

초등학교 수학 교과서에서의 지속가능발전 내용 분석

김정원(신탄진초등학교, 교사)

Content analysis of education for sustainable development in elementary school mathematics textbooks

Kim, JeongWon(Sintanjin Elementary School, nymph019@hanmail.net)

초록

지속가능발전 교육은 현재와 미래 세대의 지속가능한 발달을 위해 중요하다. 본 연구에서는 초등학교 1학년부터 6학년의 수학 교과서에 제시된 지속가능발전 교육의 내용을 혼합연구의 방법을 사용하여 분석하였다. 지속가능발전에 관한 내용의 관련 차원 및 수학 내용 영역, 수학과 연결성 등을 양적 연구의 방법으로 분석하였고, 관련된 하위 내용 및 교과서에 구체적으로 어떻게 제시되는지를 질적 연구의 방법을 통해 분석하였다. 연구 결과, 초등학교 수학 교과서에는 지속가능발전의 세 가지 큰 축인 환경, 사회, 경제 차원에 관한 내용이 여러 학년에 걸쳐 다양하게 다루어지고 있었다. 환경 차원과 관련하여 자연 자원, 에너지, 기후 변화 등의 하위 내용이, 사회 차원과 관련하여 평화와 안전, 문화 다양성, 건강 관리 및 증진의 하위 내용이, 경제 차원과 관련하여 지속가능한 생산, 빈부 격차 완화의 하위 내용에 관한 활동이 제시되고 있었다. 이러한 활동에서 지속가능발전은 문제 해결의 맥락으로 대부분 제시되고 있으며 일부 활동에서는 문제 해결뿐만 아니라 지속가능성을 고려해보게 하는 하위 활동을 추가로 포함하고 있었다. 본 연구의 결과를 바탕으로 초등학교 수학에서의 지속가능발전 교육의 지도 방향에 대한 시사점을 제공하고자 한다.

Abstract

Education for Sustainable Development is an imperative mean to achieve the sustainable development which is the key idea that meets the needs of both present and succeeding generations by reconciling environmental protection, social development and economic growth. This study addressed the following question. First, what is the overall structure of the ESD contents presented in the textbooks? Second, How are the sub-contents of ESD distributed in the textbooks? Lastly, How are the ESD contents connected to mathematics in the textbooks?

For this purpose, the contents in the elementary mathematics textbooks from 1st to 6th grades were analyzed at both macro and micro levels through quantitative and qualitative research methods. As results, contents related to environmental, social, and economic dimensions were presented from the first grade. The contents were involved the mathematics content domains of Numbers and Operations, Data and Possibilities, and Patterns. However, the contents were presented intensively in middle and high grades, and environmental topics accounted for a high proportion. Among the activities related to ESD, many were focused on solving problems mathematically while some were presented to solve problems as well as to consider sustainability through the activities. Based on the results, the study aims to provide implications for the direction of mathematics education for sustainable development in elementary school.

* 주요어 : 지속가능발전, 지속가능발전 교육, 초등학교 수학 교과서

* **Key words** : sustainable development, education for sustainable development, elementary school mathematics textbooks

* **Address**: Sintanjin Elementary School, Daejeon, Korea.

* **2000 Mathematics Subject Classification** : 97U20

* **Received**: April 19, 2021 **Revised**: May 4, 2021 **Accepted**: May 13, 2021

I. 서론

지속가능발전은 환경 보호, 사회 발전, 경제 성장을 조화롭게 함으로써 현재와 미래 세대의 요구를 모두 만족시킬 수 있는 중요한 아이디어이다(The World Commission on Environment and Development [WCED], 1987). United Nations [UN](2015)는 지속가능발전을 위한 17개의 목표를 제시하였는데, 이 가운데 4번째 목표는 지속가능발전 교육(Education for Sustainable Development [ESD])과 관련된다. 지속가능발전 교육을 통하여 모두에게 공평한 질 높은 교육을 제공하고 평생 학습할 수 있는 기회를 제공할 수 있다. 또한 여러 나라에서는 지속가능발전을 강조하는 방향으로 교육과정을 변화하려는 시도를 하고 있다(Kennelly, Taylor, & Serow, 2011; Prince, 2010; Woo, Mokhtar, Komoo, & Azman, 2012).

지속가능발전 교육을 교육과정에 적용시키기 위해서는 또 하나의 새로운 학문을 구성하는 것이 아니라 현존하는 학문들을 보다 지속가능한 미래에 기여할 수 있도록 변형시키는 과정이 필요하다(United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO], 2012). 따라서 기존의 교육과정을 지속가능발전 교육이 가능한 방향으로 초점을 맞출 필요가 있다. 지속가능발전 교육을 수학과 관련지어보면, 수학은 지속가능발전의 3가지 영역인 환경, 사회, 경제 영역의 문제를 이해하고 해결하는데 필요하고 도움이 된다(Levin, 2015; Renert, 2011; Roe, de Forest, & Jamshidi, 2018). 예를 들어, Renert(2011)는 수학교육이 다가올 미래 사회에 닥칠 긴급한 요구를 해결하는데 중요한 역할을 할 수 있다는 것을 강조하면서 지속가능한 수학교육(Sustainable Mathematics Education)을 제시한다. 또한 Levin(2015)은 지속가능성에 관련된 상황을 분석할 수 있는 수학 방정식을 제안했다. Roe, de Forest, Jamshidi(2018)는 지속가능성에 관한 의사 결정을 위한 측정, 연결성, 변화, 가능성과 예측 등의 수학적 아이디어를 제시하였다.

지속가능발전의 필요성과 중요성을 고려할 때 지속가능발전을 위한 수학교육은 어린 시기부터 이루어질 필요가 있다(Bartusevica & Cedere, 2003; Elliott & Davis, 2009; Hedefalk, Almqvist, & Östman, 2015; Serow, 2015). 즉, 어린 학생들이 다음 세대의 주인으로서 미래를

보존하는데 중요한 역할을 할 수 있도록 초등학교 시기부터 지속가능발전 교육을 제공해야한다. 우리나라의 2015 개정 초등학교 교육과정에는 환경·지속가능발전 교육이 범교과 학습 주제의 하나로 지정되어 교육 활동 전반에 걸쳐 통합적으로 지도하도록 기술되어 있다. Australian Curriculum Assessment and Reporting Authority(2015)를 살펴보면, 지속가능성을 우선으로 두어야 할 간학문 교육과정으로 지정하고 수학과 관련하여 “수학적 이해와 기능은 사회, 경제, 환경 체계의 변화를 측정하고 점검하고 수치화하기 위해 필요하며 통계적 분석을 통하여 미래를 예상할 수 있고 더 좋은 미래 사회로 이끌기 위한 의사결정과 행동을 하는데 도움이 된다.”고 설명한다. Serow(2015)는 이와 같은 호주와 뉴질랜드 교육과정을 바탕으로 지속가능발전 교육을 위한 초등학교 수학교육에서의 활동을 제안했다.

이러한 중요성에 비하여 초등학교에서의 지속가능발전을 위한 수학교육을 살펴본 연구는 매우 드물다. 지속가능발전 교육에 관한 연구를 살펴보면 중등학생을 대상으로 하거나(Yuniarti, Hasan, & Ali, 2019), 예비 교사를 대상으로 하거나(Joutsenlahti & Perkkilä, 2019; Zehetmeier & Krainer, 2011), 환경 교육이나(Kang, 2010) 사회 과학 교육(Martínez-Medina & Arrebola, 2019), 융합인재교육(Kim, 2014) 등에 초점이 맞추어져 이루어졌다. 따라서 초등학교 시기부터 지속가능발전 교육을 어떻게 시행할지에 관한 구체적인 방안이 모색될 필요가 있다. 또한 교수·학습에서 교과서가 중요한 자료임을 고려할 때, 초등학교 수학 교과서에서 지속가능발전과 관련된 내용이 어떻게 제시되는지 살펴보는 것은 앞으로 지속가능발전 교육을 위한 지도방안을 모색하는데 중요한 기반이 될 것이다. 이에 본 연구에서는 2015 개정 초등학교 수학 교과서에서 지속가능발전 교육의 내용이 어떻게 제시되는지 분석하고자 한다. 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

- 가. 초등학교 수학 교과서에 지속가능발전 교육은 전반적으로 어떻게 제시되는가?
- 나. 초등학교 수학 교과서에 제시된 지속가능발전 교육의 하위 내용과 관련 맥락은 어떠한가?
- 다. 초등학교 수학 교과서에 제시된 지속가능발전 교육의 수학과 연결성은 어떠한가?

II. 이론적 배경

1. 지속가능발전 교육

McKeown, Hopkins, Rizi, Chrystalbridge(2002)에 따르면 지속가능발전 교육의 역사는 1987년 UN 총회에서 지속 가능한 개발이 처음 승인되었을 때부터 지속가능개발 교육의 개념이 더불어 탐구되어왔다. 지속가능발전의 개념은 1987년부터 1992년까지 Agenda 21의 40개 장을 논의하고 협상하고 이를 기록하면서 발전되어 왔고, 지속가능발전 교육의 경우 Agenda 21에 처음으로 수록되었다. 대부분의 교육 운동과 다르게 지속가능발전 교육은 교육 공동체 밖의 사람들에 의해 시작되었고, UN, OECD와 같은 국제 정치 및 경제 포럼에서 지속가능발전 교육을 추진하는 움직임을 드러냈다. 또한 지속가능발전의 개념이 논의되고 공식화됨에 따라 지속가능발전을 위해서는 교육이 핵심이라는 것이 명백해졌다.

지속가능발전의 개념을 살펴보면 1987년 '환경과 개발에 관한 세계위원회(the World Commission on Environment and Development [WCED])'에서 보고된 <우리 공동의 미래(Our Common Future)>에서 본격적으로 개념화되어 알려지게 되었다. 보고서에 따르면 지속가능발전이란 미래 세대와 현재의 요구를 충족시킬 수 있는 발전으로 지속가능발전을 위해서는 환경적, 사회적, 경제적 측면이 균형을 이루도록 고려해야 한다. 이 세 가지 측면은 서로 영향을 받는 동시에 영향을 미치는 상호 의존적 관계이다(Liu, Yang, & Shiao, 2020). 예를 들어, 천연자원을 지속가능한 속도로 소비할 수 있는 것에 관한 환경적 지속가능성을 위해서는, 신뢰 및 상호주의의 규범, 형평성 등의 원칙을 중시하는 사회적 지속가능성이나 자원의 낭비를 제한하여 지속가능한 방식으로 운영하는 것을 중시하는 경제적 지속가능성을 모두 고려해야 할 것이다.

지속가능발전 교육은 지속가능발전을 실현시키기 위해 필수적인 요소로 UNESCO(2012)에서도 지속가능발전을 실현시키기 위한 목표 중 하나로 교육의 중요성과 필요성을 제시하고 있다. 여기서 지속가능발전 교육이란 지속가능발전과 관련된 지식과 원리를 가르치고 배우는 것뿐만 아니라, 지속 가능한 사회를 이루기 위한 보다 넓은 의미의 교육으로 보아야 한다. 이렇게 볼 때 지속가능발전 교육은 환경 교육과 구분되어야 할 것이다. 비록 지속

가능발전 교육과 환경 교육은 긴밀하게 관련되어 환경교육자들이 처음으로 지속가능발전 교육을 지지한 집단이고 환경 교육과 지속가능발전 교육은 공통적으로 다루는 요소나 이념들이 있다. 하지만 지속가능발전 교육에서는 환경뿐만 아니라 사회, 경제에 내재된 안전을 더욱 광범위하게 다루고 있다는 점에서 환경 교육과 구분되어야 할 것이다. 본 연구에서는 지속가능발전 교육을 환경 교육으로 접근하는 협소한 방식으로부터 환경을 포함한 사회, 경제의 측면까지 포괄하는 방식으로 접근하였으며, 이러한 의미에서 지속가능발전 교육의 다양한 측면은 수학을 포함한 여러 교육 분야와 관련될 수 있다.

지속가능발전 교육을 실현시키기 위해서는 지속가능발전 교육에 관한 내용을 어떻게 구성해야하는지 고려해야 한다. Kang(2010)은 중학교 환경 교과서에 반영된 지속가능발전 교육의 내용을 살펴보기 위하여 지속가능발전을 구성하는 환경, 사회, 경제의 3가지 차원 각각에 해당하는 내용 및 주제를 포함하는 분석틀을 제시하였다. 분석틀을 살펴보면 환경 차원에는 천연자원, 에너지 및 생물 다양성 등의 내용이, 사회 차원에는 인권, 안보 및 문화 등의 내용이, 경제 차원에는 소비와 시장 등에 관한 내용이 포함된다. 이와 같은 분석틀은 각 차원에 관한 내용을 구체화할 수 있고 지속가능발전을 좀 더 명확히 이해하는데 도움이 될 수 있다.

스페인의 초등학교 사회과학 교과서에 제시된 지속가능발전을 분석한 Martínez-Medina, Arrebola(2019)에는 지속가능발전의 내용을 환경, 에너지, 재활용, 윤리적 소비, 환경 및 일반의 범주로 구분하였다. 연구 결과 스페인 교과서에서는 환경과 재활용에 관한 내용이 가장 빈번하게 제시되고 있었다. 또한 대부분의 활동들은 기존에 교과서에 제시되어 온 전형적인 활동들과 마찬가지로 학생들에게 지속가능발전에 관한 심도 있는 인지적 사고 과정을 요구하지 않는다는 한계가 드러났다.

McKeown 외(2002)는 Agenda 21에서 제시한 지속가능발전 교육에 관련된 핵심 이슈를 요약하여 제시했다. 이슈들은 크게 4가지 영역인 '사회 및 경제 차원', '자원의 보존 및 관리', '주요 집단의 역할 강화'와 '구현을 위한 수단'으로 구분된다. '사회 및 경제 차원'은 국제 협력, 빈곤 퇴치, 소비 패턴 변화, 인구 및 지속가능성, 인간 건강 보호 및 증진 등과 관련된다. '자원의 보존 및 관리'는

대기 보호, 토지 지속 관리, 삼림 벌채, 사막화와 가뭄 막기, 지속 가능한 산림 개발, 지속 가능한 농업과 농촌 개발, 생물학적 다양성 보존 등과 관련된다. '주요 집단의 역할 강화'는 여성들의 지속가능한 발달, 아동 및 청소년, 원주민, NGO와의 동반 관계, 지역 당국, 노동자 및 노동조합 등과 관련된다. 마지막으로 '구현을 위한 수단'은 지속 가능한 개발 자금 조달, 기술 이전, 지속 가능한 개발을 위한 과학 교육 및 인식, 교육, 지속 가능한 개발을 위한 역량 개발 등과 관련된다. 이러한 분류는 지속가능발전전에 관한 이슈와 지속가능발전을 실현하기 위한 노력을 구체적으로 안내한다는 데에 의의가 있다.

지속가능발전 교육의 내용을 제시한 연구들을 살펴보면, 관련 내용들이 하나의 과목이나 학문에 한정된 것이 아니라 다양한 학문과 연결된다는 것을 알 수 있다. 이에 본 연구에서 초등학교 수학 교과서를 분석하기 위하여 앞서 살펴본 여러 연구에서 제시한 내용을 종합하고 정리하여 지속가능발전 교육의 내용 분석틀을 구성하고자 한다. 이 때 지속가능발전의 세 가지 큰 축이 환경, 사회, 경제라는 점을 고려하여 Kang(2010)이 3개의 차원을 중심으로 내용을 제시한 분석틀을 기본으로 하되, 각 차원과 관련된 내용은 지속가능발전의 내용을 연구한 그 밖의 다른 연구들(예, Liu, Yang, & Shiau, 2020; Martínez-Medina & Arrebola, 2019; McKeown et al., 2002) 참고하고자 한다.

2. 지속가능발전 교육과 수학교육

지속가능발전의 내용을 살펴보면 크게 환경, 사회, 경제 차원과 관련되며 다양한 학문과 연결된다는 것을 알 수 있다. 따라서 수학교육에서 지속가능발전 교육에 관한 내용을 모두 다루는 것이 가능하지 않을 수 있지만 지속가능발전 교육에서 수학의 중요성과 역할을 고려할 때 이와 관련된 연구를 살펴볼 필요가 있다.

Himilton, Pfaff(2014)는 지속가능발전과 지속가능발전 교육의 개념을 제시하고 이 때 수학이 어떤 역할을 할 수 있는지 설명한다. 지속가능발전은 사회 발전을 위한 계속되는 과정으로 이를 위해서는 인류의 현 상태는 사회 발전이 도덕적으로 수용할만한 종결점이 아니며, 인류는 미래 세대에 부정적인 영향을 미치는 상태에 도래했고, 직면해 있는 중요한 문제들은 우선 순위가 없는 동시

에 해결해야 할 것들이며, 우리의 복잡한 사회적 생태학적 체계는 근본적인 변화가 필요하다는 것을 이해해야 한다. 이에 지속가능발전 교육에서는 지속가능성에 관한 맥락에서 지구의 현실과 실생활에 기반한 예를 포함하며, 복잡성을 고려하여 미래를 설계하는 것을 강조하며, 이슈의 민족적, 감정적인 양상을 인식하고 학생들이 변화의 촉매자와 리더가 될 수 있도록 특정한 기술을 가르쳐야 한다. 지속가능발전 교육에서 실생활을 이해하고 변화를 예측하고 설계하기 위해서는 수학이 근본적인 역할을 담당하기 때문에 수학교육은 지속가능발전에서 매우 중요하다.

지속가능발전을 수학교육과 연결시킬 때 Petocz, Reid(2003)는 수학과 지속가능발전이 다양한 방식으로 관련되고 가르쳐질 수 있다고 보고, 수학에 관한 관점, 교수에서의 지속가능발전에 관한 관점, 교수에 관한 관점을 각각 제시한다. 즉, 수학은 요소(components), 모델(models), 생활(life)로, 교수에서의 지속가능발전은 거리두기(distance), 자원(resources), 정의(justice)로, 교수는 분리(disparate), 교차(overlapping), 통합(integrated)으로 구분된다. 이를 바탕으로 수학에서의 지속가능발전이 통합될 수 있는 방식이 다양할 수 있다고 주장한다: 수학에서 요소, 기술의 습득에 초점을 둔다면 지속가능성은 수학에서 배제되어 거리두기가 되고 교사가 지속가능성의 중요성을 인지할지라도 이는 수학에서 분리되어 가르쳐질 것이다; 실생활을 모델하는 것으로 수학을 간주한다면 지속가능성은 수학의 자원이 되어 수학과 지속가능성은 교차될 것이다; 실생활이나 사고방식으로 수학을 생각한다면 지속가능성은 수학의 자원이나 정의로서 통합될 것이다.

Widiati, Juandi(2019)는 지속가능발전 교육에서 수학교육의 중요성을 주장하면서, 수학교육에서 필요한 추론, 문제 제기, 표현, 의사소통과 같은 역량은 지속가능발전 교육에서도 필수적이라고 제시한다. 지속가능발전에 관한 중요한 역량이 문제 해결, 비판적 사고, 실행 능력, 체계적 사고 등이며, 이러한 역량은 수학 학습에서 필요로 하는 역량에 포함된다. 이에 수학에 기반을 둔 지속가능발전 교육을 통하여 학생들은 수학적으로 사고할 수 있을 뿐만 아니라 사회, 경제, 환경 분야에 관한 문제에 민감해질 수 있을 것이라고 주장한다.

이와 같은 연구를 통하여 지속가능발전 교육에서 수학의 필요성과 수학교육에서 지속가능발전을 다룰 수 있는 다양한 관점에 대해 고려할 수 있다.

3. 초등학교에서 지속가능발전 교육을 실행시키기 위한 노력

초등학교에서의 지속가능발전 교육을 살펴보면, 우선 2015 개정 교육과정에는 범교과 학습 주제 하나로 환경·지속가능발전 교육을 제시하고 “범교과 학습 주제는 교과와 창의적 체험활동 등 교육 활동 전반에 걸쳐 통합적으로 다루도록 하고, 지역사회 및 가정과 연계하여 지도한다.”고 제시한다(MOE, 2015, p. 7). 초등학교 수학과 교육 과정을 살펴보면 직접적으로 지속가능발전을 언급하지는 않았지만 수학의 목표 가운데 하나로 “...생활 주변 현상을 수학적으로 이해하고 문제를 합리적이고 창의적으로 해결한다.”를 제시하고 있어(MOE, 2015, p. 192) 수학 교과가 지속가능발전과 무관하지 않다는 것을 알 수 있다.

초등학교에서 지속가능발전 교육을 실행하기 위한 연구는 매우 드물다. 예외적으로 몇 가지 연구(예, UNESCO, 2012; Serow, 2015)를 살펴보면 초등학교 교실에서 지속가능발전 교육을 실현시킬 수 있는 구체적인 방안을 제시하고 있다는 점에서 고무적이다. 우선 UNESCO(2012)는 지속가능발전 교육을 실행하는데 도움을 주기 위하여 교사들이 특정 주제를 지속가능발전과 관련지어 수업하고자 할 때 지속가능발전을 구성하는 5가지 요소인 지식, 쟁점, 기술, 관점, 가치관을 강조하여 수업을 설계하는 방법을 제시한다. 예를 들어 제안된 ‘프로젝트 Y’는 특정 주제를 선택한 다음 관련된 사회, 환경, 경제 내용을 분석하고 이를 지속가능발전 교육의 5가지 요소로 조직하면서 활동을 계획하고 실행하는 것이다. ‘프로젝트 Y’는 기존의 교육과정을 완전히 새롭게 바꾸는 것이 아니라 현재의 교육과정을 지속가능발전을 강조하는 방향으로 재구성한다는 점에서 교사들이 지속가능발전 교육을 계획하기에 용이하다고 볼 수 있다. 뿐만 아니라 지속가능발전 교육을 다루기 위해 단원을 재구성할 수 있는 구체적인 지도 방향을 제시한다는 점에서 의미가 있다.

Serow(2015)는 초등학교 수학에 초점을 맞추어 지속가능발전 교육을 실현할 수 있는 구체적인 활동 내용과 방법을 제시하였다. 수학 내용 가운데 측정과 기하학, 수와

대수, 통계와 확률로부터 지속가능발전 교육의 내용을 도출하였고 관련 내용 및 활동을 구체적으로 제시하였다. 예를 들어, 측정과 관련된 포장하기 활동은 포장에 필요한 자원의 양을 측정하면서 환경 및 경제 차원을 고려할 수 있고, 규칙성과 대수와 관련된 정원 만들기 활동은 모양 및 수 배열의 규칙을 탐구하면서 지속가능한 생산을 탐색할 수 있는 기회를 제공할 수 있다.

지금까지 살펴본 연구는 초등학교에서 지속가능발전 교육을 실현하기 위한 안내와 구체적인 방법 및 내용을 제안한다는 점에서 고무적이다. 이러한 연구를 기초로 하여 초등학교 수학과 지속가능발전 교육을 연결시킬 수 있는 가능성과 방법을 구현시킬 수 있는 노력이 필요하다.

4. 교과서 분석에 관한 연구

교과서를 분석하는 것은 교과서에 내재된 교육과정의 의도를 이해하고 학생들에게 보다 나은 교육 기회를 제공하는데 도움이 될 수 있다(Törnroos, 2005). 교과서 분석은 전체적인 구조에 관한 거시적 분석과 특정 주제를 상세히 살펴보는 미시적 분석으로 구분할 수 있다(Li, Chen, An, 2009). 거시적 분석은 교과서에서 포함된 내용 및 주제를 전반적으로 살펴보고 내용의 표현 방식 및 구성상의 특징 등을 분석하는 것이며 미시적 분석은 연구에서 초점을 두는 특정한 내용이 교과서에서 수학적으로 어떻게 제시되어 있는지 살펴보는 것에 해당한다. 전자의 방법을 통하여 교과서에 제시된 내용의 구조를 폭넓게 파악할 수 있는 반면, 후자의 방법은 교과서를 특정 내용과 관련하여 심도 있게 분석할 수 있다는 특징이 있다.

이를 참고하여 본 연구에서는 초등학교 수학 교과서를 거시적 수준과 미시적 수준에서 살펴보려 한다. 거시적 수준의 분석에서는 지속가능발전 교육에 관한 내용이 제시된 학년 및 내용 영역을 살펴보고, 관련 내용이 지속가능발전 교육의 환경, 사회 경제의 어느 차원의 하위 내용 및 주제와 관련되는지 알아보려 한다. 미시적 수준의 분석에서는 지속가능발전 교육에 관한 내용의 수학적 특징 및 학생에 대한 기대를 살펴봄으로써 지속가능발전 교육의 내용을 수학적 측면에서 분석하고자 한다. 이와 같은 분석을 통하여 수학 교과서에 지속가능발전 내용이 어떻게 제시되었는지에 관한 전반적인 실태와 수학과 어떻게 연결되어있는지 살펴보고자 한다.

III. 연구방법

1. 분석 대상

초등학교 수학에서 지속가능발전 교육이 어떻게 구현되는지 살펴보기 위하여 2015 개정 초등학교 수학 교과서의 1학년 1학기부터 6학년 2학기까지의 모든 내용을 분석 대상에 포함시켰다(MOE, 2020a~2020l). 교과서에 제시된 모든 내용을 분석 대상으로 하였는데, 즉 수학은 내 친구, 수학으로 세상 보기, 단원 도입, 본 차시, 생각 수학, 얼마나 알고 있나요, 탐구 수학이 포함된다. 분석 시 활동 단위로 분석하였는데 이는 한 차시에도 활동마다 다양한 맥락이 제시되기 때문이다. 예를 들어 한 차시에 활동이 4개 포함되면 활동 4개를 각각 분석 단위로 하였다. 한편, 수학 익힘책은 학생들이 학습 결과를 점검해 보는 워크북으로(MOE, 2020m), 학교에 따라 수업 시간에 활용하는 경우도 있고 학생들의 자학자습용으로 활용하는 경우도 있어 분석 대상에는 포함하지 않았다.

2. 분석 방법 및 분석 초점

본 연구는 초등학교 수학에서 지속가능발전이 어떻게 구현되고 있는지 살펴보기 위하여 양적 연구와 질적 분석을 모두 활용한 혼합 연구방법을 사용하여 분석하였다. 양적 분석은 교과서의 지속가능발전 관련 내용들이 어떻게 분포되었는지 살펴보기 위하여 사용되었다. 또한 질적 분석은 문헌 검토를 바탕으로 교과서에 제시된 지속가능발전과 관련된 내용을 [Table 1]의 측면에서 분석하였다.

분석은 크게 거시적 수준과 미시적 수준으로 구분하여 실행하였다. 거시적 수준에서는 지속가능발전 내용이 제시 되는 학년, 관련된 수학 내용 영역, 그리고 교과서에

제시된 지속가능발전의 하위 내용 및 세부 주제를 살펴봄으로써 교과서에서의 지속가능발전 교육의 전반적인 구현 양상을 살펴보고자 하였다. 관련된 수학 내용 영역은 수와 연산, 도형, 측정, 규칙성, 자료와 가능성으로 구분된다. 관련 수학 내용 영역을 분석하는 것은 지속가능발전과 관련된 주제와 수학을 어떻게 연결시킬 수 있을지에 대한 시사점을 줄 수 있다는 점에서 의미가 있다. 또한 거시적 분석을 수행할 때 지속가능발전과 관련된 내용이 지속가능발전의 어떤 하위 내용 및 주제와 관련되는지 살펴보았다. 이러한 분석은 현재 수학 교과서에 제시된 지속가능발전의 내용을 지속가능발전과 관련지어 구체적으로 살펴봄으로써 지속가능발전을 초등학교 수학과 연결하기 위한 기초 자료가 될 수 있다는 점에서 의미가 있다.

하위 내용 및 관련 주제 분석 시, 선행 연구에서 제시한 지속가능발전의 내용 구분을 바탕으로 [Table 2]와 같은 분석틀을 마련하였다. 분석틀은 지속가능발전의 세 차원인 환경, 사회, 경제로 구분하였고, 각 차원에 따른 하위 내용을 제시하였다. 환경 차원에는 자연 자원, 에너지, 기후 변화, 생물 다양성, 환경 문제, 도시와 촌락 환경, 재해, 교통의 하위 내용이, 사회 차원에는 인권, 평화와 안전, 문화 다양성, 사회 정의, 건강, 양성 평등, 매체 소양, 세계화 및 국제적 책임, 인구의 하위 내용이, 경제 차원에는 지속가능한 생산, 지속가능한 소비, 기업의 지속가능성, 시장 경제, 빈부 격차 완화의 하위 내용이 포함된다. 또한 각 하위 내용 별 관련 주제를 제시함으로써 교과서에서 지속가능발전에 관한 내용을 구별하고 각 차원을 이해하는데 더욱 도움이 될 수 있게 하였다.

[Table 1] Analytic framework

Level	Foci of Question	Question
Macro	Grade level	In what grade level is the ESD-related content presented?
	Content domain	To which mathematics content domain is the ESD-related content connected?
	Dimension of the content	To which dimension is the ESD-related content involved?
	Distribution of contents of ESD	What sub-content and topic is involved in the ESD-related content?
Micro	Activity type	Which type of activity is the ESD-related content?
	Expectation from students	What expectation from students is embedded in the ESD-related content?

미시적 수준에서는 지속가능발전에 관한 내용의 활동 유형과 활동을 통하여 기대하는 학생들의 수행 정도가 무엇인지 분석함으로써 지속가능발전 교육과 초등학교 수학교육의 연결 양상을 살펴보고자 하였다. 여기서 지속가능발전 내용의 활동 유형을 분석한다는 것은 관련 내용이 수학의 개념, 원리, 절차 등을 도입할 때 제시되는지, 적용할 때 제시되는지를 구분하여 살펴보는 것이다.

수학 교과서에서 도입은 주로 각 차시에서 새로운 수학 개념, 원리 및 절차 등을 다루는 활동 1, 활동 2와 관련되고, 적용은 각 차시에서 배운 수학을 적용하는 활동 3, 활동 4와 관련되었다. 또한 ‘탐구 수학’, ‘도전 수학’, ‘수학으로 세상 보기’ 등은 해당 단원 및 학기에 학습한 수학을 적용하는 차시에 해당하므로 적용으로 구분하여 분석하였다. 이러한 분석은 지속가능발전을 수학에 어떻게

[Table 2] Related sub-contents and topics of ESD

Dimension	Sub-content	Related topic
Environment	Nature resources	Water, atmosphere, soil, minerals, plants, animals, natural scenery, natural resource conservation
	Energy	Energy types, renewable energy, energy saving
	Climate change	Global warming, greenhouse gases, abnormal climate
	Biodiversity	Eco-system equilibrium, endangered species, biodiversity, biological conservation
	Environmental problems	Awareness of environmental issues, efforts to solve environmental problems, nature of environmental problems
	Urban and rural environments	Urban functions, urban problems, the aging of villages, improvement of residential environment, environmental problems, urban-rural gap
	Disaster	Types of disasters, causes and solutions of disasters
	Traffic pollution	Traffic pollution, traffic safety, environmentally friendly traffic solutions
Society	Human rights	Human respect, human rights respect
	Peace and security	Understanding nonviolence, nonviolence activities, dialogue and compromise, safety education
	Cultural diversity	Respect cultural diversity
	Social ethics	Correct social ethics, readjustment of legal systems
	Human health	Exercise, health, disease prevention and treatment, obesity, drugs, AIDS, food safety and security
	Gender equality	Gender discrimination issues
	Media literacy	Information communication ethics, media literacy
	Globalization and international responsibility	Understanding globalization, problems of globalization, international solution
Economy	Population	Population growth, population distribution by region
	Sustainable food production	Eco-friendly production, resource-circulating waste management, sustainable agriculture, eco-friendly agricultural products
	Sustainable consumption	Green consumption
	Sustainability of companies	Corporate ethics, corporate responsibilities and duties
	Market economy	Understanding market economy, economic activities of market, sustainable sales
	Narrowing the gap between the rich and the poor	Eradication of poverty, combating poverty

연결될 수 있는지 시사점을 제시할 수 있다는 점에서 의미가 있다. 기대하는 학생들의 수행이란 관련된 활동에서 지속가능발전의 내용이 단순히 하나의 소재로 제시되는지, 학생들로 하여금 수학적 문제 해결을 요구하는지, 더 나아가 수학적 문제 해결뿐만 아니라 지속가능발전을 고려하게 하는지 분석하는 것을 의미한다.

교과서에 제시된 지속가능발전과 관련된 내용의 예를 살펴보면 [Fig. 1]과 같다. 3학년 2학기 1. 곱셈 단원의 탐구 수학에서는 탄소 발자국에 관한 내용이 제시된다. 활동을 살펴보면 문제를 제시하기에 앞서 탄소 발자국이 무엇인지, 탄소 발자국이 환경 특히 기후와 관련하여 어떤 영향을 미치는지 설명하고 있다. 다음으로 비닐봉지와

장바구니를 사용하였을 때 발생하는 탄소 발자국을 소개 하면서 본 단원에서 학습했던 (두 자리 수)×(두 자리 수)의 원리를 활용하여 해결할 수 있는 문제들을 제시하고 있다. 이와 같은 문제를 해결하면서 학생들은 장바구니 대신 비닐봉지를 사용했을 때 발생하는 탄소 발자국을 알아볼 수 있고 장바구니를 활용해야겠다는 필요성을 인식할 수 있을 것이라 예상된다. 학생들에게 장바구니를 더 많이 사용할 수 있는 방법에 대해 생각해보게 한 마지막 하위 질문도 지속가능발전에 대해 생각해 볼 수 있는 기회를 제공할 수 있다. [Fig. 1]의 왼쪽에 제시된 점선 상자는 관련된 내용을 분석한 결과를 나타낸다. 지금까지 분석한 내용을 요약하면 [Table. 3]과 같다.

수학 원리를 적용하는 활동

환경/기후 변화/지구 온난화

수학적 문제 해결

지속가능성 고려

탐구 수학 탄소 발자국을 얼마나 줄일 수 있을까요

수일이네 학교에서는 매년 탄소 발자국 기록장 쓰기 활동을 합니다. 다음을 읽고 물음에 답해 봅시다.

이산화탄소 때문에 지구의 온도가 올라가고 있어. 북극곰이 사는 빙하도 줄어들고 있대.

그래서 탄소 발자국을 줄이는 것이 중요한 거야. 물건을 만들거나 사용할 때 나오는 이산화탄소의 양을 '탄소 발자국'이라고 해.

1 수일이네 가족이 일주일에 한 번씩 장을 볼 때 장바구니를 사용하면 탄소 발자국을 얼마나 줄일 수 있을까요?

	비닐봉지		11 g
	장바구니		0 g

- 비닐봉지 대신 장바구니를 사용하면 탄소 발자국을 얼마나 줄일 수 있나요?
- 1년은 52주입니다. 수일이네 가족이 일주일에 한 번씩 장을 볼 때 비닐봉지 대신 장바구니를 사용하면 1년 동안 줄일 수 있는 탄소 발자국은 얼마인가요?
- 장바구니를 더 많이 사용하게 하는 방법에는 어떤 것이 있을까요?

[Fig. 1] An example of contents related to ESD in the mathematics textbooks (MOE, 2020f, p.30)

[Table 3] An example of analysis of the ESD-related contents

Level	Analysis focus	Analysis results
Macro	Grade level	3 rd Grade
	Content domain	Numbers and Operations
	Dimension	Environment
	sub-content/ Related topic	Climate change/ Global warming
Micro	Activity type	To apply mathematics principles
	Expectation from students	Contexts for problem solving and considering sustainability

IV. 결과분석 및 논의

1. 지속가능발전 내용의 전반적 분포

[Table 4]는 초등학교 수학 교과서에서 지속가능발전 내용이 제시되는 학년, 관련된 차원, 그리고 수학 내용 영역을 정리한 것이다. 밑줄이 그어지고 해당 셀이 음영으로 표시된 숫자나 문자는 지속가능발전 내용이 제시된 학년, 차원 및 영역을 의미한다. 즉, 지속가능발전과 관련된 내용은 2학년(을 제외한 1, 3, 4, 5, 6학년)에 제시되며 여기에는 환경, 사회, 경제에 관한 내용이 포함되고, 수와 연산 및 자료와 가능성 영역에 관한 단원에서 제시된다는 것을 알 수 있다.

[Table 4] Organization of ESD-related contents

Grade	Dimension	Mathematics content domain
<u>1</u>	<u>Environment</u>	<u>Numbers and Operations</u>
<u>2</u>		
<u>3</u>	<u>Society</u>	<u>Geometry</u>
<u>4</u>		<u>Measurement</u>
<u>5</u>		<u>Pattern</u>
<u>6</u>	<u>Economy</u>	<u>Data and possibilities</u>

좀 더 구체적으로 학년 및 차원별로 지속가능발전 관련 내용을 살펴본 결과는 [Table 5]와 같다. 지속가능발전 관련 내용은 4학년에서 가장 많이 제시되고 그 다음으로 3학년, 6학년 순이었으며 1학년, 2학년, 5학년에

서는 거의 제시되지 않았다. 또한 지속가능발전 내용은 환경 차원에 관한 내용이 가장 많으며 그 다음으로 사회, 경제 차원에 관한 내용의 순으로 나타났다.

[Table 5] Distribution of ESD-related contents in different dimensions by grade

Dimension	Grade						Total
	1	2	3	4	5	6	
Environment	1	0	6	7	2	5	21
Society	0	0	2	5	0	3	10
Economy	0	0	3	6	0	0	9
Total	1	0	11	18	2	8	40

[Table 6] Unit titles embedded ESD-related contents in the textbooks

Mathematics content domain	Unit title (Grade-Period-Unit)
Numbers and Operations	• Addition and Subtraction(3) (1-2-6)
	• Multiplication (3-2-1)
	• Numbers Equal or Greater Than Ten-Thousands (4-1-1)
	• Multiplication and Division (4-1-3)
	• Range of Numbers and Estimation (5-2-1)
	• Multiplication of Decimal Numbers (5-2-4)
	• Division of Decimal Numbers (6-2-2)
Geometry	-
Measurement	-
Pattern	• Ratio and Rate (6-1-4)
	• Proportional Expressions and Proportional Distribution (6-2-4)
Data and Possibilities	• The Arrangement of Data (3-2-6)
	• Angled Line Graph (4-2-5)
	• Multiple types of Graphs (6-1-5)

한편, 지속가능발전 내용이 구체적으로 어떤 수학 내용과 관련되는지 알아보기 위하여 관련된 수학의 내용 영역 및 단원을 살펴보았다. [Table 6]과 같이 수와 연산, 규칙성, 자료와 가능성 영역과 관련된 단원에서 지속가능발전 관련 내용이 제시되었다. 수와 연산 영역과 관련된 단원을 살펴보면, 주로 덧셈, 뺄셈, 곱셈과 나눗셈의 사칙연산에 관한 단원이나 큰 수, 수의 범위와 어림에 관한 단원에 지속가능발전 관련 내용이 제시된다. 규칙성

영역과 관련된 단원에서는 비와 비율, 비례식과 비례배분 단원에서 지속가능발전에 관한 내용이 포함된다. 마지막으로 자료와 가능성 영역을 살펴보면 자료의 정리, 꺾은 선그래프, 여러 가지 그래프 단원에서 지속가능발전에 관한 내용이 포함된다. 한편, 수와 연산, 규칙성, 자료와 가능성 영역 이외에 도형 및 측정 영역에서는 지속가능발전에 관한 내용이 다루어지지 않고 있었다.

2. 지속가능발전의 하위 내용 및 주제 분석

교과서에 제시된 지속가능발전 내용이 구체적으로 지속가능발전의 각 차원의 어떤 하위 내용에 관한 것인지 살펴보았다. [Table 7]에서 ‘○’는 제시, ‘x’가 제시되지 않음을 의미할 때, 교과서에 포함된 지속가능발전 내용은 환경 차원에 대해서는 ‘자연 자원’, ‘에너지’, ‘기후 변화’, ‘환경 문제’의 하위 내용이, 사회 차원에서는 ‘평화와 안전’, ‘문화 다양성’, ‘건강 관리 및 증진’의 하위 내용이, 경제 차원에서는 ‘지속가능한 생산’, ‘빈부 격차 완화’의 하위 내용과 관련된다. 여기서 고려해야 할 점은 [Table 7]에 제시된 지속가능발전의 각 차원에 관련된 주제들은 수학에 한정된 것이 아니라 여러 교과에 걸쳐 다루어질 수 있는 주제들이기 때문에 수학 교과에 이러한 주제들이 모두 포함되기 어려울 것이며, 각각의 주제가 어떻게 초등학교 수학 교과서에 구현되었는지 파악하는 것이 중요하다. 이러한 측면에서 지속가능발전 내용이 교과서에 제시된 구체적인 맥락을 차원별로 살펴본 결과

는 [Table 8]과 같다.

[Table 7] Distribution of sub-contents by dimension

Dimension	Sub-content	○, X*
Environment	Nature resources	○
	Energy	○
	Climate change	○
	Biodiversity	X
	Environmental problems	○
	Urban and rural environments	X
	Disaster	X
	Traffic pollution	X
	Human rights	X
	Peace and security	○
Society	Cultural diversity	○
	Social ethics	X
	Human health	○
	Gender equality	X
	Media literacy	X
	Globalization and international responsibility	X
	Population	X
Economy	Sustainable food production	○
	Sustainable consumption	X
	Sustainability of companies	X
	Market economy	X
	Narrowing the gap between the rich and the poor	○

* ‘○’ means to be presented and ‘X’ means not to be presented in the textbooks.

[Table 8] Contexts of ESD-related contents in the textbooks by dimension and grade

Dimension	Grade	Detailed context presented in the textbook
Environment	3	Tree planting, turning off the faucet when brushing teeth, collecting wasted milk carbon and recyclable bottles, micro dust and tree planting, reducing carbon footprint
	4	Daily water consumption, domestic water saving, paper usage and wood consumption, micro dust days by year, change of annual peak temperature, greenhouse gas emission
	5	Micro dust concentrations, increase in earthquake occurrence
	6	Reusing bottles, ultrafine dust concentrations and ingredients, using a teeth cup and saving water, electric car, eco-friendly products
Society	3	Healthy life, the amount of sugar in a drink
	4	Decrease in the number of population and students in a village, culture diversity by country
	6	Investigating rules for safety school life, fair distribution
Economy	1	Thrift market
	3	Eating school meals and saving money, donation
	4	International sponsorship for children, donation

우선 환경 차원과 관련된 내용을 살펴보면 나무 심기, 양치할 때 수도꼭지 잠그기, 하루에 사용하는 물의 양 알기, 연도별 최고 기온의 변화 해석하기, 초미세먼지 농도 알기, 전기 자동차, 친환경 제품 등이 제시된다. 이러한 맥락들은 학생들 주변에서 관찰될 수 있는 친숙한 상황들이다. 예를 들어 3학년 2학기 1. 곱셈 단원에서는 (몇 십)×(몇 십)을 구해보는 차원에서 [Fig. 2]와 같은 나무 심기 행사 상황을 제시한다. 문제에서 나무 심기는 환경을 보호하는 데 도움이 된다는 점을 다루기 때문에 지속가능발전 교육과 관련된 문제 상황이라고 할 수 있다.

나무 심기 행사를 위해 어린나무를 20그루씩 30줄 준비했습니다. 모두 몇 그루인지 알아봅시다.



[Fig. 2] An example context of 'Nature resources' in the Environment dimension (MOE, 2020f, p.16)

사회 차원과 관련된 상황을 살펴보면 건강한 생활, 음료수에 들어 있는 설탕의 양 알아보기, 지역 인구 및 학생 수의 감소 알아보기, 안전한 학교 생활, 공정한 배분 등이 제시된다. 사회 차원은 '평화와 안전', '문화적 다양성' 그리고 '건강'의 하위 내용을 교과서에서 다루는데 ([Table 7] 참조), 교과서에 제시된 이러한 맥락들은 초등학생들이 이해하기 용이하다고 여겨진다.

[Fig. 3]은 사회 차원의 하위 내용 가운데 하나인 '평화와 안전'에 관한 상황의 예로 6학년 1학기 5. 여러 가지 그래프 단원의 '얼마나 알고 있는지 알아봅시다' 차원에서 다루고 있다. 문제 상황을 살펴보면 학교에서 일어나는 장소별 안전사고 발생 수를 원그래프로 제시하고, 학생들이 생각하기에 안전한 학교생활을 하는데 필요하다고 생각하는 규칙을 표로 제시하였다. 학생들에게 친숙하고 많은 시간을 할애하는 장소 가운데 하나인 학교에서의 안전 문제를 이해하고 안전한 생활을 하기 위한 규칙을 살펴보는 점은 지속가능발전 교육에서 안전에 관한 학습을 하기에 적합한 상황이라 판단된다.

[4~6] 지혜는 학교에서 어린이 안전사고가 자주 발생하는 장소를 조사하고, 학생들을 대상으로 안전한 학교생활을 하는데 가장 필요하다고 생각하는 규칙을 조사했습니다. 물음에 대해 봅시다.

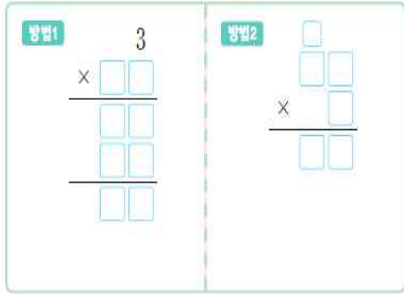


[Fig. 3] An example context for 'Peace and security' in the Society dimension (MOE, 2020k, p.111)

마지막으로 경제 차원에 관한 상황을 살펴보면 알뜰 시장, 급식 남기지 않고 모두 먹기, 기부하기, 국제 아동 후원하기가 활동 맥락으로 제시된다. 경제 차원은 '지속가능한 생산' 및 '빈부 격차 완화'의 하위 내용을 교과서에서 다루는데 이러한 맥락들은 이러한 하위 내용들에 관심을 가지면서 학생들이 이해할 수 있는 맥락들이라 여겨진다.

[Fig. 4]는 경제 차원 관련 하위 내용 가운데 하나인 '빈부 격차 완화'와 관련된 상황의 예로 3학년 2학기 1. 곱셈 단원에서 (몇)×(몇 십 몇)을 계산하는 방법을 적용하여 문제를 해결하는 활동이다. 수학적으로는 (몇)×(몇 십 몇)과 (몇 십 몇)×(몇)의 계산 결과가 같음을 알아보는 활동을 위한 맥락으로 학교에서 알뜰 장터에서 물건을 판 돈을 모아 도움이 필요한 이웃에게 쌀을 사주는 상황이 제시된다. 사회적으로 정의하는 빈부 격차와는 다소 거리가 있을지라도 경제적으로 도움이 필요한 이웃에게 돈을 모아 쌀을 사주는 것은 경제적인 도움을 제공하는 것이기 때문에 지속가능발전 교육의 '빈부 격차 완화'와 연결될 수 있다. 또한 이러한 활동을 통하여 수학적으로는 곱셈의 교환 법칙을 이해할 수 있고 더불어 지속가능발전을 위하여 도움이 필요한 이웃에게 관심을 가지고 도움을 주어야 한다는 마음가짐을 가질 수 있는 기회가 될 수 있을 것이다.

수일이네 학교 학생들이 알뜰 장터에서 물건을 판 돈을 모아 도움이 필요한 이웃에게 쌀을 사 주기로 하였습니다. 한 사람에게 3자루씩 14명에게 쌀을 주려고 합니다. 사야 하는 쌀은 모두 몇 자루인지 두 가지 방법으로 계산해 보세요.



[Fig. 4] An example context for ‘Narrowing the gap between the rich and the poor’ in the Economy dimension (MOE, 2020f, p.25)

이상에서 살펴본 바와 같이 교과서에서는 지속가능발전의 환경, 사회, 경제 차원에 관한 맥락이 제시되고 있다. 대부분 학생들이 실생활에서 경험하였을 것이라 예상되는 친숙한 상황들이 제시되고 있는데, 고학년의 경우에는 미세 먼지 농도, 전기 자동차, 공정한 배분 등과 같은 학생들 생활 범위로부터 보다 확장된 상황이 제시된다는 것을 알 수 있다. 앞서 이론적 배경에서 살펴본 2015 개정 교육과정 및 초등학교 수학과 교육과정에서 강조되는 지속가능발전 교육의 비중을 고려했을 때 이와 같이 지속가능발전에 관한 내용이 초등학교 수학 교과서에서 다루어지고 있다는 점은 고무적이라 할 수 있다.

3. 지속가능발전 교육의 수학과 연결성

교과서에 제시된 지속가능발전에 관한 내용이 수학적 으로 어떻게 긴밀하게 연결되는지 분석하였다. 지속가능발전 내용의 수학과 연결성은 크게 두 가지 측면으로 구분하여 살펴보았다: 하나는 활동 유형, 다른 하나는 학생에 대한 기대이다.

[Table 9]는 지속가능발전에 관한 내용을 이러한 두 가지 측면에서 분석하여 정리한 것이다. 우선 활동 유형을 살펴보면 수학적 개념, 원리 또는 절차를 도입하는 활동이 22회, 적용하는 활동 18회가 제시되어 수학적 개념, 원리 또는 절차를 도입할 때 지속가능발전에 관한 내용을 포함하는 경우가 더 많다는 것을 알 수 있다. 하지만

그 빈도의 차이가 크지 않기 때문에 유의미하다고 할 수 없고 보다 중요한 점은 도입 및 적용 활동에서 지속가능발전 내용이 어떻게 활용되는지 살펴보는 것이다.

[Table 9] Frequencies of the ESD-related contents in terms of mathematical features and expectations from students

Expectation from students	Activity type		Total
	Introductory activity	Application activity	
Sub-material	1	0	1
Contexts for problem solving	21	11	32
Contexts for problem solving and considering sustainability	0	7	7
Total	22	18	40

[Fig. 2]를 살펴보면 나무 심기 상황에서 (몇 십)×(몇 십)의 계산 원리를 도입하는 활동이다. 한편, [Fig. 3], [Fig. 4]의 활동은 학교 내 안전사고 및 알뜰 장터를 주제로 한 맥락에서 이미 학습한 그래프 및 곱셈의 계산 원리를 적용하여 문제를 해결하는 것이다. 도입 및 적용 활동에서 모두 지속가능발전의 내용은 문제 맥락으로 제시되고 있었으며 학생들은 이를 통해 지속가능발전에 관한 이슈를 인지하고 이것이 수학과 연결된다는 것을 이해할 수 있는 기회를 가질 수 있다고 생각된다.

알뜰 시장이 끝나 가서 남은 물건을 할인하여 팔기로 했습니다. 모자와 양말의 할인율을 비교해 봅시다.



[Fig. 5] An example of an activity intended for problem-solving in introducing mathematical concepts (MOE, 2020k, p.84)

학생에 대한 기대 측면을 살펴보면, 지속가능발전에 관련된 내용은 문제 해결을 위하여 활용된 경우가 32회로 가장 많고, 그 다음으로 문제 해결뿐만 아니라 지속가능성에 관하여 생각해 볼 기회를 제공하는 활동(7회), 마지막으로 단순히 보조 자료로 지속가능발전에 관한 상황을 그림으로만 제시한 경우(1회)의 순으로 드러났다. 한편 수학적 특징과 학생에 대한 기대의 두 가지 측면을 모두

고려했을 때 도입 활동에서의 문제 해결 맥락이 가장 빈번하다는 것을 알 수 있다. [Fig. 5]는 이러한 활동의 예로 6학년 1학기 4. 비와 비율에서 알뜰 시장이라는 맥락에서 비율 개념을 도입하고자 한다. 이와 같이 수학적 내용이 포함된 지속가능발전 맥락에서 문제를 해결하는 기회를 제공하는 것은 지속가능발전에 대해 인식하고 수학과 관련지을 수 있게 한다.

[Table 10] Summary of activities which expect for students both to solve problems and to consider ESD

Grade-Period -Unit Title	Activity topics	Contents of activities	Relation to ESD
3-1-1 Addition and Subtraction	Exploratory Mathematics : What Should We Do To Live a Healthy Life?	1. Learn how to live for a healthy life 2. Calculate how much calories we eat as snacks 3. Create an exercise schedule	Create exercise plans for a healthy life considering date, time, calorie consumption, and types of exercise
3-2-6 Arrangement of Data	Exploratory Mathematics : Which Drink Should We Choose?	1. Investigate how much sugar is in each drink 2. Represent the data in pictogram 3. Share what you felt through the activity	Recognize the amount of sugar in drinks. Pledge to live a healthy life by putting in the effort to drink beverages with less sugar
4-1-3 Multiplication and Division	Exploratory Mathematics : How Much Paper Are We Using?	1. Stack textbooks and measure their height 2. Calculate how many trees we need to make a textbook 3. Share what you felt through the activity	Understand that many trees are needed to make paper. Share one's feelings by making advertisements or cartoons
4-2-5 Angled Line Graph	Exploratory Mathematics : Let's Look into Our Area	1. Find out the number of elementary school students and the number of population in the area where Su-il lives 2. Investigate the area we live in 3. Share what you felt through the activity	Choose topics of interest related to our area(e.g., population, precipitation, environment, etc.). Endeavor to make our area sustainable by representing the investigated data graphically
4-2	Seeing the World in Mathematics	1. Review the data that presented greenhouse gas emissions in Korea 2. Create posters to signal the dangers of global warming and talk about ways to reduce greenhouse gases	Recognize the trends in greenhouse gas emissions and the dangers of global warming. Make a commitment to reduce greenhouse gas emissions
6-1-4 Ratio and Rate	Challenging Mathematics : Let's Read the Environment in Mathematics	1. Check the reuse status of bottles 2. Calculate the increase in empty bottle deposits and pose a problem	After obtaining the ratio of the amount of empty bottles to the amount of bottles shipped from the store and the household bottles. Commit to reusing bottles to protect the environment
6-2-4 Proportional expression and proportional distribution	Challenging Mathematics : Let's Split It Up Fairly	1. Find out how the distribution of profits from the two regions earned through a local festival depends on the distribution methods and think about the fair distribution 2. Pose a new problem that meets the conditions	Consider fair distribution and connect it with sustainable society

한편, 지속가능발전 교육을 위해서는 학생들로 하여금 지속가능발전에 대해 이해하고 자발적인 참여와 의사 결정을 할 수 있는 기회를 제공할 필요가 있다. 이러한 측면에서 학생들에게 문제 해결뿐만 아니라 지속가능발전을 고려하게 하는 활동에 관심을 기울일 필요가 있다. 수학 교과서에는 이와 관련된 활동이 7번 제시되었는데, ‘도전 수학’에서 다루어진 경우가 가장 많았고, ‘탐구 수학’, ‘수학으로 세상 보기’에서도 다루어졌다.

수학 교과서에 제시된 이러한 활동을 시기, 차시 및 주제, 활동 내용 및 지속가능성과의 관련으로 구분하여 정리하면 [Table 10]과 같다. 활동의 전개 과정을 살펴보면 건강한 생활, 음료수에 함유된 설탕의 양, 지역의 인구 수와 초등학생 수의 감소 추세, 온실가스 배출량 등과 같은 주제에 관해 초등학생들이 이해하기 쉽도록 설명한 뒤, 관련된 수학 내용 지식을 활용하여 문제를 해결하게 한다.

지속가능발전 교육의 측면에서 주목할 점은, 이 활동들은 이러한 수학적 문제 해결에서 그치지 않고 더 나아가 다루고 있는 지속가능발전 주제와 관련하여 나, 우리, 우리 사회가 노력해야 할 점에 대해 다양한 방법으로 생각해 볼 수 있는 활동을 추가적으로 제시한다는 점이다. 운동 계획표를 만들거나, 음료수에 함유된 설탕의 양을 알아보고 느낀 점을 이야기하거나, 우리 지역에 관한 주제를 골라 조사하여 나타내보거나, 지구 온난화의 위험을 알리는 포스터를 만들어보는 등의 활동을 통하여 학생들은 지속가능발전에 더욱 관심을 가지고 지속가능한 환경, 사회, 경제를 위하여 노력해야겠다는 다짐을 하는 기회를 가질 수 있다.

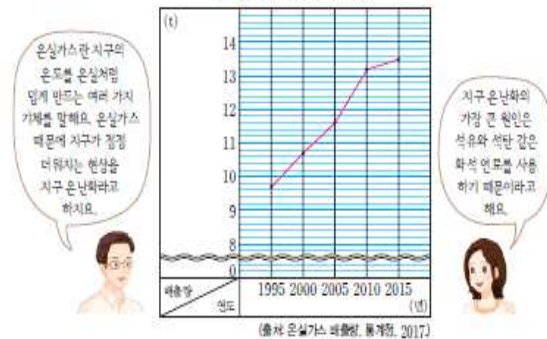
활동의 예로 4학년 2학기 ‘수학으로 세상 보기’에서 다루어지는 내용을 살펴보면, 이번 학기에서 학습한 수학 내용을 바탕으로 문제를 해결하고 더불어 지속가능성을

4 우리나라 온실가스 배출량을 조사한 자료를 살펴봅시다.

국민 1인당 온실가스 배출량

연도(년)	1995	2000	2005	2010	2015
국민 1인당 온실가스 배출량(ton)	9.7	10.7	11.6	13.2	13.5

국민 1인당 온실가스 배출량



- 1995년과 2015년의 국민 1인당 온실가스 배출량은 각각 얼마인가요?
- 1995년부터 2015년까지 국민 1인당 온실가스 배출량은 얼마나 더 많아졌나요?
- 온실가스 배출량이 점점 늘어나는 이유를 말해 보세요.
- 온실가스 배출량이 계속 늘어났다면 어떤 일이 일어날지 이야기해 보세요.

5 지구 온난화의 위험을 알릴 수 있는 포스터를 만들어 봅시다.

- 여러 가지 다각형을 이용하여 포스터를 만들어 보세요.



- 내가 만든 포스터를 친구들에게 보여 주며 온실가스를 줄이는 방법을 말해 보세요.

[Fig. 6] An example of an activity intended for solving problems and considering sustainability (MOE, 2020h, pp.136-137)

고려하도록 구성된다([Fig. 6] 참조). 활동을 살펴보면 우리나라 온실가스 배출량을 조사한 자료를 표와 꺾은선그래프로 제시하고 1인당 온실가스 배출량을 연도별로 구해보면서 온실가스 배출량이 점점 증가하고 있다는 것을 인식하게 한다. 또한 이와 같은 증가 추세가 이어진다면 우리의 미래가 어떻게 예상해볼 수 있고 지구 온난화의 위험을 알릴 수 있는 포스터를 만들고 온실가스의 감소 방법을 논의하게 한다. 이러한 활동을 통하여 학생들은 학습한 수학 내용을 적용하여 문제를 해결하는 것으로 지속가능발전에 대해 이해하고 지속가능발전을 저해하는 환경 문제를 해결하기 위하여 적극적으로 참여해야겠다는 자세를 가질 수 있으며, 이러한 측면에서 지속가능발전 교육과 수학의 연결성이 잘 드러난다고 할 수 있다.

V. 결론 및 제언

본 연구에서는 우리나라 초등학교 교과서에서 지속가능발전의 내용이 어떻게 제시되고 있는지 상세히 분석하였다. 분석 결과를 바탕으로 초등학교 수학에서 지속가능발전 교육의 지도 방법에 대한 결론 및 제언을 하고자 한다.

첫째, 연구 결과 수학 교과서에 지속가능발전 내용이 제시되고 있었고, 환경, 사회, 경제의 세 가지 차원에 관한 내용이 모두 다루어지고 있었다. 지속가능발전 교육의 관점에서 이러한 결과는 매우 긍정적이나 초등학교 수학에서 지속가능발전 교육을 실현할 수 있는 보다 실제적이고 체계적인 노력이 필요하다. 예를 들어, 연구 결과에서 드러났듯이, 초등학교 수학 교과서에는 환경, 사회, 경제 차원에 관련된 지속가능발전의 내용이 수와 연산, 규칙성, 자료와 가능성의 내용 영역에 반영되어 있다. 구체적으로 자연 자원, 에너지 등과 같은 환경 차원의 주제, 안전, 문화 다양성, 건강 등과 같은 사회 차원의 주제, 지속가능한 생산, 빈부 격차 완화와 같은 경제 차원의 주제가 반영되어 교과서가 구성되어 있다. 하지만 이 때 환경 차원과 관련된 주제가 제시된 빈도가 다른 나머지 사회, 경제 차원의 주제에 비하여 매우 낮게 제시된다. 또한 지속가능발전 교육을 위한 수학교육을 다룬 연구에서 중시된 내용 가운데 하나인 측정(예, Renert, 2011; Serow, 2015) 본 연구에서 분석한 수학 교과서에는 지속가능발전

과 관련되지 않았다는 한계가 있다.

물론 지속가능발전의 각 차원에 관한 주제를 살펴보면 환경 차원의 주제가 사회 및 경제 차원의 주제에 비하여 초등학교 학생들에게 친숙할 것이라 예상된다. 또한 지속가능발전의 모든 주제를 수학 교과에서 다루는 것이 무리가 있을 것이다. 하지만, 지속가능발전 교육은 환경 교육과 동일하지 않으며(UNESCO, 2012), 지속가능발전 교육의 중요성을 바탕으로 수학 및 다른 교과에서도 지속가능발전을 포함시키는 노력이 이어지고 있는 점을 고려하여(예, Kang, 2010; Martínez-Medina & Arrebola, 2019) 초등학교 수학 교과에서도 다양한 차원의 주제를 포함하여 여러 영역에서 지속가능발전 교육을 시도할 필요가 있다.

예를 들어, 교육과정을 수립할 때 보다 적극적으로 지속가능발전을 고려할 수 있는데 호주 교육과정을 살펴보면 이러한 측면이 잘 반영되어 있다. 호주 교육과정에는 지속가능성을 “다양한 학습 영역과 주제에서 내용의 관련 측면을 연결하고 연구의 우선순위로 강조한다.”고 제시되어 있다(Australian Curriculum Assessment and Reporting Authority, 2015). 이어 지속가능발전을 영어, 수학, 과학 등과 어떻게 관련지을 수 있는지 제시한다. 특히 수학의 경우, 지속가능성 문제를 수학의 문제 해결 및 추론 능력을 통해 해결할 수 있고, 공간 추론, 측정, 계산 및 비교를 적용하여 지역 생태계의 상태를 측정하고 지속가능성을 위해 제안된 조치의 비용을 검토할 수 있다. 또한 시간 경과에 따른 사회, 경제 및 생태계의 변화를 측정하고 점검하고 정량화하는데 수학의 지식과 기술, 분석이 필요하고 이를 통하여 지속가능한 미래를 예측하고 이에 따른 의사결정과 행동을 할 수 있게 된다. UNESCO(2012)에서 제시한 ‘프로젝트 Y(Project Y)’도 고려해 볼 수도 있다. 프로젝트 Y란 단원을 계획할 때 지속가능발전의 세 가지 차원을 고려하고 각각에서 관련된 지식, 쟁점, 기술, 관점과 가치를 반영하여 단원을 구성할 수 있도록 고안된 프로젝트로, 교사 및 예비 교사들이 수업을 계획할 때 환경, 사회, 경제 차원을 고려할 수 있기 때문에 유용할 수 있다. 지속가능성이 잘 이행되지 않는 이유 가운데 하나로 교사들이 지속가능발전에 관한 내용 및 교수법을 잘 인지하지 못하기 때문이고(UNESCO, 2012), 교사들은 대체로 교과서의 내용을 그

대로 수업에 활용하려는 경향이 있다는 점을 고려할 때 (Cho & Kim, 2021), 이와 같이 체계적이고 적극적인 형식으로 지속가능발전을 강조할 필요가 있다.

둘째, 지속가능발전에 실제 수업에 구현되기 위한 구체적인 방법이 모색되어야 한다. 교육과정에서 아무리 지속가능발전을 강조하더라도 실제 수업에서 구현하지 않는다면 이는 문서에 불과할 뿐이다. 지속가능발전 교육을 위한 수학의 중요성이 여러 연구를 통하여 제시되고 있는 점을 고려한다면(Levin, 2015; Renert, 2011; Roe, de Forest, & Jamshidi, 2018), 수학 교과에서 지속가능발전 교육을 적극적으로 포함시키기 위한 방안에 대한 논의가 다양한 측면에서 이루어져야하며 이를 통해 실제 학생들에게 지속가능발전 교육을 실행할 수 있어야 한다.

이를 위한 한 가지 방법으로 교과서에 지속가능발전 교육이 보다 명시적이고 적극적으로 반영될 필요가 있다. 연구 결과 지속가능발전과 수학이 어떻게 연결될 수 있는지와 관련하여 수학 개념, 원리 등을 도입하거나 적용할 때 지속가능발전에 관한 내용이 다루어질 수 있었고, 대부분 문제 해결 활동이었으나 <탐구 수학>이나 <도전 수학>에서 학생들로 하여금 지속가능성에 관해 생각해볼 수 있는 기회를 제공하고 있었다. 따라서 지속가능발전 교육의 중요성을 염두에 둔다면 수학 교과서에서 어떤 내용을 어떤 방법으로 다룰지 고려해야한다(Serow, 2015; Summers & Kruger, 2003). 뿐만 아니라 지속가능발전에 관한 내용이 다양한 영역과 관련된다는 점을 고려할 때 수학과 타 교과와의 연계를 통하여 지속가능발전 교육을 실현하는 방안도 모색할 수 있다. 예를 들어, 환경 차원의 주제인 기후 변화를 사회 교과와 수학 교과에서 연계하여 다룰 수 있으며, 자연 자원을 과학 교과와 수학 교과와 연계하여 다룰 수 있을 것이다. 이러한 방안들은 수학이 단순히 수학 문제를 해결하기 위하여 필요한 것이 아니라, 지속가능발전의 다양한 쟁점을 해결하기 위하여 필요하다라는 것을 인식시키고 이를 통해 학생들의 관심과 적극적인 태도를 이끌 수 있다는 점에서도 의미가 있을 것이다.

본 연구 결과를 통하여 다음과 같은 후속 연구를 제안할 수 있다. 우선, 다른 나라의 초등학교 수학교육과정 및 교과서와의 비교 분석을 통하여 초등학교 수학에서 지속가능발전 교육을 구현할 수 있는 구체적인 방향을 모색

할 수 있다. 더불어 실제 초등학교 수학 교과를 바탕으로 지속가능발전 교육을 실행해보고 한계점과 가능성을 탐색하는 연구를 실행할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 우리나라 초등학교 수학 교과서에서 지속가능발전 교육이 어떻게 제시되고 있는지 분석하고 이에 대한 시사점을 논의하였다. 본 연구 결과가 앞으로 초등학교 수학에서 지속가능발전 교육을 구현하는데 유용한 정보를 제공할 수 있기를 기대한다.

참 고 문 헌

- Australian Curriculum Assessment and Reporting Authority. (2015). *Sustainability*. Australia: Author. Retrieved from <https://www.acara.edu.au/curriculum/foundation-year-10/cross-curriculum-priorities/sustainability-ccp>
- Bartusevica, A. & Cedere, D. (2003). Eco-team formation in Latvia and their role in environmental education. *Journal of Baltic Science Education*, 2(4), 5-11.
- Cho, S. & Kim, G. (2021). Investigating mathematics teachers' understanding of and intention to use textbooks. *The Mathematical Education*, 60(1), 111-131.
- Elliott, S. & Davis, J. (2009). Exploring the resistance: An Australian perspective on educating for sustainability in early childhood. *International Journal of Early Childhood*, 41(2), 65-77.
- Hamilton, J. & Pfaff, T. J. (2014). Sustainability education: the what and how for mathematics. *Primus*, 24(1), 61-80. <https://doi.org/10.1080/10511970.2013.834526>
- Hedefalk, M., Almqvist, J., & Östman, L. (2015). Education for sustainable development in early childhood education: A review of the research literature. *Environmental Education Research*, 21(7), 975-990. <https://doi.org/10.1080/13504622.2014.971716>
- Joutsenlahti, J. & Perkkilä, P. (2019). Sustainability development in mathematics education: a case study of what kind of meanings do prospective class teachers find for the mathematical symbol "2/3"? *Sustainability*, 11(2), 457. <https://doi.org/10.3390/su11020457>
- Kang, W. (2010). A content analysis of education for sustainable development in 2007 revised middle school environment textbooks. *Korea Association of Geographic and Environmental Education*, 18(3), 339-354. <https://doi.org/10.17279/jkagee.2010.18.3.339>

- Kennelly, J., Taylor, N., & Serow, P. (2011). Education for sustainability and the Australian curriculum. *Australian Journal of Environmental Education*, 27(2), 209-218. <https://doi.org/10.1375/ajee.27.2.209>
- Kim, H. G. (2014). An analysis of 2009 revised elementary first grade mathematics textbooks based on STEAM-related subject contents. *Education of Primary School Mathematics*, 17(3), 277-297. <https://doi.org/10.7468/jksmec.2014.17.3.277>
- Levin, S. (2015). What mathematics can do for sustainability. *Bulletin of mathematical biology*, 77(2), 251-253. <https://doi.org/10.1007/s11538-014-0038-4>
- Li, Y., Chen, X., & An, S. (2009). Conceptualizing and organizing content for teaching and learning in selected Chinese, Japanese and US mathematics textbooks: the case of fraction division. *ZDM*, 41(6), 809-826. <https://doi.org/10.1007/s11858-009-0177-5>
- Liu, Z., Yang, H. C., & Shiao, Y. C. (2020). Investigation on evaluation framework of elementary school teaching materials for sustainable development. *Sustainability*, 12(9), 3736. <https://doi.org/10.3390/su12093736>
- Martínez-Medina, R. & Arrebola, J. C. (2019). Analysis of sustainability activities in Spanish elementary education textbooks. *Sustainability*, 11(19), 5182. <https://doi.org/10.3390/su11195182>
- McKeown, R., Hopkins, C. A., Rizi, R., & Chrystalbridge, M. (2002). *Education for sustainable development toolkit*. Knoxville: University of Tennessee.
- Ministry of Education(2015). *Mathematics Curriculum*. 2015-74(Book 8)
- Ministry of Education (2020a). *1-1 Mathematics textbook*. Seoul: Visang.
- Ministry of Education (2020b). *1-2 Mathematics textbook*. Seoul: Visang.
- Ministry of Education (2020c). *2-1 Mathematics textbook*. Seoul: Visang.
- Ministry of Education (2020d). *2-2 Mathematics textbook*. Seoul: Visang.
- Ministry of Education (2020e). *3-1 Mathematics textbook*. Seoul: Visang.
- Ministry of Education (2020f). *3-2 Mathematics textbook*. Seoul: Visang.
- Ministry of Education (2020g). *4-1 Mathematics textbook*. Seoul: Visang.
- Ministry of Education (2020h). *4-2 Mathematics textbook*. Seoul: Visang.
- Ministry of Education (2020i). *5-1 Mathematics textbook*. Seoul: Visang.
- Ministry of Education (2020j). *5-2 Mathematics textbook*. Seoul: Visang.
- Ministry of Education (2020k). *6-1 Mathematics textbook*. Seoul: Visang.
- Ministry of Education (2020l). *6-2 Mathematics textbook*. Seoul: Visang.
- Ministry of Education (2020m). *1-1 Mathematics Teachers' guidebook*. Seoul: Visang.
- Petocz, P. & Reid, A. (2003). What on earth is sustainability in mathematics?. *New Zealand Journal of Mathematics*, 32, 135-144.
- Prince, C. (2010). Sowing the seeds: Education for sustainability within the early years curriculum. *European Early Childhood Education Research Journal*, 18(3), 423-434. <https://doi.org/10.1080/1350293x.2010.500082>
- Renert, M. (2011). Mathematics for life: sustainable mathematics education. *For the Learning of Mathematics*, 31(1), 20-26.
- Roe, J., deForest, R., & Jamshidi, S. (2018). *Mathematics for sustainability*. NewYork: Springer.
- Serow, P. (2015). Education for sustainability in primary mathematics education. In N. Taylor., F. Quinn., & C. Eames. (Eds.). *Educating for sustainability in primary schools: Teaching for the future* (pp. 177-194). Rotterdam: Sense Publisher. https://doi.org/10.1007/978-94-6300-046-8_9
- Summers, M. & Kruger, C. (2003). Teaching sustainable development in primary schools: Theory into practice. *Curriculum Journal*, 14(2), 157-180. <https://doi.org/10.1080/09585170302836>
- Törnroos, J. (2005). Mathematics textbooks, opportunity to learn and student achievement. *Studies in Educational Evaluation*, 31(4), 315-327. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2005.11.005>
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2012). *Education for sustainable development sourcebook*. Paris: UNESCO.
- United Nations. (2015). *United nations sustainable development summit 2015*. Retrieved from <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/summit>
- The World Commission on Environment and Development. (1987). *Our common future*. London, Oxford University Press. <https://doi.org/10.2307/2621529>
- Widiati, I. & Juandi, D. (2019). Philosophy of mathematics education for sustainable development. *Journal of Physics*, 1157(2), 022128. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/2/022128>

- Woo, Y. L., Mokhtar, M., Komoo, I., & Azman, N. (2012). Education for sustainable development: a review of characteristics of sustainability curriculum. *OIDA International Journal of Sustainable Development*, 3(8), 33-44.
- Yuniarti, Y. S., Hasan, R., & Ali, M. (2019). Competencies of education for sustainable development related to mathematics education in senior high school. *Journal of Physics: Conference Series*, 1179(2019), 012075. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1179/1/012075>
- Zehetmeier, S. & Krainer, K. (2011). Ways of promoting the sustainability of mathematics teachers' professional development. *ZDM*, 43(6-7), 875-887. <https://doi.org/10.1007/s11858-011-0358-x>