.33	4.35 ^a
	오차	11988.38	39	307.39	
	전체	506974.00	42		
독창성	공변인(사전검사)	2691.84	1	2691.84	12.59**
	주효과(집단)	1066.79	1	1066.79	4.99*
	오차	8335.97	39	213.74	
	전체	340865.00	42		
제목의 추상성	공변인(사전검사)	87.52	1	87.52	.11
	주효과(집단)	5902.23	1	5902.23	7.52**
	오차	30631.34	39	785.42	
	전체	302482.00	42		
정교성	공변인(사전검사)	3149.75	1	3149.75	9.44**
	주효과(집단)	2502.88	1	2502.88	7.50**
	오차	13011.40	39	333.63	
	전체	466954.00	42		
성급한 종결에 대한 저항	공변인(사전검사)	5805.81	1	5805.81	9.61**
	주효과(집단)	4593.11	1	4593.11	7.60**
	오차	23566.96	39	604.28	
	전체	324608.00	42		
창의적 강점	공변인(사전검사)	42.67	1	42.67	9.24**
	주효과(집단)	34.81	1	34.81	7.53**
	오차	180.19	39	4.62	
	전체	2385.00	42		
창의성 (총점)	공변인(사전검사)	3240.17	1	3240.17	13.03**
	주효과(집단)	3084.52	1	3084.52	12.40**
	오차	9700.12	39	248.72	
	전체	432354.00	42		

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

IV. 논의 및 결론

본 연구는 발현적 교육과정의 프로젝트 접근법과 공학적 STEAM의 유아 공학설계 과정 모형을 융합하여 개발한 교수학습 단계를 적용하여, 유아들이 흥미 있는 발현적인 놀이에서 발생하는 문제해결을 위해 주도적으로 구성물을 설계하여 구성하고 생각한 것을 구성물에 직접 적용하

여 수정·보완하는 과정을 경험하도록 하였다. 유아들은 교수학습 단계에 따라 유아들이 놀이에서 흥미를 가지는 주제를 함께 선정하고, 주제와 관련된 놀이를 탐색하여 원하는 구성물을 함께 설계하고 구성하며 반복적으로 수정하는 과정에서 발생하는 다양한 문제를 해결하는 경험을 하였다. 이에 유아들이 흥미 있어 하는 ‘자동차’를 주제로 개발한 프로그램의 교수학습 단계에 따른 진행이 과학적 탐구능력, 수학적 문제해결력 및 창의성 증진에 긍정적인 효과가 나타나는지 검증하고자 하였다. ‘자동차’를 주제로 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램을 적용한 효과에 대해 논의하면 다음과 같다.

첫째, 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램은 유아의 과학적 탐구능력을 증진시키는데 긍정적인 효과가 있었다. 이는 유아들이 프로그램의 교수학습 단계의 과정으로 놀이하러 원하는 구성물을 구성하여 긴 시간 동안 지속적으로 탐색하는 경험을 통해 과학적 탐구능력에 영향을 미치게 된 결과라고 볼 수 있다. 유아의 과학적 탐구능력의 하위요인별로 살펴보면 관찰하기, 분류하기, 측정하기, 추리하기, 예측하기, 의사소통하기의 모든 요인이 비교집단보다 실험집단이 유의하게 증진된 것으로 나타났다. 이러한 연구결과는 유아들에게 유아 공학설계 과정으로 진행한 공학적 STEAM 프로그램을 통해 유아의 과학적 탐구능력이 향상되었다는 연구결과(김희경, 2022)와 유아들이 재료를 직접 탐색하는 과정을 경험하는 메이커 교육을 통해 유아의 과학적 탐구능력이 증진되었다는 연구결과(최수현, 2020)와 일치한다. 유아들은 본 프로그램의 교수학습 단계에 따라 자동차로 놀이하러 친구들과 함께 타는 큰 자동차를 설계하여 구성하였고, 생각하는 자동차를 설계하고 재료를 직접 선택하여 구성하며 반복적으로 구조를 변경하는 경험을 하였다. 유아들의 흥미로 구성된 구성물은 유아들이 생활 속에서 경험하여 관찰한 자동차의 기능들을 구성물에 추가하며 작동방법에 대해 또래들과 소통하게 하였고, 좋아하는 자동차로 놀이하러 자동차의 기능과 형태에 따라 분류하며 놀이하러 하였다. 또한 유아들은 원하는 큰 레고블록을 사용하여 자동차를 구성하며 다른 친구가 구성한 자동차의 크기와 길이 등을 비교하여 측정하였고, 자동차 구성물에 자동문과 네비게이션과 같은 추가적인 구조를 구성하며 작동원리를 추리하여 설명하였다. 유아들은 또래들과 구성한 자동차를 타고 다니며 무너지는 문제를 반복적으로 구성하는 과정에서 예측하기를 활용하여 해결하였고, 또래들과 의사소통하는 과정을 통해 구성물의 불편한 부분을 반복적으로 수정하며 공학적 사고를 활용하여 문제해결의 경험을 하였다. 이는 유아가 공학적으로 사고하며 문제의 해결방안을 찾기 위해 스스로 관찰하여 분류하며 아이디어를 적용해보는 탐구 과정을 통해 과학적 능력과 태도가 향상되었다는 연구(정진현, 김춘화, 2014)와 맥을 같이 한다.

둘째, 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램은 유아의 수학적 문제해결력을 증진하는데 긍정적인 효과가 있었다. 이는 유아들이 프로그램의 교수학습 단계의 과정으로 구체물을 가지고 조작하여 구성하며 놀이하고, 원하는 모양으로 직접 재단하여 구성하는 경험을 통해 유아의 수학적 문제해결력에 긍정적인 영향을 미친 결과라고 할 수 있다. 유아의 수학적 문제해결력의 하위요인별로 살펴보면 분류, 패턴, 수, 측정, 도형, 통계의 모든 요인에서 실험집단이 비교집단보다 유의하게 증진된 것으로 나타났다. 이러한 연구결과는 유아들의 수학 활동에 STEAM 프로그램을 적용한 경험이 유아의 수학적 문제해결력을 증진시켰다는 연구결과(김정희,

정정희, 2018; 이정현, 2012; 장미경, 2016)와 유아들이 블록놀이를 하기 전에 설계를 적용하여 블록놀이 활동을 진행하는 경험이 유아의 수학적 능력을 발달시켰다는 연구결과(김소향, 2011)와 일치한다. 유아들은 본 프로그램의 교수학습 단계로의 진행을 경험하며 큰 블록을 사용하여 직접 구성한 구성물의 안과 밖을 활용하며 원하는 형태로 변화시키고, 각자가 생각하는 자동차를 직접 자르고 붙여서 구성하는 과정에서 일어나는 다양한 문제에 수학적 기술들을 활용하여 해결하는 경험을 하였다. 유아들은 자신이 생각하는 자동차를 구성하기 위해 준비된 재료를 탐색하여 활용하는 과정에서 같은 특성의 재료를 나누고 분류하였고, 자동차를 구성하기 위한 색깔 빨대 등의 재료를 사용하여 원하는 모습으로 구성하는 과정에서 패턴을 적용하였다. 또한 유아들이 직접 조작할 수 있는 자동차 구성물을 활용하는 놀이상황에서 속도와 개수 등의 숫자 사용이 늘었고, 자유롭게 구성물을 탐색하여 직접 구조화시키며 측정하는 기술을 활용하여 구성하였다. 유아들은 주제와 관련된 놀이를 지속하며 탐색한 정보를 구성물에 적용하는 과정에서 실제와 같은 원하는 모양으로 구성하고, 유아들이 원하는 해결방안을 적용하기 위해 또래들의 생각을 분석하는 과정에서 통계를 활용하는 경험을 할 수 있었다. 이는 유아들이 일상생활과 관련된 문제를 해결하기 위해 직접 구체물을 조작하고 활용하는 STEAM 교육을 적용한 수학 활동이 유아의 수학적 문제해결력을 증진시켰다는 연구결과(장미경, 2016)와 같은 맥락이다.

셋째, 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램은 유아의 창의성을 증진하는데 긍정적인 효과가 있다. 이는 유아들이 프로그램의 교수학습 단계의 과정에서 구성물을 놀이에 사용하며 새로운 생각들을 자유롭게 추가하고, 긴 시간 동안 흥미를 유지하며 놀이하는 과정에서 새로운 모습으로 구조물을 변화시키는 경험이 유아의 창의성에 영향을 미친 결과라고 할 수 있다. 유아의 창의성의 하위요인별로 살펴보면 실험집단이 비교집단보다 유창성, 독창성, 제목의 추상성, 정교성, 성급한 종결에 대한 저항, 창의적 강점의 모든 요인에서 유의하게 증진된 것으로 나타났다. 이러한 연구결과는 유아 공학교육에 STEAM 교육을 적용한 프로그램이 유아의 창의성을 향상시켰다는 연구결과(김성현, 2020)와 일치한다. 유아들은 본 프로그램의 교수학습 단계의 경험에서 놀이상황의 실질적인 문제해결을 위해 반복적으로 구성물에 새로운 생각을 적용하고, 놀이에서 새롭게 생각하는 것을 표현하며 주도적으로 시도하는 경험을 하였다. 유아들은 놀이에서 충분한 시간을 가지며 탐색하고 자동차 구성물에 자유롭게 표현하는 과정에서 다양하게 사고하며 유창성을 활용하였다. 유아들은 원하는 구성물을 설계하여 입체적으로 구성물을 구성하여 변화시키는 과정에서 원하는 자동차를 독창적으로 표현하였다. 또한 유아들은 직접 구성하는 자동차의 이름과 가지고 놀이하던 자동차의 흥미가 변화되는 과정을 표현할 때 생각을 함축적으로 표현하는 제목의 추상성을 활용하였고, 지속적으로 자동차를 탐구하며 실제 움직이는 자동차의 기능과 모습을 구성하는 자동차에 표현하며 정교성을 활용하였다. 유아들은 원하는 형태의 자동차를 구성하기 위해 몰입하고 집중하여 자동차 만들기를 성급하게 종결하지 않고 지속하며 창의적인 구성물을 구성하였다. 이는 유아들이 공학설계 과정에서 일상생활의 문제를 새로운 방법으로 시도하고 반복적으로 자신이 생각하는 것을 적용하여 해결방안을 모색하는 경험을 통해 창의성이 발달한다는 연구결과(이수기, 2019)와 맥을 같이 한다.

이상의 결과를 종합해보면 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램이 과학

적 탐구능력, 수학적 문제해결력 및 창의성의 증진에 긍정적인 영향을 주었음을 알 수 있다. 이는 유아들의 놀이에서 발현적으로 시작하는 주제를 유아들이 긴 시간 동안 주도적으로 탐색하며 원하는 구성물을 설계하여 직접 구성하고, 구체물을 조작하며 새로운 생각을 추가적으로 반영하여 수정·보완하는 교수학습 단계의 과정이 유아의 과학적 탐구능력, 수학적 문제해결력 및 창의성을 발달시키는데 기여한다는 것을 보여준다. 본 연구는 유아들이 흥미를 보이는 놀이에서 발현적으로 출발하는 프로젝트 접근법에 유아 공학설계 과정으로 이루어지는 공학적 STEAM 교육을 융합하여 개발한 프로그램을 적용하여 유아의 과학적 탐구능력, 수학적 문제해결력 및 창의성 증진에 효과가 있음을 밝혔다는 점에 의의가 있다. 또한 유아들이 흥미를 보이는 놀이를 지속적으로 지원하기 위해 프로그램의 회기를 구성하지 않고 발현적으로 유아들과 진행해 나가도록 프로그램의 모형을 도출하였고, 유아들이 흥미를 가지는 자동차를 구성하는 놀이를 지원하는 과정으로 프로그램의 효과를 입증하였다는 점에 의의가 있다.

본 연구는 공학적 STEAM 프로그램에 유아들의 발현적인 놀이를 지원하는 프로젝트 접근법을 기반으로 하여 유아들이 흥미를 가지는 구성물을 반복적으로 구성하는 과정에서 유아들에게 발생하는 다양한 문제를 주도적이고 깊이 있게 탐구하며 해결하는 경험을 제공한다는 점에 독창성을 가진다. 또한 기존의 공학적 STEAM 프로그램처럼 계획적으로 준비된 활동으로 진행되는 것이 아니라 유아들의 흥미 있는 놀이를 분석하며 프로젝트 접근법의 교수방법 하에 유아들이 주도적으로 문제상황을 마주치고 이를 해결해나가며 구성물을 구성하는 과정으로 진행되었다는 점에서 차별성이 있다. 본 프로그램은 유아들의 흥미 있는 놀이에서 출발하여 유아들이 흥미를 가지는 구성물을 직접 구성하고, 구성물을 놀이에 지속적으로 활용하는 과정으로 이루어진다는 점에서 2019 개정 누리과정과도 연계되며 적용 가능성을 기대할 수 있다.

본 연구에서의 한계점을 바탕으로 후속 연구에 대하여 제언해보면 다음과 같다. 첫째, 본 연구는 I시 S구의 일부 지역의 공립유치원 만 5세 유아들만을 대상으로 실시하였다. 이에 다양한 지역과 기관의 유아들이나 유아들의 다양한 연령대를 대상으로 후속 연구를 진행할 필요가 있다. 둘째, 본 연구에서 효과를 검증한 과학적 탐구능력, 수학적 문제해결력 및 창의성 변인 외에 다양한 변인으로 효과를 살펴보는 후속 연구가 필요하다. 셋째, 본 연구에서는 누리과정을 기반으로 하는 비교집단만을 선정하였지만, 추가로 공학적 STEAM 프로그램만을 실행하는 비교집단을 선정하여 프로젝트 접근법과 공학적 STEAM 프로그램을 적용하는 세부적인 효과를 살펴보는 후속 연구도 필요하다. 넷째, 본 연구에서 진행한 ‘자동차’ 주제는 공학적 STEAM 교육으로 진행하기에 적절한 주제일 수 있으며, STEAM 교육이 주제에 따라 주요 요소들이 다르게 나타날 수 있다. 이에 다양한 주제로 프로그램의 교수학습 단계를 진행하여 효과를 검증하는 후속 연구가 필요하다. 이러한 한계점에도 불구하고 본 연구는 유아의 발현적인 놀이를 지원하는 프로젝트 접근법에 유아들이 문제해결을 위해 구성물을 직접 구조화시키는 공학적 STEAM 프로그램을 융합한 교수학습 단계를 실행하여 유아들의 과학적 탐구능력, 수학적 문제해결력 및 창의성의 효과를 검증하였다는데 중요한 의의를 가진다. 또한 본 연구는 유아들의 놀이를 지원하는 놀이 중심 교육과정에 다양한 모델을 제시하였고, 창의융합인재 양성을 위한 공학적 STEAM 프로그램을 유아보육현장에 적용하기 위한 교육과정의 개발에 기초자료로 활용되기를 기대한다.

참고문헌

- 교육과학기술부 (2010. 12). **창의인재와 선진과학기술로 여는 미래 대한민국**. <https://www.kucss.or.kr/bbs/data/53239>에서 2022년 8월 20일 인출
- 김민정, 조형숙, 김대옥 (2014). 국내 초등학교 STEAM 교육 연구 현황 분석을 통한 유아교육에서의 방향 탐색. **유아교육학회지**, 34(4), 139-161. <https://doi.org/10.18023/kjece.2014.34.4.007>
- 김성현 (2020). 융합기반 유아 공학교육 프로그램 개발 및 타당화. **한국보육학회지**, 20(4), 41-63. <https://doi.org/10.21213/kjceec.2020.20.4.41>
- 김소향 (2011). 사전설계, 사진, 포트폴리오를 활용한 블록놀이가 유아의 추론능력, 수학적 능력, 창의성에 미치는 효과. **한국영유아보육학**, 69, 191-211.
- 김영채 (1999). **창의적 문제해결: 창의력의 이론, 개발과 수업**. 교육과학사.
- 김은정, 이정옥 (2009). 문제해결에 기초한 유아 기하활동 구성 및 적용효과. **유아교육연구**, 29(121), 31-56. <https://doi.org/10.18023/KJECE.2009.29.1.002>
- 김정희, 정정희 (2018). STEAM 기반 수학교육 활동이 유아의 수학적 문제해결력 및 창의성에 미치는 영향. **사고개발**, 14(4), 41-68. <https://doi.org/10.51636/JOTD.2018.12.14.4.41>
- 김지현 (2012). 역할놀이를 활용한 프로젝트 활동이 유아의 수학적 능력에 미치는 효과. **가정과삶의질 연구**, 30(6), 115-127. <https://doi.org/10.7466/JKHMA.2012.30.6.115>
- 김창복 (1998). 동반자적 부모참여 프로그램에 의한 활동중심 학습이 유치원과 초등학교 1학년 아동의 수학적 능력에 미치는 효과. 중앙대학교 박사학위논문.
- 김태주, 신나리 (2013). 통합적 신체표현활동이 유아의 창의성에 미치는 영향. **한국보육지원학회지**, 9(6), 289-307. <https://doi.org/10.14698/jkce.2013.9.6.289>
- 김희경 (2022). 유아공학교육활동이 유아의 과학적 탐구능력과 창의적 인성에 미치는 효과. 광주교육대학교 석사학위논문.
- 배미경, 황혜정 (2012). 프로젝트 접근법이 유아의 사고력 증진에 미치는 영향. **한국보육지원학회지**, 8(5), 157-177.
- 안효빈 (2019). 프로젝트 기반 학습을 적용한 음악적 창의·융합 역량의 함양: 5~6학년을 대상으로. 서울교육대학교 석사학위논문.
- 유광재, 김지현(2021). ‘얼음’프로젝트가 유아의 과학적 능력, 수학적 능력, 창의성에 미치는 효과. **한국보육지원학회지**, 17(1), 41-63. <https://doi.org/10.14698/jkce.2021.17.01.041>
- 이경민 (2001). 상호작용적 교수법에 의한 과학교육이 유아의 과학적 개념·탐구능력·태도에 미치는 효과. **유아교육연구**, 21(4), 261-283.
- 이경화 (2019). 「2019 개정 누리과정」의 성격과 그 실천을 위한 유아교사의 역량 탐색. **어린이교육비평**, 9(2), 7-33. <https://doi.org/10.26834/kscice.2019.9.2.5>
- 이수기, 윤은경 (2016). STEAM(융합인재교육) 활동이 유아의 과학과정기술과 과학적 문제해결력에 미치는 영향. **한국콘텐츠학회논문지**, 16(5), 746-759. <https://doi.org/10.5392/JKCA.2016.16.05.746>
- 이수기 (2019). 유아를 위한 공학중심 융합인재교육(E-STEAM) 프로그램의 개발 및 효과. **한국콘텐츠**

- 학회논문지, 19(11), 211-225. <https://doi.org/10.5392/JKCA.2019.19.11.211>
- 이정현 (2012). STEAM 교육 적용 수업이 수학적 문제해결력에 미치는 영향. 국민대학교 석사학위논문.
- 장미경 (2016). STEAM(융합) 교육을 활용한 수 교육이 유아의 수학적 소양에 미치는 효과. 충신대학교 석사학위논문.
- 정진현, 김춘화 (2014). 유치원 창의적 공학기술교육 프로그램이 유아의 창의성에 미치는 효과. **한국초등교육**, 25(4), 201-214. <https://doi.org/10.20972/kjee.25.4.201412.201>
- 조경미, 이연승 (2018). 메이커 교육(Maker Education)에 기반을 둔 유아과학교육 프로그램 개발 및 효과. **유아교육연구**, 38(1), 341-366. <https://doi.org/10.18023/kjece.2018.38.1.014>
- 조미정, 안진경 (2009). 쿵을 주제로 한 프로젝트 접근법이 유아의 과학적 탐구능력과 과학적 태도에 미치는 영향. **한국생활과학회지**, 18(3), 631-639. <https://doi.org/10.5934/KJHE.2009.18.3.631>
- 조홍자 (2015). 유아 과학적 탐구능력 검사도구 개발 및 타당화 연구. 전남대학교 박사학위논문.
- 조홍자, 김영옥 (2015). 유아 과학적 탐구능력 검사도구 개발 및 타당화 연구. **열린유아교육연구**, 20(6), 119-154.
- 주현정, 조형숙 (2020). 유아를 위한 모래놀이 연계 A-STEAM 교육프로그램이 유아의 창의성, 과학적 탐구능력, 놀이성에 미치는 영향. **유아교육학논집**, 24(2), 171-199. <https://doi.org/10.32349/ECERR.2020.4.24.2.171>
- 최수현 (2020). 재료 탐색에 기초한 메이커 교육이 유아의 과학적 탐구능력 및 문제해결력에 미치는 영향. 경인교육대학교 석사학위논문.
- 홍혜경 (2017). 융합인재교육을 위한 유아공학교육의 적용에 대한 고찰. **유아교육연구**, 37(4), 157-183. <https://doi.org/10.18023/kjece.2017.37.4.007>
- 홍혜경, 안유경 (2017). 유아의 쌓기 활동에 나타난 공학적 사고와 공학설계 과정. **유아교육연구**, 37(2), 5-31. <https://doi.org/10.18023/kjece.2017.37.2.001>
- 황정숙 (1996). 유아 수학교육의 효과적 지도: 구체물 조작에 의한 활동중심과 학습지에 의한 교사중심 교수방법의 비교 연구. 중앙대학교 석사학위논문.
- Baroody, A. J., & Coslick, R. T. (1998). *Fostering children's mathematical power: An investigative approach to K-8 mathematics instruction*. Lawrence Ealbaum Associates.
- Katehi, L., Pearson, G., & Feder, M. (2009). *Engineering in K-12 Education: Understanding the status and improving the prospects*. National Academies Press.
- Katz, L. G., & Chard, S. C. (1993). The Project Approach. In J. L. Roopnarine & J. E. Johnson (Eds.), *Approaches to early childhood education 2nd ed.* (pp. 209-222). Merrill.
- Martin, D. J. (1999). *Elementary science methods: A constructivist approach* (2nd ed.). Wadsworth Publishing.
- NCTM. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. NCTM.
- Norton, M. I., Mochon, D., & Ariely, D. (2012). The IKEA effect: When labor leads to love. *Journal of Consumer Psychology*, 22(3), 453-460. <https://doi.org/10.1016/j.jcps.2011.08.002>
- Stone-MacDonald, A., Wendell, K., Douglass, A., & Love, M. L. (2015). *Engaging young engineers:*

- Teaching problem-solving skills through STEM*. Paul H. Brookes Publishing.
- Torrance, E. P. (1963). Toward the more human education of gifted children. *Gifted Child Quarterly*, 7(4), 135-145. <https://doi.org/10.1177/001698626300700401>
- Torrance, E. P. (1990). *The Torrance Tests of Creative Thinking norms-technical manual figural (streamlined) forms A & B*. Scholastic Testing Service.
- Urban, K. K. (1991). On the development of creativity on children. *Creativity Research Journal*, 4(2), 177-191. <https://doi.org/10.1080/10400419109534384>
- Ward, C. S. (1993). *Developmental versus academic mathematics education: Effect on problem-solving performance and attitudes toward mathematics in kindergarten children* [Doctoral Dissertation]. Vanderbilt University.
- Yakman, G. (2008). *STEAM education: An overview of creating a model of integrative education*. Pupil's Attitudes Towards Technology (PATT-19) Conference: Research on Technology, Innovation, Design & Engineering Teaching. Salt Lake City, Utah.

논문투고 : 23.02.16.
수정원고접수 : 23.07.11.
최종게재결정 : 23.08.07.