



Enhancing the Creative Potential of Gifted Students through STEAM-Based Music Activities*

Zeynep ÖZER^{a*} (ORCID ID - 0000-0001-5884-3367)

Rasim Erol DEMİRBATIR^b (ORCID ID - 0000-0002-9472-3001)

^aMinistry of Education, Bursa/Türkiye

^b Bursa Uludağ University, Faculty of Education, Bursa/Türkiye



Article Info

DOI: 10.14812/cuefd.1729415

Article history:

Received 03.09.2025

Revised 06.10.2025

Accepted 27.10.2025

Keywords:

5E Instructional Model, Creativity, Gifted Students, Music Education, STEAM Approach.

Research Article

Abstract

Creativity is recognised as a key element that helps gifted individuals reach their full potential. Especially interdisciplinary approaches including STEAM applications are seen as effective in supporting and revealing this potential. The current study investigated the effect of STEAM-based music activities on the creativity potential of gifted students. A 'One-group pretest-posttest experimental design' was used as the study method. Conducted during the 2022-2023 academic year, the research involved 20 fifth-grade students studying at Bursa Halil İnalçık Science and Art Centre. In the study, five STEAM-based music activities were designed, and the experimental implementation lasted for 12 weeks. In this process, the 'Evaluation of Potential Creativity Test' (EPoC) was applied to evaluate the effects of the activities on the creative potential of gifted students. The data were analysed using a parametric statistical method, paired samples t-test, to determine the significance of the changes between the pre-test and post-test scores. The results showed that there was a statistically significant increase in the post-test creativity scores of the students. In this direction, it is thought that interdisciplinary studies in music education can positively affect the creativity potential of gifted students. Moreover, this study is expected to contribute to the growing body of literature on the role of interdisciplinary approaches in gifted education. In parallel, the findings highlight the value of STEAM-based methodologies in fostering creativity through music education.

STEAM Temelli Müzik Etkinlikleri ile Özel Yetenekli Öğrencilerin Yaratıcılık Potansiyelinin Artırılması

Makale Bilgisi

DOI: 10.14812/cuefd.1729415

Makale Geçmişi:

Geliş 03.09.2025

Düzeltilme 06.10.2025

Kabul 27.10.2025

Anahtar Kelimeler:

5E Öğrenme Modeli, Müzik Eğitimi, Özel Yetenekli Öğrenciler, STEAM Yaklaşımı, Yaratıcılık.

Öz

Yaratıcılık, özel yetenekli bireylerin potansiyellerini gerçekleştirmelerinde temel bir rol oynamaktadır. Disiplinler arası yaklaşımlar, özellikle STEAM tabanlı uygulamalar, bu potansiyelin açığa çıkarılmasında etkili bir araç olarak görülmektedir. Mevcut çalışmada da STEAM temelli müzik etkinliklerinin özel yetenekli öğrencilerin yaratıcılık potansiyeline etkisi araştırılmıştır. Araştırmanın yöntemi olarak "tek grulu ön test-son test deneysel desen" kullanılmıştır. 2022-2023 eğitim-öğretim yılında gerçekleştirilen bu çalışma, Bursa Halil İnalçık Bilim ve Sanat Merkezi'nde öğrenim gören 20 beşinci sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Araştırmada STEAM temelli beş müzik etkinliği tasarlanmış ve deneysel uygulama 12 hafta devam etmiştir. Bu süreçte etkinliklerin özel yetenekli öğrencilerin yaratıcı potansiyelleri üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla 'Potansiyel Yaratıcılığın Değerlendirilmesi Testi' (EPoC) uygulanmıştır. Veriler, ön test ve son test puanları arasındaki değişimlerin anlamlılığını belirlemek için parametrik bir istatistiksel yöntem olan eşleştirilmiş örneklem t-testi kullanılarak analiz edilmiştir. Sonuçlar, öğrencilerin son test yaratıcılık puanlarında istatistiksel olarak anlamlı bir artış

* This study is a part of the doctoral dissertation prepared by the first author under the supervision of the second author. This study was also supported by Bursa Uludağ University Scientific Research Projects Coordination Office under project number SDK-2023-1308.

*Corresponding Author: zeynepozer@uludag.edu.tr

Araştırma Makalesi

olduğunu göstermiştir. Bu doğrultuda, müzik eğitiminde disiplinler arası çalışmaların özel yetenekli öğrencilerin yaratıcılık potansiyelleri üzerinde olumlu etkiler yaratabileceği düşünülmektedir. Ayrıca ilgili çalışmanın özel yeteneklilerin eğitiminde disiplinler arası yaklaşımların rolü üzerine gelişen literatüre katkıda bulunacağı düşünülmektedir. Buna paralel olarak, mevcut çalışma STEAM temelli metodolojilerin müzik eğitiminde yaratıcılığı teşvik etmedeki değerini vurgulamaktadır.

Introduction

In contemporary society, information is shaped in parallel with the changing needs and expectations of individuals and undergoes continuous transformation. This transformation also has an impact on the field of education. Various approaches are being developed to enable learning and teaching processes to adapt to these changes (Adeosun & Shanu, 2022). These approaches aim to support students' development in cognitive, affective, and psychomotor domains in a balanced and holistic manner (Leavy et al., 2023; Lo & Feng, 2020). However, it is generally accepted that teaching approaches based on a single discipline are not sufficient to support the comprehensive development of students (Liegeot, 2020; Xu et al., 2022; Kanmaz, 2022). Yakman and Lee (2012) emphasise that interdisciplinary learning enhances students' ability to apply knowledge in diverse contexts and deepen its meaning. Similarly, Perales and Aróstegui (2021) and Thompson (2024) state that the integration of multiple disciplines into the core curriculum has gained importance in contemporary educational research. Kwang-Soon (2021) argues that sustainable and meaningful knowledge can be produced by relating learning content to real-life situations, thereby meeting the needs of the 21st century.

In this context, the importance of interdisciplinary approaches in education is increasingly growing, and STEM applications are coming to the forefront in this direction. The STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) approach aims to integrate the disciplines of science, technology, engineering, and mathematics to help students acquire the knowledge, skills, and competencies required for the 21st century. Indeed, Anisimova et al. (2020) emphasise the necessity of incorporating the STEM approach into educational programs. However, some limitations have also emerged in the development process of the STEM approach. Although current applications can effectively transmit scientific knowledge, many researchers indicate that these programs do not adequately support creativity, aesthetic sensitivity, and human values (Gavrilas & Kotsis, 2025). These criticisms have necessitated the integration of science and technology with the humanities and arts, paving the way for the emergence of the STEAM approach (Kim & Auh, 2024).

The fundamental difference between STEM and STEAM lies in the inclusion of art in the learning process within the STEAM approach. While STEM focuses on developing technical and scientific skills, STEAM offers a more holistic educational understanding by placing creativity and artistic thinking at the centre of the learning process (Suárez Millán & Betancourt Arango, 2025). The integration of art into STEM projects facilitates the acquisition of fundamental artistic values, thanks to the holistic nature of intelligence and the intrinsic connections between art and science (Morari, 2023). Moreover, art enables critical thinking rather than rote learning, reducing students' dependence on stereotypical knowledge and positively influencing learning processes in other disciplines (Poyraz, 2018). This integration also fosters the strengthening of interdisciplinary connections, enhances teacher-student collaboration, and promotes the development of a deeper understanding of assessment processes (Wilson, 2018).

Numerous studies have demonstrated that the inclusion of art in the STEM framework enhances creativity and innovation by promoting multifaceted perspectives on different disciplines (Baker, 2013; Blatt-Gross, 2015; Barbuscia & Mills, 2017; Dorn, 1999; Grytting, 2000; Gardner, 1990; Heaton, 2021; Logsdon, 2013; Pascarella et al., 2013; Terada, 2009). Furthermore, integrating art into STEM allows aesthetic experiences to make meaningful contributions to learning processes and improve the quality of learning outcomes (Mejias et al., 2021). As a result, the STEAM approach is being successfully implemented in many countries as an effective model for equipping students with the essential skills required for the 21st century (Bertrand & Namukasa, 2020).

Music education is not excluded from the STEAM approach. On the contrary, it has the potential to support learning through developing spatial thinking skills and interdisciplinary interaction (Semenikhina et al., 2024). The “Summer Music Technology Program” conducted by Gregorio et al. (2015) presents a concrete example of this integrated approach. In this program, students had the opportunity to explore fundamental concepts from fields such as engineering, science, and mathematics through inquiry-based learning modules centred on music technology. Therefore, music is not only a medium for artistic creativity but can also be considered a learning context in which scientific modes of thinking are reflected and developed (Miendlarzewska & Trost, 2014).

This holistic and interdisciplinary learning approach provides an exceptionally suitable learning environment, particularly for gifted students with high cognitive potential and developed levels of creativity. Considering that the education of gifted students is a priority in many societies, the aim is to increase the quality of education by developing different approaches and strategies (Jarvis & Henderson, 2014; Karnes & Bean, 2021; Lockhart et al., 2021). In this context, the multifaceted structure of the STEAM approach is described as an effective model for equipping gifted individuals with 21st-century skills (Yang et al., 2023). Indeed, the STEAM approach is becoming increasingly widespread in the education of gifted students (Sattarova, 2025). In a study conducted by Lage-Gomez et al. (2023), the relationship between interdisciplinary integration, creativity, and motivation of gifted students was examined in three different STEAM projects; it was found that art brings a multidimensional approach to knowledge and creativity, and that active participation of students increases motivation.

As in many countries, various programs are conducted in Turkey to educate gifted students. One of the institutions where these programs are implemented most comprehensively is the Science and Art Centres (BİLSEM), affiliated with the Ministry of National Education. At BİLSEM, students receive education in three main areas of talent: music, art, and general ability. The concept of "general ability" here refers to the identification and development of students' mental potential. The primary purpose of these centres is to provide gifted students with advanced cognitive, affective, and social skills (MEB, 2025, October 11). In line with this goal, it is reported that STEM-based activities are effectively implemented in BİLSEM (Ceylan et al., 2018).

It has been determined that there are numerous studies conducted on STEM/STEAM applications for both gifted students and teachers in BİLSEMs (Science and Art Centres) in Turkey (Barış & Ecevit, 2019; Barış, 2019; Bircan & Köksal, 2020; Bulut, 2019; Çelik Şahin et al., 2020; Çoban et al., 2019; Eker, 2019; Kalkan & Eroğlu, 2017; Nacaroğlu & Kızıkan, 2021; Poyraz, 2018; Şahin & Kabasakal, 2018; Şahin, 2021). However, a large portion of these studies has focused on science and mathematics disciplines. In contrast, research addressing the STEAM approach in the context of music education appears to be quite limited. Existing studies are predominantly descriptive in nature. There is a lack of research examining the effects of STEAM applications within the framework of music education on student creativity, interdisciplinary thinking, and problem-solving skills, using experimental or mixed-methods approaches (Gürer et al., 2024; Turhal, 2020). Furthermore, considering the structure of BİLSEMs in Turkey and the characteristics of local music culture, it can be said that STEAM-based music education research conducted in this context would fill a cultural and contextual gap in the literature.

As today's complex problem areas necessitate interdisciplinary integration, the STEAM approach broadens students' analytical thinking horizons and supports the acquisition of cognitive and social skills required by the age (Rahman et al., 2025). In this context, incorporating art into learning activities not only enriches aesthetic outputs but also facilitates the integration of creativity and critical thinking into learning processes (Liu et al., 2023). While creative thinking refers to individuals' capacity to develop flexible, original, and practical solutions, innovation encompasses the process of transforming these creative ideas into tangible applications (Vargel et al., 2024). Therefore, the STEAM approach not only encourages creative thinking but also lays the groundwork for innovative production processes.

Based on this theoretical framework, the present research aims to examine the impact of STEAM-based music activities on the creative potential of gifted students. In this context, the study investigated whether there was a significant change in the creative potential levels of gifted students before and after their

participation in STEAM-based music activities. The sub-problems of the research were determined as follows:

- Does a statistically significant difference exist between the pretest and post-test creative potential scores of gifted students?
- Does a statistically significant difference exist between the pretest and post-test divergent exploratory thinking graphic test scores of gifted students?
- Does a statistically significant difference exist between the pretest and post-test divergent exploratory thinking verbal test scores of gifted students?
- Does a statistically significant difference exist between the pretest and post-test convergent associative thinking graphic test scores of gifted students?
- Does a statistically significant difference exist between the pretest and post-test convergent exploratory thinking verbal test scores of gifted students?

In this context, the STEAM-based music activities in the relevant study were designed based on the 5E Learning Model. This choice is supported by research findings demonstrating that the 5E model has positive effects on students in the STEAM context (Açışlı Çelik, 2022; Çetin & Şeker, 2022; Güven et al., 2022; Koyunlu Ünlü & Dökme, 2022; Leung, 2019). This model, comprising five stages (engagement, exploration, explanation, elaboration, and evaluation), is one of the instructional models developed to enhance the effectiveness and efficiency of STEAM education (Ayvacı & Ayaydın, 2018).

While traditional music education often focuses on technical skills and performance, this study examines how art can assume a transformative function in the STEAM context with a creativity-centred perspective. It is stated that practices supporting creative thinking can be effective in developing gifted students' curiosity, interest, and critical thinking skills; particularly structured activities conducted at an early age can support cognitive development (Piske et al., 2017). Therefore, the findings from this research are expected to make significant contributions to teachers and educational policies regarding the integration of interdisciplinary practices into music education and the redesign of educational programs. Furthermore, this study is significant in demonstrating that creativity, an abstract and often intangible concept, can be fostered through structured STEAM activities.

Method

Research Model

A one-group pretest-posttest experimental design was used in this study. Experimental research is aimed to evaluate the effect of a certain idea, practice or procedure on an outcome or dependent variable. In this process, the intervention or approach to be tested is determined first (Creswell, 2012). Although this design is generally seen as one of the weaker options, Creswell (2012) stated that it is important to choose this design when a different approach is planned and implemented. The literature review showed that many existing studies were designed based on "a one-group pretest-posttest experimental design" (Aydoğdu, 2025; Mohammed et al., 2025; Phinla et al., 2025;). In this design, participants are subjected to pretests before the application. After the training process is carried out, posttests are applied. The results are evaluated by comparing pretest and posttest measurements (Marsden & Torgerson, 2012). Therefore, a one-group pretest and posttest experimental design is considered to be the most appropriate approach for the related study.

All procedures in this study complied with the regulations outlined in the Directive for Scientific Research and Publication Ethics in Higher Education Institutions. None of the Actions Contrary to Scientific Research and Publication Ethics specified in the directive's second section were carried out. Necessary permissions for conducting this research were obtained from the Bursa Uludağ University Social and Human Sciences Research and Publication Ethics Committee (2022-04).

Study Group

The research group in this study was chosen through the criterion sampling method, which is a type of purposive sampling technique. Purposive sampling is a non-probabilistic, non-random approach where participants or cases with high potential to provide valuable information are intentionally selected according to the aims of the research. This approach helps gather detailed and high-quality data on the topic being studied (Büyüköztürk et al., 2020). According to Patton (1980), purposive sampling allows researchers to conduct an in-depth examination of cases rich in information. In criterion sampling, all cases that meet predetermined criteria are examined. These criteria may be established by the researcher or drawn from an existing set of standards (Şimşek & Yıldırım, 2011).

The criteria determined by the researchers are as follows.

- The students are enrolled in the general aptitude program of the centre where the research is conducted and attend classes regularly,
- Their interest in music (Students who applied for the "STEAM-Based Music Activities" workshop),
- To declare that they will voluntarily participate in the activities with the permission of their parents,
- They must be fifth-grade students.

The research group consists of 25 fifth-grade students enrolled in the general aptitude program at the Science and Art Centre, who registered for the "STEAM-Based Music Activities" workshop, created in accordance with the aforementioned criteria. However, only 20 students regularly participated in all activities. Accordingly, the study group of the research comprises a total of 20 fifth-grade students, consisting of 10 girls and 10 boys.

Preparation of STEAM-Based Music Activities

Five STEAM activities were designed for this study. The duration of each activity was determined based on its content and interdisciplinary components. Therefore, the experimental process was planned to last a total of 32 class hours. Throughout the implementation process, the activities were conducted sequentially. Table 1 presents the titles, implementation durations, and related disciplines of the STEAM-based music activities.

Table 1
STEAM-Based Music Activities

Activity No	Activity Title	Duration	Related Disciplines
Activity 1	Coding My Designed Instrument	4 Weeks/8 Lessons	Technology/Science/ Mathematics
Activity 2	Digital and Virtual Reality I	2 Weeks/6 Lessons	Technology/Mathematics
Activity 3	Digital and Virtual Reality II	2 Weeks/6 Lessons	Technology/Mathematics
Activity 4	Designing a Music Game with a 3D Pen	2 Weeks/6 Lessons	Technology/Engineering/ Mathematics
Activity 5	Musical Designs in Tinkercad	2 Weeks/6 Lessons	Technology/Engineering/ Mathematics

As presented in Table 1, the first activity, "Coding My Design Instrument", was designed to last four weeks (eight lessons). This activity brought together the disciplines of technology, science, and mathematics within the context of music education. Each of the other activities was designed to last two weeks (six lessons). Activity 2 and Activity 3 were linked to the disciplines of technology and mathematics. Activity 4, "Designing a Music Game with a 3D Pen", and Activity 5 "Musical Designs in Tinkercad" are based on the integration of technology, engineering, and mathematics. The activities in Table 1 are briefly introduced below.

Coding My Designed Instrument

This activity, planned as a total of eight lesson hours (two lessons per week) over four weeks, has been structured using the 5E instructional model. In the engagement phase, students were encouraged to think about the formation of sounds and their transmission through digital tools, and their curiosity was aimed to be supported by sharing their previous experiences with music and technology. In the exploration phase, the goal was for students to recognise the basic components of the Scratch program and the Makey Makey kit, make connections with conductive materials, and observe how coded sounds can be associated with physical interaction. In the explanation phase, under teacher guidance, activities were conducted to create rhythmic patterns and melodies using the Scratch program (Scratch, 2025, June 26), thereby contributing to the understanding of the relationship between digital coding, sound production, and conductivity. In the elaboration phase, students were supported in designing their own musical instruments using recycled materials and developing their musical expressions by integrating their created codes with these designs. In the evaluation phase, students were expected to reflect on their learning processes, share their experiences, and review both their designs and their awareness of STEAM concepts. Images related to the implementation process of Activity 1 are presented in Figure 1.

Figure 1
Visuals of Activity 1 Process (Özer, 2023)



Digital and Virtual Reality I

This activity, implemented over two weeks comprising a total of six lesson hours, was designed in accordance with the 5E instructional model and aimed to integrate Scratch software with virtual reality applications. In the engagement phase, the goal was to awaken students' curiosity through discussions on how digital technologies can be used to represent and interpret musical concepts. In the exploration phase, students were asked to design short animations in the Scratch program, introducing a symphonic instrument of their choice. This process is designed to enable students to experience the creative application of digital tools. The explanation phase focused on the relationship between sound, movement, and digital representation, and students were supported in developing their animations accordingly. In the elaboration phase, an introductory presentation on conducting was given, after which students had the opportunity to experience a conducting simulation through the virtual reality application Maestro: The Masterclass (Maestro, 2024, July 15), allowing them to associate bodily movements with musical expression. In the evaluation phase, students were encouraged to reflect on their learning experiences, discuss the contribution of virtual and digital tools to their musical understanding, and receive feedback on both their creative processes and digital competencies. Figure 2 presents visuals related to the “Digital and Virtual Reality I” activity.

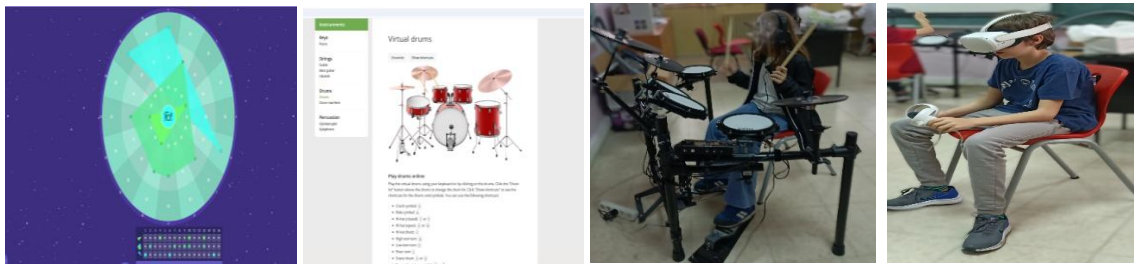
Figure 2
Visuals of Activity 2 Process (Özer, 2023)



Digital and Virtual Reality II

This activity, titled “Digital and Virtual Reality II”, was implemented over two weeks, comprising a total of six lesson hours, and was structured according to the 5E instructional model. In the engagement phase, students' attention was directed to the concept of rhythm and its relationships between music, mathematics, and technology. In the exploration phase, students utilised the Groove Pizza program to conduct interactive studies on mathematical shapes and rhythmic patterns, thereby experiencing rhythm both visually and auditorily (Hein & Srinivasan, 2019). In the explanation phase, the Musicca digital learning environment, which offers interactive activities for instruments such as piano, guitar, bass guitar, and drums, was introduced, supporting the development of students’ rhythm perception during this process (Musicca, 2023, July 15). In the elaboration phase, students experienced virtual drumming through the Air Drums application, a free virtual reality simulation developed by Meta, which provided an opportunity to integrate rhythmic movement with sensory interaction (Air Drums, 2024, July 19,). In the evaluation phase, students reflected on their learning processes. They discussed the contributions of different digital and virtual environments to the development of their rhythm skills and general musical awareness. Images related to the implementation process of the Digital and Virtual Reality II activity are presented in Figure 3.

Figure 3
Visuals of Activity 3 Process (Özer, 2023)



Music Game Design with 3D Pen

This activity, titled “Music Game Design with 3D Pen”, is planned for a total of six lesson hours, with three lessons per week, and is structured according to the 5E instructional model. During the engagement phase, students' curiosity was piqued through discussions on how three-dimensional materials can be utilised to represent musical concepts and support learning. In the exploration phase, the 3D pen was introduced to students as an educational tool, and small study groups were formed to conduct preliminary research on potential music game designs. In the explanation phase, guidance was provided for three-dimensional modelling of musical terms and symbols. During this process, the relationship between visual representation, design, and musical meaning was emphasised. In the elaboration phase, students collaboratively designed and created game elements using the 3D pen. Students transformed abstract musical concepts into concrete models that activate both their visual and tactile senses. In the evaluation phase, students shared their designs, reflected on the process, and discussed how the 3D modelling experience contributed to the development of their musical concepts and problem-solving skills through

creativity and collaboration. Images related to the implementation process of the Music Game Design with 3D Pen activity are presented in Figure 4.

Figure 4
Visuals of Activity 4 Process (Özer, 2023)



Musical Designs in Tinkercad Programme

This activity, titled “Musical Designs in Tinkercad”, was implemented over two weeks, with a total of six lesson hours, three hours per week, and was structured according to the 5E instructional model. In the engagement phase, discussions were held on how digital design tools can be used to represent musical concepts and support creative expression. In the exploration phase, the focus was on the basic features of the Tinkercad program, which students had previously practised (Tinkercad, 2024, July 19). In the explanation phase, students were instructed on how to design music-related objects, emphasising the relationship between music, design, and technology throughout this process. In the elaboration phase, students were asked to create three-dimensional musical designs in the Tinkercad environment, utilising the knowledge they had acquired. This process is believed to have strengthened students' ability to integrate artistic and technical knowledge while developing their computational, creative, and design-oriented thinking skills (Cadena-Blanco et al., 2022; Mohapatra et al., 2020). In the evaluation phase, students reflected on their learning experiences. They discussed how digital modelling tools helped them understand the interdisciplinary relationships between engineering, art, and music within the STEAM approach framework. Images related to the implementation process of the Musical Designs in Tinkercad activity are presented in Figure 5.

Figure 5
Visuals of Activity 5 Process (Özer, 2023)



Data Collection Tools

In this study, the Evaluation of Potential Creativity (EPoC) test was employed to examine the impact of STEAM-based music activities on the creative potential of gifted students. Developed by Todd Lubart and Maud Besançon at Paris Descartes University and Baptiste Barbot at Yale University, the test is grounded in research conducted between 2000 and 2010 on the development of creative thinking in children (Lubart et al., 2013). The EPoC test includes verbal and graphic subtests that measure divergent and convergent thinking skills in primary and secondary school students. EPoC consists of 4 sub-dimensions; “Divergent Exploratory Thinking Graphical Test, Divergent Exploratory Thinking Verbal Test, Convergent Integrative Thinking Graphical Test and Convergent Integrative Thinking Verbal Test”. The scores obtained from each of these sub-dimensions are classified at seven levels: very high, high, upper

regular, average, lower normal, weak and very weak (Dereli, 2019; Lubart et al., 2013). It serves as a diagnostic tool using pre-tests and post-tests to monitor and evaluate creative potential in educational programmes that promote creativity. The test assesses both divergent thinking (generating a wide variety of ideas) and convergent thinking (producing a single creative outcome, such as a drawing or composition) (Lubart et al., 2022). The EPoC has demonstrated validity and reliability, with an inter-rater reliability rate of 87%.

Data Analysis

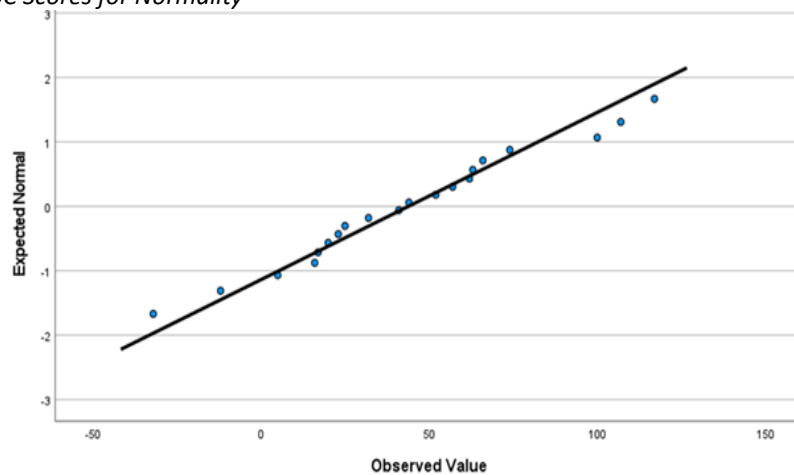
The Shapiro-Wilk normality test was applied to assess the distribution of the data obtained from the EPoC used in this study. Various statistical tests can be employed to examine the normality of data distributions, with the Shapiro-Wilk test being one of the most widely used methods for this purpose (Altunışık et al., 2007). In this study, it was determined that the results obtained from the Shapiro-Wilk test revealed that the data showed a normal distribution. Accordingly, we used the paired samples t-test, a parametric test, to analyse the data obtained from students’ EPoC scores. The paired samples t-test is used to compare measurements taken from the same group at different times using the same data collection instrument. This test is used to determine whether there is a statistically significant difference between the means of paired data values (Can, 2019). A standard t-test requires the assumption of a normal distribution. However, evidence suggests that non-normality is not a problem if skewness and kurtosis are not extreme, e.g. above ± 3 (Ross & Willson, 2017). The results of the Shapiro-Wilk normality test are given in Table 2.

Table 2
Shapiro-Wilk Test of Normality – EPoC

N	Statistic	df	p
20	.981	20	.941

Based on the Shapiro-Wilk test results displayed in Table 2, the p-value is greater than 0.05 ($p = .941$), which suggests that the data follow a normal distribution. Furthermore, the skewness (.136) and kurtosis (-.174) values for the differences between pretest-posttest scores are within the range of -1.5 to +1.5, indicating a symmetrical distribution and supporting the normality assumption. This conclusion is also visually supported by the Normal Q-Q plot of the EPoC test data shown in Graph 1.

Graph 1
Q-Q Plot of EPoC Scores for Normality



As shown in Graph 1, the compared values align along a 45-degree line, indicating normality. Given this assumption, a paired samples t-test was conducted to examine differences between pretest and posttest scores.

Validity and Reliability

In this research, the validity and reliability process was considered during the preparation, data collection, and analysis stages. The validity of STEAM-based music activities was ensured through literature reviews and expert opinions. The content of the activities was based on STEAM education and the 5E learning model principles; teaching materials used in the Science and Art Centre were examined and evaluated for their suitability to the research group. Music education-related activities were identified, and necessary adjustments were made through consultation with teachers experienced in the STEAM approach and experts in relevant fields. The Evaluation of Creative Potential Test (EPoC) was used as a data collection tool in the research. The test has undergone international validity and reliability studies, with an inter-rater reliability rate of 87% reported (Lubart et al., 2022). In this research, the Turkish adaptation of the test was employed, and measurements were conducted in accordance with the guidelines and under similar conditions.

Additionally, pretest-post-test applications were standardised in the data collection process; duration, instructions, and environmental conditions were arranged similarly for all participants. Before analysis, data were checked twice to minimise potential data entry errors. These practices support the consistency of the measurement and implementation processes used in the study.

Findings

In this section, in line with the sub-problems of the research, the results of the EPoC test are presented, which was conducted to investigate the effect of STEAM-based music activities on gifted students' creative potential and divergent and convergent thinking dimensions. In this context, the findings obtained by comparing the students' pre-test and post-test scores are presented separately for each sub-dimension.

1. Findings Related to Pretest and Posttest EPoC Scores of Gifted Students

Table 3 presents the results of the paired samples t-test conducted to determine whether there is a significant difference between the pre-test and post-test creative potential scores of gifted students on the EPoC test.

Table 3
T-Test Statistics for Paired Samples of EPoC Scores

Test	N	\bar{X}	S	sd	t	P
Pretest	20	372.45	35.81	19	-5.08	0.001
Posttest	20	416.3	32.93			

As indicated in Table 3, the mean test scores before and after the activities differ significantly [$t(19) = -5.08, p < 0.001$]. The average score of students in the pre-test was calculated as 372.45, while in the post-test it was 416.30. This difference demonstrates that STEAM-based music activities significantly increased students' creative potential levels. This finding indicates that music activities designed with the STEAM approach can be effective in developing not only artistic creativity but also cognitive flexibility, problem-solving, and innovative thinking skills.

2. Findings Related to Pretest and Posttest EPoC Divergent Exploratory Thinking Graphic Test Scores of Gifted Students

Table 4 presents the results of the paired samples t-test conducted to determine the difference between the pre-test and post-test scores of gifted students on the EPoC Divergent Exploratory Thinking Graphic Test.

Table 4

T-Test Statistics for the Divergent Exploratory Thinking Subscale of the EPoC Graphical Test

Test	N	\bar{X}	S	sd	t	P
Pretest	20	96.75	10.40	19	-2.84	0.01
Posttest	20	104.45	8.45			

As shown in Table 4, there is a statistically significant difference between the mean scores obtained before and after the activities on the Divergent Exploratory Thinking subscale of the EPoC Graphical Test [$t(19) = -2.84, p < .001$]. The average score of students in the pre-test was calculated as 96.75, while the average score in the post-test was 104.45. This increase demonstrates that STEAM-based music activities are effective in developing students' visual and creative thinking skills. These findings reveal that students have shown improvement, particularly in analysing visual images, generating new ideas, and exploring different ways of thinking. Therefore, it can be said that music-based STEAM activities support students' divergent thinking skills, thereby strengthening the exploratory aspect of creativity.

3. Findings Related to Pretest and Posttest EPoC Divergent Exploratory Thinking Verbal Test Scores of Gifted Students

Table 5 presents the results of the paired samples t-test conducted to determine the difference between the pre-test and post-test scores of gifted students on the EPoC Divergent Exploratory Thinking Verbal Test.

Table 5

T-Test Statistics for the Divergent Exploratory Thinking Subscale of the EPoC Verbal Test

Test	N	\bar{X}	S	sd	t	p
Pretest	20	95.20	16.96	19	-2.23	0.038
Posttest	20	104.45	11.95			

As shown in Table 5, a statistically significant difference was observed between the mean scores from the pretest conducted before the activities and the posttest administered afterward, highlighting the effect of the intervention [$t(19) = -2.23, p < .001$]. The average score of students in the pre-test was 95.20, while in the post-test, it was 104.45. This result indicates that STEAM-based music activities have a positive effect on students' divergent thinking skills in the verbal domain. The findings reveal that students improved their skills, such as generating ideas, verbally expressing their thoughts, developing alternative explanations, and using creative language, after participating in the activities.

4. Findings Related to Pre-Test and Post-Test EPoC Convergent-Integrative Thinking Graphic Test Scores of Gifted Students

Table 6 presents the results of the paired samples t-test conducted to determine the difference between the pre-test and post-test scores of gifted students on the EPoC Convergent-Integrative Thinking Graphic Test.

Table 6

T-Test Statistics for the Convergent Integrative Thinking Subscale of the EPoC Graphical Test

Test	N	\bar{X}	S	sd	t	P
Pretest	20	90.95	14.46	19	-5.21	0.001
Posttest	20	107	10.30			

As seen in Table 6, there is a statistically significant difference between the mean scores from the pretest administered before the activities and the posttest given afterward, indicating the effect of the intervention [$t(19) = -5.21, p < .001$]. The average score of students in the pre-test was 90.95, while in the post-test, it was 107.00. This difference indicates that STEAM-based music activities have significantly improved students' integrative thinking skills through the use of graphical representations. The findings reveal that students showed improvement in cognitive processes, such as relating different ideas,

integrating information, and drawing meaningful conclusions from visual data, after participating in the activities. This finding demonstrates that the STEAM approach contributes not only to students' creative production processes but also to their analytical thinking and synthesis skills.

5. Findings Related to Pre-Test and Post-Test EPoC Convergent-Integrative Thinking Verbal Test Scores of Gifted Students

Table 7 presents the results of the paired samples t-test conducted to determine the difference between the pre-test and post-test scores of gifted students on the EPoC Convergent-Integrative Thinking Verbal Test.

Table 7

T-Test Statistics for the Convergent Integrative Thinking Subscale of the EPoC Verbal Test

Test	N	\bar{X}	S	sd	t	p
Pretest	20	89.55	10.96	19	-3.84	0.001
Posttest	20	100.4	13.41			

As shown in Table 7, statistically significant differences were found between the mean scores of the pre-test administered before the activities and the post-test administered afterward [$t(19) = -3.84, p < .001$]. The average score of students in the pre-test was 89.55, while in the post-test, it was 100.40. This increase demonstrates that STEAM-based music activities significantly improved students' convergent thinking skills in the verbal domain. These findings reveal that students made progress in their abilities to establish connections between different pieces of information, make logical inferences, and express ideas by integrating them after participating in the activities.

Discussion, Conclusion and Recommendations

The findings obtained in this research demonstrate that STEAM-based music activities have a significant impact on the creative potential of gifted students. When comparing the pre-test and post-test results from the EPoC test, significant increases were detected in both the students' general creative potential scores and in the dimensions of divergent and convergent thinking. In particular, the score increases observed in the sub-dimensions of divergent thinking tests reveal that students' abilities to generate new ideas, develop original solutions, and make creative associations have improved. Similarly, the findings obtained in the convergent thinking sub-dimensions indicate that students have also made notable progress in their skills of combining ideas, holistic thinking, and logical reasoning. These results show that music education is not merely an aesthetic field, but also provides an interdisciplinary learning environment that develops students' high-level cognitive, creative, and technological skills. It has been concluded that STEAM-based music activities are an effective tool in developing gifted students' creative thinking, problem-solving, productivity, and innovative thinking skills.

The findings obtained are largely consistent with similar studies in the literature. Research shows that STEM/STEAM approaches play a significant role in the development of students' creativity and technological skills. Sirajudin et al. (2021, July 14-15), Wongta et al. (2020), and Hebebcı and Usta (2022) state that STEM-based learning supports students' creative thinking skills. Cheng et al. (2022) and Papadakis and Kalogiannakis (2022) emphasise that the STEAM approach is an effective strategy in developing students' creativity and ability to interact with technology.

Guyotte et al. (2015) and ElSary (2021) report that integrating art into STEM fields has a positive impact on students' motivation, attitude, and creativity levels. In this regard, STEAM education is considered a practical learning approach for acquiring the essential skills required for the 21st century (Sirajudin et al., 2021, July 14-15). Furthermore, Aguilera and Ortiz-Revilla (2021) indicate, through a comparative examination of STEM/STEAM-based educational interventions, that both approaches support students' creativity. However, the effects have not yet been framed within a clear conceptual and methodological context. In parallel with this view, Henriksen (2013) argues that incorporating art into STEM education enhances both the cognitive and creative capacities of students by promoting interdisciplinary thinking.

The integration of art into the educational process within the framework of the STEAM approach not only allows students to explore different developmental paths but also contributes to educators' awareness of how and to what extent they can support interdisciplinary learning processes that encourage creative thinking in a social context (Chen & Lo, 2019). While there are various approaches to the role of art in STEAM education, these approaches are mostly shaped within the framework of the "utilitarian perspective of art". In other words, art is often positioned as a tool to support learning in STEM fields (Ge et al., 2015). However, Sousa and Pilecki (2013) state that artistic skills are used as scientific tools by many scientists, mathematicians, and engineers. These skills encompass cognitive and sensory competencies, including careful observation, evaluating objects from different angles, meaning-making, expressing observations, working collaboratively, spatial thinking, and kinesthetic perception.

Today, developing students' creativity, especially in STEAM fields, is one of the primary goals of education (Cheng et al., 2022). The STEAM approach, which integrates these disciplines holistically, is considered a promising strategy for developing students' creative and technological skills (Papadakis & Kalogiannakis, 2022). Furthermore, this approach is seen as one of the learning activities that can be effective in imparting fundamental skills that have gained importance in 21st-century education (Sirajudin et al., 2021, July 14-15). In this context, the interdisciplinary learning environment offered by the STEAM approach also brings about the use of various technological tools and applications to support students' creativity.

One of the tools used in this research is virtual reality applications. The literature states that integrating virtual reality technologies with music education can positively affect learning experiences by improving students' skills such as active listening, concentration and time management (Innocenti et al., 2019). Another tool included in the study was 3D (three-dimensional) pencils. Although these tools were initially designed as toys for children, there are findings that they are effective in terms of students' creative design production and creating working drafts when used in an educational context. Chun (2021) suggests that design-based education using 3D pencils can improve students' creativity and problem-solving skills.

One of the activities applied in the research is based on game design. This approach, which focuses on the relationship between games, technology and learning, aims to develop different educational games and interactive outputs. This process is aimed at helping students develop creativity and collaborative problem-solving skills and design game-based solutions to real problems and opportunities in their society (Arnab et al., 2019). In his master's thesis, Cai (2019) argues that the game design-based thinking approach can increase creativity and empathy in students in the context of STEAM education. This study offers an innovative perspective on art education from a STEAM perspective and guides educators on how game design thinking can be integrated into other disciplines, especially STEAM. In addition, numerous studies have shown that educational games can increase students' learning motivation and academic efficiency. In recent years, enriched content and interaction elements integrated into games have increased the popularity of these educational tools (Liu & Chen, 2013).

Based on the literature review and the findings of this study, it can be inferred that incorporating the STEAM approach into music education processes may significantly enhance the creative potential of gifted students. Future research with gifted students is expected to further promote the integration of technology into music education and foster the development of innovative outcomes. Accordingly, it is recommended that educators working with gifted students consider incorporating similar activities into their curricula and examine them from multiple perspectives.

Furthermore, it is crucial for music educators to familiarize students with web-based music applications and incorporate these digital tools into instruction in alignment with contemporary educational practices. Teachers should thus be prepared to design and implement effective music and STEAM activities. In response to this need, it is recommended that teacher education programs include content on STEAM-based music instruction, and that in-service training be provided to support music teachers' professional development in this area. Such programs should equip teachers with the necessary knowledge and skills to apply music effectively within interdisciplinary educational contexts.

As a result, it is thought that the integration of the STEAM approach into music education should not only be limited to field applications but should also be implemented for pre-service teachers studying in music education departments of universities. In this context, higher education institutions must direct their students to interdisciplinary studies in order to adopt innovative, creative and holistic approaches to education.

It is predicted that STEAM-based applications to be carried out for students with different age groups and characteristics in the field of music education will provide contextual diversity to the related research, especially in Turkey, and make significant contributions to the literature. In this direction, it is suggested that researchers should examine the effects of STEAM-based music activities on student creativity more comprehensively with experimental designs with control groups.

It is also considered that research aiming to develop students' multidimensional skills through STEAM-based music activities can enhance the quality of music education. In this regard, it is important for future studies to investigate the sustainability and long-term impacts of STEAM-based music practices.

Author Contribution Rates

The first author managed the design and process of the study and performed data collection and analysis. The second author conducted the literature review and undertook the writing and editing of the article. Both authors contributed equally to the interpretation of the results. The first author contributed 55% and the second author contributed 45% to this study.

Ethical Declaration

All rules included in the "Directive for Scientific Research and Publication Ethics in Higher Education Institutions have been adhered to, and none of the Actions Contrary to Scientific Research and Publication Ethics" included in the second section of the Directive have been implemented.

Conflict Statement

The authors declare no competing interests.

Türkçe Sürümü

Giriş

Çağdaş toplumlarda bilgi, bireylerin değişen gereksinim ve beklentilerine paralel olarak biçimlenmekte ve sürekli bir dönüşüm geçirmektedir. Bu dönüşüm, eğitim alanında da etkisini göstermektedir. Öğrenme ve öğretme süreçlerinin de bu değişimlere uyum sağlayabilmesi amacıyla çeşitli yaklaşımlar geliştirilmektedir (Adeosun & Shanu, 2022). Bu yaklaşımlar, öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve psikomotor alanlarda dengeli ve bütüncül bir biçimde gelişimini desteklemeyi hedeflemektedir (Leavy vd., 2023; Lo & Feng, 2020). Bununla birlikte, yalnızca tek bir disipline dayalı öğretim yaklaşımlarının öğrencilerin kapsamlı gelişimini desteklemede yeterli olmadığı genel olarak kabul edilmektedir (Kanmaz, 2022; Liegeot, 2020; Xu vd., 2022). Yakman ve Lee (2012), disiplinlerarası öğrenmenin, öğrencilerin bilgiyi farklı bağlamlarda kullanabilme ve anlamı derinleştirme becerilerini artırdığını vurgulamaktadır. Benzer biçimde, Perales ve Aróstegui (2021) ile Thompson (2024), birden fazla disiplinin temel müfredata entegre edilmesinin çağdaş eğitim araştırmalarında önem kazandığını belirtmektedir. Kwang-Soon (2021) ise, öğrenme içeriğinin gerçek yaşam durumlarıyla ilişkilendirilmesi yoluyla sürdürülebilir ve anlamlı bilginin üretilebileceğini, bu sayede 21. yüzyılın gereksinimlerinin karşılanabileceğini ileri sürmektedir.

Bu bağlamda, eğitimde disiplinlerarası yaklaşımların önemi giderek artmakta ve bu doğrultuda STEM uygulamaları öne çıkmaktadır. STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) yaklaşımı, bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini bütünleştirerek öğrencilerin 21. yüzyılın gerektirdiği bilgi, beceri ve yetkinlikleri kazanmalarını amaçlamaktadır. Nitekim Anisimova ve diğerleri (2020), STEM yaklaşımının eğitim programlarına dahil edilmesinin gerekliliğini vurgulamaktadır. Bununla birlikte, STEM yaklaşımının gelişim sürecinde bazı sınırlılıklar da ortaya çıkmıştır. Mevcut uygulamaların bilimsel bilgiyi etkili biçimde aktarabilmesine rağmen, birçok araştırmacı bu programların yaratıcılık, estetik duyarlık ve insani değerleri yeterince desteklemediğini belirtmektedir (Gavrilas & Kotsis, 2025). Bu eleştiriler, bilim ve teknolojinin beşerî bilimler ve sanatla bütünleşmesini zorunlu kılmış ve STEAM yaklaşımının ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır (Kim & Auh, 2024).

STEM ve STEAM arasındaki temel fark, STEAM yaklaşımında sanatın öğrenme sürecine dâhil edilmesidir. STEM teknik ve bilimsel becerilerin geliştirilmesine odaklanırken, STEAM yaratıcılığı ve sanatsal düşünmeyi öğrenme sürecinin merkezine yerleştirerek daha bütüncül bir eğitim anlayışı sunmaktadır (Suárez Millán & Suárez Millán, 2025). Sanatın STEM projelerine entegre edilmesi, zekânın bütünsel doğası ve sanat ile bilim arasındaki içsel bağlantılar sayesinde, temel sanatsal değerlerin kazanılmasını kolaylaştırmaktadır (Morari, 2023). Ayrıca sanat, ezberle dayalı öğrenmeden ziyade eleştirel düşünmeye olanak tanıyarak öğrencilerin kalıplaşmış bilgiye bağımlılığını azaltmakta ve diğer disiplinlerdeki öğrenme süreçlerini olumlu yönde etkilemektedir (Poyraz, 2018). Bu entegrasyon aynı zamanda disiplinler arası bağların güçlenmesini, öğretmen-öğrenci iş birliğinin artmasını ve değerlendirme süreçlerinde daha derin bir anlayışın gelişmesini teşvik etmektedir (Wilson, 2018).

Sanatın STEM çerçevesine dâhil edilmesinin, farklı disiplinlere ilişkin çok yönlü bakış açılarını teşvik ederek yaratıcılığı ve inovasyonu artırdığı, birçok araştırma tarafından ortaya konmuştur (Baker, 2013; Blatt-Gross, 2015; Barbuscia & Mills, 2017; Dorn, 1999; Grytting, 2000; Gardner, 1990; Heaton, 2021; Logsdon, 2013; Pascarella vd., 2013; Terada, 2009). Ayrıca, sanatın STEM'e entegre edilmesi estetik deneyimlerin öğrenme süreçlerine anlamlı katkılar sağlamasına olanak tanımakta ve öğrenme çıktılarının niteliğini artırmaktadır (Mejias vd., 2021). Bu nedenle STEAM yaklaşımı, öğrencilere 21. yüzyılın gerektirdiği temel becerileri kazandırmada etkili bir model olarak birçok ülkede başarıyla uygulanmaktadır (Bertrand & Namukasa, 2020).

Müzik eğitimi de STEAM yaklaşımının dışında değildir. Aksine, uzamsal düşünme becerilerini geliştirme ve disiplinlerarası etkileşim yoluyla öğrenmeyi destekleme potansiyeline sahiptir (Semenikhina vd., 2024). Gregorio ve diğerleri (2015) tarafından yürütülen "Yaz Müzik Teknolojisi Programı", bu bütünleşik

yaklaşımın somut bir örneğini sunmaktadır. Bu programda öğrenciler, müzik teknolojilerine dayalı sorgulama öğrenme modülleri aracılığıyla mühendislik, fen ve matematik gibi alanların temel kavramlarını keşfetme fırsatı bulmuşlardır. Dolayısıyla müzik, yalnızca sanatsal yaratıcılığın bir aracı değildir, aynı zamanda bilimsel düşünme biçimlerinin yansıtıldığı ve geliştirildiği bir öğrenme bağlamı olarak da değerlendirilebilir (Miendlarzewska & Trost, 2014).

Bu bütüncül ve disiplinler arası öğrenme yaklaşımı, özellikle bilişsel potansiyeli yüksek ve yaratıcılık düzeyleri gelişmiş olan özel yetenekli öğrenciler için son derece uygun bir öğrenme zemini sunmaktadır. Özel yetenekli öğrencilerin eğitiminin birçok toplumda öncelikli bir konu olduğu göz önünde bulundurulduğunda, farklı yaklaşımlar ve stratejiler geliştirilerek eğitim kalitesinin artırılması hedeflenmektedir (Jarvis & Henderson, 2014; Karnes & Bean, 2021; Lockhart vd., 2021). Bu bağlamda, STEAM yaklaşımının çok yönlü yapısının özel yetenekli bireyleri 21. yüzyıl becerileriyle donatmada etkili bir model olduğu belirtilmektedir (Yang vd., 2023). Nitekim, STEAM yaklaşımı özel yetenekli öğrencilerin eğitiminde de giderek yaygınlaşmaktadır (Sattarova, 2025). Lage-Gomez ve diğerleri (2023) tarafından yürütülen bir çalışmada, üç farklı STEAM projesinde disiplinlerarası entegrasyon, yaratıcılık ve özel yetenekli öğrencilerin motivasyonu arasındaki ilişki incelenmiş; sanatın bilgi ve yaratıcılığa çok boyutlu bir yaklaşım kazandırdığı ve öğrencilerin aktif katılımının motivasyonu artırdığı tespit edilmiştir.

Birçok ülkede olduğu gibi, Türkiye’de de özel yetenekli öğrencilerin eğitime yönelik çeşitli programlar yürütülmektedir. Bu programların en kapsamlı biçimde uygulandığı kurumlardan biri, Millî Eğitim Bakanlığı’na bağlı Bilim ve Sanat Merkezleri (BİLSEM)’dir. BİLSEM’lerde öğrenciler müzik, resim ve genel yetenek olmak üzere üç temel yetenek alanında eğitim almaktadır. Buradaki “genel yetenek” kavramı, öğrencilerin zihinsel potansiyellerinin belirlenmesi ve geliştirilmesini ifade etmektedir. Merkezlerin temel amacı, özel yetenekli öğrencilere üst düzey bilişsel, duyuşsal ve sosyal beceriler kazandırmaktır (MEB, 2025, 11 Ekim). Bu hedef doğrultusunda, BİLSEM’lerde STEM tabanlı etkinliklerin etkili biçimde uygulandığı bildirilmektedir (Ceylan vd., 2018).

Türkiye’de BİLSEM’lerde, hem özel yetenekli öğrencilere hem de öğretmenlere yönelik STEM/STEAM uygulamaları üzerine gerçekleştirilen çok sayıda çalışmanın bulunduğu tespit edilmiştir (Barış, 2019; Barış & Ecevit, 2019; Bircan & Köksal, 2020; Bulut, 2019; Çelik Şahin vd., 2020; Çoban vd., 2019; Eker, 2019; Kalkan & Eroğlu, 2017; Nacaroğlu & Kızkapan, 2021; Poyraz, 2018; Şahin, 2021; Şahin & Kabasakal, 2018). Ancak bu çalışmaların büyük bir bölümü fen ve matematik disiplinlerinde yoğunlaşmıştır. Buna karşın, müzik eğitimi bağlamında STEAM yaklaşımını ele alan araştırmaların oldukça sınırlı olduğu görülmektedir. Mevcut çalışmaların çoğunlukla betimsel nitelikte olduğu görülmektedir. Müzik eğitimi çerçevesinde STEAM uygulamalarının, öğrenci yaratıcılığı ile disiplinlerarası düşünme ve problem çözme becerileri üzerindeki etkilerini deneysel ya da karma yöntemle inceleyen araştırmalara ise rastlanmamaktadır (Gürer vd., 2024; Turhal, 2020). Ayrıca Türkiye’deki BİLSEM yapısı ve yerel müzik kültürünün özellikleri dikkate alındığında, bu bağlamda gerçekleştirilecek STEAM temelli müzik eğitimi araştırmalarının kültürel ve bağlamsal bir literatür boşluğunu dolduracağı söylenebilir.

Günümüzün karmaşık problem alanları, disiplinler arası bütünleşmeyi zorunlu kıldığından, STEAM yaklaşımı öğrencilerin analitik düşünme ufkunu genişletmekte ve çağın gerektirdiği bilişsel ile sosyal becerilerin edinimini desteklemektedir (Rahman vd., 2025). Bu bağlamda, sanatı öğrenme etkinliklerine dâhil etmek yalnızca estetik çıktıları zenginleştirmekle kalmamakta; aynı zamanda yaratıcılık ve eleştirel düşünmenin öğrenme süreçlerine entegre edilmesini de kolaylaştırmaktadır (Liu vd., 2023). Yaratıcı düşünme, bireylerin esnek, özgün ve etkili çözümler geliştirebilme kapasitesini ifade ederken, yenilik bu yaratıcı fikirlerin somut uygulamalara dönüştürülmesi sürecini kapsamaktadır (Vargel vd., 2024). Dolayısıyla, STEAM yaklaşımı hem yaratıcı düşünmeyi teşvik etmekte hem de yenilikçi üretim süreçlerine zemin hazırlamaktadır.

Bu kuramsal çerçeveden hareketle, mevcut araştırma STEAM tabanlı müzik etkinliklerinin özel yetenekli öğrencilerin yaratıcı potansiyelleri üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. Bu kapsamda, araştırmada özel yetenekli öğrencilerin STEAM tabanlı müzik etkinliklerine katılımı öncesi ve sonrasında yaratıcı potansiyel düzeylerinde anlamlı bir değişim olup olmadığı incelenmiştir. Araştırmanın alt problemleri şu şekilde belirlenmiştir:

- Özel yetenekli öğrencilerin ön test ve son test yaratıcı potansiyel puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?
- Özel yetenekli öğrencilerin ön test ve son test iraksak keşfedici düşünme grafik test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- Özel yetenekli öğrencilerin ön test ve son test iraksak keşfedici düşünme sözel test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- Özel yetenekli öğrencilerin ön test ve son test yakınsak çağrışımsal düşünme grafik test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- Özel yetenekli öğrencilerin ön test ve son test yakınsak keşfedici düşünme sözel test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

Bu kapsamda ilgili çalışmadaki STEAM tabanlı müzik etkinlikleri, 5E Öğrenme Modeli esas alınarak tasarlanmıştır. Bu seçim, 5E modelinin STEAM bağlamında öğrenciler üzerinde olumlu etkiler yarattığını ortaya koyan araştırma bulgularıyla desteklenmektedir (Açıslı Çelik, 2022; Çetin & Şeker, 2022; Güven vd., 2022; Koyunlu Ünlü & Dökme, 2022; Leung, 2019). Beş aşamadan (dikkat çekme, keşfetme, açıklama, derinleştirme, değerlendirme) oluşan bu model, STEAM eğitimini daha etkili ve verimli kılmak amacıyla geliştirilen öğretim modellerinden biridir (Ayvacı & Ayaydın, 2018).

Geleneksel müzik eğitimi çoğunlukla teknik beceriler ve performansa odaklanırken, bu çalışma yaratıcılık merkezli bir bakış açısıyla sanatın STEAM bağlamında nasıl dönüştürücü bir işlev üstlenebileceğini incelemektedir. Yaratıcı düşünmeyi destekleyen uygulamaların özel yetenekli öğrencilerin merak, ilgi ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirmede etkili olabileceği; özellikle erken yaşta gerçekleştirilen yapılandırılmış etkinliklerin bilişsel gelişimi destekleyebileceği belirtilmektedir (Piske vd., 2017). Dolayısıyla bu araştırmadan elde edilecek bulguların, müzik eğitimine disiplinler arası uygulamaların entegrasyonu ve eğitim programlarının yeniden tasarımı konusunda öğretmenlere ve eğitim politikalarına önemli katkılar sunması beklenmektedir. Ayrıca, bu çalışma, soyut ve genellikle ölçülmesi zor bir kavram olan yaratıcılığın, yapılandırılmış STEAM etkinlikleri aracılığıyla teşvik edilebileceğini göstermesi bakımından önemlidir.

Yöntem

Araştırma Modeli

Bu araştırmada tek gruplu ön-test ve son-test deneysel desen uygulanmıştır. Bir deneysel araştırmada, belirli bir fikir, uygulama ya da prosedürün bir sonuç ya da bağımlı değişken üzerindeki etkisini değerlendirmek amaçlanmaktadır. Bu süreçte öncelikle test edilmek istenen müdahale ya da yaklaşım belirlenir (Creswell, 2012). Bu desen genellikle daha zayıf seçeneklerden biri olarak görülse de Creswell (2012) farklı bir yaklaşım planlandığında ve uygulandığında bu desenin seçilmesinin önemli olduğunu belirtmiştir. Literatür taraması, mevcut birçok çalışmanın tek gruplu ön test-son test deneysel desene dayalı olarak tasarlandığını göstermiştir (Aydoğdu, 2025; Mohammed vd., 2025; Phinla vd., 2025). Bu tasarımda, katılımcılar uygulama öncesinde ön testlere tabi tutulmaktadır. Eğitim süreci gerçekleştirildikten sonra da son testler uygulanmaktadır. Sonuç olarak, sonuçları ön test ve son test ölçümlerini karşılaştırarak değerlendirmektedir (Marsden & Torgerson, 2012). Bu nedenle, tek gruplu ön test ve son test deneysel desenin ilgili çalışma için en uygun yaklaşım olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmada yapılan tüm işlemler Yükseköğretim Kurumlarında Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi'nde belirtilen düzenlemelere uygundur. Yönergenin ikinci bölümünde belirtilen Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Davranışlardan hiçbiri gerçekleştirilmemiştir. Bu araştırmanın yürütülmesi için Bursa Uludağ Üniversitesi Sosyal ve Beşerî Bilimler Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu'ndan (2022-04) gerekli izinler alınmıştır.

Çalışma Grubu

Bu çalışmanın araştırma grubu, amaçlı örnekleme yöntemlerinden “ölçüt örnekleme yöntemi” doğrultusunda belirlenmiştir. Amaçlı örnekleme yöntemi, olasılığa dayalı ve rastlantısal olmayan bir örnekleme türüdür. Bu yöntemde, araştırmacının amacına uygun olarak bilgi değeri yüksek bireyler ya da durumlar, bilinçli bir biçimde seçilmektedir. Böylece, çalışmanın konusu hakkında derinlemesine ve nitelikli veri elde edilmesi hedeflenmektedir (Büyüköztürk vd., 2020). Patton (1980) amaçlı örnekleminin, bilgi açısından zengin olduğu düşünülen vakaların derinlemesine analiz edilmesini sağladığını vurgulamaktadır. Ölçüt örnekleme yöntemi ise belirli, önceden tanımlanmış ölçütleri karşılayan tüm vakaların incelenmesini içermektedir. Araştırmacı burada bahsedilen ölçütleri oluşturabileceği gibi daha önceden hazırlanmış bir ölçüt listesini de kullanabilir (Şimşek & Yıldırım, 2011).

Araştırmacılar tarafından belirlenen kriterler aşağıdaki verilmiştir;

- Öğrencilerin araştırmacının yürüttüğü merkezin genel yetenek alanına kayıtlı olmaları ve düzenli olarak derslere devam etmeleri,
- Müziğe ilgi duymaları (STEAM Tabanlı Müzik Etkinlikleri atölyesine başvuran öğrenciler),
- Etkinliklere gönüllü olarak velilerinden izin alınarak katılım sağlayacaklarını beyan etmeleri,
- Ortaokul 5. sınıf öğrencisi olmaları gerekmektedir.

Araştırma grubu, yukarıda belirtilen kriterler doğrultusunda oluşturulan “STEAM Tabanlı Müzik Etkinlikleri” atölyesine kayıt yaptıran, Bilim ve Sanat Merkezi’ndeki genel yetenek programına kayıtlı 25 beşinci sınıf öğrencisinden oluşmaktadır. Ancak, yalnızca 20 öğrenci tüm etkinliklere düzenli olarak katılmıştır. Buna göre, araştırmacının çalışma grubu 10 kız ve 10 erkek olmak üzere toplam 20 beşinci sınıf öğrencisinden oluşmaktadır.

STEAM Temelli Müzik Etkinliklerinin Hazırlanması

Bu çalışma için beş STEAM etkinliği tasarlanmıştır. Her etkinliğin süresi, içeriğine ve disiplinlerarası bileşenlerine göre belirlenmiştir. Bu kapsamda, deneysel sürecin toplam 32 ders saati sürmesi planlanmıştır. Uygulama süreci boyunca etkinlikler sırayla yürütülmüştür. Tablo 1’de STEAM etkinlikleri, süreleri ve ilişkili olduğu disiplinler sunulmuştur.

Tablo 1

STEAM Temelli Müzik Etkinlikleri

Etkinlik	Etkinlik Adı	Uygulama Süresi	İlişkili Disiplinler
Etkinlik 1	Tasarım Çalgımı Kodluyorum	4 Hafta/8 Ders Saati	Teknoloji/Fen/Matematik
Etkinlik 2	Dijital ve Sanal Gerçeklik I	2 Hafta/6 Ders Saati	Teknoloji/Matematik
Etkinlik 3	Dijital ve Sanal Gerçeklik II	2 Hafta/6 Ders Saati	Teknoloji/Matematik
Etkinlik 4	3D Kalem ile Müzik Oyunu Tasarımı	2 Hafta/6 Ders Saati	Teknoloji/Mühendislik/Matematik
Etkinlik 5	Tinkercad Programında Müziksel Tasarımlar	2 Hafta/6 Ders Saati	Teknoloji/Mühendislik/Matematik

Tablo 1’de sunulduğu üzere, ilk etkinlik olan “Tasarım Çalgımı Kodluyorum”, dört hafta (sekiz ders saati) sürecek şekilde planlanmıştır. Bu etkinlikte, müzik eğitimi bağlamında teknoloji, fen ve matematik disiplinleri bir araya getirilmiştir. Diğer etkinliklerin her biri iki hafta (altı ders saati) sürecek biçimde düzenlenmiştir. Etkinlik 2 ve Etkinlik 3, teknoloji ve matematik disiplinleriyle ilişkilendirilmiştir. “3D Kalemle Müzik Oyunu Tasarımı” başlıklı Etkinlik 4 ve “Tinkercad Programında Müziksel Tasarımlar” başlıklı Etkinlik 5 ise teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin entegrasyonuna dayanmaktadır. Aşağıda, Tablo 1’de yer alan etkinlikler kısaca tanıtılmıştır.

Tasarım Çalgımı Kodluyorum

Dört hafta boyunca toplam sekiz ders saati (haftada iki ders) olarak planlanan bu etkinlik, 5E öğretim modelinden yararlanılarak yapılandırılmıştır. Dikkat çekme aşamasında öğrencilerin seslerin oluşumu ve dijital araçlar aracılığıyla iletimi üzerine düşünceleri teşvik edilmiş ve müzik ile teknolojiye ilişkin önceki deneyimlerini paylaşmaları sağlanarak merak duygularının desteklenmesi amaçlanmıştır. Keşfetme aşamasında öğrencilerin Scratch programı ve Makey Makey kitinin temel bileşenlerini tanımaları, iletken malzemelerle bağlantılar kurmaları ve kodlanmış seslerin fiziksel etkileşimle nasıl ilişkilendirilebileceğini gözlemlenmesi hedeflenmiştir. Açıklama aşamasında öğretmen rehberliğinde Scratch programında (Scratch, 2025, Haziran 26), ritmik desenler ve melodiler oluşturma sürecine yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiş ve dijital kodlama, ses üretimi ile iletkenlik arasındaki ilişkinin anlaşılmasına katkı sağlanmıştır. Derinleştirme aşamasında öğrencilerin geri dönüştürülmüş malzemeleri kullanarak kendi müzik enstrümanlarını tasarlamaları ve oluşturdukları kodlamaları bu tasarımlarla bütünleştirerek müziksel ifadelerini geliştirmeleri desteklenmiştir. Değerlendirme aşamasında öğrencilerin öğrenme süreçleri üzerine düşünceleri, deneyimlerini paylaşmaları ve hem tasarımları hem de STEAM kavramlarına ilişkin farkındalıklarını gözden geçirmeleri beklenmiştir. Görsel 1’de, “Tasarım Çalgımı Kodluyorum” etkinliğinin uygulama sürecine ilişkin görseller verilmiştir.

Görsel 1

Etkinlik 1 Sürecine İlişkin Görseller (Özer, 2023)



Dijital ve Sanal Gerçeklik I

İki haftalık bir süre içinde toplam altı ders saati olarak uygulanan bu etkinlik, 5E öğretim modeline uygun biçimde tasarlanmış ve Scratch yazılımının sanal gerçeklik uygulamalarıyla bütünleştirilmesini amaçlamıştır. Dikkat çekme aşamasında, dijital teknolojilerin müzikal kavramları temsil etmek ve yorumlamak için nasıl kullanılabileceği üzerine yapılan tartışmalar aracılığıyla öğrencilerin merak duygularının uyandırılması hedeflenmiştir. Keşfetme aşamasında, öğrencilere Scratch programında seçtikleri bir senfonik enstrümanı tanıttıkları kısa animasyonlar tasarlamaları istenmiştir. Bu sürecin, öğrencilerin dijital araçların yaratıcı kullanımını deneyimlemelerine olanak tanıdığı düşünülmektedir. Açıklama aşamasında, ses, hareket ve dijital temsil arasındaki ilişkiye odaklanılmış ve öğrencilerin hazırladıkları animasyonları bu doğrultuda geliştirmeleri desteklenmiştir. Derinleştirme aşamasında, şeflik üzerine bir tanıtıcı bir sunum gerçekleştirilmiş, ardından öğrenciler Maestro: The Masterclass (Maestro, 2024, 15 Temmuz) adlı sanal gerçeklik uygulaması aracılığıyla şeflik simülasyonunu deneyimleyerek bedensel hareketleri müzikal ifadeyle ilişkilendirme fırsatı bulmuşlardır. Değerlendirme aşamasında ise öğrencilerin öğrenme deneyimleri üzerine düşünceleri, sanal ve dijital araçların müziksel anlayışlarına katkısını tartışmaları ve hem yaratıcı süreçleri hem de dijital yeterlikleri konusunda geri bildirim almaları sağlanmıştır. Görsel 2’de “Dijital ve Sanal Gerçeklik I” etkinliğine ilişkin görseller sunulmuştur.

Görsel 2

Etkinlik 2 Sürecine İlişkin Görseller (Özer, 2023)

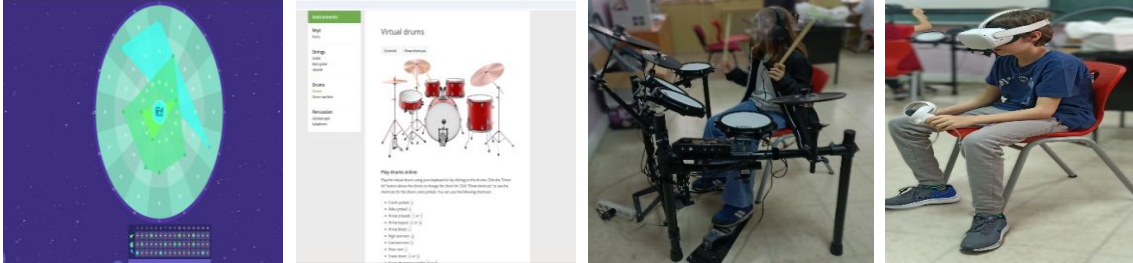


Dijital ve Sanal Gerçeklik II

Dijital ve Sanal Gerçeklik II adlı bu etkinlik, iki hafta boyunca toplam altı ders saati olarak uygulanmış ve 5E öğretim modeli doğrultusunda yapılandırılmıştır. Dikkat çekme aşamasında, öğrencilerin ilgisi ritim kavramına ve bu kavramın müzik, matematik ve teknoloji arasındaki ilişkilerine yönlendirilmiştir. Keşfetme aşamasında, öğrenciler ritmi görsel ve işitsel olarak deneyimlemek amacıyla, matematiksel şekiller ve ritmik kalıplar üzerinden etkileşimli çalışmalar yapabildikleri Groove Pizza programını kullanmışlardır (Hein & Srinivasan, 2019). Açıklama aşamasında, piyano, gitar, bas gitar ve davul gibi enstrümanlara yönelik etkileşimli etkinlikler sunan Musicca dijital öğrenme ortamı tanıtılmış ve bu süreçte öğrencilerin ritim algılarının gelişimi desteklenmiştir (Musicca, 2023, 15 Temmuz). Derinleştirme aşamasında, öğrenciler Meta tarafından geliştirilen ücretsiz bir sanal gerçeklik simülasyonu olan Air Drums uygulaması aracılığıyla sanal davul deneyimi yaşamış ve ritmik hareketi duysal etkileşimle bütünleştirme fırsatı bulmuşlardır (Air Drums, 2024, 19 Temmuz). Değerlendirme aşamasında ise öğrenciler öğrenme süreçleri üzerine düşünmüş, farklı dijital ve sanal ortamların ritim becerilerinin gelişimine ve genel müziksel farkındalıklarına katkılarına tartışmışlardır. Görsel 3'te "Dijital ve Sanal Gerçeklik II" etkinliğinin uygulama sürecine ilişkin görseller sunulmuştur.

Görsel 3

Etkinlik 3 Sürecine İlişkin Görseller (Özer, 2023)



3D Kalem ile Müzik Oyunu Tasarımı

3D Kalemle Müzik Oyunu Tasarımı adlı bu etkinlik, haftada üç ders olmak üzere toplam altı ders saati olarak planlanmış ve 5E öğretim modeline uygun biçimde yapılandırılmıştır. Dikkat çekme aşamasında, üç boyutlu materyallerin müzik kavramlarını temsil etmek ve öğrenmeyi desteklemek amacıyla nasıl kullanılabileceğine ilişkin tartışmalar aracılığıyla öğrencilerin merak duyguları uyandırılmıştır. Keşfetme aşamasında, öğrencilere bir eğitim aracı olarak 3D kalem tanıtılmış ve olası müzik oyunu tasarımları hakkında ön araştırma yapmaları için küçük çalışma grupları oluşturulmuştur. Açıklama aşamasında, müzik terimlerinin ve sembollerinin üç boyutlu biçimde modellenmesine yönelik yönlendirmeler yapılmıştır. Bu süreçte görsel temsil, tasarım ve müzikal anlam arasındaki ilişki üzerinde durulmuştur. Derinleştirme aşamasında, öğrenciler 3D kalem kullanarak oyun öğelerini işbirlikçi bir şekilde tasarlamış ve oluşturmuştur. Öğrenciler soyut müzik kavramlarını hem görsel hem de dokunsal duyularını harekete geçiren somut modellere dönüştürmüşlerdir. Değerlendirme aşamasında ise öğrenciler tasarımlarını paylaşarak süreç üzerine düşünmüş, 3D modelleme deneyiminin yaratıcılık ve iş birliği yoluyla müzik

kavramlarını ve problem çözme becerilerini geliştirmelerine nasıl katkı sağladığını tartışmışlardır. Görsel 4'te "3D Kalemle Müzik Oyunu Tasarımı" etkinliğinin uygulama sürecine ilişkin görseller sunulmuştur.

Görsel 4

Etkinlik 4 Sürecine İlişkin Görseller (Özer, 2023)



Tinkercad Programında Müziksel Tasarımlar

Tinkercad'de Müzikal Tasarımlar adlı bu etkinlik, haftada üç ders saati olmak üzere toplam altı ders saati sürecek şekilde iki hafta boyunca uygulanmış ve 5E öğretim modeline uygun biçimde yapılandırılmıştır. Dikkat çekme aşamasında, dijital tasarım araçlarının müzik kavramlarını temsil etmek ve yaratıcı ifadeyi desteklemek amacıyla nasıl kullanılabileceği tartışılmıştır. Keşfetme aşamasında, öğrencilerle daha önce uygulama yaptıkları *Tinkercad* programının temel özellikleri üzerinde durulmuştur (Tinkercad, 2024, Temmuz 19). Açıklama aşamasında, öğrencilerin müzikle ilişkili nesnelere nasıl tasarlayacakları açıklanmış ve bu süreçte müzik, tasarım ve teknoloji arasındaki ilişki vurgulanmıştır. Derinleştirme aşamasında, öğrenciler öğrendiklerini Tinkercad ortamında üç boyutlu müziksel tasarımlar gerçekleştirilmeler istenmiştir. Bu süreç, öğrencilerin sanatsal ve teknik bilgiyi bütünleştirme becerilerini güçlendirirken, hesaplamalı, yaratıcı ve tasarım odaklı düşünme becerilerini geliştirmelerine katkı sağladığı düşünülmektedir (Cadena-Blanco vd., 2022; Mohapatra vd., 2020). Değerlendirme aşamasında ise öğrenciler öğrenme deneyimleri üzerine düşünmüş ve dijital modelleme araçlarının, STEAM yaklaşımı çerçevesinde mühendislik, sanat ve müzik arasındaki disiplinlerarası ilişkileri anlamalarına nasıl yardımcı olduğunu tartışmışlardır. Görsel 5'te "Tinkercad Programında Müziksel Tasarımlar" etkinliğinin uygulama sürecine ilişkin görseller sunulmuştur.

Görsel 5

Etkinlik 5 Sürecine İlişkin Görseller (Özer, 2023)



Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada, STEAM tabanlı müzik etkinliklerinin özel yetenekli öğrencilerin yaratıcılık potansiyeli üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla Potansiyel Yaratıcılığın Değerlendirilmesi (EPOC) testi kullanılmıştır. Paris Descartes Üniversitesi'nden Todd Lubart ve Maud Besançon ile Yale Üniversitesi'nden Baptiste Barbot tarafından geliştirilen test, 2000-2010 yılları arasında çocukların yaratıcı düşünce gelişimi üzerine yapılan araştırmalara dayanmaktadır (Lubart vd., 2013). EPOC testi, ilkökuller ve ortaokuller öğrencilerinde iraksak ve yakınsak düşünme becerilerini ölçen sözel ve grafik alt testleri içermektedir. EPOC; 4 alt boyuttan oluşmaktadır; "İraksak Araştırmacı Düşünme Grafik Testi, İraksak Araştırmacı Düşünme Sözel Testi, Yakınsak Birleştirici Düşünme Grafik Testi ve Yakınsak Birleştirici Düşünme Sözel Testi". Bu alt boyutlardan elde edilen puanlar; "çok yüksek, yüksek, üst normal, ortalama, alt normal, zayıf

ve çok zayıf” olmak üzere yedi düzeyde sınıflandırılmaktadır (Lubart vd., 2013; Dereli, 2019). Yaratıcılığı teşvik etmeyi amaçlayan eğitim programlarında, yaratıcı potansiyeli izlemek ve değerlendirmek için ön testler ve son testler kullanarak bir teşhis aracı olarak hizmet etmektedir. Test, iraksak düşünme (çok çeşitli fikirler üretme) ve yakınsak düşünme (çizim veya kompozisyon gibi tek bir yaratıcı çıktı üretme) üzerinde durmaktadır (Lubart vd., 2022). EPoC'nin geçerliliği ve güvenilirliği, puanlayıcılar arasında %87'lik bir uyum olduğunu gösteren bir çalışma ile doğrulanmış ve iki paralel form (A ve B) test güvenilirliğini artırmıştır (Dereli, 2019).

Veri Analizi

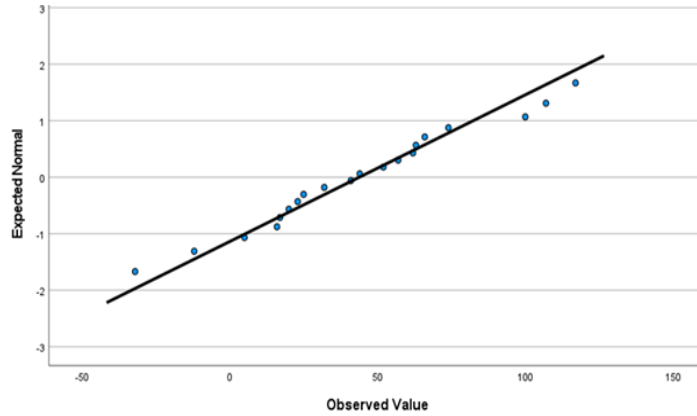
Çalışmada kullanılan EPoC'den elde edilen verilerin dağılımını değerlendirmek için Shapiro-Wilk normallik testi uygulanmıştır. Veri dağılımlarının normalliğini değerlendirmek için çok sayıda istatistiksel test kullanılmaktadır. Bunlardan en yaygın kullanılanı Shapiro-Wilk normal dağılım testidir (Altunışık vd., 2007). Bu çalışmada, Shapiro-Wilk testinden elde edilen sonuçların verilerin normal dağılım gösterdiğini ortaya koyduğu belirlenmiştir. Bu doğrultuda, öğrencilerin EPoC puanlarından elde edilen verileri analiz etmek için parametrik bir test olan eşleştirilmiş örneklem t-testini kullanılmıştır. Eşleştirilmiş örneklem t-testi, aynı veri toplama aracı kullanılarak aynı gruptan farklı zamanlarda alınan ölçümleri karşılaştırmak için kullanılmaktadır. Bu test, eşleştirilmiş veri setlerinin ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını ortaya koymayı amaçlamaktadır (Can, 2019). Standart bir t-testi normal dağılım varsayımını gerektirmektedir, ancak kanıtlar, çarpıklık ve basıklık aşırı olmadığı sürece, örneğin ± 3 'ün üzerinde olduğu sürece normal olmamanın bir sorun olmadığını göstermektedir (Ross & Willson, 2017). Shapiro-Wilk normallik testi sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2

EPoC Shapiro-Wilk Normal Dağılım Testi

N	Statistic	df	p
20	.981	20	.941

Tablo 2'de sunulan Shapiro-Wilk normallik testi sonuçlarına göre, p değerinin 0.05'ten büyük olması ($p = .941$), veri setinin normal dağılım gösterdiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca ön test ve son test puanları farkına ilişkin çarpıklık (.136) ve basıklık (-.174) değerlerinin -1.5 ile $+1.5$ aralığında olması, dağılımın simetrik olduğunu ve normal dağılım varsayımının desteklendiğini göstermektedir. Bu bulgular grafiksel olarak EPoC testine ait Normal Q-Q grafiği (Grafik 1) ile de desteklenmiştir. Verilerin EPoC normal Q-Q grafiksel gösterimi Grafik 1'de verilmiştir.



Grafik 1. EPoC Normal Q-Q Grafiği

Grafik 1'de görüldüğü gibi, karşılaştırılan değerlerin dağılımları 45 derecelik bir açıyla örtüşmektedir. EPoC verilerinde normal dağılım olduğu varsayımıyla, ön test ve son test puanları arasındaki farkları değerlendirmek için eşleştirilmiş örneklem t-testi kullanılmıştır.

Geçerlik ve Güvenirlik

Bu araştırmada, geçerlik ve güvenirlilik süreci hazırlık, veri toplama ve analiz aşamalarında ele alınmıştır. STEAM tabanlı müzik etkinliklerinin geçerliliği, literatür taramaları ve uzman görüşleri ile sağlanmıştır. Etkinliklerin içeriği STEAM eğitimi ve 5E öğrenme modeli prensiplerine dayandırılmış; Bilim ve Sanat Merkezi'nde kullanılan öğretim materyalleri araştırma grubuna uygunluğu açısından incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Müzik eğitimiyle ilgili etkinlikler belirlenmiş ve STEAM yaklaşımında deneyimli öğretmenler ve ilgili alanlardaki uzmanlarla görüşülerek gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Araştırmada veri toplama aracı olarak Yaratıcı Potansiyel Değerlendirme Testi (EPoC) kullanılmıştır. Test, uluslararası geçerlik ve güvenirlilik çalışmalarından geçmiş olup, değerlendiriciler arası güvenirlilik oranı %87 olarak bildirilmiştir (Lubart vd., 2022). Bu araştırmada, testin Türkçe uyarlaması kullanılmış ve ölçümler kılavuzlara uygun olarak ve benzer koşullar altında gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, veri toplama sürecinde ön test ve son test uygulamaları standardize edilmiş; süre, talimatlar ve ortam koşulları tüm katılımcılar için benzer şekilde düzenlenmiştir. Analizden önce, olası veri girişi hatalarını en aza indirmek için veriler iki kez kontrol edilmiştir. Bu uygulamalar, çalışmada kullanılan ölçüm ve uygulama süreçlerinin tutarlılığını desteklemektedir.

Bulgular

Bu bölümde, araştırmanın alt problemleri doğrultusunda, özel yetenekli öğrencilere uygulanan STEAM temelli müzik etkinliklerinin öğrencilerin yaratıcı potansiyel ile iraksak ve yakınsak düşünme boyutlarındaki değişimlere etkisini ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilen EPoC testi sonuçlarına yer verilmiştir. Bu kapsamda, öğrencilerin ön test ve son test puanları karşılaştırılarak elde edilen bulgular her bir alt boyut için ayrı ayrı sunulmuştur.

1. Özel Yetenekli Öğrencilerin Ön Test ve Son Test EPoC Puanlarına İlişkin Bulgular

Tablo 3'te, özel yetenekli öğrencilerin EPoC testi ön test ve son test yaratıcı potansiyel puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan eşleştirilmiş örneklem t-testi sonuçları sunulmuştur.

Tablo 3
EPoC Eşleştirilmiş Örneklem için T-Testi İstatistikleri

Ölçüm	N	\bar{X}	S	sd	T	p
Ön test	20	372.45	35.81	19	-5.08	0.001
Son test	20	416.3	32.93			

Tablo 3'te görüldüğü üzere, etkinliklerden önce ve sonra elde edilen ortalama test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır [$t(19) = -5.08$, $p < 0.001$]. Ön testte öğrencilerin ortalama puanı 372.45, son testte ise 416.30 olarak hesaplanmıştır. Bu fark, STEAM temelli müzik etkinliklerinin öğrencilerin yaratıcı potansiyel düzeylerini anlamlı biçimde artırdığını göstermektedir. Bu bulgu, STEAM yaklaşımıyla tasarlanan müzik etkinliklerinin yalnızca sanatsal yaratıcılığı değil, aynı zamanda bilişsel esneklik, problem çözme ve yenilikçi düşünme becerilerini de geliştirmede etkili olabileceğini göstermektedir.

2. Özel Yetenekli Öğrencilerin Ön Test ve Son Test EPoC Iraksak Araştırmacı Düşünme Grafik Testi Puanlarına İlişkin Bulgular

Tablo 4'te, özel yetenekli öğrencilerin EPoC Iraksak Araştırmacı Düşünme Grafik Testi'ne ilişkin ön test ve son test puanları arasındaki farkı belirlemek amacıyla yapılan eşleştirilmiş örneklem t-testi sonuçları sunulmuştur.

Tablo 4

EPoC Iraksak Araştırmacı Düşünme Grafik Testi Alt Boyutuna İlişkin T-Testi İstatistikleri

Test	N	\bar{X}	S	sd	t	p
Ön test	20	96.75	10.40	19	-2.84	0.01
Son test	20	104.45	8.45			

Tablo 4'te görüldüğü üzere, EPoC testinin Iraksak Araştırmacı Düşünme Grafik alt testine ilişkin olarak etkinlik öncesi ve sonrası elde edilen ortalama puanlar arasında anlamlı bir farklılık bulunmuştur [$t(19) = -2.84, p < .001$]. Öğrencilerin ön testteki ortalama puanı 96.75, son testteki ortalama puanı ise 104.45 olarak hesaplanmıştır. Bu artış, STEAM temelli müzik etkinliklerinin öğrencilerin görsel ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmede etkili olduğunu göstermektedir. Elde edilen bu bulgular, öğrencilerin özellikle görsel imgeleri analiz etme, yeni fikirler üretme ve farklı düşünme yollarını keşfetme konularında gelişim gösterdiğini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, müzik temelli STEAM etkinliklerinin öğrencilerin iraksak düşünme becerilerini destekleyerek yaratıcılığın araştırmacı yönünü güçlendirdiği söylenebilir.

3. Özel Yetenekli Öğrencilerin Ön Test ve Son Test EPoC Iraksak Araştırmacı Düşünme Sözel Testi Puanlarına İlişkin Bulgular

Tablo 5'te, özel yetenekli öğrencilerin EPoC Iraksak Araştırmacı Düşünme Sözel Testi'ne ilişkin ön test ve son test puanları arasındaki farkı belirlemek amacıyla yapılan eşleştirilmiş örneklem t-testi sonuçları sunulmuştur.

Tablo 5

EPoC Iraksak Araştırmacı Düşünme Sözel Testi Alt Boyutuna İlişkin T-Testi İstatistikleri

Test	N	\bar{X}	S	sd	t	P
Ön test	20	95.20	16.96	19	-2.23	0.038
Son test	20	104.45	11.95			

Tablo 5'te verildiği üzere, etkinliklerden önce uygulanan ön testte elde edilen ortalama puanlar ile etkinliklerden sonra uygulanan son testte elde edilen ortalama puanlar arasında anlamlı bir fark olduğunu ortaya koymaktadır [$t(19) = -2.23, p < 0.001$]. Ön testte öğrencilerin ortalama puanı 95.20, son testte ise 104.45 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç, STEAM temelli müzik etkinliklerinin öğrencilerin sözel alandaki iraksak düşünme becerilerini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Bulgular, öğrencilerin etkinlikler sonrasında fikir üretme, düşüncelerini sözel olarak ifade etme, alternatif açıklamalar geliştirme ve yaratıcı dil kullanımı gibi becerilerinde gelişme kaydettiklerini ortaya koymaktadır.

4. Özel Yetenekli Öğrencilerin Ön Test ve Son Test EPoC Yakınsak Birleştirici Düşünme Grafik Testi Puanlarına İlişkin Bulgular

Tablo 6'da, özel yetenekli öğrencilerin EPoC Yakınsak Birleştirici Düşünme Grafik Testi'ne ilişkin ön test ve son test puanları arasındaki farkı belirlemek amacıyla yapılan eşleştirilmiş örneklem t-testi sonuçları sunulmuştur.

Tablo 6

EPoC Yakınsak Birleştirici Düşünme Grafik Testi Alt Boyutuna İlişkin T-Testi İstatistikleri

Test	N	\bar{X}	S	sd	t	P
Ön test	20	90.95	14.46	19	-5.21	0.001
Son test	20	107	10.30			

Tablo 6 incelendiğinde, etkinlikler öncesinde uygulanan ön testin ortalama puanları ile etkinlikler sonrasında uygulanan son testin ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu anlaşılmaktadır [$t(19) = -5.21, p < 0.001$]. Ön testte öğrencilerin ortalama puanı 90.95, son testte ise 107.00 olarak hesaplanmıştır. Bu fark, STEAM temelli müzik etkinliklerinin öğrencilerin grafiksel temsiller yoluyla birleştirici düşünme becerilerini anlamlı düzeyde geliştirdiğini göstermektedir. Elde edilen bulgular, öğrencilerin etkinlikler sonrasında farklı fikirleri ilişkilendirme, bütünleştirme ve görsel verilerden anlamlı

sonuçlar çıkarma gibi bilişsel süreçlerde gelişim gösterdiklerini ortaya koymaktadır. Bu bulgu, STEAM yaklaşımının öğrencilerin yalnızca yaratıcı üretim süreçlerine değil, aynı zamanda analitik düşünme ve sentez yapma becerilerine de katkı sunduğunu göstermektedir.

5. Özel Yetenekli Öğrencilerin Ön Test ve Son Test EPoC Yakınsak Birleştirici Düşünme Sözel Testi Puanlarına İlişkin Bulgular

Tablo 7’de, özel yetenekli öğrencilerin EPoC Yakınsak Birleştirici Düşünme Sözel Testi’ne ilişkin ön test ve son test puanları arasındaki farkı belirlemek amacıyla yapılan eşleştirilmiş örneklem t-testi sonuçları sunulmuştur.

Tablo 7

EPoC Yakınsak Birleştirici Düşünme Sözel Testi Alt Boyutuna İlişkin T-Testi İstatistikleri

Test	N	\bar{X}	S	sd	t	P
Ön test	20	89.55	10.96	19	-3.84	0.001
Son test	20	100.4	13.41			

Tablo 7 incelendiğinde, etkinlikler öncesinde elde edilen ön test puanlarının ortalaması ile etkinlikler sonrasında elde edilen son test puanlarının ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmektedir [$t(19) = -3.84, p < 0.001$]. Ön testte öğrencilerin ortalama puanı 89.55, son testte ise 100.40 olarak hesaplanmıştır. Bu artış, STEAM temelli müzik etkinliklerinin öğrencilerin sözel alandaki birleştirici düşünme becerilerini anlamlı biçimde geliştirdiğini göstermektedir. Bu bulgular, öğrencilerin etkinlikler sonrasında bilgiler arasında bağlantılar kurma, mantıksal çıkarımlar yapma ve fikirleri bütünleştirerek ifade etme becerilerinde ilerleme kaydettiklerini ortaya koymaktadır.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu araştırmada elde edilen bulgular, STEAM temelli müzik etkinliklerinin özel yetenekli öğrencilerin yaratıcı potansiyelleri üzerinde anlamlı bir etki oluşturduğunu göstermektedir. EPoC testinden elde edilen ön test ve son test sonuçları karşılaştırıldığında, öğrencilerin hem genel yaratıcı potansiyel puanlarında hem de ıraksak ve yakınsak düşünme boyutlarında anlamlı artışlar tespit edilmiştir. Özellikle, ıraksak düşünme testlerinin alt boyutlarında tespit edilen puan artışları, öğrencilerin yeni fikir üretme, özgün çözümler geliştirme ve yaratıcı ilişkilendirme becerilerinin geliştiğini ortaya koymaktadır. Benzer şekilde, yakınsak düşünme alt boyutlarında elde edilen bulgular, öğrencilerin fikirleri birleştirme, bütünsel düşünme ve mantıksal çıkarım yapma becerilerinde de belirgin bir ilerleme sağladığını göstermektedir. Bu sonuçlar, müzik eğitiminin yalnızca estetik bir alan olmadığını, aynı zamanda öğrencilerin üst düzey bilişsel, yaratıcı ve teknolojik becerilerini geliştiren disiplinler arası bir öğrenme ortamı sunduğunu göstermektedir. STEAM temelli müzik etkinliklerinin, özel yetenekli öğrencilerin yaratıcı düşünme, problem çözme, üretkenlik ve yenilikçi düşünme becerilerini geliştirmede etkili bir araç olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Elde edilen bulgular, literatürdeki benzer araştırmalarla büyük ölçüde uyum göstermektedir. Araştırmalar, STEM/STEAM yaklaşımlarının öğrencilerin yaratıcılık ve teknolojik becerilerinin gelişiminde önemli bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Sirajudin ve diğerleri (2021, Temmuz 14-15), Wongta ve diğerleri (2020) ile Hebebcı ve Usta (2022), STEM temelli öğrenmenin öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerini desteklediğini belirtmektedir. Cheng ve diğerleri (2022) ile Papadakis ve Kalogiannakis (2022), STEAM yaklaşımının öğrencilerin yaratıcılığını ve teknolojiyle etkileşim yeteneğini geliştirmede etkili bir strateji olduğunu vurgulamaktadır.

Guyotte vd. (2015) ile ElSary (2021), sanatın STEM alanlarına entegre edilmesinin öğrencilerin motivasyon, tutum ve yaratıcılık düzeyleri üzerinde olumlu etkiler yarattığını ifade etmektedir. Bu doğrultuda STEAM eğitimi, 21. yüzyılın gerektirdiği temel becerilerin kazandırılmasında etkili bir öğrenme yaklaşımı olarak değerlendirilmektedir (Sirajudin vd., 2021, Temmuz 14-15). Ayrıca Aguilera ve Ortiz-Revilla (2021), STEM/STEAM tabanlı eğitim müdahalelerini karşılaştırmalı olarak inceleyerek her iki yaklaşımın da öğrencilerin yaratıcılığını desteklediğini, ancak bu etkilerin kavramsal ve metodolojik açıdan henüz net bir çerçeveye oturtulmadığını belirtmektedir. Bu görüşle paralel olarak Henriksen (2013),

sanatın STEM eğitimine dâhil edilmesinin disiplinler arası düşünmeyi teşvik ederek öğrencilerin hem bilişsel hem de yaratıcı kapasitelerini güçlendirdiğini savunmaktadır.

Sanatın STEAM yaklaşımı çerçevesinde eğitim sürecine entegre edilmesi, öğrencilerin farklı gelişim yollarını keşfetmelerine olanak tanınmasının yanı sıra; eğitimcilerin, toplumsal bağlamda yaratıcı düşünmeyi teşvik eden disiplinler arası öğrenme süreçlerini nasıl ve ne ölçüde destekleyebileceklerine ilişkin farkındalık kazanmalarına da katkı sunmaktadır (Chen & Lo, 2019). STEAM eğitiminde sanatın rolüne ilişkin çeşitli yaklaşımlar bulunmakla birlikte, bu yaklaşımlar çoğunlukla “sanatın faydacı perspektifi” çerçevesinde şekillenmektedir. Başka bir ifadeyle, sanat çoğu zaman STEM alanlarında öğrenmeyi destekleyen bir araç olarak konumlandırılmaktadır (Ge vd., 2015). Ancak Sousa ve Pilecki (2013), sanatsal becerilerin birçok bilim insanı, matematikçi ve mühendis tarafından bilimsel araçlar olarak kullanıldığını belirtmektedir. Bu beceriler arasında dikkatli gözlem yapma, nesnelere farklı açılardan değerlendirme, anlam üretme, gözlemleri ifade etme, iş birliği içinde çalışma, uzamsal düşünme ve kinestetik algı gibi bilişsel ve duyuşsal yeterlikler yer almaktadır.

Günümüzde özellikle STEAM alanlarında öğrencilerin yaratıcılıklarının geliştirilmesi, eğitimin öncelikli hedeflerinden biri olarak öne çıkmaktadır (Cheng vd., 2022). Bu disiplinlerin bütüncül bir şekilde entegrasyonunu temel alan STEAM yaklaşımı, öğrencilerin yaratıcı ve teknolojik becerilerini geliştirmede umut vadeden bir strateji olarak değerlendirilmektedir (Papadakis & Kalogiannakis, 2022). Ayrıca bu yaklaşım, 21. yüzyıl eğitiminde önem kazanan temel becerilerin kazandırılmasında etkili olabilecek öğrenme etkinliklerinden biri olarak görülmektedir (Sirajudin vd., 2021, Temmuz 14-15). Bu bağlamda, STEAM yaklaşımının sunduğu disiplinler arası öğrenme ortamı, öğrencilerin yaratıcılığını desteklemede çeşitli teknolojik araç ve uygulamaların kullanımını da beraberinde getirmektedir.

Bu araştırmada kullanılan araçlardan biri sanal gerçeklik uygulamalarıdır. Literatürde, sanal gerçeklik teknolojilerinin müzik eğitimiyle bütünleştirilmesinin, öğrencilerin aktif dinleme, konsantrasyon ve zaman yönetimi gibi becerilerini geliştirerek öğrenme deneyimlerini olumlu yönde etkileyebileceği belirtilmektedir (Innocenti vd., 2019). Araştırmada yer verilen bir diğer araç ise 3B (üç boyutlu) kalemlerdir. Her ne kadar bu araçlar başlangıçta çocuklar için oyuncak olarak tasarlanmış olsa da, eğitim bağlamında kullanıldığında öğrencilerin yaratıcı tasarım üretmeleri ve çalışma taslakları oluşturmaları açısından etkili olduklarına dair bulgular bulunmaktadır. Chun (2021), 3B kalemlerin kullanıldığı tasarım temelli eğitimlerin, öğrencilerin yaratıcılıklarını ve problem çözme becerilerini geliştirebileceğini öne sürmektedir.

Araştırmada uygulanan etkinliklerden biri ise oyun tasarımı temellidir. Oyun, teknoloji ve öğrenme arasındaki ilişkiye odaklanan bu yaklaşım, farklı türden eğitsel oyunlar ve etkileşimli çıktılar geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu süreçte, öğrencilerin yaratıcılık ve iş birliğine dayalı problem çözme becerileri geliştirmesi; ayrıca, içinde yaşadıkları toplumdaki gerçek sorun ve fırsatlara yönelik oyun tabanlı çözümler tasarlamaları hedeflenmektedir (Arnab vd., 2019). Cai (2019) yüksek lisans tezinde, oyun tasarımı temelli düşünme yaklaşımının STEAM eğitimi bağlamında öğrencilerde yaratıcılığı ve empatiyi artırabileceğini savunmaktadır. Bu çalışma, sanat eğitimine STEAM perspektifinden yenilikçi bir bakış açısı sunmakta ve eğitimcilere oyun tasarımı düşüncesinin STEAM başta olmak üzere diğer disiplinlere nasıl entegre edilebileceği konusunda yol göstermektedir. Ayrıca, çok sayıda araştırma, eğitsel oyunların öğrencilerin öğrenme motivasyonunu ve akademik verimliliğini artırabileceğini ortaya koymuştur. Son yıllarda oyunlara entegre edilen zenginleştirilmiş içerik ve etkileşim unsurlarının, bu eğitsel araçların popülaritesini artırdığı görülmektedir (Liu & Chen, 2013).

Bu araştırmada gerçekleştirilen alanyazın taraması ve elde edilen bulgular doğrultusunda, STEAM yaklaşımının müzik eğitimi süreçlerine entegre edilmesinin özel yetenekli öğrencilerin yaratıcılık potansiyellerine önemli katkılar sağlayabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Özel yetenekli öğrencilerle yürütülecek benzer nitelikteki çalışmaların, teknolojinin müzik eğitimi entegrasyonunu güçlendireceği ve yenilikçi ürünlerin ortaya çıkmasına olanak tanıyacağı öngörülmektedir. Bu doğrultuda, özel yetenekli öğrencilerle çalışan öğretmenlerin benzer etkinlikleri farklı açılardan değerlendirerek ders içeriklerine dahil etmeleri önerilmektedir. Ayrıca, müzik eğitimcilerinin öğrencilerini web tabanlı müzik programlarıyla tanıştırmaları ve bu dijital araçları öğretim sürecine entegre etmeleri, çağdaş eğitim yaklaşımlarıyla uyum

sağlamak açısından büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, öğretmenlerin müzik ve STEAM etkinliklerini etkili bir biçimde tasarlayıp uygulayabilecek donanıma sahip olmaları gerekmektedir. Bu gereklilik doğrultusunda, öğretmen yetiştirme programlarında STEAM odaklı müzik öğretimine yönelik içeriklere yer verilmesi; ayrıca, hizmet içi eğitimlerle müzik öğretmenlerinin bu alanda mesleki gelişimlerinin desteklenmesi önerilmektedir. Bu tür programlar aracılığıyla, öğretmenlere müziğin disiplinler arası bağlamda nasıl etkili kullanılabileceği konusunda kapsamlı bilgi ve beceri kazandırılması sağlanmalıdır.

Sonuç olarak, STEAM yaklaşımının müzik eğitimine entegrasyonunun yalnızca saha uygulamalarıyla sınırlı kalmaması, aynı zamanda üniversitelerin müzik eğitimi bölümlerinde öğrenim gören öğretmen adaylarına yönelik olarak da hayata geçirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Bu bağlamda, yükseköğretim kurumlarının öğrencilerini disiplinler arası çalışmalara yönlendirmesi; eğitimde yenilikçi, yaratıcı ve bütüncül yaklaşımların benimsenmesi açısından kritik bir öneme sahiptir. Müzik eğitimi alanında farklı yaş gruplarına ve özelliklere sahip öğrencilere yönelik gerçekleştirilecek STEAM temelli uygulamaların, özellikle Türkiye'deki ilgili araştırmalara içeriksel çeşitlilik kazandıracığı ve literatüre anlamlı katkılar sunacağı öngörülmektedir. Bu doğrultuda, araştırmacıların STEAM tabanlı müzik etkinliklerinin öğrenci yaratıcılığı üzerindeki etkilerini kontrol gruplu deneysel desenlerle daha kapsamlı biçimde incelemeleri önerilmektedir. Ayrıca, STEAM temelli müzik etkinlikleri aracılığıyla öğrencilerin çok yönlü becerilerinin geliştirilmesine yönelik çalışmaların, müzik eğitiminin etkililiğine katkı sunacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda, gelecekte yapılacak araştırmalarda STEAM yaklaşımına dayalı müzik etkinliklerinin sürdürülebilirliği ve uzun vadeli etkilerinin değerlendirilmesi önem arz etmektedir.

Yazar Katkı Oranları

Birinci yazar çalışmanın tasarımını ve sürecini yönetmiş, veri toplama ve analizini gerçekleştirmiştir. İkinci yazar literatür taramasını yürütmüş ve makalenin yazım ve redaksiyonunu üstlenmiştir. Her iki yazar da sonuçların yorumlanmasına eşit oranda katkıda bulunmuştur. Bu çalışmaya birinci yazar %55, ikinci yazar %45 oranında katkı sağlamıştır.

Etik Beyan

Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi'nde yer alan tüm kurallara uyulmuş, Yönergenin ikinci bölümünde yer alan "Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler"i hiçbir şekilde uygulamamıştır.

Çatışma Beyanı

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması beyan etmemektedir.

References

- Açıılı Çelik, S. (2022). STEM etkinliklerinin ortaokul 6. sınıf öğrencilerinin problem çözme becerilerine, eleştirel düşünmelerine ve STEM'e yönelik tutumlarına etkisinin araştırılması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 56, 287–313. <https://doi.org/10.9779.pauefd.1054678>
- Adeosun, A. O., & Shanu, M.B. (2022). Language and literature for creativity in a science, technology, engineering, arts and mathematics (STEAM)-driven learning. In M. B. Ubangha, A. O. Adeosun & M. A. Oladejo (Eds.). *Learning: The all-inclusive concept* (pp. 117–147). University of Lagos Press.
- Aguilera, D., & Ortiz-Revilla, J. (2021). STEM vs. STEAM education and student creativity: A systematic literature review. *Education Science*, 11(7), 2-13. <https://doi.org/10.3390/educsci11070331>
- Air Drums. (2024, July 19). *Meta air drums*. <https://www.meta.com/experiences/5736565136465567/>
- Altunışık, R., Coşkun, R., Bayraktaroğlu, S., & Yıldırım, E. (2007). *Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri, spss uygulamalı*. Sakarya Yayıncılık.
- Anisimova, T. I., Sabirova, F. M., & Shatunova, O. V. (2020). Formation of design and research competencies in future teachers in the framework of STEAM education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(2), 204-217. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i02.11537>
- Arnab, S., Clarke, S., & Morini, L. (2019). Co-creativity through play and game design thinking. *Electronic Journal of e-Learning*, 17(3), 184–198.
- Aydoğdu, Ş. (2024). Computational thinking integration by design-based learning perspective implementation example of AI. In M. Saritepeci, & H. Yıldız Durak (Eds.), *Integrating computational thinking through design-based learning* (pp. 63-81). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-96-0853-9_5
- Ayvacı, H. Ş., & Ayaydın, A. (2018). Bilim, teknoloji, mühendislik, sanat ve matematik (STEAM). S. Çepni (Ed.), *Kuramdan uygulamaya stem+a+e eğitimi* içinde (ss. 115–133). Pegem Akademi.
- Baker, D. (2013). Art integration and cognitive development. *Journal for Learning Through the Arts*, 9(1), 1–15.
- Barbuscia, A., & Mills, M. C. (2017). Cognitive development in children up to age 11 years born after ART—a longitudinal cohort study. *Human Reproduction*, 32(7), 1482–1488. <https://doi.org/10.1093/humrep/dex102>
- Barış, N. (2019). *BİLSEM'de görev yapan fen bilimleri ve matematik öğretmenlerinin stem eğitim uygulamalarının araştırılması* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
- Barış, N., & Ecevit, N. (2019). Özel yetenekli öğrencilerin eğitiminde STEM uygulamaları. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 13(1), 217–233. <https://doi.org/10.17522/balikesirnef.529898>
- Bertrand, M., & Namukasa, I. K. (2020). Steam education: Student learning and transferable skills. *Journal of Research in Innovative Teaching and Learning*, 13(1), 43–56. <https://doi.org/10.1108/JRIT-01-2020-0003>
- Bircan, M. A., & Köksal, Ç. (2020). Özel yetenekli öğrencilerin stem tutumlarının ve STEM kariyer ilgilerinin incelenmesi. *Turkish Journal of Primary Education*, 5(1), 16–32.
- Blatt-Gross, C. (2015). Casting the conceptual net: Cognitive possibilities for embracing the social and emotional richness of art education. *A Journal of Issues and Research*, 51(4), 353–367. <https://doi.org/10.1080/00393541.2010.11518813>
- Bulut, M. (2019). *Bilim ve sanat merkezlerinde STEM uygulaması ve öğretmenlerin stem uygulaması hakkındaki görüşlerinin incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Necmettin Erbakan Üniversitesi.
- Büyükoztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2020). *Eğitimde bilimsel araştırma yöntemleri*. Pegem Akademi.

- Cadena-Blanco, F., Arias-Rueda, M. J., & Arias-Rueda, J. (2022). Geometry and entrepreneurship with Tinkercad from the STEAM education approach. *Encuentro Educacional*, 29(2), 454–468.
- Cai, X. (2019). Game design *thinking training for STEAM educational purposes and emotional intelligence development* [Unpublished master of thesis]. Doghua University.
- Can, A. (2019). *SPSS ile bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi*. Pegem Akademi.
- Ceylan, C., Ermiş, G., & Yıldız, G. (2018). Özel yetenekli öğrencilerin bilim, teknoloji, mühendislik, matematik (STEM) eğitimine yönelik tutumları. G. Akkaya, & P. Ertekin (Ed.), *International Congress on Gifted and Talented Education Congress Proceedings* içinde (ss. 64-75). İnönü Üniversitesi.
- Chen, C. W. J., & Lo, K. (2019). From teacher-designer to student-researcher: A study of attitude change regarding creativity in steam education by using *makey makey* as a platform for human-centred design instrument. *Journal for STEM Education Research*, 2, 75–91. <https://doi.org/10.1007/s41979-018-0010-6>
- Cheng, L., Wang, M., Chen, Y., Niu, W., Hong, M., & Zhu, Y. (2022). Design my music instrument: A project-based science, technology, engineering, arts, and mathematics program on the development of creativity. *Frontiers in Psychology*, 12, 1–11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.763948>
- Chun, H. (2021). A study on the design education method using 3D pen in an era of manufacturing change. *Nanotechnology for Environmental Engineering*, 7, 461–465. <https://doi.org/10.1007/s41204-021-00174-5>
- Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4th ed.). Pearson.
- Çelik Şahin, Ç, Güçlü Yılmaz, F., & Nailioğlu, M. (2020). Bilim ve sanat merkezi yönetici ve öğretmenlerinin bilişim ve dijitalleşme konularına ilişkin görüşlerinin incelenmesi. *Journal of Continuous Vocational Education and Training*, 3(1), 22–37.
- Çetin, S., & Şeker, R. (2022). The effect of 5E model stem education on the science academic achievement of secondary school 6th grade students. *Journal of STEAM education*, 5(1), 55–67.
- Çoban, H. M., Akgün, A., & Tokur, F. (2019). Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin stem uygulamaları hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. M. Kılıç, & M. Eraslan (Ed.), 6. *Uluslararası Multidisipliner Çalışmaları Kongresi* içinde (ss. 397–405). Gaziantep.
- Dereli, F. (2019). *Okul öncesi dönemdeki üstün yetenekli çocukların aday gösterilmelerine yönelik geliştirilen eğitim programının etkililiği* [Yayınlanmamış doktora tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
- Dorn, C. M. (1999). *Mind in art: Cognitive foundations in art education*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781410602183>
- Eker, M. (2019). *Bilim sanat merkezlerinde görev yapan öğretmenlerin bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitimi algıları* [Yayımlanmış yüksek lisans tezi]. Pamukkale Üniversitesi.
- ElSayary, A. (2021). Teaching and assessing creativity in STEAM education. *Proceedings of the 12th International Conference on Society and Information Technologies*.
- Gardner, H. (1990). *Art education and human development*. Getty Publications.
- Gavrilas, L., & Kotsis, K. T. (2025). The evolution of STEM education and the transition to STEAM/STREAM. *Aquademia*, 9(1), ep25002. <https://doi.org/10.29333/aquademia/16313>
- Ge, X., Ifenthaler, D., & Spector, J. (Ed.). (2015). *Moving Forward with STEAM Education Research. Emerging Technologies for STEAM Education. Educational Communications and Technology: Issues and Innovations*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-02573-5_20
- Gregorio, J., Rosen, D. S., Morton, B. G., Batula, A. M., Caro, M., Scott, J., Kim, Y. E., & Lindstrom, K. M. (2015). *Introduction to STEAM through music technology (Evaluation)*. American Society for Engineering Education.
- Grytting, C. (2000). The benefits of art education. *Arts and Activities*, 127(3), 66.

- Guyotte, K. W., Sochacka, N. W., Costantino, T. E., Kellam, N. N., & Walther, J. (2015). Collaborative creativity in STEAM: Narratives of art education students' experiences in transdisciplinary spaces. *International Journal of Education and the Art*, 16(15), 1–39.
- Gürer, M., Ekdi, Y. N., Yılmaz, G., Gedik, G., & Sever, G. (2024). Instructor perspectives on the course content of music technology in music education programs. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 13(2), 412–425. <https://dx.doi.org/10.30703/cije.1323758>
- Güven, G., Kozcu Çakır, N., & Sulun, Y. (2022). Arduino-assisted robotics coding applications integrated into the 5E learning model in science teaching. *Journal of Research on Technology in Education*, 54(1), 108–126. <https://doi.org/10.1080/15391523.2020.1812136>
- Heaton, R. (2021). Cognition in art education. *British Educational Research Journal*, 47(5), 1323–1339. <https://doi.org/10.1002/berj.3728>
- Hebebcı, M. T., & Usta, E. (2022). Entegre STEM eğitim uygulamalarının problem çözme becerileri, bilimsel yaratıcılık ve eleştirel düşünme eğilimleri üzerindeki etkileri. *Katılımcı Eğitim Araştırması*, 9(6), 358–379. <https://doi.org/10.17275/per.22.143.9.6>
- Hein, E., & Srinivaran, S. (2019). The groove pizza. In S. Holland, T. Mudd, K. Wilkie-McKenna, A. McPherson & M. M. Wanderley (Eds.), *New directions in music and human-computer interaction* (pp. 71-94). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-319-92069-6_5
- Henriksen, D. (2013). Full STEAM ahead: Creativity in excellent STEM teaching practices. *STEAM+Journal*, 1(2). <https://doi.org/10.5642/steam.20140102.15>
- Innocenti, E. D., Geronazzo, M., Vescovi, D., Nordahl, R., Serafin, S., Ludovico, L. A., & Avanzini, F. (2019). Mobile virtual reality for musical genre learning in primary education. *Computer and Education*, 139, 102–117. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.04.010>
- Jarvis, J. M., & Henderson, L. (2014). Defining a coordinated approach to gifted education. *Australasian Journal of Gifted Education*, 23(1), 5–14. <https://search.informit.org/doi/abs/10.3316/informit.666511198511679>
- Kalkan, Ç., & Eroğlu, S. (2017). Destek eğitim odalarında üstün/özel yetenekli öğrenciler için stem materyallerine dayalı örnek etkinliklerin tasarlanması. *Journal of Gifted Education and Creativity*, 4(2), 36–46.
- Kanmaz, A. (2022). A study on interdisciplinary teaching practices: Primary and secondary education curricula. *African Educational Research Journal*, 10(2), 200–210. <https://doi.org/10.30918/AERJ.102.22.032>
- Karnes, F. A., & Bean, S. M. (2021). (Eds.). *Methods and materials for teaching the gifted*. Routledge.
- Kim, C., & Auh, Y. (2024). The effect of STEAM integration on middle school music education. *International Journal on Integrated Education*, 7(2), 17–28.
- Koyunlu Ünlü, Z., & Dökme, İ. (2022). A systematic review of 5E model in science education: Proposing a skill-based STEM instructional model within the 21st century skills. *International Journal of Science Education*, 44(13), 2110–2130. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2114031>
- Kwang-Soon, L. (2021). A study of STEAM model development and assessment method for deep learning: Through the voice of mimesis and brontë. *Journal of English Teaching through Movies and Media*, 22(4), 39–58. <https://doi.org/10.16875/stem.2021.22.4.39>
- Lage-Gómez, C., Perales, F. J., & Aróstegui, J. L. (2023). Interdisciplinary integration, creativity and motivation in three STEAM projects: An activity theory perspective. *Media, Culture & Society*, 45(6), 1107–1125. <https://doi.org/10.1177/02614294231167744>
- Leavy, A., Dick, L., Meletiou-Mavrotheris, M., Papanistodemou, E., & Stylianou, E. (2023). The prevalence and use of emerging technologies in STEAM education: A systematic review of the literature. *Journal of Computer Assisted Learning*, 39(4), 1061–1081. <https://doi.org/10.1111/jcal.12806>
- Leung, A. (2019). Exploring STEM pedagogy in the mathematics classroom: A tool-based experiment

- lesson on estimation. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17, 1339–1358. <https://doi.org/10.1007/s10763-018-9924-9>
- Liegeot, J. (2020). *The importance of interdisciplinary education* [Unpublished master's thesis]. West Chester University. West Chester University.
- Liu, C.-Y., Wu, C.-J., Chien, Y.-H., Tzeng, S.-Y., & Kuo, H.-C. (2023). Examining the quality of art in STEAM learning activities. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 17(3), 382–393. <https://doi.org/10.1037/aca0000404>
- Liu, E. Z. F., & Chen, P. K. (2013). The effect of game-based learning on students' learning performance in science learning – a case of “conveyance go”. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 103, 1044–1051. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.430>
- Lo, C. O., & Feng, L.-C. (2020). Teaching higher order thinking skills to gifted students: A meta-analysis. *Gifted Education International*, 36(2), 196–217. <https://doi.org/10.1177/0261429420917854>
- Lockhart, K., Meyer, M. S., & Crutchfield, K. (2021). A content analysis of selected state plans for gifted and talented education. *Journal of Advanced Academics*, 33(1), 3–42. <https://doi.org/10.1177/1932202X211026240>
- Logsdon, L. F. (2013). Questioning the role of 21st-century skills in art education advocacy discourse. *Music Educators Journal*, 100(1), 51–56. <https://doi.org/10.1177/0027432113499936>
- Lubart, T., Besançok, M., & Barbot, B. (2013). *Yaratıcılık potansiyelinin ölçülmesi (EPoC), el kitabı*. Hogrefe.
- Lubart, T., Kharkhurin, A. V., Corazza, G. E., Besançon, M., Yagolkovskiy, S. R., & Sak, U. (2022). Creative potential in science: Conceptual and measurement issues. *Frontiers in Psychology*, 13, 1–7. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.750224>
- Maestro. (2024, July 15). *Maestro virtual reality application*. <https://maestro-game.com/>
- Marsden, E., & Torgerson, C. J. (2012). Single group, pre- and post-test research designs: Some methodological concerns. *Oxford Review of Education*, 38(5), 583–616. <http://dx.doi.org/10.1080/03054985.2012.731208>
- Mejias, S., Thompson, N., Sedas, R. M., Rosin, M., Soep, E., Pepler, K., Roche, J., Wong, J., Hurley, M., Philip, B., & Bevan, B. (2021). The trouble with STEAM and why we use it anyway. *Science Education*, 105(2), 209–231. <https://doi.org/10.1002/sce.21605>
- Miendlarzewska, E. A., & Trost, W. J. (2014). How musical training affects cognitive development: Rhythm, reward and other modulating variables. *Frontiers in Neuroscience*, 7, 1-18. <https://doi.org/10.3389/fnins.2013.00279>
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2025, 11 Ekim). *Bilim ve sanat merkezleri yönergesi*. https://orgm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2022_12/06214921_BIYLIYM_VE_SANAT_MERKEZLERIY_YOYNERGESIY.pdf
- Mohammed, I. A., Bello, A., & Ayuba, B. (2025). Effect of large language models artificial intelligence chatgpt chatbot on achievement of computer education students. *Education and Information Technologies*, 30, 30:11863–11888. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13293-8>
- Mohapatra, B. N., Mohapatra, R. K., Jagdhane, V., Ajay, C. A., Sherkar, S. S., & Phadtare, V. S. (2020). Smart performance of virtual simulation experiments through arduino tinkercad circuits. *Perspectives in Communication, Embedded-Systems and Signal-Processing (PICES) –An International Journal*, 4(7), 157–160. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4249073>
- Morari, M. (2023). Integration of the arts in STEAM learning projects. *Review of Artistic Education*, 16, 262–277.
- Musicca. (2023, July 15). *About musicca*. <https://www.musicca.com/about>
- Nacaroğlu, O., & Kızkapan, O. (2021). Özel yetenekli öğrencilerin stem tutumları ve 21. yüzyıl becerilerine sahip olma düzeyleri. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 25(2), 425–442.

- Oi-Lam, N (2021) How 'tall' is the triangle? Constructionist learning of shape and space with 3D Pens. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 52(9), 1426–1432. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2020.1844910>
- Özer, Z. (2023). *Photographic documentation of activity processes* [Photographs]. Personal collection.
- Papadakis, S., & Kalogiannakis, M. (Eds). (2022). *Creative learning with technologies in young students' STEAM Education*. Springer.
- Pascarella, E. T., Wang, J. S., Trolan, T. L., & Blaich, C. (2013). How the instructional and learning environments of liberal arts colleges enhance cognitive development. *Higher Education*, 66, 569–583. <https://doi.org/10.1007/s10734-013-9622-z>
- Patton, M. Q. (1980). *In Qualitative evaluation methods*. Sage Publication.
- Perales, F. J., & Aróstegui, J. L. (2021). The STEAM approach: Implementation and educational, social and economic consequences. *Arts Education Policy Review*, 125(2), 1–9. <https://doi.org/10.1080/10632913.2021.1974997>
- Phinla, W., Phinla, W., & Mahapoonyanont, N. (2025). The effects of problem-based and community-based social studies teaching to promote 21st-century skills in small school students. *Library Progress International*, 45(1), 156–165.
- Piske, F. H. R., Stoltz, T., Guérios, E., de Camargo, D., de Freitas, S. P., & Dias, C. L. (2017). Complexity in promoting a teaching to develop creativity of gifted students: Contributions from Morin and Jung. *Creative Education*, 8(6), 925–934. <https://doi.org/10.4236/ce.2017.86067>
- Poyraz, G. T. (2018). *STEM eğitimi uygulamasında Kayseri ili örneğinin incelenmesi ve uzaktan STEM eğitiminin uygulanabilirliği* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Anadolu Üniversitesi.
- Rahman, RAN, Sucahyo, I., Anggaryani, M., & Citra, NF (2025). Literatür çalışması: Öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmek için STEAM tabanlı fizik öğrenme uygulamalarının analizi. *Fizik Öğretimi ve Öğrenimi Çalışmaları*, 1 (1), 41–49.
- Ross, A., & Willson, V. L. (2017). *Basic and advanced statistical tests*. Brill.
- Sattarova, M. (2025). STEAM approach and gifted students: An example from the finnish experience. *International Journal of Artificial Intelligence*, 1(5), 664–670.
- Scratch. (2025, June 26). *Scratch Programme*. <https://scratch.cresst.org/projects/editor/?tutorial=getStarted>
- Semenikhina, O., Yurchenko, A., Ostroha, M., & Shamonina, V. (2024). STEAM education and music: A comparative analysis of practices. *Education. Innovation. Practice*, 12(9), 78–82. <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol12i9-012>
- Sirajudin, N., Suratno, J., & Pamuti, P. (2021, July 14–15). *Developing creativity through STEM education*. In Proceedings of the *International Conference on Mathematics and Science Education (ICMScE 2020)* (Vol. 1806, Article 012211). IOP Publishing.
- Sousa, D. A., & Pilecki, T. (2013). *From STEM to STEAM: Using brain-compatible strategies to integrate the arts*. Corwin Press.
- Suárez Millán, M. del C., & Betancourt Arango, J. P. (2025). Bibliometric analysis on the STEM/STEAM approach in the training of natural sciences teachers in Colombia. *Discover Education*, 4(266), 2–20. <https://doi.org/10.1007/s44217-025-00735-9>
- Şahin, E. (2021). Bilim ve sanat merkezi öğretmenlerinin STEM eğitim yaklaşımı hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Turkish Journal of Educational Studies*, 8(2), 129–160. <https://dergipark.org.tr/en/pub/turkjes/issue/62296/872880>
- Şahin, E., & Kabasakal, V. (2018). STEM eğitim yaklaşımında dinamik matematik programlarının (geogebra) kullanımına yönelik öğrenci görüşlerinin incelenmesi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(18), 55–62. <https://doi.org/10.18506/anemon.463877>

- Şimşek, H., & Yıldırım, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayınevi.
- Terada, J. (2009). *The effect of art education on affective and cognitive development* [Unpublished master thesis]. Evergreen State College.
- Thompson, L. (2024). Integrating disciplines: Strategies for effective interdisciplinary teaching. *Multiverse Journals*, 1(2), 13–23.
- Tinkercad. (2024, July 19). *Autodesk tinkercad*. <https://www.tinkercad.com/>
- Turhal, E. (2020). *From art and music education to STEAM*. Research Highlights in Education and Science. <https://jgmac1106.me/uploads/2025/donmezstemasessment.pdf#page=175>
- Vargel, İ., Karaoğlu, H. B., Özdemir, M. A., & Aslan, Ö. (2024). Eğitimde yaratıcı düşünce geliştirme yöntemleri. *International QMX Journal*, 3(2), 1008–1017. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10792254>
- Wilson, H. E. (2018). Integrating the arts and STEM for gifted learners. *Roeper Review*, 40(2), 108–120. <https://doi.org/10.1080/02783193.2018.1434712>
- Wongta, J., Grosseau, C., Yachulawetkunakorn, C., Watthana, C., & Wongwatkit, C. (2020). Effects of a collaborative STEM-based orientation approach on senior high-school students' creativity and operacy. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 15(1), 71–106. <https://doi.org/10.1504/IJMLO.2021.111599>
- Xu, C., Wu, C. F., Xu, D. D., Lu, W. Q., & Wang, K. Y. (2022). *Challenges to student interdisciplinary learning effectiveness: An empirical case study*. *Journal of Intelligence*, 10(4), 2-32. <https://doi.org/10.3390/jintelligence10040088>
- Yakman, G., & Lee, H. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the U.S. as a practical educational framework for Korea. *Journal of The Korean Association For Science Education*, 32(6), 1072–1086.
- Yang, Y., Liu, J., & Xu, C. (2023). Young gifted students' STEM learning experiences: A bioecological systems view. *Journal of Gifted Education and Creativity*, 10(1), 11–13.