



## Kirkpatrick 모형을 적용한 예술-에너지 융합 비교과 프로그램의 학습 효과성 분석

최지현\*  
고려대학교

### Analysis of Learning Effectiveness of an Arts-energy Convergence Extracurricular Program using the Kirkpatrick Model

Choi, Jeehyun\*  
Korea University

#### ARTICLE INFO

##### Article history:

Received 11 August 2024

Received in revised form

29 August 2024

Accepted 4 October 2024

##### Keywords:

Kirkpatrick model,  
Learning effectiveness,  
Extracurricular program,  
Arts-engineering education,  
Interdisciplinary education,  
Creativity-convergence thinking,  
New energy industry, Renewable energy

#### ABSTRACT

The purpose of this study is to analyze the effectiveness of arts-engineering interdisciplinary education for improving creativity-convergence thinking. Using response data from 263 participants who attended an arts-energy extracurricular program at K University, we applied Kirkpatrick's Four-Level Model for analysis, and used Excel 2018, SPSS 25.0, and Process macro 4.0 software programs. The main findings are as following: (a) Overall means for STEP1: program satisfaction (M=4.43), STEP2: understanding of the program (M=4.52), STEP3: increased interest in energy (M=4.26), and STEP4: expansion of creativity-convergence thinking (M=4.41) were high, indicating effective learning outcomes. (b) While STEP1 did not differ significantly, males showed significantly higher in STEP2 and STEP3 compared to females. Additionally, males and STEM learners was significantly higher in STEP4 than non-STEM learners. (c) STEP1 had a positive effect on STEP2, and STEP3 had a positive effect on STEP4, but STEP2 did not have an effect on STEP3, failing to support the assumption of serial causality in Kirkpatrick's model. STEP1, STEP2, and STEP3 had positive effects on STEP4 directly. STEP2 or STEP3 mediated the relationships between STEP1 and STEP4 respectively. However, STEP2 and STEP3 did not serially mediate the relationships between STEP1 and STEP4. Based on these findings, discussions were held, and implications for academia and practice in the fields of engineering and science education were provided.

## 1. 서론

현대사회는 변동성(Volatile), 불확실성(Uncertainty), 복잡성(Complexity)과 모호성(Ambiguity) 등 예측이 어려운 부카(VUCA) 시대로 일컬어진다. 지금의 환경은 해결해야 할 과제들이 난무하고, 신기술의 등장 주기가 단축되고 있어 하나의 거대이론과 정통학문만으로는 난제를 해결하기 어려워졌다. 이러한 현상은 여러 분야의 지식과 기술을 융합하고 복잡·다양한 문제를 창의적으로 해결하는 초학제적 융합인재의 필요성을 설명해 준다. 이 때문에 여러 학문의 지식을 연결·융합·통합하는 창의·융합역량은 미래 인재에게 요구되는 핵심역량으로 자리 잡았다. 대학에서는 학제 간 경계를 허무는 융합전공과 자유전공을 운영하고, 교육과정 또는 비교과 프로그램을 통해 창의·융합역량을 강화하기 위한 교육을 제공하고 있다(예: Jeong, 2022; Lim *et al.*, 2019; OK, 2020).

한편, 과학, 기술, 인문, 사회 등 학문융합의 중심에는 예술이 있다. 초학제·다학제적 융합을 통해 수월성을 보여준 대표적인 인물들을 통해서도 알 수 있는데, 레오나르도 다빈치(Leonardo da Vinci), 미켈란젤로(Michelangelo), 알베르트 아인슈타인(Albert Einstein), 프리드

리히 니체(Friedrich Nietzsche) 등이 있다. 세기의 천재들은 수학, 공학, 철학, 문학, 음악, 미술 등 여러 분야에 능통하였다. 이처럼 지금의 융합 교육은 영역 간 무경계화(Boundaryless)를 지향한다. 과학(Science), 기술(Technology), 공학(Engineering), 수학(Mathematics)을 망라한 STEM 교육은 이제 예술(Art)이 추가된 STEAM 교육으로 범위가 확대되었다(Innella, & Rodgers, 2021; Peppler, & Wohlwend, 2018). 그리고 이를 뒷받침하는 해외의 STEAM 교육과 기업의 STEAM 프로젝트의 긍정적인 성과가 여러 실증사례를 통해 보고되었다(예: Peppler, & Wohlwend, 2018; Schnugg, & Song, 2020). 예를 들어, 미국의 인디애나 대학은 전도성 실, 발광다이오드, 전자센서 등을 적용한 전자섬유로 옷과 공예품을 디자인하는 융합 프로그램을 개발하였고, 10년간 수행한 다수의 연구를 근거로 수강생의 문제해결능력과 예술적 표현이 혁신적인 경험을 통해 향상되었다고 밝혔다(Peppler, & Wohlwend, 2018). 또한, 학제 간 협업 경험이 있는 대학, 기업과 기관 소속의 예술가와 과학자를 대상으로 4년간 58건의 인터뷰를 진행한 연구에서도 예술-과학, 예술-공학의 상호작용은 더 나은 의사소통과 통찰, 변화와 비전 확장을 통해 조직의 성과를 높였다고 보고하였다(Schnugg, & Song, 2020).

국내 대학의 공학교육에서도 예술은 중요한 융합 분야로 다뤄지고

\* 교신저자 : 최지현 (hrd-ace@korea.ac.kr)  
<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2024.44.5.487>

있다. 디자인과 공학설계(예: Joo *et al.*, 2016), 재료공학과 금속공예(예: Jeong, & Choi, 2021), 사물인터넷과 감성테라피(예: Huh, 2022) 등이 그렇다. 이와 같은 선행연구들은 예술-공학 융합 프로그램을 수강한 학생들의 평가를 통해 흥미와 만족도가 높고, 융합적 사고를 발휘한 창작물 제작에서도 긍정적인 효과가 있었다고 강조하였다(Huh, 2022; Jeong, & Choi, 2021; Joo *et al.*, 2016; Lee, 2016). 그 외 로봇, 우주, 신에너지 등 복잡·다양한 지식과 첨단기술을 요구하는 공학 분야에서도 예술-공학 융합 프로그램에 대한 관심이 더해지고 있다. 실생활에서 로봇의 활용도가 높아짐에 따라 메타버스 환경에서의 로봇 디자인이나(예: Kim, 2023), 우주 거주지의 공간디자인(예: Chi, 2008)에 대한 관심이 이러한 현상을 잘 보여준다. 그러나 차세대 에너지기술이 필요한 공학 분야에서 예술을 적용한 융합 프로그램의 사례는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 미래 에너지 전문가에게 요구되는 창의·융합적 사고능력 향상을 목적으로 운영해온 예술-에너지 비교과 프로그램의 학습 효과성을 분석하고자 한다. 이것은 예술-공학 융합교육의 사례로써 예술과 에너지 분야에서도 융합 프로그램의 효과성이 유효한지 증명하는 의미 있는 연구가 될 것이다.

이에 더하여 예술-공학 비교과 프로그램의 효과성은 Kirkpatrick 모형(1959)을 적용하여 체계적이고 포괄적인 방법으로 분석하고자 한다. Kirkpatrick 모형은 프로그램 평가 시 단계별 평가 및 단계 간 연계 평가가 가능하여 프로그램의 학습 효과성을 포괄적으로 분석하는데 유용하다. 국내외 예술-공학 융합 프로그램의 선행연구들은 모두 프로그램의 학습 효과가 긍정적이라고 보고하였으나, 프로그램 평가에서 이론이나 평가모형을 적용한 사례는 드물었다. 프로그램 종료 후 수강생을 대상으로 인터뷰나 성찰일지를 통해 수강 소감을 정리하고(예: Jeong, & Choi, 2021; Lim, 2022; Poindexter *et al.*, 2016), 만족도 조사를 실시하거나(예: Joo *et al.*, 2016; Lee, 2016; Lim, 2022; Poindexter *et al.*, 2016), 과제평가(예: Hughes *et al.*, 2022; Huh, 2022; Lim, 2022)를 토대로 프로그램의 효과성을 연구자가 해석하였다. 융합 프로그램의 효과를 보다 명확하게 분석하기 위해서는 프로그램 운영 전 평가방법을 설계 및 개발하고 체계적으로 분석하는 것이 필요하다.

이에 따라, 본 연구는 Kirkpatrick 모형을 적용하여 예술-에너지 융합 프로그램을 평가하고 포괄적으로 학습 효과성을 분석하고자 한다. 본 연구의 결과는 예술-공학 프로그램의 실증사례를 확대해나감으로써 학문적으로는 융합교육의 성장에 기여할 수 있고, 실무적으로는 효과적인 프로그램 운영을 위한 시사점을 제공할 수 있을 것이다. 연구 목적을 달성하기 위한 연구문제는 다음과 같다. 첫째, Kirkpatrick 모형을 적용한 예술-에너지 융합 비교과 프로그램의 전체 학습 효과성은 어떠한가? 둘째, 학습자의 특성에 따라 예술-에너지 융합 비교과 프로그램의 학습 효과성에 차이가 있는가? 셋째, Kirkpatrick 모형의 단계별 예술-에너지 융합 비교과 프로그램의 학습 효과성 간 관계는 어떠한가?

## II. 예술-공학 융합 프로그램의 학습 효과성 평가

### 1. 예술-공학 융합 프로그램 사례와 선행연구

STEAM 교육에 대한 관심이 높아지면서 공학 분야에서는 미술,

공예, 음악, 댄스 등 예술과 융합한 프로그램을 운영하는 사례가 늘고 있다. Hughes *et al.*(2022)은 미국의 초등학교에서 지구과학, 생물학 및 물리학 수업의 성취도평가를 분석한 결과, STEAM이 STEM 보다 과학교육에 효과적이라고 보고하였다. 연구진들은 STEAM 교육에서 관찰, 만들기, 댄스의 활용이 다른 방식의 기호, 언어, 창의적 사고를 가능하게 하여 개념과 아이디어 간 연계를 강화하고 인지능력을 높여 과학 참여를 향상시켰다고 설명하였다. Ghanbari(2015)는 미국의 주립대학에서 5년 이상 운영한 예술 기반의 사진, 시각예술과 곤충학, 음악과 과학, 예술 스튜디오 내 실험수업 사례를 분석하여 보고하였다. 예술 기반의 융합 프로그램은 학생들의 흥미와 동기를 높여 학습 자체를 즐기고, 협력 학습과 사고를 확장시키는 효과가 있다고 밝혔다. Poindexter *et al.*(2016)은 센트럴 플로리다대학에서 6년간 매년 예술-공학 학제 간 협업 프로젝트를 진행한 결과, 학생들의 리더십, 의사소통능력, 문제해결능력과 자존감이 높아졌다고 보고하였다. 예술과 공학의 학제 간 학습경험을 좌뇌와 우뇌의 상호의존성으로 설명했는데, 참여 학생들은 소감을 통해 다른 분야를 이해하고 배우는데 도움이 되었다고 답하였다.

국내 연구에서 Lee(2016)는 ICT 공과대학에서 운영한 미술 융합교양 과목인 조형구성입문의 학습 결과를 분석하였다. 조형, 디자인, 스토리텔링, 작품분석 등의 내용으로 진행된 수업을 통해 학생들은 분석적 사고와 융합적 사고, 의사소통 및 문제해결능력이 향상되었다고 응답하였다. 그러나, 미술 수업으로만 진행되어 교과 내용이 융합이기보다는 학생들이 기존의 전공지식에 미술지식을 융합하는 개인의 능력에 의존하는 경향이 있었다. 이와 같이 초기 공학교육에서 예술 기반의 융합교육은 전공수업을 기존대로 운영하면서 예술 분야의 교양수업을 따로 듣는 방식으로 이루어졌다. 이후에는 수업 내용에서 융합적 지식을 다루는 것으로 발전하였는데, Joo *et al.*(2016)은 방향 동안 비교과 프로그램인 창의·융합캡트를 운영하고 학습평가를 진행하였다. 공과대학, IT 대학, 건축대학, 예술대학 소속의 다양한 전공생들이 팀을 구성하고 공학과 디자인 지식을 활용하여 미래 제품 설계에 대한 아이디어를 제시하였다. 프로그램 종료 후 참여 학생들은 흥미도와 만족도, 융합교육의 효과가 높다고 응답하였고, 이것은 향후 교과목 운영으로 이어졌다. Jeong & Choi(2021)는 공과대학의 재료공학부와 미술대학의 금속공예학과 교과 내용을 적용한 금속공예 워크숍을 비교과 프로그램으로 운영하고, 그 결과를 보고하였다. 방향 동안 32~40시간으로 진행되었던 비교과 프로그램은 이후 16시간의 정규교과목으로 편성되는 성과로 이어졌고, 수강 소감을 통해 참여자들은 타 분야에 대한 관심이 증가하고 수강 만족도가 높았다는 것을 알 수 있었다. Lim(2022)은 3개 대학에서 무용 교양수업을 운영하고 무용창작, 전공과 결합한 아이디어를 융합과제로 평가하였다. 무용과 항공우주학을 결합한 발레 비행, 무용과 생명과학을 결합한 스트레칭과 호르몬의 비밀 풀기 등의 결과물과 학생들의 성찰일지를 근거로 융합교육이 효과적이라고 설명하였다. Huh(2022)는 사물인터넷 기술을 활용한 스마트조명 개발을 주제로 팀 프로젝트를 수행한 사례를 분석하였다. 빛, 색, 음악 등 감성 테라피적 접근과 무선 원격 제어 기술을 접목한 조명설계 과정에서 수강생을 대상으로 산업체 전문가와 지도교수의 멘토링이 제공되었다. 예술-공학의 캡스톤디자인 사례로 실제 기능을 구현하여 의미 있는 결과를 도출했으나, 단일 팀 사례라는 점과 교육평가가 포함되지 않아 구체적인 효과성을 파악

하기 어려운 점이 있다.

신재생에너지 분야에서 예술 기반의 융합 프로그램의 사례는 아직까지 시도단계에 머물러 있는 것으로 보인다. 초등교육에서는 비교적 일찍부터 STEAM 교과 개발 사례가 등장했는데, 에너지기후변화 교육을 위한 음악, 미술, 체육활동의 융합교육(예: Lee, 2011), 태양에너지를 활용한 우리동네 디자인(예: Sung & Koh, 2015) 등을 교과구성으로 제안하였다. 그러나 이와 같은 선행연구들도 프로그램 개발을 위한 제안이었기 때문에 실제 운영과 학습 효과성에 대한 평가 결과는 알 수 없었다. 그밖에 Shim(2021)은 미국의 한 비영리단체의 재생에너지를 활용한 디자인공모전, 전 연령대별 STEAM 교육, 지역사회 연계 프로그램 사례를 분석하고 재생에너지 디자인을 위한 시사점을 제공하였다. 해외 우수사례를 통해 예술-에너지 융합 프로그램 개발에 대한 방향성을 제시하였으나, 제안에 그쳐 이후의 적용사례를 알기는 어려웠다.

이처럼 국내외 선행연구를 살펴보면, 예술-공학 융합교육은 다양한 방식으로 진행되었고, 예술 기반의 융합 프로그램이 효과적이라는 공통의 결과를 보여주었다. 그러나, 융합 프로그램에 대한 학습 효과성 평가는 수강 이후 수강생의 소감(예: Ghanbari, 2015; Jeong, & Choi, 2021; Lim, 2022; Poindexter *et al.*, 2016), 만족도 조사(예: Joo *et al.*, 2016; Lee, 2016; Lim, 2022; Poindexter *et al.*, 2016), 과제평가(예: Hughes *et al.*, 2022; Huh, 2022; Lim, 2022)를 통해 이루어져 학습 효과의 부분적인 결과만이 프로그램 평가에 활용되었다. 프로그램의 성과를 보여주는 학습 효과성을 분석하기 위해서는 프로그램 운영 이후 평가가 체계적으로 이루어져야 하며, 프로그램의 설계단계부터 평가를 염두하여 개발하는 것이 바람직하다.

## 2. Kirkpatrick 모형을 적용한 프로그램 평가

프로그램에 대한 평가는 프로그램 운영의 성패를 판단함으로써 현행 유지, 전략 수정, 운영 종료 등 미래 전략 수립을 위한 의사결정 시 중요한 근거가 된다. 하나의 프로그램을 운영하기 위해서는 물질, 인적자원 투입과 투자가 요구되므로 효과적인 운영을 위해 프로그램의 학습성과(Learning Outcomes)를 평가하고, 전체적인 학습 효과성(Learning Effectiveness)을 점검하는 것이 필요하다. 학습성과는 프로그램을 통한 1) 숙련·달성도(Attainments), 2) 이해도(Understanding), 3) 인지·창의적 구성(Cognitive·Creative), 4) 실행·구현(Using), 5) 고차원 학습(Higher-order Learning), 6) 태도·인식·동기(Dispositions), 7) 소속감·자기가치(Membership) 등의 변화를 포함한다(James, & Brown, 2005). 학습성과는 프로그램의 특성에 따라 측정 범위와 내용이 다르며 프로그램 제공자의 목적과 학습목표에 따라 다르게 평가된다. 프로그램은 크게 행사성 프로그램(특강, 실습, 세미나 등), 단기 과정 프로그램(모듈, 교육과정 등), 자격취득 프로그램(학위, 면허 등)으로 구분하는데, 행사성 프로그램은 학습성과 측정의 범위가 가장 좁고 유연하며, 학습자의 동기 부여, 자신감, 관심의 증가나 변화 등으로 학습성과를 평가할 수 있다(Hussey, & Smith, 2008). 학습 효과성은 프로그램의 학습성과 평가 결과를 바탕으로 프로그램의 운영이 학습목표 달성과 학습성과 도출에 얼마나 효과적이었는지를 종합적으로 분석하여 판단한다.

학습성과를 분석하기 위한 대표적인 프로그램 평가 방법은

Kirkpatrick(1959)의 4단계 모형이 있다. 이 모형은 다양한 국가와 교육훈련 상황에서 적용되어 활발히 사용되고 있으며 여전히 학계와 현장에서 강력한 지지를 받고 있다. Kirkpatrick 모형은 측정의 용이성, 적용 가능성, 유연성, 유용성 등의 측면에서 높이 평가받고 있어 이후 수정모형이나 새로운 평가모형이 제안되었지만, 60년 이상 교육훈련 현장에서 활발히 사용되고 있다(Alsalamah, & Callinan, 2022). Kirkpatrick의 4단계 모형은 단계별 순차적이고 위계적인 선형의 인과성을 가정하는데 실제 교육훈련 프로그램에 따라 분석 결과는 다르게 나타난다(Bates, 2004; Reio *et al.*, 2017). 단계별 구체적인 평가내용은 다음과 같다.

Kirkpatrick 모형의 1단계는 반응(Reaction)으로 학습자의 정서적 측면을 평가한다. 프로그램에 대한 학습자의 선호나 몰입 정도를 측정할 수 있고, 일반적으로는 프로그램에 대한 만족도로 측정한다. 본 연구에서는 비교과 프로그램에 대한 학습자들의 수강 만족도로 측정하였다. Kirkpatrick 모형의 2단계는 학습(Learning)이며 학습자의 인지적 측면을 평가한다. 이것은 프로그램을 통해 학습자가 습득한 지식, 기술, 태도에 대한 이해 정도, 자신감, 동기 등으로 측정한다. 본 연구에서는 비교과 프로그램에 대한 학습자의 이해도를 측정하기 위해 난이도가 적합하지 그리고 학습 내용에 대한 이해도가 높은지를 측정하였다. Kirkpatrick 모형의 3단계는 행동(Behavior)으로 학습자의 변화를 행동적 측면에서 평가한다. 프로그램 이후 학습자의 달라진 점은 배운 것을 적용하는 행동으로 측정할 수 있는데, 특히 융합교육은 타 분야에 대한 관심이 변화를 나타내므로(Jeong, & Choi, 2021; Poindexter, 2016), 본 연구에서는 비교과 프로그램 수강 이후 에너지 분야에 대한 관심이 증가했는지를 측정하여 학습자의 변화를 측정하였다. Kirkpatrick 모형의 4단계는 프로그램 제공의 결과(Result)로, 목표를 얼마나 달성했는지를 평가한다. 목표달성도는 프로그램 제공자 또는 공급자가 설정한 목표가 경제적 측면(예: 비용절감, ROI 등)인지, 학습자의 인식개선인지, 역량개발인지에 따라 다르다. 본 연구의 사례가 되는 K대학에서는 미래 인재에게 요구되는 창의·융합적 사고능력 향상을 목표로 예술-에너지 비교과 프로그램을 개발하여 제공하였다. 따라서 본 연구에서는 프로그램 수강 이후 학습자의 창의·융합적 사고가 확장되었는지를 묻는 문항으로 측정하였다.

국내 융합교육 분야에서 Kirkpatrick 모형을 적용한 연구는 찾기 어렵지만, 다수 선행연구에서 프로그램 평가에 적용한 사례들이 있으며, 프로그램 특성에 따라 단계별 평가 기준은 다르게 적용되었다. 구체적으로, 주거공간 디자인 전공생을 대상으로 한 프로그램 평가(예: Lee *et al.*, 2022)와 교사 대상의 수업설계모형 효과성 분석(예: Park, 2018)에서는 1~3단계를 적용하였다. 대학의 교수지원 프로그램 평가(예: Park, & Yang, 2018)와 대학생의 실용금융교육의 효과성 평가(예: Ko, & Kang, 2020)에서는 1~4단계를 적용하였다. 1단계는 만족도 조사로 모두 동일하였고, 2단계는 자기평가(예: Park, & Yang, 2018), 인식변화(예: Lee *et al.*, 2022), 시험(예: Ko, & Kang, 2020), 과제(예: Park, 2018) 등으로 다양하였다. 3단계는 자기평가(예: Ko, & Kang, 2020; Lee *et al.*, 2022), 자기성찰(예: Park, 2018), 인터뷰(예: Park, & Yang, 2018)로 평가하였고, 4단계는 강의평가(예: Park, & Yang, 2018)와 자기평가(예: Ko, & Kang, 2020)를 사용하였다.

Kirkpatrick 모형은 프로그램에 대한 학습 효과성을 체계적으로 분석할 수 있을 뿐만 아니라, 각 단계별, 단계 간 인과성 및 학습 효과를

극대화하는 매개 역할의 단계도 함께 파악할 수 있다는 장점이 있다. Kirkpatrick 모형은 국내외 교육훈련 프로그램 평가모델로 활발히 적용되고 있는데, 해외에서 수행한 메타연구 결과를 보면, 프로그램 평가에 1~4단계를 모두 적용한 연구는 10%에 불과하다(Nawaz *et al.*, 2022). 편이상 프로그램 평가는 1~2단계에서 만족도 조사나 시험·과제로 평가하는데, 이해관계자가 많은 경우, 3단계 행동과 4단계 결과를 어떤 기준으로 평가할지 결정하기가 쉽지 않으며 결정을 하더라도 측정이 쉽지 않아 평가하기 어려운 측면이 있다. 단계 간 관계를 보면, 1단계와 2단계 간 상관관계는 91%의 연구에서 정(+)적 상관, 9%의 연구는 부(-)적 상관이 있었고, 2단계와 3단계 간 상관관계는 약 90%의 연구에서 정(+)적 상관, 10%의 연구에서 부(-)적 상관이 있다고 보고되었다(Nawaz *et al.*, 2022). 프로그램의 목적, 학습내용, 난이도, 제공자, 학습대상이 다른 연구물을 종합적으로 분석한 것이기 때문에 결과에 차이가 있는 것으로 보인다. 3단계와 4단계 간 평가를 포함한 연구는 3건에 불과했지만, 모두 정(+)적 상관이 있다고 보고되었다(Nawaz *et al.*, 2022). 따라서 본 연구에서는 보다 체계적이고 종합적인 분석을 위해 Kirkpatrick 모형을 근거로 프로그램의 학습 효과성을 분석하고, 각 단계별 학습 효과성 분석과 함께 단계 간 관계도 함께 분석하였다.

### III. 연구방법

#### 1. 예술-에너지 융합 비교과 프로그램

본 연구의 사례가 되는 K대학은 학제 간 문턱을 개방하고 학습자의 창의·융합적 사고능력 향상을 목적으로 예술과 에너지의 지식을 융합하는 특별강좌를 기획하여 비교과 프로그램으로 운영하고 있다. 2023년 2월부터 분기별로 4회 진행하였으며, 예술 분야 또는 공학 분야에서 활동하는 외부 전문가를 초빙하여 2시간씩 운영하였다. 프로그램은 ADDIE 모형을 기반으로 분석(Analysis), 설계(Design), 개발(Development)과정을 거쳐 실행(Implementation)하였고, 평가(Evaluation)는 Kirkpatrick 모형을 적용하여 분석하고자 한다. 본 프로그램은 공간예술(회화, 건축 등), 시간예술(음악, 영화 등), 종합예

술(공연, 연합작품 등) 분야 중 한 분야와 에너지 분야의 이론 및 기술을 융합하여 개발하였다. 학습내용은 예술작품과 산업에 적용된 신재생에너지 활용 및 에너지 저감 활동을 통한 탄소중립 실천사례로 구성되며, 회차별 구체적인 내용은 다음과 같다.

1회차는 인상주의 작품을 통해 작품 속에서 태양, 바람, 전기 에너지의 사용을 분석하고, 현대 미술에서 재생가능한 재료들로 만든 작품들을 감상하며 탄소중립을 위한 작품활동 사례들을 학습하였다. 2회차는 그린에너지를 활용한 디자인 소재와 패션, 인테리어 디자인을 감상하며 에너지 절감과 환경에 미치는 긍정적인 효과에 대해 학습하였다. 3회차는 클래식 음악을 감상하며 공연 활동에 소비되는 에너지와 탄소배출 문제, 클래식 음악가들의 탄소중립을 위한 캠페인 활동에 대해 학습하였다. 4회차는 아름다운 건축예술 작품을 감상하며 친환경 건축 소재와 기능, 건축물에 적용된 에너지 저감기술에 대해 학습하였다.

#### 2. 연구대상 및 자료수집

본 연구의 모집단은 K대학에서 운영하는 예술-에너지 융합 비교과 프로그램을 수강한 학습자들이다. 비교과 프로그램 종료 후 수강자를 대상으로 온라인 설문 방식으로 전수조사(Complete Survey)하여 표본을 수집하였다. 분석에는 조사에 참여한 총 263명의 응답 자료가 사용되었다. 응답자의 성별은 남성(160명, 60.8%)이 여성(103명, 39.2%)보다 많았고, 학생이 223명(84.8%) 일반 성인(40명, 15.2%)보다 많았다. 구체적으로 학생은 학부생(174명, 66.2%)이 대학원생(49명, 18.6%)보다 많았으며, 일반 성인학습자는 재직자와 취업준비생 등을 포함하였다. 이공계 여부를 살펴보면, 이공계 분야(186명, 70.7%)가 비이공계 분야(77명, 29.3%)보다 많았다. 전공계열을 세분화해서 살펴보면, 공학계열(149명, 56.7%)이 가장 많았고, 사회계열(33명, 12.5%), 자연계열(19명, 7.2%), 인문계열(16명, 6.1%), 교육계열(13명, 4.9%) 순이었다. 의약계열(7명, 2.7%)과 예체능계열(5명, 1.9%)은 적은 비중을 차지하였고, 나머지는 응답하지 않았다. 그리고 교내 소속 학습자(192명, 73.0%)가 외부인(71명, 27.0%)보다 많았다. 구체적인 응답자의 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Characteristics of Respondents

Characteristics 1					Characteristics 2				
	Contents	Code	Frequency	%		Contents	Code	Frequency	%
Sex	Male	1	160	60.8	STEM	Yes	1	186	70.7
	Female	2	103	39.2		No	2	77	29.3
Grade	1	1	25	9.5	Major	Engineering	1	149	56.7
	2	2	47	17.9		Natural Science	2	19	7.2
	3	3	61	23.2		Medical	3	7	2.7
	4	4	41	15.6		Humanities	4	16	6.1
	Master Course	5	31	11.8		Social Sciences	5	33	12.5
	PhD Course	6	18	6.8		Education	6	13	4.9
	Adult	7	40	15.2		Arts and Sports	7	5	1.9
Status	Under Graduate Student	1	174	66.2		etc.	8	21	8.0
	Graduate Student	2	49	18.6	Inhouse	Yes	1	192	73.0
	Employed Adult	3	19	7.2		No	2	71	27.0
	Unemployed Adult	4	21	8.0	Total		263	100.0	

### 3. 조사도구 및 자료분석

본 프로그램은 학생과 일반 성인학습자가 모두 수강하는 단기 교양 강좌로 수강 종료 후 학습 효과의 즉시적 응답 수집과 명확한 측정을 위해 간명한 방식으로 설문을 구성하였다. Kirkpatrick 모형의 4단계에 따라, 본 프로그램의 목적과 특성을 반영하여 문항을 제시하였다. 문항은 응답자의 특성(성별, 신분, 학년, 소속, 이공계 여부, 전공, 교내 여부)과 Kirkpatrick 모형의 단계별 측정 내용을 대표하는 문항으로 구성하였다(STEP1: 수강 만족도 Q3, STEP2: 이해도 Q2, STEP3: 에너지 분야 관심도 Q1, STEP4: 창의·융합적 사고확장 Q1). 측정도구는 요인별 독립성을 확인하기 위해 주성분 분석으로 사각회전(Direct Oblimin)을 적용하여 탐색적 요인분석을 실시하였고, 요인 적재값 .50을 기준으로 STEP1~STEP4는 4요인으로 구분되어 타당도를 확인하였다. 단일 문항을 제외한 수강 만족도(Cronbach's  $\alpha$ =.861)와 이해도(Cronbach's  $\alpha$ =.904) 문항은 높은 내적 일관성을 보여 신뢰도를 확인하였다(Table 2).

Table 2. Factor Analysis

	1	2	3	4	Cronbach's $\alpha$
STEP1: Q1	.910	.016	-.001	-.105	.861
STEP1: Q2	.953	.019	-.029	.044	
STEP1: Q3	.501	.109	.405	.137	
STEP2: Q1	.166	.779	.067	.256	
STEP2: Q2	-.064	.961	-.017	-.151	.904
STEP3: Q1	-.046	.000	.999	-.034	
STEP4: Q1	.387	.191	.256	-.524	-

응답은 자기보고식으로 5점 Likert Scale(1=전혀 만족하지 않는다/전혀 동의하지 않는다, 5=매우 만족한다/매우 동의한다)로 측정하였다. 예를 들어, “본 프로그램에 대해 전반적으로 만족한다.”, “본 프로그램의 난이도는 적절하였다.”, “본 프로그램을 통해 에너지 분야에 대해 더욱 관심을 갖게 되었다.”, “본 프로그램은 다른 분야를 이해하고 창의·융합적 사고를 하는데 도움이 되었다” 등이 있다.



Figure 1. Kirkpatrick Model-process and Assessment

수집된 자료는 MS Office Excel 2018, SPSS 25.0, Process macro 4.0 소프트웨어 프로그램을 사용하여 분석하였다. 연구문제1은 기술 통계와 상관관계를 분석하였고, 연구문제2는 t-test와 ANOVA로 분석하였다. 연구문제3은 Process macro의 Model6을 적용하여 각 단계 간 관계와 다중매개효과를 분석하였다. 매개효과는 부트스트래핑(Bootstrapping, N=5,000) 방식으로 95% 범위 내에서 편향 보정된(Bias-corrected Bootstrapping) 신뢰구간(Confidence Interval: CI)을 확인하여 ‘0’의 포함 여부로 유의성을 판단하였다.

### IV. 연구결과

#### 1. 예술-에너지 융합 비교과 프로그램의 전체 학습 효과성 분석

연구문제1에 해당하는 예술-에너지 융합 비교과 프로그램의 전체 학습 효과성을 분석하기 위해 먼저 자료의 특성과 변인 간 상관관계를 살펴보았다(Table 3 참고). 자료는 왜도의 범위(-1.06~1.24)와 첨도의 범위(0.29~1.48)가 각각  $\pm 2$ 와  $\pm 7$ 를 벗어나지 않아 자료의 정규성 가정이 충족되었다(Hair *et al.*, 2010). 성별은 이공계 여부( $r=.323, p<.001$ ), 전공( $r=.349, p<.001$ )과 정(+)  
적 상관이 있고, 이해도와 에너지에 대한 관심( $r=.161, p<.01$ ), 창의·융합적 사고( $r=.230, p<.001$ )와 부(-)  
적 상관이 있었다. 신분(학부생, 대학원생, 재직자, 일반 성인 학습자)은 이공계 여부( $r=.210, p<.001$ ), 전공( $r=.495, p<.001$ )과 정(+)  
적 상관이 있고, 이해도와 부(-)  
적 상관이 있었다( $r=-.123, p<.05$ ). 전공과 창의·융합적 사고는 부(-)  
적 상관( $r=-.173, p<.01$ )이 있었으며, 학습 효과성(STEP1: 수강 만족도, STEP2: 이해도, STEP3: 에너지 분야 관심 증가, STEP4: 창의·융합사고 확장) 간 상관관계는 정(+)  
으로 높은 상관이 있었다.

Table 3. Descriptive Statistics and Correlations Coefficients

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Sex	1								
2. Status	.091	1							
3. STEM	.323***	.210***	1						
4. Major	.349***	.495***	.771***	1					
5. Inhouse	-.014	-.004	-.003	-.052	1				
6. STEP1	-.118	-.017	.020	-.039	.066	1			
7. STEP2	-.161**	-.123*	-.017	-.053	.050	.733***	1		
8. STEP3	-.161**	-.058	-.071	-.117	.004	.663***	.539***	1	
9. STEP4	-.230***	-.038	-.089	-.173**	.089	.726***	.655***	.638***	1
Mean					4.43	4.52	4.26	4.41	
SD					0.67	0.63	0.88	0.76	
Skewness					-1.24	-1.21	-1.09	-1.06	
Kurtosis					1.48	0.92	0.78	0.29	

Note. \* $p<.05$ ; \*\* $p<.01$ ; \*\*\* $p<.001$ ; STEM=Science, Technology, Engineering and Mathematics Yes or No; Inhouse=Yes or No

예술-에너지 융합 비교과 프로그램의 전체 학습 효과성을 Kirkpatrick 4단계 모형으로 구분하여 살펴본 결과, 모두 평균 4점을 상회하였다(Table 3 참고). 구체적으로 첫째, 전체 학습자의 수강 만족도(STEP1)는 평균 4.43점( $SD=0.67$ )이었다. 학습자들은 주제가 명확하고 내용이 주제와 부합하여 전반적으로 본 프로그램에 대한 수강 만족도가 높다고 응답하였다. 둘째, 프로그램에 대한 이해도(STEP2)는 평균 4.52점( $SD=0.63$ )으로 가장 높았다. 제공된 자료가 프로그램의 내용을 이해하는데 도움이 되었고, 난이도가 적합하여 프로그램 종료 후 이해 수준이 높다고 응답하였다. 셋째, 에너지에 대한 관심도(STEP3)는 평균 4.26점( $SD=0.88$ )으로 높은 편이었다. 학습자들은 본 프로그램 수강 이후 에너지 분야에 대한 관심이 증가했다고 응답하였다. 넷째, 본 프로그램의 목적인 창의·융합적 사고확장(STEP4)은 평균 4.41점( $SD=0.76$ )으로 확인되었다. 본 프로그램을 통해 학습자들

은 타 분야를 이해하고 창의·융합적 사고를 키우는데 도움이 되었다고 응답하였다. 본 연구에서 예술-에너지 융합 프로그램의 평가가 처음 시도되어 비교 준거는 없는 상황이지만, 수강자들은 ‘만족한다’와 ‘매우 만족한다’ 또는 ‘동의한다’와 ‘매우 동의한다’에 응답하여 STEP1~STEP4의 각 단계의 평균이 높게 산출되었다.

2. 학습자 특성에 따른 예술-에너지 융합 비교과 프로그램의 학습 효과성의 차이 분석

연구문제2와 관련하여 예술-에너지 융합 비교과 프로그램의 학습 효과성이 학습자의 특성에 따라 차이가 있는지 분석하였다. 본 연구에서 학습자의 특성은 응답방식에 따라 성별, 이공계 여부, 교내 여부는 t-test로 분석하였고, 전공계열과 신분에 따른 특성은 ANOVA로 분석하였다. 학습자의 특성 간 비교를 위해 먼저 등분산 가정을 확인하였다(Table 4 참고).

첫째, 성별의 Levene의 등분산 가정을 확인하였다. STEP1( $F=0.172, p>.05$ ), STEP2( $F=3.725, p>.05$ ) STEP3( $F=0.098, p>.05$ ), STEP4 ( $F=3.128, p>.05$ ) 모두 유의하지 않아 등분산 가정이 성립되었다. 둘째, 이공계 여부의 Levene의 등분산 검정을 확인한 결과, STEP4 ( $F=4.869, p<.05$ )를 제외하고, 모두 유의하지 않았다(STEP1:  $F=1.471, p>.05$ , STEP2:  $F=0.061, p>.05$ , STEP3:  $F=1.044, p>.05$ ). STEP1, STEP2, STEP3은 등분산 가정이 성립되었고, STEP4는 등분산 가정이 성립되지 않았다. 셋째, 전공의 Levene의 등분산 검정 결과, STEP1( $F=0.701, p>.05$ ), STEP2( $F=1.527, p>.05$ ) STEP3( $F=1.210, p>.05$ ), STEP4( $F=0.863, p>.05$ ) 모두 유의하지 않아 등분산 가정이 성립되었다. 넷째, 교내 여부의 Levene의 등분산 검정을 확인하였다. STEP1( $F=5.919, p<.05$ )과 STEP 4( $F=5.916, p<.05$ )는 유의하여 등분산 가정이 성립되지 않았고, STEP2( $F=2.849, p>.05$ )와 STEP3( $F=2.010,$

$p>.05$ )은 유의하지 않아 등분산 가정이 성립되었다. 다섯째, 신분의 Levene의 등분산 검정 결과를 확인하였다. STEP2( $F=4.084, p<.05$ )를 제외하고, STEP1( $F=1.468, p>.05$ ) STEP3( $F=1.475, p>.05$ ), STEP4 ( $F=1.366, p>.05$ )는 유의하지 않아 등분산 가정이 성립되었다.

Table 4. Levene's Test for Equality of Variances

	Sex		STEM		Major		Inhouse		Status	
	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
STEP1	0.172	.679	1.471	.226	0.701	.675	<b>5.919</b>	<b>.016</b>	1.468	.227
STEP2	3.725	.055	0.061	.805	1.527	.158	2.849	.093	<b>4.084</b>	.007
STEP3	0.098	.755	1.044	.308	1.210	.298	2.010	.158	1.475	.222
STEP4	3.128	.078	<b>4.869</b>	<b>.028</b>	0.863	.536	<b>5.916</b>	<b>.016</b>	1.366	.254

학습자의 특성에 따른 학습 효과성 분석 결과는 등분산 가정이 충족된 경우에만 등분산 가정성립 산출값으로 보고하였다. 각 학습 효과성에 대한 구체적인 결과는 다음과 같다.

가. STEP1: 수강 만족도의 차이 분석

남성( $M=4.50, SD=0.66$ )과 여성( $M=4.34, SD=0.67$ )의 평균 수강 만족도는 차이가 없었다( $\Delta=0.16, t=1.93, p>.05$ ). 이공계열 학습자 ( $M=4.45, SD=0.69$ )와 비이공계열 학습자( $M=4.39, SD=0.61$ )의 평균 수강 만족도( $\Delta=0.06, t=0.64, p>.05$ )도 차이가 없었다. 또한, 내부 학습자( $M=4.41, SD=0.71$ )와 외부 학습자( $M=4.51, SD=0.53$ ) 간 차이도 유의하지 않았다( $\Delta=-0.10, t=-1.23, p>.05$ ). 그 외 전공과 신분에 따른 수강 만족도의 차이도 발견되지 않았다. 결과적으로 수강 만족도에 영향을 주는 학습자의 특성은 없는 것으로 확인되었다(Table 5 참고).

Table 5. Differences in STEP1

	I	J	I-J	SE	p	Contrast		I	J	I-J	SE	p	Contrast	
Sex	M	F	0.16	0.08	.055	-	Major	H	E	-0.12	0.18	1.000	-	
	(M=4.50) (SD=0.66)	GS	US	0.04	0.11	.984		-	(M=4.31) (SD=0.55)	N	-0.06	0.23	1.000	-
			EA	0.17	0.16	.772		-	Me	-0.02	0.30	1.000	-	
Status	US	EA	UA	-0.05	0.16	.992		-	S	-0.20	0.20	.995	-	
			GS	US	-0.04	0.11		.984	-	Ed	-0.20	0.25	.999	-
	(M=4.41) (SD=0.72)	EA	UA	-0.09	0.18	.966		-	AS	-0.42	0.34	.982	-	
			US	EA	-0.17	0.16		.772	-	etc	-0.07	0.22	1.000	-
	(M=4.28) (SD=0.76)	GS	UA	-0.22	0.21	.789		-	S	E	0.08	0.13	1.000	-
			US	EA	0.22	0.21		.789	-	(M=4.52) (SD=0.65)	N	0.15	0.19	.999
(M=4.50) (SD=0.18)	GS	EA	0.22	0.21	.789	-		Me	0.18	0.28	1.000	-		
		US	EA	0.22	0.21	.789		-	S	0.20	0.20	.995	-	
STEM	Y	N	Y	N	0.06	0.09		.524	-	Ed	0.00	0.22	1.000	-
			(M=4.45) (SD=0.64)	(M=4.51) (SD=0.52)	E	0.08	0.19	1.000	-	AS	-0.22	0.32	1.000	-
								N	0.14	0.24	1.000	-		

	I	J	I-J	SE	p	Contrast		I	J	I-J	SE	p	Contrast						
Major	E (M=4.43) (SD=0.67)	N	0.07	0.16	1.000	-	Me	0.18	0.31	1.000	-	AS etc	0.00	0.22	1.000	-			
		Me	0.10	0.26	1.000	-		H	0.20	0.25	.999		-	AS	-0.22	0.35	1.000	-	
		H	0.12	0.18	1.000	-		S	0.00	0.22	1.000		-	etc	0.13	0.24	1.000	-	
		S	-0.08	0.13	1.000	-		AS	-0.22	0.35	1.000		-	AS	E	0.30	0.31	.995	-
		Ed	-0.08	0.19	1.000	-		etc	0.13	0.24	1.000		-	(M=4.73)	N	0.36	0.34	.991	-
		AS	-0.30	0.31	.995	-		Me	0.40	0.39	.994		-	H	0.42	0.34	.982	-	
	etc	0.05	0.16	1.000	-	S	0.22	0.32	1.000	-	Ed	0.22	0.35	1.000	-				
	N (M=4.37) (SD=0.76)	E	-0.07	0.16	1.000	-	etc	0.35	0.33	.993	-	etc	E	-0.05	0.16	1.000	-		
		Me	0.04	0.30	1.000	-	(M=4.38)	N	0.01	0.21	1.000	-	(M=4.38)	N	0.01	0.21	1.000	-	
		H	0.06	0.23	1.000	-	Me	0.05	0.29	1.000	-	(SD=0.66)	Me	0.05	0.29	1.000	-		
		S	-0.15	0.19	.999	-	H	0.07	0.22	1.000	-	H	0.07	0.22	1.000	-			
		Ed	-0.14	0.24	1.000	-	S	-0.13	0.19	.999	-	S	-0.13	0.19	.999	-			
		AS	-0.36	0.34	.991	-	Ed	-0.13	0.24	1.000	-	Ed	-0.13	0.24	1.000	-			
	etc	-0.01	0.21	1.000	-	AS	-0.35	0.33	.993	-	AS	-0.35	0.33	.993	-				
	Me (M=4.33) (SD=0.58)	E	-0.10	0.26	1.000	-	Inhouse	Y	N	-0.10	0.08	.221	-						
		N	-0.04	0.30	1.000	-	(M=4.41)												
		H	0.02	0.30	1.000	-	(SD=0.71)												
		S	-0.18	0.28	1.000	-													
		Ed	-0.18	0.31	1.000	-													
		AS	-0.40	0.39	.994	-													
etc	-0.05	0.29	1.000	-															

Note. E=Engineering; N=Natural Science; Me=Medical; H=Humanities; S=Social Sciences; Ed=Education; AS=Arts and Sports; US=Undergraduate Student; GS=Graduate Student; EA=Employed Adult; UA=Unemployed Adult

나. STEP2: 이해도의 차이 분석

남성(M=4.60, SD=0.60)과 여성(M=4.39, SD=0.66)의 평균 이해도( $\Delta=0.21$ ,  $t=2.64$ ,  $p<.01$ )는 유의한 차이가 있었다. 남성이 여성보다 본 프로그램에 대한 이해도가 높다고 응답하였다. 이공계열 학습자(M=4.54, SD=0.63)와 비이공계열 학습자(M=4.47, SD=0.64)의 평균 이해도는 차이가 없었다( $\Delta=0.07$ ,  $t=0.85$ ,  $p>.05$ ). 내부 학습자(M=4.50, SD=0.66)와 외부 학습자(M=4.57, SD=0.53) 간 차이도 유의하지 않았다( $\Delta=-0.07$ ,  $t=-0.81$ ,  $p>.05$ ). 그 외 전공계열과 신분도에 따른 이해도 역시 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 6 참고).

다. STEP3: 에너지에 대한 관심 증가의 차이 분석

남성(M=4.38, SD=0.84)과 여성(M=4.09, SD=0.91)의 평균 에너지에 대한 관심도( $\Delta=0.29$ ,  $t=2.63$ ,  $p<.01$ )는 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 남성이 여성보다 에너지에 대한 관심이 증가했다고 응답하였다. 이공계열 학습자(M=4.33, SD=0.84)와 비이공계열 학습자(M=4.10, SD=0.94)는 차이가 없었고( $\Delta=0.23$ ,  $t=1.90$ ,  $p>.05$ ), 내부 학습자(M=4.50, SD=0.88)와 외부 학습자(M=4.57, SD=0.86) 간 차이도 유의하지 않았다( $\Delta=0.01$ ,  $t=0.06$ ,  $p>.05$ ). 그 외 전공계열과 신분도 에너지에 대한 관심 증가에 영향을 미치지 않았다(Table 7 참고).

라. STEP4: 창의·융합적 사고확장의 차이 분석

남성(M=4.55, SD=0.68)과 여성(M=4.19, SD=0.82)의 평균 창의·융합적 사고확장( $\Delta=0.36$ ,  $t=3.82$ ,  $p<.001$ )은 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 남성이 여성보다 다른 분야를 이해하고 창의·융합적으로 사고를 확장하는데 도움이 되었다고 응답하였다. 또한, 이공계열 학습자(M=4.49, SD=0.71)와 비이공계열 학습자(M=4.21, SD=0.84) 간 창의·융합적 사고확장( $\Delta=0.28$ ,  $t=2.65$ ,  $p<.01$ )에도 유의한 차이가 있었다. 이공계열 학습자가 비이공계열 학습자보다 창의·융합적 사고를 키우는데 도움이 되었다고 응답하였다. 내부 학습자(M=4.37, SD=0.79)와 외부 학습자(M=4.52, SD=0.65) 간 유의한 차이는 확인되지 않았다( $\Delta=-0.15$ ,  $t=-1.58$ ,  $p>.05$ ). 그리고 전공계열과 신분도 창의·융합적 사고확장과 특별한 관련이 없는 것으로 나타났다(Table 8 참고).

3. Kirkpatrick 모형의 단계별 예술-에너지 융합 비교과 프로그램의 학습 효과성 간 관계 분석

연구문제3과 관련하여 Kirkpatrick 모형의 단계별 학습 효과성 간 인과관계가 있는지 분석하기 위해 Figure 2와 같이 분석하였다. Kirkpatrick 모형은 STEP1에서 STEP4까지 순차적으로 위계적인 선형의 인과관계를 가정하지만, 실제 프로그램에 따라 분석결과가 다르게 나타나므로(Bates, 2004; Reio et al., 2017), 구체적인 결과를 살펴보기 위해 다음과 같이 분석하였다. 먼저, STEP1, STEP2, STEP3,

Table 6. Differences in STEP2

	I	J	I-J	SE	p	Contrast	I	J	I-J	SE	p	Contrast
Sex	M (M=4.60) (SD=0.60)	F	<b>0.21**</b>	<b>0.08</b>	<b>.009</b>	M>F	H (M=4.47) (SD=0.56)	E	-0.06	0.17	1.000	-
Status	US (M=4.59) (SD=0.55)	GS	0.21	0.10	.226	-	N	0.10	0.21	1.000	-	
		EA	0.25	0.15	.446	-	Me	0.04	0.29	1.000	-	
	GS (M=4.38) (SD=0.75)	US	-0.21	0.10	.226	-	S	-0.20	0.19	.994	-	
		EA	0.04	0.17	.998	-	Ed	-0.19	0.23	.999	-	
	EA (M=4.34) (SD=0.73)	US	-0.25	0.15	.446	-	AS	-0.13	0.32	1.000	-	
		GS	-0.04	0.17	.998	-	etc	0.16	0.21	.999	-	
	UA (M=4.43) (SD=0.77)	US	-0.16	0.15	.745	-	S	E	0.14	0.12	.989	-
		GS	0.05	0.17	.994	-	N	0.30	0.18	.910	-	
	EA	0.08	0.20	.982	-	Me	0.24	0.26	.997	-		
	UA	-0.08	0.20	.982	-	S	0.20	0.19	.994	-		
STEM	Y (M=4.54) (SD=0.63)	N	0.07	0.09	.394	-	Ed	0.01	0.21	1.000	-	
Major	E (M=4.53) (SD=0.63)	N	0.16	0.15	.993	-	AS	0.07	0.30	1.000	-	
		Me	0.10	0.24	1.000	-	etc	0.36	0.18	.763	-	
		H	0.06	0.17	1.000	-	Ed	E	0.12	0.18	1.000	-
		S	-0.14	0.12	.989	-	N	0.29	0.23	.979	-	
		Ed	-0.12	0.18	1.000	-	Me	0.23	0.29	.999	-	
	N (M=4.37) (SD=0.74)	AS	-0.07	0.29	1.000	-	H	0.19	0.23	.999	-	
		etc	0.22	0.15	.943	-	S	-0.01	0.21	1.000	-	
		E	-0.16	0.15	.993	-	AS	0.05	0.33	1.000	-	
		Me	-0.06	0.28	1.000	-	etc	0.34	0.22	.933	-	
		H	-0.10	0.21	1.000	-	AS	E	0.07	0.29	1.000	-
Me (M=4.43) (SD=0.61)	S	-0.30	0.18	.910	-	N	0.23	0.32	.999	-		
	Ed	-0.29	0.23	.979	-	Me	0.17	0.37	1.000	-		
	AS	-0.23	0.32	.999	-	H	0.13	0.32	1.000	-		
	etc	0.06	0.20	1.000	-	S	-0.07	0.30	1.000	-		
	E	-0.10	0.24	1.000	-	Ed	-0.05	0.33	1.000	-		
	N	0.06	0.28	1.000	-	etc	0.29	0.31	.997	-		
	H	-0.04	0.29	1.000	-	etc	E	-0.22	0.15	.943	-	
	S	-0.24	0.26	.997	-	N	-0.06	0.20	1.000	-		
	Ed	-0.23	0.29	.999	-	Me	-0.12	0.27	1.000	-		
	AS	-0.17	0.37	1.000	-	H	-0.16	0.21	.999	-		
	etc	0.12	0.27	1.000	-	S	-0.36	0.18	.763	-		
						Ed	-0.34	0.22	.933	-		
						AS	-0.29	0.31	.997	-		
						Inhouse	Y (M=4.50) (SD=0.66)	N	<b>-0.07</b>	<b>0.09</b>	.421	-

Note. E=Engineering; N=Natural Science; Me=Medical; H=Humanities; S=Social Sciences; Ed=Education; AS=Arts and Sports; US=Undergraduate Student; GS=Graduate Student; EA=Employed Adult; UA=Unemployed Adult

Table 7. Differences in STEP3

	I	J	I-J	SE	p	Contrast	I	J	I-J	SE	p	Contrast	
Sex	M (M=4.38) (SD=0.84)	F	0.29**	0.11	.009	M>F	H (M=4.00) (SD=0.82)	E	-0.32	0.23	.963	-	
	US (M=4.30) (SD=0.84)	GS	0.03	0.14	.997	-	N	-0.37	0.30	.981	-	-	
Status	GS (M=4.27) (SD=0.84)	US	-0.03	0.14	.997	-	Me	0.14	0.40	1.000	-	-	
	EA (M=3.95) (SD=1.18)	EA	0.32	0.24	.615	-	S	-0.18	0.27	1.000	-	-	
	UA (M=4.25) (SD=0.97)	UA	0.02	0.23	1.000	-	Ed	-0.38	0.33	.986	-	-	
	EA (M=3.95) (SD=1.18)	US	-0.35	0.21	.436	-	AS	-0.20	0.45	1.000	-	-	
	GS (M=4.27) (SD=0.84)	GS	-0.32	0.24	.615	-	etc	-0.14	0.29	1.000	-	-	
	UA (M=4.25) (SD=0.97)	US	-0.05	0.21	.997	-	S	E	-0.14	0.17	.998	-	-
	EA (M=3.95) (SD=1.18)	GS	-0.02	0.23	1.000	-	(M=4.18)	N	-0.19	0.25	.999	-	-
	UA (M=4.25) (SD=0.97)	EA	0.30	0.28	.762	-	(SD=0.98)	Me	0.32	0.37	.998	-	-
STEM	Y (M=4.33) (SD=0.84)	N	0.23	0.12	.059	-	S	0.18	0.27	1.000	-	-	
	E (M=4.32) (SD=0.86)	Me	0.47	0.34	.966	-	Ed	-0.20	0.29	.999	-	-	
Major	H (M=4.37) (SD=0.68)	H	0.32	0.23	.963	-	AS	0.18	0.46	1.000	-	-	
	S	S	0.14	0.17	.998	-	etc	0.24	0.31	.999	-	-	
	Ed	Ed	-0.06	0.25	1.000	-	AS	E	-0.12	0.40	1.000	-	-
	AS	AS	0.12	0.40	1.000	-	(M=4.20)	N	-0.17	0.44	1.000	-	-
	etc	etc	0.18	0.20	.998	-	(SD=0.45)	Me	0.34	0.51	1.000	-	-
	N (M=4.37) (SD=0.68)	E	0.05	0.21	1.000	-	H	0.20	0.45	1.000	-	-	
	Me	Me	0.51	0.39	.973	-	S	0.02	0.42	1.000	-	-	
	H	H	0.37	0.30	.981	-	Ed	-0.18	0.46	1.000	-	-	
	S	S	0.19	0.25	.999	-	etc	0.06	0.44	1.000	-	-	
	Ed	Ed	-0.02	0.32	1.000	-	etc	E	-0.18	0.20	.998	-	-
	AS	AS	0.17	0.44	1.000	-	(M=4.14)	N	-0.23	0.28	.999	-	-
	etc	etc	0.23	0.28	.999	-	(SD=0.96)	Me	0.29	0.38	.999	-	-
	Me (M=3.86) (SD=1.07)	E	-0.47	0.34	.966	-	H	0.14	0.29	1.000	-	-	
	N	N	-0.51	0.39	.973	-	S	-0.04	0.25	1.000	-	-	
H	H	-0.14	0.40	1.000	-	Ed	-0.24	0.31	.999	-	-		
S	S	-0.32	0.37	.998	-	AS	-0.06	0.44	1.000	-	-		
Ed	Ed	-0.53	0.41	.977	-	Inhouse	Y	N	-0.01	-0.07	.953	-	
AS	AS	-0.34	0.51	1.000	-	(M=4.50) (SD=0.88)							
etc	etc	-0.29	0.38	.999	-								

Note. E=Engineering; N=Natural Science; Me=Medical; H=Humanities; S=Social Sciences; Ed=Education; AS=Arts and Sports; US=Undergraduate Student; GS=Graduate Student; EA=Employed Adult; UA=Unemployed Adult

Table 8. Differences in STEP4

	I	J	I-J	SE	p	Contrast		I	J	I-J	SE	p	Contrast
Sex	M (M=4.55) (SD=0.68)	F	<b>0.36***</b>	<b>0.09</b>	<b>.000</b>	M>F	Major	H (M=4.31) (SD=0.79)	E	-0.16	0.20	.998	-
	US (M=4.43) (SD=0.72)	GS	0.07	0.12	.960	-		N	0.00	0.26	1.000	-	
	GS (M=4.37) (SD=0.78)	EA	0.07	0.18	.988	-		Me	-0.12	0.34	1.000	-	
Status	EA (M=4.37) (SD=0.96)	UA	0.08	0.18	.974	-	S	0.04	0.23	1.000	-		
	UA (M=4.35) (SD=0.81)	US	-0.07	0.12	.960	-	Ed	-0.23	0.28	.999	-		
		EA	0.00	0.21	1.000	-	AS	-0.09	0.39	1.000	-		
		US	0.02	0.20	1.000	-	etc	0.07	0.25	1.000	-		
		GS	0.00	0.21	1.000	-	S (M=4.27) (SD=0.88)	E	-0.20	0.15	.962	-	
		UA	0.02	0.24	1.000	-	N	-0.04	0.22	1.000	-		
STEM	Y (M=4.49) (SD=0.71)	N	<b>0.28**</b>	<b>0.11</b>	<b>.009</b>	Y>N	Me	-0.16	0.32	1.000	-		
							S	-0.04	0.23	1.000	-		
Major	E (M=4.48) (SD=0.74)	N	0.16	0.19	.998	-	Ed	-0.27	0.25	.992	-		
		Me	0.05	0.29	1.000	-	AS	-0.13	0.36	1.000	-		
		H	0.16	0.20	.998	-	etc	0.03	0.21	1.000	-		
		S	0.20	0.15	.962	-	Ed (M=4.54) (SD=0.66)	E	0.06	0.22	1.000	-	
		Ed	-0.06	0.22	1.000	-	N	0.22	0.27	.999	-		
		AS	0.08	0.35	1.000	-	Me	0.11	0.36	1.000	-		
		etc	0.24	0.18	.969	-	H	0.23	0.28	.999	-		
							S	0.27	0.25	.992	-		
		N	-0.16	0.19	.998	-	AS	0.14	0.40	1.000	-		
		Me	-0.11	0.34	1.000	-	etc	0.30	0.27	.989	-		
		H	0.00	0.26	1.000	-	AS (M=4.40) (SD=0.55)	E	-0.08	0.35	1.000	-	
		S	0.04	0.22	1.000	-	N	0.08	0.38	1.000	-		
	Ed	-0.22	0.27	.999	-	Me	-0.03	0.44	1.000	-			
	AS	-0.08	0.38	1.000	-	H	0.09	0.39	1.000	-			
	etc	0.08	0.24	1.000	-	S	0.13	0.36	1.000	-			
	Me (M=4.43) (SD=0.79)	E	-0.05	0.29	1.000	-	Ed	-0.14	0.40	1.000	-		
		N	0.11	0.34	1.000	-	etc	0.16	0.38	1.000	-		
		H	0.12	0.34	1.000	-	etc (M=4.24) (SD=0.83)	E	-0.24	0.18	.969	-	
		S	0.16	0.32	1.000	-	N	-0.08	0.24	1.000	-		
		Ed	-0.11	0.36	1.000	-	Me	-0.19	0.33	1.000	-		
		AS	0.03	0.44	1.000	-	H	-0.07	0.25	1.000	-		
		etc	0.19	0.33	1.000	-	S	-0.03	0.21	1.000	-		
							Ed	-0.30	0.27	.989	-		
							AS	-0.16	0.38	1.000	-		
							Inhouse	Y (M=4.37) (SD=0.79)	N	<b>-0.15</b>	<b>0.01</b>	.117	-

Note. E=Engineering; N=Natural Science; Me=Medical; H=Humanities; S=Social Sciences; Ed=Education; AS=Arts and Sports; US=Undergraduate Student; GS=Graduate Student; EA=Employed Adult; UA=Unemployed Adult

STEP4가 순차적으로 이후 단계에 영향을 미치는지 분석하고, STEP1, STEP2, STEP3이 STEP4에 각각 영향을 미치는지 분석하였다. 추가적으로 STEP4에 도달하는 과정에서 매개 역할을 하는 단계가 있는지 분석하였다. 따라서 독립변수를 수강 만족도, 종속변수를 창의·융합적 사고확장, 매개변수를 이해도와 에너지 분야에 대한 관심도로 분석하였다. 전체 회귀모형은 적합하였고( $F=290.701$ ,  $p=.001$ ), 52.7%( $R^2=.527$ )의 설명력을 갖는 것으로 확인되었다. 단계

별 변인 간 관계를 분석한 결과, 총효과( $B=.824$ ,  $p<.001$ ), 직접효과( $B=.434$ ,  $p<.001$ ), 간접효과( $B=.390$ ,  $p<.001$ )가 모두 유의하였다 (Table 9 참고).

첫째, Kirkpatrick 모형에 따라 순차적으로 영향을 주는지 분석한 결과, 수강 만족도는 이해도에 긍정적인 영향을 미쳤으나( $B=.691$ ,  $p<.001$ ), 이해도는 에너지에 대한 관심 증가에 영향을 미치지 못하였다( $B=.159$ ,  $p>.05$ ). 그러나 에너지에 대한 관심 증가는 창의·융합적

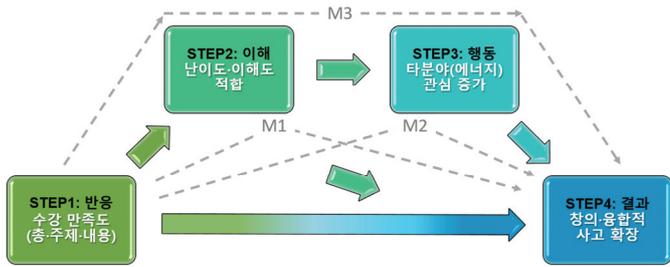


Figure 2. Kirkpatrick Model-Direct & Indirect Effects

사고확장에 긍정적으로 영향을 미치는 것으로 나타났다( $B=.222, p<.001$ ). STEP2와 STEP3의 관계를 제외하고 STEP1과 STEP2, STEP3과 STEP4는 긍정적인 인과관계가 확인되었다.

둘째, STEP1, STEP2, STEP3이 각각 STEP4에 긍정적인 영향을 미치는지 분석한 결과, 각 단계는 모두 창의·융합적 사고확장에 정(+)적으로 영향을 미치는 것으로 나타났다. 수강 만족도( $B=.434, p<.001$ ), 이해도( $B=.284, p<.001$ ), 에너지에 대한 관심( $B=.222, p<.001$ )은 각각 창의·융합적 사고확장에 도움이 되었다.

셋째, 각 단계별 매개 역할을 하는 단계가 있는지 확인한 결과, 이해도( $B=.196, p<.01, CI=.059\sim.346$ )와 에너지에 대한 관심 증가( $B=.169, p<.001, CI=.068\sim.300$ )는 각각 수강 만족도와 창의·융합적 사고확장 간 관계를 긍정적으로 매개하였다. 그러나 이해도가 에너지에 대한 관심 증가로 이어지지 않아( $B=.159, p>.05$ ), 이해도와 에너지에 대한 관심 증가의 연속매개효과는 확인되지 않았다( $B=.024, p>.05, CI=.017\sim.064$ ). 정리하면, 본 연구의 결과는 Kirkpatrick 모형의 각 단계가 순차적으로 인과성을 갖는다는 이론적 가정이 모든 단계에서 충족되지는 않았다.

Table 9. Analysis Result of Relationship Among Variables

Model	B	SE	t	LLCI	ULCI
Total Effect	.824***	.048	17.050	.729	.919
Direct Effect					
STEP1→STEP4	.434***	.075	5.821	.287	.581
STEP1→STEP2	.691***	.040	8.155	1.102	1.807
STEP1→STEP3	.762***	.089	8.542	.587	.938
STEP2→STEP3	.159	.095	1.685	-.027	.346
STEP2→STEP4	.284***	.070	4.040	.145	.422
STEP3→STEP4	.222***	.046	4.857	.132	.313
Indirect Effect	.390***	.095	-	.213	.583
M1	.196**	.073	-	.059	.346
M2	.169***	.058	-	.068	.300
M3	.024	.023	-	-.017	.064

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

## V. 논의 및 결론

본 연구는 예술-공학 융합 프로그램의 사례로 예술-에너지 융합 비교과 프로그램의 학습 효과성을 분석하기 위해 수행되었다. 온라인 설문으로 실시한 학습자 263명의 응답자료를 사용하여 전체 학습자의 학습 효과성, 학습자의 특성에 따른 학습 효과성의 차이,

Kirkpatrick 4단계 모형에 따른 단계별·단계 간 학습 효과성의 관계를 분석하였다. 주요 결과를 중심으로 논의하면 다음과 같다.

첫째, 예술-에너지 융합 비교과 프로그램의 전체 학습 효과성을 분석한 결과, 학습자의 수강 만족도( $M=4.43, SD=0.67$ ), 이해도( $M=4.52, SD=0.63$ ), 에너지에 대한 관심 증가( $M=4.26, SD=0.88$ ), 창의·융합적 사고확장( $M=4.41, SD=0.76$ )의 평균이 모두 4점을 상회하였다. 본 연구의 결과는 기존의 Kirkpatrick 모형으로 분석한 융합 프로그램의 사례가 없어 비교하기 어려우나, 전국 대학의 전체 교과목 수강 만족도 평균이 3.62점이라는 것을 고려하면(Kim *et al.*, 2017), 높은 수준이라는 것을 알 수 있다. 이것은 예술-공학 프로그램이 효과적이라고 보고했던 선행연구들(Huh, 2022; Jeong, & Choi, 2021; Joo *et al.*, 2016; Lee, 2016)의 결과와 맥락을 같이 한다. 예술과 공학은 창의적 영역에 공존하고 있어 두 영역 간 교류와 강화를 통해 보다 풍부한 결과를 창출할 수 있는데(Innella, & Rodgers, 2021), 본 연구에서도 예술-에너지 융합 비교과 프로그램의 학습이 두 영역 간 긍정적 시너지 효과를 보여준 것으로 이해할 수 있다.

둘째, 학습자의 특성에 따라 예술-에너지 융합 비교과 프로그램의 학습 효과성에 차이가 있는지 분석한 결과, 남성은 여성보다 프로그램의 이해도, 에너지에 대한 관심, 창의·융합적 사고확장이 유의하게 높게 나타났다. 또한, 이공계열 학습자가 비이공계열 학습자에 비해 창의·융합적 사고가 확장되었다고 응답하였다. 그 외 세부 전공 계열, 교내 여부, 신분 등 다른 특성은 통계적으로 유의하지 않아 전공별, 내부인과 외부인, 학생(학부생, 대학원생)과 성인학습자(재직자, 취업준비생 포함 일반 성인)의 학습 효과성을 유사한 수준으로 이해할 수 있다. 응답자 중 남성(60.8%)과 이공계열(70.7%) 비중이 컸기 때문에 에너지와 전공 관련성이 높은 참여자들의 영향이 있는 것으로 보이며, 이 때문에 일부 자료의 편향성이 반영되었을 수 있다.

셋째, Kirkpatrick 모형의 단계별 예술-에너지 융합 비교과 프로그램의 학습 효과성 간 관계를 분석한 결과, 본 프로그램의 수강 만족도는 이해도를 높이는데 긍정적인 영향을 미치고, 에너지 분야에 대한 관심 증가는 창의·융합적 사고확장에 긍정적인 영향을 미쳤으나, 이해도는 에너지에 대한 관심 증가에 영향을 미치지 않았다. 따라서 Kirkpatrick 모형의 단계별 순차적 인과성이 모두 충족되지 않았다. 또한, 수강 만족도, 이해도, 에너지 분야에 대한 관심 증가는 각각 창의·융합적 사고확장에 긍정적인 영향을 주는 것으로 확인되었다. 추가적으로 이해도와 에너지 분야에 대한 관심 증가는 각각 수강 만족도와 창의·융합적 사고확장 간 관계를 매개하는 것으로 나타났으며, 둘의 연속매개효과는 없는 것으로 확인되었다. 이것은 이해도가 에너지 분야에 대한 관심 증가에 직접적인 영향을 주지 않았기 때문이다.

Kirkpatrick 모형의 해외 메타연구에서는 91%의 연구에서 1단계와 2단계 간 긍정적인 상관관계가 있었고, 90%의 연구에서 2단계와 3단계 간 긍정적인 상관관계가 있었으며, 3단계와 4단계 간 관계는 모두 긍정적 상관관계가 있었다(Nawaz *et al.*, 2022). 1단계와 2단계, 3단계와 4단계의 관계는 선행연구 결과와 일치하였으나, 2단계와 3단계 간 관계는 다르게 나타났다. 선행연구들과는 달리 본 프로그램은 융합교육 특성상 STEP3을 타 분야에 대한 관심 증가로 측정했기 때문에 다소 차이가 있을 수 있다. Kirkpatrick의 4단계 모형은 이론적으로 단계별 순차적 계층 구조인 선형의 인과관계를 가정하지만, 실제 교

육 현장에서는 교육훈련 프로그램의 목적, 난이도, 이해관계 등 복잡한 요인들을 포함하므로 반드시 가정이 성립되지는 않는다(Bates, 2004; Reio *et al.*, 2017). 구체적으로 행동결과가 프로그램의 성과물일 수 있지만, 교육목적이 마인드 고취나 인식개선, 윤리적 의무교육, 사회적 가치실현 등일 경우, 구체적인 행동결과를 포착하기 어렵다. 본 연구에서의 비교과 프로그램은 두 영역의 지식을 융합한 공개강좌로, 다양한 전공과 신분을 가진 사람들이 참여하였다. 학습자들의 이해도가 관심 증가로 이어지진 않았지만, 학습자들은 본 프로그램을 계기로 이전에 비해 타 분야를 이해하고 관심을 갖게 되었으며, 창의·융합적 사고를 확장하는데 도움이 되었다고 응답하였다.

이상의 논의를 바탕으로 본 연구의 결과로 도출된 시사점을 정리하면 다음과 같다. 먼저 학문적 시사점으로는 첫째, 예술-에너지 융합교육이 학습자의 창의·융합적 사고확장에 긍정적인 영향을 미치므로 예술-공학 융합 프로그램과 교육과정 개발에 대한 연구가 수행될 필요가 있다. 공학은 무엇(What)을 어떻게(How) 할까의 접근이라면, 예술은 무엇(What)을 왜(Why) 할까의 접근이다(Innella, & Rodgers, 2021). 예술-공학 융합교육 개발 연구를 통해 무엇을, 어떻게, 왜 할까에 대한 확장된 사고, 정교한 커뮤니케이션능력을 높이는 효과적인 교육설계를 통해 학문적 발전에 기여할 수 있다. 대학에서는 첨단분야 미래 인재 양성을 위한 예술 기반의 융합 프로그램 개발을 확대할 수 있고, 초중등교육에서는 미래 예비공학자 또는 예비과학자 프로그램으로 융합 프로그램을 개발하거나 STEAM 교육과정 개발에 적용하는 연구를 수행할 수 있다.

둘째, 예술-공학 융합 프로그램에서도 Kirkpatrick 4단계 모형이 유용하다는 것과 다양한 융합 프로그램의 사례를 Kirkpatrick 4단계 모형의 가정으로 검증해 볼 필요가 있다는 것을 시사한다. 본 연구의 결과를 통해 융합교육 분야에서는 STEP2와 STEP3의 순차적 위계적 선형의 인과관계가 전제되지 않을 수 있다는 점이 밝혀졌다. 다양한 사례 분석을 통해 한 분야의 교육훈련이 아닌 융합교육 분야에서 실증연구를 축적해나감으로써 융합교육을 위한 프로그램 평가모형의 이론을 견고히 해나는데 기여할 수 있을 것이다. 대학에서는 소감, 만족도 조사, 과제평가 중 교수자의 평가방식에 의해 선별적으로 평가하고 있으며, 초중등교육에서는 주로 만족도와 사전-사후 형성평가로 적용하고 있다. 융합 프로그램의 효과를 전 단계에 걸쳐 평가하고 사례를 축적해나간다면, 학습성도를 구체적으로 분석할 수 있고, 이를 통해 융합 프로그램에 적합한 평가모형으로 발전시켜 나갈 수 있을 것이다.

다음 실무적 시사점으로는 첫째, 예술-에너지 융합 비교과 프로그램은 학습 효과성이 검증되었으므로 운영유지 전략을 취해야 한다는 것을 시사한다. 더 나아가 현재 운영하는 비교과 프로그램을 지속적으로 모니터링하고 대내외 요구를 파악하여 반영하는 등 양질의 프로그램을 제공할 수 있도록 개선해나가야 한다. 예술 분야와 에너지 분야의 융합은 다양하게 적용될 수 있으므로 새롭고 다양한 주제로 기획하여 융합적 사고의 기회를 부여하고, 학습자가 창의·융합적 사고를 발휘하여 결과물을 창출해보는 경험을 제공하는 등 프로그램의 고도화를 위한 노력이 요구된다.

둘째, 본 비교과 프로그램을 꾸준히 운영하여 탄소중립 과제와 에너지 저감 실천 행동 등 에너지 분야에 대한 관심을 확대해나가는 것이 필요하다. 본 프로그램은 타전공생, 타교생, 재직자, 일반 성인학

습자가 모두 수강할 수 있는 개방형 프로그램으로 운영하고 있으나, 에너지에 대한 관심도에 차이가 있었다. 탄소중립과 에너지 저감 실천 행동은 특정 분야의 특정인이 아닌 우리 모두가 시민으로서 실천해야 할 공동의 과제이므로 인식개선을 위한 대학의 노력이 필요하다.

셋째, 본 연구에서 수강 만족도는 학습자의 특성과 관계없이 높았다. 수강 만족도는 이해도와 창의·융합적 사고확장에 긍정적인 영향을 미치므로 높은 수준의 수강 만족도를 유지하기 위해 노력해야 한다. 또한, 이해도가 타 분야에 대한 관심도로 이어지지 않았으므로 다양한 배경의 학습자가 수강하는 만큼 새로운 관점에서 흥미를 불러일으킬 수 있도록 접근하려는 노력이 필요하다.

넷째, 개방형 비교과 프로그램 운영과는 별개로 선행연구들(Jeong, & Choi, 2021; Joo *et al.*, 2016)과 같이 비교과 프로그램의 성공이 정규교과목 편성으로 이어질 수 있도록 본부, 공과대학과 예술대학의 실무적 차원의 협력이 필요하다. 융합교육의 성공은 학습 내용의 융합뿐만이 아니라 교수진의 융합적 사고와 유기적 협력이 필요하나(Jeong, 2017), 대학의 경우 교수들은 각자의 전공 분야의 전문성을 토대로 활동하는 경향이 있다. 또한, 동일 전공에서 팀티칭을 하는 경우는 많지만 다른 전공의 교수들과 팀티칭을 하는 경우는 찾기 어렵다. 타 전공에서 교차적 사고와 협력을 통해 융합강좌의 완성도를 높일 수 있도록 학교 차원에서 지원한다면, 대학은 STEAM 교육의 우수사례 개발과 창의·융합적 사고능력을 갖춘 과학기술 인재 양성에 실효성을 높일 수 있을 것이다.

본 연구는 유용한 시사점을 제공하였으나, 몇 가지 한계가 있으며 이와 관련하여 후속 연구에 대해 다음과 같이 제안한다. 첫째, 남성, 이공계열, 학생의 응답 비율이 높아 결과해석에 편향 가능성이 있을 수 있다. 향후 프로그램 운영을 확대하여 충분한 응답 자료를 확보한 후에 분석한다면, 자료의 편향성을 줄일 수 있을 것이다. 둘째, 본 연구의 사례인 비교과 프로그램은 분기별 시행되었던 특별강좌로 교육과정이나 다른 분야의 융합 프로그램에 본 연구의 결과를 적용하는 것이 제한적일 수 있다. 장기적인 관점에서 예술-에너지 융합 프로그램의 학습 효과성의 추이를 살펴보거나, 추후 교과목으로 운영한 결과를 분석한다면, 프로그램의 성과를 보다 면밀히 분석할 수 있을 것이다.

## 국문요약

본 연구의 목적은 창의·융합적 사고 향상을 위한 예술-공학 융합교육의 학습 효과성을 분석하는 것이다. 이를 위해 K대학에서 운영한 예술-에너지 융합 비교과 프로그램을 수강했던 263명의 응답자료를 사용하여 Kirkpatrick의 4단계 모형에 따라 분석하였다. Excel 2018, SPSS 25.0, Process macro 4.0 프로그램을 사용하여 분석한 주요 결과는 다음과 같다. 첫째, STEP1 수강 만족도(M=4.43), STEP2 이해도(M=4.52), STEP3 에너지에 대한 관심증가(M=4.26), STEP4 창의·융합적 사고확장(M=4.41)의 전체 평균은 모두 높게 산출되어 학습이 효과적이라는 것을 보여주었다. 둘째, STEP1은 학습자 특성에 따른 차이가 없었으나, STEP2와 STEP3은 남성이 여성보다 유의하게 높았다. 그리고 STEP4는 남성이 여성보다, 이공계열 학습자가 비이공계열 학습자보다 유의하게 높았다. 셋째, STEP1은 STEP2에, STEP3은 STEP4에 긍정적인 영향을 미쳤으나, STEP2가 STEP3에 영향을 미치

지 않아 Kirkpatrick의 4단계 모형이 단계별 순차적으로 인과성이 있다는 가정이 충족되지 않았다. STEP1, STEP2, STEP3는 STEP4에 직접적인 영향을 미쳤고, STEP2와 STEP3는 각각 STEP1과 STEP4의 관계를 매개하였다. 그러나 STEP2와 STEP3이 STEP1과 STEP4의 관계를 연속매개하지 않았다. 본 연구 결과를 토대로 논의하고 공학 및 과학교육의 관점에서 학문적, 실무적 시사점을 제공하였다.

**주제어 :** Kirkpatrick 모형, 학습 효과성, 비교과 프로그램, 예술-공학교육, 융합교육, 창의·융합적 사고, 에너지신산업, 신재생에너지

## References

- Alsalamah, A., & Callinan, C. (2022). The Kirkpatrick model for training evaluation: Bibliometric analysis after 60 years (1959-2020). *Industrial and Commercial Training*, 54(1), 36-63.
- Bates, R. (2004). A critical analysis of evaluation practice: the Kirkpatrick model and the principle of beneficence. *Evaluation and Program Planning*, 27(3), 341-347.
- Chi, Y. (2008). A study on elements of and directions in space habitat design. *Journal of Basic Design & Art*, 9(3), 293-303.
- Ghanbari, S. (2015). Learning across disciplines: A collective case study of two university programs that integrate the arts with STEM. *International Journal of Education & the Arts*, 16(7). Retrieved from <http://www.ijea.org/v16n7/>.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2010). *Multivariate data analysis* (7th ed.). Upper Saddle River.: Prentice-Hall.
- Hughes, B. S., Corrigan, M. W., Grove, D., Andersen, S. B., & Wong, J. T. (2022). Integrating arts with STEM and leading with STEAM to increase science learning with equity for emerging bilingual learners in the United States. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 58.
- Huh, W. (2022). A Case study of engineering comprehensive design subject incorporating convergence with art. *Journal of The Korea Convergence Society*, 13(4), 195-201.
- Hussey, T., & Smith, P. (2008). Learning outcomes: a conceptual analysis. *Teaching in Higher Education*, 13(1), 107-115.
- Innella, G., & Rodgers, P. A. (2021). The benefits of a convergence between art and engineering. *High Tech and Innovation Journal*, 2(1), 29-37.
- Jeong, O. (2022). A case study of creative and convergence approach arts-oriented liberal arts curriculum management based on the need for university education innovation. *Korean Journal of General Education*, 16(4), 141-157.
- Jeong, S., & Choi, I. (2021). Study of new STEAM program incorporating metal craft into curriculum of materials science and engineering. *The Journal of the Korea Society of Art&Design*, 24(2), 112-128.
- Jeong, Y. J. (2017). A Study of methodology on convergence education for enhancement of creative and convergent thinking: Focused on Case Study of 「Crossover 1: Humanities」. *Korean Journal of General Education*, 11(6), 13-38.
- Joo, E. S., Kim, C., & Kim, K. H. (2016). Case study of creative merged camp for non-subject program development. *Journal of Engineering Education Research*, 19(1), 54-60.
- Kim, J. Y. (2023). Development of STEAM-based robot education program: Focusing on the case of operation of the 2022 University Career Exploration Camp. *Korea Institute of Design Research Society*, 8(1), 82-91.
- Kim, J., Kim, M., Yang, S., Kwon, J., Lee, Y., & Lee, H. (2017). In-depth understanding on life and culture of university students: Academic performance and career prospects. Jincheon: Korean Educational Development Institute, RR2017-11.
- Kirkpatrick D. L. (1959). Techniques for evaluating training programs. *Journal of the American Society of Training Directors*, 13(1), 3-9.
- Ko, I., & Kang, J. (2020). A study on effectiveness of financial educational program for college students on personal practical finance using the Kirkpatrick four-level training evaluation model. *Journal of Financial Regulation and Supervision*, 7(2), 31-74.
- Lee, M. (2016). Enhancing creativity for engineering students: A case study of an art-based convergence education course. *The Korean Journal of Arts Education*, 14(3), 29-46.
- Lee, S. (2011). STEAM education through the education of energy and climate change. *Journal of Energy and Climate Change Education*, 1(1), 1-11.
- Lee, Y., Kim, M., Jung, E., & Jang, M. (2022). The effects of the fall prevention education using the Kirkpatrick model: For the students majoring in housing design. *The Korean Housing Association*, 33(3), 61-69.
- Lim, E., Kim, B., Kim, S., & Lim, H. (2019). Analysis of university students' perceptions on the creativity and convergence extra-curricular programs. *Korean Journal of General Education*, 13(2), 287-312.
- Lim, S. (2022). The creativity and medici effects through the cultural dance convergence curriculum, 'Dan-Thinking'. *Official Journal of Korean Society of Dance Science*, 39(4), 37-55.
- Nawaz, F., Ahmad, W., & Khushnood, M. (2022). Kirkpatrick model and training effectiveness: a meta-analysis 1982 to 2021. *Business & Economic Review*, 14(2), 35-56.
- OK, Y. (2020). A case of the development of university general basic curriculum using 'Works of Art': In relation to the creation and convergence in liberal area. *Art Education Review*, 73, 189-216.
- Park, K. (2018). The effects of instructional design model based on the nature of design thinking on secondary pre-service teacher's instructional design activities. *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 18(3), 191-214.
- Park, Y., & Yang, K. (2018). The effect of Kirkpatrick model on a university teaching support program. *The Journal of Korean Teacher Education*, 35(4), 95-115.
- Peppler, K., & Wohlwend, K.. (2018). Theorizing the nexus of STEAM practice. *Arts Education Policy Review*, 119(2), 88-99.
- Poindexter, C., Reinhart, D., Swan, B., & McNeil, V. (2016, October). The university of Central Florida STEAM program: Where engineering education and art meet. In 2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), IEEE, 1-7.
- Reio Jr, T. G., Rocco, T. S., Smith, D. H., & Chang, E. (2017). A critique of Kirkpatrick's evaluation model. *New Horizons in Adult Education and Human Resource Development*, 29(2), 35-53.
- Schnugg, C., & Song, B. (2020). An organizational perspective on ArtScience collaboration: Opportunities and challenges of platforms to collaborate with artists. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 6(1), 6.
- Shim, Y. S. (2021). A study on the participatory strategy of renewable energy design through art-technology convergence: Focusing on the LAGI case. *The Korean Society of Science & Art*, 39(3), 213-226.
- Sung, J. S., & Koh, E. Y. (2015). A study on the steam program developed by utilizing solar energy. *A Journal of Brand Design Association of Korea*, 13(1), 97-108.

## 저자정보

최지현(고려대학교 연구교수)