

컴퓨터교육학회 논문지 2026년 제29권 제7호
<https://doi.org/10.32431/kace.2026.29.7.001>



AI·환경 융합 교육에 대한 교사 인식 및 프로그램 현장 적용 가능성 탐색*

A Study on Teacher's Perceptions and the Feasibility of Implementing Programs for AI-Environment Convergence Education

김지우[†] · 김미량^{††}
 Jiwoo Kim[†] · Miryang Kim^{††}

요약

본 연구는 최근 교육현장에서 지속가능발전교육(ESD)의 중요성이 강조되는 흐름 속에서 주목받고 있는 AI·환경 융합교육에 대한 교사 인식과 적용 가능성을 탐색하기 위해 수행하였다. 연구의 목적은 초등교사들의 AI·환경 융합 교육 관련 인식을 조사하고, 수업안을 제공하여 교사 인식에 기반한 현장 적용 가능성을 탐색하는 것이다. 이를 위해 교육과정 연계를 중심으로 PBL 모형을 적용하여 '마이크로비트 활용 분리배출 프로그램'과 '엔트리 활용 기후위기 시뮬레이션'을 개발하였다. 이후 전문가 집단의 검토를 통해 프로그램을 보완하고, 초등학교 122명을 대상으로 설문 조사를 실시하였다.

연구 결과, 교사들의 AI 교육 인식은 평균 3.85, 환경 교육 인식은 평균 4.18로 비교적 긍정적으로 나타났다. 두 프로그램 모두 체험 중심 학습과 환경-AI-지역사회 연계 측면에서 교사 인식 수준에서 긍정적으로 평가되었으며, 물리적 환경의 제약과 교사의 심리적 부담은 공통적인 실행상의 어려움으로 인식되었다. 이러한 결과는 AI·환경 융합 교육에 대한 교사 인식 기반의 잠재적 적용 가능성과 함께 제도적·환경적 지원의 필요성을 시사한다.

주제어 환경교육, AI교육, AI·환경 융합교육, 지역 사회 연계, 교육 프로그램 개발

ABSTRACT

This study explores elementary teachers' perceptions and the applicability of AI-environment integrated education, amid the rising importance of Education for Sustainable Development (ESD). The goal was to survey teachers' views and analyze field applicability based on their perceptions of specific instructional programs. Two PBL-based programs—'Micro:bit Waste Sorting and Discharge' and 'Entry Climate Crisis Simulation'—were developed and refined through expert review, followed by a survey of 122 elementary teachers. Results showed positive perceptions of AI (M=3.85) and environmental education (M=4.18). Both programs were well-received for their experiential learning and community-linked contexts at the perceptual level. However, physical constraints and teacher burden were identified as common implementation challenges. These findings suggest the potential for AI-environment integration based on teacher perceptions and highlight the need for institutional and environmental support.

Keywords Environmental education, AI education, AI and environmental convergence education, Community-linked education, Development of educational programs.

†정회원 신장초등학교 교사
 ††종신회원 성균관대학교 사범대학 컴퓨터교육과 교수 (교신저자)

논문투고 2026년 02월 06일
 심사완료 2026년 05월 14일
 게재확정 2026년 06월 01일
 발행일자 2026년 07월 13일

* 이 논문은 제1저자의 성균관대학교 교육대학원 석사학위 논문의 일부를 정리, 재구성한 것임

1. 서론

최근 기후 변화로 인한 이상기후 현상이 일상화되고 인공지능(AI) 기술이 급속히 발전함에 따라, 미래 사회를 살아가는 학생들에게 요구되는 핵심 역량 또한 빠르게 변화하고 있다. 이러한 사회적 변화에 대응하기 위해 교육은 단순한 지식 전달을 넘어, 지속 가능한 미래를 설계하고 문제를 해결할 수 있는 역량을 기르는 방향으로 전환되고 있다. 이에 교육부는 디지털 전환과 기후 위기 등 사회 변화에 대응하고자 2022 개정 교육과정을 통해 디지털 기초 소양과 환경 관련 역량을 강화하고, 자기주도적 학습 태도를 함양하는 것을 주요 목표로 제시하였다[1].

이러한 교육과정 개편 흐름 속에서 환경교육과 AI 교육은 각각 중요한 교육 영역으로 주목받고 있다. 환경교육은 지속가능발전교육(ESD)의 관점에서 범교과 학습 주제로 다루어지며, 사회, 과학, 도덕 등 다양한 교과와의 통합을 통해 운영되고 있다. 한편, AI 교육은 실과 교과를 중심으로 기초적인 내용이 다루어져 왔으나, 2022 개정 교육과정에서는 모든 교과에서 활용 가능한 핵심 기초 소양으로 강조되며 교과 융합적 접근의 필요성이 제기되고 있다. 그러나 지금까지의 선행연구를 살펴보면 환경교육과 AI 교육을 각각 다룬 연구는 다수 존재하는 반면, 두 영역을 유기적으로 결합한 융합 교육 프로그램에 대한 연구는 상대적으로 부족한 실정이다.

환경교육과 AI 교육은 내용적 특성은 상이하지만, 실제 사회 문제를 기반으로 하여 타 교과와의 융합을 통해 학습이 이루어진다는 공통점을 지닌다. 이러한 관점에서 AI를 활용한 환경 문제 해결 중심의 융합 교육 프로그램을 개발하고, 그 교육적 타당성을 검토하는 연구는 초등학교 현장에서의 실천 가능성에 대한 탐색적 논의를 제공한다는 점에서 의의가 있다. 그러나 기존의 AI 활용 환경수업은 AI를 정보 탐색이나 결과 확인을 위한 보조적 도구로 사용하는 경우가 많아, 문제 해결 과정 전반에서의 융합적 활용 구조를 충분히 제시하지 못한 한계가 있다.

이에 본 연구는 ‘AI·환경 융합 교육’을 학습자가 환경 문제를 탐색하고 해결하는 과정에서 데이터를 수집하고, 이를 기반으로 AI 모델을 활용하여 결과를 해석하고 해결 방안을 도출하는 일련의 학습 흐름 속에 AI가 핵심적으로 작동하는 교육으로 정의하였다. 즉, AI를 단순 활용하는 수준을 넘어 문제 이해-데이터 기반 분석-AI 활용 판단-의사결정으로 이어지는 문제 해결 구조 자체에 통합되는 융합을 지향한다. 또한 기존 연구가 주로 고학년을 중심으로 이루어진 것과 달리, 초등학교 3~4학년을 대상으로 적용 가능성에 대한 탐색을 시도하였다는 점에서 차별성을 지닌다.

연구 방법으로는 개발된 두 가지 교육 프로그램에 대해 122명의 초등교사와 3명의 전문가를 대상으로 설문조사를 실시하여 교육적 타당성과 인식 기반의 현장 적용 가능성을 탐색하고자 한다. 본 연구에서의 ‘현장 적용 가능성’은 실제 수업 실행 결과에 기반한 검증이 아니라, 교사의 전문적 판

단과 인식에 기반한 ‘잠재적 적용 가능성’을 의미한다. 분석 결과, 프로그램은 환경 문제 해결 과정에서 AI 활용의 자연스러운 통합과 교과 간 연계성 측면에서 긍정적인 평가를 받았으며, 전반적으로 교육적 타당성에 대해 교사 인식 수준에서 긍정적인 평가가 나타났다.

본 연구는 초등교사 및 전문가를 대상으로 설문조사를 실시하여 프로그램의 교육적 타당성과 현장 적용 가능성을 검토하였다는 점에서, 실제 학생을 대상으로 한 학습 효과를 직접적으로 검증하지 못한 한계가 있다. 또한 연구 도구로 온라인 설문을 활용함에 따라 응답자의 주관적 판단에 의존하였으며, 지도안 기반 평가 방식으로 인해 실제 수업 맥락이 충분히 반영되지 못하였다. 아울러 전문가 집단의 규모가 제한적이며, 특정 지역과 교육 환경을 전제로 프로그램이 설계되었다는 점에서 연구 결과의 일반화에는 주의가 필요하다.

따라서 본 연구 결과는 실제 수업 실행에 기반한 효과 검증이 아니라, 교사 인식에 기반한 예비적 수준의 적용 가능성으로 해석될 필요가 있다.

본 연구는 AI와 환경교육의 융합을 학습 과정 중심으로 구체화하고, 초등 환경교육의 실천적 방향을 제안하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 지속가능발전교육(ESD)

2.1.1 ESD의 개념 및 초등 교육에서의 핵심역량



Figure 1. Sustainable Development Goals (SDGs)

지속가능발전교육(Education for Sustainable Development, ESD)은 기후변화, 환경오염, 빈곤, 불평등과 같이 상호 연계된 글로벌 문제를 해결하기 위한 역량을 기르는 교육으로, 지속가능한 사회를 구현하기 위한 핵심 교육 패러다임으로 제시되고 있다. UNESCO는 ESD를 모든 학습자가 지속가능한 발전을 위해 필요한 지식, 기술, 가치, 태도를 함양하도록 지원하는 교육으로 정의하며, 지속가능발전목표(SDGs) 달성을 위한 핵심 요소로 규정하였다고 이는 Figure 1과 같다[2].

ESD는 환경·경제·사회의 통합적 관점을 바탕으로 하며, 단일 교과에 국한되지 않고 범교과적으로 실천되어야 하는

성격을 지닌다. 실제로 우리나라 초등교육과정에서도 ESD 관련 내용은 사회, 과학, 도덕, 실과 등 다양한 교과에 분산되어 반영되고 있으며, 이는 ESD가 교과 간 융합을 통해 실현되어야 함을 시사한다[3]. 초등교육 맥락에서 ESD는 학습자의 발달 특성을 고려한 접근이 요구되는데, 구체적 조작기에 해당하는 초등학생은 일상생활과 밀접한 환경 문제를 통해 지속가능성 개념을 보다 효과적으로 이해할 수 있다[4]. 이에 따라 초등 ESD는 학습자의 생활 세계에서 출발하여 환경 감수성을 기르고, 점진적으로 사회적·지구적 문제로 확장하는 방식이 적절하다.

2.1.2 ESD와 교수·학습 방법의 혁신 필요성

ESD는 지식 전달 중심의 교수·학습 방식보다는 학습자의 참여와 실천을 강조하는 교수·학습 방법을 통해 효과적으로 구현될 수 있다. 특히 디지털 환경에 익숙한 초등학생들에게는 상호작용적이고 문제 해결 중심의 학습 경험이 중요하며, 이는 기존의 일방향적 수업 방식의 한계를 보완한다. 김미경(2023)의 연구에 따르면 문제중심학습(PBL)은 실제적 문제를 기반으로 학습자가 주도적으로 탐구하고 협력하는 과정에서 비판적 사고력과 실천 역량을 효과적으로 신장시키는 교수·학습 모형으로 보고되고 있다[5].

ESD가 지향하는 지속가능성 관련 문제 해결 과정은 학습자의 주체적 탐구와 협력적 실천을 핵심으로 하며, 이는 PBL의 구조와 높은 유사성을 가진다. 따라서 ESD 교육에서 디지털 기술과 PBL과 같은 학습자 중심 교수·학습 전략을 결합하는 것은 지속가능성 역량을 효과적으로 함양하는 데 의미 있는 접근이라 할 수 있다.

2.2 초등학교 교육과정에서의 AI교육

2.2.1 AI 교육의 목표 및 초등 교육과정

AI 교육은 미래 사회에서 요구되는 문제 해결력과 디지털 역량을 함양하기 위한 핵심 교육 요소로 부각되고 있다. 2022 개정 교육과정에서는 AI를 특정 교과에 국한된 학습 내용이 아닌, 모든 교과에서 활용가능한 기초 소양으로 제시하고 있으며, 중요성과 배당 시간이 더욱 증가했다.

그러나 이수연(2020)의 선행연구에 따르면 초등교사들은 AI 교육의 필요성에는 공감하지만, 초등 저·중학년 수준에서 무엇을 어떻게 가르쳐야 하는지에 대해서는 여전히 혼란을 느끼고 있는 것으로 나타났다[6]. 특히 기존 AI 교육 연구는 고학년을 중심으로 이루어져 있어, 초등 중학년 학습자의 발달 수준을 고려한 AI 교육 자료와 교수·학습 설계에 대한 연구가 부족한 실정이다. 이는 초등학교 중학년을 대상으로 한 실천적 AI 교육 연구의 필요성을 시사한다.

2.2.2 초등 AI 교육 도구의 교육적 활용 가능성

초등 AI 교육에서는 학습자의 인지적 부담을 최소화하면서 AI의 기본 원리를 체험할 수 있는 도구의 활용이 중요

하다. 대표적인 도구로는 블록 기반 프로그래밍 환경을 제공하는 엔트리와 물리적 컴퓨팅을 지원하는 마이크로비트가 있다. 각각의 화면은 Figure 2, Figure 3과 같다.

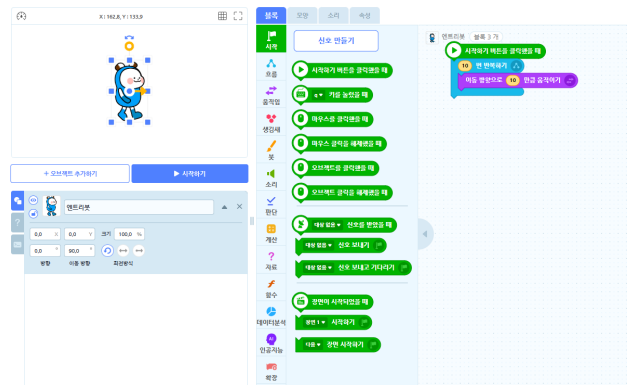


Figure 2. Naver Entry main screen

엔트리는 한국어 기반 인터페이스와 AI 기능을 제공하여 알고리즘적 사고와 데이터 분류 개념을 직관적으로 학습할 수 있도록 지원하며, 학습 몰입도와 논리적 사고력 향상에 긍정적인 효과를 보인 바 있다[7].

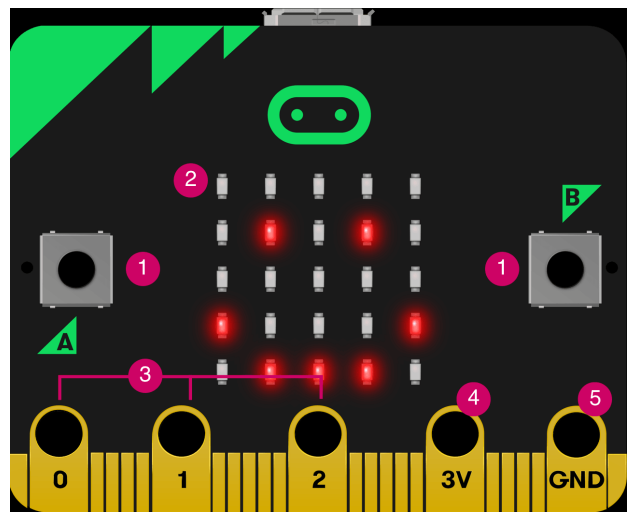


Figure 3. Microbit main screen

마이크로비트는 센서와 출력 장치를 활용한 피지컬 컴퓨팅을 통해 추상적인 AI 개념을 실제 문제 해결과 연결할 수 있는 도구로, 학습자의 흥미와 참여를 유도하는 데 효과적이다[8]. 이러한 도구들은 AI 교육을 환경 문제 해결과 연계하여 융합적으로 적용할 수 있는 가능성을 지닌다.

2.3 AI와 환경의 융합 교육 사례와 효과

AI·환경 융합 교육은 환경 문제를 AI 기술을 활용하여 탐구하고 해결하는 과정으로 학습자의 환경소양과 디지털 역량을 동시에 함양하는 교육 접근이다. 선행연구에 따르면 AI 도구를 활용한 환경교육은 학습자의 능동적 참여를 촉진

하고, 환경 인식과 문제 해결 태도에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보고되었다[9, 10].

특히 AI를 활용한 데이터 분석과 시뮬레이션 활동은 환경 문제를 정량적으로 이해하도록 돕고, 학습자의 인지적·정의적·행동적 영역 전반에 긍정적인 변화를 이끌어낸다. 이는 AI가 ESD의 실천 중심 학습을 강화하는 촉매 역할을 수행할 수 있음을 시사한다.

2.4 초등학교 3~4학년과 AI·환경 융합 교육

초등학교 3~4학년은 구체적 조작기에 해당하여 구체적인 사례와 시각적 자료를 통한 학습이 효과적인 시기이다. 이 시기의 학습자는 일상생활과 밀접한 환경 문제에 높은 관심을 보이며, 협력 활동과 프로젝트 학습에 적극적으로 참여하는 특성을 지닌다[11]. 또한 단순 분류와 비교가 가능한 인지적 특성은 AI의 핵심 개념인 데이터 분류와 패턴 인식을 자연스럽게 학습할 수 있는 토대가 된다. 이러한 발달적 특성은 AI·환경 융합 교육이 초등학교 3~4학년에서 효과적으로 적용될 수 있음을 뒷받침한다.

2.5 문제중심학습(PBL)

PBL은 실제적 문제를 중심으로 학습자가 주도적으로 탐구하고 협력하여 해결안을 도출하는 교수·학습 모형으로, 자기주도적 학습 역량과 문제 해결 능력을 신장하는 데 효과적이다[12]. 환경 문제와 같이 복합적이고 실제적인 문제를 다루는 AI·환경 융합 교육에서 PBL은 학습자의 참여와 실천을 촉진하는 적절한 교수·학습 전략으로 활용될 수 있다. 일반적인 PBL 6단계는 Figure 4와 같고, 이는 선행연구(Barrows, 1986; Savery, 2006)를 바탕으로 재구성한 것이다 [13,14].

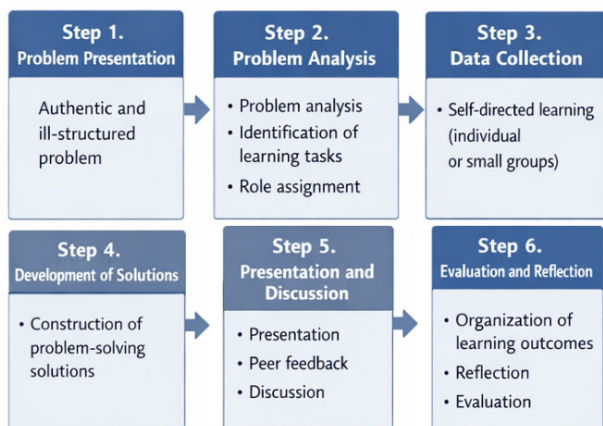


Figure 4. The General Six-Step Process of the PBL Model

3. 연구 방법

3.1 연구 설계

본 연구는 초등학교 현장에서 적용 가능한 AI·환경 융합

교육 프로그램을 개발하고, 이에 대한 초등교사의 인식과 현장 적용 가능성을 탐색하기 위한 설계 기반 연구(design-based research)의 성격을 지닌다. 연구자는 지속가능발전 교육(ESD)과 인공지능(AI) 교육에 대한 이론적 고찰을 바탕으로 문제중심학습(PBL) 모형을 적용한 두 가지 교육 프로그램을 개발하였다.

개발된 프로그램은 초등학교 3학년을 대상으로 한 마이크로비트 기반 분리배출 프로젝트(프로그램 A)와 초등학교 4학년을 대상으로 한 엔트리 기반 기후위기 시뮬레이션(프로그램 B)으로 구성된다. 각 프로그램은 교육과정 분석 및 선행연구 검토를 토대로 설계되었으며, 전문가 검토와 초등교사 대상 설문 등을 통해 교육적 타당성과 현장 적용 가능성을 검증하였다.

본 연구는 동일 집단을 대상으로 한 사전·사후 변화 분석 설계를 적용하지 않았기에, 프로그램 적용에 따른 인식의 변화나 교육적 효과를 직접적으로 검증하는 데에는 한계가 있다. 따라서 본 연구의 설문 결과는 실제적인 변화 수치보다, 교사들이 해당 프로그램을 현장에 적용할 때 예상되는 교육적 적절성과 잠재적 활용 가능성에 대한 전문적 판단으로 제한하여 해석해야 한다.

즉, 본 연구는 실제 수업 실행을 통한 효과 검증이 아니라, 교사의 인식을 바탕으로 프로그램의 현장 안착 가능성을 사전적으로 검토한 탐색적 연구로서의 의의를 지닌다.

3.2 연구 대상

본 연구의 대상은 초등학교 교사 122명으로, 초등교사 온라인 커뮤니티를 통해 자발적으로 참여 의사를 밝힌 교사들이다. 사전 설문에는 총 122명이 참여하였으며, 일반적인 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. General Characteristics of Research Participants

Response		Frequency	Percentage	Response		Frequency	Percentage
Grade	1st Grade	1	0.8	Age	20s-30s	46	37.7
	2nd Grade	6	4.9		30s-40s	57	46.7
	3rd Grade	28	23.0		≥ 40s	19	15.6
	4th Grade	31	25.4	Experience	≤ 5 years	25	20.5
	5th Grade	22	18.0		6-10 years	47	38.5
	6th Grade	23	18.9		11-20 years	42	34.4
	Subject Teacher	10	8.2		≥ 21 years	8	6.6
	Lead Teacher	1	0.8	Total		122	100.0

프로그램 지도안 검토 후 실시한 사후 설문에는 프로그램 A 88명, 프로그램 B 89명이 응답하였다. 사전·사후 설문 간 응답자 수의 차이는 지도안 검토에 소요되는 시간적 부담과

개인별 관심 분야(프로그램 A vs B)에 따른 선택적 참여에 따른 것이다.

연구 대상자의 인구통계학적 특성을 파악하기 위해 교직 경력, 담당 학년, AI 교육 경험 여부 등의 정보를 수집하여 분석에 활용하였다.

또한 설문 문항의 내용 타당도 확보를 위해 환경교육 및 AI 교육 경험이 있는 초등학교 3인을 전문가 집단으로 구성하여 검토를 실시하였다. 다만 전문가 수가 제한적이라는 점에서 다양한 관점을 충분히 반영하는 데 한계가 있다.

3.3 자료 수집 방법

자료 수집은 온라인 설문 도구를 활용한 사전·사후 설문 방식으로 이루어졌다. 사전 설문은 초등학교사의 AI·환경 융합 교육에 대한 인식과 배경 정보를 파악하기 위한 문항으로 구성되었다. 이후 참여 교사들에게 프로그램 A와 B의 교수·학습 지도안 및 수업 자료를 제공하고, 이를 검토한 후 사후 설문에 응답하도록 하였다. 본 연구는 온라인 커뮤니티 기반 자발적 참여 표집을 활용하였기 때문에 AI 및 디지털 교육에 관심이 높은 교사가 포함되었을 가능성이 있으며, 이에 따라 연구 결과의 일반화에는 신중한 해석이 요구된다.

사후 설문은 각 프로그램의 교육적 적절성, 현장 적용 가능성, 기대 효과 등을 평가하는 리커트 척도 문항과 개방형 문항으로 구성되었다. 설문 문항과 교수·학습 지도안은 연구자가 개발하였으며, 전문가 검토를 통해 내용 타당도를 확보하였다. 모든 자료 수집 과정은 연구 윤리 기준을 준수하여 수행되었다.

Table 2. Research Procedure and Data Analysis Methods

Stage	Main Content	Analysis Methods
Stage 1	Validity of pre- and post-survey items (expert group)	Content Validity Index (CVI)
	Validity of pre-survey items (elementary teachers) Reliability of pre- and post-survey instruments	Exploratory Factor Analysis (EFA) Cronbach's α
Stage 2	Descriptive analysis of pre- and post-survey results	Descriptive statistics (mean, standard deviation) ANOVA
Stage 3	Verification of classroom applicability of the programs (Post-survey results)	One-sample t-test
Stage 4	Qualitative analysis of open-ended responses (Post-survey results)	Meaning unit analysis - categorization - theme extraction Open coding - axial coding

수집된 자료는 양적 분석과 질적 분석을 병행하여 분석하였다. 양적 자료는 SPSS 통계 프로그램을 활용하여 분석하였으며, 설문 문항의 타당도와 신뢰도를 검증한 후 기술통계와 일표본 t-검정을 실시하였다.

개방형 설문 응답은 Nvivo 질적 분석 프로그램을 활용하여 주제 분석을 실시하였다. 응답 내용에서 의미 있는 진술을 추출하고 이를 범주화하여 주요 주제를 도출하였으며, 양적 분석 결과와 종합적으로 해석하여 프로그램의 교육적 의의와 개선 방향을 논의하였다. 전체적인 자료 분석 과정은 Table 2과 같다.

4. 개발 과정

4.1 프로그램 A: 초등학교 3학년 대상 마이크로비트를 이용한 분리배출 프로그램

4.1.1 개발 배경 및 방향

프로그램 A는 초등학교 3학년 학생이 생활 주변의 환경 문제를 인식하고, 이를 인공지능 도구를 활용하여 해결하는 경험을 제공하는 것을 목표로 개발되었다. 사회화와 도덕과 교육과정의 성취기준을 분석하여 지역사회 문제 탐색, 생태 감수성, 공동체적 실천을 핵심 요소로 설정하였다. 특히 분리배출이라는 일상적 환경 문제를 중심으로, 마이크로비트를 활용한 체험 중심 활동을 통해 AI 기반 문제 해결 과정을 경험하도록 설계하였다.

4.1.2 프로그램 구성

Table 3. Program A Lesson Plan

Session	Learning Focus	AI / Digital Tool	Key Learning Activities
1-2	Introduction to AI and Ethics	Drawing tools	Understanding basic concepts and discussing ethical use of AI
3-4	Environment Issues	AI-based news	Identifying waste-related problems in the local
5-6	AI-based Classification	Micro:bit	Experiencing condition - decision - action logic through waste classification activities
7-8	Data Collection and Analysis	Micro:bit	Plogging activity, waste sorting, data recording and visualization
9	Reflection and Action	-	Sharing solutions and making environmental action pledges

본 프로그램은 문제중심학습(PBL) 모형을 적용하여 총 9차시로 구성되었고 그 구체적인 내용은 Table 3과 같다. 학습자는 지역의 분리배출 문제를 탐색하고, 마이크로비트 센서를 활용한 활동과 플로깅 실습을 통해 데이터를 수집·분석하며 해결 방안을 도출한다. 주요 활동은 AI 기초 이해, 지역 환경 문제 분석, 마이크로비트 활용 분리배출 활동, 데이터 정리 및 시각화, 환경 실천 다짐으로 구성된다.

4.1.3 개발특징

프로그램 A의 주요 특징은 다음과 같다.

첫째, 초등 저학년 수준에 적합한 AI 체험 중심 설계로, 복잡한 코딩 대신 ‘조건-판단-행동’ 구조를 중심으로 AI적 사고를 경험하도록 구성하였다.

둘째, 플로깅과 분리배출 실습을 통해 실제 환경 문제 해결과 학습을 연계하였다.

셋째, 수집한 쓰레기 데이터를 정리·시각화하는 활동을 통해 데이터 기반 사고의 기초를 형성하도록 하였다.

4.2 프로그램 B: 초등학교 4학년 대상 엔트리를 이용한 기후위기 시뮬레이션

4.2.1 개발 방향

프로그램 B는 초등학교 4학년 학생이 기후위기 문제를 인과적으로 이해하고, 이를 시뮬레이션 형태로 구현하는 경험을 제공하는 것을 목표로 개발되었다. 사회·도덕·과학 교과 성취기준을 통합적으로 분석하여 지역 환경 문제 탐구, 기후변화 이해, 실천적 태도 형성을 핵심 목표로 설정하였다. 특히 블록 기반 프로그래밍 도구인 엔트리를 활용하여 기후위기의 원인과 결과를 모델링하도록 설계하였다.

4.2.2 프로그램 구성

Table 4. Program B Lesson Plan

Session	Learning Focus	AI / Digital Tool	Key Learning Activities
1-2	Introduction to AI and Ethics	Drawing tools	Understanding basic concepts and discussing ethical use of AI
3	Environment Issues	AI-based news	Identifying waste-related problems in the local
4	Climate and AI Solutions	Data visualization	Analyzing climate data and discussing AI-based solutions
5	Introduction to Entry	Entry	Learning block-based programming fundamentals
6-7	Simulation Design	Entry	Designing scenarios for climate simulations
8-9	Simulation Development	Entry	Implementing climate crisis simulations using variables
10	Sharing and Action	-	Presenting simulations and planning environmental actions

본 프로그램은 문제중심학습(PBL) 모형에 따라 총 10차시로 구성되었고, 구체적인 내용은 Table 4와 같다. 학습자는 지역의 기후위기 문제를 탐색하고, AI 기초 이해 활동을 거쳐 기후위기 시뮬레이션을 설계·제작한다. 주요 활동은 AI 기초 및 윤리 이해, 지역 기후 문제 분석, 엔트리 기초 학습, 시뮬레이션 기획 및 제작, 결과 공유 및 실천 다짐으로 구성된다.

4.2.3 개발특징

프로그램 B의 주요 특징은 다음과 같다.

첫째, 기후위기의 원인과 결과를 변수와 조건으로 모델링하여 인과적 사고를 강화하였다.

둘째, 시뮬레이션 제작 과정을 통해 알고리즘과 컴퓨팅 사고력을 자연스럽게 경험하도록 설계하였다.

셋째, 결과 공유와 실천 활동을 통해 학습을 일상 속 환경 실천으로 확장하도록 구성하였다.

5. 연구 실행 및 평가

5.1 전문가 집단 조사 결과

5.1.1 전문가 집단특성 및 타당도 검증결과

Table 5. Expert Group Characteristics

Expert	Gender	Age Group	Teaching Experience	Grade Taught	Experience in AI/Digital Literacy Education	Environmental Education Experience
Expert 1	Female	30s-40s	6-10 years	Grade 3	Yes	Yes
Expert 2	Female	20s-30s	≤ 5 years	Grade 6	Yes	Yes
Expert 3	Female	20s-30s	≤ 5 years	Grade 5	Yes	Yes

본 연구의 전문가 집단은 초등학교 현장에서 근무 중인 교사 3명으로, 담당 학년과 교직 경력, AI 및 환경교육 경험에서 다양한 배경을 지닌 집단이다. 모든 전문가는 교과 수업에서 AI 또는 디지털 리터러시 교육과 환경교육을 실시한 경험이 있어, 개발된 AI·환경 융합 교육 프로그램에 대해 현장 적용 관점에서 평가할 수 있는 적절한 집단으로 판단된다. 구체적인 내용은 Table 5와 같다.

Table 6. Expert Group Validation Results(CVI)

Instrument	Number of Items (N)	S-CVI (Average)	I-CVI Range
Overall questionnaire	31	0.98	0.80-1.00
Pre-survey questionnaire	11	1.00	0.80-1.00
Post-survey (Program A)	10	0.96 (1 item: 0.66)	0.80-1.00
Post-survey (Program B)	10	1.00	0.80-1.00

설문 도구의 내용 타당도를 확보하기 위해 전문가 타당도 검증(Content Validity Index, CVI)을 실시하였고 그 결과는 Table 6과 같다. 총 31개 문항에 대한 척도 수준 내용 타당도 지수(S-CVI)는 0.98로 나타나 연구 도구의 내용 타당도가 확보된 것으로 확인되었다. 개별 문항의 내용 타

당도 지수(I-CVI)는 0.80~1.00 범위로 나타났다. 그러나 프로그램 A의 사후 설문 문항 중 1개 문항은 내용 타당도 지수(I-CVI)가 기준에 미달하여 수정이 이루어졌다. 해당 문항은 환경 관련 용어 사용의 정확성에 대한 전문가 의견을 반영하여 '분리수거'라는 표현을 '분리배출'로 수정하였다. 이후 모든 문항은 최종 연구 도구로 확정되었으며, 문항 삭제 없이 총 31개 문항이 분석에 활용되었다.

5.1.2 프로그램 A 사후 설문 조사(전문가 집단)

프로그램 A는 마이크로비트를 활용한 분리배출 및 환경 개선 활동 중심의 수업안으로, 전문가 사후 설문은 10개의 리커트 문항과 2개의 개방형 문항으로 구성되었다. 정량 분석 결과, 모든 문항에서 평균 4.33점 이상으로 나타나 전반적으로 높은 평가를 받았다.

특히 지역 연계 활동의 효과성과 환경·AI 요소의 통합성에 대한 문항은 모든 전문가가 5점을 부여하여, 프로그램이 학습자의 실제 생활 맥락과 기술적 요소를 유기적으로 연결하고 있음을 확인할 수 있었다. 반면 AI 개념 설명의 명확성과 활동 난이도에 대한 문항에서는 전문가 간 일부 차이가 나타나, 학년 수준을 고려한 설명과 활동 조정의 필요성이 제기되었다.

개방형 응답 분석 결과, 프로그램의 융합적 구성과 교육적 의미에 대한 긍정적 평가가 공통적으로 나타났으며, 용어 사용의 정확성 및 활동 시간 배분에 대한 개선 의견이 제시되었다.

5.1.3 프로그램 B 사후 설문 조사(전문가 집단)

프로그램 B는 엔트리를 활용한 기후위기 시뮬레이션 제작 중심의 수업안으로, 프로그램 A와 동일한 구조의 사후 설문을 통해 평가되었다. 정량 분석 결과, 문항 평균은 모두 4.33점 이상으로 나타났으며, 절반 이상의 문항에서 평균 5.00점을 기록하였다.

특히 시뮬레이션 제작 활동이 컴퓨팅 사고력과 문제 해결 능력 향상에 기여한다는 문항과 기후위기 대응 설계 과정의 창의성 증진 효과에 대해 매우 긍정적인 평가가 나타났다. 반면 교육과정 연계성과 활동 난이도에 대한 일부 문항에서는 보완 필요성이 제기되었다.

개방형 응답에서는 학생 주도적 탐구 활동과 지역 및 생활 맥락과의 연계성이 프로그램의 강점으로 강조되었으며, 엔트리 활용 단계의 세분화와 실천 활동의 명시적 연결이 개선점으로 제안되었다.

5.1.4 종합 논의

전문가 집단의 사전·사후 설문 결과를 종합한 결과, 본 연구에서 개발한 두 가지 AI·환경 융합 교육 프로그램은 교육적 타당성과 학교 현장 적용 가능성 측면에서 긍정적인 평가를 받았다. 사전 설문을 통해 AI 및 환경교육의 중요성과 융합교육의 필요성에 대한 공감대가 확인되었으며, 사후 설문

에서는 실제 수업안의 완성도와 적용 가능성에 대한 구체적인 피드백이 도출되었다.

다만 두 프로그램 모두 실제 수업 적용 시 시간 배분, 활동 난이도 조정, 용어 설명의 명확성 등 세부적인 보완이 요구되었으며, 이는 향후 프로그램 개선 및 후속 연구에서 반영되어야 할 과제로 제시된다.

5.2 초등교사 집단 조사 결과

5.2.1 초등교사 집단의 일반적 특성

본 연구에는 초등교사를 대상으로 한 온라인 설문에 총 122명이 참여하였다. 이 중 프로그램 A 사후 설문에는 88명, 프로그램 B 사후 설문에는 89명이 응답하였다. 사전 설문과 사후 설문 간 응답자 수의 차이는 프로그램 선택 참여 및 설문 참여 범위의 차이에 따른 것으로, 교사의 자발적 참여 특성에 기인한다.

Table 1에 따르면 연구 참여 교사의 담당 학년은 3학년과 4학년이 가장 높은 비율을 차지하였으며, 이는 본 연구가 중학년을 주요 적용 대상으로 설정한 점과 관련된다. 연령대는 30대에서 40대 교사가 가장 많았고, 교직 경력은 6년에서 10년 사이의 교사가 가장 높은 비중을 보였다. 전반적으로 다양한 경력과 학년 배경을 가진 교사들이 참여하여, 프로그램에 대한 현장 중심의 인식을 폭넓게 수집할 수 있었다.

또한 다수의 교사가 인공지능 및 디지털 리터러시 교육과 환경교육에 대한 관심과 경험을 보유하고 있는 것으로 나타났다. 인공지능 또는 디지털 리터러시 교육 경험이 있다고 응답한 교사는 전체의 대부분을 차지하였으며, 환경 역량 함양 교육 경험 역시 높은 비율로 나타났다.

5.2.2 사전 설문 조사

초등교사의 AI 교육, 환경교육, AI·환경 융합교육에 대한 인식을 조사하기 위해 5점 Likert 척도의 사전 설문을 실시하였다. 측정 도구의 타당성을 검증하기 위해 탐색적 요인 분석(EFA)을 실시한 결과, KMO 값은 .896으로 나타나 요인분석에 적합한 수준이었다. 그러나 고유값(Eigenvalue) 1 이상을 기준으로 단일 요인이 추출되어, 응답자들이 세부 영역을 구분하기보다는 전반적인 인식 차원에서 문항을 인식하고 있음을 확인하였다.

이러한 결과는 AI 교육, 환경교육, AI·환경 융합교육에 대한 교사의 인식이 서로 독립된 개념이라기보다 하나의 통합된 인식 구조로 형성되어 있음을 시사한다.

한편 본 연구에서는 각 영역에 대한 인식 수준의 차이를 보다 구체적으로 탐색하기 위해, 설문 문항을 AI 교육, 환경교육, AI·환경 융합교육의 세 영역으로 구분하여 신뢰도 분석을 실시하였다. 이는 요인 구조를 재확정하기 위한 목적이 아니라, 각 영역별 응답 경향을 비교·탐색하기 위한 분석적 접근에 해당한다.

분석 결과, AI 교육에 대한 인식(Cronbach's α -.852)

과 환경교육에 대한 인식(Cronbach's $\alpha=.889$)은 높은 내적 일관성을 보였다. 반면 AI·환경 융합교육 인식 요인은 Cronbach's $\alpha=.573$ 으로 낮은 수준을 보였다.

이와 같은 결과는 첫째, AI와 환경교육의 통합적 개념이 교육 현장에서 아직 명확하게 구조화되지 않아 교사들이 '융합' 개념을 일관되게 인식하지 못했을 가능성, 둘째, 관련 교수·학습 경험의 부족으로 인해 응답의 일관성이 낮아졌을 가능성, 셋째, 문항이 복합적 개념을 동시에 포함함에 따라 측정 대상이 명확하게 구분되지 않았을 가능성에 기인한 것으로 해석된다.

또한 해당 요인의 신뢰도를 개선하기 위해 문항 삭제 및 수정 가능성을 검토하였으나 유의미한 변화가 나타나지 않았다. 이에 따라 본 연구는 측정의 안정성을 확보하기 위해 AI·환경 융합교육 인식 요인을 최종 분석에서 제외하고, 신뢰도가 확보된 AI 교육과 환경교육 인식 요인만을 종속변수로 활용하였다.

이러한 결과는 AI·환경 융합교육에 대한 교사의 인식이 아직 독립된 구성개념으로 정립되지 않았음을 보여주며, 향후 관련 개념을 보다 명확히 반영할 수 있는 측정 도구 개발이 필요함을 시사한다.

AI 교육에 대한 인식에서는 'AI 교육을 적용하기 위한 교육 자료 및 지원의 필요성' 문항이 가장 높은 평균을 보였으며, 기본적인 AI 개념 이해와 AI 교육의 교육적 효과에 대해서도 비교적 긍정적인 인식이 나타났다. 반면, AI 교육을 지도할 수 있는 교사의 전문성과 역량에 대한 인식은 상대적으로 낮은 경향을 보였다.

환경교육에 대한 인식은 전반적으로 높은 수준을 나타냈으며, 환경교육의 필수성과 실천적 중요성, 지역 환경 문제를 수업에 반영하는 것의 교육적 가치에 대해 교사들의 높은 동의가 확인되었다.

교직 경력에 따른 인식 차이를 분석하기 위해 일원배치 분산분석(ANOVA)을 실시하였고, 기술통계와 ANOVA 결과 요약표는 Table 7, Table 8과 같다.

Table 7. Descriptive Statistics by Teaching Experience

Group		N	M	SD
Perception of AI Education	≤ 5 years	25	3.82	0.69
	6 - 10 years	47	3.99	0.71
	11 - 20 years	42	3.82	0.70
	≥ 21 years	8	3.28	0.43
	Total	122	3.85	0.70
Perception of Environmental Education	≤ 5 years	25	4.21	0.67
	6 - 10 years	47	4.21	0.74
	11 - 20 years	42	4.09	0.84
	≥ 21 years	8	4.33	0.53
	Total	122	4.18	0.75

Table 8. One-way ANOVA Results of Pre-survey by Teaching Experience

Source		SS	df	MS	F	p
Perception of AI Education	Between Groups	3.644	3	1.215	2.559	0.058
	Within Groups	56.001	119	0.475		
	Total	59.645	122			
Perception of Environmental Education	Between Groups	0.627	3	0.209	0.369	0.775
	Within Groups	66.748	119	0.566		
	Total	67.374	122			

분석에 앞서 실시한 Levene의 등분산 검정 결과, AI 교육 및 환경교육 인식 모두 등분산 가정을 충족하였다.

분석 결과, AI 교육에 대한 인식은 교직 경력 집단 간 유의수준에 근접한 차이를 보였다($F=2.559$, $p=.058$). 특히 6년~10년 경력 교사 집단이 가장 높은 평균을 나타낸 반면, 21년 이상 고경력 교사 집단은 상대적으로 낮은 평균을 보였다.

Tukey HSD 사후검정을 실시한 결과, 모든 집단 간 비교를 수행하였으며, 그 중 6년~10년 경력 집단과 21년 이상 경력 집단 간에서만 차이가 나타났고, 그 외 집단 간 비교에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

이러한 경향은 중경력 교사들이 새로운 교육 기술에 대해 상대적으로 긍정적으로 인식할 가능성을 시사하며, 고경력 교사들은 새로운 기술 기반 교육에 대한 익숙함이나 자신감이 상대적으로 낮을 가능성을 시사한다.

반면, 환경교육에 대한 인식은 교직 경력에 따른 유의한 차이가 나타나지 않아, 환경교육의 중요성은 경력과 무관하게 비교적 일관되게 인식되는 경향을 보였다.

5.2.3 프로그램 A 사후 설문 조사

Table 9. Post-Survey Results (Program A, Elementary School Teacher Group)

Domain	M	SD	t	p
Appropriateness of instructional goals and content	4.31	0.72	23.96	<.001
Effectiveness and difficulty of teaching-learning activities	4.18	0.73		
Feasibility of classroom implementation	4.23	0.82		
Overall	4.25	0.49		

프로그램 A에 대한 초등교사의 인식을 분석하기 위해 사후 설문조사를 실시하였으며, 총 88명이 응답하였다. 설문 도구의 신뢰도는 Cronbach's $\alpha=.85$ 로 나타나 내적 일관성이 확보되었다. 프로그램 A에 대한 전체 평균 인식은 4.25 점($SD=0.49$)으로, 이론적 중간값 3.0보다 통계적으로 유의하게 높았다($t=23.96$, $p<.001$, Cohen's $d=2.55$). 이는 교사들이 본 프로그램을 전반적으로 긍정적으로 평가하고 있

음을 보여준다. 특히 Cohen's d 값이 2.55로 나타난 것은 프로그램 A가 마이크로비트를 활용한 분리배출 프로젝트 형태로 구성되어 있어 문제 해결 과정이 구체적이고 산출물이 명확하게 드러나는 수업이라는 점이 영향을 미친 것으로 해석된다. 또한 교사들이 실제 수업 상황을 비교적 쉽게 상상할 수 있어 현장 적용 가능성에 대한 인식이 높게 나타났을 가능성이 있다. 프로그램의 목적 이해도와 학습 동기 유발 효과에 대한 문항에서 높은 평균을 보인 반면, 활동 난이도에 대한 문항은 상대적으로 낮은 점수를 나타냈다. 각각의 결과는 Table 9과 같다. 다만 본 분석은 사후 설문만을 바탕으로 한 교사들의 인식 수준을 확인한 것이므로, 프로그램 참여 전후의 변화를 직접적으로 비교한 효과성 검증으로 해석하는 데 제한이 있다. 따라서 본 결과는 프로그램에 대한 교사들의 전반적인 긍정적 인식과 프로그램의 교육적 적합성을 나타내는 것으로 해석하는 것이 적절하다.

Table 10. Results of the Qualitative Analysis of Open-ended Responses (Program A, Elementary School Teacher Group)

Category	Main themes	Frequency
Strengths	Activity-based learning, Real-life application, Integration of AI and environmental education	113
Limitations	Need for difficulty adjustment, Time and physical constraints	71
Suggestions	Follow-up activities, Instructional support, Learner-centered design	31

또한 프로그램에 대한 긍정적 인식이 기존 수업과 비교하여 어떻게 인식되는지를 확인하기 위해 주관식 응답에 대한 질적 분석을 실시하였다.

분석 결과, 교사들은 프로그램 A의 특징을 '교육 내용의 혁신성', '실생활 연계성', '활동 중심 학습'으로 인식하고 있었으며, 이는 기존의 수업과 비교하여 학습자의 참여와 경험을 강조하는 교수·학습 방식으로 받아들여졌음을 보여준다. 특히 "이론 학습과 실제 경험을 유기적으로 결합한 점이 돋보인다", "분리배출이라는 일상적 소재를 AI와 연결한 점이 인상적이다"와 같은 응답은 본 프로그램이 새로운 학습 경험을 제공하는 것으로 인식되었음을 시사한다. 반면 단점 및 개선 필요성으로는 '내용 및 난이도 조정의 필요성', '학습 자료의 보완', '수업 시간 및 물리적 제약'이 주요 범주로 나타났다. 또한 프로그램 A의 활성화를 위한 제언으로는 사후 활동 확대, 교육 기자재 지원, 학습자 중심 활동 강화가 공통적으로 제시되었다. 구체적인 질적 분석 결과는 Table 10과 같다.

5.2.4 프로그램 B 사후 설문 조사

프로그램 B에 대한 초등교사의 인식을 분석하기 위해 사후 설문조사를 실시하였으며, 총 89명이 응답하였다. 설문도구의 신뢰도는 Cronbach's α =.91로 나타나 내적 일관성이 확보되었다.

Table 11. Post Survey Results (Program B, Elementary School Teacher Group)

Domain	M	SD	t	p
Appropriateness of instructional goals and content	4.29	0.76	20.57	<.001
Effectiveness and difficulty of teaching-learning activities	4.30	0.78		
Feasibility of classroom implementation	4.17	0.83		
Overall	4.26	0.75		

프로그램 B에 대한 전체 평균 인식은 4.26점($SD=0.75$)으로, 이론적 중간값 3.0보다 통계적으로 유의하게 높았다($t=20.57$, $p<.001$, Cohen's $d=0.58$). 프로그램 B의 경우 평균 점수는 프로그램 A와 유사하게 높게 나타났으나, 효과 크기는 0.58로 중간 수준에 머물렀다. 이는 엔트리 기반 기 후위기 시뮬레이션 활동이 개념 이해와 추상적 사고를 요구하는 특성이 있어 교사들이 실제 수업 적용 장면을 구체적으로 상상하는 데 상대적으로 어려움을 느꼈기 때문으로 해석된다. 또한 시뮬레이션 기반 활동은 결과가 가시적으로 드러나는 프로젝트 활동에 비해 학습 효과를 직관적으로 인식하기 어려워 효과크기가 상대적으로 낮게 나타났을 가능성이 있다.

특히 시뮬레이션 제작 활동을 통한 학습 동기 유발과 학생 참여 촉진과 관련된 문항에서 높은 평균을 보인 반면, 실제 수업 적용 의향에 대한 문항은 상대적으로 낮은 점수를 나타냈다. 각각의 결과는 Table 11과 같다.

Table 12. Results of the Qualitative Analysis of Open-ended Responses (Program B, Elementary School Teacher Group)

Category	Main themes	Frequency
Strengths	Educational innovation, Enhancement of Learning competencies	120
Limitations	Content difficulty and level mismatch, Insufficient instructional materials	88
Suggestions	Follow-up activities, Improvement of Educational environment	24

또한 본 연구에서는 프로그램 B에 대한 긍정적 인식이 단순한 만족 수준을 넘어 기존 수업과 비교하여 어떻게 인식되는지를 확인하기 위해 주관식 응답에 대한 질적 분석을 실시하였다.

분석 결과, 교사들은 프로그램 B의 특징을 '교육 내용의 혁신성', '학습자 주도성', '체험 중심 학습'으로 인식하고 있었으며, 이는 기존의 설명 중심 수업과 비교하여 학습자가 주도적으로 문제를 탐구하고 해결하는 교수·학습 방식으로 받아들여졌음을 보여준다.

특히 지역 환경 문제를 중심으로 학습자가 직접 조사하고 해결 방안을 모색하는 활동, 데이터 기반 탐구 및 시뮬레이션 구성 등의 요소는 기존 수업과 차별화되는 경험으로 인식되었다. 실제로 "지역 문제를 아이들이 스스로 조사하고 발표하는 활동이 인상적이다", "학습자 주도로 데이터를 기

반으로 하는 탐구 활동이 가능하다”는 응답은 본 프로그램이 학습자의 주도성과 실제적 문제 해결 경험을 강화하는 방향으로 설계되었음을 시사한다. 반면 단점 및 개선 필요성으로는 ‘내용 및 난이도 부적절성’, ‘학습 자료 및 구성의 한계’, ‘수업 시간 및 물리적 제약’이 주요 범주로 나타났다. 또한 프로그램 B의 활성화를 위한 제언으로는 사후 활동 강화, 교육 환경 및 기자재 지원, 학습자 중심 활동 확대가 공통적으로 제시되었다. 구체적인 질적 분석 결과는 Table 12와 같다.

6. 결론 및 제언

본 연구는 AI·환경 융합 교육에 대한 교사들의 인식을 탐색하고, 연구자가 개발한 두 가지 AI·환경 융합 교육 프로그램(A, B)에 대한 피드백을 양적·질적 분석을 통해 분석하였다. 연구 결과, 대부분의 교사들은 AI·환경 융합 교육에 대해 전반적으로 긍정적인 인식을 보였다. 두 프로그램은 학습 동기 유발, 학습 참여도, 활동의 흥미성, 환경·AI·지역사회 연계성 측면에서 교사 인식 수준에서 전반적으로 긍정적으로 평가되었다. 또한 교사 인식에 기반하여 교육적 적합성과 현장 적용 가능성이 확인되었다.

질적 분석 결과, 두 프로그램에 대한 긍정적 인식은 주로 ‘학습 활동의 우수성’에서 비롯된 것으로 나타났으며, 특히 흥미 유발과 체형 중심 학습 요소가 공통적인 강점으로 나타났다. 이는 AI·환경 융합 교육이 학습자의 참여를 촉진하는 수업 설계 측면에서 긍정적으로 인식될 가능성을 시사한다.

반면, 운영상의 한계도 함께 확인되었다. 교육 환경의 물리적 제약, 교사의 심적 부담, 학습 수준의 적절성 문제, 교수학습 자료의 부족, 시간 운영의 어려움 등이 주요 개선 과제로 도출되었다. 특히 학습 수준의 적절성 문제는 다양한 학습자를 고려한 차별화된 수업 설계의 필요성을 시사한다.

또한 사후 활동에 대한 요구가 공통적으로 나타난 점은, 단일 차시 또는 단기 프로그램을 넘어 학습을 확장할 수 있는 연계 활동 설계의 중요성을 보여준다.

다만 본 연구는 동일 집단을 대상으로 한 사전·사후 변화 분석이 아닌 교사의 인식에 기반한 단기적 조사로 수행되었으며, 실제 수업 실행 및 장기적인 학습 효과를 직접적으로 검증하지는 못하였다는 한계를 지닌다. 또한 자발적으로 참여한 교사를 대상으로 자료를 수집하였다는 점에서 연구 결과의 일반화에는 신중한 해석이 요구된다.

따라서 향후 연구에서는 AI, 컴퓨터 공학, 환경교육 전문가 등 다학제적 검증 과정이 필요하다. 또한 실제 수업 맥락에서의 적용을 통해 학습자의 변화와 교육 효과를 검증하는 연구가 필요하며, 다양한 학교 환경과 학습자 수준을 고려한 적용 가능성 검토가 함께 이루어질 필요가 있다. 아울러 본 연구에서 도출된 교사의 피드백을 바탕으로 교수학습 자료 보완, 난이도 조정, 수업 운영 지원 방안 등을 구체화하는 후속 연구가 요구된다.

참고문헌

- [1] Ministry of Education. (2024). *2022 revised national curriculum (2022 개정 교육과정)*. Ministry of Education. <https://ncic.re.kr/>
- [2] UNESCO. (2020). *Education for sustainable development: A roadmap*. UNESCO Publishing. <https://doi.org/10.54675/YFRE1448>
- [3] Kim, D. (2020). Exploring goals and contents related to education for sustainable development (ESD) in the 2015 revised elementary curriculum (초등 2015 개정교육과정)에 포함된 지속가능발전교육(ESD) 관련 목표와 내용 탐색). *Journal of Education for International Understanding*, 15(1), 1–31. <https://doi.org/10.35179/jeiu.2020.15.1.1>
- [4] Kwon, E., & Hong, S. (2012). Elementary students' environmental perceptions through associative words and drawing activities: Comparisons by residential area and grade level (환경에 대한 연상 단어와 그리기 활동을 통해 나타난 초등학생의 환경인식 및 거주 지역, 학년 간의 비교). *Journal of Environmental Education*, 25(2), 161–179.
- [5] Kim, M. (2023). Effects of a community problem-solving PBL class for education for sustainable development (지속가능발전교육을 위한 지역사회 문제해결 중심 PBL 수업의 효과성 연구). *Korean Journal of General Education*, 17(3), 217–228. <https://doi.org/10.46392/kjge.2023.17.3.217>
- [6] Lee, S. (2020). Elementary school teachers' understanding and perceptions of AI education (AI 교육에 대한 초등교사의 이해와 인식). *The Journal of Korean Elementary Education*, 31(Special Issue), 15–31. <https://doi.org/10.20972/kjee.31..202008.15>
- [7] Lee, M., & Jeon, S. (2017). A study on the improvement of elementary students' logical thinking skills using Entry and Scratch (엔트리와 스크래치를 활용한 초등학생의 논리적 사고력 신장에 관한 연구). *The Journal of Korean Elementary Education*, 28(1), 173–185. <https://doi.org/10.20972/kjee.28.1.201703.173>
- [8] Sentance, S., Waite, J., Yeomans, L., & MacLeod, E. (2017). Teaching with physical computing devices: The BBC micro:bit initiative. *Proceedings of the 12th Workshop on Primary and Secondary Computing Education*, Bologna, Italy, 87–96. <https://doi.org/10.1145/3137065.3137083>
- [9] Kim, J., & Kim, J. (2023). *Effects of ecological environment AI convergence education on elementary students' environmental literacy and attitudes toward AI (생태환경 인공지능 융합교육이 초등학생의 환경소양과 인공지능 태도에 미치는 영향)*[석사학위논문]. 광주교육대학교 교육대학원.
- [10] Kim, J., & Kim, G. (2023). Effects of an AI-based interdisciplinary environmental education program on elementary students' environmental literacy and AI competencies (인공지능을 활용한 교과융합 환경교육 프로그램이 초등학생의 환경소양과 인공지능역량에 미치는 영향). *The Journal of Korean Elementary Education*, 34(3), 195–210. <https://doi.org/10.20972/kjee.34.3.202309.195>
- [11] Chawla, L. (1999). Life paths into effective environmental action. *The Journal of Environmental Education*, 31(1), 15–26. <https://doi.org/10.1080/00958969909598628>
- [12] Albanese, M., & Mitchell, S. (1993). Problem-based

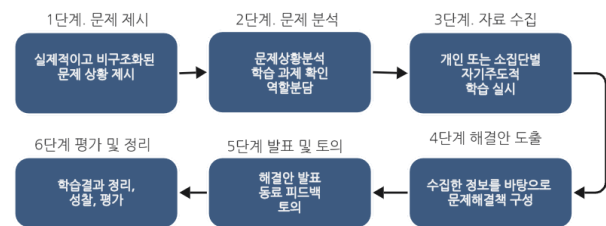
learning: A review of literature on its outcomes and implementation issues. *Academic Medicine*, 68(1), 44. <https://doi.org/10.1097/00001888-199301000-00012>

- [13] Barrows, H. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, 20(6), 481–486. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.1986.tb01386.x>
- [14] Savery, J. (2006). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 1(1), 9–20. <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1002>

부록



[그림 1] 지속가능발전목표 (SDGs)



[그림 4] PBL 모형의 일반적인 6단계 과정

[표 1] 연구참여자의 일반적 특성

응답		빈도	백분율	응답		빈도	백분율
학년	1학년	1	0.8	연령	20-30대	46	37.7
	2학년	6	4.9		30-40대	57	46.7
	3학년	28	23.0		40대 이상	19	15.6
	4학년	31	25.4	교직경력	5년 이하	25	20.5
	5학년	22	18.0		6~10년	47	38.5
	6학년	23	18.9		11~20년	42	34.4
	전담교사	10	8.2		21년 이상	8	6.6
	보직교사	1	0.8	합계		122	100.0

[표 2] 연구 절차 및 자료 분석 방법

Stage	Main Content	Analysis Methods
1단계	사전·사후 설문 문항 타당도 검증(전문가 집단) 사전 설문 문항 타당도 검증 (초등교사) 사전·사후 측정 도구의 신뢰도 검증	내용 타당도 지수(CVI) 탐색적 요인분석(EFA) Cronbach's α
2단계	사전·사후 설문 결과의 기술적 분석	기술통계(평균, 표준편차) 일원배치 분산분석 (ANOVA)
3단계	프로그램의 현장 적용 가능성 검증(사후 설문 결과)	일표본 t-검정
4단계	개방형 응답의 질적 분석 (사후 설문 결과)	의미 단위 분석 - 범주화 - 주제 도출 개방 코딩 - 축 코딩

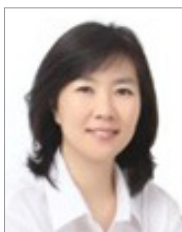


김지우

· 2020년 공주교육대학교 초등수학교육학과(교육학사)
· 2026년 성균관대학교 인공지능융합교육전공(교육학석사)
· 2021년~경기도교육청 신장초등학교 교사

✚ 관심분야: 환경교육, 생태전환교육, 인공지능 융합 교육

✉ wnldn21@korea.kr



김미량

· 1987년 서울대학교 영어영문학과(문학사)
· 1988년 Lehigh University 교육공학전공(이학석사)
· 1998년 서울대학교 대학원 교육학과 교육방법·공학전공(교육학박사)
· 1999년~현재 성균관대학교 사범대학 컴퓨터교육과 교수

✚ 관심분야: 컴퓨터교과교육, 온라인교수설계, 데이터 기반분석, 인공지능교육

✉ mrkim@skku.edu

[표 3] 프로그램 A 교수학습지도안

차시	학습 중점	AI / 디지털 도구	주요 학습 활동
1-2	AI 및 윤리 도입	그림 도구	기초 개념 이해 및 AI의 윤리적 활용 토의
3-4	환경 문제	AI 기반 뉴스	지역 사회의 쓰레기 관련 문제 확인
5-6	AI 기반 분류	Micro:bit	쓰레기 분류 활동을 통한 조건-결정-행동 논리 체험
7-8	데이터 수집 및 분석	Micro:bit	플로깅 활동, 쓰레기 분리배출, 데이터 기록 및 시각화
9	성찰 및 실천		해결 방안 공유 및 환경 실천 다짐하기

[표 4] 프로그램 B 교수학습지도안

차시	학습 중점	AI / 디지털 도구	주요 학습 활동
1-2	AI 및 윤리 도입	그림 도구	기초 개념 이해 및 AI의 윤리적 활용 토의
3	환경 문제	AI 기반 뉴스	지역 사회의 쓰레기 관련 문제 확인
4	기후 및 AI 해결 방안	데이터 시각화	기후 데이터 분석 및 AI 기반 해결 방안 토의
5	엔트리 도입	Entry	블록 기반 프로그래밍 기초 학습
6-7	시뮬레이션 설계	Entry	기후 시뮬레이션을 위한 시나리오 설계
8-9	시뮬레이션 개발	Entry	변수를 활용한 기후 위기 시뮬레이션 구현
10	성찰 및 실천		시뮬레이션 발표 및 환경 실천 계획 수립

[표 5] 전문가 집단의 일반적 특성

전문가	성별	연령대	교직 경력	담당 학년	AI/디지털 리터러시 교육 경험	환경교육 경험
전문가 1	여성	30-40대	6-10년	3학년	있음	있음
전문가 2	여성	20-30대	5년 이하	6학년	있음	있음
전문가 3	여성	20-30대	5년 이하	6학년	있음	있음

[표 6] 전문가 집단 타당도 검증 결과(CVI)

측정 도구	문항 수 (N)	S-CVI (평균)	I-CVI 범위
전체 설문지	31	0.98	0.80-1.00
사전 설문	11	1.00	0.80-1.00
사후 설문 (프로그램 A)	10	0.96 (1개 문항: 0.66)	0.80-1.00
사후 설문 (프로그램 B)	10	1.00	0.80-1.00

[표 7] 교직 경력에 따른 기술통계

집단		N	M	SD
AI 교육 인식	5년 이하	25	3.82	0.69
	6-10년	47	3.99	0.71
	11-20년	42	3.82	0.70
	21년 이상	8	3.28	0.43
	전체	122	3.85	0.70
환경교육 인식	5년 이하	25	4.21	0.67
	6-10년	47	4.21	0.74
	11-20년	42	4.09	0.84
	21년 이상	8	4.33	0.53
	전체	122	4.18	0.75

[표 8] 교직 경력에 따른 사전 설문의 일원배치 분산분석(ANOVA) 결과

변인		제곱합 (SS)	자유도 (df)	평균제 곱(MS)	F	p
AI 교육 인식	집단 간	3.644	3	1.215	2.559	0.058
	집단 내	56.001	119	0.475		
	합계	59.645	122			
환경 교육 인식	집단 간	0.627	3	0.209	0.369	0.775
	집단 내	66.748	119	0.566		
	합계	67.374	122			

[표 9] 사후 설문 결과 (프로그램 A, 초등교사 집단)

영역	M	SD	t	p
교수 목표 및 내용의 적절성	4.31	0.72	23.96	<.001
교수-학습 활동의 효과성 및 난이도	4.18	0.73		
현장 적용 가능성	4.23	0.82		
전체	4.25	0.49		

[표 10] 개방형 응답의 질적 분석 결과 (프로그램 A, 초등교사 집단)

범주	주요 주제	빈도
강점	활동 중심 학습, 실생활 적용, AI와 환경 교육의 통합	113
한계점	난이도 조절 필요, 시간 및 물리적 제약	71
제언	사후 활동, 교수 지원, 학습자 중심 설계	31

[표 11] 사후 설문 결과 (프로그램 B, 초등교사 집단)

영역	M	SD	t	p
교수 목표 및 내용의 적절성	4.29	0.76	20.57	<.001
교수-학습 활동의 효과성 및 난이도	4.30	0.78		
현장 적용 가능성	4.17	0.83		
전체	4.26	0.75		

[표 12] 사후 설문 결과 (프로그램 B, 초등교사 집단)

범주	주요 주제	빈도
강점	교육 혁신, 학습 역량 강화	120
한계점	내용의 난이도 및 수준 부적합, 교수 학습 자료 부족	88
제언	사후 활동, 교육 환경 개선	24