

유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램 개발 및 적용: 발현적 교육과정을 중심으로*

Development and Application of an Engineering-Focused STEAM Program Based on a Project Approach for Young Children: The Emergent Approach

1차원고접수: 2023.01.08. 수정원고접수: 2023.02.20. 최종게재결정: 2023.03.08.

유광재¹ · 김지현²

¹명지대학교 아동학과, 박사

²명지대학교 아동학과, 교수

Yu, Kwangjae¹

Kim, Jihyun¹

¹Dept. of Child Development and Education, Myongji University

국문초록 본 연구는 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램을 개발·적용하여 유아의 과학적 탐구능력과 수학적 문제해결력 및 창의성의 변화를 살펴보는 데 목적이 있다. 프로그램을 개발하기 위해서 문헌고찰과 요구도 조사를 진행하였으며, I시 S구에 위치한 P공립 유치원 만 5세 유아 21명을 대상으로 2022년 4월 18일부터 6월 10일까지 매일 오전 일과 시간에 유아들과 선정된 '자동차'를 주제로 총 8주 동안 적용하였다. 프로그램 적용과정에서 자료를 수집하여 질적으로 분석하였으며, 프로그램 적용 시점에 따른 변화를 살펴보기 위해 관찰 체크리스트를 통해 수집한 양적 자료들을 반복측정 분산분석을 실시하여 분석하였다. 본 프로그램은 프로젝트 접근법 모형과 유아 공학설계 과정 모형을 융합한 교수학습단계로 구성된 주제선정 및 사전경험 파악하기의 문제탐색 단계, 문제탐구 및 해결의 설계 단계, 시도 단계, 해결책 단계, 문제해결과정을 공유하는 공유 단계로 진행되도록 개발되었다. 질적 자료와 양적 자료의 분석결과 유아들이 자동차를 구체적으로 탐색하며 조작하여 구성하는 과정과 새로운 구성물로 변화시키는 기회를 통해 과학적 탐구능력과 수학적 문제해결력, 창의성에서 긍정적인 변화가 관찰되었다. 본 연구결과는 유아 놀이중심 교육과정에 있어 창의융합인재 양성을 위한 모델 중 하나로 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램을 제시하였으며, 향후 유아보육·교육현장에 공학적 STEAM 프로그램 운영을 위한 교육과정 개발의 자료로 활용될 수 있다.

주요어 유아 대상 공학적 STEAM 교육, 프로젝트 접근법, 과학적 탐구능력, 수학적 문제해결력, 창의성

Abstract This research aims to develop and apply an engineering-focused STEAM program based on a project approach to examine changes in young children's scientific inquiry ability, mathematical problem-solving ability, and creativity. A literature review and a demand survey on the theme of "cars" were conducted in P public kindergarten located in S-district, I city for eight weeks on 21 five-year-old children. The data were analyzed qualitatively, and to examine the changes from the program, the quantitative observation checklist data were analyzed by conducting repeated measures ANOVA. This program combined the project approach model and the early childhood engineering design process model to the teaching-learning stages: the exploration stage of topic selection and grasping prior experience, the design stage of problem solution exploration, the trial stage, the solution stage, and the problem-solving process sharing stage. Based on the analysis of collected data, the exploring, operating, and constructing the car and the opportunity to transform it into a new structure brought positive changes in young children's scientific inquiry ability, mathematical problem-solving ability, and creativity. These results suggest the engineering-focused STEAM program as one of the models for fostering creative-convergence talents and provides data for developing a curriculum to operate an engineering-focused STEAM program in early childhood care and education.

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

* 본 연구는 제 1저자의 명지대학교 박사학위논문을 수정·보완한 것이며, 한국인간발달학회 2022년 추계학술대회 포스터 논문을 확장한 것임.

Corresponding to 김지현 (Kim, Jihyun)

명지대학교 아동학과, 교수 (Dept. of Child Development and Education, Myongji University) E-mail. jihyunkim@mju.ac.kr

Copyright © 2023 The Korean Association of Human Development. All rights reserved.

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

현대사회에서는 여러 영역의 지식을 활용하여 새로운 것을 창안해내며 다양한 문제해결의 방안을 제시할 수 있는 창의융합인재 양성에 관심이 높아지고 있다. 창의융합인재에게 필요한 창의융합적 사고는 창의적이고 융합적인 사고의 복합어로, 기존에 형성된 지식을 사용하는 데 있어 단일 영역에 국한하지 않고 다양한 영역의 지식을 활용하며 유연하고 독창적인 사고를 하는 과정을 일컫는다(이유진, 2020). 창의융합적 사고를 발달시키기 위해서는 일상생활에서 발생하는 문제를 기존과 다른 새로운 대안을 제시하며 해결하는 과정을 통해 창의적이고 융합적인 사고로 문제를 해결하는 능력을 기를 수 있어야 한다(김동희, 김민경, 2016). 유아들은 흥미를 느끼는 놀이에 능동적이고 주도적인 참여를 통해 몰입하는 경험을 하며, 놀이에서 일어나는 문제를 해결하기 위해 복합적인 사고를 활용하여 새로운 대안을 제시하며 해결책을 찾는다. 이에 유아들이 흥미를 느끼는 일상의 놀이를 통해 다양한 문제 상황을 경험하고 융합적인 사고와 창의적인 사고를 활용하여 문제를 해결할 수 있는 교육과정이 필요하다.

유아들은 놀이에서 일어나는 문제를 해결하기 위해 궁금한 것을 스스로 탐구하고, 해결책을 찾는 과정에서 수학적 기술들을 활용하며, 새로운 해결방안을 제시하여 적용해볼 수 있다. 유아들은 일상의 놀이에서 문제를 인식하고, 가설을 설정하여 결과를 도출하는 전체의 과정에 과학적 탐구능력을 활용한다(Martin, 2000). 수학적 문제해결력은 유아들이 놀이에서 직면하는 다양한 문제에 사전에 습득한 수학적 지식과 기술을 적용하여 문제를 해결하게 한다(백석운, 1993). 창의성은 발생하는 문제를 유아가 해결하기 위해 새롭고 다양한 방식으로 문제해결에 접근하여 새로운 해결책을 제시하게 한다(하순련, 2016). 이에 유아들이 일상의 놀이에서 발생하는 문제에 주도적으로 참여하여 해결하는 과정에서 과학적 탐구능력과 수학적 문제해결력 및 창의성

을 활용하는 프로그램을 개발할 필요가 있다.

유아들에게 일상에서의 문제해결을 위해 수·과학의 융합적 사고와 창의적 문제해결력을 발달시키는 교육으로 STEAM 교육이 대두되고 있다. STEAM 교육은 과학(Science), 기술(Technology), 공학(Engineering), 예술(Arts), 수학(Mathematics)으로 구분되었던 전통적인 교과를 하나로 융합하는 교육과정이다(Yakman, 2008). 한국과학창의재단(2016)은 STEAM 교육이 과학기술을 다양한 분야와 연결하여 이해와 흥미를 높일 수 있어 창의적이며, 복합적인 문제해결을 위한 융합적인 소양을 기르는 교육이라고 하였다. 유아들은 STEAM 교육을 통해 직면한 문제에 다양한 영역의 지식을 연결하여 융합하는 융합적 사고와 창의적인 사고를 활용하여 새로운 해결방안을 제시하게 한다(김형재, 송민서, 홍순옥, 2016). STEAM 교육은 일상에서 일어나는 문제의 해결에 수·과학적 지식을 융합하여 새로운 방안을 제안하며 해결하게 한다(박현주 등, 2012). 이는 STEAM 교육이 유아의 일상에서 발생하는 문제의 해결에 과학적이고 수학적 사고와 창의성을 활용한다는 것을 의미한다.

유아들은 일상의 놀이에서 필요한 것들을 직접 구성하고 놀이상황에 맞게 변형시켜 문제를 해결하는 과정을 반복하며 놀이한다. 유아들은 일상적인 놀이에서 다양한 문제 상황에 직면하며 발생하는 문제를 해결하기 위해 공학의 기초기술을 사용하고 있다(Stone-MacDonald, Wendell, Douglass, & Love, 2015). 공학은 일상적인 유아들의 놀이에서 발생하는 실질적인 문제의 해결에 초점을 두어 접근하게 하며, 문제를 해결하는 과정에 여러 관련 지식을 활용하게 한다(홍혜경, 2017). 한국과학창의재단(2012)은 유아들이 일상생활에서 다양한 문제해결에 창의적인 설계를 활용하는 경험이 문제해결력을 높이고, 공학적 요소를 적용하여 창의적으로 설계하는 것이 필요하다고 하였다. 이는 유아들의 일상에서 발생하는 문제를 해결하는데 공학적 요소를 활용하는 공학 중심의 STEAM 교육이 필요함을 시사한다.

공학 중심의 공학적 STEAM 교육은 유아들이 일상에서 필요로 하는 것을 표상하여 직접 구성물을 구성

할 수 있게 한다. 공학적 STEAM 교육은 공학적 사고와 기술을 기반으로 유아들이 일상의 문제를 해결하는 과정에 창의적인 설계를 적용하여 구성물을 지속적으로 수정·보완하며 문제를 해결하는 능력을 키우는 교수학습방법이다(홍혜경, 2017). 유아에게 공학적 STEAM 교육은 구성물을 구성하는 과정을 흥미 있는 놀이로 접근하게 하여 문제해결을 위한 기술을 활용하고 경험하며 학습이 이루어지게 한다(Park, Park, & Bates, 2018). 공학적 STEAM 교육은 유아 공학설계 과정 모형의 단계에 따라 유아들이 일상의 문제를 해결하기 위해 아이디어를 제안하여 시도하고, 합리적인 방안을 모색하기 위해 주도적으로 탐구하는 과정을 지속한다(National Research Council, 2012). 따라서 유아를 대상으로 하는 공학적 STEAM 교육은 유아들의 놀이에서 발생하는 문제를 해결하기 위해 유아가 흥미를 느끼고 반복적으로 시도하며 능동적으로 참여하는 과정을 경험하도록 지원할 필요가 있다.

본 연구에서는 유아가 흥미를 보이는 발현적인 놀이에서 원하는 구성물을 설계하여 구성하며 수·과학적 지식을 활용하고, 구성물을 놀이에 직접 활용하며 창의적인 사고들을 적용하는 공학적 STEAM 프로그램을 개발하고자 한다. 유아들은 일상의 놀이에서 흥미 있는 문제를 해결하기 위해 수·과학의 융합적 사고와 창의적인 사고가 통합적으로 활용되는 공학적 사고를 적용한다(Stone-MacDonald et al., 2015). 또한 유아들은 놀이에서 구체적으로 조작해보는 경험을 통해 수·과학적 기초개념을 습득한다(오인정, 김지현, 2017). 유아들의 놀이와 발달에 맞는 활동으로 이루어지는 공학적 경험은 수·과학과 공학의 기초개념뿐만 아니라 실재를 활용하여 새로운 아이디어를 산출하게 한다(홍혜경, 2017).

공학적 STEAM 교육의 관련 선행연구를 살펴보면, 유아들이 자유롭게 구성하는 쌓기 활동과 설계를 적용하여 구성하는 쌓기 활동을 비교 분석한 연구에서는 설계를 적용하여 구성하는 쌓기 활동에서 공학설계 과정과 공학적 사고의 모든 요소가 나타난다는 것을 검증하였다(홍혜경, 안유경, 2017). 이러한 연구결과를 통해 홍혜경(2017)은 유아가 일상의 문제를 해결하는데 공학

이 중심이 되는 공학적 STEAM 교육의 유아 공학설계 과정 모형을 구성하였다. 그리고 유아 공학설계 과정의 단계로 공학적 STEAM 프로그램을 개발하여 그 효과를 검증한 연구는 유아의 의사소통능력, 인지능력, 과학적 탐구능력 및 문제해결력, 과학유능감, 그리기표상능력, 창의성 및 창의적 인성에 긍정적인 효과가 있었다는 연구(김성현, 2020; 김희경, 2022; 이수기, 2019)가 있다. 이상의 선행연구 외에는 유아를 위한 공학적 STEAM 프로그램 연구가 충분히 진행되지 못한 실정이며, 개발된 선행 프로그램도 유아 공학설계 과정 모형 단계를 한 회기 동안 각각 이루어지도록 구성되어 유아들이 충분한 시간 속에서 일상의 문제를 주도적으로 해결하며 적용해보는 것에 한계가 있었다. 또한 유아들의 일상과 관련되는 문제 상황에서 유아가 스스로 문제를 인식하고 해결해보도록 하는 과정이 아니라 일방적인 자료제시를 통해 문제를 인식하도록 하고, 문제해결을 위해 제한적인 자료를 사용하여 유아가 다양하게 시도하며 문제를 해결해보는 기회를 제공하기에는 부족하였다. 유아를 대상으로 하는 공학적 STEAM 교육은 일상생활과 연관된 문제를 해결해보도록 하는 접근이 중요하고, 유아가 원하거나 필요로 하는 것에서 문제를 인식하여 공학적 기술과 사고를 활용하며 지속적으로 탐구할 수 있는 시간을 제공해야 한다(홍혜경, 2017). 이는 유아들이 흥미를 느끼는 일상의 놀이에서 발생하는 문제를 충분한 시간을 통해 깊이 있게 탐색하며 주도적으로 해결하는 과정을 지원하는 유아 대상 공학적 STEAM 프로그램의 개발될 필요성을 제기한다.

유아들의 흥미 있는 놀이에서 주제를 선정하여 유아들이 능동적으로 참여하며, 주도적으로 문제해결방안을 시도하는 발현적 교육과정으로 프로젝트 접근법이 있다. 프로젝트 접근법은 유아가 일상의 문제에 호기심 갖고 비형식적인 방법을 통해 스스로 해결해볼 수 있는 기회를 제공하며, 유아가 생각하는 해결책을 다양하게 시도해볼 수 있도록 하는 교수학습방법이다(Katz & Chard, 1993). 선정한 주제로 유아들과 프로젝트 접근법을 진행하며 문제해결을 위해 스스로 탐구하는 과정에서 유아의 과학적 탐구능력에 긍정적인 효과가 있었

으며(김경자, 2007), 흥미 있는 역할놀이에서 수학적 지식을 활용하여 문제를 해결하며 수학적 능력이 긍정적으로 변화되었다(김지현, 2012). 또한 프로젝트 접근법을 통해 유아가 주도하며 새로운 문제해결방안을 제시하고 시도하는 과정에서 창의성이 발달하였다(구성수, 2003). 따라서 발현적 교육과정의 프로젝트 접근법은 유아들의 일상적인 놀이에서 발생하는 문제를 유아가 주도적으로 해결하는 과정에서 유아의 과학적 탐구 능력과 수학적 문제해결력 및 창의성에 긍정적인 효과를 미칠 것으로 예상할 수 있다.

본 연구에서는 유아들이 일상의 놀이에서 발생하는 문제의 해결에 깊이 있게 탐구하며 주도적으로 해결 방법을 시도할 수 있는 공학적 STEAM 프로그램을 개발하기 위해 프로젝트 접근법 모형(Katz & Chard, 1993)과 공학적 STEAM 교육의 유아 공학설계 과정 모형(홍혜경, 2017)을 융합하여 적용하고자 한다. 프로젝트 접근법은 도입에서 유아들과 주제를 선정하여 사전경험을 파악하고, 전개에서 발견한 문제를 탐구하여 해결 방안을 시도하여 해결하며, 마무리에서 문제의 해결 과정을 공유하는 과정으로 역동성과 순환성을 가지며 진행된다(하순련, 서현아, 2016). 공학적 STEAM 교육의 유아 공학설계 과정 모형은 문제탐색 단계, 설계 단계, 시도 단계, 해결책 단계, 공유 단계의 5단계로 유아들이 문제 상황을 해결하기 위해 창의적으로 설계하여 구성물을 구성하며, 수정·보완하는 과정에서 최적의 해결방안을 찾아 구성물을 완성한다(홍혜경, 2017). 홍혜경(2017)은 발현적 교육과정의 프로젝트 접근법과 같은 일상의 놀이상황에서 깊이 있게 탐구할 수 있는 활동에 체계적인 공학설계 과정이 적용될 필요성이 있으며, 실질적인 적용 가능성을 모색하는 과정이 요구된다고 하였다. 이에 유아들이 놀이에서 흥미를 느끼는 주제를 선정하여 주도적으로 탐색하며 새로운 문제해결방안을 제시할 수 있는 프로젝트 접근법에 기반하여 유아들이 발생하는 문제를 해결하기 위해 구체물을 설계하여 직접 구조화시킬 수 있는 공학적 STEAM 프로그램을 개발하고 적용해볼 필요성을 제기한다.

이에 본 연구에서는 유아들의 능동적인 참여를 이끌

수 있는 프로젝트 접근법을 기반으로 유아들이 흥미 있는 구성물을 직접 구성하며 수정·보완할 수 있는 공학적 STEAM 프로그램을 개발하고자 한다. 본 프로그램은 유아들이 놀이에서 흥미 있어 하는 발현적인 주제를 깊이 있고 지속적으로 탐구하며 발생하는 문제의 해결에 유아 공학설계 과정을 적용하여 원하는 구성물을 구성하는 놀이와 확장 활동으로 진행되는 과정에서 유아의 과학적 탐구능력과 수학적 문제해결력 및 창의성의 변화과정을 살펴보고자 한다. 결론적으로 본 연구는 유아의 놀이에서 발현적으로 시작하는 주제를 유아가 주도적으로 탐구하는 과정에서 발생하는 문제를 해결하기 위해 구성물을 설계하여 유아가 직접 구성하고 새로운 생각을 적용하며 변화시키는 공학적 STEAM 프로그램의 모형을 제시하고자 한다. 이는 유아에게 발달적으로 적합한 공학적 교수학습방법을 제공하고 미래 사회의 창의융합인재 양성과 공학적 STEAM 교육의 활성화를 위한 기초자료로 기여할 것으로 기대한다.

2. 연구문제

연구문제 1. 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램 구성(목적, 내용요소, 교수학습방법, 평가)은 어떠한가?

연구문제 2. 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램을 경험한 유아의 과학적 탐구 능력과 수학적 문제해결력 및 창의성의 변화는 어떠한가?

II. 연구방법

1. 연구대상

본 프로그램의 개발을 위해 유아교육현장의 구성놀이와 STEAM 교육의 실태와 교사의 인식 및 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램의 요구도를 알아보려고 어린이집과 유치원에 근무하는 유아

만 3~5세 담임교사 5명을 대상으로 요구도 조사를 실시하였다. 또한 I시에 위치하는 P공립 유치원 만 5세 21명(남아 9명, 여아 12명, 평균 월령 5년 9개월)을 연구대상으로 선정하였고, 유아의 가정에 연구의 목적과 내용에 대한 안내문과 동의서를 발송하여 동의를 받은 후 연구자가 유아들에게 프로그램을 실시하였다.

2. 측정도구

본 프로그램에서 사용된 도구는 연구자가 개발한 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램 모형과 요구도 조사를 위한 교사 면담지가 활용되었다. 또한 프로그램을 실시하며 연구자가 작성한 연구일지, 유아 놀이 관찰일지, 담임교사 면담, 사진 촬영 및 녹음, 유아 표상 및 구성 결과물의 질적 자료와 유아의 과학적 탐구능력과 수학적 문제해결력 및 창의성의 변화를 알아보기 위해서 담임교사가 실시한 관찰 체크리스트의 양적 자료를 활용하여 분석하였다.

1) 프로그램 개발을 위한 요구도 조사 구성

본 연구에서는 프로그램을 개발하기 위해 교사면담을 통해 요구도 조사를 진행하였다. 교사면담을 위한 질문의 내용 구성은 공학적 STEAM의 대표적인 사례로서의 구성놀이 지원 계획과 실행에서의 어려운 점, 구성놀이의 지원 방법, STEAM 프로그램에 대한 교사의 인식 및 교육 참여 경험, 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램의 필요성 및 운영방법 등에 관한 내용으로 이루어졌다. 교사면담에서 구성놀이의 실태에 관해 질문한 것은 공학적 STEAM 프로그램이라는 용어에 대해 적절하게 반응하지 못할 가능성에 대비하여 공학적 STEAM으로 발전 가능성이 높은 놀이로 구성놀이를 생각했을 때 교사들이 친숙하게 답변할 수 있을 것으로 기대했기 때문이다. 교사면담은 아동학과 교수 1인과 보육현장의 경력을 소지하고 아동학을 전공한 박사 2인에게 내용 타당도를 검증받았다.

2) 프로그램 적용 과정에서 수집된 질적 자료 구성

유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램이 진행되는 과정에서 연구일지, 유아 놀이 관찰일지, 담임교사 면담, 사진 촬영 및 녹음, 유아 표상 및 구성 결과물의 질적 자료가 수집되었다. 연구자가 작성한 연구일지는 개발된 프로그램의 교수학습 단계의 진행 과정과 유아들의 흥미에 맞는 놀이 지원 방법의 적합성 등에 대한 반성적 사고를 통한 고민이 기술되었다. 유아 놀이 관찰일지는 유아들의 하루 일과에서 자발적으로 주제와 관련된 놀이가 진행되는 상황에서 유아들의 행동과 반응을 관찰하여 작성하였다. 담임교사 면담은 프로그램의 진행 과정에서 유아들의 과학적 탐구능력과 수학적 문제해결력 및 창의성의 변화과정과 유아들의 놀이 지원 상황에 관한 담임교사의 인식을 알아보기 위해 매주 프로그램이 끝나고 연구자와 진행되었다. 사진 촬영 및 녹음은 프로그램을 진행하는 과정에서 유아들의 놀이와 유아들과 이야기 나눈 상호작용을 촬영하고 녹음하였으며, 주제와 관련된 유아들의 표상과 설계한 그림 자료 및 구성물은 사진으로 촬영하여 자료화하였다.

3) 과학적 탐구능력, 수학적 문제해결력, 창의성 체크리스트 구성

유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램이 진행되는 8주 동안 담임교사가 과학적 탐구능력과 수학적 문제해결력 및 창의성에 대한 관찰 체크리스트를 1주, 4주, 8주에 총 3회에 걸쳐 실시하였다. 유아 관찰 체크리스트 문항구성은 과학적 탐구능력 6문항, 수학적 문제해결력 6문항, 창의성 5문항으로 총 17문항으로 구성하였다. 과학적 탐구능력 6문항과 창의성 5문항은 김준희와 김지현(2019)이 유아 관찰 체크리스트로 구성한 문항을 사용하였고, 수학적 문제해결력은 Ward(1993)가 개발하고 김창복(1998)이 수정·보완하여 사용한 수학적 문제해결력 검사도구의 하위요인 중에서 대표되는 문항 6개를 추출하여, 일과에서 담임교사가 유아를 관찰하여 측정할 수 있는 문항으로

재기술하여 구성하였다. 유아 관찰 체크리스트는 5점 Likert 척도를 사용하여 1점(전혀 그렇지 않다)에서 5점(매우 그렇다)으로 평정하도록 구성하였다. 점수의 범위는 과학적 탐구능력 6점~30점, 수학적 문제해결력 6점~30점, 창의성 5점~25점으로 점수가 높을수록 각 변인의 향상이 관찰되었다는 것을 의미한다. 문항구성에 대한 내용 타당도는 아동학과 교수 1인과 보육현장의 경력을 소지하고 아동학을 전공한 박사 2인에게 검토를 받아 최종 관찰 체크리스트를 구성하였다.

3. 연구절차

본 연구에서 개발한 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램은 ADDIE 모형의 분석(Analysis), 설계(Design), 개발(Development), 실행(Implementation), 평가(Evaluation) 5단계에 의해 개발되었다. 프로그램을 개발하기 위해 문헌고찰과 요구도 조사를 진행하였으며, 예비프로그램의 모형 시안을 구성하여 아동학과 교수 1인과 아동학을 전공한 박사 2인, 아동학 박사과정에 있는 어린이집 원장 1인에게 검토를 받았다. 설계한 예비프로그램의 적용 가능성을 확인하기 위해 2022년 1월 10일부터 2월 11일까지 만 5세 유아 20명을 대상으로 예비연구를 진행하였으며, 아동학과 교수 1인과 아동학을 전공한 박사 2인의 협의 과정을 통해 최종 프로그램 모형을 개발하였다. 개발된 프로그램은 2022년 4월 18일부터 6월 10일까지 만 5세 유아 21명에게 연구자가 직접 적용하였다. 프로그램을 실험집단 유아들에게 적용하며 수집된 질적 자료와 양적 자료를 통해 유아의 과학적 탐구능력과 수학적 문제해결력 및 창의성의 변화를 분석하여 효과검증을 실시하였다.

4. 자료분석

본 연구에서는 프로그램을 진행하며 수집한 질적 자료와 양적 자료를 분석하였다. 질적 자료는 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램을 실험집단 유아들과 경험하는 기간 동안 연구자가 반성적

사고를 통해 작성한 연구일지, 유아 놀이 관찰일지, 담임교사 면담, 사진 촬영 및 녹음, 유아 표상 및 구성 결과물이다. 수집된 질적 자료는 Bogdan과 Biklen(2010)의 귀납적 자료 분석 방법에 따라 자료를 조직하고 검토하여 분류하는 과정을 거치고, 자료에서의 관련성을 찾아 수집과 함께 기록하고 정리하여 분석하였다. 연구자가 작성한 연구일지와 유아 놀이 관찰일지, 담임교사 면담, 녹음 자료는 전사하고, 사진 촬영으로 수집된 자료와 함께 연구의 효과와 관련된 내용으로 분류하였으며, 분류한 자료들은 주제에 따라 상위 목록으로 범주화하고 범주에 들어가는 내용을 추출하여 재분류하는 과정을 통해 해석하였다. 자료분석의 타당도를 확보하기 위해 연구일지, 담임교사 면담, 유아 놀이 관찰일지와 같이 3가지 이상의 방법으로 자료를 수집하여 검증하는 삼각검증법을 실시하였다. 양적 자료는 프로그램이 진행되는 과정에서 담임교사에 의해 총 3회 유아 관찰 체크리스트로 측정된 자료를 SPSS Window 25.0을 이용하여 반복측정 분산분석(Repeated measures ANOVA)을 실시하여 분석하였다.

III. 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램 개발

유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램은 ADDIE 모형에 근거하여 개발하였다. ADDIE 모형 단계는 분석, 설계, 개발, 실행, 평가의 5단계로 구성되었다. 분석 단계에서는 유아의 과학적 탐구능력과 수학적 문제해결력, 창의성과 공학적 STEAM 교육, 프로젝트 접근법 관련 연구를 고찰하였고, 어린이집과 유치원의 현직교사를 대상으로 교사면담을 통해 요구도 조사를 진행하였다. 설계 단계에서는 예비프로그램 모형 시안을 구성하여 전문가 협의를 통해 검토하였으며, 개발 단계에서는 예비프로그램 모형을 실시하고 전문가 협의를 통해 검토하여 프로그램 모형의 최종안을 구성하였다. 실행 단계에서는 최종 구성된 프로그램을

연구자가 실험집단 유아들에게 적용하였으며, 평가 단계에서는 프로그램을 진행하며 수집된 연구일지, 유아 놀이 관찰일지, 답임교사 면담, 사진 촬영 및 녹음, 유아 표상 및 구성 결과물의 질적 자료와 답임교사가 측정한 관찰 체크리스트의 양적 자료를 통해 유아의 과학적 탐구능력과 수학적 문제해결력 및 창의성의 변화를 분석하여 효과검증을 실시하였다. 각 단계별 프로그램 개발 절차 개요는 그림 1과 같다.

1. 예비프로그램 준비 및 요구분석

1) 문헌고찰

발현적 교육과정을 적용한 공학적 STEAM 교육 관련 연구가 이루어지지 않아 공학적 STEAM 교육에 관한 선행연구(김성현, 2020; 김희경, 2022; 이수기, 2019; 홍혜경, 2017; 홍혜경, 안유경, 2017)를 중심으로 공학적 STEAM 교육의 목표, 내용구성, 교수학습방법, 평가의 측면을 살펴보았다. 첫째, 기존 선행연구에서 강조하는

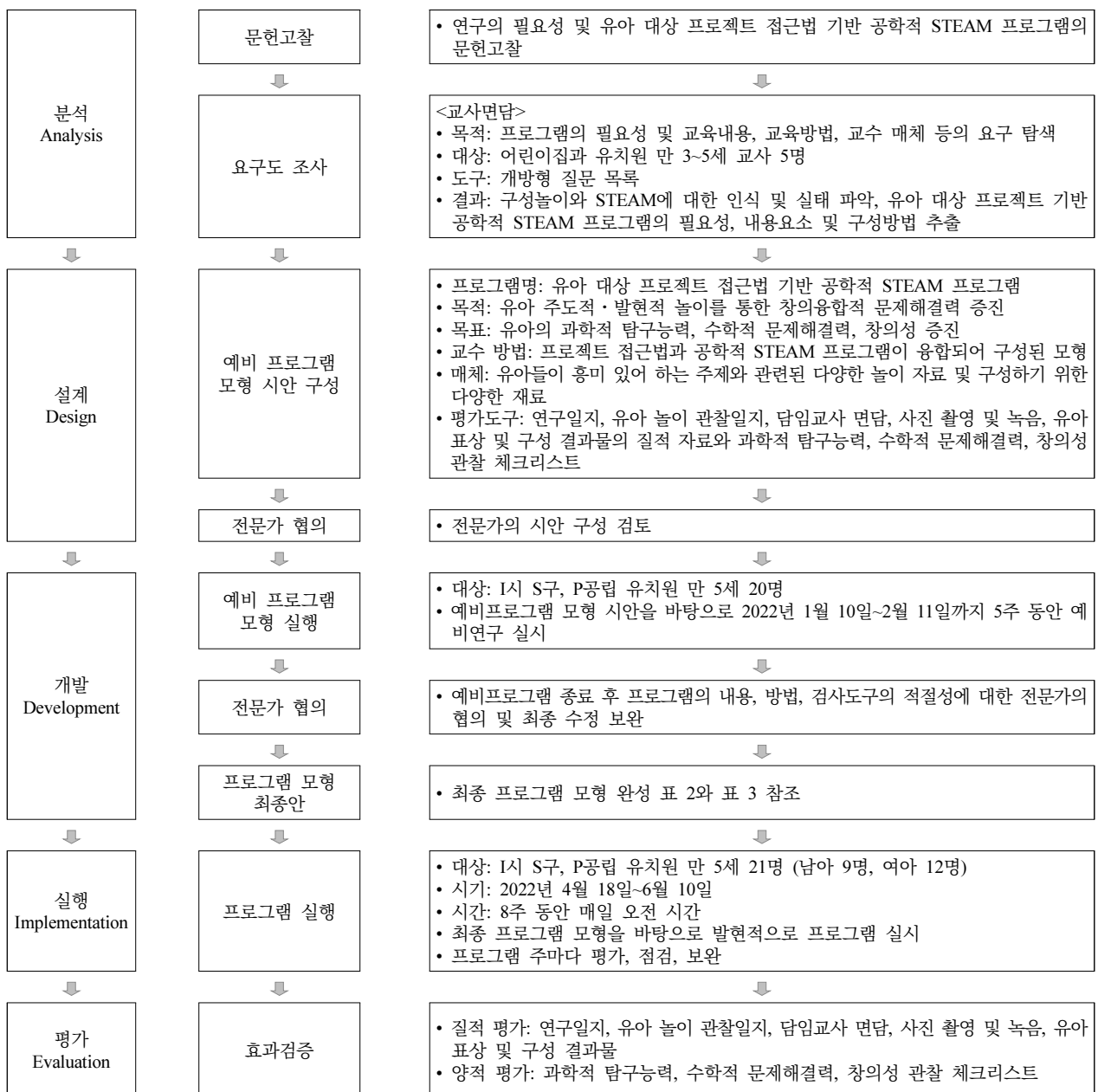


그림 1. 프로그램 개발 절차 개요

목표는 과학적 능력, 창의성, 인지능력, 그리기표상능력과 같은 인지적 관점에 관한 연구가 있었다. 이에 유아들이 흥미를 느끼는 발현적인 놀이에서 구성물을 구성하고 반복적으로 수정하며 문제를 해결하는 공학적 STEAM 교육의 목표를 과학적 탐구능력과 수학적 문제해결력 및 창의성의 증진으로 선정할 수 있음을 확인하였다. 둘째, 공학적 STEAM 교육은 일상의 문제해결을 위해 발생하는 현상을 탐구하는 과학적 사고와 수학적 관계를 적용하는 수학적 사고, 그리고 새로운 생각을 만들어 내는 창의적 사고를 활용한다(Stone-MacDonald et al., 2015). 따라서 본 연구에서는 유아들이 흥미를 느끼는 일상의 놀이에서 원하는 구성물을 구성하며 발생하는 문제를 해결하는 과정을 통해 과학적 탐구능력과 수학적 문제해결력 및 창의성을 발달시키고 활용하는 내용요소로 선정할 필요가 있다. 셋째, 기존 선행연구의 교수학습방법에서도 다양한 교수학습방법을 적용하려 하였으나 교사가 문제 상황을 설정하고, 제시된 재료와 시간 안에서 문제를 해결하도록 하여 충분한 탐색이 이루어지기에는 제한적이었다. 공학적 STEAM 교육은 일상의 문제를 유아가 스스로 인식하고 해결하기 위해 주도적으로 탐색하는 과정이 필요하다(National Research Council, 2012). 그러므로 유아의 흥미 있는 놀이에서 유아가 스스로 문제를 인식하고 해결하기 위해 지속적인 지원이 가능한 프로젝트 접근법의 교수학습방법을 적용할 필요가 있다. 넷째, 선행연구의 평가에서는 공학적 STEAM 교육의 양적 분석을 통한 평가가 주로 이루어졌다. 연구의 세밀하고 심층적인 평가를 위해서는 다양한 분석 방법과 프로그램의 진행 과정의 단계적인 접근을 통한 질적 평가와 양적 평가를 병행하는 것이 필요하다(Greene, Caracelli, & Graham, 1989). 이에 본 연구에서는 질적 평가와 양적 평가를 병행하고자 한다.

2) 요구도 조사

유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램에 대한 의견과 제안점을 알아보기 위해 어린이

집과 유치원 교사 5명을 대상으로 교사면담을 통한 요구도 조사를 실시하였다. S시와 I시에 위치한 어린이집 교사 3인과 유치원 교사 2인을 2022년 1월 3일부터 1월 7일까지 1주 동안 약속을 통해 해당 기관에 방문하거나 별도의 공간에서 만나 면담을 실시하였다. 면담결과 구성놀이를 위해 유아들의 흥미에 맞춰 다양한 재료를 계획하여 준비해주려고 하지만 기관의 준비된 놀이 자료가 한정적이고, 교사가 혼자서 많은 유아의 놀이를 관찰하고 파악하여 준비할 수 있는 시간도 부족하다고 하였다. 구성놀이의 지원 방법에서는 교사가 일방적으로 놀이 자료를 제공하는 것보다 유아들이 원하는 놀이 자료를 제공하는 것이 바람직하다고 인식하였으며, 유아들이 흥미 있어 하는 하나의 주제로 구성놀이가 확장된다면 유아들끼리 주제에 관한 생각을 상호작용하며, 깊이 있는 탐구를 통해 구체적인 지식을 형성할 수 있을 것이라 기대하였다. 또한 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램에 대해서는 유아들이 흥미 있는 구성물을 설계하고 수정하는 과정이 이루어져 유아들의 창의성을 기를 수 있으며, 프로그램의 진행 과정에 참여해보고 싶어 하는 관심도가 높았다.

2. 프로그램 설계

1) 예비프로그램 모형 시안 구성

예비프로그램 모형 시안 구성은 문헌고찰과 요구도 조사를 바탕으로 개발하였다. 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램은 Katz와 Chard(1993)의 프로젝트 접근법 모형과 홍혜경(2017)의 유아 공학설계 과정 모형을 기반으로 하였다. 예비프로그램의 교수학습 단계는 주제선정 및 사전경험 파악의 문제탐색 단계, 문제탐구 및 해결의 설계, 시도, 해결책 단계, 문제해결과정 공유의 공유 단계로 구성되었다. 구성된 교수학습 단계는 유아들이 흥미를 느끼는 발현적인 주제를 탐색하며 원하는 구성물을 설계하여 구성하기를 시도하고, 구성된 결과물을 활용하여 필요에 따라 반복적으로 수정·보완하며 해결책을 찾는 과정에서 과학적 탐

구능력, 수학적 문제해결력, 창의성의 내용을 경험하도록 시안을 구성하였다.

2) 예비프로그램 모형 시안에 대한 전문가 협의

예비프로그램 모형 시안에 대한 전문가 협의 과정은 아동학과 교수 1인과 아동학을 전공한 박사 2인, 아동학 박사과정에 있는 어린이집 원장 1인에게 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램 예비모형에 대한 피드백을 받았다. 전문가 협의를 통해 논의된 내용은 첫째, 유아들이 원하는 놀이 자료 지원을 통해 구성물을 구성하며 발생하는 문제들을 해결하기 위해 설계하고 구성을 시도하여 해결책을 제시하는 교수학습의 단계들이 명확하게 나타날 수 있도록 지원해야 한다는 것을 강조하였다. 둘째, 유아들의 표상을 통해 설계하여 구성물을 구성하기 위해서 교사가 유아들의 생각을 구체적으로 이해할 필요성이 강조되었다. 셋째, 하루일과 중 유아들의 흥미 있는 놀이가 자유롭게 이루어지는 오전 자유 놀이 시간대에 유아들과 함께 놀이하며 진행하도록 하는 것이 강조되었다. 넷째, 유아들이 원하는 구성물을 구성하는 과정에서 또래들과의 갈등을 예방하고 유아들의 의견을 최대한 반영하기 위해서 구성하기 전 구성물의 위치를 유아들과 논의를 통해 진행하는 것이 적절할 것이라고 협의가 이루어졌다. 다섯째, 대·소집단 및 가정연계활동 등의 다양한 교육방법들을 지원하여 유아들이 흥미를 갖고 놀이에서 구성하고 싶은 구성물을 구성하여 변화시키는 경험할 수 있도록 하는 것이 중요하다는 것을 강조되었다.

3. 프로그램 개발

1) 예비연구

예비프로그램 모형이 유아의 과학적 탐구능력과 수학적 문제해결력 및 창의성 증진의 적용 가능성을 확인하기 위해 2022년 1월 10일부터 2월 11일까지 5주 동안 예비연구를 실시하였다. 연구대상 유아와 같은 I시 S구에 위치한 P공립 유치원 만 5세 유아 20명을 대

상으로 하였으며, 유아들이 흥미 있어 하는 ‘가게 놀이’를 주제로 간식을 먹은 후 10시부터 점심 식사 전 12시까지 매일 유아들의 오전 일과를 함께 하며 예비연구를 진행하였다. 예비프로그램 모형의 실시를 통해 확인된 내용은 첫째, 유아들이 놀이에서 필요한 사항들에 대해 적극적으로 이야기할 수 있도록 하기 위해 함께 놀이하는 과정에서 필요로 하는 부분에 민감하게 반응하며 지원해주는 반복된 경험이 필요함을 알 수 있었다. 둘째, 유아들이 프로그램에 능동적으로 참여하도록 하기 위해 연구자가 유아들의 다양한 놀이에 참여하며 소통과 공감을 통해 라포를 형성하는 과정이 필요하였다. 셋째, 유아들이 교실의 교구장들도 놀이 과정에서 필요에 따라 위치를 이동시키며 다양하게 변경하여 활용될 수 있다는 인식이 필요하였다. 넷째, 프로그램을 진행하며 유아들이 흥미 있는 구성물을 구성하는 과정에서 다른 유아들의 놀이에 방해나 갈등이 일어나지 않도록 유아들과 구성물의 위치 선정을 위한 논의가 필요함을 알 수 있었다. 다섯째, 유아들의 흥미와 요구에 맞는 놀이 자료의 지원이 있을 때 유아들의 주도적인 참여를 통해 문제해결이 이루어지면서 유아들이 자연스럽게 공학적 STEAM 교수학습 단계를 경험해 나간다는 것을 확인할 수 있었다.

2) 예비연구 후 전문가 협의

예비연구 후 2차 전문가 협의는 아동학과 교수 1인과 아동학을 전공한 박사 2인의 참여로 프로그램의 교수학습단계, 프로그램 진행방법(진행일, 시간운영, 교실 공간 활용, 놀이 지원 및 상호작용), 프로그램의 평가에 관한 협의가 이루어졌다. 예비연구 실시 후 시사점과 전문가 협의 후 제안점과 수정결과는 표 1과 같다.

3) 프로그램 최종안 구성

프로그램 구성 절차를 거친 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램 모형 최종안의 전체적인 구성 체계는 표 2, 교수학습 단계 내용은 표 3과 같다. 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM은

교수학습 단계에 맞추어 발현적으로 진행되며, 유아들이 흥미를 가지는 놀이를 지원하는 프로젝트 접근법을 기반으로 개발되어 프로그램을 미리 계획하여 구성하지 않는다. 유아들의 놀이에서 흥미 있어 하는 주제를 선정하여 놀이하며 발생하는 문제를 해결하기 위해서 공학적 설계 과정으로 구성물을 구성하고 반복적으로 수정하고 보완하며 프로그램의 교수학습 단계에 맞게

진행한다. 프로젝트 접근법 기반 유아 공학적 STEAM 프로그램의 교수학습 단계는 주제선정 및 사전경험 파악의 문제탐색 단계, 문제탐구 및 해결의 설계 단계, 시도 단계, 해결책 단계, 문제해결과정 공유의 공유 단계의 5단계로 구성되었다. 또한 문제탐구 및 해결의 설계 단계, 시도 단계, 해결책 단계는 새로운 구성물을 구성하려는 유아들의 흥미가 생기면 반복적으로 순환

표 1. 예비연구 실시 후 시사점과 전문가의 협의 후 제안점과 수정결과

항목	예비연구 실시	본 프로그램을 위한 제안점	수정결과												
교수학습 단계	프로젝트 접근법의 모형과 공학적 STEAM의 유아 공학설계 과정 모형 융합	설계 단계에서 주제와 관련한 놀이탐색을 통해 구성물을 구체화할 수 있는 시간이 필요	설계 단계에서 주제와 관련한 충분한 놀이탐색 시간을 갖고 설계를 진행												
	<table><tr><td>주제선정 및 사전경험파악</td><td colspan="2">문제탐구 및 해결</td><td>문제해결 과정공유</td></tr><tr><td>문제탐색</td><td>설계</td><td>시도</td><td>해결책</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td>공유</td></tr></table>	주제선정 및 사전경험파악	문제탐구 및 해결		문제해결 과정공유	문제탐색	설계	시도	해결책				공유	설계 단계에서 보다 여유있는 시간 운영	설계 단계에서 보다 여유있는 시간 운영
	주제선정 및 사전경험파악	문제탐구 및 해결		문제해결 과정공유											
문제탐색	설계	시도	해결책												
			공유												
진행 일	주중 매일	주중 매일	주중 매일												
시간 운영	- 오전 - 놀이상황에 따른 대소집단 활동 시간 진행	- 유치원 오후 일정은 방과 후 교사가 진행하여 유아들의 오후 놀이상황 반영 필요 - 놀이 시작 전 구성놀이에 필요한 유아들의 흥미와 요구도를 파악하기 위해 논의 시간 필요	- 오후 놀이 관찰일지를 추가하여 오전 놀이에 반영하며 진행 - 놀이 전·후 유아들과 놀이에 대한 논의 시간과 평가 시간 추가												
교실 공간 활용	- 교실 공간의 활용에서 제한을 두지 않았지만, 유아들의 놀이에서 교실 공간 활용 범위가 제한된 모습 - 놀이 후 구성물이 정리되면 시도의 단계로 진행되지 않는 부분 관찰	- 교실 공간이 자유롭게 변화될 수 있다는 유아들의 인식 필요 - 유아들이 구성한 구성물은 놀이에 사용하며 불편한 점 개선을 위한 시도 단계로 진행되기 위해 구성물의 보관 방법, 보관 위치 등을 유아들과 협의하는 과정 필요	- 놀이에 참여하며 공간을 자유롭게 활용하는 경험이 제공되도록 진행 - 유아들이 구성물을 전시, 보관하기 위한 공간을 협의하며 진행												
프로그램 진행 방법	유아들의 흥미에 맞춰 필요한 놀잇감 제시	- 유아들이 흥미 있는 구성놀이를 확장시키기 위해서 주제와 관련되어 탐색하며 정보를 알 수 있는 구조화된 놀잇감과 알게 된 정보를 유아들의 흥미에 맞춰서 표현할 수 있는 비구조화된 놀잇감을 고려하며 제공이 필요 - 유아들이 흥미를 느끼는 놀이에 주제와 관련된 자료들을 제공하고, 유아들의 놀이 참여 관찰을 통해 필요한 자료를 제공하여 놀잇감에 대한 유아들의 요구도를 적극적으로 반영하는 것이 필요	- 유아들의 놀이에 참여하며 놀잇감 지원 방식에 대해 고려하여 지원 - 유아들의 놀이에서 구성놀이와 관련 없더라도 필요하다고 요구하는 놀잇감도 지원함으로써 유아들이 자신의 생각을 적극적으로 표현할 수 있도록 지원												
놀이 지원															
상호 작용	놀이를 관찰하고 직접 참여하며 놀이상황에 맞는 상호작용	- 유아들의 생각을 표현할 수 있도록 개방형 질문을 통해 유아들의 구체적인 생각을 듣고 구성물에 적용하는 과정이 필요 - 설계 과정으로 그림을 통한 표상 활동 뿐만 아니라 언어적, 동작적 표현을 구성물에 적용할 필요가 있음	- 유아들과 놀이에서 개방형 질문과 구체적인 표현이 이루어질 수 있도록 상호 작용 지원 - 설계 과정에서 언어적, 동작적 표현도 구성물에 반영하도록 진행												
평가	- 질적 평가 - 연구일지 - 유아 놀이 관찰일지 - 담임교사 면담 - 사진 촬영 및 녹음 - 유아 표상 및 구성 결과물	동일적용	동일적용												
	- 양적 평가 - 과학적 탐구능력, 수학적 문제해결력, 창의성 관찰 체크리스트	동일적용	동일적용												

표 2. 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램 모형의 구성 체계

항목		내용
목적 및 목표	목적	유아 주도적·발현적 놀이를 통한 창의융합적 문제해결력 증진
	목표	유아의 과학적 탐구능력 증진 유아의 수학적 문제해결력 증진 유아의 창의성 증진
내용요소	과학적 탐구능력	과학적 탐구능력 발달시키기 과학적 탐구능력 활용하기
	수학적 문제 해결력	수학적 문제해결력 발달시키기 수학적 문제해결력 활용하기
	창의성	창의적 사고 발달시키기 창의적 사고 활용하기
방법		프로젝트 접근법 단계와 공학적 STEAM 단계에 따른 유아들의 흥미 있는 놀이 지원
교수학습	단계	감성적 체험 흥미, 동기, 성공의 기쁨 등을 통해 새로운 문제에 도전하고자 하는 열정이 생기게 하는 프로젝트 (주제선정 및 사전경험 파악) 공학적 STEAM 프로젝트 (문제탐구 및 해결) 공학적 STEAM 프로젝트 (문제해결 과정 공유) 공학적 STEAM ~주제만 작성 ~이전경험 ~질문목록 작성 ~토론 ~놀이탐색 ~전시 문제탐색: 목표 설정하기 ~현장학습 ~토론 ~놀이탐색 ~정보와 자료 수집 ~전시 <----- 반복 -----> 설계: 계획을 시각화하기 시도: 반복 수정하기 해결책: 결과물 완성하기 ~상호평가 ~토론 ~놀이탐색 ~전시 공유: 평가하기 교육 요소 과학(S), 기술(T), 공학(E), 예술(A), 수학(M)
평가	매체	선정된 주제와 관련된 다양한 놀이 자료, 구성하기 위한 다양한 재료
	질적평가	연구일지 유아 놀이 관찰일지 담임교사 면담 사진 촬영 및 녹음 유아 표상 및 구성 결과물
	양적평가	과학적 탐구능력, 수학적 문제해결력, 창의성 관찰 체크리스트

표 3. 최종 교수학습 단계 내용

프로젝트	주제선정 및 사전경험 파악	문제탐구 및 해결			문제해결과정 공유
공학적 STEAM	문제탐색: 목표 설정하기	<----- 반복 ----->			공유: 평가하기
		설계: 계획을 시각화하기	시도: 반복 수정하기	해결책: 결과물 완성하기	
내용	유아들의 흥미에 맞는 주제 선정 및 사전경험 파악하기	구성하고 싶은 구성물을 찾은 후 구체화하여 표상하기	자신의 구성물을 만드는 방법을 제안하고 반복적으로 시도하기	구성물을 구성하며 발생하는 문제를 해결하며 완성하기	완성된 구성물 공유하는 방법 선택하여 공유하기

할 수도 있다. 유아들과 함께 선정한 주제를 탐색하고 놀이하며 원하는 구성물을 찾아 구성하기 위해 놀이 자료를 지원하고 유아들의 흥미에 따른 확장 활동을 진행한다. 프로그램의 진행 기간은 유아들의 흥미에 따라 달라질 수 있으므로 별도로 정해지지 않는다. 유아들의 놀이에서 흥미를 갖는 구성물을 찾아 구성하며 프로그램의 교수학습 단계가 진행되기 때문에 유아들의 놀이를 관찰하고 참여하는 것이 중요하다.

개발된 프로그램을 적용하기 위해 만 5세 유아 21명

을 대상으로 하였으며, 프로그램을 진행하기 전 담임교사와 유아들이 흥미를 가지는 놀이에 대해 논의하는 시간을 가졌다. 유아들이 미니 자동차로 놀이하는 것을 즐기고, 또래와의 상호작용과 흥미가 늘어나고 있음을 확인하여 유아들과 ‘자동차’를 주제로 선정하여 2022년 4월 18일부터 6월 10일까지 프로그램을 진행하였다. ‘자동차’를 주제로 한 프로젝트 접근법 기반 유아 공학적 STEAM 프로그램의 전체 놀이 및 활동은 표 4와 같다.

표 4. 유아들과 선정된 주제인 ‘자동차’ 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램의 전체 놀이 및 활동

교수학습단계	주	놀이 및 활동	내용
주제선정 및 사전경험 파악	문제 탐색	1주	‘자동차’에 대한 경험을 이야기해요. 자동차에 대한 경험을 떠올려 이야기 나누기 ‘자동차’ 주제망을 만들어요. 자동차에 대해 떠오르는 단어를 유목화하여 주제망을 만들기 내가 생각하는 자동차를 그려요. (1차 표상) 자동차에 대한 경험을 떠올려 그림으로 표현하기 ‘자동차’ 질문목록을 만들어요. 자동차에 대해 궁금한 것을 이야기 나누고 질문목록 만들기
		2주	내가 좋아하는 자동차예요. (가정연계활동) 부모님과 좋아하는 자동차에서 사진 찍고 평면도 그려보기 (가정연계활동) 내가 알고 있는 자동차 회사 로고예요. 자동차의 로고 모양에 관심을 가져 여러 자동차 로고 모양 표를 보며 로고 찾고 비교하기
		3주	큰 레고블록으로 타고 다니는 자동차를 만들어요. 큰 레고블록을 이용해서 타고 다닐 수 있는 다양한 자동차 구성하기 바람을 넣으니 입체 자동차가 되었어요. 원하는 자동차 도안을 골라서 꾸미고 바람을 넣어 입체 자동차 만들기 함께 타는 자동차를 만들 수 있을까? 함께 타고 놀이할 수 있는 자동차에 대해 이야기 나누기
		4주	어디에 큰 자동차를 만들까? 함께 탈 수 있는 자동차를 만들 위한 위치와 방법 이야기 나누기 큰 자동차는 무엇으로 만들 수 있을까? 함께 탈 수 있는 큰 자동차의 크기와 만들기 위한 재료 이야기 나누기
문제탐구 및 해결	설계	3주	우리가 만들고 싶은 자동차를 설계해요. 함께 타는 큰 자동차의 모양 함께 설계하기 큰 블록으로 자동차를 만들어요. 큰 블록을 이용해 설계한 모양으로 자동차 구성하기 큰 블록 자동차 안에서 친구들과 운전해요. 큰 블록으로 만들어진 자동차 안에서 친구들과 함께 운전하며 놀이하기
		4주	자동차의 모양을 바꾸고 싶어요. 큰 블록 자동차 안에서 놀이하며 유아들의 흥미나 불편한 점 반영하여 구조 변경하기 자동차 문은 어떻게 만들까? 박스를 사용해 큰 자동차 앞문을 만들어 구성하기 여러 개의 창문이 있으면 좋겠어요. 창문이 없는 뒷문에 원하는 창문 구성하기 창문이 있는 트렁크로 바꿔요. 박스를 사용해 자동차의 트렁크를 만들고 원하는 창문 모양 구성하기
		5주	네모 운전대를 동그란 운전대로 바꿔요. 불편한 네모 모양 운전대를 동그란 모양으로 표상하여 구성하기 전조등과 타이어도 필요해요. 자동차에 필요한 전조등과 타이어 모양 선택하고 꾸며서 구성하기 상자 박스로 자동차를 만들어 타요. 상자 박스를 이용해서 원하는 모양의 자동차를 만들어서 타며 놀이하기
		6주	돌아가는 운전대로 운전하고 싶어요. 실제 자동차 운전대처럼 움직이는 운전대 큰 블록 자동차에 설치하기 운전석에도 창문 달린 지붕을 만들어요. 운전석 위에도 박스를 사용해 창문을 만들어 구성하기 자동차 안을 캠핑카로 바꿔요. 큰 블록 자동차 안에 책상과 의자를 넣어서 원하는 모습으로 구성하기 트렁크를 여러 용도로 사용해요. 트렁크에 짐을 넣거나 쿠션으로 침대 구성하여 사용하기
	시도	7주	나만의 자동차를 만들고 싶어요. 유아들 각자가 만들고 싶은 자동차에 대해 이야기 나누기 나만의 자동차는 무엇으로 만들까? 내가 생각하는 자동차를 만들기 위해 필요한 재료 이야기 나누기 나만의 자동차를 설계해요. 내가 만들고 싶은 자동차 표현하여 설계하기
		8주	자동차의 크기를 정해서 만들어요. 선택한 재료를 이용해 만들고 싶은 자동차의 크기를 정하고 자동차 안을 구성하기 내가 원하는 모양으로 만들어요. 원하는 자동차의 겉모양으로 재료를 선택하여 구성하기 자동차의 크기를 더 크게 하고 싶어요. 자동차의 크기를 변경하여 원하는 자동차의 모습으로 구성하기 자동차의 모양을 더 추가해요. 구성한 자동차에 생각하는 모양을 추가로 구성하기
		9주	더 튼튼한 자동차로 만들어요. 튼튼한 자동차를 만들기 위한 재료 추가해서 구성하기 자동차 문이 열리게 만들어요. 자동차 문이 위나 아래, 옆으로 열릴 수 있도록 구성하기 자동차에 로고도 넣어요. 내가 만든 자동차에 원하는 로고나 모양 꾸미기
		10주	바뀌도 움직이게 할 수 있을까? 내가 만든 자동차 움직일 수 있게 하는 방법 이야기 나누기 나만의 자동차에 이름을 지어줘요. 내가 만든 자동차에 이름 지어주기
문제해결 과정 공유	공유	11주	전시회 이름과 초대할 사람을 정해요. 자동차 작품 전시회의 이름과 초대하고 싶은 사람을 정하기 전시회 준비를 해요. 전시회를 위해 필요한 것 이야기 나누고 이름표 꾸미기 전시회 역할을 정해요. 전시회에 필요한 역할 이야기 나누어 정하기 전시회를 진행해요. 준비한 전시회에 초대된 손님에게 작품들 설명하며 함께하기

유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램은 유아들과 선정된 주제로 흥미에 맞춰 놀이하

며 유아들이 필요로 하는 놀이 자료를 지원하는 과정으로 교수학습 단계가 진행된다. 첫째, 주제선정 및 사

전경험 파악의 문제탐색 단계는 유아들과 선정한 주제에 대해 사전경험을 알아보고 주제를 탐색하며 놀이한다. 둘째, 문제탐구 및 해결의 설계 단계는 유아들이 흥미를 가지는 놀이 자료를 지원하며 유아들과 함께 구성하고 싶은 구성물을 정하고 유아들이 생각하는 구성물을 구체적으로 표상하여 설계한다. 셋째, 문제탐구 및 해결의 시도 단계는 설계한 구성물을 구성하는 방법을 유아들이 제시하는 방법으로 시도하고 구성물을 놀이에 활용하며 필요하거나 문제가 되는 부분을 반복적으로 수정·보완하며 구성물을 변화시킨다. 넷째, 문제탐구 및 해결의 해결책 단계는 구성물을 구성하여 놀이에

활용하며 발생하는 문제들을 해결하고 유아가 원하는 구성물을 완성한다. 유아들의 흥미에 따라 교수학습단계가 진행되는 과정에서 새로운 구성물을 구성하고자 하는 흥미가 생기면 문제탐구 및 해결의 설계 단계, 시도 단계, 해결책 단계는 반복되고 순환할 수 있다. 다섯째, 문제해결과정 공유의 공유 단계는 프로그램을 진행하며 완성된 구성물과 유아들이 표상하고 꾸민 작품을 공유하고 싶은 방법과 대상을 정하여 공유하며 마무리한다. ‘자동차’를 주제로 프로그램의 교수학습 단계의 진행 과정은 표 5와 같다.

표 5. ‘자동차’를 주제로 프로그램 교수학습 단계의 진행 과정

교수학습단계	주	단계별 진행 내용
주제선정 및 사전 경험 파악	문제탐색	1째주  자동차를 주제로 유아들의 사전경험을 알아보고 서로의 경험을 공유하는 시간을 가졌고, 유아들이 흥미를 가지는 자동차 놀잇감들을 사용하여 자동차를 탐색하며 놀이하였다.
	설계	2째주  유아들은 큰 레고블록을 사용해 자동차를 만들어 타고 다니기를 좋아하였고, 자동차를 반복해서 만드는 과정에서 혼자 탈 수 있는 작은 자동차에서 여러 명이 탈 수 있는 크기와 다양한 모양의 자동차로 변화되어 갔다. 큰 레고블록을 사용해 여러 명이 탈 수 있는 자동차를 만들고 여러 유아가 자동차에 함께 타서 놀이하고 싶어 하여 유아들과 함께 타는 큰 자동차를 만들기로 하였다.
문제탐구 및 해결	문제탐구 및 해결	3째주  유아들과 함께 탈 수 있는 큰 자동차를 만들기 위해 평소 유아들이 놀이에서 집을 만들던 큰 블록을 사용하여 함께 탈 수 있는 자동차를 만들기로 하였다. 큰 블록으로 자동차를 구성하기 전에 유아들과 자동차를 구성할 위치와 탈 수 있는 인원, 유아들이 원하는 자동차의 구체적인 모양 등을 이야기 나누며 함께 설계하였다.
	시도	4째주  유아들과 큰 블록을 사용해 설계한 모양으로 자동차를 구성하는 과정에서 유아들은 자동차의 제일 앞부분에서 운전하고, 트렁크를 누울 수 있는 용도로 활용하고 싶어 하여 처음 설계한 승용차 모형에서 승합차와 같은 형태로 설계와 구조를 수정하였다. 유아들은 큰 블록 자동차 운전석의 앞과 옆에 큰 블록을 더 추가하기도 하며 필요에 따라 모양을 변경하며 자유롭게 놀이에 활용하였다.

교수학습단계	주	단계별 진행 내용
해결책	5째주	  유아들은 구성된 큰 블록 자동차 안에서 놀이하며 자동차의 뒷문에 창문이 없어 답답한 문제를 긴 네모 창문 4개를 만들어 사다리 창문이라고 하였고, 네모 운전대의 불편한 점을 돌아가는 운전대로 바꾸는 과정을 통해 문제를 해결하며 큰 블록 자동차를 완성하였다. 유아들은 완성된 큰 블록 자동차 안에서 운전하거나 캠핑카와 같이 요리와 여행하는 역할 놀이를 통해 유아들은 다양한 자동차에 대한 흥미가 생겼고, 상자 박스를 사용해 원하는 자동차의 모습을 만들어 놀이하였다.
설계 및 시도	6째주	  유아들은 자신이 원하는 자동차를 만들기 위해 각자의 자동차를 설계하였고, 만드는 방법과 필요한 재료들을 이야기하여 준비하고 만들기를 하였다. 유아들은 각자가 원하는 자동차의 크기를 선택하여 자동차의 의자와 운전대와 같은 내부부터 구성하였다.
시도 및 해결책	7째주	  유아들은 나만의 자동차 만들기기에 집중하며 당일에 완성하지 못한 자동차는 2-3일에 걸쳐 완성하기도 하고, 완성한 후에도 친구의 문이 열리는 자동차를 보며 자신의 자동차 구조를 수정하여 문을 다시 만들고 2층을 추가하여 만드는 등 구성된 자동차를 원하는 모습으로 수정하며 나만의 개성이 넘치는 자동차를 완성하였다.
문제해결 과정공유	공유	8째주   프로그램의 마무리 단계로 자동차를 구성하기 위해 유아들이 설계한 표상물과 큰 블록으로 구성된 자동차, 유아의 개별 자동차를 다른 사람들과 공유하는 방법으로 유아들이 전시회를 계획하고 준비하여 다른 반 친구들을 초대하였다. 유아들은 구성된 자동차를 초대한 손님들에게 설명하는 시간을 가졌고, 처음 전시회의 초대 인원은 3반이었으나 다른 반들도 전시회의 관람을 위하여 유치원의 모든 반이 전시회 관람을 하였다.

IV. 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램 적용 후 과학적 탐구 능력과 수학적 문제해결력 및 창의성의 변화 분석

본 연구에서 개발된 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램이 유아의 과학적 탐구 능력과 수학적 문제해결력 및 창의성에 어떠한 변화가 있는지를 살펴보기 위해 프로그램을 진행하며 질적 자료로 연구일지, 유아 놀이 관찰일지, 담임교사 면담, 사진 촬영 및 녹음, 유아 표상 및 구성 결과물의 자료를 수집하고, 양적 자료로 담임교사가 관찰 체크리스트를 실시하여 수집된 자료를 분석에 활용하였다.

영 및 녹음, 유아 표상 및 구성 결과물의 자료를 수집하고, 양적 자료로 담임교사가 관찰 체크리스트를 실시하여 수집된 자료를 분석에 활용하였다.

1. 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램 적용 후 과학적 탐구능력의 변화

본 연구에서 개발한 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램이 유아의 과학적 탐구 능력에 긍정적인 변화를 경험하였다는 점은 프로그램이 진행되며 수집된 질적 자료 분석을 통해 알 수 있다. 유아

들은 움직이는 자동차에 흥미를 가지고 큰 레고블록을 사용하여 타고 다니는 자동차를 반복적으로 구성하며 놀이하였다. 여러 유아가 타고 다니는 자동차에 흥미를 보이며 혼자 탈 수 있는 자동차에서 큰 레고블록을 연결하여 함께 탈 수 있는 자동차로 변화되었다. 유아들은 구성한 자동차를 함께 타고 다니다 자동차가 쓰러지며 무너져도 흥미를 가지고 계속하여 반복해서 구성하기를 시도하였고, 구성하기를 시도하는 과정에서 과학적인 사고를 활용하여 바퀴를 옆으로 하나 더 놓으면 쓰러지지 않는다는 것을 예측하여 구성하며 그림 2와 같이 문제를 해결하였다. 이처럼 유아들이 흥미를 지속하며 반복하여 구성하기를 시도하는 과정에서 유아들 스스로 발생하는 문제를 해결하며 과학적 탐구능력의 변화에 긍정적인 영향을 미쳤음을 알 수 있다.

친구들이 움직이는 것 자체에 흥미가 많아서 큰 레고블록으로 자동차를 만들어서 타고 다니는데 함께 타기 위해 크게 만들다 보니 자꾸 자동차가 쓰러져서 부서졌어요. 그렇게 자기들끼리 만들어서 놀이하기를 반복하다가 옆으로 자동차 바퀴를 하나 더 넣어서 쓰러지지 않게 만들면서 스스로 놀이에서 문제를 해결하더라고요.

[3주 담임교사 면담 중에서]

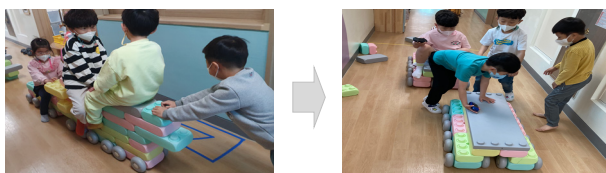


그림 2. 함께 타도 쓰러지지 않는 자동차로 변화된 모습

이러한 질적 평가를 통해서 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램은 유아들이 자동차에 대한 흥미를 지속하며 원하는 구성물을 반복적으로 구성하고 놀이에 직접 활용하는 과정에서 유아의 과학적 탐구능력을 활용할 수 있는 경험을 제공하여 유아의 과학적 탐구능력에 긍정적인 변화를 주었다는 것을 알 수 있었다.

유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램이 실시되는 과정에서 실험집단 유아의 과학적 탐구능력이 어떠한 변화의 추이를 보이는지 파악하기 위해 전체 8주 동안 진행되는 프로그램에서 1주, 4주, 8주 총 3회에 걸쳐 담임교사가 과학적 탐구능력에 대한 관찰 체크리스트를 진행하였다(총 6문항, 총점 범위 6~30점). 과학적 탐구능력의 시기별 측정된 점수 간 차이 값이 통계적으로 유의한지 살펴보기 위해 반복측정 분산분석(Repeated measures ANOVA)을 실시하였다. 반복측정 분산분석을 위해 Mauchly의 구형성 검정 결과 구형성이 성립하지 않는 것으로 나타나, Greenhouse-Geisser의 교정 통계값을 확인한 결과는 표 6과 같이 유아의 과학적 탐구능력은 프로그램의 진행 시기에 따라 통계적으로 유의한 차이($F = 128.99, p < .001$)가 있는 것으로 나타났다. 실험집단의 검사 시기별 과학적 탐구능력의 차이검증을 살펴보면 표 7과 같이 1주 프로그램 종료 시점의 평균이 17.50, 4주 프로그램 종료 시점의 평균이 20.55, 8주 프로그램 종료 시점의 평균이 23.36으로 프로그램이 실시될수록 유아의 과학적 탐구능력이 지속적으로 변화되고 있음을 알 수 있다. 이를 통해 유아 대상 프로젝트 기반 공학적 STEAM 프로그램이 유아의 과학적 탐구능력을 1주 프로그램 종료 후 중간평가에 비해 4주 프로그램 종료 후 중간평가에서 유의하게 향상시켰고, 8주 프로그램 종료 후 중간평가에서도 추가적으로 유의하게 향상이 있었음을 알 수 있다. 이러한 결과를 그림으로 표현하면 그림 3과 같다.

표 6. 과학적 탐구능력의 검사 시기별 반복측정 분산분석 ($N = 21$)

변수	SS	df	MS	F	주간 차이
주	378.39	2	257.39	128.99***	a < b < c
오차	61.61	42	2.00		

*** $p < .001$.

표 7. 과학적 탐구능력의 검사 시기별 기술통계 ($N = 21$)

검사 시기	M	SD
1주 프로그램 종료 후 (a)	17.50	3.49
4주 프로그램 종료 후 (b)	20.55	2.86
8주 프로그램 종료 후 (c)	23.36	2.84

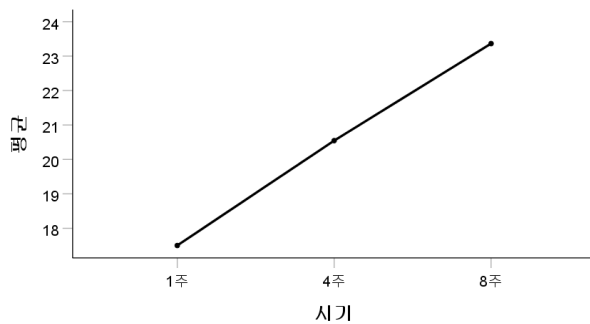


그림 3. 과학적 탐구능력의 검사 시기별 변화

2. 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램 적용 후 수학적 문제해결력의 변화

본 연구에서 개발한 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램이 유아의 수학적 문제해결력에 긍정적인 변화를 경험하였다는 점은 프로그램이 진행되며 수집된 질적 자료 분석을 통해 알 수 있다. 유아들과 각자가 원하는 자동차를 설계하여 구성하며 유아들에게 익숙한 재료들은 스스로 재료를 활용하여 자동차를 구성할 수 있도록 하였고, 새로운 재료들은 자동차를 구성하는데 흥미를 높여주었다. 유아들은 그림 4와 같이 직접 활용할 수 있는 재료들을 사용하여 스스로 길이를 측정하고 모양을 비교하여 재단하며 원하는 자동차의 모양을 구성하는 과정에서 수학적 지식을 이용하며 문제를 해결하였다. 이러한 경험을 통해 유아들은 그림 5와 같이 각자가 원하는 개성 있는 다양한 모습의 자동차를 구성할 수 있었다. 유아들이 스스로 구성할 수 있는 재료들은 원하는 자동차를 구성하며 수학적 문제해결력 변화에 긍정적인 영향을 주었다.

친구들이 각자 만들고 싶은 자동차를 먼저 그려 보고 그것을 바탕으로 자동차를 만들기 위해 재료를 이야기 나누고, 아이들이 활용할 수 있도록 재료를 준비해주었기 때문에 아이들이 다양한 자동차 만들기가 가능했던 것 같아 놀랍기도 하고 또 재미있었어요. 각자의 자동차를 만들며 길이를 똑같이 해야 한다면, 같은 모양으로 만들어야 하는 등의 여러 수학적 문제를 해결할 수 있었

을 것 같아요.

[8주 담임교사 면담 중에서]



그림 4. 원하는 재료로 재단하여 자동차를 구성하는 모습



그림 5. 유아가 만든 포드 머스탱 자동차(좌), 2층 침대와 욕실이 있는 캠핑카(우)

이러한 질적 평가를 통해서 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램은 유아들이 흥미 있어 하는 자동차로 놀이하며 구성물을 설계하여 직접 구성하고, 선택한 재료들을 스스로 측정하고 재단하여 조작하는 과정으로 문제를 해결하기 위해 수학적 기술들을 활용하며 수학적 문제해결력 변화에 긍정적인 영향을 미쳤다는 것을 알 수 있다.

유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램이 진행되는 과정에서 실험집단 유아의 수학적 문제해결력이 어떠한 변화의 추이를 보이는지 파악하기 위해 전체 8주 동안 진행되는 프로그램에서 1주, 4주, 8주 총 3회에 걸쳐 담임교사가 수학적 문제해결력에 대한 관찰 체크리스트를 진행하였다(총 6문항, 총점 범위 6~30점). 수학적 문제해결력의 시기별 측정된 점수 간 차이 값이 통계적으로 유의한지 살펴보기 위해 반복측정 분산분석(Repeated measures ANOVA)을 실시하였다. 반복측정 분산분석을 위해 Mauchly의 구형성 검정 결과 구형성이 성립하는 것으로 나타났으며, 표 8과 같이 유아의 수학적 문제해결력은 프로그램의 실시 시기에 따라 통계적으로 유의하게 차이($F = 136.57$, $p < .001$)가 있는 것으로 나타났다. 실험집단의 검사 시기별 수학적 문제해결력의 차이검증을 살펴보면 표

9와 같이 1주 프로그램 종료 시점의 평균이 17.18, 4주 프로그램 종료 시점의 평균이 19.50, 8주 프로그램 종료 시점의 평균이 22.91로 프로그램이 실시될수록 유아의 수학적 문제해결력이 지속적으로 변화하고 있음을 알 수 있다. 이를 통해 유아 대상 프로젝트 기반 공학적 STEAM 프로그램이 유아의 수학적 문제해결력을 1주 프로그램 종료 후 중간평가에 비해 4주 프로그램 종료 후 중간평가에서 유의하게 향상시켰고, 8주 프로그램 종료 후 중간평가에서도 추가적으로 유의하게 향상이 있음을 알 수 있다. 이러한 결과를 그림으로 표현하면 그림 6과 같다.

표 8. 수학적 문제해결력의 검사 시기별 반복측정 분산분석 ($N = 21$)

변수	SS	df	MS	F	주간 차이
주	365.18	2	182.59	136.57***	a < b < c
오차	56.15	42	1.34		

*** $p < .001$.

표 9. 수학적 문제해결력의 검사 시기별 기술통계 ($N = 21$)

검사 시기	M	SD
1주 프로그램 종료 후 (a)	17.18	2.06
4주 프로그램 종료 후 (b)	19.50	2.35
8주 프로그램 종료 후 (c)	22.91	2.25

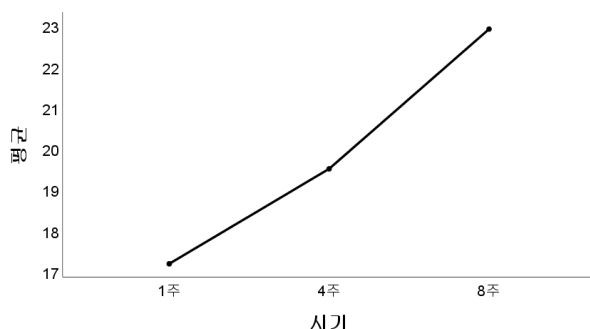


그림 6. 수학적 문제해결력의 검사 시기별 변화

3. 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램 적용 후 창의성의 변화

본 연구에서 개발한 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램이 유아의 창의성에 긍정

적인 변화를 경험하였다는 점은 프로그램이 진행되며 수집된 질적 자료 분석을 통해 알 수 있다. 유아들은 함께 구성한 구성물로 놀이하는 과정에서 발생하는 문제들을 자신이 생각하는 방법으로 문제해결을 시도하였다. 유아들의 생각으로 구성된 구성물에 유아들이 생각하는 것을 지속적으로 추가하여 변형시키는 과정에서 자유롭게 사고하며 새로운 생각들을 적용하였다. 유아들은 원하는 개별 자동차를 설계하여 구성하고 자동차를 구성하는 것으로 끝나지 않고 각자가 구성한 자동차에 새로운 생각들을 추가하고 보완하였다. 유아는 원하는 레이싱카를 구성하고 레이싱카에서 발생한 문제를 해결하기 위해 절연테이프를 사용해서 구성된 자동차의 약한 부분의 문제를 해결하였다. 유아는 그림 7과 같이 레이싱카의 문제를 해결하고 새롭게 떠오른 생각을 레이싱카에 추가하며 더 강한 전투용 레이싱카로 변형시켰다. 유아들이 구성한 구성물에 자유롭게 생각을 추가하여 적용하는 과정에서 다양한 생각들이 산출되며 창의성 변화에 영향을 미쳤다.

파란색 절연테이프로 놀이하던 하민이가 자기가 만들어 전시해 놓은 레이싱카를 만지며 놀이고 있었다.

하민 : (연구자에게 자동차를 가져와서) 선생님 레이싱카에 위가 자꾸 떨어져요.

연구자 : 그래? 그럼 어떻게 하면 좋을까?

하민 : (손에 들고 있던 파란색 절연테이프를 보여주며) 이거로 붙여서 더 튼튼하고 멋지게 만들고 싶어요.

연구자 : 하민이가 그렇게 하고 싶으면 해도 돼.

하민이가 파란색 절연테이프를 길게 두 개를 잘라서 레이싱카의 앞부분부터 끝까지를 붙인다. 절연테이프를 붙이고 파란색 빨대와 빨간색 빨대를 가위로 잘라서 자동차에 붙여서 만들기를 다시 한다. 한참을 자동차에 빨대를 바꿔가며 만들기를 한 후 완성된 자동차를 연구자에게 보여준다.

하민 : 선생님 완성됐어요.

연구자 : (위에 달린 빨대를 가리키며) 이걸 뭐야?

하민 : 파란색은 총이고 가운데 있는 빨간색은 대포예요. 총은 이렇게 옆에 두 개가 달려 있어요. 그래서 엄청 강해요.

연구자 : 그럼 이거 탱크야?

하민 : 아니요. 이거는 전투용 레이싱카예요. 빨리 달리면서 공격도 할 수 있어요.

[연구일지, 2022. 5. 31.]



그림 7. 레이싱카에서 전투용 레이싱카로 변신한 모습

이러한 질적 평가를 통해서 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램은 유아들이 흥미를 가지는 자동차를 직접 구성하고 놀이에 계속 활용하는 과정에서 새롭게 떠오른 생각들을 자유롭게 추가하여 독창적인 자동차를 구성하며 창의성 변화에 긍정적인 영향을 미쳤다는 것을 알 수 있다.

유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램이 진행되는 과정에서 실험집단 유아의 창의성이 어떠한 변화의 추이를 보이는지 파악하기 위해 전체 8주 동안 진행되는 프로그램에서 1주, 4주, 8주 총 3회에 걸쳐 담임교사가 창의성에 대한 관찰 체크리스트를 실시하였다(총 5문항, 총점 범위 5~25점). 창의성의 시기별 측정된 점수 간 차이 값이 통계적으로 유의한지 살펴보기 위해 반복측정 분산분석(Repeated measures ANOVA)을 실시하였다. 반복측정 분산분석을 위해 Mauchly의 구형성 검정 결과 구형성이 성립하는 것으로 나타났으며, 표 10과 같이 유아의 창의성은 프로그램의 실시 시기에 따라 통계적으로 유의하게 차이($F = 101.42, p < .001$)가 있는 것으로 나타났다. 실험집단의 검사 시기별 창의성의 차이검증을 살펴보면 표 11과 같이 1주 프로그램 종료 시점의 평균이 15.23, 4주 프

로그램 종료 시점의 평균이 16.95, 8주 프로그램 종료 시점의 평균이 19.32로 프로그램이 실시될수록 유아의 창의성이 지속적으로 변화되고 있음을 알 수 있다. 이를 통해 유아 대상 프로젝트 기반 공학적 STEAM 프로그램이 유아의 창의성을 1주 프로그램 종료 후 중간평가에 비해 4주 프로그램 종료 후 중간평가에서 유의하게 향상시켰고, 8주 프로그램 종료 후 중간평가에서도 추가적으로 유의하게 향상이 있었음을 알 수 있다. 이러한 결과를 그림으로 표현하면 그림 8과 같다.

표 10. 창의성의 검사 시기별 반복측정 분산분석 ($N = 21$)

변수	SS	df	MS	F	주간 차이
주	185.58	2	92.79	101.42***	
오차	38.42	42	.92		a < b < c

*** $p < .001$.

표 11. 창의성의 검사 시기별 기술통계 ($N = 21$)

검사 시기	M	SD
1주 프로그램 종료 후 (a)	15.23	2.18
4주 프로그램 종료 후 (b)	16.95	1.81
8주 프로그램 종료 후 (c)	19.32	1.62

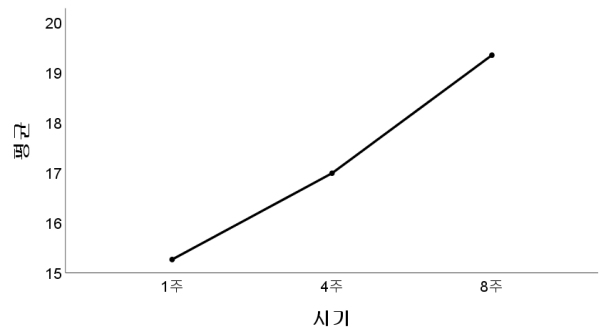


그림 8. 창의성의 검사 시기별 변화

V. 논의 및 결론

본 연구는 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램으로 ADDIE 모형 5단계 절차로 개발하였다. 개발된 프로그램을 유아들의 발현적인 놀이에 실행하여 유아의 과학적 탐구능력과 수학적 문제해결력 및 창의성 변화에 기여하는지 살펴보았다.

첫째, 본 연구에서 개발한 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램 구성의 목표, 내용요소, 교수학습방법, 평가는 적절하였다. 본 프로그램은 ADDIE 모형 단계에 따라 분석 단계에서는 프로젝트 접근법과 공학적 STEAM 교육 관련 국내·외 연구의 문헌조사와 현직 담임교사를 대상으로 교사면담을 통해 요구도 조사를 진행하였다. 설계 단계에서는 문헌조사와 요구도 조사의 내용을 토대로 예비프로그램 시안을 구성하여 전문가 협의를 거치며 검토하였다. 개발 단계에서는 예비프로그램을 실시하고 전문가 협의를 통해 최종 프로그램을 구성하였다. 개발 단계의 절차에 따른 구성내용은 다음과 같다.

본 프로그램에서는 유아의 과학적 탐구능력과 수학적 문제해결력 및 창의성을 증진하는 것을 목표로 선정하였다. 본 프로그램은 유아들의 놀이에서 흥미를 가지는 발현적인 주제를 선정하고, 유아들이 놀이에서 원하는 구체물을 탐색하여 설계과정을 거쳐서 구성물의 구성에 흥미를 지속하며 주도적으로 참여하도록 교수학습단계를 구성하였다. 그리고 유아들이 구성한 구성물을 놀이에 지속적으로 활용하며 새로운 생각들을 추가하여 구성물을 수정·보완하여 완성하고, 이러한 과정을 다른 사람들과 공유하는 경험을 체험할 수 있는 내용으로 프로그램 모형을 구성하였다. 프로그램에 참여하는 동안 유아들은 놀이에서 흥미 있는 구성물을 찾아서 설계를 통해 구성하고 구성물의 내부와 외부에서 반복적으로 놀이하며 수·과학적 사고들을 활용하였다. 또한 유아들은 구성물에 구조를 추가하고 수정·보완하는 과정에서 일어나는 다양한 문제를 해결하기 위해 사전에 알고 있는 지식을 융합하여 새로운 방법으로 문제를 해결하는 경험을 하며 목표를 이룰 수 있었다.

본 프로그램의 목표를 기반으로 내용요소는 과학적 탐구능력과 수학적 문제해결력 및 창의성을 발달시키고 활용하기의 요소로 구성하였다. 유아들에게 발달과 흥미에 맞는 놀이 지원으로 이루어지는 공학의 경험은 과학적인 기초개념과 현상의 실재를 이해하는데 토대가 된다(Hoisington & Winokur, 2015). 또한 블록을 이용한 구성놀이에 사전 설계를 하고 사진과 포트폴리

오를 이용하는 경험은 유아의 창의성과 수학적 능력에 긍정적인 변화가 있었다(김소향, 2011). 본 프로그램에서도 유아들이 흥미를 가지는 놀이를 지원하며 원하는 구성물을 설계하여 구성하고 구성물을 반복적으로 수정·보완하는 과정에서 과학적이고 수학적인 지식과 기술을 활용하여 새로운 방법을 시도하며 문제해결과정을 거쳤다. 이러한 과정에서 유아들은 구성물을 직접 놀이에 활용하며 흥미를 확장하였고, 새로운 생각들을 구성물에 추가하여 수정·보완하는 과정에서 수·과학의 융합적이고 창의적인 사고를 활용하여 문제를 해결하며 구성물을 새롭게 구성하는 경험을 하였다.

본 프로그램의 교수학습방법은 프로젝트 접근법 모형과 공학적 STEAM의 유아 공학설계 과정 모형을 융합하여 구성하였다. 프로젝트 접근법은 유아들의 놀이에서 흥미를 보이는 주제를 함께 선정하고 유아가 지속적으로 탐구하는 과정에서 주도적이며 능동적인 참여가 이루어진다(유승희, 성용구, 2013). 유아 공학설계 과정은 유아가 발생한 문제의 해결을 위해 설계하여 새로운 방안을 시도하고 반복적으로 수정·보완하며 최적의 해결방안을 찾을 수 있도록 한다(홍혜경, 2017). 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램의 교수학습 단계는 프로젝트 접근법과 유아 공학설계 과정 단계를 융합하여 주제선정 및 사전경험 파악의 문제탐색 단계, 문제탐구 및 해결의 설계 단계, 시도 단계, 해결책 단계, 문제해결과정 공유의 공유 단계로 구성하였다. 문제탐색 단계에서는 유아들이 놀이에서 흥미를 보이는 주제를 선정하여 주제와 관련된 유아들의 사전경험을 파악보고 주제를 탐색하며 놀이하였다. 설계 단계에서는 유아들이 주제와 관련된 놀이를 통해 탐색하고 놀이에서 원하는 구성물을 찾아 구체적으로 표상하여 설계하였다. 시도 단계에서는 유아들이 제시하는 방법으로 구성물의 구성을 시도하고, 놀이에 구성물을 활용하며 발생하는 문제를 해결하고 생각에 따라 구성물의 구조를 추가하여 수정·보완하였다. 해결책 단계에서는 구성물에 원하는 구조를 추가하고 발생하는 문제를 해결하며 원하는 구성물로 구성하여 완성하였다. 공유 단계에서는 구성된 구성물들을 다른 사람들과 공유

하는 방법을 선택하여 공유하는 과정을 진행하며 마무리하였다. 또한 교수학습 단계의 설계 단계, 시도 단계, 해결책 단계는 유아들이 주제와 관련된 새로운 구성물에 흥미가 발생하면 반복적으로 순환하며 진행하였다. 유아들이 흥미 있어 하는 발현적인 자동차를 주제로 교수학습 단계에 맞춰 프로그램이 진행되는 과정에서 유아들은 원하는 구성물을 직접 구성하고, 구성물에 생각하는 구조를 자유롭게 추가하여 수정·보완하며 새로운 구성물로 완성 시키는 경험을 할 수 있었다.

본 프로그램의 평가는 질적 평가와 양적 평가로 구성하였다. 질적 평가와 양적 평가를 병행하는 것은 연구결과를 일반화하기 어렵다는 질적 평가의 제한점과 연구대상들의 직접적인 표현과 경험을 상황의 흐름에 따라 반영하기 어려운 양적 평가의 제한점을 보완할 수 있다(Hayes, Bonner, & Douglas, 2013). 본 프로그램의 질적 평가는 프로그램을 진행하며 수집된 연구일지, 유아 놀이 관찰일지, 담임교사 면담, 사진 촬영 및 녹음, 유아 표상 및 구성 결과물을 수집하여 분석하였으며, 양적 평가는 과학적 탐구능력과 수학적 문제해결력 및 창의성에 대한 관찰 체크리스트로 담임교사가 3회 측정한 양적 자료를 수집하여 분석하였다. 수집된 질적·양적 자료의 분석을 통해 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램의 진행 과정에 따른 질적인 변화와 양적인 변화과정을 분석할 수 있었다.

둘째, 개발한 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램을 유아들에게 실행한 결과 유아의 과학적 탐구능력과 수학적 문제해결력 및 창의성의 증진에 긍정적인 변화가 나타났다. 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램이 유아의 과학적 탐구능력에 긍정적인 변화가 나타나는 것을 살펴볼 수 있었다. 질적 평가를 통해서 유아들은 프로그램의 교수학습 단계를 경험하며 발현적으로 시작된 자동차를 주제로 원하는 구성물을 구성하고 일상에서 관찰한 정보들을 활용하여 구성물에 추가적으로 적용하는 모습들을 확인할 수 있었다. 유아들이 흥미를 지속하며 타고 다니는 자동차를 반복해서 구성하는 과정은 또래들과 함께 타고 다니다 무너지는 자동차의 문제를 과학

적 사고를 활용하여 스스로 해결하는 기회를 제공하였다. 양적 평가를 통해서 프로그램이 진행되는 과정에서 유아의 과학적 탐구능력이 측정 시기별로 변화하는 것을 볼 수 있었다. 본 프로그램에서는 유아들은 생각하는 구성물을 구성하기 위해 흥미를 지속하며 놀이 자료 탐색을 통해 관찰한 정보들을 구성물에 추가하며 과학적 탐구능력을 활용하였다. 또한 유아들은 주제와 관련된 경험이나 탐색하여 얻은 정보들을 구성물에 직접 적용하는 과정에서 과학적 탐구능력을 활용하는 경험을 하였다. 이는 유아들이 놀이에서 충분히 탐색하고 탐구하여 원하는 것을 시도하며 시행착오의 경험으로 얻어지는 사고의 과정에서 과학적 탐구능력이 긍정적으로 변화되었다는 연구결과(김한나, 2010)와 일치한다. 그리고 유아들이 구성물을 놀이 활용하며 발생한 문제들의 해결방안을 제시하여 시도하는 STEAM 프로그램의 경험이 유아의 과학적 태도에 영향을 주었다는 연구결과(전미영, 2017)와 맥을 같이한다. 이러한 결과는 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램이 유아의 과학적 탐구능력의 변화에 긍정적으로 기여하였음을 알 수 있다.

유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램이 유아의 수학적 문제해결력 변화에 긍정적인 영향을 주었음을 살펴볼 수 있었다. 질적 평가에서 유아들은 프로그램의 교수학습 단계의 과정을 통해 원하는 구성물을 함께 설계하여 직접 조작하며 주도적으로 구성하였고, 구성물을 놀이에 활용하여 필요하거나 원하는 구조로 변화시키며 일어나는 문제들을 해결하기 위해 적극적으로 수학적 기술들을 활용하는 모습을 볼 수 있었다. 유아들은 구성을 위해 원하는 재료를 선택하여 직접 측정하고 같은 크기로 재단하는 과정에서 수학적 기술들을 활용하였으며, 유아들 각자가 원하는 자동차를 구성하기 위해 수학적 지식을 적용하여 직접 활용할 수 있는 재료들로 개성 있는 자동차를 구성할 수 있었다. 양적 평가에서도 유아들은 프로그램의 진행 과정의 경험을 통해 유아의 수학적 문제해결력이 측정 시기별로 변화되는 것을 확인할 수 있었다. 본 프로그램에서 유아들은 생각하는 구조로 구성물을 직접 구성

하고 필요에 따라 반복적으로 구성물을 수정하는 과정에서 수학적 문제해결력을 활용하는 경험을 하였다. 또한 유아들은 구성물의 내부와 외부를 입체적으로 구성하는 과정에서 자연스럽게 수학적 지식을 적용하며 문제를 해결하였다. 이는 유아들이 구성물을 직접적으로 만지며 탐색하여 구성물의 구성을 주도하는 과정의 경험이 능동적으로 유아의 지식을 구성하게 하며 수학적 문제해결력을 증진 시킨다는 연구결과(Kamii, 1982)와 비구조적인 자연물을 활용하는 놀이에서 STEAM 교육을 통한 수학 경험이 유아의 수학적 성향에 효과적이었다는 연구결과(김성희, 2020)와 유사한 맥락이다. 이러한 결과를 통해 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램이 유아의 수학적 문제해결력을 변화시키는데 긍정적인 영향을 주었음을 알 수 있다.

유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램이 유아의 창의성 변화에 긍정적인 효과가 있었음을 살펴볼 수 있었다. 질적 평가를 통해 유아들은 프로그램의 교수학습 단계의 과정에서 발생하는 문제들을 해결하기 위해 충분한 탐색 시간을 가지며 새로운 생각들을 적용하여 주도적으로 시도하고, 독창적으로 사고하며 흥미 있는 구성물을 새롭게 형태로 구성하는 모습들을 발견할 수 있었다. 유아들 각자의 흥미에 따라 설계하여 원하는 방식으로 구성된 자동차에 구성을 자유롭게 추가하는 과정에서 유아들은 처음 구성한 구성물의 모습에서 새로운 형태로 변화된 자동차 구성물을 완성하였다. 양적 평가를 통해서도 유아들은 프로그램의 진행 과정을 경험하며 유아의 창의성이 측정 시기별로 변화하는 것을 확인할 수 있었다. 본 프로그램에서 유아들은 흥미에 따라 자유롭게 구성물에 구성을 추가하여 새로운 형태로 변화시키며 놀이하였고, 구성물을 놀이에 활용하며 필요한 놀이 자료를 제안하여 사용하며 새로운 방법을 적용하는 과정에서 창의성을 활용하였다. 또한 유아들은 흥미 있는 구성물을 놀이에서 지속적으로 활용하며 생각하는 것을 구성물에 적용하여 수정·보완하는 과정에서 발생하는 문제를 스스로 해결하기 위해 융합적이고 창의적인 사고를 적용하여 독창적인 구성물을 구성하였다. 이는 STEAM 교육

을 통해 유아들이 문제를 인식하고 스스로 해결하는 과정에서 다양하고 새로운 사고를 적용하여 유아의 창의성에 긍정적인 변화가 있었다는 연구결과(주현정, 조형숙, 2020)와 맥을 같이한다. 또한 유아들이 생각하는 것을 자유롭게 표현하여 시도하고, 개방적인 분위기 속에서 새로운 생각을 존중받는 환경에서 유아의 창의성을 향상된다는 연구결과(윤정진, 김길권, 2005)와 유사한 맥락이다. 이러한 결과는 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램이 유아의 창의성 변화에 긍정적인 기여를 하였다는 것을 알게 한다.

결론적으로 본 연구에서 개발한 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램은 유아의 과학적 탐구능력과 수학적 문제해결력 및 창의성의 변화에 의미 있는 기여를 하였음을 보여주었다. 본 연구가 갖는 의의는 다음과 같다. 첫째, 기존의 공학적 STEAM 프로그램에서는 각 차시에서 제시하는 내용으로 제한적인 자료와 시간 안에 탐색하는 과정에서 일어나는 문제를 해결하도록 하여 깊이 있는 탐구 과정을 통해 유아의 과학적 탐구능력과 수학적 문제해결력 및 창의성을 증진시키고 활용하는 기회가 부족하였다. 본 프로그램에서는 유아들의 놀이에서 흥미를 보이는 발현적인 주제를 함께 선정하고, 유아들이 원하는 구성물을 설계하여 직접 구성하는 과정에서 수·과학의 융합적 사고를 활용하며 구성물에 새로운 생각들을 자유롭게 적용할 수 있도록 구성하였다는 점에서 의의가 있다. 둘째, 본 프로그램은 유아들의 놀이에서 발현적으로 시작하는 프로젝트 접근법에 유아가 문제해결을 위해 새로운 방안을 주도적으로 시도하는 유아 공학설계 과정 모형을 융합한 프로그램 모형을 개발하고, 유아들이 흥미 있어 하는 발현적인 주제를 긴 시간 동안 구체적으로 탐구하며 연계되는 확장 활동을 통해 유아의 과학적 탐구능력과 수학적 문제해결력 및 창의성의 긍정적인 변화를 검증하였다는 점에서 의의가 있다. 기존의 공학적 STEAM 프로그램의 연구들이 각 차시별 연계성이 없는 활동으로 구성되고, 정해진 구성내용으로만 진행되어 유아의 실제 생활에서 일어나는 문제와 상관없는 활동으로 제공되는 것보다 의미가 있다. 셋째, 개발된 프

로그래밍의 효과의 변화과정을 살펴보기 위해 프로그램을 진행하며 수집한 질적 자료와 담임교사에 의해 1주, 4주, 8주에 걸쳐 3차례 관찰 체크리스트로 측정한 양적 자료를 분석하여 세 변인의 변화과정을 살펴보았다는 점에 의의가 있다. 기존의 선행연구들에서 양적 자료를 분석하여 프로그램이 진행되는 동안 유아들의 구체적인 경험과 변화를 살펴보기 어려웠지만, 질적 자료와 양적 자료를 심층적이고 단계적으로 병행 분석하였다는 점이 의미하는 바가 있다.

그러나 본 연구의 한계점으로는 첫째, 개발한 프로그램의 교수학습 단계의 효과를 알아보기 위해 단일집단 내에서의 변화과정만을 살펴보았다. 둘째, 프로그램의 모형을 개발하고 유아들이 놀이에서 흥미 있어 하는 ‘자동차’ 주제 하나만을 진행하여 주제에 따라 교수학습 단계의 적용과정을 살펴보는 연구가 필요하다. 셋째, 프로그램을 진행하며 양적 자료를 수집하기 위해 구성한 관찰 체크리스트는 전문가의 내용 타당도만을 확보하고 신뢰도를 확인하지는 못하였으며, 반복측정에 따른 효과가 존재할 수 있다. 본 연구의 한계점을 바탕으로 후속 연구를 위한 제언은 다음과 같다. 첫째, 본 연구에서는 프로그램의 효과를 검증하기 위해 I시 S구의 일부 공립유치원 만 5세만을 대상으로 하였다. 후속 연구에서는 다양한 지역, 다양한 기관과 다양한 연령대의 유아를 대상으로 하여 효과를 검증하는 연구들이 필요하다. 둘째, 본 연구에서 유아들의 흥미에 의해 선정된 ‘자동차’ 주제뿐만 아니라 유아들이 흥미를 느끼는 다양한 주제로 프로그램의 모형의 효과를 검증하는 지속적인 연구가 이루어져야 한다. 셋째, 본 연구에서 양적 효과를 검증하기 위해 사용된 변인 외에도 다양한 변인으로 효과를 검증하는 후속 연구가 필요하다. 이러한 한계점에도 불구하고 본 연구는 일상적인 놀이에 공학적 사고를 활용하는 유아를 대상으로 융합적이고 창의적인 사고를 기르기 위해 유아의 발현적인 놀이에서 발생하는 문제를 유아가 주도하여 해결하며 지식을 구성하도록 프로젝트 접근법과 유아 공학설계 과정을 융합한 유아 대상 프로젝트 접근법 기반 공학적 STEAM 프로그램을 개발·적용하여 그 변화과정을

검증하였다는 점에 중요한 의의를 지닌다. 이에 본 연구는 유아들이 흥미를 가지는 발현적인 놀이를 지원하는 유아중심·놀이중심 교육과정에 새로운 모델을 제시하였고, 창의융합인재 양성을 위해 유아보육·교육현장에 필요한 공학적 STEAM 교육 운영의 교육과정 개발을 위한 자료로 활용될 수 있을 것이다.

참고문헌

- 구성수 (2003). 프로젝트 접근법이 만 5세 유아의 창의성에 미치는 영향. 순천향대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김경자 (2007). 프로젝트 접근법이 유아의 과학적 탐구능력에 미치는 영향. 국민대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김동희, 김민경 (2016). 초등학생의 창의·융합적 사고 및 문제해결력에 관한 연구-초등 수학 비구조화된 문제를 중심으로. 대한수학교육학회지, 18(3), 541-569.
- 김성현 (2020). 융합기반 유아 공학교육 프로그램 개발 및 타당화. 한국보육학회지, 20(4), 41-63.
<https://doi.org/10.21213/kjcec.2020.20.4.41>
- 김성희 (2020). 자연물을 활용한 수학 융합 프로그램이 유아의 수학적 성향과 자아탄력성에 미치는 영향. 아주대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김소향 (2011). 사전설계, 사진, 포트폴리오를 활용한 블록놀이가 유아의 추론능력, 수학적 능력, 창의성에 미치는 효과. 한국영유아보육학, 69, 191-211.
- 김준희, 김지현 (2019). 순환학습기반 수과학 통합 유아 목공놀이 프로그램 개발 및 적용. 육아지원연구, 14(4), 117-156. <https://doi.org/10.16978/eccec.2019.14.4.005>
- 김지현 (2012). 역할놀이를 활용한 프로젝트 활동이 유아의 수학적 능력에 미치는 효과. 가정과삶의질연구, 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 대학원 박사학위논문.
- 김희경 (2022). 유아공학교육활동이 유아의 과학적 탐구능력과 창의적 인성에 미치는 효과. 광주교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김한나 (2010). 물체의 움직임 관련 활동이 유아의 과학적 탐구능력에 미치는 영향. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김형재, 송민서, 홍순옥 (2016). 융합인재교육(STEAM) 기반 유아과학 프로그램이 유아의 창의성 과학 과학적 문제해결력에 미치는 영향. 열린유아교육연구, 21(1), 613-640.

- 박현주, 김영민, 노석구, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙, 백운수 (2012). STEAM 교육의 구성요소와 수업 설계를 위한 준거 틀의 개발. *학습자중심교과교육연구*, 12(4), 533-557.
- 백석운 (1993). 수학문제해결 교육과 연구에 관한 반성적 일고. *대한수학교육학회논문집*, 3(2), 59-68.
- 오인정, 김지현 (2017). 유아교사의 구성주의적 교육신념, 자연친화적 교수태도와 수학교수효능감이 자연물을 활용한 수학활동 중요도 인식과 실시정도에 미치는 영향. *인간발달연구*, 24(4), 71-88.
- 유승희, 성용구 (2013). 프로젝트 접근-레지오에밀리아의 한국 적용. 파주: 양서원.
- 윤정진, 김길권 (2005). 기본도형을 응용한 유아 미술 창의성 프로그램 개발과 효과검증연구. *아동학회*, 26(5), 391-409.
- 이수기 (2019). 유아를 위한 공학중심 융합인재교육(E-STEAM) 프로그램의 개발 및 효과. *한국콘텐츠학회논문지*, 19(11), 211-225. <https://doi.org/10.5392/jkca.2019.19.11.211>
- 이유진 (2020). 창의·융합 사고 역량 신장을 위한 음악과 프로젝트 학습 적용 방안 연구. *춘천교육대학교 교육대학원 석사학위논문*.
- 전미영 (2017). 재할용품을 활용한 STEAM 교육활동이 유아의 과학적 문제해결력과 창의적 인성, 과학적 태도에 미치는 영향. *창원대학교 대학원 석사학위논문*.
- 주현정, 조형숙 (2020). 유아를 위한 모래놀이 연계 A-STEAM 교육 프로그램이 유아의 창의성, 과학적 탐구능력, 놀이성에 미치는 영향. *유아교육학논집*, 24(2), 171-199.
- 하순련 (2016). 프로젝트 접근법을 활용한 다중지능 기반 유아 창의성 증진 프로그램 개발 및 적용. *경성대학교 일반대학원 박사학위논문*.
- 하순련, 서현아 (2016). 프로젝트 접근법 활용 유아 창의성교육 프로그램의 개발 및 효과. *창의력교육연구*, 16(3), 17-34.
- 한국과학창의재단 (2012). 손에 잡히는 STEAM 교육: 무엇이 아이들을 즐겁게 하는가. 서울: 과학교육기술부, 한국과학창의재단.
- 한국과학창의재단 (2016). 융합인재교육(STEAM) 프로그램 개발 연구진 워크숍 자료집. 서울: 교육부, 한국과학창의재단.
- 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>
- Bogdan, R., & Biklen, S. K. (2010). *교육의 질적 연구방법론*. 조경수(역). 서울: 경문사. (원본 발간일, 1982)
- Greene, J. C., Caracelli, V. J., & Graham, W. F. (1989). Toward a conceptual framework for mixed-method evaluation designs. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 11(3), 255-274. <https://doi.org/10.3102/01623737011003255>
- Hayes, B., Bonner, A., & Douglas, C. (2013). An introduction to mixed methods research for nephrology nurses. *Renal Society of Australasia Journal*, 9(1), 8-14.
- Hoisington, C., & Winokur, J. (2015). Gimme an “E”: Seven strategies for supporting the “E” in young children’s STEAM learning. *Science and Children*, 53(1), 44-51.
- Kamii, C. (1982). *Number in preschool and kindergarten: Educational implications of Piaget’s theory*. Washington, DC: NAEYC.
- 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). NY: Merrill.
- Martin, D. J. (2000). *Elementary science methods: A constructivist approach* (2nd ed.). Belmont, CA: Wadsworth/Thomson Learning.
- National Research Council (2012). *Discipline-based education research: Understanding and improving learning in undergraduate science and engineering*. Washington, DC: National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13362>
- Park, D. Y., Park, M. H., & Bates, A. B. (2018). Exploring young children’s understanding about the concept of volume through engineering design in a STEAM activity: A case study. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(2), 275-294. <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9776-0>
- Stone-MacDonald, A., Wendell, K., Douglass, A., & Love, M. L. (2015). *Engaging young engineers: Teaching problem-solving skills through STEAM*. Baltimore, MD: Paul H. Brookes Publishing.
- Ward, C. S. (1993). *Developmental versus academic mathematics education: Effects on problem-solving performance and attitudes toward mathematics in kindergarten children* (Doctoral dissertation). Peabody College for Teachers of Vanderbilt University.
- Yakman, G. (2008). *STJ@M Education: an overview of creating a model of integrative education*. PATT.