



디지털 교과서 적용에 관한 연구 동향 분석을 기반으로 한 교육 프로그램 개발 방안 제안

Proposal for the Development of Educational Programs Based on a Systematic Review of Research Trends in Digital Textbook Implementation

손정명[†] · 이시훈^{††}Jungmyoung Son[†] · Sihoon Lee^{††}

요약

본 연구는 2008년부터 2024년까지의 국내외 디지털 교과서 연구 동향을 체계적 문헌 고찰(Systematic Literature Review) 방식을 적용하여 분석하고, 향후 디지털 교과서와 AI 기반 디지털 교과서의 연구 및 개발 방향에 대한 시사점을 도출하는 것을 목표로 하였다. 연구 결과, 디지털 교과서 연구는 초기 개념 정립과 교육적 효과 검증에서부터 기술적 발전과 AI 기술 통합에 이르기까지 다양한 발전 단계를 거쳤다. 주요 시사점으로는 사용자 경험(UX)의 최적화, 학습 효과성 증대, 혁신적 교수학습 전략의 개발, 기술적 안정성과 혁신 추진, 그리고 디지털 교과서 사용에 따른 부작용의 철저한 검토가 필요함을 확인하였다. 특히, 디지털 교과서는 직관적이고 접근 가능한 설계를 통해 모든 학습자에게 평등한 학습 기회를 제공해야 하며, 학습 몰입도와 자기 주도적 학습, 협력 학습, 문제 해결 능력의 향상을 목표로 설계되어야 한다. 또한, 데이터 기반의 학습 설계 및 리터러시 함양 교육이 매우 중요하다. 이러한 시사점들은 디지털 교과서의 지속적인 발전과 교육 현장에서의 효과적 활용을 위해 필수적인 요소로서, 향후 연구 및 개발 과정에서 중요한 방향성을 제시한다.

주제어 디지털 교과서, AIDT, 교육적 효과, 교수학습 전략, 사용자 경험

ABSTRACT

This study aimed to analyze the research trends in digital textbooks both domestically and internationally from 2008 to 2024 using a Systematic Literature Review (SLR) approach and to draw implications for the future research and development of digital textbooks, including AI-based digital textbooks. The results indicate that digital textbook research has undergone various stages of development, from the initial establishment of concepts and validation of educational effectiveness to technological advancements and the integration of AI technologies. Key implications include the need for optimizing user experience (UX), enhancing educational effectiveness, developing innovative teaching and learning strategies, ensuring technical stability and continuous innovation, and thoroughly examining the potential adverse effects associated with the use of digital textbooks. Specifically, digital textbooks should be designed to provide equitable learning opportunities for all learners through intuitive and accessible design, aiming to improve learning engagement, self-directed learning, collaborative learning, and problem-solving skills. Additionally, providing data-driven personalized learning paths are essential. These implications serve as critical factors for the ongoing development of digital textbooks and their effective application in educational settings, offering significant direction for future research and development efforts.

Keywords Digital Textbook, AIDT, Educational Effectiveness, Teaching and Learning Strategies, User Experience

†정회원	한국고원대학교부설월곡초등학교 교사
††정회원	청주교육대학교 인공지능로봇교육연구소 전임연구원(교신저자)
논문투고	2024년 09월 10일
심사완료	2024년 10월 30일
게재확정	2024년 11월 06일
발행일자	2024년 11월 13일

1. 서론

디지털 교과서에 대한 연구는 2007년 ‘디지털 교과서 상용화 추진 방안’이 발표된 이후, 디지털 교과서의 원형이 개발되었고, 2008년부터는 연구학교에 디지털 교과서를 적용하면서 발전 방안을 모색해왔다[1]. 2011년 ‘스마트교육 추진전략’에서 디지털 교과서의 개발 및 시범적용이 포함되었다[2]. 이후 2013년 ‘디지털 교과서 개발 및 활성화 계획’에 따라 본격적으로 진행되었다[3]. 특히 스마트교육 추진 전략의 일환으로 디지털 교과서 개발 및 적용 정책이 본격적으로 추진되면서, 디지털 교과서는 더욱 주목받는 교육 도구로 자리 잡았다.

이 시기까지의 디지털 교과서는 학생들이 자기 주도적으로 학습할 수 있도록 돕는 교과서 개발 및 활용 방안을 모색하는 중요한 국정 과제 중 하나로 추진되었다. 이는 학생들의 학습 효과를 극대화하고, 교사들의 교수 역량을 강화하는데 중점을 두었다. 특히 다양한 멀티미디어 자료와 상호작용 기능을 통해 전통적인 종이 교과서와는 다른 학습 경험을 제공하며, 이는 학생들의 흥미와 참여도를 높이는 것을 목표로 개발되었다. 지난 23년 2월에 발표된 ‘디지털 기반 교육 혁신 방안’의 기본 방향은 인간의 고유한 창의성, 비판적 사고력, 인성, 협력 능력을 키울 수 있도록 개념 중심, 문제 해결 중심 교육을 강화하고, 모든 학생이 자신의 학습 목표, 학습 역량, 학습 속도에 맞춘 맞춤형 교육을 받으며 교사와 학생이 인간적으로 연결되는 체계를 구현하는 것이다[4]. 한편, 이어 발표된 ‘AI 디지털 교과서 추진 방안’을 살펴보면 AI 디지털 교과서의 개발은 2022 개정 교육과정을 기반으로 23-24년 준비기간(디지털 교과서 개발 가이드라인 마련, 디지털 교과서에 관한 법적 근거 마련 등)을 통해 25년부터 적용할 계획이며, 2028년까지 학교급과 과목을 지속적으로 확대해 나갈 예정이다[5]. 하지만 다양한 이유로 인해 현시점에서 디지털 교과서 정책이 시기상조라는 의견 또한 많이 제기되고 있다[6, 7, 8]. 본 연구는 기존 디지털 교과서에 대한 체계적인 문헌 분석을 통해 제언 사항을 도출하고, 새로 적용될 인공지능 기술에 대한 심층 분석을 통해 AI 디지털 교과서 도입을 준비하기 위한 방향을 제시하고자 한다. 이를 통해 AI 디지털 교과서가 학교 현장에서 효과적으로 활용될 수 있도록 필요한 지원과 노력을 구체적으로 분석하고, 미래 교육을 위한 혁신적인 교육 도구로 자리 잡을 수 있도록 기여하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1. 디지털 교과서의 개념 및 발전

초기 디지털 교과서는 기존의 서책형 교과서가 안고 있는 시각적 효과의 부족, 답을 수 있는 정보량의 한계, 흥미 유발과 학습 몰입 기능의 부족 등을 근본적으로 해결해 보자는 고민에서 출발하였다[1].

2008년 1세대 디지털 교과서는 전통적인 서책형 교과서

를 디지털화하려는 시도로 시작되었다. 이 시기에는 학생과 교사 간의 상호작용을 디지털 환경에서 어떻게 구현할 것인지에 대한 설계가 이루어졌고, 하드웨어(HW), 소프트웨어(SW), 그리고 뷰어의 통합 기획이 진행되었다. 기술적으로는 자료 검색, 하이퍼링크, 멀티미디어 기능이 포함되어 학생들이 보다 쉽게 참고서나 문제집, 학습 사전 등의 자료에 접근할 수 있게 되었으며, 평가 도구, 학습 관리 도구, 저작 도구 등의 기능도 도입되었다. 또한, 국가 지식 데이터베이스(DB)와의 연계, 그리고 정치, 경제, 사회, 문화 기관이 보유한 콘텐츠와의 통합이 정책적으로 추진되었다. 2021년, 2015 개정 교육과정을 기반으로 재설계된 2세대 디지털 교과서는 학습 자료와 학습 지원 기능이 더욱 풍부해졌다. 이 시기에는 용어 사전, 멀티미디어 자료, 실감형 콘텐츠, 평가 문항, 보충 심화 학습 자료 등 다양한 학습 자료를 포함하고자 노력하였으며, 이는 학생들이 보다 깊이 있는 학습을 할 수 있도록 돕는 역할을 했다. 더불어, 학습 지원 및 관리 기능이 대폭 강화되어 실시간 상호작용을 가능하게 하는 수업 지원 도구, 포트폴리오 관리, 평가 문항 데이터베이스와 콘텐츠 관리, 학습 진단 및 처방 기능이 추가하기 위해 노력했다. 이를 통해 학습 진도나 평가 결과를 효과적으로 관리할 수 있게 되었으며, 외부 자료와의 연계도 강화되었다. 예를 들어, 위두랑, 에듀넷 티-클리어, e학습터, 지식 백과 등 다양한 외부 교육 자료를 활용할 수 있게 되어, 학습 자원의 범위가 크게 확장되었다.

이처럼 디지털 교과서는 1세대에서 2세대로 발전하면서 단순히 디지털화된 교과서를 넘어서, 풍부한 학습 자료와 강력한 학습 관리 기능을 제공하는 포괄적인 교육 도구로 진화하였다[9].

디지털 교과서 정책과 더불어 같은 시기에 진행된 연구들은 밀접하게 연관되어 발전해 왔다. 김유정 외(2024)와 교육부(2023)는 디지털 교과서의 발전 과정을 네 가지 세대로 구분하였으며, 이 기준에 맞추어 세대별로 수행된 연구 주제를 키워드 분석하여 요약한 결과는 아래와 같다[5, 10].

1세대 디지털 교과서(2008~2013년) 연구 시기는 초기 개념 정립과 교육적 효과 검증에 중점을 둔 시기였다. 이 시기의 연구는 주로 학습 동기 유발, 학습 성취도, 자기 주도적 학습 등 교육적 효과를 중심으로 이루어졌으며, 디지털 교과서는 텍스트와 이미지 중심의 전자책 형태로 제공되었다. 2세대 디지털 교과서(2014~2017년) 연구 시기는 멀티미디어 요소와 상호작용성의 강화가 주요 특징이었다. 이 시기에는 준 실험 연구와 설문조사 연구가 활발하게 이루어졌으며, 디지털 교과서의 효과성과 실질적 적용 가능성에 대한 검증이 이루어졌다. 연구자들은 다양한 멀티미디어 자료와 상호작용적 학습 환경이 학습자에게 미치는 영향을 탐구하면서, 디지털 교과서의 교육적 효용성을 입증하였다. 3세대 디지털 교과서(2018~2022년) 연구 시기는 협력 학습과 문제 해결 능력 향상에 초점을 맞춘 시기였다. 이 시기에는 블렌디드 러닝, 다문화 교육, 보편적 학습 설계(UDL) 등의 교육적 접근이 강조되었으며, 이러한 주

제들이 연구의 중심을 이루었다.

여기서 주목해야 할 점은 각 세대별 디지털 교과서 발전과 함께, 디지털 학습 환경에서 반복적으로 제기되는 부작용이 있다는 점이다. 먼저, 디지털 교과서 사용으로 인한 심리적, 신체적 부작용이 지속적으로 문제로 제기되었다. 디지털 기기의 과도한 사용이 뇌의 피로를 증가시키고, 정서적 안정성을 해칠 수 있다는 연구 결과들이 이를 뒷받침하고 있다[11, 12].

또한, 디지털 교과서의 과도한 사용이 기술 의존성을 초래할 수 있다는 점도 논의되고 있다. 학생들이 디지털 기기에 지나치게 의존하게 되면, 전통적인 학습 방법에 비해 비판적 사고력이나 문제 해결 능력이 약화될 수 있고, 더 나아가, 이러한 기술 의존성은 학습 격차를 확대시킬 수 있다는 연구 결과의 빈도가 늘고 있다. 더불어 이러한 부작용을 최소화하기 위한 대책 마련이 필요하다는 목소리가 점차 커지고 있다[13, 14].

2.2. AI 기반 디지털 교과서(AIDT)

2023년, 교육부는 'AI 디지털 교과서 추진 방안'을 발표하며 디지털 교과서에 인공지능(AI) 기술을 본격적으로 도입하고자 하는 목표를 설정했다[5]. AI 디지털 교과서는 학습자의 특성과 수준에 맞춘 맞춤형 학습 경험을 제공하며, 학습자의 흥미와 몰입을 유도하는 것을 목표로 한다. 또한, 데이터 기반 학습, 생성형 AI, 가상현실(VR), 증강현실(AR), 혼합현실(MR), 메타버스 등 첨단 기술을 활용한 교육을 지향하는 디지털 교과서로 정의된다. 이러한 교과서는 아래와 같은 기술들을 활용하여 교육의 질을 높이는 것을 목표로 하고 있다.

첫째, AI 디지털 교과서는 학습 데이터를 분석하여 학습자에게 맞춤형 학습 경로를 제공하는 데 중점을 둔다. 학습 데이터 분석은 학생의 학습 패턴을 파악하고, 이를 바탕으로 학습 경로를 개인화하거나 적시에 교육적 개입을 제안하는 데 활용된다. 예를 들어, Masiello 외(2024)는 학습 분석 기술이 초중등 교육에서 어떻게 시각적 학습 분석을 통해 교육적 개입을 가능하게 하는지를 설명한다. 이러한 기술은 학생의 학습 과정을 면밀히 분석하고, 그에 따라 학습자가 필요한 자원을 제때 제공받을 수 있도록 돕는다[15].

둘째, AI 디지털 교과서는 학습 데이터를 분석하고, 이를 효과적으로 활용하여 학습자의 성취도를 향상시키는 다양한 기능을 제공한다. 학습 분석 기능을 통해 교사와 학생은 학습 진행 상황을 실시간으로 모니터링하고, 맞춤형 피드백을 받을 수 있다. Siemens와 Baker(2012)는 학습 분석(Learning Analytics)이 교육에서 어떻게 활용될 수 있는지를 탐구하면서, 학습 분석이 학생들의 학습 성과를 개선하는 데 중요한 역할을 한다고 주장했다. 이로 인해, 학생들은 자신의 학습 상황에 맞춰진 최적의 학습 경로를 따라갈 수 있게 되며, 교사 역시 학생의 학습 상태를 보다 정확하게 파악할 수 있다[16].

셋째, AI 디지털 교과서의 또 다른 중요한 기능은 학습 개인화이다. AI는 학습자의 요구와 수준에 맞춰 학습 경험을 개인화함으로써, 학습자 각각의 강점과 약점에 맞춘 교육을 제공한다. Montebello(2021)는 개인화된 학습 환경이 어떻게 학습자의 학습 경험을 최적화할 수 있는지에 대해 설명하며, 이러한 기술이 교육적 효과를 극대화할 수 있음을 강조한다[17]. AI를 통한 개인화 학습은 학생들이 더욱 효율적이고 효과적으로 학습할 수 있도록 돕는 핵심 요소로 자리 잡고 있다.

이와 같은 맥락에서, 2023년부터 디지털 교과서 연구는 AI 기반 디지털 교과서 연구가 주류를 이루게 되었다. 이를 4세대 디지털 교과서 연구 시기로 명명할 수 있으며, 키워드 분석을 통해 아래와 같이 연구 주제들을 요약할 수 있다.

AI 기술의 통합을 통한 진화가 이루어졌다. 개인화 학습, 자동화된 평가 및 피드백, AI 기반 학습 분석 등이 주요 연구 주제로 부상하였으며, 이 시기의 연구들은 AI 기술이 교육에 미치는 영향을 중심으로 진행되었다[10].

3. 연구 방법

국내 디지털 교과서 관련 연구 동향 분석을 위해 체계적 문헌 고찰(Systematic Literature Review) 방식을 적용하여 연구를 수행하였다. 체계적 문헌 고찰은 특정 연구 질문에 답하기 위해 체계적이고 포괄적인 문헌 조사와 사전에 설정된 포함 및 배제 기준에 따라 선정된 문헌을 통해 가장 신뢰할 수 있는 연구 결과를 분석하고 종합하는 방식이다[18, 19]. Cook et al.은 체계적 문헌 고찰 수행 시 필요한 기본 단계와 규칙을 제시한다[20]. 우선, 연구의 정확성을 확보하기 위해 최소 두 명의 연구자가 팀을 이루어 분석해야 한다. 명확하게 정립된 연구 질문을 바탕으로 사전에 설정된 포함과 배제 기준에 따라 체계적인 문헌 탐색이 진행되어야 하며, 이를 통해 얻어진 자료들에 대한 깊이 있는 분석이 필요하다. 마지막으로, 양적 및 질적으로 수집된 자료들을 통합해 연구의 결론을 도출하는 과정을 거친다.

3.1. 연구 문제

본 연구는 디지털 교과서와 AI 디지털 교과서 도입을 준비하기 위한 방향을 제시하기 위해 다음과 같은 연구 문제를 조사하고자 하였다.

첫째, 기존 디지털 교과서에 대한 연구 동향 및 발전 과정을 분석한다. 둘째, 기존 디지털 교과서의 개발 및 활용 과정에서 나타난 주요 제한 사항을 도출한다. 셋째, AI 기술이 적용될 디지털 교과서의 도입과 관련한 최신 연구 동향과 사례를 분석한다. 넷째, AI 디지털 교과서가 학교 현장에서 효과적으로 활용될 수 있도록 현재 준비 시점에 필요한 지원 사항을 분석한다.

체계적 문헌 고찰을 시행하기 전 문헌 선정 과정에서 신뢰도와 타당도를 확보하기 위해 Table 1과 같이 연구자 이외에 컴퓨터교육 전문가 2인이 공동 분석자로 참여하였다.

Table 1. Composition of the Researchers

no	Major	Degree	Career of Education	Career of Research
1	Computer Engineering	Ph. D	30 years	30 years
2	Computer Education	Ph. D	14 years	8 years
3	Big data analysis	Ph. D	12 years	10 years

이들은 문헌을 검색 및 선정하는 과정과 이후 추출한 연구 자료를 분석하는 과정에 참여하면서 관련 내용을 교차 검토하였으며, 분류 기준의 적절성 및 범주 구분의 타당성을 확보하는데 기여하였다.

3.2. 연구 절차

본 연구에서는 국내 디지털 교과서와 AI 디지털 교과서 도입을 준비하기 위한 문헌 분석을 위해 PICOS 기준을 적용하였다. PICOS는 연구 질문을 구조화하고 문헌 선정 기준을 설정하는 데 사용되는 프레임워크[21]로 체계적 문헌 고찰을 위해 널리 사용된다.

Table 2. Literature Selection Criteria

Criteria	Conditions of inclusion	Conditions of Exclusion
Participants(P)	K-12 Curriculum	Other
Intervention(I)	Digital Textbook, AI Digital Textbook	Digital, Edutech
Comparison(C)	Pretest/Posttest, Design Study with Daily Classroom Interventions, Project Alternative Arbitration	Without a Treatment Control Group (included only for broader analysis)
Outcome(O)	Adequacy of research methods (education input), Present statistics related to competency, learning outcomes, student engagement, side effects or disadvantages	systematic review meta review
etc (Duplicate publication)	Journal	Thesis

연구 대상(P)은 자체 개발 디지털 교과서가 아닌 교육부 정책으로 개발된 디지털 교과서를 대상으로 초등학교부터 고등학교(K-12) 교육과정에 적용한 연구들을 포함하며, 개입 방법(I)은 디지털 교과서 및 AI 기술이 적용된 디지털 교과서를 대상으로 하였다. 비교 집단(C)의 경우, 비교 집단이 있는 연구뿐만 아니라 비교 집단을 포함하지 않은 연구도 분석에 포함하였다. 이는 비교 집단이 없는 연구도 디

지탈 교과서의 효과와 관련된 유용한 정보를 제공할 수 있기 때문이다. 따라서, 비교 집단을 포함한 연구와 포함하지 않은 연구 모두를 분석함으로써, 디지털 교과서 및 AI 디지털 교과서의 전반적인 영향을 더 포괄적으로 평가하고자 한다. 연구 결과(O)는 디지털 교과서 및 AI 디지털 교과서가 학생들의 학습 성취도, 참여도, 및 핵심 역량 함양에 미치는 영향, 그리고 다양한 부작용들을 종속변수로 선정하였다. 연구 설계(S)로는 문헌 연구를 제외하고 다양한 해석이 가능한 연구 설계를 모두 포함하였다.

이후 학위논문 결과가 학술지에 중복 게재된 경우, 학위논문보다는 학술지 논문을 채택하였다. 학술지 논문은 학위논문을 재검토하는 과정을 거쳐 신뢰도가 높기 때문이다. 이러한 연구 대상 선정 기준을 정리하여 제시하면 Table 2와 같다.

3.3. 문헌 검색 및 선정

본 연구의 분석 대상은 디지털 교과서와 AI 디지털 교과서를 교육과정에 반영하여 운영하는 것을 주제로 수행된 논문들이다. 자료 수집을 위해 국내 문헌은 국회도서관, 학술 연구 정보서비스(RISS), 학술 데이터베이스서비스(DBpia)에서 제공하는 온라인 데이터베이스를 활용하였다. 이를 정리하면 Table 3과 같다.

Table 3. Online Search DB

Criteria	Online Search DB	Web site
Domes-tic	Research Information Sharing Service	http://www.riss.kr
	DBpia	http://dbpia.go.kr

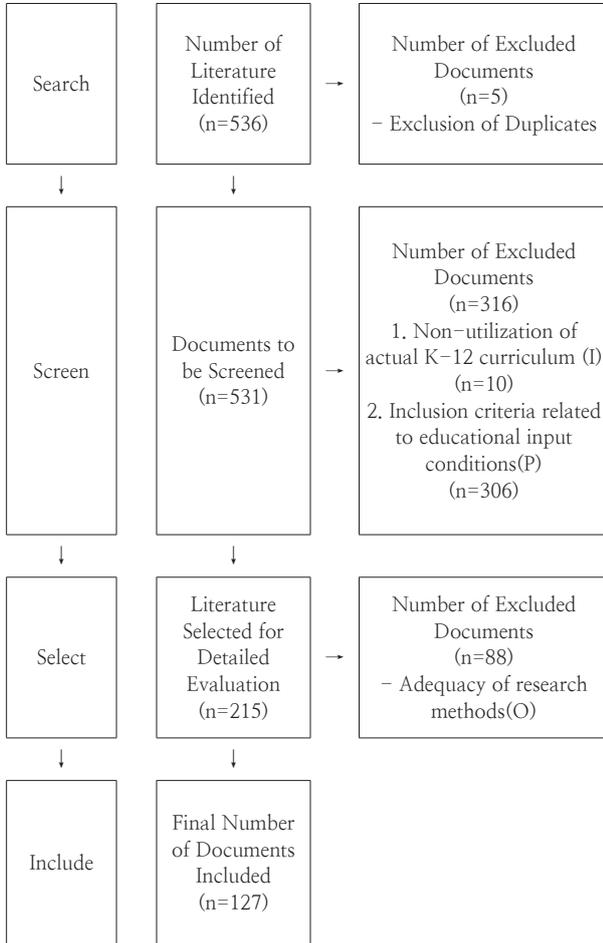
다양한 키워드를 통한 검색으로 관련 문헌을 최대한 수집하기 위해 선행 연구에서 디지털 교과서와 AI 디지털 교과서와 관련된 다양한 용어를 각 데이터베이스에 입력하여 검토하였다. 그 결과 조합된 키워드는

Population (P): 학생 & 디지털 교과서
 Intervention (I): 디지털 교과서 & 역량
 Comparison (C): 디지털 교과서 & 종이 교과서
 Outcome (O): 디지털 교과서 & 성과

와 같이 설정하여 일차적으로 검색하였다. 기간은 검색이 가능한 모든 범위로 하였으며, 출판연도는 데이터 세트의 발행 연도에 따라 2008년부터 2024년까지로 하였다. 문헌 선정 과정은 PRISMA(Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis) 가이드라인에 따라 체계적으로 도식화하였고 ‘문헌 발견’, ‘문헌 선정’, ‘선정 기준 검토’, ‘최종 선정’의 4단계로 진행되었다 [22]. 이렇게 검색된 연구물은 국내 문헌 536편으로 나타났다. 이중 제목과 초록을 검토하여 중복 논문과 연구 대상(초, 중, 고등학교)에 적합하지 않은 국내 문헌 316편을 제

외했으며, 연구 방법(교육 투입)이 적합하지 않은 국내 문헌 88편을 제외하였다. 최종적으로 선정된 문헌은 총 127 편이다.

Table 4. Literature Selection Flow



3.4. 분석 기준

본 연구에서는 디지털 교과서와 관련된 연구 동향을 체계적으로 분석하기 위하여 6가지의 분석 기준을 설정하였다.

- 연구 시기별 분석: 관련된 연구의 시대적 흐름과 변화 파악을 위해 연구 발표 시기에 따른 분석
- 연구 유형별 분석: 실험 연구, 준 실험 연구, 설문조사, 이론적 연구, 종단연구, 상관연구, 실험연구, 비교연구, 기술 연구에 대한 분석
- 교육적 효과별 분석: 학업 성취도, 자기 주도적 학습 능력, 학습 몰입도 등으로 구분하여 분석
- 교수-학습 전략별 분석: 개인화된 학습 콘텐츠 제공, 혼합 학습, 협력 학습, 자기 주도 학습 지원 등으로 분류
- 기술적 요인별 분석: 인터페이스 디자인, 사용자 경험, 멀티미디어 요소, 상호작용성, 안정성 분석
- 부작용별 분석: 심리적/신체적 건강 문제 및 사회적 역량 분석

3.5. 코딩 매뉴얼과 코딩표의 개발

디지털 교과서에 대한 연구들의 방법론과 효과성에 대한 결론을 도출하기 위해 효과 크기 계산에 필요한 데이터 및 디지털 교과서의 효과를 조절하는 다양한 변인들의 정보를 대상 논문들로부터 수집하고 코딩하기 위해서 Table 5와 같이 코딩 매뉴얼을 작성하였다. 코딩 양식은 Cooper(2009)의 코딩 기준을 바탕으로 본 연구에 맞게 수정하였다. 자료 분석 기준은 연구의 기초 정보, 연구와 관련된 정보, 연구의 실험 설계와 관련된 정보, 효과 검증, 기술적 요인 및 부작용 관련 요인 등으로 구성하였다[23]. 연구에서 특정 정보를 추출하는 과정에서는 연구마다 방법을 다르게 표현하거나 애매할 경우 코딩 불일치가 발생할 수 있다. 이러한 경우, 두 명의 평가자가 각각 독립적으로 코딩을 수행하고, 불일치 문제를 해결하는 것이 바람직하다[24]. 본 연구에서는 코딩 불일치를 줄이고 신뢰도를 높이기 위해, 연구자 1인과 사전 협의를 충분히 하고 독립적으로 코딩을 진행한 후 코딩 일치도를 점검하였다. 일치도는 Fleiss's Kappa 계수를 사용하여 측정하였으며 초기 평균 일치도는 .63으로 나타났다. 일반적으로 .61-.80 사이의 Kappa 값은 상당한 수준의 일치도로 간주된다[25]. 불일치한 항목에 대해서는 해당 연구의 주요 목적과 방법론을 중심으로 전문가 논의를 통해 재검토 하여 합의를 도출하였으며, 최종 평균 일치도는 .81로 나타나 전문가 논의를 통해 불일치한 항목들이 충분히 조정되었고, 평가자 간에 거의 완벽한 일치가 이루어졌다고 평가할 수 있다.

Table 5. Coding Manual

A. Basic Information of the Research Study	
1. Study ID	Assign a unique identification number to each study for ease of reference (e.g., 1, 2, 3, ...).
2. Study Title	Record the full title of the research study as it appears in the publication.
3. Author(s)	List the name(s) of the study's author(s).
4. Publication Year	Note the year the study was officially published.
B. Information Related to Research Content	
5. Type of Research	a. Experimental b. Quasi-Experimental c. Survey d. Theoretical e. Longitudinal f. Correlational g. Action Research h. Comparative i. Descriptive
C. Information Related to the Effectiveness of Application	
6. Educational Effectiveness	a. Academic Achievement b. Class Satisfaction c. Cognitive Thinking and Activity d. Collaborative Learning e. Digital Literacy f. Learning Engagement g. Problem-Solving Skills h. Self-Directed Learning i. Self-Efficacy

C. Information Related to the Effectiveness of Application	
7. Teaching and Learning Strategies	a. Provision of Personalized Learning Content b. Blended Learning c. Collaborative Learning d. Strategies for Supporting Self-Directed Learning
8. Technological Factors	a. Interface Design b. User Experience c. Multimedia Elements d. Interactivity e. Stability
9. Adverse Effects	a. Psychological Health Issues b. Physical Health Issues c. Social Competence

4. 연구 결과

4.1. 연구 시기별 연구 동향

국내 디지털 교과서에 대한 연구가 본격적으로 시작된 시기는 2008년부터이다. 따라서 2008년부터 2024년 현재까지 디지털 교과서를 교육과정과 연계하여 수행된 연구들의 연도별 논문 편수와 변화 추이를 살펴보면 다음과 같다 [10, 26-144].

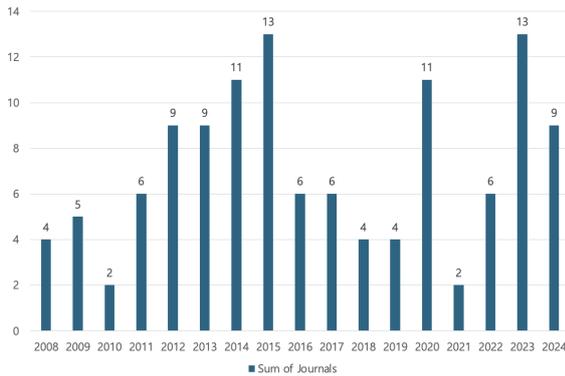


Figure 1. Distribution of Research by Year

디지털 교과서 연구의 연도별 분포를 살펴보면, 초기인 2008년에는 4편의 연구가 발표되었으며, 이후 2009년에는 5편, 2010년에는 2편으로 소폭의 증가와 감소를 반복했다. 하지만 2011년부터 2015년까지는 연구 활동이 크게 증가하면서, 특히 2015년에는 13편의 연구가 발표되는 등 활발한 연구 활동이 이루어졌다. 2016년 이후 연구 활동은 다소 변동을 겪었으며, 2016년에는 6편, 2017년에는 6편으로 연구 수가 소폭 증가하다가, 2018년과 2019년에는 각각 4편씩으로 감소했다. 2020년에는 11편으로 연구가 다시 활발해졌으나, 2021년에는 2편으로 급감하였다. 2023년에는 13편의 연구가 발표되어 디지털 교과서 연구가 다시금 주목받는 추세를 보였으며, 2024년에도 9편의 연구가 이어져 AI 디지털 교과서와 관련된 연구가 꾸준히 진행되고 있음을 알 수 있다. 이러한 추세를 보다 자세히

분석하기 위해 교육부(2022)에서 제시한 단계별로 구분하여 보았다. 교육부에서는 디지털 교과서 연구 단계를 총 4 단계로 구분하였으며, 각 단계는 아래와 같다(Figure 2).

디지털 교과서 연구의 초기 단계인 2008년부터 2013년까지는 ‘원형 개발 단계’로 정의되며, 이 시기에 총 35편의 연구가 발표되었다. 연구의 수는 2008년 4편에서 시작하여 2013년에는 9편으로 증가하면서, 디지털 교과서에 대한 학문적 관심이 점차 확산되었음을 보여준다.

2014년부터 2017년까지는 ‘시범 개발 단계’로, 이 시기에 총 36편의 연구가 발표되었다. 특히, 2015년에는 13편의 연구가 발표되며, 연구 활동이 가장 활발한 해로 기록되었다. 이는 디지털 교과서의 실질적인 교육 효과와 사용성에 대한 관심이 크게 증가했음을 반영한다.

2018년부터 2022년까지는 ‘적용 단계’로, 이 시기에 총 27편의 연구가 발표되었다. 이 단계에서는 연구의 수가 전 단계에 비해 다소 감소하였으며, 이는 다양한 변수와 이유로 인해 디지털 교과서의 관심이 줄어들며 연구의 초점이 특정 사례나 효과에 대한 심층 분석으로 이동했기 때문으로 볼 수 있다.

2023년부터 현재까지는 ‘AI 디지털 교과서 개발 단계’로, 이 시기에 총 22편의 연구가 발표되었다. 2023년에는 13편의 연구가 발표되어, AI 기술과 디지털 교과서의 융합이 새로운 연구 주제로 떠오르고 있음을 보여준다.

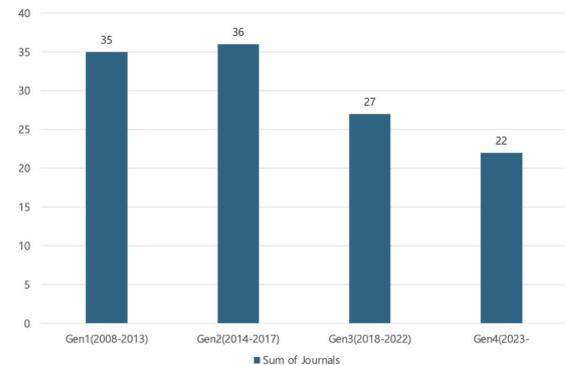


Figure 2. Number of Papers Published per Generation Group

4.2. 연구 유형별 분포

연구의 목적을 확인하는 것 외에도 연구 유형별 동향을 살펴보고자 한다. 연구 유형은 Salkind(2010) 등에서 사용된 분석 기법을 활용하여 실험 연구, 준 실험 연구, 설문조사, 이론적 연구, 종단연구, 상관연구, 실행연구, 비교연구, 기술 연구로 분류하였다[145]. 실험 연구는 연구자가 특정 변수의 조작을 통해 그 결과를 관찰함으로써 인과관계를 확인하는 것을 목적으로 한다. 준 실험 연구는 실험 연구와 유사하지만, 연구자가 모든 실험 조건을 완전히 통제할 수 없는 경우에 수행된다. 설문조사 연구는 특정 집단의 의견, 태도, 행동 등을 조사하여 기술하고 분석하는 것을 목적으로 한다. 대규모 표본을 통해 특정 현상의 분포와 패턴을

파악할 수 있다. 이론적 연구는 기존 이론을 검토하고 새로운 이론을 제안하거나 기존 이론을 확장, 수정하는 것을 목적으로 한다. 이러한 연구는 실증적 자료보다는 논리적 추론과 개념적 분석에 중점을 둔다. 종단연구는 시간에 따라 특정 현상이나 변수의 변화를 추적하고 분석하는 것을 목적으로 한다. 이 연구는 동일한 대상을 여러 시점에서 반복적으로 조사하여 변화의 원인과 패턴을 파악한다. 상관 연구는 두 개 이상의 변수 간의 관계를 파악하는 것을 목적으로 한다. 실험연구는 연구자가 문제 해결을 위해 실천적 개입을 하고, 그 효과를 분석하는 것을 목적으로 한다. 주로 실제 교육 현장에서의 문제 해결을 목표로 한다. 비교연구는 두 개 이상의 집단 또는 변수 간의 차이를 비교하여 분석하는 것을 목적으로 한다. 이 연구는 특정 현상의 차이와 유사성을 파악하는 데 유용하다. 기술 연구는 특정 현상이나 상황을 체계적으로 기술하고 이해하는 것을 목적으로 한다. 이 연구는 현상의 특성을 명확히 하고, 그 현상에 대한 구체적인 정보를 제공하는 데 중점을 둔다. 최종 논문들을 대상으로 연구 유형별로 분석한 결과는 다음과 같다 (Figure 3).

분석 결과, 실험 연구가 가장 많이 수행된 연구 유형으로, 전체 26편의 연구에서 실험 연구가 이루어졌다. 이는 디지털 교과서의 효과를 검증하고, 학습 성취도, 학습 동기 등의 변화를 실험을 통해 관찰하고자 하는 학계의 강한 관심을 반영한다.

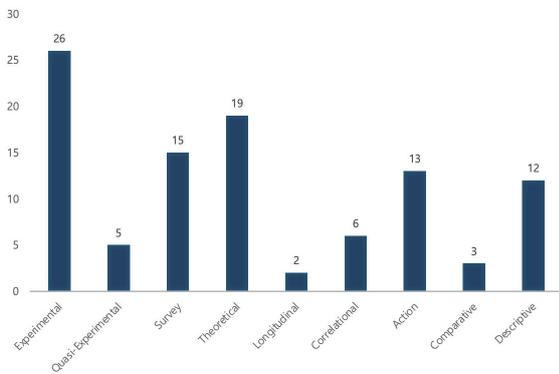


Figure 3. Number of Papers Published per Research Type

이론적 연구는 19편으로 두 번째로 많이 수행되었다. 이는 디지털 교과서의 개념적 틀을 정립하고, 이론적 배경을 강화하는 연구들이 지속적으로 이루어지고 있음을 보여준다.

설문조사 연구는 15편으로 나타났으며, 이는 교사와 학생들의 디지털 교과서에 대한 인식, 태도, 사용 경험 등을 조사하는 데 중요한 역할을 한다. 실험연구는 13편으로, 교육 현장에서의 문제를 해결하기 위해 직접 개입하고 그 효과를 분석하는 연구들이 활발히 이루어졌음을 알 수 있다. 기술적 연구는 12편으로, 디지털 교과서의 기술적 측면, 특히 UI/UX 디자인, 상호작용성, 멀티미디어 요소 등의 연구가 이루어졌다. 이는 디지털 교과서의 사용자 경험

을 향상시키고, 기술적 완성도를 높이기 위한 연구가 필요함을 반영한다. 이 외에도 상관연구(6편), 준 실험 연구(5편), 종단연구(3편), 비교연구(3편) 등이 수행되었다. 이 결과를 세대로 다시 분석한 결과는 Table 6 및 Figure 4와 같다.

Table 6. Analysis of Research Distribution by Methodology

Gen	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Gen 1	9	2	5	5	0	5	0	1	4
Gen 2	9	2	4	4	0	0	5	1	3
Gen 3	4	1	3	3	1	1	5	1	3
Gen 4	4	0	3	7	1	0	3	0	2

A: Experimental / B: Quasi-Experimental / C: Survey / D: Theoretical / E: Longitudinal / F: Correlational / G: Action / H: Comparative / I: Descriptive

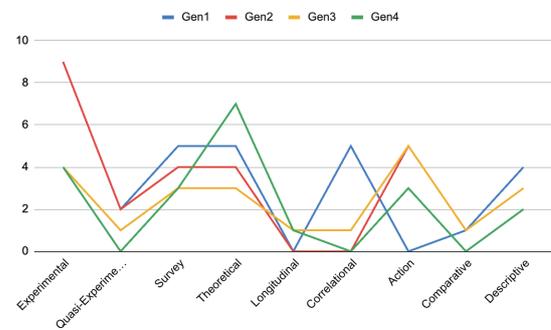


Figure 4. Analysis of Research Distribution by Methodology

Gen 1 시기에는 실험 연구(Experimental)가 가장 많이 수행되었으며, 이는 디지털 교과서의 초기 개발 및 효과를 검증하고자 하는 시도들이 많았음을 나타낸다. 기술 연구와 이론적 연구도 중요한 비중을 차지했으며, 이 시기에는 디지털 교과서의 개념 정립과 초기 실험적 접근이 활발하게 이루어졌다. Gen 2 시기에는 실험연구가 가장 많이 수행되었으며, 이는 디지털 교과서의 시범 적용과 현장 실험에 대한 관심이 컸음을 보여준다. 실험 연구와 준 실험 연구도 활발히 이루어졌으며, 기술 연구와 이론적 연구는 각각 5건으로 나타났다. 이 시기에는 실제 교육 현장에서의 디지털 교과서 적용을 통해 효과를 평가하고 개선하는 연구들이 주를 이루었다. Gen 3 시기에 실험연구가 주를 이루었으며, 이는 디지털 교과서가 본격적으로 교육 현장에서 적용되면서 그 효과를 지속적으로 검증하고자 하는 연구들이 증가했음을 시사한다. 기술 연구와 설문조사 연구도 상당한 비중을 차지하고 있으며, 종단연구와 같은 보다 심층적인 연구들이 이 시기에 등장하기 시작했다. Gen 4 시기에는 기술 연구와 이론적 연구가 두드러지게 많이 수행되었으며, 이는 AI 디지털 교과서의 새로운 기술적 접근과 이론적 틀을 정립하는 데 중점을 두고 있음을 나타낸다. 실험연구와 실험 연구도 여전히 중요하게 다루어지고

있으나, AI 기술의 복잡성과 이를 교육에 효과적으로 통합하기 위한 이론적 연구가 강조되고 있음을 알 수 있다[10, 26-144].

4.3. 교육적 효과별 분포

다음은 디지털 교과서 및 관련 교육 연구에서 교육적 효과를 중심으로 연구 동향을 분석하는 데 목적이 있다. 이를 위해 교육적 효과를 논의한 37개의 논문을 대상으로 각 논문의 결과 및 결론 부분에서 기술된 역량 관련 키워드를 우선 분류하였다[26, 27, 30, 31, 34, 36, 39, 40, 46, 47, 57, 59, 61, 62, 66, 67, 70, 72, 74, 78, 81, 83, 84, 90, 91, 95, 97, 98, 103, 104, 108, 122, 134, 136, 142, 143]. 그 결과 한 연구에 여러 역량에 대해 연구한 것을 포함하여 아래와 같이 범주화 하였다.

학업 성취도: 학업 성취도, 성취동기, 학습 태도, 학습 만족도, 성취감

자기 주도적 학습 능력: 자기 주도적 학습, 자기 주도적 학습 능력, 자기주도 학습, 자기 조절 학습 능력, 자기 주도적 학습 태도

학습 몰입도: 몰입, 학습 실재감, 수업 참여도, 참여도

협력 학습 촉진: 협력 학습, 협업, 상호작용, 의사소통 능력, 협력, 소통, 상호작용 촉진

문제 해결 능력 향상: 문제 해결 능력, 비판적 사고력 및 문제해결력, 비판적 사고력, 문제 해결 능력, 창의력, 창의적 사고

디지털 리터러시: 디지털 리터러시, 정보 이해력, 다중 문해력, 정보 활용 능력 향상

자기효능감: 자기효능감, 학업적 자기효능감, 매체 효능감

인지적 사고 및 활동: 인지적 사고, 인지적 활동, 인지적 실재감

정의한 키워드를 연구 시기별로 필터링하여 분류한 결과는 Table 7, Figure 5와 같다.

Table 7. Analysis of Research Distribution by Educational Effectiveness

Gen	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
Gen 1	1	1	3	1	3	2	1	0	2
Gen 2	2	3	1	7	1	1	4	5	2
Gen 3	0	0	0	2	1	0	0	4	0
Gen 4	1	0	0	1	2	0	1	0	0

J: Academic Achievement / K: Class Satisfaction / L: Cognitive Thinking and Activity / M: Collaborative Learning / N: Digital Literacy / O: Learning Engagement / P: Problem-Solving Skills / Q: Self-Directed Learning Ability / R: Self-Efficacy

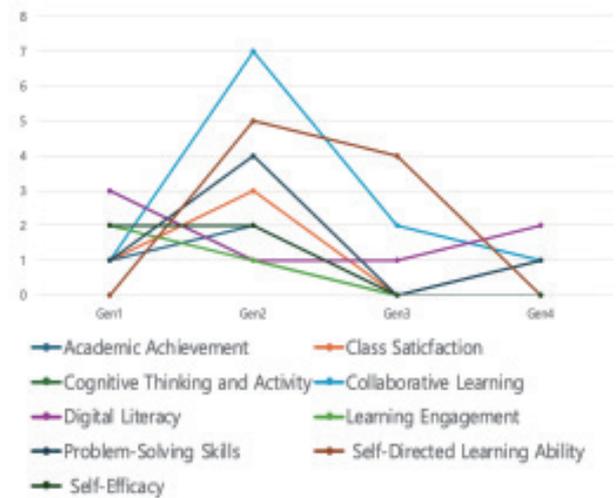


Figure 5. Analysis of Research Distribution by Educational Effectiveness

Gen 1 (2008-2013) 시기에는 디지털 교과서의 개념을 정립하고, 다양한 교육적 효과를 검증하는 데 중점을 두었다. 인지적 사고 및 활동(3건), 디지털 리터러시(3건), 학습 몰입도(2건) 등 이 시기에는 디지털 교과서가 학습자들의 인지적 능력을 어떻게 촉진할 수 있는지, 그리고 디지털 환경에 대한 적응력을 어떻게 높일 수 있는지에 대한 연구가 활발했다. 이 시기의 연구는 교육적 효과에 대한 연구가 고르게 분포되어 있었으며, 다양한 측면에서 디지털 교과서의 효용성을 탐구하는 연구가 진행되었고, 학습 몰입도와 자기효능감에 대한 관심도 높았음을 보여준다. Gen 2 (2014-2017) 시기에는 디지털 교과서의 시범 적용과 효과성 검증이 주요 연구 주제로 떠올랐다. 이 시기에는 협력 학습 촉진(7건), 자기 주도적 학습 능력(5건), 문제 해결 능력 향상(4건) 등 실제 교육 현장에서 디지털 교과서의 적용 가능성을 평가하는 연구가 주를 이루었다. 또한 디지털 교과서가 학습자 간의 상호작용을 촉진하고, 비판적 사고와 문제 해결 능력을 향상시키는 데 효과적이라는 점이 강조되었고, 교육적 효과의 실질적 검증과 개선 방안에 대한 연구가 집중되었음을 보여준다. Gen 3 (2018-2022) 시기는 디지털 교과서의 장기적인 효과와 실제 적용에서의 성과를 평가하는 데 중점을 두었다. 이는 자기 주도적 학습 능력(4건), 협력 학습 촉진(2건) 등 디지털 교과서가 자기 주도적 학습을 얼마나 효과적으로 지원할 수 있는지에 대한 연구가 많이 이루어짐을 통해 알 수 있다. 이 시기에는 학업 성취도나 수업 만족도와 같은 전통적인 교육 효과보다, 학습자의 자율성과 협력 능력을 강조하는 연구가 많았지만, 이전 세대에 비해 연구의 양이 줄어들면서, 특정 분야에 연구가 집중된 경향이 나타났다. Gen 4 (2023-현재) 시기는 AI 기술이 디지털 교과서에 통합됨에 따라, AI를 활용한 교육적 효과와 개인화 학습의 가능성이 주요 연구 주제로 떠올랐다 주요 연구 분야도 디지털 리터러시(2건), 문제 해결 능력 향상(1건), 학업 성취도(1건) 등 AI 기반의 디지털 교과서가 학습자의 디지털 리터러시를 어떻게

향상시킬 수 있는지에 대한 연구가 두드러진다. 이 시기는 AI 기술의 통합에 따른 새로운 교육적 효과를 검증하는 연구가 주를 이루며, 기술적 진보와 함께 교육의 개인화와 맞춤형에 대한 연구가 집중되었다. 그러나 연구의 양이 여전히 제한적이며, 이러한 분석 결과는 향후 디지털 교과서와 AI 기반 디지털 교과서 연구에서 보다 체계적이고 심도 있는 접근이 필요함을 시사한다. 특히 전반적으로 협력 학습 범주에 속하는 연구가 11건으로 가장 많았고, 자기 주도적 학습 능력과 디지털 리터러시에 대한 연구가 각각 9건과 7건으로 활발히 이루어짐을 통해 디지털 리터러시를 기반으로 한 자기 주도성과 협력 학습을 강화하는 연구는 지속적으로 중요하게 다루어질 필요가 있으며, AI 기술의 통합에 따른 새로운 교육적 효과를 검증하고 확장하는 연구가 필요함을 알 수 있다.

4.4. 교수-학습 전략별 분포

다음은 디지털 교과서 관련 교육 연구에서 교수-학습 전략을 중심으로 연구 동향을 분석하는 데 목적이 있다. 이를 위해 교수-학습 전략을 논의한 실행 논문 및 기술 논문의 25개의 논문을 대상으로 각 논문의 결과 및 결론 부분에서 기술된 역량 관련 키워드를 우선 분류하였다[28, 29, 42, 49, 50, 54, 61, 62, 64, 67, 68, 73, 79, 86, 91, 93, 94, 95, 96, 100, 102, 103, 104, 105, 110, 111, 118, 122].

Table 8. Analysis of Research Distribution by Educational Effectiveness

Gen	Provision of Personalized Learning Content	Blended Learning	Collaborative Learning	Supporting Self-Directed Learning
Gen 1	2	0	1	3
Gen 2	0	3	1	9
Gen 3	1	3	3	2
Gen 4	0	0	0	0

본 연구는 네 개의 세대(Gen 1, Gen 2, Gen 3, Gen 4)에서 나타난 교육 접근법의 변화를 분석하여, 각 세대가 개인화된 학습 콘텐츠 제공, 혼합 학습, 협력 학습, 그리고 자기 주도 학습 지원에 어떻게 접근했는지를 탐구하였다. 세대별 개인화된 학습 콘텐츠 제공 측면에서 Gen 1시기는 개인화된 학습 콘텐츠가 두 번 언급되었다. 이 세대는 유비쿼터스 학습 특성을 활용하여 개인화된 콘텐츠를 제공함으로써 학습자의 동기를 부여하는 전략을 사용했다. Gen 2시기는 개인화된 학습 콘텐츠 제공에 대한 언급이 없었다. 이는 이 시기에 개인화된 학습 콘텐츠 제공이 상대적으로 덜 중요하게 여겨졌을 가능성을 시사한다. Gen 3시기에서는 개인화된 학습 콘텐츠가 한 번 언급되었으며, 이 논문에서는 디지털 시민성 함양을 위한 개인화된 교육 자료 제공이 강조되었다. 이는 디지털 환경에서 학습자의 책임감을 키우기 위한 시도로 해석될 수 있다.

혼합 학습, 즉 온라인 학습과 대면 학습의 결합은 세대별

로 다르게 채택되었다. Gen 1시기에는 혼합 학습이 전혀 구현되지 않았다. 이는 당시의 교육 전략에서 이 접근법이 주요하지 않았거나, 초기 단계에 있었음을 나타낸다. Gen 2시기에는 혼합 학습이 세 번 언급되었으며, 디지털 교과서와 전통적인 교과서를 병행하는 학습 전략이 제안되었다. 이 시기에는 디지털과 전통적 학습 방법을 병행하여 최적의 학습 효과를 도모하려는 노력이 이루어졌음을 알 수 있다. Gen 3시기에는 혼합 학습에 대한 언급이 없었으며, 이는 혼합 학습이 이 시점에서 덜 중요하게 여겨졌을 가능성을 보여준다.

협력 학습에 대하여 Gen 1시기에는 협력 학습이 한 번 언급되었으며, 이는 상호작용과 그룹 학습을 강조하는 전략이 사용되었음을 보여준다. 당시의 교육 환경에서는 학습자 간의 상호작용을 통해 학습 효과를 높이려는 시도가 있었다. Gen 2시기에는 협력 학습이 한 번 언급되었으며, 협력 학습 모델을 제안하는 전략이 제시되었다. 이는 협력 학습이 Gen 2시기에도 중요한 교육 전략으로 고려되었음을 나타낸다. Gen 3 시기에서도 협력 학습이 지속적으로 사용되었으며, 새로 개발한 협력적 수업 방법이 제안되었다. 이는 협력 학습이 여전히 중요한 교육 전략으로 자리 잡고 있음을 보여준다.

자기 주도 학습 지원에 대한 접근법은 세대별로 큰 차이를 보였다. Gen 1 시기에서는 자기 주도 학습 지원이 세 번 언급되었으며, 이는 자기효능감과 학습 만족도를 높이기 위한 전략이 중점적으로 다뤄졌음을 보여준다. 특히 디지털 리터러시를 활용한 자기 주도 학습 전략이 강조되었다. Gen 2시기에는 자기 주도 학습 지원이 아홉 번이나 언급되었으며, 이는 자기 조절 학습 능력 향상을 위한 다양한 전략이 제시되었음을 나타낸다. 이 시기에는 자기 주도 학습을 위한 디지털 교과서와 학습자 중심 전략이 중점적으로 다뤄졌다. Gen 3에는 자기 주도 학습 지원에 대한 언급이 두 번 있었으며, 학습자 맞춤형 교육을 위한 전략과 자기 주도 학습을 위한 대시보드 설계가 제시되었다. 이는 Gen 3에서도 자기 주도 학습이 중요한 교육 전략으로 인식되었음을 보여주며 대시보드를 활용한 교수-학습적 전략에 대한 연구가 필요함을 시사한다.

Gen 4에서는 자기 주도 학습 지원에 대한 언급이 없었지만, 이는 디지털 교과서가 아직 프로토타입 단계에 있다는 점에서 이해할 수 있습니다. 자기 주도 학습은 향후 디지털 교과서가 완성되면서 다시 주목받을 가능성이 큼니다.

Gen 4시기는 이전 세대와 비교하여 교육 접근법에서의 혁신이나 강조점에 대한 연구가 부족한 시기이다. 이는 Gen 4시기에서의 디지털 교과서에 AI 도입이라는 새로운 국면을 맞이했으며, 아직 프로토타입 단계이기에 관련 연구가 부족함을 나타낸다. 하지만 이전 세대에서 강조되었던 개인화된 학습, 혼합 학습, 협력 학습, 자기 주도 학습 지원 등의 다양한 전략들의 시사점을 반영하여 교육 접근법을 재정비하고, 새로운 혁신을 도입할 필요성을 강조하는 시기로 평가되어야 할 것이다.

4.5. 기술적 요인별 분포

다음은 디지털 교과서 관련 기술적 요인을 중심으로 연구 동향을 분석하였다. 이를 위해 기술적 요인을 논의한 26개의 논문을 대상으로 각 논문의 결과 및 결론 부분에서 기술된 역량 관련 키워드를 우선 분류하였다[30, 32, 34, 35, 45, 51, 62, 69, 70, 76, 77, 80, 82, 85, 86, 93, 100, 101, 102, 105, 109, 120, 121, 124, 131].

Table 9. Analysis of Research Distribution by Technological Factors

Gen	Interface Design	User Experience	Multimedia Elements	Inter-activity	Stability
Gen 1	0	4	1	1	0
Gen 2	0	0	4	4	2
Gen 3	3	2	0	2	0
Gen 4	0	0	2	0	0

인터페이스 디자인은 전반적으로 모든 세대에서 비교적 낮은 중요도로 다뤄졌다. Gen 1과 Gen 2에서는 전혀 언급되지 않았으며, 이는 초기 디지털 교과서 개발 단계에서는 사용자 인터페이스 디자인에 대한 관심이 적었음을 시사한다. Gen 3 시기에는 3건의 연구에서 인터페이스 디자인이 다뤄졌으며 이는 인터페이스 디자인이 중요한 요인으로 부각되어 사용자 지원과 인터페이스 평가가 중점적으로 다뤄졌음을 나타낸다. 사용자 경험은 Gen 1에서 가장 강하게 강조되었다. 이 시기에는 학습 만족도와 학습 동기과 같은 사용자 경험 관련 요소들이 매우 중요하게 다뤄졌다. Gen 3에서는 사용자 경험이 디지털 시민성 함양 등과 연계되어 다시 한번 중요성이 재조명되었으나 Gen 2와 Gen 4에서는 User Experience에 대한 언급이 사라졌으며, 이는 초기 연구의 결과가 이미 반영되었거나, 다른 기술적 요인이 더 중요한 역할을 했음을 시사한다. 멀티미디어 요소는 Gen 2에서 가장 많이 강조되었으며, 이 시기에는 인포그래픽, 멀티미디어 자료, 디지털 자료 분석 등 다양한 멀티미디어 요소들이 중요한 역할을 했다. 그러나 Gen 3에서는 이러한 요소들이 전혀 언급되지 않았고, Gen 4에서는 AI 기반 분석 도구와 대시보드 설계와 같은 첨단 기술이 멀티미디어 요소로 부각되었다. 이는 멀티미디어 요소가 AI 기술과 결합하여 새로운 형태로 발전하고 있음을 보여준다. 상호작용성은 Gen 2에서 가장 많이 강조되었으며, 학습 효과를 높이기 위한 중요한 기술적 요인으로 자리잡았다. 이 시기에는 상호작용성이 네 번 언급되며, Gen 3 시기까지 ICT 역량 강화와 같은 다양한 상호작용성 요소들이 중요하게 다뤄졌다.

안정성에 관한 기술은 Gen 2에서 두 번 언급되며, 시스템 안정성이 중요한 요인으로 부각되었다. 그러나 Gen 1, Gen 3, Gen 4에서는 안정성에 대한 언급이 전혀 없었다. 이는 Gen 2 이후 다른 기술적 요인들이 더 중요한 역할을 했음을 나타낸다.

결론적으로, Gen 4시기는 인터페이스 디자인, 사용자 경

험 활용 기술, 상호작용성 및 안정성과 같은 핵심 기술적 요인들이 상대적으로 미흡하게 다뤄졌다. 따라서 이전 세대의 연구와 성과를 바탕으로 기술적 혁신을 도입해야 할 필요성을 강조하는 시기이다. 특히 AI 기반의 멀티미디어 요소가 도입된 점은 긍정적으로 평가되므로, 이전 세대의 시사점을 반영하여 이러한 요인들을 더욱 발전시키고, 새로운 교육적 요구에 부합하는 혁신을 도입해야 할 필요성을 시사한다.

4.6. 부작용별 분포

디지털 교과서 사용이 심리적 건강에 미치는 영향은 세대에 따라 다르게 나타났다[11, 48, 58, 59, 63, 71, 92, 100]. Gen 1에서는 심리적 건강 문제에 대한 언급이 한 번 있었으며, 이 시기에는 학습 스트레스, 학습 소진, 심리적 증상과 같은 문제들이 보고되었다. 이는 디지털 교과서 사용 초기 단계에서 사용자가 새로운 학습 방식에 적응하는 과정에서 발생할 수 있는 심리적 부작용이 강조되었음을 시사한다. Gen 2에서는 심리적 건강 문제에 대한 언급이 두 번으로 증가하였으며, 인터넷 중독과 디지털 교과서 사용으로 인한 심리적 영향이 보고되었다. 또한, 비판적 사고력과 자기 조절 학습 능력, 문제 해결 능력과 같은 학습 과정에서의 심리적 요소들이 함께 다뤄졌다. 이는 디지털 교과서 사용이 학습자의 심리적 부담을 증가시키고, 이에 따라 심리적 건강 문제가 더욱 드러났음을 의미한다.

디지털 교과서가 신체적 건강에 미치는 부작용도 세대별로 다르게 나타났다. Gen 1에서는 신체적 건강 문제에 대한 언급이 한 번 있었으며, 안 증상, 근골격계 증상, 전신 증상, 피부 증상과 같은 다양한 신체적 문제가 보고되었다. 이는 초기 디지털 교과서 사용자가 장시간 화면을 응시하거나 부적절한 자세로 인해 신체적 불편을 겪었음을 시사한다. Gen 2에서는 신체적 건강 문제에 대한 언급에 대해, 시력 저하, 건강 문제, 신체적 변화와 같은 더욱 구체적인 문제들이 보고되었다. 이는 디지털 교과서 사용 시간이 늘어남에 따라 신체적 부작용이 더 심각하게 인식되었음을 나타낸다.

디지털 교과서 사용이 사회적 역량에 미치는 영향은 세대에 따라 다른 양상을 보였다. Gen 1에서는 사회적 역량에 대한 언급이 한 번 있었으며, 협력 학습과 상호작용을 포함한 사회적 역량이 언급되었다. Gen 3에서는 사회적 역량에 대한 언급이 한 번 거론되었으며, 의사소통 능력, 협업 능력, 정보 활용 능력, 디지털 리터러시, 사회적 상호작용 등이 언급되며 향후 디지털 교과서의 개선을 위한 단어로 활용되었다.

Table 10. Analysis of Research Distribution by Adverse Effects

Gen	Psychological Health Issues	Physical Health Issues	Social Competence
Gen 1	1	1	2
Gen 2	1	1	1
Gen 3	0	0	1
Gen 4	0	0	0

이 분석 결과에서 주의 깊게 살펴보아야 할 내용은 디지털 교과서의 도입과 사용이 교육 현장에서 점차 확대되면서, 이는 학습자들에게 다양한 긍정적 효과와 부작용을 동시에 가져왔다는 점이다. 특히, 사회적 역량과 관련된 요소들은 효과성 측면에서도, 부작용 측면에서도 언급되고 있어, 이들 요소가 학습에 미치는 영향을 다각적으로 살펴볼 필요가 있다. 협력 학습은 디지털 교과서를 통해 학습자들이 상호작용하고 협력할 수 있는 기회를 제공함으로써 강화된다. 그러나 이러한 과정에서 실제 대면 상호 작용이 줄어들 경우, 학습자들은 사회적 고립을 경험할 수 있다. 상호작용과 비판적 사고력 역시 디지털 교과서를 통해 향상될 수 있는 중요한 요소들이다. 디지털 교과서는 다양한 학습 도구와 자료를 제공하여 학습자의 비판적 사고를 자극할 수 있지만, 지나치게 기술에 의존할 경우, 학습자들이 스스로 문제를 해결하는 능력이 저하될 위험이 있다. 또한, 자기 조절학습 능력과 문제 해결 능력은 디지털 교과서를 통해 학습자들이 자신의 학습을 스스로 관리하고, 복잡한 문제를 해결하는 능력을 키우는 데 중요한 역할을 한다. 하지만 일부 학습자들은 자기 조절에 어려움을 겪어, 디지털 교과서 사용이 오히려 학습 동기나 효율성을 떨어뜨릴 수 있다. 의사소통 능력과 협업 능력은 디지털 교과서를 통해 팀 작업이나 협력 프로젝트를 수행하면서 발전할 수 있다. 그러나 이 또한 기술적 환경에 지나치게 의존할 경우, 실제 의사소통 능력의 발전을 저해할 수 있는 가능성이 존재한다. 마지막으로, 정보 활용 능력과 디지털 리터러시는 디지털 교과서를 통해 필수적으로 발전시켜야 할 역량들이다. 디지털 환경에서의 효과적인 정보 활용은 학습의 질을 높일 수 있지만, 기술적 환경에 익숙하지 않은 학습자들에게는 학습 장애 요인으로 작용할 수도 있다.

따라서, 디지털 교과서를 사용하는 과정에서 이러한 사회적 역량들이 긍정적인 방향으로 발전할 수 있도록 신중한 설계와 관리가 필요하다. 동시에, 이들 요소들이 부작용으로 나타나지 않도록 교육적 환경의 균형을 유지하는 것이 중요하다.

5. 논의 및 결론

본 연구에서는 2024년까지의 국내외 디지털 교과서에 관한 연구 122편을 연구 시기, 연구 목적, 연구 유형, 연구 방법, 연구 결과 등에 따라 비교, 분석한 결과를 토대로 국내 디지털 교과서 연구 동향을 파악하고자 하였다.

2008년부터 2013년까지의 시기는 디지털 교과서의 개념이 구체화되고, 다양한 교육적 효과와 기술적 요인들이 처음으로 탐구된 시기이다. 이 시기의 연구는 주로 실험 연구와 사례 연구를 통해 디지털 교과서의 초기 활용 사례를 분석하고, 그 효과를 검증하는 데 집중되었다. 이론적 연구도 디지털 교과서의 설계와 활용 방안에 대한 기본적인 틀을 제공했다. 이 시기의 디지털 교과서 연구는 주로 학습동기 유발, 학습성취도, 자기주도적 학습, 그리고 디지털 리터러시 향상에

초점을 맞추었다. 이 시기에는 또한 학습몰입도와 학습실재감이 성취도와 만족도에 미치는 영향을 탐구하는 연구가 이루어졌다. 교수 학습 전략 측면에서는 멀티미디어 요소 활용과 맞춤형 학습 콘텐츠 제공이 강조되었다. 또한, 다양한 ICT 도구 결합과 사전교육의 필요성이 언급되었으며, UDL 원칙 적용을 통해 학습 접근성을 높이는 방안이 연구되었다. 기술적 요인으로는 디지털 교과서의 인터페이스 디자인과 기술적 안정성이 중요하게 다루어졌다. 이 시기에는 특히 물리적 인프라의 필요성과 멀티미디어 기능의 효과적 활용이 강조되었다. 부작용에 관한 연구는 상대적으로 적었으나, 디지털 교과서의 사용 편의성과 기술적 문제가 학습에 미치는 부정적 영향이 일부 논의되었다.

2014년부터 2017년까지의 시기는 디지털 교과서의 시범 개발 및 실제 교육 현장에서의 적용을 중심으로 연구가 이루어졌다. 이 시기에는 준실험 연구와 설문조사 연구가 주로 활용되었으며, 디지털 교과서의 효과성을 다양한 환경에서 검증하는 데 중점을 두었다. 또한, 실험 연구와 비교 연구를 통해 다른 교수 방법과의 비교도 활발히 이루어졌다. 이 시기의 연구는 비판적 사고력, 문제해결 능력, 그리고 자기주도적 학습이 주요 연구 주제로 떠올랐다. 또한, 협력 학습의 촉진과 학습만족도 향상에 대한 연구도 강화되었다. 교수 학습 방법으로 상호작용성을 높이기 위한 사용자 경험 개선이 강조되었으며, 교수-학습 지원 기능의 중요성이 부각되었다. 또한, 사회적 구성주의 접근을 통해 학습자 간의 상호작용을 촉진하고, 자기주도적 학습을 지원하는 전략이 연구되었다. 디지털 교과서의 기술적 개선, 특히 상호작용성과 사용자 편의성이 중요하게 다루어졌으며, 정책적 안정성과 디지털 교과서의 표준화에 대한 필요성이 강조되었다. 부작용으로는 디지털 교과서의 구조적 경직성과 기능 구현의 불완전성이 주요 문제로 지적되었다. 이로 인해 학습자의 흥미를 떨어뜨리고, 교육 효과를 저하시킬 수 있다는 우려가 제기되었다.

2018년부터 2022년까지의 시기에는 상관 연구와 종단 연구가 이루어지기 시작했으며, 디지털 교과서의 장기적인 효과와 다양한 변수 간의 관계를 분석하는 데 중점을 두었다. 사례 연구와 이론적 연구도 여전히 중요한 역할을 하였다. 디학생들의 디지털 리터러시와 정보 활용 능력이 중요한 연구 주제로 부상하였으며, 협력 학습과 문제 해결 능력의 향상에 대한 연구도 지속되었다. 이 시기에는 블렌디드 러닝과 다문화 교육에 중점을 둔 교수학습 전략이 개발되었다. 또한, 탐구 활동과 참여적 설계를 통한 학습 효과 증대가 강조되었다. 이 시기는 특히 보편적 학습 설계의 중요성이 강조되었으며, 가상현실과 증강현실 기술을 디지털 교과서에 통합하기 위한 노력이 시작되었다. 또한, 기술적 안정성과 사용성 평가가 중요한 연구 주제로 다루어졌다. 부작용으로는 학생들의 디지털 격차와 기기 의존성이 주요 이슈로 떠올랐으며, 이러한 문제가 학습 효과에 미치는 부정적 영향에 대한 연구가 진행되었다.

2023년부터 현재까지는 AI 기술이 디지털 교과서에 통합

되어 교육 혁신이 이루어지는 시기이며, 이 시기에는 AI 기반 실험 연구가 주제로 다루어지기 시작하였다. 데이터 분석을 통한 학습 과정 모니터링과 AI의 교육적 적용 가능성을 평가하는 연구 또한 두드러졌다. 디지털 교과서를 활용한 개인화 학습과 자동화된 평가, AI 기반 학습 분석이 주요 연구 주제로 다루어졌고, 디지털 리터러시와 협력 학습(Collaborative Learning)이 여전히 중요한 연구 분야로 남아 있다. 교수 학습 전략으로 AI 통합 교수법과 데이터 기반 학습 전략이 개발되었으며, 교육 격차 해소를 위한 기술적 접근이 강화되었다. 또한, 교사의 역할 변화와 다양한 교육 주체 대상 연수 프로그램의 중요성이 부각되었다. 이 시기에는 AI 기술 통합이 가장 중요한 기술적 요인으로 떠올랐으며, 데이터 수집 및 분석, 개인정보 보호 문제도 중요하게 다루어졌다. 시각적 요소와 상호작용성의 최적화 방안도 연구되었다. 부작용으로 AI 기술 의존성과 법적, 윤리적 문제가 주요 이슈로 부각되었으며, 이러한 문제들이 교육 현장에 미치는 영향에 대한 연구가 강조되었다.

이러한 연구 결과에 기반하여 향후 디지털 교과서의 안정적 정착을 위한 시사점을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 사용자 경험의 최적화가 필수적이다. 학습자는 디지털 교과서를 통해 학습에 몰입하고, 긍정적인 학습 경험을 얻어야 한다. 이를 위해 교과서의 인터페이스는 학습자가 쉽게 이해하고 사용할 수 있도록 직관적으로 설계되어야 하며, 장애를 가진 학습자를 포함한 모든 학습자가 접근할 수 있도록 UDL(Universal Design for Learning) 원칙이 적용되어야 한다. 이러한 기능은 학습의 평등성을 보장하는 필수적인 요소이다. 또한, 디지털 교과서는 학습자의 개별적인 요구와 학습 스타일에 맞춘 맞춤형 학습 경험을 제공해야 하며, 학습자의 이해도가 낮은 부분을 반복 학습할 수 있도록 학습 경로를 조정하거나, 학습 속도에 맞춰 학습 내용을 조절하는 기능을 포함해야 한다.

둘째, 학습 효과성을 극대화하는 설계가 필요하다. 학습자의 학습 태도와 성취도에 직접적인 영향을 미치는 몰입도를 높이기 위해, 학습 콘텐츠는 학습자의 관심을 끌고 흥미를 유발해야 한다. 이를 위해 게임 요소(Gamification), 스토리텔링 기법, 시각적/청각적 멀티미디어 요소가 효과적으로 통합된 학습 콘텐츠를 제공해야 한다. 또한, 디지털 교과서는 학습자가 스스로 학습 목표를 설정하고, 그 목표를 달성하기 위해 계획하고 실행하는 자기주도적 학습을 촉진할 수 있도록, 학습 진행 상황을 추적하고 관리할 수 있는 도구와 리소스를 제공해야 한다. 더불어 협력 학습을 촉진할 수 있는 기능도 포함되어야 한다. 협력 학습은 학습자들이 서로의 지식과 경험을 공유하며 학습을 심화할 수 있는 기회를 제공하며, 이를 위해 온라인 협업 도구, 실시간 토론 기능, 그룹 프로젝트 관리 도구 등이 플랫폼 안에 통합되어야 한다. 또한, 디지털 교과서는 학습자가 복잡한 문제를 분석하고 해결할 수 있는 능력을 기를 수 있도록, 시뮬레이션, 사례 연구, 프로젝트 기반 학습 등 실전에서 문제 해결 능력을 발휘할 수 있는 학습 활동이 포함되어야 한다.

셋째, 혁신적인 교수학습 전략이 필요하다. 디지털 교과서는 전통적인 교수학습 방법과는 다른 접근을 요구하며, 온라인 학습과 오프라인 학습을 결합한 블렌디드 러닝을 지원해야 한다. 이는 학습자의 이해도를 높이고 학습의 유연성을 제공하는 데 기여할 수 있다. 또한, 학습 플래너, 성취도 추적 시스템, 피드백 시스템 등 학습 관리 도구를 통해 학습자가 자신의 학습 과정을 주도적으로 관리하고 목표 달성에 집중할 수 있도록 지원해야 한다. 이러한 기능은 학습자가 자기 주도적으로 학습을 계획하고 지속적으로 학습 동기를 유지하는 데 도움을 줄 것이다. 디지털 교과서는 또한 학습자가 디지털 기술을 효과적으로 활용할 수 있도록 디지털 리터러시 교육을 포함해야 한다. 이는 학습자가 디지털 환경에서 효과적으로 학습하고, 다양한 디지털 도구를 활용하여 문제를 해결하는 능력을 기르는 데 필수적이다.

넷째, 기술적 안정성을 보장하고 지속적인 혁신을 추구해야 한다. 디지털 교과서는 다양한 기기와 운영 체제에서 원활하게 작동해야 하며, 안정적인 소프트웨어 아키텍처와 지속적인 기술 지원이 필수적이다. 사용자가 기술적 문제 없이 디지털 교과서를 사용할 수 있도록 철저한 테스트와 유지보수가 필요하다. 특히, 교육 현장에서 사용되는 다양한 하드웨어(컴퓨터, 태블릿, 스마트폰 등)와의 호환성이 보장되어야 하며, 네트워크 연결 문제나 소프트웨어 충돌과 같은 잠재적 문제에 대한 대응 계획이 마련되어야 한다. 이러한 기술적 통합은 학습자에게 새로운 학습 경험을 제공하며, 이론과 실제를 연결하는 데 중요한 역할을 할 것이다. 또한, 디지털 교과서는 학습자의 데이터를 활용하여 학습 패턴을 분석하고, 이를 기반으로 맞춤형 학습 경로와 피드백을 제공해야 한다. 이러한 데이터 기반 의사결정은 디지털 교과서의 효과성을 지속적으로 향상시키는 데 중요한 역할을 할 것이다.

마지막으로, 부작용에 대한 철저한 검토가 필요하다. 디지털 교과서 사용이 학습자의 심리적 및 신체적 건강에 미치는 영향을 면밀히 검토해야 한다. 학습 스트레스, 학습 피로, 그리고 화면 사용으로 인한 눈 피로 등 다양한 심리적, 신체적 문제를 예방하기 위한 대책이 필요하다. 예를 들어, 학습 시간이 과도하게 길어지지 않도록 학습 시간 관리 기능을 포함하거나, 장시간 화면을 바라보는 것에 따른 시각적 피로를 줄이기 위한 인터페이스 디자인 개선이 필요하다. 또한, 학습자에게 심리적 부담을 덜어줄 수 있는 피드백 시스템이나 정서적 지지를 제공하는 기능이 포함되어야 한다. 특히, 사회적 역량과 관련된 요소들은 디지털 교과서의 효과성 측면에서도, 부작용 측면에서도 중요한 역할을 한다. 협력 학습은 디지털 교과서를 통해 학습자들이 상호작용하고 협력할 수 있는 기회를 제공함으로써 강화된다. 그러나 이러한 과정에서 실제 대면 상호작용이 줄어들 경우, 학습자들은 사회적 고립을 경험할 수 있다. 상호작용과 비판적 사고력 역시 디지털 교과서의 장점으로서, 다양한 학습 도구와 자료를 통해 학습자의 비판적 사고를 자극할 수 있다. 하지만 지나치게 기술에 의존할 경우, 학습자들이 스스로 문제를 해결하는 능력이 저하될 위험이 있다. 또한, 자기조절학습 능력과 문

제해결능력은 디지털 교과서를 통해 학습자들이 자신의 학습을 스스로 관리하고, 복잡한 문제를 해결하는 능력을 키우는 데 중요한 역할을 한다. 그러나 일부 학습자들은 자기조절에 어려움을 겪어, 디지털 교과서 사용이 오히려 학습 동기나 효율성을 떨어뜨릴 수 있다. 의사소통 능력과 협업 능력은 디지털 교과서를 통해 팀 작업이나 협력 프로젝트를 수행하면서 발전할 수 있다. 그러나 이 또한 기술적 환경에 지나치게 의존할 경우, 실제 의사소통 능력의 발전을 저해할 가능성이 존재한다. 마지막으로, 정보 활용 능력과 디지털 리터러시는 디지털 교과서를 통해 필수적으로 발전시켜야 할 역량들이다. 디지털 환경에서의 효과적인 정보 활용은 학습의 질을 높일 수 있지만, 기술적 환경에 익숙하지 않은 학습자들에게는 학습 장애 요인으로 작용할 수도 있다.

따라서, 디지털 교과서를 사용하는 과정에서 이러한 사회적 역량들이 긍정적인 방향으로 발전할 수 있도록 신중한 설계와 관리가 필요하다. 동시에, 이들 요소들이 부작용으로 나타나지 않도록 교육적 환경의 균형을 유지하는 것이 중요하다. 이를 통해 디지털 교과서가 학습자에게 보다 큰 긍정적인 영향을 미칠 수 있도록 지속적으로 개선해 나가야 할 것이다.

참고문헌

- [1] Ministry of Education, Science and Technology. (2008). *2008 Digital Textbook Development and Implementation Plan*. Ministry of Education, Science and Technology.
- [2] Ministry of Education, Science and Technology. (2011). *Smart Education Promotion Strategy: The Path to Becoming a Talent Powerhouse*. Ministry of Education, Science and Technology.
- [3] Ministry of Education. (2013). *Announcement of the 2013 Digital Textbook Development and Application Plan - Pilot Application for Social Studies and Science in 1st Year of Middle School and 3rd-4th Grade of Elementary School in the 2014 Academic Year*. Ministry of Education.
- [4] Ministry of Education. (2023a). *AI Digital Textbook Implementation Plan (Draft)*. Ministry of Education.
- [5] Ministry of Education. (2023b). *Digital-Based Educational Innovation Plan for Realizing Personalized Education for All*. Ministry of Education.
- [6] Kim, S. M., Lee, G. M., & Kom, H. J. (2024). Introduction of AI digital textbooks in mathematics: Elementary school teachers' perceptions, needs, and challenges. *Education of Primary School Mathematics*, 27(3), 199-210. <https://doi.org/10.7468/jksmec.2024.27.3.199>
- [7] Hong, S. J., Hwang, Y. H., Park, Y. J., & Lee, S. M. (2024). Expectations and concerns about adopting AI digital textbooks: Based on investigation of teachers' use of AI and digital tools. *The Journal of Studies in Language*, 40(1), 7-20. <https://doi.org/10.18627/jslg.40.1.202405.7>
- [8] Ahn, M. H., & Yu, H. S. (2024). A Study on the Type of Perceptions about Teachers towards AI Digital Textbooks. *Journal of Korean Society for the Scientific Study of Subjectivity: Q Methodology and Theory*, 66, 107-126. <https://doi.org/10.18346/KSSSS.66.6>
- [9] Korea Education and Research Information Service (KERIS). (2014). *Issue Report on the Analysis of Teaching-Learning Models for Digital Textbooks* (Report No. RM 2014-11). KERIS. <https://www.keris.or.kr/main/ad/pblcte/selectPblcteRMInfo.do?mi=1139&pblcteSeq=10981>
- [10] Kim, I. J., Lee, D. K., Shen, F., & Chun, J. Y. (2023). Analysis of elementary and secondary artificial intelligence education policy using the four-dimensional framework. *The Politics of Education*, 30(2), 97-120. <https://doi.org/10.52183/KSPE.2023.30.2.97>
- [11] Seomun, G., Kim, E., & Noh, W. J. (2012). A review of studies on the health-adverse effects in using digital textbooks. *Journal of Digital Convergence*, 10(12), 165-175.
- [12] Kwon, S. W. et al. (2014). Differences of brain activation between using a digital and a paper textbook: EEG study. *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 14(5), 67-85.
- [13] Ahn, S. H. (2018). Analysis of the relation between ICT literacy and side effects of using smart devices for teenagers. *Journal of Creative Information Culture*, 4(3), 205-212. <https://doi.org/10.32823/jcic.4.3.201812.205>
- [14] Hietajarvi, L., Maksniemi, E., & Salmela-Aro, K. (2022). Digital engagement and academic functioning. *European Psychologist*, 27(2), 102-115. <https://doi.org/10.1027/1016-9040/a000480>
- [15] Mohseni, Z., Masiello, I., Martins, R. M., & Nordmark, S. (2024). Visual learning analytics for educational interventions in primary and secondary schools. *Journal of Learning Analytics*, 11(2), 91-111. <https://doi.org/10.18608/jla.2024.8309>
- [16] Siemens, G., & Baker, R. S. J. d. (2012). Learning analytics and educational data mining. *Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge, Vancouver, Canada*, 252-254. <https://doi.org/10.1145/2330601.2330661>
- [17] Montebello, M. (2021). Personalized learning environments. *2021 International Symposium on Educational Technology (ISET)*, Hong Kong, China, 134-138. <https://doi.org/10.1109/ISET52350.2021.00036>
- [18] Kim, S. Y., Park, J. E., Lee, Y. J., Seo, H.-J., Sheen, S.-S., Hahn, S., Jang, B.-H., & Son, H.-J. (2013). Testing a tool for assessing the risk of bias for nonrandomized studies showed moderate reliability and promising validity. *Journal of Clinical Epidemiology*, 66(4), 408-414. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2012.09.016>
- [19] Kim, S. Y., Park, J. E., Seo, H. J., Seo, H. S., Son, H. J., Shin, C. M., Lee, Y. J., & Jang, B. H. (2011). *NECA's guidance for undertaking systematic reviews and meta-analyses for intervention*. NECA.
- [20] Cook, D. J. (1997). Systematic reviews: Synthesis of best evidence for clinical decisions. *Annals of Internal Medicine*, 126(5), 376. <https://doi.org/10.7326/0003->

4819-126-5-199703010-00006

- [21] Methley, A. M., Campbell, S., Chew-Graham, C., McNally, R., & Cheraghi-Sohi, S. (2014). PICO, PICOS and SPIDER: A comparison study of specificity and sensitivity in three search tools for qualitative systematic reviews. *BMC Health Services Research*, 14, Article 579. <https://doi.org/10.1186/s12913-014-0579-0>
- [22] Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *Journal of Clinical Epidemiology*, 62(10), 1006-1012. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2009.06.005>
- [23] Cooper, H., Hedges, L. V., & Valentine, J. C. (Eds.). (2009). *The handbook of research synthesis and meta-analysis* (2nd ed.). Russell Sage Foundation.
- [24] Littell, J. H., Corcoran, J., & Pillai, V. (2008). *Systematic reviews and meta-analysis*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195326543.001.0001>
- [25] Fleiss, J. L. (1971). Measuring nominal scale agreement among many raters. *Psychological Bulletin*, 76(5), 378-382. <https://doi.org/10.1037/h0031619>
- [26] Baek, H. G., Kim, P. S., & Ha, T. H. (2008). Study on the effective factors of learning motivation and achievement of the digital textbook using a structural equation model. *Journal of Digital Convergence*, 6(1), 123-135.
- [27] Baik, H. G., Han, S. H., Choi, E. H., & Kim, S. M. (2008). A study on the influence of the digital textbook attribute factors on learning interest and learning satisfaction. *Journal of Digital Contents Society*, 9(4), 735-749.
- [28] Leem, J. H., Lim, B. N., & Kim, S. R. (2008). Development of teaching and learning methods based on "activities" using digital textbook. *Journal of Korean Association for Educational Information and Media*, 14(4), 27-52.
- [29] Lyu, Y., & Kim, S. R. (2008). Analysis of teaching and learning activities based on course structure using digital textbook. *Journal of Korean Association for Educational Information and Media*, 14(4), 111-140.
- [30] Kim, K. K., Kim, S. M., Kang, I. M., & Baik, H. G. (2009). The effects of ubiquitous learning characteristics on learning satisfaction in the digital textbook: Focused on the moderating effect of computer self-efficacy and digital textbooks usability. *Journal of Digital Contents Society*, 10(2), 269-278.
- [31] Lee, H. S., & Kwon, S. R. (2009). A study on the effects of using digital textbook: Focused on stacking cubes activities in 6th grade. *The Korea Society of Elementary Mathematics Education*, 13(1), 97-114.
- [32] Lim, C. I., Song, H. D., Lee, Y. K., & Lee, Y. T. (2009). Development and implementation of a digital textbook platform usability assessment instrument. *Journal of Educational Technology*, 25(4), 127-157.
- [33] Song, H. D., & Park, H. J. (2009a). Exploring factors that affect the usability of digital textbook based on affordance perspectives. *Journal of Educational Technology*, 25(3), 135-155.
- [34] Song, H. D., & Park, J. H. (2009b). Effects of types of digital textbook use and levels of academic achievement on learning outcomes: From instructional guidance perspective. *Journal of Korean Association for Educational Information and Media*, 15(2), 29-46.
- [35] Jang, S. H. (2010). A study on the strategies for improving the accessibility of the Korea digital textbook based UDL guidelines. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 13(3), 65-75. <https://doi.org/10.32431/kace.2010.13.3.007>
- [36] Kang, M. H., Song, Y. H., Lee, J. E., & Koo, J. A. (2010). Identifying predicting variables of the learning outcomes in using English digital textbook. *Journal of Korean Association for Educational Information and Media*, 16(2), 197-221.
- [37] Choi, J. I., Eom, M. R., & Heo, H. J. (2011). Development of cognitive scaffolding design principles for digital textbook: Focused on the fraction of the 6th grade mathematics. *The Korean Journal of Educational Methodology Studies*, 23(1), 31-62. <https://doi.org/10.17927/tkjems.2011.23.1.31>
- [38] Kang, M. H., Lee, J. E., Kim, M. J., & Yun, N. (2011). Identifying the predictors of learning outcomes in using mathematics digital textbooks. *The Korean Journal of Educational Methodology Studies*, 23(1), 127-150. <https://doi.org/10.17927/tkjems.2011.23.1.127>
- [39] Kim, Y. W., Park, Y. J., & Kim, C. S. (2011). The effects of instruction with digital textbooks on the self-directed learning abilities and the VDT subjective symptoms of students with visual impairments. *Korea Association for Education & Rehabilitation of the Visually Impaired*, 27(1), 1-24.
- [40] Song, Y. H., & Kang, M. H. (2011). Comparison of learning effect between digital textbook and paper textbook on elementary social studies. *Journal of Educational Technology*, 27(1), 177-211.
- [41] Song, Y. O., & Byun, H. S. (2011). Assessing technology leadership perception of teachers in digital textbook utilizing schools. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 14(1), 147-158. <https://doi.org/10.32431/kace.2011.14.1.013>
- [42] Suh, S. S. (2011). Exploration of digital textbook adoption and implementation based on an extended technology acceptance model. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 15(2), 265-275.
- [43] Lee, M. J. (2012). Evaluation and improvement strategies of digital textbook for instructional suitability. *The Korean Society for the Study of Teacher Education*, 29(1), 441-467. <https://doi.org/10.24211/tjkte.2012.29.1.441>
- [44] Lee, T. S., & Yi, S. H. (2012). Effects of game-based digital textbook on the basic arithmetic abilities and the task attention of students with mental retardation. *The Journal of the Korea Contents Association*, 12(8), 484-495. <https://doi.org/10.5392/JKCA.2012.12.08.484>
- [45] Leem, J. H. (2012). Future direction for designing and

- developing digital textbooks based on a perspective of holistic education. *Journal of Holistic Convergence Education*, 16(1), 125-150.
- [46] Min, G. Y., & Song, H. D. (2012). A structural analysis on acceptance factors of the elementary school students: Focusing on the quality characteristics perspectives. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 15(6), 21-31. <https://doi.org/10.32431/kace.2012.15.6.003>
- [47] Ryu, J. H., & Byun, H. S. (2012). Latent mean comparison of digital textbook and gender differences in elementary school. *The Korean Journal of Educational Methodology Studies*, 24(3), 617-636. <https://doi.org/10.17927/tkjems.2012.24.3.617>
- [48] Seomun, G. A., & Kim, E. Y. (2012). Factors of video display terminal syndrome in elementary school students who use digital textbooks. *The Journal of Korean Academic Society of Nursing Education*, 18(1), 140-147.
- [49] Sohn, W. S., & Yoon, M. S. (2012). A study on effectiveness of digital inking in the collaboration learning with digital textbook. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 16(1), 99-106.
- [50] Sung, K. H. (2012). A qualitative case study on teaching action utilizing digital textbook in social studies. *Theory and Research in Citizenship Education*, 44(3), 29-74. <https://doi.org/10.35557/trce.44.3.201209.002>
- [51] Ahn, J. W., Moon, Y. J., & Kim, M. J. (2013). A study on the contents development direction of digital textbooks: Middle and high school social studies. *Korean Social Studies Association*, 52(3), 123-139.
- [52] Ahn, S. S., & Leem, J. H. (2013). A qualitative case study on critical success factors of digital textbook-based instruction. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 16(2), 49-60. <https://doi.org/10.32431/kace.2013.16.2.006>
- [53] Kang, J. (2013). A study on elementary school students' acceptance of English digital textbooks using technology acceptance model. *Multimedia-Assisted Language Learning*, 16(1), 11-36. <https://doi.org/10.15702/mall.2013.16.1.11>
- [54] Kim, H. S. (2013). A case analysis of the social studies class using digital textbook. *Korean Social Studies Association*, 52(1), 85-102.
- [55] Kim, H. S., & Cha, J. I. (2013). An analysis of teachers' perceptions on e-textbooks and digital textbooks. *The Journal of Yeolin Education*, 21(4), 275-298.
- [56] Kim, Y. W. (2013). A study of primary school teachers' awareness of digital textbooks and their acceptance of digital textbooks based on the technology acceptance model. *Journal of Digital Convergence*, 11(2), 9-18.
- [57] Song, Y. H. (2013). Identifying the predictability of presence and flow on learning outcomes in elementary school students who use digital mathematics textbooks. *Journal of Research in Curriculum Instruction*, 17(1), 151-172. <https://doi.org/10.24231/rici.2013.17.1.151>
- [58] Song, Y. O., & Byun, H. S. (2013). A qualitative study on interference factors in teachers' acceptance of digital textbooks. *Journal of Educational Technology*, 29(1), 27-53.
- [59] Yang, M. K. (2013). A critical review of digital textbook characteristics and problems. *The Journal of Curriculum Studies*, 31(4), 51-75. <https://doi.org/10.15708/kscs.31.4.201312.003>
- [60] Han, C. H., & Lee, K. Y. (2014). A desirable role of teachers in social studies class using digital textbook. *Korean Social Studies Association*, 53(4), 81-94.
- [61] Han, J. I. (2014). The effects of learning models of English digital textbooks on Korean middle school students' English learning and attitudes toward English. *Multimedia-Assisted Language Learning*, 17(1), 132-158. <https://doi.org/10.15702/mall.2014.17.1.132>
- [62] Han, S. Y., Kim, M. J., & Ryu, J. H. (2014). Research on classroom interaction of using digital textbook: Focused on math and science teaching. *The Korean Journal of Educational Methodology Studies*, 26(3), 533-560. <https://doi.org/10.17927/tkjems.2014.26.3.533>
- [63] Hwang, H. S., & Cho, H. S. (2014). Problems and improvement of elementary social studies digital textbooks. *Korean Social Studies Association*, 53(3), 69-87.
- [64] Kim, H. S., & Lee, K. K. (2014). Development of social studies' teaching model for effective use of paper and digital textbooks. *Korean Social Studies Association*, 53(3), 51-67.
- [65] Kim, J., Kim, Y., Han, S., Kim, S., & Kye, B. (2014). Development of tools to evaluate the effectiveness of smart education and digital textbooks. *Journal of Korea Association of Information Education*, 18(2), 357-370. <https://doi.org/10.14352/jkaie.2014.18.2.357>
- [66] Kim, J. R., & Jeong, M. G. (2014). Development of English digital textbook analysis criteria. *The Mirae Journal of English Language and Literature*, 19(4), 233-254.
- [67] Lee, K. Y. (2014). Analysis of social studies digital textbooks: From self-regulated learning point of view. *Theory and Research in Citizenship Education*, 46(2), 229-262. <https://doi.org/10.35557/trce.46.2.201406.007>
- [68] Lhim, H. J. (2014). A study of the elementary English digital textbook-based instruction and learning model for multiliteracy education. *Korean Journal of Elementary Education*, 25(1), 261-275. <https://doi.org/10.20972/kjee.25.1.201403.261>
- [69] Min, E. (2014). Domestic and international case studies for effective infographic design in science digital textbooks. *Journal of Digital Design*, 14(1), 407-416. <https://doi.org/10.17280/jdd.2014.14.1.040>
- [70] Yoon, S. K., Kim, M. J., & Choi, J. H. (2014). Effects of digital textbook's interactivity on the learning attitude: With a focus on the tablet PC-based digital textbooks of social studies and science. *The Journal of the Korea Contents Association*, 14(2), 205-222. <https://doi.org/10.5392/JKCA.2014.14.02.205>

- [71] Ahn, S. (2015). Analyzing the influence of digital textbook use for potential risk group of internet addiction and average group. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 19(4), 431-440. <https://doi.org/10.14352/jkaie.2015.19.4.431>
- [72] Han, S., & Kim, S. (2015). Analysis of learner competencies through digital textbooks and smart-learning. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 19(1), 207-214. <https://doi.org/10.14352/jkaie.2015.19.2.207>
- [73] Jeong, M. (2015). A qualitative case study on discussion and debate activity utilizing digital textbook in elementary social studies. *Theory and Research in Citizenship Education*, 47(4), 217-240. <https://doi.org/10.35557/trce.47.4.2015.12.007>
- [74] Joo, Y. J., & Lim, Y. J. (2015). Factors influencing learners' satisfaction of using digital textbooks in a middle school science class. *Journal of Research in Curriculum Instruction*, 19(2), 239-257. <https://doi.org/10.24231/rici.2015.19.2.239>
- [75] Kim, H. S. (2015). An analysis of classroom ecosystem using digital textbook. *The Journal of Curriculum and Evaluation*, 18(3), 109-138.
- [76] Kim, H. S., Lee, M. M., & Cho, K. C. (2015). Analysis of the 2014 digital textbook structures and functions. *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 15(11), 427-459.
- [77] Kim, J. (2015). Prospective changes of English digital textbook based on the universal design for learning. *The Journal of the Korea Contents Association*, 15(7), 674-683. <https://doi.org/10.5392/JKCA.2015.15.07.674>
- [78] Kim, J., Kye, B., & Kim, Y. (2015). Impact of the use of digital textbook on students' relationship: Focusing on changes in multifaceted relationships using social network analysis technique. *Journal of Educational Technology*, 31(3), 481-502.
- [79] Lee, K. Y. (2015). The effect of the social constructivist approach in a social studies class using digital textbooks. *Theory and Research in Citizenship Education*, 47(4), 171-216. <https://doi.org/10.35557/trce.47.4.2015.12.006>
- [80] Lee, M. M., Kim, H. S., & Cho, K. C. (2015). Analysis of learning materials and functions added to 2014 social studies digital textbooks. *Korean Social Studies Association*, 54(4), 85-102.
- [81] Park, C. J., & Kim, J. (2015). A meta-analysis of the effects of digital textbooks in English classrooms. *Multimedia-Assisted Language Learning*, 18(3), 166-197. <https://doi.org/10.15702/mall.2015.18.3.166>
- [82] Song, H. D. (2015). The design and development of Web 2.0 based digital textbook learning support tools. *Korean Education Inquiry*, 33(1), 19-38.
- [83] Song, M. H., Kim, J. M., & Kim, H. C. (2015). A study of factors influencing on digital textbook satisfaction of elementary school. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 19(3), 287-298.
- [84] Yu, J., & Kim, J. (2015). Study on social studies critical thinking and problem-solving ability improvement through utilizing digital textbooks. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 19(1), 197-206. <https://doi.org/10.14352/jkaie.2015.19.2.197>
- [85] Hwang, Y. J., & Seong, E. M. (2016). A study about improvement of digital textbook interface based on affordance theory in the context of HCI. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 19(2), 61-71. <https://doi.org/10.32431/kace.2016.19.2.007>
- [86] Jeong, Y. S. (2016). Design of digital textbooks functions based on the PATROL instructional model. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 20(2), 189-196.
- [87] Kim, H. S., & Jeong, K. H. (2016). Development and usability test of digital textbook viewer for K-12 education. *Journal of the Korean Association for Educational Information and Media*, 22(3), 509-531. <https://doi.org/10.15833/KAFEIAM.22.3.509>
- [88] Kim, H. W., Yoon, J., & Kang, S. J. (2016). A study on the improvements of elementary science digital textbook for self-directed learning. *Korean Association for Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 16(12), 1065-1100. <https://doi.org/10.22251/jlcci.2016.16.12.1065>
- [89] Lee, O. H., & Jang, S. S. (2016). An analysis of junior high school students' perceptions with prior experience of digital textbooks for the use of digital textbooks. *Journal of the Korean Association for Educational Information and Media*, 22(4), 755-776. <https://doi.org/10.15833/KAFEIAM.22.4.755>
- [90] Lim, K., Park, S. H., & Kim, M. H. (2016). Effects of teachers' personal backgrounds and training experiences on digital textbook usage competency, understanding, recognition of effectiveness, and attitude. *Journal of Digital Convergence*, 14(9), 53-61. <https://doi.org/10.14400/JDC.2016.14.9.53>
- [91] Cha, H. J., Kye, B. K., & Jeong, K. H. (2017). Analysis of impacts of digital textbooks on learners' self-regulated learning and problem-solving competency. *The Journal of the Korea Contents Association*, 17(2), 13-25. <https://doi.org/10.5392/JKCA.2017.17.02.013>
- [92] Jang, D. H. (2017). Analysis of the focal issues on the digital textbook policy and exploration for the improvement of the policy. *Journal of Digital Convergence*, 15(8), 15-23. <https://doi.org/10.14400/JDC.2017.15.8.15>
- [93] Kang, S. G., Lim, K. W., & Ko, J. (2017). Learning module type and suitability analysis on textbook learning activity for special education digital textbook based on design of learning module. *Journal of Special Education for Curriculum and Instruction*, 10(2), 1-19. <https://doi.org/10.24005/seci.2017.10.2.1>
- [94] Ryu, K., & Son, S. (2017). Developing competency model of teachers for practicing digital textbook learning based on smart education. *Korean Association for Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 17(8), 231-252. <https://doi.org/10.22251/jlcci.2017.17.8.231>
- [95] Song, J., Son, J. H., Jeong, J. H., & Kim, J. H. (2017).

- Development and effects of instruction model for using digital textbook in elementary science classes. *Journal of the Korean Society of Earth Science Education*, 10(3), 262-277. <https://doi.org/10.15523/JKSESE.2017.10.3.262>
- [96] Sung, J., Cho, Y., Jo, G., Huh, S., & Yang, S. (2017). Exploring the roles of a digital textbook in learner-centered education. *Journal of the Korean Association for Educational Information and Media*, 23(4), 831-859. <https://doi.org/10.15833/KAFEIAM.23.4.831>
- [97] Ahn, S. H. (2018). The effect of the level of ICT ability on social competency of students in digital textbooks. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 22(5), 565-574.
- [98] Jeong, Y., Im, H., & Kim, J. (2018). Analysis of educational effectiveness of digital textbooks for elementary students. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 22(1), 141-149. <https://doi.org/10.14352/jkaie.2018.22.1.141>
- [99] Kang, D. Y., Chang, J., & Montgomery, S. N. (2018). Developing principles for use of science digital textbooks with multicultural students: Cases using grades 3 and 4 textbooks. *Korean Association for Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 18(12), 315-344. <https://doi.org/10.22251/jlcci.2018.18.12.315>
- [100] Koo, D. (2018). A study on the improvement plan for the application of digital textbooks. *Korean Journal of Elementary Education*, 29(2), 81-91. <https://doi.org/10.20972/kjee.29.2.201806.81>
- [101] Cha, H.-J., & Son, J. (2019). A study of guidelines development on digital textbooks for students with disabilities applying Universal Design for Learning. *The Journal of the Korean Association of Computer Education*, 22(2), 51-66. <https://doi.org/10.32431/kace.2019.22.2.006>
- [102] Chang, J., Park, J. H., & Song, J. W. (2019). The features of inquiry activities using technology in elementary science digital textbook: Focusing on the cases of using virtual experiment, virtual reality, and augmented reality. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 38(2), 275-286. <https://doi.org/10.15267/keses.2019.38.2.275>
- [103] Cho, Y. H., Lee, H., Jo, G., & Pak, S. J. (2019). Effects and limitations of participatory design for teaching with digital textbooks. *Korean Association for Educational Information and Media*, 25(4), 767-795. <https://doi.org/10.15833/KAFEIAM.25.4.767>
- [104] Kim, I. O. (2019). The effects of writing instructions using digital textbook on elementary school English learners' writing abilities and self-directed learning attitudes. *The Korea Association of Primary English Education*, 25(3), 149-168. <https://doi.org/10.25231/pee.2019.25.3.149>
- [105] Ham, Y., Kim, J., Huh, S. Y., Han, H. J., & Choi, S. (2020). Development of the digital textbook dashboard prototype for supporting self-directed learning. *Journal of Educational Technology*, 36(1), 1-31.
- [106] Kim, A., & Ahn, K. J. (2020). The perceptions that teachers, parents, and students hold of English digital textbooks in elementary school. *Research Institute of Curriculum & Instruction*, 24(4), 425-438. <https://doi.org/10.24231/rici.2020.24.4.425>
- [107] Kim, D. K., & Lee, J. C. (2020). Development of standard for evaluating digital textbooks in a transitional phase towards stage of exclusive use of digital textbooks. *Korean Association For Learner-Centered Curriculum And Instruction*, 20(19), 651-680. <https://doi.org/10.22251/jlcci.2020.20.19.651>
- [108] Kim, I. O. (2020). Effects of using an English digital textbook and a translator on EFL students' writing skills and learning attitudes. *The Korea Association Of Primary English Education*, 26(2), 157-177. <https://doi.org/10.25231/pee.2020.26.2.157>
- [109] Kim, Y. H. (2020). Analysing the functions of multiple representations in elementary social studies digital textbooks. *Korean Association For Learner-Centered Curriculum And Instruction*, 20(9), 471-493. <https://doi.org/10.22251/jlcci.2020.20.9.471>
- [110] Lim, B. R. (2020). A study on the development of a cultural instruction model in primary English education based on digital literacy using digital textbook. *The Korea Association of Primary English Education*, 26(3), 105-130. <https://doi.org/10.25231/pee.2020.26.3.105>
- [111] Park, S.H. (2020). Using of Digital Textbook for the Cultivation of Digital Citizenship. *Journal of Digital Convergence*, 18(2), 111-119.
- [112] Park, S.K., & Kim, H.D. (2020). A comparative analysis of speaking tasks in digital and paper textbooks for middle school English. *Secondary English Education*, 13(4), 101-120.
- [113] Son, J.Y. (2020). A Study of Usability Testing of a Digital Textbook Platform Considering Students with Disabilities. *Journal of Digital Contents Society*, 21(6), 1059-1068. <https://doi.org/10.9728/dcs.2020.21.6.1059>
- [114] Son, Y.J., Shin, W.S., & Shin, D.H. (2020). Analysis of Science Digital Textbook Reading Process of 4th Grade Elementary School Students based on Eye Movement - Focused on the Unit of 'Life of Plant'. *BIOLOGY EDUCATION*, 48(1), 63-75. <https://doi.org/10.15717/bioedu.2020.48.1.63>
- [115] Song, N.Y., Hong, J.Y., & Noh, T.H. (2020). An Analysis of the Uses of External Representations in Matter Units of 7th-Grade Science Digital Textbooks Developed Under the 2015 Revised National Curriculum. *Journal of the Korean Chemical Society*, 64(6), 416-428. <https://doi.org/https://doi.org/10.5012/jkcs.2020.64.6.416>
- [116] Choi, S.H., Lee, K.H., & Choi, Y.I. (2021). Analyzing Elementary School Teachers' Needs to Develop Digital Korean Textbooks. *Korean Journal of Elementary Education*, 32(1), 295-324. <https://doi.org/10.20972/kjee.32.1.202103.295>
- [117] Sung, Y.H. (2021). Exploring the Independent Application of Elementary Information Education

- through Analysis of Digital Literacy in Elementary School Textbooks. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 25(2), 265-277. <https://doi.org/10.14352/jkaie.2021.25.2.265>
- [118] Choi, H. (2022). A study on elementary school teachers' perception and utilization of digital English textbooks based on 2015 revised national curriculum. *The Korea Association of Primary English Education*, 28(1), 55-77. <https://doi.org/10.25231/pee.2022.28.1.55>
- [119] Han, K.I., & Jeong, Y.S. (2022). Special Education Teachers' Perception on the Special Education E-textbook Usage Status and Digital Textbook Development. *Journal of Emotional & Behavioral Disorders*, 38(1), 1-23. <https://doi.org/10.33770/JEBD.38.1.1>
- [120] Kim, H., & Jeong, Y. (2022). The Improvement of Digital Textbook Functions Required for Curriculum Reorganization. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 26(1), 23-34. <https://doi.org/10.14352/jkaie.2022.26.1.23>
- [121] Kim, K.W. (2022). A Study on the Notion of Relative Space in Digital Textbook Interfaces. *Journal of Basic Design & Art*, 23(2), 63-74. <https://doi.org/10.47294/KSBDA.23.2.5>
- [122] Kim, S.Y., & Kim, J.R. (2022). Study on Blended Learning Lesson in English Digital Textbook on Elementary School Students. *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 22(1), 1-15.
- [123] Seo, S.H., Chung, H.S., & Roh, D. (2022). Elementary School Teachers' Perception of Digital Textbooks through Analysis of Perception of Digital Competence and Experience in Using Digital Textbooks. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 26(5), 427-437.
- [124] Ahn, S. H. (2023). Direction of AI learning dataset construction for advanced learning comprehensive analysis in AI digital textbooks. *Journal of Creative Information Culture*, 9(3), 289-295. <https://doi.org/10.32823/jcic.9.3.202308.289>
- [125] Choi, J. S., & Ahn, S. H. (2023). Learning analytics in AI textbooks and compare the learning activity data collection standards. *Journal of Creative Information Culture*, 9(3), 281-287. <https://doi.org/10.32823/jcic.9.3.202308.281>
- [126] Chun, Y.J. (2023). Exploring the Components of Digital Literacy that Appear in Content Subject Classes: Focusing on Middle School Social Studies and Science Classes Using Digital Textbooks. *Teacher Education Research*, 62(4), 481-500. <https://doi.org/10.15812/ter.62.4.202312.481>
- [127] Jung, S.W. (2023). The Status of AI Digital Textbook Laws and Legal Challenges. *The Journal of Law of Education*, 35(3), 171-197. <https://doi.org/10.17317/tjle.35.3.202312.171>
- [128] Kim, S.Y., & Kim, J.R. (2023). The Interactivity Evaluation of Elementary Digital English Textbook by Professional English Teachers. *Teacher Education Research*, 62(1), 39-54. <https://doi.org/10.15812/ter.62.1.202303.39>
- [129] Lee, B.R. (2023). Analysis of Digital Literacy in Elementary Social Studies Digital Textbooks - Focusing on Digital Units -. *Theory and Research in Citizenship Education*, 55(4), 215-252. <https://doi.org/10.35557/trce.55.4.202312.008>
- [130] Lee, H.Y. (2023). A Model for Constructing Learner Data in AI-based Mathematical Digital Textbooks for Individual Customized Learning. *Education of Primary School Mathematics*, 26(4), 333-348. <https://doi.org/https://doi.org/10.7468/jksmec.2023.26.4.333>
- [131] Lee, J.H., & Ahn, S.H. (2023). Case Analysis for Developing Key Functions of AI Digital Textbooks. *Journal of Creative Information Culture*, 9(4), 379-387. <https://doi.org/10.32823/jcic.9.4.202311.379>
- [132] Min, J.Y. (2023a). A Study of the Scan Path of Book Textbooks and Digital Textbooks: Focusing on Elementary Science. *Journal of Cultural Product & Design*, 74, 379-388.
- [133] Min, J.Y. (2023b). A Study on the Evaluation of Visual Perception in Digital Textbooks Using Eye Tracking. *The Treatise on The Plastic Media*, 26(3), 134-142. <https://doi.org/10.35280/KOTPM.2023.26.3.15>
- [134] No, S.Y. (2023). How Icon Types in Digital Textbooks Affect Learning and Working Memory. *Journal of Integrated Design Research*, 22(4), 45-59. <https://doi.org/10.21195/jidr.2023.22.4.003>
- [135] Suh, H., Jeong, S.H., & Kim, H.J. (2023). The directions of developing digital textbooks: focusing on "instrumentality" and "communication." *Journal of Education & Culture*, 29(2), 323-349. <https://doi.org/10.24159/joec.2023.29.2.323>
- [136] Sung, S.M. (2023). The Effect of Science Teaching using the Digital Textbook on the Indicators of Positive Experiences about Science in Elementary Students: Focusing on Combustion and Extinguishment Unit. *Journal of Educational Studies*, 54(4), 75-95.
- [137] Yun, Y. sun, & Hong, M. hwa. (2023). Critical Discourse Analysis on Elementary Social Studies Textbooks Research: On the Occasion of the Introduction of AI Digital Textbooks. *Korean Lesson Study Group for Social Studies*, 11(1), 73-89. <https://doi.org/10.34261/jssls.2023.11.1.73>
- [138] Cho, J.B., & Jung, C.G. (2024). Developing classroom-friendly teaching models for elementary English AI digital textbooks. *Secondary English Education*, 17(3), 89-104.
- [139] Jeong, Y.S., & Yu, J.S. (2024). Development of an Teaching and Learning Model Based on AI Digital Textbooks According to Systematic Instructional Design. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 28(1), 37-46.
- [140] Kim, Y.J., Lee, J.M., & Chung, J.Y. (2024). An Analysis of Digital Textbook Policy Using a Multi-dimensional Analytical Model. *The Politics of Education*, 31(1),

27-53.

- [141] Lee, G.Y., Cha, H.J., & Kim, J.H. (2024). Research on Developing Design Guidelines for Digital Textbooks Targeted at Visually Impaired Students. *The Korean Journal of Visual Impairment*, 40(1), 53-79. <https://doi.org/10.35154/kjvi.2024.40.1.53>
- [142] Lim, H.J. (2024). Longitudinal analysis of the effect of digital textbooks on cognitive competencies. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 27(1), 233-252. <https://doi.org/10.32431/kace.2024.27.1.018>
- [143] Moon, H.J. (2024). The Relationship between Digital Textbook Composition Factors and Usage Satisfaction: Focusing on Middle School Students. *Journal of Future Society*, 15(1), 216-230. <https://doi.org/10.22987/jfso.2024.15.1.216>
- [144] Na, H.J., Seo, S.S., & Yang, H.W. (2024). Analysis on Elementary Pre-service Teachers' Behavioral Intention to Use about AI Digital Textbooks. *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 24(5), 469-484.
- [145] Salkind, N. J. (2010). Content Validity. In *Encyclopedia of Research Design*. SAGE Publications, Inc.



손정명

- 2011년 청주교육대학교 컴퓨터교육학과(교육학사)
- 2019년 청주교육대학교 초등정보로봇교육전공 (교육학석사)
- 2024년 한국교원대학교 컴퓨터교육학과 (교육학박사)
- 2012년 ~ 현재 한국교원대학교부설월곡초등학교 교사
- ✚ 관심분야 : 인공지능, 데이터과학, 리빙랩, 교수설계
- ✉ caprison11@korea.kr



이시훈

- 2011년 청주교육대학교 컴퓨터교육학과(교육학사)
- 2017년 청주교육대학교 로봇교육전공 (교육학석사)
- 2024년 충북대학교 빅데이터 (공학박사)
- 2024년 ~ 현재 청주교육대학교 인공지능로봇교육 연구소 전임연구원
- ✚ 관심분야 : 인공지능, 빅데이터, 정보교육, 자연어 처리, 챗봇
- ✉ shoon1984@gmail.com