

IJTASE



## Volume 13 Issue 4



# INTERNATIONAL JOURNAL OF NEW TRENDS IN ARTS, SPORTS & SCIENCE EDUCATION

**OCTOBER 2024**

**Volume 13 - Issue 4**

**Editor in Chief**

Prof.Dr. Cenk KEŞAN  
Assoc.Prof.Dr. Erdal ASLAN

**Editors**

Prof.Dr. Bedri KARAYAĞMURLAR  
Prof.Dr. Oğuz SERİN  
Prof.Dr. Rana VAROL  
PhD. Arzu GÜNGÖR LEUSHUIS

**Associate Editors**

Prof.Dr. Fahriye ATINAY  
Prof.Dr. Zehra ALTINAY  
Ms Umut TEKGÜÇ

## **Message from the Editor**

I am very pleased to publish fourth issue in 2023. As an editor of International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education (IJTASE), this issue is the success of the reviewers, editorial board and the researchers. In this respect, I would like to thank to all reviewers, researchers and the editorial board. The articles should be original, unpublished, and not in consideration for publication elsewhere at the time of submission to International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education (IJTASE), For any suggestions and comments on IJTASE, please do not hesitate to send mail.

**Prof.Dr. Ahmet BURAK BASMACIOĞLU**

Anadolu University, Eskişehir, Turkey

**Guest Editor**

Copyright © 2023 International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education  
All articles published in International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education (IJTASE) are licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC BY\)](#).

IJTASE allows readers to read, download, copy, distribute, print, search, or link to the full texts of its articles and allow readers to use them for any other lawful purpose.

IJTASE does not charge authors an article processing fee (APF).

Published in TURKEY

Contact Address:

Prof.Dr. Cenk KEŞAN / Assoc.Prof.Dr. Erdal ASLAN

IJTASE Editor in Chief, İzmir-Turkey

## **Editorial Team**

### **Editor in Chief**

PhD. Cenk Keşan, (Dokuz Eylöl University, Turkey)

PhD. Erdal Aslan, (Dokuz Eylöl University, Turkey)

### **Editors**

PhD. Arzu Güngör Leushuis, (Florida State University, United States)

PhD. Bedri Karayağmurlar, (Dokuz Eylöl University, Turkey)

PhD. Oğuz Serin, (European University of Lefke, North Cyprus)

PhD. Rana Varol, (Ege University, Turkey)

### **Associate Editors**

PhD. Fahriye Atınay, (Near East University, North Cyprus)

PhD. Zehra Altınay, (Near East University, North Cyprus)

Ms Umut Tekgüç, ( Bahçeşehir Cyprus University, North Cyprus)

### **Linguistic Editors**

PhD. İzzettin Kök, (Girne American University, North Cyprus)

PhD. Mehmet Ali Yavuz, (Cyprus International University, North Cyprus)

PhD. Nazife Aydınoğlu, (Girne American University, North Cyprus)

PhD. Uğur Altunay, (Dokuz Eylöl University, Turkey)

### **Measurement and Evaluation**

PhD. Emre Çetin, (Cyprus Social Sciences University, North Cyprus)

PhD. Gökhan İskifoğlu, (European University of Lefke, North Cyprus)

PhD. Gürol Zırlıoğlu, (Yüzüncü Yıl University, Turkey)

PhD. Selahattin Gelbal, (Hacettepe University, Turkey)

### **Fine Arts Education**

PhD. Ayfer Kocabaş, (Dokuz Eylöl University, Turkey)

PhD. Azize Özgüven, (Yeni Yüzyıl University, Turkey)

PhD. Benan Çokokumuş, (Ondokuz Mayıs University, Turkey)

PhD. Esra Gül, (Anadolu University, Turkey)

PhD. Süreyya Çakır, (Okan University, Turkey)

PhD. Bedri Karayağmurlar, (Dokuz Eylöl University, Turkey)

PhD. Burak Basmacıoğlu, (Anadolu University, Turkey)

PhD. Cansevil Tebiş, (Balıkesir University, Turkey)

PhD. Gulsen G. Erdal, (Kocaeli University, Turkey)

PhD. Hale Basmacıoğlu, (Anadolu University, Turkey)

PhD. H. Hakan Okay, (Balıkesir University, Turkey)

PhD. Nezihe Şentürk, (Gazi University, Turkey)

PhD. Şirin Akbulut Demirci, (Uludağ University, Turkey)

PhD. Sezen Özeke, (Uludag University, Turkey)

## **Science Education**

PhD. Bařtürk Kaya, (Selcuk University, Turkey)  
PhD. ıgdem şenyiğit, (Van Yüzüncü Yıl University, Turkey), Turkey  
PhD. Gizem Saygılı, (Süleyman Demirel University, Turkey)  
PhD. Hakan Kurt, (Selcuk University, Turkey)  
PhD. Meryem Nur Aydede, (Niğde University, Turkey)  
PhD. Nilgün Seçken, (Hacettepe University, Turkey)  
PhD. Nilgün Yenice, Adnan Menderes University, Turkey), Turkey  
PhD. Oğuz Serin, (European University of Lefke, North Cyprus)  
PhD. Salih Çepni, (Uludağ University, Turkey)  
PhD. Şule Aycan, (Muğla University, Turkey)  
PhD. Teoman Kesercioğlu, (Dokuz Eyköl University, Turkey)  
PhD. Uğur Serin, (Necip Fazıl Kısakürek Primary School, Buca, Turkey)

## **Sports Science**

PhD. Alper Aşçı, (Haliç University, Turkey)  
PhD. Aysel Pehlivan, (Haliç University, Turkey)  
PhD. Ayşe Kin İşler, (Hacettepe University, Turkey)  
PhD. Caner Açıkada, (European University of Lefke, North Cyprus)  
PhD. Cengiz Akalan, (Ankara University, Turkey)  
PhD. Cevdet Tınazcı, (Near East University, North Cyprus)  
PhD. Emin Ergen, (Haliç University, Turkey)  
PhD. Ercan Haslofça, (European University of Lefke, North Cyprus)  
PhD. Fehime Haslofça, (European University of Lefke, North Cyprus)  
PhD. Görkem Aybars Balcı, (Ege University, Turkey)  
PhD. Hayri Ertan, (Eskişehir University, Turkey)  
PhD. İlhan Odabaş, (Haliç University, Turkey)  
PhD. Metin Dalip, (State University of Tetova, Macedonia)  
PhD. Özgür Özkaya, (Ege University, Turkey)  
PhD. Salih Pınar, (Fenerbahçe University, Turkey)  
PhD. Sinem Hazır Aytar, (Başkent University, Turkey)  
PhD. Tahir Hazır, (Hacettepe University, Turkey)  
PhD. Tolga Şiniforoğlu, (Kütahya Dumlupınar University, Turkey)  
PhD. Tuba Melekoğlu, (Akdeniz University, Turkey)  
PhD. Yunus Arslan, (Pamukkale University, Turkey)

# Table of Contents

## Research Articles

Message from the Editor

*Prof.Dr. Ahmet BURAK BASMACIOĞLU (Guest Editor)*

IJTASE- Volume 13 - Issue 4 2024

### Research Article

VALIDITY OF THE SCIENTIFIC CREATIVITY PROJECT BASED LEARNING (SiPjBL) MODEL IN PHYSICS LEARNING TO INCREASE THE SCIENTIFIC CREATIVITY OF PHYSICS EDUCATION UNDERGRADUATE STUDENTS IN INTRODUCTORY PHYSICS COURSES 1

*Maimon SUMO, Budi JATMIKO, Zainul Arifin Imam SUPARDI*

192-198

AN OVERVIEW OF FINE ARTS HIGH SCHOOL STUDENTS' CONCEPTUAL UNDERSTANDING LEVELS ON THE SUBJECT OF 'LIQUIDS' THROUGH THE ACTIVITIES OF CONCEPT CARTOONS

*Şenol ALPAT, Nalan AKKUZZU GÜVEN*

199-217

KÜLTÜREL MATEMATİKSEL BİLGİNİN EĞİTİME ENTEGRASYONU: İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ OLUŞTURDUKLARI ETNOMATEMATİKSEL ETKİNLİKLER

*Mustafa AKDEMİR, Tuğba ŞENGÜL AKDEMİR*

218-226

TEKNOLOJİ DESTEKLİ KİMYA EĞİTİMİ UYGULAMALARINA YÖNELİK BİR META-SENTEZ ÇALIŞMASI

*Cansu ATALAY, Sibel KILINÇ ALPAT*

227-240

ISSN: 2146-9466

# **VALIDITY OF THE SCIENTIFIC CREATIVITY PROJECT BASED LEARNING (SiPjBL) MODEL IN PHYSICS LEARNING TO INCREASE THE SCIENTIFIC CREATIVITY OF PHYSICS EDUCATION UNDERGRADUATE STUDENTS IN INTRODUCTORY PHYSICS COURSES 1**

Maimon SUMO

Postgraduate of Surabaya State University, Surabaya, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5994-1230>

[maimon.20006@mhs.unesa.ac.id](mailto:maimon.20006@mhs.unesa.ac.id)

Budi JATMIKO

Postgraduate of Surabaya State University, Surabaya, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0713-9078>

[budijatmiko@unesa.ac.id](mailto:budijatmiko@unesa.ac.id)

Zainul Arifin Imam SUPARDI

Postgraduate of Surabaya State University, Surabaya, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9150-6378>

[zainularifin@unesa.ac.id](mailto:zainularifin@unesa.ac.id)

**Received:** April 21, 2024

**Accepted:** September 13, 2024

**Published:** October 31, 2024

## **Suggested Citation:**

Sumo, M., Jatmiko, B., & Supardi, Zai (2024). Validity of the scientific creativity project based learning (SiPjBL) model in physics learning to increase the scientific creativity of physics education undergraduate students in introductory physics courses 1. *International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education (IJTASE)*, 13(4), 192-198.



Copyright © 2024 by author(s). This is an open access article under the [CC BY 4.0 license](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

## **Abstract**

This study aims to describe the validity of the SiPjBL model developed from the PjBL model based on the development needs and the sophistication of science. The method in this study is the development method of Borg and Gall, which is modified according to the needs of model development. The data collection technique is carried out using the model validation method. This research instrument uses a model validation sheet. The validation sheet contains statements that refer to aspects of development needs and aspects of the sophistication of science. Three validators then fill in the validation sheet according to their respective fields of expertise. Data analysis is carried out quantitatively descriptively by calculating the score on each component of each aspect of the model. The validation results by three validators obtained an average score of 3.92 with a very valid category, and the percentage of the feasibility of the SiPjBL model reached 97%. Thus, the SiPjBL model is feasible to implement in higher education's learning process.

**Keywords:** validity, SiPjBL model, scientific creativity.

## **INTRODUCTION**

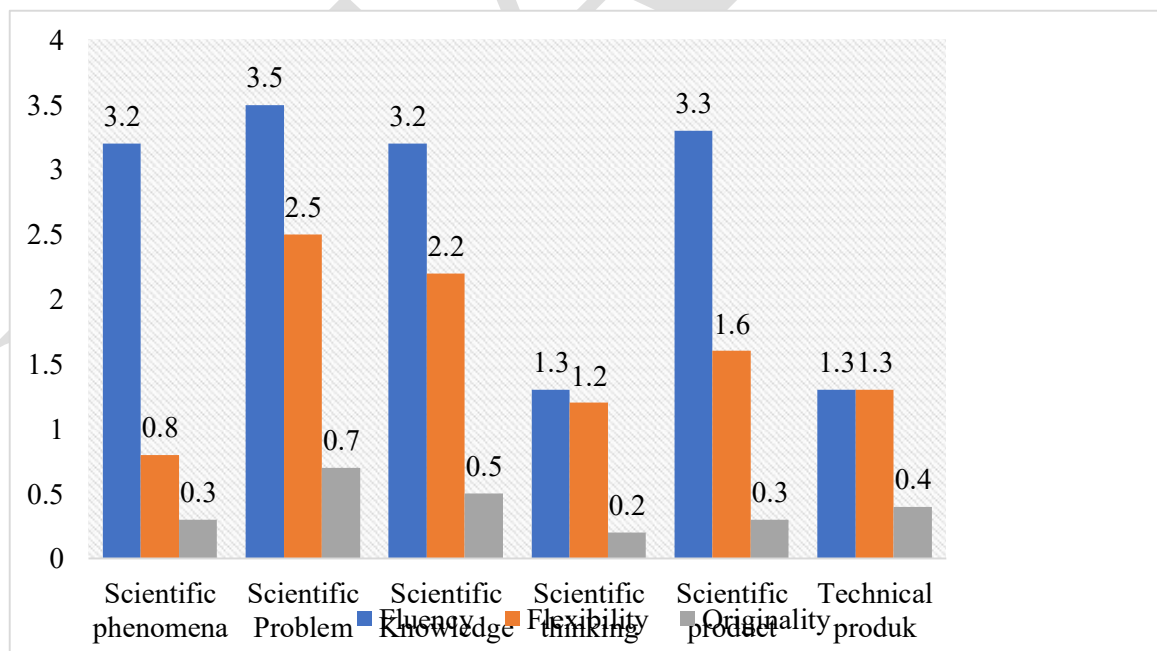
Along with advances in science and technology, educators must be able to adapt and compete in creating learning innovations to solve problems, create new things, and make life easier. This aligns with the objectives of the Industrial Revolution 4.0 (Rahayu et al., 2022; Wibowo, 2023). With the advent of this era, humans are required to have various skills to produce various scientific and technological innovation products, especially in the world of education (Andres & Rosalinda, 2023). For individuals who are not creative, the complexity and diversity of problems resulting from scientific and technological innovation can become obstacles and threats to their survival (Suradika., Dwi., 2023). However, for creative individuals, each of these problems can inspire creative ideas for success in life and career. The development of scientific creativity is an alternative to facing the rapid development of science and technology in formal and non-formal institutions or on a local and global scale (Maharani Putri Kumalasani & Kusumaningtyas, 2022). The development of scientific creativity can start from within the classroom when we teach (Mukhopadhyay, 2013; Ayas et al., 2014). The products of scientific creativity can be ideas or real work (Sidek et al., 2020). The product of scientific



creativity, whether in the form of technology or creative ideas, turns out to be a double-edged sword. Technology can lead to benefits or destruction or positive benefits for life; this depends on each individual's personality. Technological development must be accompanied by human development; humans have an essential role in directing technology or are holders of total authority over technological obstacles. Developing people will make it easier to welcome society 5.0 (Andayani, 2020).

Scientific creativity is one part of 21st-century skills known as the 4 C skills (Critical thinking, Creative thinking, Communication, and Collaboration) (Wahyuni & Rahayu, 2021). Among all the competencies mentioned, creative thinking is a core part of scientific creativity (Cirkony, 2023). Thinking creatively plays a vital role in learning, especially in physics learning, because this helps students analyze and solve problems related to scientific phenomena scientifically (Hu & Adey, 2010). Scientific creativity in the context of physics learning involves students' ability to analyze scientific phenomena, build in-depth scientific knowledge, solve scientific problems, the ability to think creatively, improve the ability to design products, and improve the technical quality of products. With several aspects of scientific creativity, students can better understand and apply physics concepts to the real world (Hu & Adey, 2002).

However, the research results show that students' scientific creativity is still relatively low. On a national scale, the low level of scientific creativity is shown by the 2018 and 2022 P.I.S.A. results as well as the O.E.C.D. report, which shows that Indonesian students' mastery of science is in the understanding level category (PISA, 2023; Pusat Penilaian Pendidikan Balitbang Kemendikbud, 2019). To master scientific creativity, students must at least be at the analytical level. Apart from that, preliminary research results from 2022 to 2023 were on 30 physics education students at the Islamic University of Madura (UIM) Pamekasan, with results as shown in Figure 1.



**Figure 1.** Initial research results diagram

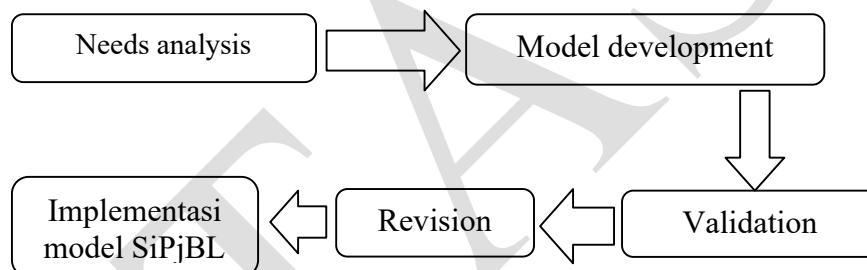
Based on the preliminary research results above, the indicators of scientific creativity, especially flexibility and originality, are relatively low, with an average score of 9.1 and 2.0 from a maximum score of 4.0, equivalent to 100 if converted into tens. This research's results align with the study conducted by P.I.S.A., which was previously explained.

Previous researchers have made several efforts, such as those conducted by Prahani et al., (2021) and Suyidno et al., (2018). However, there are still limitations, including that students have not been taught how important it is to master knowledge before solving problems and the importance of management—the time during the scientific investigation. Based on the results of the study, experts have agreed upon the importance of knowledge that students must master, including Arend, (2012), Moreno, (2010), and Slavin, (2015). Several experts recommend a meaningful learning process, while a meaningful and authentic learning process can be built from the learning model used. In this research, we develop a learning model as a solution to the problem of students' low scientific creativity. The learning model developed is a project-based learning model that is enhanced with the scientific creativity model, called scientific creativity project-based Learning (SiPjBL).

This research is supported by previous research, which shows that prior knowledge can help students solve problems, especially those related to project-based learning, can improve their ability to think systematically and structure, can improve their ability to make products technically, and ultimately can solve problems with scientific reasons for every activity they do. This research aims to produce a valid and reliable SiPjBL model learning tool.

### METHOD

This research was conducted on undergraduate physics education students at universities in East Java, Indonesia. The research sample was 90 students taking introductory physics courses. The development of the SiPjBL model is based on adopting the development model of Borg & Gall, (1983). The development flow is as in Figure 2.



**Figure 2.** SiPjBL model development flow

Based on Figure 2 above, before being developed, the SiPjBL learning model first carried out a learning needs analysis. This was done to discover the strengths of creating the model and the learning tools that accompanied the model. After obtaining data from the needs analysis, a PjBL model was studied to find its limitations. After the survey, the model syntax and learning tools that support the model are developed after the study. The model and learning tools, including model books, are validated in the final stage. In the final stage, a learning model is implemented to increase the scientific creativity of physics education students.

The instruments to validate the SiPjBL model are model validation sheets and learning tools. The feasibility of the model and learning tools was assessed by three validators who are experts in physics learning and learning tool development. The validity assessment of learning models and tools uses a scale range of 1 to 4 with minimum valid criteria at a score of 2.5 from a maximum score of 4.0. The data analysis technique in this research is collecting model validation data and supporting devices. After validation, the data is analyzed by calculating the score obtained using the formula:

$$Score = \frac{Score\ obtained}{Maximum\ score} \times 4$$

The results of the validation score calculation are then adjusted to the validity score criteria as in Table 1.

**Table 1.** Data validity criteria

Score Intervals	Assessment criteria
3,25 - 4,00	Very valid
2,50 - 3,25	Valid
1,75 - 2,50	Poor Valid
1,00 - 1,75	Not valid

Adapted from Sumo et al., (2024)

A learning device's reliability is valid if the reliability value reaches a minimum of 60% (Prahani et al., 2021). After obtaining data on the validity of the model and supporting devices, the reliability percentage is calculated using the formula:

$$R = (1 - (A - B) / (A + B)) \times 100\%$$

Information:

R: Percentage of instrument reliability

A: Highest score

B: Lowest score

## RESULTS

The results of this research are a valid and reliable SiPjBL model learning tool. The results of the revisions from the three validators are in the form of suggestions and improvements. These suggestions and improvements are used as a reference for researchers to improve learning tools to reach a minimum valid and reliable category. The results of suggestions and improvements to the SiPjBL model learning tools by the three validators are presented in Table 2.

**Table 2.** Suggestions and Improvements to the SiPjBL model

No	Suggestions Analysis results from three experts	Repair
1	The goals of the SiPjBL model are outlined against both instructional goals and sender impact goals.	The objectives in the SiPjBL model have been described into two objectives, namely instructional objectives which were included in the research, and companion impact objectives which were not examined in this research.
2	It is recommended that phase 1 of the SiPjBL model syntax be able to explore student knowledge	Phase 1 of the SiPjBL syntax has been improved by exploring students' knowledge and thinking through scientific phenomena
3	In the syntax of the SiPjBL Model, it is best to write down the objectives to be achieved for each phase	Each phase in the SiPjBL model syntax has written objectives to be achieved
4	Phase 1 is changed according to previous input.	In phase 1, initially "presenting examples of creative products" was changed to "creative knowledge exploration".
5.	CPL and CPMK in RPS basic physics1 with the SiPjBL Model are formulated with operational verbs in accordance with the objectives of the model	The CPL and CPMK RPS have been improved with the SiPjBL model, which is more operational and easy to understand
6	Student Textbook plus Glossary and Index	The design has been supplemented with a Glossary and Index
7	For scientific creativity tests, the images or phenomena presented should not be the same as textbooks, so the impression is not like memorizing	The images in the Scientific Creativity Test have been changed to fit the same context.

The suggestions in Table 2 are used to improve the SiPjBL model learning tools. Once corrected, it is then assessed by three operating validators. The results of the assessment by three validators are as in Table 3.

**Table 3.** Results of the SiPjBL Model Validity Assessment

Rated aspect	Validity Assessment	
	Average Score	category
<b>SiPjBL Model:</b>		
Model Development Needs	3,92	Very Valid
The latest scientific knowledge	3,83	Very Valid
<b>Learning tools:</b>		
Content suitability	3.67	Very Valid
Use of language	3.92	Very Valid
Device design	4.00	Very Valid
Completeness of required information	4.00	Very Valid
<b>Response questionnaire:</b>		
New learning models	4.00	Very Valid
Clarity of lecturers in teaching with the SiPjBL model	3.83	Very Valid
Ease of understanding lessons	4.00	Very Valid
Completeness of test instructions	4.00	Very Valid

The validation results are in Table 3. Then the reliability coefficient is calculated and the calculation results can be seen in Table 4 and Table 5.

**Table 4.** Learning device reliability results

Aspect	R <sub>count</sub>	R <sub>table (0,05)</sub>	Category
Model Development Needs	.999	.997	Valid
Model Development Updates	.998	.998	Valid

**Table 5.** Results of reliability statistical calculations

Cronbach's Alpha	N of items
.857	10

Based on the results of the validity analysis of learning tools in Table 5. Learning tools in terms of model development are very valid. Meanwhile, the sophistication of learning tools with the SiPjBL model is also very valid. The results of calculating the reliability of learning devices are as follows: R calculated .999, and R table .997, where R calculated is greater than the table. This indicates that the SiPjBL learning model has proven to be up-to-date in meeting model development needs. This is confirmed by the results of statistical tests on the model's reliability by obtaining a Cronbach's Alpha score of .857, more significant than .05. This indicates that the SiPjBL model is feasible and reliable.

## DISCUSSION and CONCLUSIONS

Based on the validation results from three validators, the SiPjBL model seen from the content and construct aspects has met aspects of development needs, while the average score is 3.92 with very valid criteria. Meanwhile, the model's sophistication aspect has fulfilled the validity aspect with an average score of 3.83 in the very valid category. Based on this data, all aspects of the SiPjBL model are categorized as very valid with a validity percentage of 97%, so it is very feasible. This is the opinion expressed by (Wicaksono, 2020) that scientific creativity cannot just appear, so the role of lecturers here is very much needed in class management and designing the learning process.

Meanwhile, the reliability of the model and supporting devices is categorized as reliable and valid; this can be seen from the results of the R count, which is greater than or equal to the R table. This result is strengthened by the results of statistical tests, which obtained a Cronbach's Alpha value of

0.857, which is greater than .05. This means that the SiPjBL model is suitable both in content and construct to be implemented in the physics learning process to increase scientific creativity. This is the opinion of Arend, (2012) and Moreno, (2021), Which states that valid and reliable learning instruments or tools will make it easier for lecturers to practice so that they positively impact improving students' high-level thinking. This opinion is in line with (Plomp & Nieveen, 2010) who stated that instruments that meet the validity aspect will always make it easier for teachers to carry out the task of the learning process in the classroom.

### Conclusions

Based on the results of research on the validity of the SiPjBL model in increasing the scientific creativity of undergraduate students in physics education, the SiPjBL model developed from the PjBL model has fulfilled valid aspects. With a validity score reaching 97%, it is very valid. This can be seen from content validity and construct validity. Together, this development research only reaches the validity of the model that has been developed; therefore, it is necessary to test the level of practicality and effectiveness of this SiPjBL model.

### REFERENCES

- Andayani, S. (2020). The profile of critical thinking and learning outcomes of teacher candidates viewed from gender differences. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1567, Issue 4). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1567/4/042072>.
- Andres, E. C. A., & Rosalinda, B. (2023). Online Flipped Learning Model in a College Physical Education Course. *European Journal of Educational Research*, 13(1), 413–425.
- Arend, R. I. (2012). Learning to Teach. In *Mc Graw Hill* (Ninth Edit, Vol. 11, Issue 1). <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-59379-1%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-420070-8.00002-7%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.ab.2015.03.024%0Ahttps://doi.org/10.1080/07352689.2018.1441103%0Ahttp://www.chile.bmw-motorrad.cl/sync/showroom/lam/es/>
- Borg, W.R & Gall, M. . (1983). *Education research: an introduction*. (4th Editio). Longman Inc.
- Cirkony, C. (2023). Flexible, creative, constructive, and collaborative: the makings of an authentic science inquiry task. *International Journal of Science Education*, 45(17), 1440–1462. <https://doi.org/10.1080/09500693.2023.2213384>
- Hu, W., & Adey, P. (2002). *A scientific creativity test for secondary school*. 24, 389–403. <https://doi.org/10.1080/09500690110098912>
- Hu, W., & Adey, P. (2010). A scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education*, 24(4), 389–403. <https://doi.org/10.1080/09500690110098912>
- Maharani Putri Kumalasani, & Kusumaningtyas, D. I. (2022). 21 St Century Skill In Learning Models With A Steam Approach. *Jurnal Riset Pendidikan Dasar*, 05(April), 74–81.
- Moreno, F. E. (2021). Learning electrical circuits for the development of critical thinking. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2073, Issue 1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2073/1/012001>
- Moreno, R. (2010). *Educational psychology*. John Wiley & Sons, Inc.
- Mukhopadhyay, R. (2013). *Scientific Creativity- A New Emerging Field of Research : Some Considerations*. 2(1), 1–9.
- PISA. (2023). PISA 2022 Results Factsheets Indonesia. *The Language of Science Education*, 1, 1–9. <https://oecdch.art/a40de1dbaf/C108>.
- Plomp, T., & Nieveen, N. M. (2010). *An introduction to educational design research*.
- Prahani, B. K., Suprpto, N., Rachmadiarti, F., Sholahuddin, A., Mahtari, S., Suyidno, & Siswanto, J. (2021). Online Scientific Creativity Learning (OSCL) in Science Education to Improve Students' Scientific Creativity in Covid-19 Pandemic. *Journal of Turkish Science Education*, 18(Special Issue), 77–90. <https://doi.org/10.36681/tused.2021.73>
- Pusat Penilaian Pendidikan Balitbang Kemendikbud. (2019). Pendidikan di Indonesia Belajar dari Hasil PISA 2018. *Pusat Penilaian Pendidikan Balitbang Kemendikbud*, 021, 1–206.
- Rahayu, R., Iskandar, S., & Abidin, Y. (2022). Inovasi Pembelajaran Abad 21 dan Penerapannya di Indonesia. *Jurnal Basicedu*, 6(2), 2099–2104. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i2.2082>
- Sidek, R., Halim, L., Buang, N. A., & Mohamad Arsad, N. (2020). Fostering Scientific Creativity in Teaching and Learning Science in Schools: A Systematic Review. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran IPA*, 6(1), 13.



<https://doi.org/10.30870/jppi.v6i1.7149>

- Slavin, R. E. (2015). Instruction Based on Cooperative Learning. *Handbook of Research on Learning and Instruction*, 388–404. <https://doi.org/10.4324/9780203839089.ch17>
- Sumo, M., Jatmiko, B., Supardi, Z. A. I., & Suprianto, S. (2024). The Influence Of The Project-Based Learning Model On The Scientific Creativity Of Physics Education Undergraduate Students At Madura Islamic University. *SEJ (Science Education Journal)*, 8(1), 19–31. <https://doi.org/10.21070/sej.v8i2.1651>
- Suradika., Dwi., N. (2023). *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*. 12(1), 153–167. <https://doi.org/10.15294/jpii.v12i1.39713>
- Suyidno, Nur, M., Yuanita, L., & Prahani, binar kurnia. (2018). Issn 1648-3898 Issn 2538-7138 Effectiveness of Creative Responsibility Based Teaching ( Crbt ) Model on Basic Physics Learning To Increase Student ' S Scientific Creativity and. *Journal of Baltic Science Education*, 136–151.
- Test, P., Sak, U., & Ayas, M. B. (2014). *Creative Scientific Ability Test ( C-SAT ) : A new measure of scientific creativity*. *Creative Scientific Ability Test ( C-SAT ) : A new measure of scientific creativity*. September 2013.
- Wahyuni, L., & Rahayu, Y. S. (2021). Pengembangan E-Book Berbasis Project Based Learning (PjBL) untuk Melatihkan Kemampuan Berpikir Kreatif pada Materi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan Kelas XII SMA. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 10(2), 314–325. <https://doi.org/10.26740/bioedu.v10n2.p314-325>
- Wibowo, F. C. (2023). *Journal of Technology and Science Education*. 13(1), 178–192.
- Wicaksono, I. (2020). *Validity and Practicality of the Biotechnology Series Learning Model to Concept Mastery and Scientific Creativity*. 13(3), 157–170.

## AN OVERVIEW OF FINE ARTS HIGH SCHOOL STUDENTS' CONCEPTUAL UNDERSTANDING LEVELS ON THE SUBJECT OF 'LIQUIDS' THROUGH THE ACTIVITIES OF CONCEPT CARTOONS

Şenol ALPAT

Prof.Dr., Dokuz Eylul University, Buca-İzmir  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5937-9949>  
[senol.alpat@deu.edu.tr](mailto:senol.alpat@deu.edu.tr)

Nalan AKKUZU GÜVEN

Prof.Dr., Dokuz Eylul University, Buca-İzmir  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3374-7293>  
[nalan.akkuzu@deu.edu.tr](mailto:nalan.akkuzu@deu.edu.tr)

**Received:** July 28, 2024

**Accepted:** October 24, 2024

**Published:** October 31, 2024

### Suggested Citation:

Alpat, Ş., & Akkuzu Güven, N. (2024). An overview of fine arts high school students' conceptual understanding levels on the subject of 'liquids' through the activities of concept cartoons. *International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education (IJTASE)*, 13(4), 199-217.



Copyright © 2024 by author(s). This is an open access article under the [CC BY 4.0 license](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

### Abstract

Students tend to consider "Chemistry" as a course difficult to perceive. In order to eliminate this perception, we thought that it would be important to use concept cartoons activities that include interesting and entertaining elements in line with the abilities of the students. From this point of view, the study aims to investigate the effect of the concept cartoons in teaching "Liquids" unit on the level of conceptual understanding of the ninth-grade students. The participants of the study included 29 students who were enrolled in a Fine Arts High School in the Aegean Region. The study was designed according to one group pre-test/post-test modeling. Concept Cartoons Conceptual Understanding Test (CCCUT), Scenario Drawings (SD) and semi-structured interview were used as data collection tools. The findings of the study revealed that activities based on concept cartoons made a significant difference in students' conceptual understanding levels. Besides, as a result of the interviews, we established that the concept cartoons are interesting, increase motivation, create a discussion environment and encourage students to think came to the fore. Consequently, positive views emerged that concept cartoons provide benefits in many respects and should be used in courses.

**Keywords:** Concept cartoons, conceptual understanding level, scenario drawings, liquids, fine arts, high school students.

### INTRODUCTION

According to the philosophy of constructivism, knowledge is subjective. Information is interpreted and structured by the individual (Driver & Erickson, 1983; Wittrock, 1974). The quality of this formation is determined by the individual's current thinking styles. Learning in constructivism is a process in which the individual actively constructs the new information in the light of his/her existing knowledge and even uses the creativity of the individual. It is necessary to use learning materials and activities that will allow the teacher to reveal the mentality of each student in the classroom, to discuss, inquiry and research for accuracy in the classroom environment during teaching (Driver, Guesne, & Tiberghien, 1985). Students learn most effectively when they are exposed to a variety of learning materials. One of the learning materials that are used in students' meaningful learning and encourage students to engage in active scientific thinking are concept cartoons (Keogh & Naylor, 2000).

Concept cartoons created to reveal students' ideas about a topic, to challenge their thoughts, and to support the development of their understanding are a new approach to teaching, learning and assessing in science (Keogh, Naylor, & Wilson, 1998; Naylor & Keogh, 2013). Concept cartoons, which are suggested as a way to acquire a constructivist understanding of learning in the classroom, have been applied by many researchers (Abrahams, 2019; Kusumaningrum, Ashadi & Indriyanti, 2018; Pekel, 2021; Say & Özmen, 2018; Strande & Madsen, 2018; Yurtyapan & Kandemir, 2021). These studies indicate that cartoons have high attention-grabbing and motivational features due to

their visual nature, significantly increase motivation even in students with learning disabilities, and create in-class discussions with high active participation.

Concept cartoons are visual tools in which the ideas and discussions of cartoon characters regarding the cause or solution of an event from daily life are presented in written form through speech bubbles (Coll, France, & Taylor, 2005; Keogh & Naylor, 2000; Martinez, 2004; Sexton, 2010; Stephenson & Warwick, 2002). While one of the aforementioned ideas in the concept cartoons contains scientifically correct knowledge, the other ideas are included statements containing misconceptions or alternative conceptions (Chin & Teou, 2009; Kabapınar, 2005; Morris, Merritt, Fairclough, Birrell, & Howitt, 2007; Naylor, Downing & Keogh, 2001; Stephenson & Warwick, 2002). The ideas in the cartoon may be related to the misconceptions or alternative conceptions of the students, as well as different perspectives on an event or an experiment in daily life. The opinions in question are presented to the students at different stages of the course, and the students explain their reasons by determining the appropriate one among them or by writing their own opinions. In this context, various opinions that emerge in the classroom create an environment of cognitive conflict (cognitive imbalance) in the minds of the students. As Naylor, Downing and Keogh (2001) stated in their studies; concept cartoons are used as a stimulus to reveal different views as a result of students' discussions. Thus, it can be said that concept cartoons are designed to enhance scientific thinking and reasoning. Another important feature of concept cartoon is that it enables students to practice using their communication skills through group discussions and lead them to think, thus creating scientific argumentation environments among students (Dabell, 2004; Kabapınar, 2009; Kinchin, 2004; Naylor, Keogh, & Downing, 2007; Webb, Williams, & Meiring, 2008). Creating discussion environments is necessary to engage students in higher order thinking skills, to enable them to interpret scientific events and explore to construct knowledge by discussing it in social environments. In this regard, concept cartoons act as an effective stimulus for argumentation by inviting students to express their views and thoughts (Naylor & Keogh, 2013). Concept cartoons are one of the important evaluation tools in the science education literature in ensuring active participation of the students (Naylor & Keogh, 2009), revealing and increasing their conceptual understanding, identifying and eliminating misconceptions (Naylor & Keogh, 1999; Parkinson, 2004; Sexton, Gervesoni & Brandenburg, 2009; Şaşmaz Ören, 2009). There are many studies on the concept cartoons, especially in the field of science (Atasoy, Tekbıyık, Çalık, & Yılmaz-Tüzün, 2022; Pekel, 2021; Siong, Tyug, Phang, & Pusppanathan, 2023; Türkoğuz & Cin, 2013). For instance, Balım, İnel, and Evrekli (2008) investigated the effect of using concept cartoons in science teaching on students' academic achievement and inquiry learning skills. In their study, it was concluded that the students in the experimental group had higher perception scores on inquiry learning skills than the students in the control group. There was no significant difference between the academic achievements of the two groups. In the study conducted on fifth graders in the unit of living and life from biology subjects, Baysarı (2007) reported that concept cartoons did not cause a significant difference on achievement and attitude. Özyılmaz-Akamca, Ellez, and Hamurcu (2009) investigated the effectiveness of computer-assisted concept cartoon applications on learning achievement in their study on fourth grade students at primary school level. They found that the use of concept cartoons had a positive effect on students' academic achievement. In the study conducted by Webb et al. (2008), the effectiveness of using concept cartoons and written drafts was investigated in terms of using concept cartoons to improve discussion in science classes in Africa. The study was carried out with a total of 96 students in two 9th grades. Students in each class were divided into six groups of eight, and three groups were determined in the study, one of which was video recording, another one was audio recording, and the third was observation and field notes. Within the scope of the study, some of the students stated that the use of written drafts together with concept cartoons caused an increase in the students' in-class discussion levels (Webb et al., 2008). In their research, Chen, Ku, and Ho (2009) tried to determine the effects of discussion-based concept cartoons on the students' discussions. In the study, in which a single group pre-test and post-test design was used, the applications lasted for six weeks with 21 students studying in a primary school. According to the results of the research, they determined that the use of concept cartoons could increase the discussion skills of the students. In addition to all these studies, there are also various studies in the field of chemistry education. Especially when the aforementioned features



of concept cartoons are considered studies indicate that concept cartoons might be used in chemistry teaching and learning for enabling students to assess their own level of understanding, elicit their own ideas and alternative conceptions and reinforce their meaningful learning (Gafoor & Shilna, 2013; Özmen, Demircioğlu, Burhan, Naseriazar, & Demircioğlu, 2012; Roesky & Kennepohl, 2008; Ültay, 2015). Studies examining the understanding, comprehension and conceptions show that students at all levels struggle with chemistry concepts and cannot be successful at the desired level. While students learn various fundamental chemistry concepts, they encounter several cognitive conflicts due to alternative concepts (Taber, 2020). In this context, concept cartoons help students to construct their knowledge, eliminate alternative concepts, if any, and improve their conceptual understanding. Since chemistry holds rich volume of abstract concepts that requires substantial time and effort commitments from the students, the use of concept cartoons is extremely important so that students do not have difficulty in learning new concepts (Gafoor & Shilna, 2013). In this regard, students' conceptual understanding levels on "Liquids", one of the basic and abstract subjects of chemistry, were examined in this study. Within this framework, the research focused on whether the use of concept cartoons has a positive impact on increasing students' conceptual understanding. When studies on the effectiveness of concept cartoons in chemistry education are examined, it is seen that concept cartoons lead the students to clarify their thinking, consider alternative explanations and provide them learning meaningful and permanently (Kabapınar, 2005; Kusumaningrum et al., 2018; Say & Özmen, 2018; Özmen, Demircioğlu, Burhan, Naseriazar, & Demircioğlu, 2012). For instance, Özmen et al. (2012) examined the effectiveness of concept cartoons enhanced laboratory activities for teaching of concepts of acid-base chemistry in primary school and found that concept cartoons help students improve their understanding and reduce their alternative conceptions. Similarly, Kusumaningrum et al. (2018) have tried to identify the effectiveness of concept cartoon on detection student's misconception in the topic of buffer solution. They suggested that concept cartoons can be used in science learning especially in chemistry because it makes student active in learning, increases motivate to discuss and inquire their knowledge. In fact, apart from the studies examining the effectiveness of concept cartoons alone, there are also studies claiming that concept cartoons have remained a part of various teaching approaches. One of the studies conducted with this perspective in mind was the effect of concept cartoons embedded within context-based learning approach on 8th grade students' alternative conceptions of "chemical bonding" (Ültay, 2015). In another study, investigating the students' misconceptions about "gas pressure", concept cartoons, animation and diagnostic branched tree supported conceptual change texts were developed and point out that concept cartoon was an appropriate tool to enable students to express their prior knowledge clearly (Şahin & Çepni, 2011). All of these studies indicate that concept cartoons help students discuss their opinions in classrooms, reveal their misconceptions and improve their conceptual understandings.

Concept cartoons also facilitate conceptual understanding with their visual aspects. Dempsey and Betz (2001) claimed that "an excellent way to describe an object is to draw it". Through drawing, students learn to see natural phenomena and scientific concepts in their minds from an aesthetic point of view (Pugh & Girod, 2007). This shows that the content of scientific education is not far from art, and that art supports it in many ways.

As a result; the difference of this study is that the concept cartoon technique has been used in the teaching of the subject of liquids, and it has been tried to ensure that the knowledge is structured by the student, considering the special talents and interests of the students studying at the Fine Arts High School painting department. Hence, the aim of this study was to investigate the effect of concept cartoons on the conceptual understanding of the liquids of Fine Arts High School 9th grade students. For this purpose, answers were sought to the following sub-problems in this study:

- Is there a significant difference between the pre-test and post-test mean scores of the students for the concept cartoons test?
- Is there a significant difference between the pre-test and post-test mean scores of the students' scenario drawings on liquids test for determining the level of conceptual understanding?
- What are the students' views on concept cartoons activities?

## METHOD

### Pattern of the Research

This research was carried out using a single-group pretest-posttest experimental design, which is one of the quantitative research approaches. In experimental studies, researchers observe the effects of at least one independent variable on one or more dependent variables (Cohen, Manion, & Morrison, 2005; Gay & Airasian, 2000). In the study, a single group pre-test post-test experimental design, which is one of them was used and the measurements were evaluated by considering the pre-test and post-test scores on a single group (Table1). The measurements of the dependent variable of the experiments were applied to the students as a pre-test before the application and as a post-test afterwards, using the same measurement tools.

**Table 1.** Research design of the study

Pre-test	Process	Post-test
T1: Concept Cartoon Conceptual Understanding Test (CCCUT)	Teaching process with concept cartoons activities	T1: Concept Cartoon Conceptual Understanding Test (CCCUT)
T2: Scenario Drawings (SD)		T2: Scenario Drawings (SD)
		T3: Semi-structured Interview

### Study group

In order to determine the participants of the research, the convenience sampling method, a kind of non-probability sampling procedure in which the sample is obtained from a group of individuals easily accessible or reachable, was used. This method is expressed as including the closest individuals in the sample on a voluntary basis in the selection of the participants to be included in the research (Dörnyei, 2007). The study group of the research consisted of 29 students studying in the ninth grade of a Fine Arts High School located in the Aegean Region of Turkey.

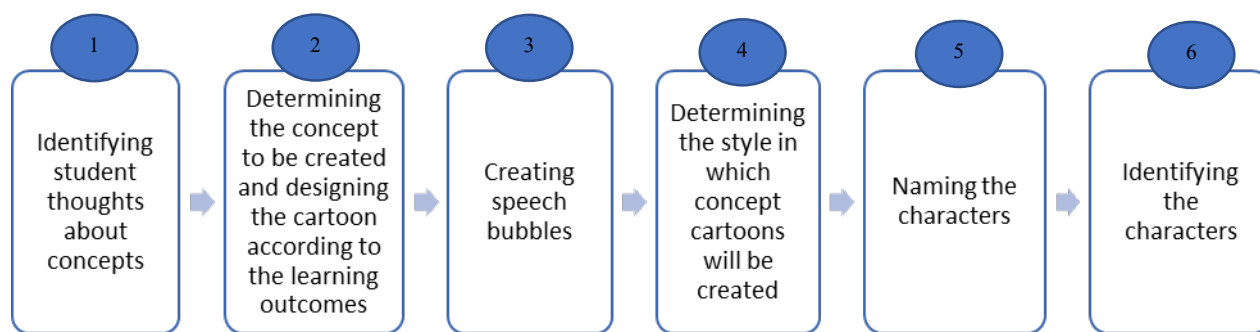
The reason for conducting this study on fine arts high school art department students is to see to what extent they can associate chemistry with their fields. Fine arts painting department students take chemistry as a common course in the 9th grade. For 4 years, they take courses in subjects such as basic art, sculpture, graphic design, art history, drawing studies and charcoal drawing. For example, within the scope of the basic art education course, they learn subjects such as point-line, stain, texture, shape and form, color information, and gouache paint, oil paint, watercolor techniques in the two-dimensional art workshop course. These subjects require students to comprehend the general properties of liquids. As a result, their conceptual understanding of "liquids" in chemistry classes is critical. Members of the target population were included in the sample because they met practical criteria such as easy accessibility, availability at a given time, and willingness to participate. The ages of the participants vary between 14-15, and 65.52% (n=19) of the participants are female and 34.48% (n=10) are male students.

### Data Collection Tools

Concept Cartoon Conceptual Understanding Test (CCCUT), Scenario Drawings (SD) and semi-structured interview were used as data collection tools in the research.

### Concept Cartoon Conceptual Understanding Test (CCCUT)

In order to determine the effectiveness of concept cartoon-supported activities on the conceptual understanding of the subject of "Liquids" of the "States of Matter" unit, a concept cartoon test consisting of open-ended questions was developed by the researchers. CCCUT were prepared in accordance with the learning outcomes within the scope of the curriculum and it consisted of 9 concept cartoons with open-ended questions on the subject of "Liquids" of the "States of Matter" unit. While preparing the concept cartoons, the related literature was reviewed and concept cartoons were designed according to the instruction prepared by Atasoy (2017). This instruction, which consists of six stages, is presented in Figure 1.



**Figure 1.** The process of designing concept cartoons

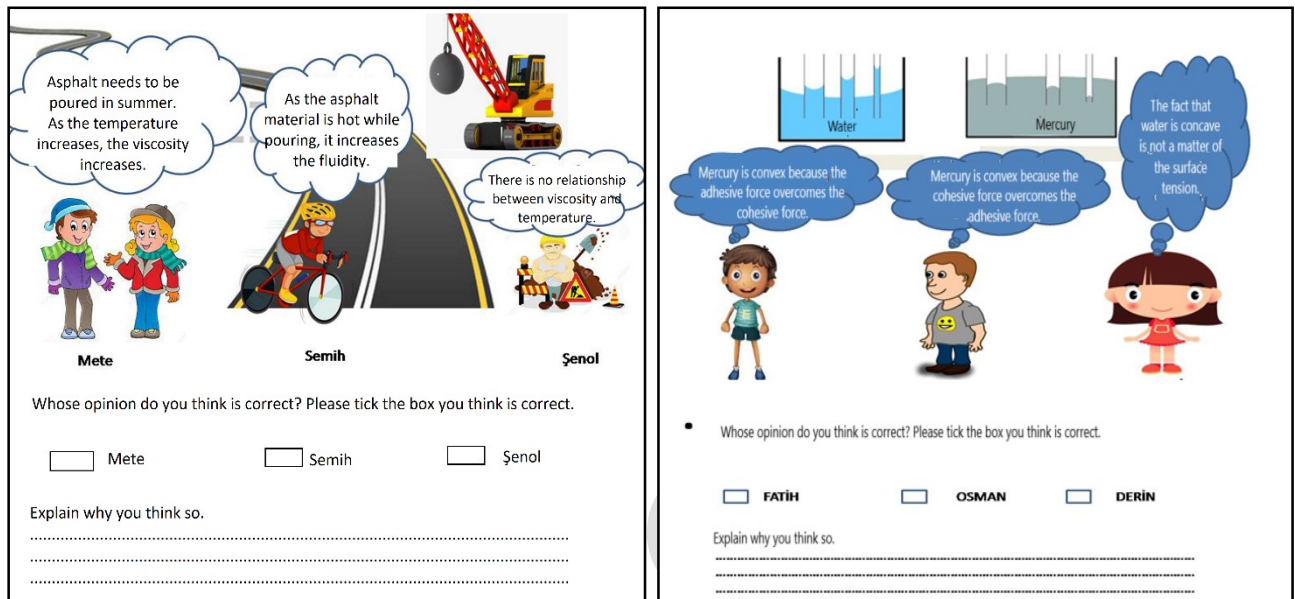
At the stage of determining student thoughts about concepts, studies on the misconceptions on the subject of liquids were examined and common misconceptions were identified. In the second stage, concept cartoons were prepared for each learning outcome in order to determine the concept to be created and design the cartoon. While preparing the concept cartoons, the expert opinion of the art teacher at the school was consulted in terms of suitability for the level of the student, character selection and attractiveness. The learning outcomes of concept cartoons on the subject of liquids are presented in the Table 2. Cartoons were prepared based on the learning outcomes in the 2017 fine arts secondary education curriculum.

**Table 2.** Learning Outcomes of CCCUT

Cartoons	Learning Outcomes
C1	Relates the surface tension, viscosity, vapour pressure of liquids with intermolecular interaction.
C2	Relates the viscosities of different liquids to temperature. a. Viscosities of different liquids such as water, glycerine, olive oil, honey, jam, molasses are compared. b. Examples from daily life are given for the variation of viscosity with temperature.
C3	Uses concepts related to fluids and their properties to explain natural phenomena.
C4	The presence of water vapour in the atmosphere is associated with the concept of humidity.
C5	The concepts of real and felt temperature given in meteorology news are associated with relative humidity.
C6	Explains the concept of equilibrium vapour pressure through the evaporation-condensation processes in closed vessels.
C7	It is emphasized that boiling is an event that depends on external pressure (pressure above the liquid)/geographical altitude; Examples of industrial applications of boiling/evaporation under low/high pressure are given.
C8	Explains that boiling and evaporation are different from each other.
C9	Explains the capillary effect of liquids and the tendency of liquids to form drops through the concept of surface tension. a. The transport of water to tree/plant stems is explained with examples of mercury's non-wetting.

In the third stage, which is “creation of speech bubbles” in preparing concept cartoons, three or four student thoughts were formed in each cartoon. While one of these thoughts consists of valid thought; the other thoughts include the misconception. Alternative ideas about the concept in the concept cartoons were created equally, and it was paid attention that there were no signs that would direct the students to the valid idea. In the fourth stage, since the written expressions of the students will be examined, concept cartoons in the style of the worksheet containing the student responses were used. At the stage of naming the characters, attention was paid to give names that the students might encounter in their lives. In the stage of determining the images of the characters in the concept cartoons, concept cartoons were prepared by paying attention to the fact that the visuals that the students could encounter in their lives, that would attract their attention and were convincing. After the cartoons were created, views from professionals in the field of chemistry education were sought to determine whether the cartoons were appropriate for the learning outcomes and whether they accurately reflect the content. In line with expert opinions, changes were made in three questions in the test, and these were in the sections of relating to daily life or in the speech bubbles of the characters. Four students who were not part of the study group were interviewed about the questions after the necessary modifications had been made in order to determine the concept cartoon test and the

questions' clarity. The final version of the CCCUT on the subject of liquids, which consists of 9 questions, was developed after certain modifications were made in response to the students' comments. Sample concept cartoons are given in Figure 2.



**Figure 2.** Sample cartoons from the CCCUT.

The scoring of the concept cartoons was done by taking into account the scoring of Ormancı and Şaşmaz-Ören (2011). The categories and scores related to the concept cartoons test are given in Table 3.

**Table 3.** Category and scoring for the CCCUT

Categories	Points
Correct Answer - Correct Explanation (CA-CE)	3
Correct Answer -Partly Correct Explanation (CA-PCE)	2
Wrong Answer - Correct Explanation (WA-CE)	2
Correct Answer - Incorrect Explanation (CA-IE)	1
Wrong Answer - Partially Correct Explanation (WA-PCE)	1
Wrong Answer -Wrong Explanation (WA-WE)	0
Null	0

### Scenario Drawings

Considering the interests and abilities of the students studying at the Fine Arts High School Painting Department, the scenario drawings in which the students could reflect their thoughts on the subject of liquids were evaluated. As a data collection tool, the scenarios created by the researchers on the subject of 'Liquids' were presented to the students before and after the application, and they were asked to reflect the events related to the subject of liquids in the scenarios as drawings. The researchers created scenarios, and at this point, scenario preparation procedures were followed. First of all, attention has been paid to the fact that there are three main sections in the structure of the scenario: introduction, development and conclusion. To ensure that the content of each scenario is appropriate for the achievements of the subject of liquids, that there is a constant development and progress in the scenarios, and that they are fluent and understandable, care was taken not to include



long and complex sentences. Also taken into consideration were the choice of words, the way physical events related to liquids were handled in the script, the existence of a specific plot, characters, and setting. The story was intentionally kept brief. All of these factors are useful in assisting pupils in simply visualizing the scenarios. The appropriateness of the content of each scenario in light of the achievements in the subject of liquids was discussed and necessary corrections were made after consulting relevant experts. The students were instructed to draw a total of 9 scenarios that were provided to them. Example Scenario is given in Figure 3.

Melis and Filiz go home to cook because they are very hungry after school. They decide to make pasta on the way. When they come home, they see that the pot is dirty in the kitchen. While thinking about how to remove the dirt, Filiz remembers what she saw from her mother and says that the pot should be washed with detergent and then rinsed with water. They decide to wash in this way and see how easily the dirt is separated with detergent during washing. After washing, she sees that the water droplets are stuck on the pot. She asks Melis why this happened. Then, to boil the pasta, they fill the pot with water and wait for it to boil on the stove. Filiz says she wants to eat her pasta with ketchup and Melis with grated tomato sauce. Filiz poured ketchup on her pasta and ate it with pleasure, while Melis poured tomato sauce and ate her pasta with pleasure.



- How do you think the detergent interacts with the water and removes the dirt from the pot? Please explain.
  - After rinsing the pot with water, what do you think might be the reason why the water droplets cling to the spherical pot? Please explain.
  - If we closed the lid of the pot while boiling the pasta water, do you think the boiling point would decrease? Please explain.
  - How would you explain the concepts of boiling and evaporation? Are they both the same concept? Please explain.
  - If we added salt to water, what do you think would change the boiling time? Please explain.
  - What kind of difference do you see between the grated tomato sauce and the fluidity of the ketchup? Explain why.
- Describe the events mentioned above by drawing them and explaining their causes.

**Figure 3.** Example scenario.

Drawings of scenarios were scored based on the categories of conceptual understanding. Data analyzes related to scenario drawings are given in Table 4.

**Table 4.** Scoring of the scenario drawing

Categories	Explanation	Points
Sound Understanding (SU)	Drawing and explanation are scientifically correct	3
Understanding (U)	Drawing is incorrect and explanation is scientifically correct	2
Partial Understanding (PU)	Drawing and explanation are partially correct	1
Conceptual Misunderstanding (CM)	Although there are drawing and description; but they are not related to the concept and mixed with other concepts.	0
No Response (NR)	Drawing is incorrect-No explanation No drawing – No explanation	0

### Semi-structured Interview

In the research, an interview was held after the application in order to get the opinions of the students about the concept cartoons activities. Interviews can take different forms depending on the availability of resources and the characteristics of the data to be collected in the research. These are structured

interview, semi-structured interview, unstructured interview, ethnographic interview, and focus group interview. In our study, a semi-structured interview was used. Semi-structured interview is applied in order to obtain both fixed-choice answering and in-depth data in the relevant field. It has advantages such as ease of analysis, opportunity to express oneself to the interviewee, providing in-depth information when necessary, and disadvantages such as loss of control, spending too much time on unimportant matters, and decreased reliability because the interviewees are not approached with certain standards. In the preparation phase, an interview form consisting of 6 open-ended questions was prepared by the researchers for the purpose of semi-structured interview. Expert opinion was sought while forming the interview questions. During the implementation process, each interview lasted 15 minutes and the interviews were conducted with 12 volunteers. Data analysis of semi-structured interviews was done by content analysis (f and %) and the percentage of agreement was found.

### Implementation Process

Since the school where we carried out the application were the students of the Fine Arts High School Painting Department; the concept cartoon technique was chosen in accordance with the interests and abilities of the students. The implementation process took 4 weeks and the process is explained in Table 5.

**Table 5.** Application process

Weeks	Applications
1.Week	First of all, the students were met. Permission was obtained from the teachers and students to carry out the application. In order to implement the process, information was given about the subject, concept cartoon, scenario drawing and the process. It was emphasized that the study would be implemented without any grade concerns. Our aim was to make the students feel comfortable during the application. When the pre-test papers were distributed to the students, the concept cartoons first caught the attention of the students. Extra blank papers were distributed so that students could make free drawings in the scenario drawing in order to benefit from their painting skills. The pre-test process was applied.
2.Week	According to the constructivist approach, the subject of Liquids was handled by using concept cartoons. In order for the students to be active during the process, worksheets containing concept cartoons were distributed. A discussion environment was created by reflecting the concept cartoons in the worksheet on the smart board and the misconceptions were tried to be eliminated.
3.Week	CCCUT and SD were applied as the post-test on the subject of Liquids.
4.Week	Considering the scores of the students in the post-tests, 12 students at lower, middle and upper levels were selected for the interview. Semi-structured interviews were conducted to collect students' thoughts on the concept cartoons activity.

### Data Analysis

Normal distribution is checked with Shapiro-Wilk test in order to use parametric tests in the analysis of the data, and test distribution is found normal. After determining the conformity of the data to the normal distribution, independent groups t-test was used to compare the pre-test-post-test scores. Descriptive statistics such as frequency and percentage distribution were used in achievement tests. SPSS statistical package program was used in the analysis.

The data obtained from the interview data were subjected to content analysis. This method is based on the creation of concepts and themes related to data. With this method, the semantic contents of the participants' expressions are systematically defined (Altunışık, Coşkun, Bayraktaroğlu, & Yıldırım, 2010: 322; Yıldırım & Şimşek, 2008: 89). In the data analyzed question by question, repetition statements with the same meaning were combined and considered as a single statement. In the next stage, the data were coded according to the key concepts created by considering the relevant literature, and these key concepts were gathered under the themes determined by the researchers. Attention was paid to the fact that the data collected under the determined themes for the internal consistency of the research constitute a meaningful whole, and for the external consistency, the themes provide integrity within each other (Denzin & Lincoln, 1998; Silverman, 2000). The reliability of the coding process

of the data was calculated using the percent agreement percentage formula of Miles and Huberman (1994) between the three raters. The reliability calculation of the study was determined using the Percent Agreement Formula [  $P = (Na / Na + Nd) \times 100$  ] (P: Percent Agreement, Na: Amount of Agreement, Nd: Amount of Discord). When the percentage of agreement in the reliability calculation is 70%, the percentage of reliability is considered to have been reached (Yıldırım & Şimşek, 2008). According to the data we obtained, the percentage of agreement in the reliability calculation was determined as 88% and it was accepted that the percentage of reliability was reached. The themes determined as a result of the content analysis were presented as frequency and percentage analysis. Sample student sentences were also quoted in order to directly reflect the thoughts on the determined themes. In the light of the analyzed data and themes identified, the findings are presented in tables for each question separately for each question in the results section.

## RESULTS

In this part, the findings and interpretations obtained from the research are given in line with the problems addressed in order to determine the effectiveness of the use of concept cartoons together.

### Findings Related to First Sub-Problem

The first sub-problem of the study, “Is there a significant difference between the pre-test and post-test average scores of the students in the CCCUT?” was sought to be answered. Findings related to the first sub-problem are presented in the Table 6 and in the Table 7. The scores that the students got from the concept cartoons pre-test and post-test are given. While the students had an average of 1.92% and 8.04% in the pre-test, CA-CE and CA-PCE, respectively, these rates increased from 33.34% and 20.69% in the post-test. Similarly, a decrease was observed in the WA-WE category in terms of percentage (33.72% to 12.64%) in the post-test. Additionally, the number of students who left the questions blank decreased considerably and students answered the questions in the post-test.

**Table 6.** Results from the pretest of the CCCUT

CATEGORY	CA-CE		CA-PCE		WA-CE		CA-IE		WA-PCE		WA-WE		Null	
CARTOON	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1	1	3.45	4	13.79	0	0.00	15	51.72	0	0.00	2	6.90	7	24.14
2	1	3.45	5	17.24	0	0.00	1	3.45	0	0.00	9	31.03	13	44.83
3	0	0.00	3	10.34	0	0.00	17	58.62	0	0.00	8	27.59	1	3.45
4	1	3.45	0	0.00	0	0.00	3	10.34	3	10.34	22	75.87	0	0.00
5	0	0.00	2	6.90	0	0.00	24	82.76	0	0.00	2	6.90	1	3.45
6	0	0.00	0	0.00	0	0.00	15	51.72	0	0.00	13	44.83	1	3.45
7	2	6.90	6	20.69	0	0.00	17	58.62	0	0.00	4	13.79	0	0.00
8	0	0.00	1	3.45	0	0.00	17	58.62	0	0.00	10	34.48	1	3.45
9	0	0.00	0	0.00	0	0.00	10	34.48	0	0.00	18	62.07	1	3.45
TOTAL	5	1.92	21	8.04	0	0	119	45.59	3	1.15	88	33.72	25	9.58

**Table 7.** Results from the posttest of the CCCUT

CATEGORY	CA-CE		CA-PCE		WA-CE		CA-IE		WA-PCE		WA-WE		Null	
CARTOON	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1	4	13.79	9	31.03	0	0.00	14	48.28	0	0.00	2	6.90	0	0.00
2	16	55.17	8	27.59	0	0.00	3	10.34	1	3.45	1	3.45	0	0.00
3	9	31.03	2	6.90	2	6.90	9	31.03	5	17.24	2	6.90	0	0.00
4	12	41.38	1	3.45	0	0.00	2	6.90	4	13.79	10	34.48	0	0.00
5	7	24.14	7	24.14	0	0.00	12	41.38	0	0.00	2	6.90	1	3.45
6	7	24.14	6	20.69	0	0.00	4	13.79	2	6.90	10	34.48	0	0.00
7	15	51.72	4	13.79	0	0.00	10	34.48	0	0.00	0	0.00	0	0.00
8	9	31.03	11	37.93	0	0.00	7	24.14	0	0.00	2	6.90	0	0.00
9	8	27.59	6	20.69	0	0.00	7	24.14	4	13.79	4	13.79	0	0.00
TOTAL	87	33.34	54	20.69	2	0.77	68	26.05	16	6.13	33	12.64	1	0.38

Sample scoring for the analysis of the concept cartoon test given in Figure 2 is presented in Table 8. It shows some examples of the students' responses to the CCCUT.

**Table 8.** Example scoring for the CCCUT

Category	Explanation	Point
CA - CE	Osman – Cohesion force is the force of attraction between molecules within the substance itself. Mercury is a non-wetting substance and is convex because its cohesive force overcomes the adhesion force. (S9).	3
CA - PCE	Osman – It is convex because it has cohesive force (S7).	2
WA - CE	Fatih and Derin – The cohesive force is between molecules of the same kind, the adhesion force is between molecules of different kinds. (S4).	2
CA - IE	Osman – It is convex because it is a mercury-wetting substance. (S25)	1
WA - PCE	Fatih and Derin – It is concave because it is a water-wetting substance, and convex because it does not wet mercury. (S16)	1
WA - WE	Fatih and Derin – Surface tension is not related to mercury (S18).	0
Null	-	0

In order to answer the question “Is there a significant difference between the pre-test and post-test average scores of the students' concept cartoon test on liquids?”, an independent t-test analysis of the pretest-posttest scores of the students related to the CCCUT was conducted and the results are given in Table 9.

**Table 9.** Independent t-test results of students' pre-test and post-test scores of CCCUT

Test	N	Mean	S	sd	t	p*
Pre-test	29	3.069	2.250	56	-6.309	.00
Post- test	29	9.172	4.698			

p<.05

According to the results of the Table 9, a significant difference was found according to the pretest-posttest scores of the students on the CCCUT. However, the findings also show that the scores did not increase significantly. This may be due to the low chemistry background of the fine arts high school students who enter high schools with the talent exam.

### Findings Related to Second Sub-Problem

The second sub-problem of the study is as follows: "Is there a significant difference between the pre-test and post-test mean scores of the students' scenario drawings test on liquids?". Findings related to the second sub-problem are given in Table 10 and Table 11. The scores of the students in the scenario drawing test pre-test and post-test are presented. While the students had an average of 1.53% and 5.36% in the SU and U categories, respectively, in the pre-test, these rates increased to 13.79% and 12.64% in the post-test.

**Table 10.** The results of pre-test of scenario drawing test

CATEGORIES	SU		U		PU		CM		IR	
QUESTIONS	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1A	0	0.00	0	0.00	4	13.79	2	6.90	23	79.32
1B	0	0.00	1	3.45	6	20.69	1	3.45	21	72.42
1C	0	0.00	2	6.90	4	13.79	13	44.83	10	34.48
1D	2	6.90	3	10.34	5	17.24	9	31.03	10	34.48
1E	1	3.45	3	10.34	12	41.38	5	17.24	8	27.59
1F	0	0.00	4	13.79	10	34.48	6	20.69	9	31.04
2A	0	0.00	0	0.00	3	10.34	3	10.34	23	79.31
2B	0	0.00	1	3.45	5	17.24	5	17.24	18	62.07
2C	1	3.45	0	0.00	4	13.79	7	24.14	17	58.62
Total	4	1.53	14	5.36	53	20.31	51	19.54	139	53.26



**Table 11.** The Result of post-test of scenario drawing test

CATEGORIES	SU		U		PU		CM		NR	
QUESTIONS	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1A	0	0.00	2	6.90	6	20.69	1	3.45	20	68.97
1B	2	6.90	5	17.24	9	31.03	5	17.24	8	27.59
1C	3	10.34	7	24.14	5	17.24	9	31.03	5	17.24
1D	11	37.93	7	24.14	4	13.79	3	10.34	4	13.79
1E	4	13.79	3	10.34	9	31.03	4	13.79	9	27.59
1F	4	13.79	5	17.24	8	27.59	2	6.90	10	37.93
2A	7	24.14	3	10.34	7	24.14	1	3.45	11	34.48
2B	2	6.90	0	0.00	10	34.48	1	3.45	16	55.17
2C	3	10.34	1	3.45	7	24.14	0	0.00	18	62.07
Total	36	13.79	33	12.64	65	24.90	26	9.96	101	38.7

Sample scoring for the scenario drawing test is given in Table 12. Here, students' drawings were evaluated according to their conceptual understanding levels and a sample evaluation table was presented, which included student statements along with the drawings.

**Table 12.** Sample scoring for the scenario drawing

Category	Explanation	Point
SU	1b) Drawing Correct – After the pot is rinsed, the reason why the droplets stick in the pot in the form of a sphere is the cohesion force arising from the attraction force between the molecules... The tendency of water to form drops is related to surface tension (S11).	3
U	1f) Drawing Wrong – Tomato sauce is thicker because of its higher viscosity.. Ketchup is more fluid (S2). 1f) Drawing Correct - Grated tomato sauce has pulp. Not fluid. Since it is made by hand, there is no additive (S15).	2
PU	1c) Drawing Partially Correct – If we close the lid of the pot while boiling the pasta water, the boiling point will not decrease. (S29)	1
CM	1e) Drawing Wrong - When we add salt to the water, the water boils slower. Because if the amount of salt increases, the density of the water increases. (S13)	0
Null	1a) Drawing Incorrect – No explanation.	0

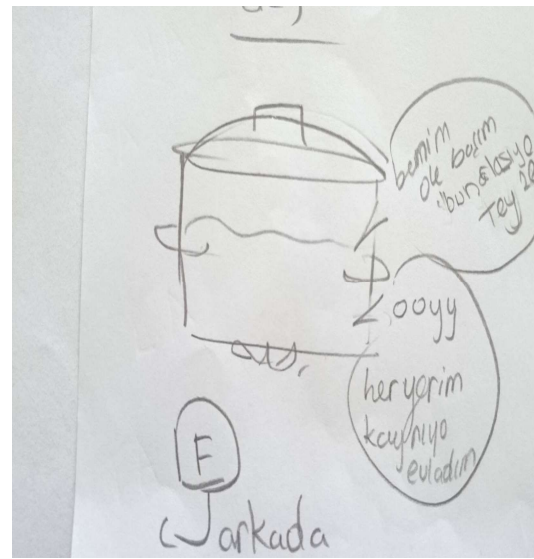
How would you explain the concepts of 1d) Boiling and evaporation in the scenario drawings of the students in the Figure 3a below? Are they both the same concept? Please explain. The cartoons they made in the pre-test and post-test and their answers were given to the question.

Pre-test



S.4 "Not the same concept but similar."

Post-test

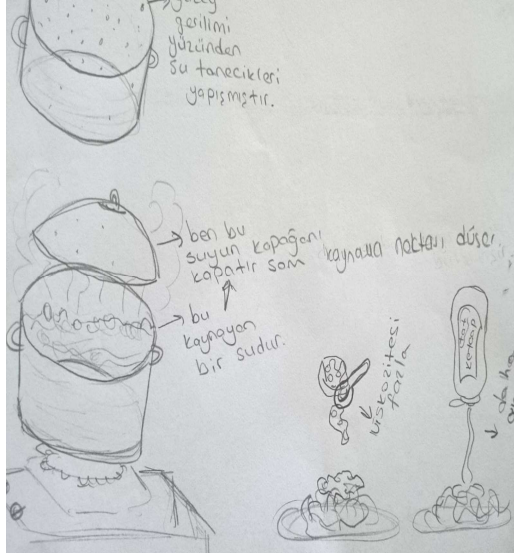


S.4 "Boiling happens all over the liquid, evaporation happens on the surface.."

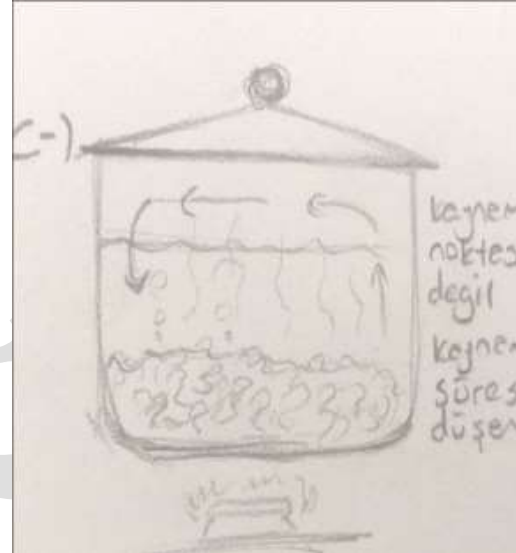
**Figure 3a.** Some examples of students' test and posttest answers from the scenario drawing

Students 1c) If we closed the lid of the pot while boiling the pasta water, do you think the boiling point would decrease? The caricature they drew in response to the question and the answer they gave to the question are given in Figure 3b.

Pre-test



Post-test



S.2 "I think it decreases. Because the vapors cannot be separated and condensation increases. This lowers the boiling point."

S.2 "The boiling time decreases, not the boiling point. Because there is a dense steam."

**Figure 3b.** Some examples of students' test and posttest answers from the scenario drawing

The independent t-test results of the students' pretest-posttest scores related to the Scenario Drawing Conceptual Understanding Level Determination Test are given in Table 13.

**Table 13.** Independent t-test results of students' pre-test and post-test scores for the scenario drawing test on liquids

Test	N	Mean	S	sd	t	p*
Pre- test	29	7.035	1.592	56	-9.090	.00
Post- test	29	15.965	5.046			

\*p<.05

According to the results of the analysis, a significant difference was found between the scenario drawings and concept comprehension levels of the students from the pre-test to the post-test. While the mean score was 7.035 in the pre-test, this value increased to 15.965 in the post-test.

### Findings of the Third Sub-problem

In the third sub-problem, semi-structured interviews with six open-ended questions were applied to get the opinions of the students on the applied activity, and the student answers were analyzed by content analysis and categories were determined. The data obtained from the open-ended questions are given in the tables 14, 15, 16, 17, 18 and 19. Six open-ended questions are presented consecutively.

1st open-ended question: Have you ever encountered concept cartoons before? How

**Table 14.** Frequency (f) and percentage (%) distribution of the answers given to the 1st open-ended question

Category	f	%	Sample student opinions
Yes	8	66.6	Yes. An outside teacher taught a lesson like this in primary and secondary school. (S.1)

No 4 33.3 I did not meet (S.2)

While 66% of the students said “yes” to the question of whether they had encountered concept cartoons before, 33.3% of the students stated that they had not encountered them before.

2nd open-ended question: What caught your attention most in concept cartoons? Why?

**Table 15.** Frequency (f) and percentage (%) distribution of the answers given to the 2nd open-ended question

Category	f	%	Sample student opinions
Visuality	12	100.0	<i>There were coloring and shapes, and it caught my attention that it was made so that those who could not perceive it audibly could understand it better with visual memory. (S.3).</i>

All of the students stated that concept cartoons attracted their attention in terms of visuality and this would contribute to visual memory.

3rd open-ended question: What are your views on the use of concept cartoons in chemistry class?

When the opinions of the students about the concept cartoons were analyzed, some of the students thought that concept cartoons help to increase motivation (f: 5; 41.6%); they were interesting (f: 6; 50.0%) and funny (f: 7; 58.3%). Besides that, all of the students' responses indicated that concept cartoons were memorable and facilitated learning (See Table 16).

**Table 16.** Frequency (f) and percentage (%) distribution of the answers given to the 3rd open-ended question

Category	f	%	Sample student opinions
Facilitating learning and ensure memorable	12	100.0	<i>I think it was very good, I am a person who does not understand chemistry lessons, formulas or something required memorization. Because what they presented to us was more visual and easier to understand (S.7).</i> <i>It should be used in every lesson, not just chemistry. Colorful things draw attention and make it easier for me to learn. (S.9).</i> <i>It's fun and more memorable for a student. (S.4)</i>
Funny	7	58.3	<i>A fun and enjoyable narration awaits us. (S.2)</i> <i>It was very nice, it was a fun and different experience, seeing things that would interest me made me adapt to that subject easily (S.11)</i>
Interesting	6	50.0	<i>Yes. Because I'm studying in the painting department, I liked learning about chemistry by cartooning the liquids topic of the chemistry course. (S.6).</i>
Increasing motivation	5	41.6	<i>It increased my motivation. Otherwise, there was not much visual in the chemistry class, it was more beautiful like that. (S.10)</i>

4th open-ended question: Were the events or cases in the concept cartoons the ones you encountered in your daily life? If your answer is yes, how do you establish the relationship between these cases or events in your cartoon and your daily life?”

**Table 17.** The frequency (f) and percentage (%) distribution of the answers given to the 4th open-ended question

Category	f	%	Sample student opinions
Reflecting daily life	10	83.3	<i>Most of the characters you give us are events we encounter in everyday life. That's why it allowed me to relate. (S.5)</i> <i>For example, it makes us think more about a weather event such as rain or hail.(S. 12)</i>
Facilitating understanding of facts	6	50.0	<i>It allows us to better analyze the events that take place in daily life and thus understand them more easily. (S.8)</i>

The students thought that they could encounter the cases in the cartoons in daily life, that they could reflect them to situations in daily life (f: 10; 83.3%), and that cartoons provided convenience in understanding and phenomena (f: 6; 50,0%).

5th open-ended question: Did the teaching of the lesson with concept cartoons affect your drawings about the events in the scenarios given to you? If so, how?

**Table 18.** The frequency (f) and percentage (%) distribution of the answers given to the 5th open-ended question

Category	f	%	Sample student opinions
Attracting attention	8	66.6	<i>Yes, it had an effect because it caught my attention, you just changed to good places. It made my drawing easier, more memorable. (S.12).</i>
Facilitation	4	33.3	<i>Yes, since my visual memory is slightly better than auditory memory, drawing something came to me rather than writing or reading it, it made it easier for me to learn (S.10).</i>
Improving modelling skills	3	25.0	<i>The elements I formed in my mind in the explanation of boiling and evaporation events have changed.(S.11)</i> <i>At first, I thought that mercury's non-wetting property was similar to water; I thought that both substances showed similar behaviours, so I showed it incorrectly in my drawing. However, after discussing it in the cartoons, I think I drew correctly about adhesion and cohesion forces.(S. 2)</i> <i>Yes, my drawing contained creative elements just like an art activity (S.4)</i>

In Table 18, it has been tried to determine whether explaining the subject of liquids using concept cartoons is effective in their learning. While some of the students stated that it attracted their attention (f:8, 66.6%), another part emphasized that it facilitated their understanding (f:4, 33.3%). Additionally, a few students (f:3, 25.0%) also expressed that the application improved their modelling skills.

6th open-ended question: "Did the concept cartoons in chemistry lesson have any shortcomings for you? If yes, what are they? In another open-ended question, students were asked to indicate their deficiencies in the applied concept cartoons.

**Table 19.** The frequency (f) and percentage (%) distribution of the answers given to the 6th open-ended question.

Category	f	%	Sample student opinions
No	10	83.3	<i>It had no shortcomings, it was a successful study(S.7).</i>
Yes	2	16.6	<i>They don't explain the subject in detail, they just took it superficially, maybe you did it on purpose, I don't know (S.2).</i> <i>Sample cartoons that relate the topic of liquids to the field of painting could have been used (S.10)</i>

In Table 19, it was tried to determine whether there were any deficiencies in the applied study. Most of the students thought that there was no deficiency (f:10, %:83.3). Few students stated that the cartoons were superficial and not related to the field of painting (f:2, %:16.6).

## DISCUSSION and CONCLUSIONS

In this study, considering the abilities and interests of 9th grade students of Fine Arts High School Painting Department, the effects of concept cartoons on the conceptual levels of the unit of states of matter "liquids" and their views on the method were examined. At the end of the research, when the findings obtained from the concept cartoons and scenario drawings of the students were examined, it was seen that the activities of concept cartoons significantly affected their conceptual understanding of liquids. The research was carried out with a single group of 29 students based on the pre-test-post-test model. Although there was a significant difference between the scores of the students in the concept cartoons test, the scores are quite low. There are many studies in the literature that the concept cartoons based on the constructivist approach increase the success of students due to their features such as ensuring active participation of students in the lesson and increasing conceptual understanding (Balım et al., 2008; De Lange, 2009; Kabapınar, 2009; Naylor & Keogh, 2009; Roesky & Kennepohl, 2008; Yılmaz, 2020). The results obtained in this study on concept cartoons can be compared with the results obtained in some studies in the literature in various aspects. For example, the results of this study are consistent with the studies indicating that they play a constructive role in detecting and eliminating misconceptions in students (Chin & Teou, 2009; Kabapınar, 2005; Minárechová, 2016; Ültay, 2015). For example, Minárechová (2016) determined that it is possible to



develop/change children's naive ideas by applying the concept cartoon method to science teaching. In our study, for example, in relation to the items comparing intermolecular forces in concept cartoons, some student answers in the pre-test included statements such as "fat molecules hold on tighter than honey", but these were replaced by statements such as "honey is less fluid than milk due to the intermolecular attractive force" in the post-test. Similarly, Chin and Teou (2009) used concept cartoons, learners' own drawings and students' discussions with each other while explaining the inheritance unit in their research. When the students' drawings were examined, it was revealed that they had many misconceptions. They argued that concept cartoons can be used as a vital assessment tool to reveal learners' ideas about the subject.

When the students' interview findings about concept cartoons were examined, in summary; it could be grouped under the categories of facilitating learning, reflective daily life, entertaining, facilitating understanding of facts, visual, increasing motivation and improving modelling skills. These findings are related to another important aspect of concept cartoons, functional role of student enthusiasm/motivation of further learning (Keogh & Naylor, 1999). Studies in the literature show parallelism with our results of the study (Balim et al., 2008; Martinez, 2004; Naylor & Keogh, 2009; Ültay, 2015; Stephenson & Warwick, 2002; Yılmaz, 2020). These studies show that cartoons have high attention-grabbing and motivational features due to their visual nature, significantly increase motivation even in students with learning disabilities, and create in-class discussions with high active participation. Finbråten, Grønlien, Pettersen, Foss, and Guttersrud (2022) in a study investigating undergraduate nursing students' experiences with concept cartoons as an active learning strategy and formative assessment to improve conceptual understanding in anatomy and physiology, they found that the use of concept cartoons led to thinking and deeper understanding, which may be associated with deep learning. Cartoons can be used effectively in teaching because they do not only provide information, they also capture the students' attention; stimulate the active involvement of the students in the learning process (Dalacosta, Kamariotaki-Paparrigopoulou, Palyvos, & Spyrellis, 2009). Beside this, it was seen that concept cartoons contributed to the development of students' mental modeling. By modeling, individuals reflect their thoughts, personal ideas, or internal representations about concepts or facts. Therefore, models can describe abstract concepts, and the entities that emerge as a result of modeling can be treated as if they have object properties. Norman (1983) defined models as schematic representations of a fact. In our study, the scenarios presented after the subject of "liquids" processed with concept cartoons were schematized by the students, and how they described the concepts emerged through the models in their minds.

Another remarkable result was that the average scores of the students in the test of scenario drawings are higher than the average scores they got from the concept cartoons test. This indicates that students can express themselves better with drawings. Scenario drawings that allowed the students to express themselves due to their inclination towards drawing better revealed their understanding of the subject of liquids. For example, as in other questions, they made drawings on the following questions "Are boiling and evaporation both the same concept?", "If we closed the lid of the pot while boiling the pasta water, do you think the boiling point would decrease?" and wrote texts related to the subject on their drawings. At this point, some students made various metaphors by stating that boiling and evaporation are "sister events", and some students made comments about the relationship between boiling point and boiling time by showing boiling and evaporation events with their drawings. In this context, we encounter the integration of chemistry and art in the study. Bautista, Tan, Ponnusamy, & Yau (2016) emphasize the integration of art with other disciplines as an emotional way to create a pleasant learning atmosphere in the classroom and state that it serves as a secondary method to increase the quality of social interactions between teachers and students and for teachers to see students' understanding of the subject matter. Therefore, art could be used as a tool to stimulate students' interest in learning and exploring, as well as a tool for understanding subject knowledge. Additionally, art is also a way for students to express and exchange their ideas as they make artistic creations and appreciate artworks. Through this research, students were able to express scenarios with physical expressions and artistic forms and easily reveal information and feelings that they could not convey in words. The results of the research obtained at this point also evoke the STEAM integrated learning model approach, which aims to systematically establish meaningful and holistic connections

between disciplines based on science, technology, art and storytelling. Firmansyah (2019) states that the STEAM integrated learning model, which is a student-centered model, increases students' concept learning and offers them new learning environments. Our suggestion is to design STEAM integrated learning model activities to fill the gaps in this study and to conduct future research examining the effectiveness of fine arts high school students' comprehension of the subject of liquids.

On the other hand, although concept cartoons have been found to be powerful tools for teaching or remediating abstract concepts, they did not show a remarkable effect in our study. There are also findings in the relevant literature that studies conducted solely with concept cartoons are not effective. For example, Baysarı (2007) revealed in his study in a fifth-grade science and technology course that the use of concept cartoons did not create a significant difference in students' achievement. Balım et al. (2008) also determined in their study that the use of concept cartoons alone did not create a significant difference in achievement. This also suggests that more than one intervention method should be used to effectively teach concepts related to liquids. For example, Özyılmaz-Akamca et al. (2009) determined that computer-assisted concept cartoon applications in science and technology lessons caused a significant difference in the achievements of fourth grade students. In their study, they revealed that the use of concept cartoons together with analogy and prediction-observation-explanation (POE) techniques caused a significant difference in the achievement and permanence of fifth grade students. There are also studies on the use of concept cartoons with parallel findings with different methods and techniques. The use of concept cartoons on the subject of liquids, supported by various teaching methods or techniques, can further reduce misconceptions and increase the level of sound understanding. Additionally, understanding the subject of liquids can be facilitated through experiment-based activities. For example, simple experimental activities to compare the viscosities, surface tensions and vapor pressures of liquids can be conducted in the classroom and then concept cartoons can be presented to provide a better understanding of the subject of intermolecular interaction. Similarly, conceptual understanding of other acquisitions in the subject of liquids can be ensured by having students conduct experiments and think and discuss within the context of cartoons. This, in turn, affects conceptual change and results in the conceptual change being stored in the long-term memory of students (Ültay, 2015). Additionally, one of the limitations of this study is that the lack of a control group may prevent us from observing the effects of the teaching method alone on conceptual understanding.

### Implications

Based on the results of the research, a large number of concept cartoon activities should be provided in the classroom environment so that students can improve their conceptual understanding. In such environments, students can first understand the concepts in the subjects correctly, visualize the concepts in their minds, give correct and explanatory answers to the questions, make connections between the subjects, reconcile the subjects with current case studies and increase their visual skills. This study also provides a clue about how students studying visual arts perceive chemistry. Especially, understanding chemistry topics such as liquids and solutions related to chemical substances such as paints etc. that they use in daily life correctly is also important in applying their own painting techniques correctly. Therefore, knowing the properties of intermolecular interactions such as evaporation, adhesion, cohesion, surface tension, viscosity and capillarity can be reflected in their technical applications. It can be ensured that the motivation of the fine arts high school painting department students to the chemistry lesson increases. Students who realize their own learning deficiencies and misconceptions can correct themselves.

### REFERENCES

- Abrahams, W. (2019). *The potential for concept cartoons to assist natural sciences teachers with developing scientific jargon for primary school learners*. Master thesis, Nelson Mandela University, South Africa.
- Altunışık, R., Coşkun, R., Bayraktaroğlu, S., & Yıldırım, E. (2010). *Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri SPSS uygulamalı*. Sakarya: Sakarya Yayıncılık.
- Atasoy, Ş., Tekbıyık, A., Çalık, M., & Yılmaz-Tüzün, Ö. (2022). Development of argumentation-based concept cartoons for socioscientific issues: A case of science and art centers. *Education and Science*, 47 (211), 323-367.

- Atasoy, Ş. (2017). Concept Cartoon [Kavram Karikatürü]. Z. Tatlı, (Ed.). In Web 2.0 in concept teaching [Kavram öğretiminde web 2.0 içinde] (pp. 95-118), Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Balım, A. G., İnel, D., & Evrekli, E. (2008). Fen öğretiminde kavram karikatürü kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına ve sorgulayıcı öğrenme becerileri algısına etkisi. *İlköğretim Online*, 7(1), 188- 202.
- Bautista, A., Tan, L. S., Ponnusamy, L. D., & Yau, X. (2016). Curriculum integration in arts education: connecting multiple art forms through the idea of 'space'. *Journal of Curriculum Studies*, 48(5), 610–629.
- Baysarı, E. (2007). *İlköğretim düzeyinde 5. sınıflar ve teknoloji dersi canlılar ve hayat ünitesi öğretiminde kavram karikatürü kullanımının öğrenci başarısına, fen tutumuna ve kavram yanlışlarının giderilmesine olan etkisi*. Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Chen, W. C., Ku, C. H., & Ho, Y. C. (2009). Applying the strategy of concept cartoon argument instruction to empower the children's argumentation ability in a remote elementary science classroom. In *13th European Conference for Research on Learning and Instruction, Hollanda, Amsterdam*.
- Chin, C., & Teou, L. Y. (2009). Using concept cartoons in formative assessment: Scaffolding students' argumentation. *International Journal of Science Education*, 31(10), 1307-1332.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2005). *Research methods in education* (5th ed.). London, New York: Routledge Falmer.
- Coll, R. K., France, B., & Taylor, I. (2005). The role of models/and analogies in science education: Implications from research. *International Journal of Science Education*, 27(2), 183-198.
- Dabell, J. (2004). *The maths coordinator's file - using concept cartoons*. London: PFP Publishing.
- Dalacosta, K., Kamariotaki-Paparrigopoulou, M., Palyvos, J. A., & Spyrellis, N. (2009). Multimedia application with animated cartoons for teaching science in elementary education. *Computers & Education*, 52(4), 741-748.
- De Lange, J. (2009, August). Case study, the use of concept cartoons in the Flemish science education: improvement of the tools and supporting learners' language skills through a design-based research. In *European Science Education Research Association (ESERA) Conference, Istanbul, Turkey*.
- Dempsey, B.C., & Betz, B. J. (2001). Biological drawing: a scientific tool for learning. *The American Biology Teacher*, 63 (4), 271-279 .
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (Eds.). (1998). *Strategies of qualitative inquiry*. New Delphi, London: Thousand Oaks, Sage.
- Dörnyei, Z. (2007). *Research methods in applied linguistics*. New York: Oxford University Press.
- Driver, R., & Erickson, G., (1983). Theories-in-action: Some theoretical and empirical issues in the study of students' conceptual framework in science, *Studies in Science Education*, 10, 37-60.
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1985). *Children's ideas in science*. Buckingham: Open University Press.
- Finbråten, H. S., Grønlien, H. K., Pettersen, K. S., Foss, C., & Guttersrud, Ø. (2022). Nursing students' experiences with concept cartoons as an active learning strategy for developing conceptual understanding in anatomy and physiology: A mixed-method study. *Nurse Education in Practice*, 65, 103493.
- Firmansyah, F. (2019). Penerapan model pembelajaran pjbl-steam menggunakan media video camtasia untuk meningkatkan literasi pada pembelajaran. *Jurnal Didaktika Pendidikan Dasar*, 3(2), 499–518.
- Gafoor, K.A., & Shilna, V. (2013, December). Role of concept cartoons in chemistry learning. Paper presented in Two Day National Seminar On Learning Science by Doing – Sciencing at PKM College of Education, Madampam, Kannur, Kerala, India.
- Gay, L. R., & Airasian, P. (2000). *Educational research competencies for analysis and application* (6th Ed.). Ohio: Merrill an imprint of Prentice Hall.
- Kabapınar, F. (2005). Effectiveness of teaching via concept cartoons from the point of view of constructivist approach. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(1), 135-146.
- Kabapınar, F. (2009). What makes concept cartoons more effective? Using research to inform practice. *Education and Science*, 34(154), 104-118.
- Keogh, B., & Naylor, S. (1999). Concept cartoons, teaching and learning in science: an evaluation. *International Journal of Science Education*, 21(4), 431-446.
- Keogh, B., & Naylor, S. (2000). Teaching and learning in science using concept cartoons: Why Dennis wants to stay in at playtime. *Australian Primary and Junior Science Journal*, 16(3), 10-14.
- Keogh, B., Naylor, S., & Wilson, C., (1998). Concept cartoons: A new perspective on physics education, *Physics Education*, 33 (4), 219-224.

- Kinchin, I. M. (2004). Investigating students' beliefs about their preferred role as learners. *Educational Research*, 46(3), 301-312.
- Kusumaningrum, I.A., Ashadi, & Indriyanti, N.Y. (2018). Concept cartoons for diagnosing student's misconceptions in the topic of buffers. *Journal of Physics Conference Series*, 1022(1).
- Martinez, Y. M. (2004). *Does the k-w-l reading strategy enhance student understanding in honors high school science classroom?* (Master's thesis). Fullerton: California State University.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *An expanded sourcebook qualitative data analysis*. United States of America: Sage Publications.
- Minárechová, M. (2016). Using a concept cartoon© method to address elementary school students' ideas about natural phenomena. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 4(2), 214-228.
- Morris, M., Merritt, M., Fairclough, S., Birrell, N., & Howitt, C. (2007). Trialling concept cartoons in early childhood teaching and learning of science. *Teaching Science: The Journal of the Australian Science Teachers Association* 53(2), 42-45.
- Naylor, S., & Keogh, B. (1999). Constructivism in classroom: theory into practice. *Journal of Science Teacher Education*, 10(2), 93-106.
- Naylor, S., & Keogh, B. (2009). Active assessment. *Mathematics Teaching*, 215, 35-37.
- Naylor, S., Downing, B., & Keogh, B. (2001). An empirical study of argumentation in primary science, using concept cartoons as the stimulus. Paper presented at the 3rd European Science Education Research Association Conference, Thessaloniki, Greece.
- Naylor, S., Keogh, B., & Downing, B. (2007). Argumentation and primary science. *Research in Science Education*, 37, 17–39.
- Naylor, S., & Keogh, B. (2013). Concept cartoons: What have we learnt? *Journal of Turkish Science Education*, 10 (1), 3-11.
- Norman, D. (1983). Some observations on mental models. In *Mental Models*, D. Gentner and A. Stevens (Eds.), Hillsdale NJ: Erlbaum, 7-14.
- Ormancı, Ü., & Şaşmaz-Ören, F. (2011). Assessment of concept cartoons: An exemplary study on scoring. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 15, 3582-3589.
- Özmen, H., Demircioğlu, G., Burhan, Y., Naseriazar, A., & Demircioğlu, H. (2012). Using laboratory activities enhanced with concept cartoons to support progression in students' understanding of acid base concepts. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 13(1), 1-29.
- Özyılmaz-Akamca, G., Ellez, A. M., & Hamurcu, H. (2009). Effects of computer aided concept cartoons on learning outcomes. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 296-301.
- Parkinson, J. (2004). *Improving secondary science teaching*. Canada-USA: Routledge Falmer.
- Pekel, F. O. (2021). The effects of concept cartoons and argumentation-based concept cartoons on students' academic achievements. *Journal of Baltic Science Education*, 20(6), 956-968.
- Pugh, K. & Girod, M. (2007). Science, art, and experience: constructing a science pedagogy from Dewey's aesthetics. *Journal of Science Teacher Education*, 18 (1). 9-27.
- Roesky, H. W., & Kennepohl, D. (2008). Drawing attention with chemistry cartoons. *Journal of Chemical Education*, 85(10), 1355-1360.
- Say, F. S., & Özmen, H. (2018). Effectiveness of concept cartoons on 7th grade students' understanding of "the structure and properties of matter. *Journal of Turkish Science Education*, 15(1), 1-24.
- Şahin, Ç., & Çepni, S. (2011). Developing of the concept cartoon, animation and diagnostic branched tree supported conceptual change text: "gas pressure". *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education (Special Issue)*, 25-33.
- Şaşmaz-Ören, F. (2009). Öğretmen adaylarının kavram karikatürü oluşturma becerilerinin dereceli puanlama anahtarıyla değerlendirilmesi, *E-Journal of New World Sciences Academy*, 4(3), 994-1016.
- Sexton, M., Gervasoni, A., & Brandenburg, R. (2009). Using a concept cartoon to gain insight into children's calculation strategies. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 14(4), 24-28.
- Sexton, M. (2010, July). Using concept cartoons to access student beliefs about preferred approaches to mathematics learning and teaching. Paper presented at the MERGA conference, Freemantle, Australia.
- Silverman, D. (2000). *Doing Qualitative Research: A Practical Handbook*. London: Sage Publication.



- Siong, L. C., Tyug, O. Y., Phang, F. A., & Pusppanathan, J. (2023). The use of concept cartoons in overcoming the misconception in electricity concepts. *Participatory Educational Research*, 10(1), 310-329.
- Stephenson, P., & Warwick, P. (2002). Using concept cartoons to support progression in students' understanding of light. *Physics Education*, 37(2), 135-141.
- Strande, A. L., & Madsen, J. (2018). Concept cartoons as teaching method for argumentation and reflection among teacher students and pupils. *Nordic Studies in Science Education*, 14(2), 170-185.
- Taber, K.S. (2020). Conceptual confusion in the chemistry curriculum: exemplifying the problematic nature of representing chemical concepts as target knowledge. *Foundations of Chemistry*, 22(2), 309-334.
- Türkoğuz, S., & Cin, M. (2013). Effects of argumentation-based concept cartoon activities on students' conceptual understanding levels. *Journal of Buca Education Faculty*, 35, 155–173.
- Ültay, N. (2015). The effect of concept cartoons embedded within context-based chemistry: Chemical bonding. *Journal of Baltic Science Education*, 14(1), 96-108.
- Webb, P. Williams, Y., & Meiring, L. (2008). Concept cartoons and writing frames: Developing argumentation in South African science classrooms?. *African Journal of Research in SMT Education*, 12(1), 4-17.
- Wittrock, M. C. (1974). Learning as a generative process. *Educational Psychology*, 11, 87-95.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (6. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yılmaz, M. (2020). Impact of instruction with concept cartoons on students' academic achievement in science lessons. *Educational Research and Reviews*, 15(3), 95-103.
- Yurtyapan, E., & Kandemir, N. (2021). The effectiveness of teaching with worksheets enriched with concept cartoons in science teaching laboratory applications. *Participatory Educational Research*, 8(3), 62-87.

# KÜLTÜREL MATEMATİKSEL BİLGİNİN EĞİTİME ENTEGRASYONU: İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ OLUŞTURDUKLARI ETNOMATEMATİKSEL ETKİNLİKLER

## INTEGRATION OF CULTURAL MATHEMATICS KNOWLEDGE INTO EDUCATION: ETHNOMATHEMATICAL ACTIVITIES CREATED BY MIDDLE SCHOOL MATHEMATICS TEACHER CANDIDATES

Mustafa AKDEMİR

Dr. Öğretim Üyesi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Karaman

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1211-174X>

[mustafaakdemir@kmu.edu.tr](mailto:mustafaakdemir@kmu.edu.tr)

Tuğba ŞENGÜL AKDEMİR

Dr., MEB-Mevlâna Ortaokulu, Karaman

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2789-3067>

[tugbasngl@gmail.com](mailto:tugbasngl@gmail.com)

**Received:** February 18, 2024

**Accepted:** October 24, 2024

**Published:** October 31, 2024

### Suggested Citation:

Akdemir, M., & Şengül Akdemir, T. (2024). Kültürel matematiksel bilginin eğitime entegrasyonu: İlköğretim matematik öğretmen adaylarının oluşturdukları etnomatematiksel etkinlikler. *International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education (IJTASE)*, 13(4), 218-226.



Copyright © 2024 by author(s). This is an open access article under the [CC BY 4.0 license](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

### Öz

Bu araştırmada, kültürel matematiksel bilginin ilköğretim matematik eğitimine entegrasyonu kapsamında ilköğretim matematik öğretmenliği 2. sınıfa devam etmekte olan öğretmen adaylarının oluşturdukları etnomatematiksel etkinlikler irdelenmiştir. Araştırmanın amacı; ilköğretim matematik öğretmen adaylarının kültürel bağlamları matematik derslerine entegre etmede kullanmayı planladıkları ve etkinlik tasarımı ilkelerini de göz önünde bulundurarak hazırladıkları etkinlikleri süre, sınıf seviyesi, öğrenme alanı ve kültürel bağlam bakımından incelemektir. Bu çalışmada nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışmanın örneklemini ise bir devlet üniversitesinde 2. sınıfa devam etmekte olan 50 ilköğretim matematik öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışmada öğretmen adaylarının oluşturdukları etkinliklerde vermeyi planladıkları sürelerin 15 dakika ile 1 gün süre zarfında değiştiği görülmüştür. Öğretmen adaylarının en çok 5. sınıf düzeyinde, Geometri ve Ölçme öğrenme alanında, Anadolu kültürü bağlamında hazırlandığı tespit edilmiştir. Araştırmanın sonucu ilköğretim matematik öğretmen adaylarının etnomatematiksel etkinlik hazırlarken geniş bir yelpazede çalışmalar yaptığını göstermektedir. Ancak, bazı öğrenme alanlarının ve kültürel bağlamların daha az temsil edildiği görülmektedir.

**Anahtar Terimler:** Öğretmen adayı, etnomatematiksel etkinlik, matematik eğitimi.

### Abstract

In this research, ethnomathematical activities created by second-year primary mathematics teacher candidates were examined within the scope of the integration of cultural mathematical knowledge into primary mathematics education. Purpose of the research; The aim of this study is to examine the activities that primary school mathematics teacher candidates plan to use to integrate cultural contexts into mathematics lessons and prepare by taking the activity design principles into consideration in terms of duration, grade level, learning area and cultural context. The sample of this study, which uses qualitative research method, consists of 50 primary school mathematics teacher candidates who are attending the second grade at a state university. In the study, it was observed that the durations specified by the teacher candidates in the activities they created varied between 15 minutes and 1 day. It has been determined that teacher candidates are mostly prepared at the 5th grade level in the field of learning Geometry and Measurement, in the context of Anatolian culture. The result of the research shows that primary school mathematics teacher candidates carry out a wide range of studies while preparing ethnomathematical activities. However, some learning areas and cultural contexts appear to be less represented.

**Keywords:** Teacher candidate, ethnomathematical activity, mathematics education.

## GİRİŞ

Matematik, soyut kavramlarla dolu bir bilim dalı olarak bilinir, ancak bu kavramların günlük yaşamla ve kültürel bağlamlarla iç içe geçtiği pek çok örnek bulunmaktadır. Matematiksel etkinlikler, bireylerin ve toplumların matematiği öğrenme, öğretme ve uygulama süreçlerinde önemli bir rol oynar. Bu etkinlikler, matematiği somutlaştırarak, soyut kavramların daha anlaşılır hale gelmesine yardımcı olur. Matematiksel etkinlikler, öğrencilere problem çözme becerileri kazandırmanın yanı sıra, matematiğin güzelliklerini keşfetme fırsatı da sunar (Smith, 2010).

Matematiksel etkinlikler, öğrencilere soyut matematiksel kavramları somut deneyimlerle anlama fırsatı sunar. Bu etkinlikler, problem çözme, mantık yürütme, yaratıcı düşünme ve iş birliği yapma gibi becerilerin gelişimini destekler. Matematiksel etkinlikler genellikle oyunlar, projeler, deneyler ve gerçek hayat problemleri üzerinde yoğunlaşır. Bu tür etkinlikler, öğrencilerin matematiğe olan ilgisini artırarak, matematik öğrenme süreçlerini daha eğlenceli ve anlamlı hale getirir (Johnson, 2015). Örneğin, ilkökul seviyesinde bir etkinlik olarak, çocuklar çeşitli geometrik şekilleri kullanarak yapbozlar oluşturabilir. Bu etkinlik, öğrencilere şekillerin özelliklerini öğretmenin yanı sıra, problem çözme becerilerini ve motor becerilerini geliştirme fırsatı verir. Ortaokul ve lise seviyelerinde ise, daha karmaşık projeler ve deneyler yapılabilir. Öğrenciler, istatistiksel analizler yaparak toplumdaki çeşitli konular hakkında veri toplayabilir ve bu verileri analiz edebilir. Böylece, matematiğin gerçek dünyadaki uygulamalarını keşfetmiş olurlar (Lee, 2018).

Etnomatematik ise, matematiğin kültürel bağlamlarda nasıl geliştiğini ve kullanıldığını inceleyen bir disiplindir. Bu alan, farklı kültürlerin matematiksel bilgi ve uygulamalarını, tarihsel ve sosyokültürel perspektiflerden değerlendirir. Etnomatematik, yerel halkların geleneksel bilgi sistemlerinden modern matematiğe kadar geniş bir yelpazede incelenir ve bu bilgilerin nasıl harmanlandığını ortaya koyar. Bu disiplin, matematiğin evrensel bir dil olduğu kadar, kültürel bir fenomen olduğunu da vurgular (D'Ambrosio, 2001). Etnomatematik kavramı, 1970'lerde Brezilyalı matematikçi Ubiratan D'Ambrosio tarafından ortaya atılmıştır. D'Ambrosio, matematiğin sadece soyut bir bilim değil, aynı zamanda kültürel bir olgu olduğunu vurgulamıştır. Etnomatematik, farklı kültürlerin matematiksel bilgi ve uygulamalarını inceler ve bu bilgilerin nasıl ortaya çıktığını, geliştiğini ve kullanıldığını araştırır. Bu disiplin, yerel ve geleneksel matematiksel bilgi sistemlerini modern matematikle bütünleştirir ve bu bilgilerin eğitimde nasıl kullanılabileceğini araştırır (D'Ambrosio, 2001).

Etnomatematik, matematiğin evrensel bir dil olmasının yanı sıra, kültürel çeşitlilik içinde nasıl zenginleştiğini ve çeşitlendiğini gösterir. Örneğin, Afrika'daki bazı toplumların geleneksel sayı sistemleri, Hint matematiğindeki sıfırın keşfi veya Çin'deki antik matematik metinleri, etnomatematiğin incelenen konuları arasındadır. Bu tür çalışmalar, farklı kültürlerin matematiğe yaptığı katkıları ve bu katkıların modern matematik üzerindeki etkilerini ortaya koyar (Ascher, 1991). Farklı kültürel bağlamlarda yapılan matematiksel uygulamalar, matematik eğitiminin zenginleşmesine ve çeşitlenmesine olanak tanır. Öğrenciler, kendi kültürel bağlamlarından yola çıkarak matematiksel kavramları daha iyi anlar ve bu kavramları günlük yaşamlarında daha etkin kullanabilir. Örneğin, Japonya'da origami sanatı, geometrik kavramların öğretilmesinde etkili bir araç olarak kullanılmaktadır. Benzer şekilde, Afrika'daki bazı toplumlarda, geleneksel dokuma desenleri, fraktal geometrinin anlaşılmasında kullanılmaktadır (Gerdes, 1999). Bu tür kültürel uygulamalar, öğrencilerin matematiğe olan ilgisini artırırken, matematiksel kavramların kültürel ve tarihsel bağlamlarda nasıl evrildiğini de anlamalarına yardımcı olur. Ayrıca, bu yaklaşımlar, öğrencilerin farklı kültürlerle ve perspektiflerle olan saygı ve anlayışını geliştirir (Barton, 2004).

Bu makalede, öğretmen adayları tarafından hazırlanan etnomatematiksel etkinlikler ele alınmıştır. Öğretmen adaylarının hazırladıkları bu etkinliklerde vermeyi planladıkları süre, sınıf seviyesi, öğrenme alanı ve kültürel bağlam incelenmiştir. Yapılandırmacı yaklaşımda öğrenci etkileşimini ön plana çıkaran etkinliklerin önemi bir kez de bu çalışma ile eğitime yansması gözler önüne serilmiştir.

## YÖNTEM

### Araştırma Modeli

Bu araştırmada, ilköğretim matematik öğretmenliğinde okuyan 2. sınıf öğretmen adaylarının hazırladıkları etnomatematiksel etkinlikler incelenmiştir. Araştırmanın amacı, öğretmen adaylarının kültürel bağlamları matematik derslerine entegre etmede kullanmayı planladıkları ve etkinlik tasarım ilkelerini de göz önünde bulundurarak hazırladıkları etkinlikleri süre, sınıf seviyesi, öğrenme alanı ve kültürel bağlam bakımından değerlendirmektir. Araştırma nitel araştırma yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Nitel araştırma, olguların doğal ortamlarında anlamlandırılmasını sağlayan, katılımcıların perspektiflerinden verilerin toplandığı ve yorumlandığı bir yaklaşımdır (Merriam, 2009). Bu bağlamda, araştırmanın örneklemini, bir devlet üniversitesinde 2. sınıfa devam etmekte olan 50 ilköğretim matematik öğretmen adayı oluşturmaktadır. Araştırmada, öğretmen adaylarının hazırladıkları etnomatematiksel etkinlikler doküman inceleme yöntemi ile analiz edilmiştir. Doküman analizi, önceden var olan yazılı materyallerin sistematik olarak incelenmesi ve yorumlanması sürecidir (Bowen, 2009).

### Evren ve Örneklem

Bu araştırmanın evrenini, Türkiye'deki devlet üniversitelerinin Eğitim Fakültelerinde İlköğretim Matematik Öğretmenliği programında öğrenim gören tüm öğretmen adayları oluşturmaktadır. Araştırmanın örneklemini ise, bir devlet üniversitesinde İlköğretim Matematik Öğretmenliği 2. sınıfa devam etmekte olan 50 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Örneklem, amaçlı örneklem yöntemi kullanılarak seçilmiştir ve çalışma grubu, araştırmanın amacına uygun veriler elde edebilecek yeterli çeşitliliğe sahip katılımcılardan oluşmaktadır. Örneklemde 12 erkek ve 38 kadın öğretmen adayı bulunmaktadır. Bu katılımcılar, kültürel matematiksel bilgiyi matematik eğitime entegre etme konusunda etkinlikler oluşturmak için gerekli eğitim ve donanıma sahiptir. Bu örneklem sayesinde, öğretmen adaylarının kültürel bağlamları matematik derslerine entegre etme konusundaki yaklaşımlarını ve hazırladıkları etnomatematiksel etkinliklerin özelliklerini derinlemesine inceleme fırsatı elde edilmiştir.

**Tablo 1.** Araştırmadaki Çalışma Grubunun Cinsiyete Göre Dağılımı

Öğretmen Adaylarının Cinsiyetleri	f	%
Kadın öğretmen adayı sayısı	12	24
Erkek öğretmen adayı sayısı	38	76
Toplam öğretmen adayı sayısı	50	100

### Veri Toplama Araçları

Çalışmadan elde edilen veriler doküman analizi yöntemiyle toplanmıştır. İlköğretim Matematik Öğretmenliği 2. Sınıfta öğrenim görmekte olan 50 öğretmen adayının hazırladığı her bir etnomatematiksel etkinlik, bu çalışmanın veri toplama aracıdır. Bu etkinliklerin bilgisayar ortamına aktarılmış halleri, çalışmanın temelini oluşturmaktadır.

### Verilerin Toplanması ve Analizi

Bu araştırmadan elde edilen veriler nitel araştırma yoluyla elde edilmiştir. Çalışmadaki veriler toplanırken öğretmen adaylarının hazırladıkları etnomatematiksel etkinlik formlarının bilgisayar ortamına aktarılmış hallerinden yararlanılmıştır. Bu dokümanlar, etkinliklerin yapısını, içeriklerini ve kültürel bağlamların nasıl entegre edildiğini anlamak için analiz edilmiştir. Bu veri toplama araçları, öğretmen adaylarının etnomatematiksel etkinlik hazırlama sürecini ve bu etkinliklerin özelliklerini detaylı bir şekilde inceleme olanağı sağlamıştır. Öğretmen adaylarının kültürel matematiksel bilgiyi entegre ederek hazırladıkları etnomatematiksel etkinlikler; öğretmen adaylarının etkinlik tasarım süreçlerini, seçtikleri kültürel bağlamları, hedeflenen sınıf seviyelerini, öğrenme alanlarını ve tahmini süreleri ayrıntılı bir şekilde belgelemelerine olanak tanımıştır. Öğretmen adaylarının hazırladıkları

etkinlik formları ise doküman analizi ile ayrıntılı bir şekilde analiz edilmiştir. Etkinliklerin analizi yapılırken öncelikle öğretmen adaylarının etkinlik sürelerini ne kadar süre olarak belirlediklerine bakılmıştır. İncelenen etkinliklerde belirtilen sürelerin 15 dakika ile 1 gün arasında değiştiği görülmüş ve toplam 13 kategori altında sınıflandırılmıştır. Sonrasında öğretmen adaylarının etkinlikleri yapmayı planladıkları sınıf seviyelerine bakılmıştır. Ortaokul düzeyindeki her sınıf seviyesinde yapılmayı planlanan etkinlikler olduğu gibi 1. Sınıfta da etkinlik yapmayı planlayan öğretmen adayı olduğu görülmüş ve bunlar 5 kategori altında toplanmıştır. Daha sonra öğretmen adaylarının hazırlamış oldukları etkinliklerde kullanmayı planladıkları öğrenme alanları kategorileştirilmiştir. En son ise öğretmen adaylarının etkinliklerine konu edindikleri kültürel bağlamlar dikkate alınarak 13 kategori oluşturulmuştur. Her kategoriye dahil edilen yanıtların frekansları tablolar yardımıyla sunulmuştur.

### BULGULAR

Bu çalışmada öğretmen adaylarının hazırladıkları etnomatematiksel etkinlikler süre, sınıf seviyesi, öğrenme alanı ve kültürel bağlam bakımından incelenmiştir. İncelenen etkinlikler, kategorileştirilerek aşağıda sunulmuştur:

#### **İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Hazırladıkları Etnomatematiksel Etkinliklerdeki Süreler**

İlköğretim matematik öğretmen adayları, etnomatematiksel etkinlikleri hazırlarken süreyi en az 15 dakika, en fazla 1 gün olarak belirledikleri görülmüştür. Öğretmen adaylarının en fazla kullanmayı düşündüğü süreyi 40 dakika olarak düşündükleri dikkat çekmiştir. Aşağı verilen tabloda öğretmen adaylarının belirledikleri etkinlik süreleri ve bunların dağılımları gösterilmiştir.

**Tablo 2.** Öğretmen adaylarının belirledikleri etkinlik sürelerinin dağılımı

Etkinlik Süresi	f
15 dakika	2
20 dakika	6
25 dakika	2
30 dakika	6
35 dakika	8
40 dakika	15
45 dakika	1
50 dakika	2
80 dakika	1
1 ders saati	2
2 ders saati	2
1 gün	1
Süre belirtilmemiş	2

#### **İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Hazırladıkları Etnomatematiksel Etkinliklerdeki Sınıf Seviyeleri**

İlköğretim matematik öğretmen adaylarının hazırladıkları etnomatematiksel etkinliklerde farklı sınıf seviyelerini göz önünde bulundurarak kurguladıkları görülmüştür. Hazırlanan etkinlikler 1., 5., 6., 7. ve 8. sınıf seviyelerine göre farklılaşmıştır. Hazırlanan etkinliklerde 1. sınıf seviyesine uygun etkinlik hazırlayan 1 kişi, 5. sınıf seviyesine uygun etkinlik hazırlayan 15 kişi, 6. sınıf seviyesine uygun etkinlik hazırlayan 7 kişi, 7. sınıf seviyesine uygun etkinlik hazırlayan 13 kişi ve 8. sınıf seviyesine uygun etkinlik hazırlayan ise 12 kişi olduğu belirlenmiştir. Aşağıdaki tabloda

öğretmen adaylarının hazırladıkları etkinliklerdeki sınıf seviyeleri ve bunların dağılımları verilmiştir.

**Tablo 3.** Öğretmen adaylarının hazırladıkları etkinliklerin sınıf seviyelerine göre dağılımı

Sınıf seviyesi	f
1.sınıf	1
5.sınıf	15
6.sınıf	7
7.sınıf	13
8.sınıf	12

### **İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Hazırladıkları Etnomatematiksel Etkinliklerdeki Öğrenme Alanları**

İlköğretim matematik öğretmen adaylarının kurguladıkları etkinliklerdeki öğrenme alanları incelendiğinde ise Sayılar ve İşlemler, Cebir, Geometri ve Ölçme ile Olasılık öğrenme alanlarında etnomatematiksel etkinlikler hazırladıkları tespit edilmiştir. Etkinlik hazırlarken hiçbir öğretmen adayının Veri İşleme öğrenme alanından yararlanmadığı görülmüştür. Öğretmen adayları tarafından kurgulanan etkinliklerin 9'unda Sayılar ve İşlemler, 7'sinde Uzunluk ve Zaman Ölçme, 23'ünde Geometri ve Ölçme, 2'sinde ise Olasılık öğrenme alanının göz önünde bulundurulduğu belirlenmiştir. Aşağıda verilen tabloda öğretmen adaylarının hazırladıkları etkinliklerdeki öğrenme alanlarının dağılımları verilmiştir.

**Tablo 4.** Öğretmen adaylarının hazırladıkları etkinliklerin öğrenme alanlarına göre dağılımı

Öğrenme alanı	f
Sayılar ve işlemler	19
Cebir	7
Geometri ve ölçme	23
Veri işleme	0
Olasılık	2

### **İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Hazırladıkları Etnomatematiksel Etkinliklerdeki Kültürel Bağlamlar**

İlköğretim matematik öğretmen adaylarının hazırladığı etnomatematiksel etkinlikleri bir kültürle ilişkilendirmeleri istenilmiştir. Bu doğrultuda hazırlanan etkinliklere bakıldığında ise öğrencilerin büyük bir kısmının en az bir kültürel bağlamı etkinliklerinde kullandıkları görülmüştür. Öğretmen adaylarının hazırladıkları etkinliklerden sadece 4'ünde herhangi bir kültürel bağlama rastlanmamıştır. Öğretmen adaylarının 2'sinin ise hazırladığı etnomatematiksel etkinliklerde, birden fazla kültürden yararlandıkları görülmüştür. Hazırlanan etkinliklerin 13'ünün Anadolu, 9'unun Osmanlı, 6'sının Mısır, 4'ünün Yunan, 3'ünün Çin, 3'ünün İnka, 2'sinin Maya ve 1'inin de Babil kültürü ile ilgili olduğu tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının hazırladıkları etnomatematiksel etkinliklerin kültürel bağlama göre dağılımları aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.



**Tablo 5.** Öğretmen adaylarının hazırladıkları etkinliklerin kültürel bağlama göre dağılımı

Kültürel Bağlam	f
Anadolu	13
Osmanlı	9
Mısır	6
Yunan	4
Çin	3
İnka	3
Maya	2
Babil	1
Roma	1
Orta Asya	1
Afrika	1
Birden fazla	2
Yok	4

Araştırmadan elde edilen tüm bu bulgular ile öğretmen adaylarının etnomatematiksel etkinliklerin tasarımı, süre, sınıf seviyesi, öğrenme alanları ve kültürel bağlam gibi önemli faktörleri dikkate aldıkları gözler önüne serilmiştir.

### TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırma sonucunda ilköğretim matematik öğretmen adaylarının hazırladıkları etnomatematiksel etkinliklerin süre, sınıf seviyesi, öğrenme alanı ve kültürel bağlam açısından çeşitli özellikler taşıdığı görülmüştür. Bu çalışma, bu özellikleri detaylı olarak ele almıştır.

Öğretmen adaylarının etnomatematiksel etkinlikleri için belirledikleri sürelerin dağılımı geniş bir yelpazeye yayılmaktadır. Öğretmen adayları tarafından etkinliklere en az 15 dakika, en fazla 1 gün süre verildiği görülmüş ve bu süreler içinde en yaygın verilen sürenin 40 dakika olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, etkinliklerin öğretim sürecinde nasıl entegre edileceğine dair farklı yaklaşımlar ve esneklik sağlama eğilimlerini yansıtmaktadır (Holman & Pilling, 2004; Kılıç, Pekkan, & Karatoprak, 2013).

Araştırmaya konu olan etnomatematiksel etkinlikler; farklı sınıf seviyelerine göre hazırlanmış olup etkinliklerin 1., 5., 6., 7. ve 8. sınıf seviyesindeki öğrenciler için tasarlandığı görülmüştür. Öğretmen adaylarının çoğunun (%30) 5. sınıf seviyesini göz önünde bulundurarak bir etkinlik hazırladığı ortaya çıkmıştır. Öğretmen adaylarının ortaokul seviyesinin yanı sıra ilkokul 1. Sınıfı göz önünde bulundurarak bir etkinlik hazırlayabildiği göze çarpmıştır. Bu dağılım, öğretmen adaylarının ortaokul seviyesindeki matematik öğretimine daha fazla odaklandığını göstermektedir (MEB, 2009; Olkun & Uçar, 2012).

Hazırlanan etnomatematiksel etkinliklere öğrenme alanları açısından bakıldığında, öğretmen adaylarının yüzde 46'sının Geometri ve Ölçme, yüzde 38'inin Sayılar ve İşlemler öğrenme alanlarında etkinlik hazırladığı görülmüştür. Öğretmen adaylarının Veri İşleme öğrenme alanında hiç etkinlik hazırlanmadıkları göze çarpmıştır. Bu bulgu, öğretmen adaylarının genellikle daha somut ve görsel temalar içeren öğrenme alanlarına odaklandıklarını işaret etmektedir (Jazuli vd., 2017; Parchmann vd., 2015).

Öğretmen adaylarının etkinliklerinde kullanmayı tercih ettikleri kültürel bağlamlar incelendiğinde ise Anadolu, Osmanlı ve Mısır gibi kültürel bağlamların en fazla kullanılan bağlamlar arasında yer aldığı görülmüştür. Öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun etkinliklerinde en az bir kültürel bağlamı

kullandığı, sadece 4 etkinlikte kültürel bağlam kullanılmadığı belirlenmiştir. Bu durum, öğretmen adaylarının kültürel zenginlikleri matematik öğretiminde nasıl entegre edebileceğine dair farkındalığını göstermiştir (Köse & Tosun, 2015; Saenz, 2009).

Öğretmen adaylarının en çok 5. sınıf düzeyinde, Geometri ve Ölçme öğrenme alanlarında ve Anadolu kültürü bağlamında etkinlikler hazırladıkları tespit edilmiştir. Bu bulgu, öğretmen adaylarının "matematiksel kavramları kültürel bağlamlarda somutlaştırma ve bu yolla öğrencilerin matematiksel anlayışını derinleştirme" kapasitesine işaret etmektedir (Ascher, 1991).

Araştırmanın sonucunda, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının etnomatematiksel etkinlikler hazırlarken geniş bir yelpazede çalışmalar yaptıkları ortaya çıkmıştır. Ancak, bazı öğrenme alanlarının ve kültürel bağlamların daha az temsil edildiği belirlenmiştir. Bu durum, öğretmen adaylarının bazı kültürel unsurları matematik öğretimine entegre etmede daha az deneyime sahip olduklarını göstermektedir (D'Ambrosio, 2001).

Sonuç olarak; öğretmen adaylarının etnomatematiksel etkinliklerinin süre, sınıf seviyesi, öğrenme alanı ve kültürel bağlam açısından çeşitlilik gösterdiği, ancak belirli alanlarda yoğunlaştığı görülmüştür. Elde edilen bu bulgular, etnomatematiksel yaklaşımın öğretmen adayları tarafından benimsendiğini, farklı kültürel ve eğitimsel bağlamlarda kullanılabilirliğini ortaya koyabilmektedir.

Bu araştırma, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının kültürel bağlamları matematik eğitimine entegre ederken dikkat ettikleri değişkenlere yönelik önemli bulgular açığa çıkarmıştır. Elde edilen veriler, matematik öğretmenliği eğitim programlarının geliştirilmesinde ve etnomatematiksel yaklaşımların eğitim süreçlerine daha etkin bir şekilde dahil edilmesinde rehberlik edici olabilir (Barton, 2004). Bu doğrultuda, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının etnomatematiksel etkinlikler hazırlarken daha dengeli ve kapsamlı bir yaklaşım benimsemeleri gerektiği önerilebilir. Öğrenme alanları arasında Veri İşleme gibi ihmal edilen konulara daha fazla dikkat edilmesi, öğrencilerin kapsamlı bir matematiksel anlayış geliştirmelerine yardımcı olabilir. Ayrıca, öğretmen eğitim programlarının bu alanlara yönelik farkındalığı artıracak içeriklerle zenginleştirilmesi önemlidir (Holman & Pilling, 2004; Jazuli vd., 2017).

Öğretmen adaylarının farklı sınıf seviyelerine yönelik etkinlikler hazırlarken 1. sınıf gibi daha düşük seviyelerde de etkinlikler geliştirmesi teşvik edilmelidir. Bu, küçük yaştaki öğrencilerin matematiksel kavramlarla erken tanışmalarını ve kültürel bağlamları da erken yaşlarda tanımlarını sağlayabilir (MEB, 2009; Olkun & Uçar, 2012).

Kültürel bağlamların kullanımı açısından, adayların daha geniş bir kültürel perspektif geliştirmeleri önemlidir. Özellikle farklı kültürel bağlamlardan etkinlikler hazırlanarak, öğrencilerin dünya genelindeki matematiksel mirası tanımları sağlanabilir. Bu amaçla, öğretmen adaylarına yönelik kültürel çeşitlilik ve küresel perspektif kursları düzenlenebilir (Köse & Tosun, 2015; Saenz, 2009).

Son olarak, öğretmen adaylarının etkinlik planlama ve uygulama süreçlerinde süre yönetimi becerilerini geliştirmeleri için verilen eğitimin daha kapsamlı bir hale getirilmesi yararlı olabilir. Bu eğitimler, etkinliklerin sınıf içi uygulamalarda daha etkili bir şekilde kullanılmasını ve öğretim sürecinin verimliliğini artırabilir (Kılıç, Pekkan & Karatoprak, 2013). Tüm bu öneriler ile öğretmen adaylarının daha kapsamlı, dengeli ve etkili etnomatematiksel etkinlikler geliştirmelerine ve uygulamalarına olanak sağlayabilir.

### **Etik ve Çıkar Çatışması**

Yazar araştırmanın tüm süreçlerinde etik kurallara uygun davrandığını beyan eder. Herhangi bir şekilde çıkar çatışması söz konusu değildir.

### **KAYNAKÇA**

Ascher, M. (1991). *Ethnomathematics: A multicultural view of mathematical ideas*. Brooks/Cole.

Barton, B. (2004). *Mathematics and mathematical thinking in the Pacific: Traditions and innovations*. Pacific Education Press.



- Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27-40.
- D'Ambrosio, U. (2001). *Etnomatemática: Elo entre as tradições e a modernidade*. Autêntica.
- Gerdes, P. (1999). *Geometry from Africa: Mathematical and educational explorations*. Mathematical Association of America.
- Holman, J., & Pilling, G. (2004). Thermodynamics in context: A case study of contextualized teaching for undergraduates. *Journal of Chemical Education*, 81(3), 373-375. <https://doi.org/10.1021/ed081p373>
- Jazuli, A., Sulthon, P. S., & Kuswandi, D. (2017). Improving conceptual understanding and problem-solving in mathematics through a contextual learning strategy. *Global Journal of Engineering Education*, 19(1), 49-52.
- Johnson, P. (2015). *Teaching mathematics through problem solving: Grades 6-12*. National Council of Teachers of Mathematics.
- Kılıç, H., Pekkan, Z. T., & Karatoprak, R. (2013). Materyal kullanımının matematiksel düşünme becerisine etkisi. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 9(4), 544-556.
- Köse, E. Ö., & Tosun, F. Ç. (2015). Biyolojide yaşam temelli öğrenmenin öğretmen adaylarının başarı ve tutumlarına etkisi. *K. Ü. Kastamonu Eğitim Dergisi*, 23(4), 1425-1436.
- Lee, C. (2018). *Mathematical activities for elementary school teachers*. Pearson.
- Merriam, S. B. (2009). *Qualitative research: A guide to design and implementation*. Jossey-Bass.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2009). *İlköğretim matematik dersi 6-8. sınıflar öğretim programı ve kılavuzu*. Talim Terbiye Kurulu.
- Olkun, S., & Uçar, Z. T. (2012). *İlköğretimde etkinlik temelli matematik öğretimi*. Eğiten Kitap.
- Saenz, C. (2009). The role of contextual, conceptual and procedural knowledge in acquiring mathematical understanding. *International Journal of Science Education*, 31(3), 145-160. <https://doi.org/10.1080/09500690701790206>
- Smith, J. (2010). *Mathematics activities for understanding and application*. McGraw-Hill.

### EXTENDED ABSTRACT

Mathematics education often grapples with the challenge of making abstract concepts tangible and relatable for students. Ethnomathematics, as a field of study, explores the ways in which mathematics is developed and applied within various cultural contexts, offering a means to enrich the educational process by embedding mathematical activities in cultural narratives (Ascher, 1991; D'Ambrosio, 2001). This study examines the integration of cultural contexts into mathematics education through ethnomathematical activities, emphasizing their role in enhancing students' understanding of abstract concepts via concrete experiences. These activities support the development of problem-solving, reasoning, and cooperative skills, making mathematics more accessible and engaging (Gerdes, 1999; Barton, 2004). The focus of this study is on the ethnomathematical activities prepared by second-year primary mathematics teacher candidates, assessing how these activities incorporate constructivist approaches and cultural perspectives to facilitate effective mathematics education. This study adopts a qualitative research design to investigate the ethnomathematical activities developed by second-year primary mathematics teacher candidates at a state university. The sample consists of 50 teacher candidates who prepared activities aimed at integrating cultural contexts into mathematics lessons. The research employs document analysis to evaluate the ethnomathematical activity forms created by the prospective teachers. These forms, in their computerized versions, were analyzed based on several criteria including the duration of the activities, the targeted grade levels, the learning areas, and the cultural contexts they addressed. Data analysis involved coding the activities to identify patterns in their design processes and characteristics. The duration of each activity, ranging from 15 minutes to a full day, was noted, along with the grade levels they targeted, which included 1st, 5th, 6th, 7th, and 8th grades. The learning areas covered by the activities—Numbers and Operations, Geometry and Measurement, Algebra, and Probability—were also examined. The cultural contexts used in the activities, notably influences from Anatolian, Ottoman, and Egyptian cultures, were assessed to understand how well they connected with the mathematical content. The analysis of the ethnomathematical activities revealed a diverse range of characteristics in terms of duration, grade

level, learning area, and cultural context. The duration of the activities varied significantly, with most designed to fit a 40-minute class period. This variation in duration reflects the flexibility and adaptability of ethnomathematical approaches in the teaching process, accommodating different teaching schedules and classroom dynamics (Holman & Pilling, 2004). Activities were predominantly prepared for the 5th grade, though there were also activities designed for 1st, 6th, 7th, and 8th grades. This focus on middle school levels suggests a need for teacher candidates to extend their activity planning to include lower grade levels, providing a more comprehensive educational experience across the primary spectrum (Johnson, 2015). In terms of learning areas, the activities concentrated on Numbers and Operations, Geometry and Measurement, and Algebra, with fewer activities addressing Data Processing. This indicates a preference for areas with more tangible and visual elements, which may be easier to contextualize culturally. However, it also highlights a gap in incorporating Data Processing into ethnomathematical activities, suggesting a need for broader representation of learning areas (Kılıç, Pekkan, & Karatoprak, 2013). The cultural contexts used in the activities were predominantly drawn from Anatolian, Ottoman, and Egyptian cultures, demonstrating the teacher candidates' ability to connect mathematics with specific cultural heritages. However, there is room for expanding the range of cultural contexts to offer students a more diverse understanding of mathematical heritage globally (Köse & Tosun, 2015). The findings from this study indicate that ethnomathematical activities designed by primary school mathematics teacher candidates exhibit varied characteristics in terms of duration, grade level, learning area, and cultural context. While there is a broad range in activity duration, suggesting flexibility in instructional approaches, a concentration on middle school grades indicates a need for encouraging more activity development for lower grade levels. The focus on tangible and visual learning areas such as Geometry and Numbers suggests a need to diversify into areas like Data Processing, which are currently underrepresented. The use of cultural contexts, primarily from Anatolian, Ottoman, and Egyptian influences, underscores the importance of integrating cultural perspectives in mathematics education. Expanding these contexts can enrich students' mathematical experiences by providing a broader cultural perspective. To enhance the effectiveness of ethnomathematical activities, teacher training programs should focus on improving candidates' skills in time management and activity planning, ensuring that they are well-equipped to incorporate diverse cultural contexts into their teaching practices. By addressing these areas, future research can contribute to more inclusive and culturally responsive mathematics education, fostering a deeper connection between students and mathematical concepts.

## TEKNOLOJİ DESTEKLİ KİMYA EĞİTİMİ UYGULAMALARINA YÖNELİK BİR META-SENTEZ ÇALIŞMASI

### A META-SYNTHESIS STUDY ON TECHNOLOGY SUPPORTED CHEMISTRY EDUCATION APPLICATIONS

Cansu ATALAY

Yüksek Lisans Öğr., Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Buca-İzmir, Türkiye

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-6087-5959>

[cansuatalay@icloud.com](mailto:cansuatalay@icloud.com)

[2023950087@ogr.deu.edu.tr](mailto:2023950087@ogr.deu.edu.tr)

Sibel KILINÇ ALPAT

Prof.Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, Buca-İzmir, Türkiye

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7149-3779>

[sibel.kilinc@deu.edu.tr](mailto:sibel.kilinc@deu.edu.tr)

**Received:** June 30, 2024

**Accepted:** October 28, 2024

**Published:** October 31, 2024

#### Suggested Citation:

Atalay, C., & Kılınç Alpat, S. (2024). Teknoloji destekli kimya eğitimi uygulamalarına yönelik bir meta-sentez çalışması. *International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education (IJTASE)*, 13(4), 227-240.



Copyright © 2024 by author(s). This is an open access article under the [CC BY 4.0 license](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

#### Öz

Teknolojik gelişmeler ile birlikte teknolojik araçlar günlük yaşamımızın vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Teknolojik gelişmelere paralel olarak teknoloji destekli uygulamaların eğitimde farklı alanlarda kullanıldığı görülmektedir. Kimya Eğitimi alanında da teknolojik araçların kullanıldığı çeşitli uygulamalar bulunmaktadır. Bu çalışmada, Teknoloji Destekli Kimya Eğitimi Uygulamaları konusunda 2020-2024 yılları arasında Türkiye’de yapılmış tezlerin ve makalelerin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada nitel araştırma modeli olarak meta-sentez yöntemi seçilmiş ve çalışmaların incelenmesinde kullanılmıştır. Verileri toplamak amacıyla Google Akademik, Dergipark, Ulakbim ve YÖK-Ulusal Tez Merkezi veri tabanları kullanılmış ve 2020-2024 yılları arasında Türkiye’de Kimya Eğitimi alanında teknoloji destekli uygulamaların yer aldığı tez ve makaleler araştırma kapsamına alınmıştır. Altısı makale beşi tez olmak üzere toplam on bir çalışma araştırma kapsamında meta-sentez yöntemiyle incelenmiş ve bu çalışmalar sekiz ana tema altında sınıflandırılmıştır. 2023 yılında yapılmış daha fazla tez olduğu, yarı deneysel desen şeklinde yürütülen çalışmalara daha fazla yer verildiği, veri toplama aracı olarak çoğunlukla test ve ölçek kullanıldığı, uygulamalarda Web 2.0 araçlarından yararlanıldığı görülmüştür.

**Anahtar Terimler:** Kimya eğitimi-öğretimi, artırılmış gerçeklik, mobil oyun, simülasyon, web 2.0

#### Abstract

With technological advancements, technological tools have become an indispensable part of our daily lives. Parallel to these developments, technology-supported applications are being used in various fields of education. In the field of Chemistry Education, there are also various applications that utilize technological tools. This study aims to examine the theses and articles published in Turkey between 2020 and 2024 on Technology-Supported Chemistry Education Applications. A qualitative research model, specifically the meta-synthesis method, was chosen and employed for analysing the studies. To collect data, databases such as Google Scholar, Dergipark, Ulakbim, and the Council of Higher Education National Thesis Centre were used, and theses and articles on technology-supported applications in Chemistry Education in Turkey between 2020 and 2024 were included in the scope of the research. A total of eight studies, five articles and three theses, were analysed using the meta-synthesis method, and these studies were classified under eight main themes. It was observed that more theses were conducted in 2023, more emphasis was placed on quasi-experimental designs, tests and scales were frequently used as data collection tools, and Web 2.0 tools were utilized in the applications.

**Keywords:** Chemistry education-teaching, augmented reality, mobile game, simulation, web 2.0

#### GİRİŞ

Çağımızda gelişen teknoloji ile eğitim-öğretimde farklı teknolojik araçlar yerini almaktadır. Teknolojik araçlarla eğitim-öğretimde verimliliğin artması hedeflenmektedir. Yeni teknolojik

araçların eğitim-öğretimde kullanılması, bilgisayar ve bilgisayar sistemlerini eğitim-öğretimin kaçınılmaz bir parçası haline getirmiştir (Akkağıt, 2012).

Kimya dersi konularının çoğunda soyut kavramların yer alması öğrencilerin kimya dersini zor bulmalarına neden olmaktadır. Bu tür soyut kavramları öğrencilerden hayal etmelerini beklemek yerine, soyut kavramların somutlaştırılabilmesi önemlidir. Kimya derslerinde yer alan kavramların günlük yaşamda da karşısına çıkması, öğrencilerin kimya dersini sadece matematiksel işlemlerden oluşan bir ders olarak görmelerini engelleyecektir. Son yıllarda teknolojik gelişmelerin artışıyla, günlük yaşamla bağlantı kurulması ve soyut kavramların somutlaştırılmasında teknolojik araçlardan yararlanılmaktadır (Ekmekçioğlu, 2007).

Kimya alanında soyut kavramlar oldukça fazla yer almakta ve Kimyanın öğrenilmesinde bu tür soyut kavramların anlaşılmasının oldukça önemli olduğu düşünülmektedir (Alyar & Doymuş, 2020). Moleküler seviyede gerçekleşen kimyasal olayları öğrencilerin zihinlerinde canlandırabilmeleri ve somutlaştırabilmeleri zor olmaktadır. Bu tür güçlüklerin teknoloji destekli araçlarla giderilmesi için farklı çalışmalar mevcuttur. Son yıllarda animasyon, simülasyon, video, multimedya vb. gibi teknolojik araçların kimya eğitiminde kullanımı alternatif öğrenme yolları olarak karşımıza çıkmaktadır (Pekdağ, 2010). Kimya Eğitimi alanı ve pek çok eğitim alanında bilişim teknolojileri farklı amaçlarla kullanılmaktadır. Bilgisayarların yanı sıra mobil cihazlar ile çeşitli uygulamaların eğitimde kullanıldığı görülmektedir. Bu tür uygulamalar arasında yer alan artırılmış ve sanal gerçeklik teknolojilerinin eğitimde kullanımı dikkat çekmektedir. Artırılmış ve sanal gerçeklik teknolojileri laboratuvar imkânı bulunmayan okullarda bir alternatif olarak değerlendirilmektedir. Teknoloji destekli uygulamalar ile farklı öğrenme ortamlarının oluşturulması ve öğrencilerin öğrenme düzeylerinin artırılması önem arz etmektedir (Avcı, 2019).

Alan yazında Kimya Eğitimi alanında yapılmış teknoloji destekli uygulamaların yer aldığı çalışmaların incelenmesi ve sistematik olarak sınıflandırılarak değerlendirilmesi dikkat çekici olacaktır. Bu amaçla meta-sentez yönteminin kullanılması uygun bir yöntem olmaktadır. Meta-sentez, nitel bir araştırma yöntemi olup veri analiz bulgularını ifade etme ve yorumlama süreci olarak tanımlanmaktadır. Meta sözcüğü, analiz edilen araştırmaların derinlemesine incelenmesini ifade ederken sentez kavramı ise incelenen çalışmaların birlikte bir araya getirilmesini ifade eder (Güneş & Erdem, 2022).

Meta-sentez çalışmaları, belirli bir kategoride yapılan çalışmaların nitel bulguları ile incelenmesi, benzerlik ve farklılıklarının ortaya koyulması, analiz edilmesi ve edinilen bilgilerle farklı yorumlar geliştirmeyi hedefleyen araştırmalar olarak tanımlanmaktadır (Polat & Ay, 2016).

Bir araştırmada daha önceki çalışmalardan elde edilen sonuçlar her biri ayrı ayrı sınıflandırıldıktan sonra konu üzerinde bir değerlendirme yapılıyorsa bu bir meta-sentez çalışmasıdır. İncelenen çalışmaların yıl, araştırma deseni, araştırma yöntemi, veri toplama araçları gibi kriterlere yer verilip nicel verilere de yer verilmişse bu çalışmanın meta-sentez çalışması olmadığını söylemek yanlış bir söylem olmaktadır. Neticede meta-sentez çalışması tutarsız olan ifadeleri ortaya koymak, önceden yapılan çalışmaların belirli parametreler ve kurallar ile yorumlanması ve bu yorumların benzerlik ve farklılıklarını karşılaştırmayı hedefleyen bir amaç ortaya koymaktadır (Dinçer, 2018)

Yapılan birçok çalışma sonuçlarının bir bütün haline getirilmesi ve değerlendirilmesi ile meta-sentez araştırma yönteminin önemi gün geçtikçe artmaktadır. Meta-sentez yönteminin alan yazında yer alan araştırmaların çelişkili ifadelerini de ortaya çıkarması ve sağlam bilimsel kanıtlar ile birlikte yol göstermesi meta-sentez yönteminin en önemli özelliğidir (Göktaş, 2017). Meta-sentez yönteminin kullanıldığı bu araştırma sonucunda; Türkiye’de yapılmış Teknoloji Destekli Kimya Eğitimi Uygulamalarının yer aldığı çalışmaların belirlenen kriterler doğrultusunda detaylı incelenmesi ile daha sonra bu alanda çalışacak araştırmacılara yol gösterici olacağı düşünülmüştür.

### **Araştırmanın Amacı**

Bilgi çağı olarak da adlandırdığımız 21. yüzyılda hemen hemen her bir bireyin teknolojiyi etkili bir şekilde kullanması teknoloji ile iç içe olduğumuzu göstermektedir. Değişen teknoloji ile birlikte teknoloji destekli uygulamalar eğitim ortamında kullanılmaktadır. Sınıf içinde kullanılan teknoloji destekli bu uygulamaların eğitimdeki niteliği ve içeriğini incelemek için çalışmalar yapılmaktadır (Sarı, 2019). Bu çalışmada Teknoloji Destekli Kimya Eğitimi Uygulamaları konusunda 2020-2024 yılları arasında Türkiye’de yapılmış tezlerin ve makalelerin meta-sentez yöntemiyle incelenmesi amaçlanmıştır.

### **Problem cümlesi**

Bu araştırmada Teknoloji Destekli Kimya Eğitimi Uygulamaları konusunda 2020-2024 yılları arasında Türkiye’de yapılmış çalışmaların basım yıllarına, örneklem düzeylerine, araştırma desenlerine, veri toplama araçlarına, veri analiz yöntemlerine, araştırma yöntemlerine, Kimya konularına ve teknoloji destekli uygulamalara göre dağılımları nasıldır? sorusuna cevap aranmıştır.

### **Araştırmanın Sınırlılıkları**

Bu araştırma, 2020-2024 yılları arasında Türkiye’de yapılmış çalışmalar ile sınırlıdır. Teknoloji Destekli Kimya Eğitimi Uygulamaları konusunda Türkiye’de yapılmış olan altı adet makale ve beş adet tez olmak üzere toplam on bir çalışma ile sınırlıdır.

## **YÖNTEM**

### **Çalışmanın Modeli**

Bu çalışmada Teknoloji Destekli Kimya Eğitimi Uygulamaları konusunda Türkiye’de yapılmış tezlerin ve makalelerin incelenip ortak bir tema altında benzerlik ve farklılıklarının ortaya konulması için meta sentez yöntemi seçilmiştir. Meta-sentez araştırmaları, belirli bir alanda yapılan nitel, nicel veya karma desen çalışmaların nitel bulgularının; yorumlanmasını, değerlendirilmesini, benzer ve farklı yönlerinin ortaya konulmasını ve yeni çıkarımlar yapılmasını amaçlayan çalışmalardır (Polat & Ay, 2016; Aküzüm & Özmen, 2014 ).

### **Çalışmanın Örneklemi**

Çalışmanın örneklemi 2020-2024 yılları arasında Türkiye’de yapılmış, Türkçe, İngilizce ya da hem Türkçe hem de İngilizce çevirisi şeklinde basılmış olan, internet üzerinden tam metnine ulaşılabilen Kimya Eğitimi alanında ortaöğretim ve üniversite düzeyinde uygulanmış altı adet makale ve beş adet tez oluşturmaktadır.

### **Veri Toplama Süreci**

Teknoloji destekli kimya eğitimi uygulamalarına yönelik gerçekleştirilen bu çalışmada öncelikle, araştırma sorusu ve veri toplama sürecinde kullanılacak anahtar kelimeler araştırmacılar tarafından belirlenmiştir. Anahtar kelimeler “Kimya Eğitimi, Kimya Öğretimi, Artırılmış Gerçeklik, Mobil Oyun, Simülasyon, Web 2.0” olarak seçilmiştir. Bilimsel bulguların güncel olma kriterini sağlaması için çalışma 2000-2024 yıl aralığı ile sınırlandırılmıştır. Veri toplama sürecinde Google Akademik, Dergipark, Ulakbim ve YÖK-Ulusal Tez Merkezi veri tabanları kullanılmış, anahtar kelimeler doğrultusunda tam metinlerine ulaşılabilen 2020-2024 yılları arasında Türkiye’de yapılmış çalışmalar araştırmacılar tarafından çalışmaya dahil edilme ve hariç tutulma kriterlerine uygunluk açısından değerlendirilmiştir. Seçilen anahtar kelimelerden en az birisini anahtar kelimelerinde içeren çalışmalar araştırma kapsamına alınmıştır. Anahtar kelimelerinde “Kimya Eğitimi” ya da “Kimya Öğretimi” olan ancak teknoloji destekli uygulamalar içermeyen çalışmalar hariç tutulmuştur. Teknoloji destekli uygulamalar içeren ancak Fen Eğitiminde uygulanmış çalışmalar araştırma kapsamına alınmamıştır. Kimya Eğitiminde yapılmış teknoloji destekli uygulamalar içeren, nitel, nicel ve karma desen olarak yürütülmüş çalışmalar araştırmaya dahil edilmiştir. Çalışmaların kalitesi açısından hakemli dergilerde yayınlanmış olması, yüksek lisans ya da doktora tezi olmasına dikkat edilmiştir. Dahil edilme ve hariç



tutulma kriterlerine uygunluk açısından yapılan değerlendirmeler sonucunda, altısı makale beşi tez olmak üzere toplam on bir çalışma araştırmacılar tarafından araştırma kapsamına alınmıştır.

### Veri Analizi

Çalışma kapsamına alınan makaleler M1,M2,...; tezler ise T1,T2,... şeklinde kodlanmıştır (Ek 1). Meta-sentez kapsamında incelenen çalışmalarda ana tema ve alt temalar oluşturulmuştur. Oluşturulan ana tema ve alt tema sonuçları frekans ve yüzde şeklinde tablo halinde verilmiştir. Ana tema ve alt temalar iki araştırmacı tarafından ayrı ayrı oluşturulmuş ve güvenilirlik analizi için Güvenirlik = Görüş Birliği Sayısı / Toplam Görüş Birliği + Görüş Ayrılığı Sayısı, formülü kullanılmıştır. Uyuşum yüzdelerinin % 80’den büyük olması güvenilirliğin yüksek olması şeklinde kabul edilmektedir (Miles ve Huberman, 2015). Güvenirlik analizi sonuçlarına göre uyuşum yüzdesi %96 olarak bulunmuştur. Sonuçlar kodlayıcılar arası uyuşum yüzdesinin yüksek ve güvenilirliğin iyi olduğu şeklinde yorumlanabilir.

### BULGULAR

Çalışmanın araştırma sorusu kapsamında elde edilen bulgulara aşağıda sırasıyla yer verilmiştir:

Meta-sentez kapsamında ele alınan çalışmalar basım yıllarına, örneklem düzeylerine, araştırma desenlerine, veri toplama araçlarına, veri analiz yöntemlerine, araştırma yöntemlerine, Kimya konularına ve teknoloji destekli uygulamalara göre dağılımlarına göre incelenmiştir. Belirlenen ana tema ve alt temalar doğrultusunda elde edilen veri analiz sonuçları frekans ve yüzde değerleri olarak Tablo 1-8’de sunulmuştur.

İncelenen çalışmaların basım yıllarına göre dağılımı aşağıda Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.** Çalışmaların basım yıllarına göre dağılımı.

Ana Tema	Alt Temalar	Çalışma	Kodları	Frekans	Yüzde
Çalışmaların Basım Yılları	2020	T5		1	9,1
	2021	M1		1	9,1
	2022	T3, T4, M3		3	27,2
	2023	T1,T2, M2, M5, M6		5	45,5
	2024	M4		1	9,1
		<b>Toplam</b>		<b>11</b>	<b>100</b>

Tablo 1 incelendiğinde teknoloji destekli kimya eğitimi uygulamalarının en çok 2023 yılında yer aldığı (%45,5) görülmektedir.

İncelenen çalışmaların örneklem düzeylerine göre dağılımı aşağıda Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2 incelendiğinde örneklem düzeyleri ve sayıları içerisinde büyük çoğunluğun 9. sınıf (% 40), 10. sınıf (% 20) ve üniversite öğrencilerinin (% 30) olduğu görülmektedir. 11. Sınıf ve 12. Sınıf düzeyinde yapılan çalışmaya rastlanılmamıştır.

**Tablo 2.** Çalışmaların örneklem düzeylerine göre dağılımı.

Ana Tema	Alt Temalar	Çalışma Kodları	Frekans	Yüzde
<b>Örneklem Düzeyleri</b>	9.Sınıf Öğrencileri	T1 (209), T3 (34), T4 (63), M6 (28)	4	40
	10.Sınıf Öğrencileri	M2 (48), M5 (40)	2	20
	11.Sınıf Öğrencileri	-	-	-
	12.Sınıf Öğrencileri	-	-	-
	Üniversite Öğrencileri	M3 (27), T2 (16), T5 (40)	3	30
	Öğretmenler	T1 (3)	1	10
	<b>Toplam</b>		<b>10</b>	<b>100</b>

İncelenen çalışmaların araştırma desenlerine göre dağılımı aşağıda Tablo 3’te verilmiştir.

**Tablo 3.** Araştırma desenlerine göre dağılımı.

Ana Tema	Alt Temalar	Çalışma Kodları	Frekans	Yüzde
<b>Araştırma Desenleri</b>	Yarı Deneysel Desen	M2, M5, T2, T4	4	36,4
	Betimleyici Araştırma Tasarımı	M3	1	9,1
	Bütüncül Tek Durum Deseni	M6	1	9,1
	Tasarım Tabanlı Araştırma	T1, M1	2	18,2
	Eylem Araştırması	T3	1	9,1
	Doküman analizi/İçerik Analizi	M4	1	9,1
	Tarama Modeli	T5	1	9,1
	<b>Toplam</b>		<b>11</b>	<b>100</b>

Tablo 3 incelendiğinde araştırma desenleri içerisinde yarı deneysel desenin (% 36,4) daha çok kullanıldığı dikkat çekmektedir.

İncelenen çalışmaların veri toplama araçlarına göre dağılımı aşağıda Tablo 4’te verilmiştir.

**Tablo 4.** Veri toplama araçlarına göre dağılımı.

Ana Tema	Alt Temalar	Çalışma Kodları	Frekans	Yüzde
Veri Toplama Araçları	Test	T1, T2, T4, M2, M5	5	20
	Ölçek	T2, T3, T4, T5, M2, M3	6	24
	Video Kaydı	T2	1	4
	Gözlem Formu	T1	1	4
	Gözlem Notları	T2	1	4
	Çalışma Kâğıtları	T2	1	4
	Görüşme Formu	T1, T4, M3	3	12
	Açık Uçlu Sorular	M5	1	4
	Alan Taraması	M4	1	4
	Araştırmacı Günlükleri	T3	1	4
	Anket	T3, T5	2	8
	Öğrenci Görüş Formu	T3	1	4
	Rubrikler	M6	1	4
	<b>Toplam</b>		<b>25</b>	<b>100</b>

Tablo 4 incelendiğinde veri toplama araçları içerisinde en çok test (% 20) ve ölçek (% 24) kullanıldığı görülmektedir.

İncelenen çalışmaların veri analiz yöntemlerine göre dağılımı aşağıda Tablo 5'te verilmiştir.

**Tablo 5.** Veri analiz yöntemlerine göre dağılımı.

Ana Tema	Alt Temalar	Çalışma Kodları	Frekans	Yüzde
Veri Analiz Yöntemleri	Anova	M5	1	8,3
	Ancova	T1, M2	2	16,7
	T testi	T2	1	8,3
	İçerik Analizi	T1, T4, T5	3	25
	Betimsel İstatistiksel Analiz	M3	1	8,3

Tanımlayıcı İstatistiksel Analiz	M3	1	8,3
Betimsel Analiz	T1, T3, M3	3	25
<b>Toplam</b>		<b>12</b>	<b>100</b>

Tablo 5 incelendiğinde veri analiz yöntemleri içerisinde 7 farklı analiz yöntemi kullanıldığı görülmektedir. Çalışmalarda en çok kullanılan veri analiz yöntemi ise betimsel analiz (% 25) ve içerik analizi (% 25) olduğu belirlenmiştir.

İncelenen çalışmalardan kullanılan araştırma yöntemlerine göre dağılımı aşağıda Tablo 6’da verilmiştir.

**Tablo 6.** Araştırma yöntemlerine göre dağılımı.

Ana Tema	Alt Temalar	Çalışma Kodları	Frekans	Yüzde
<b>Araştırma Yöntemleri</b>	Nicel Araştırma	M2, M3, M5	3	27,3
	Nitel Araştırma	M4, M6	2	18,2
	Karma Araştırma	T1,T2, T4	3	27,3
	Tasarım Tabanlı Araştırma	M1	1	9,1
	Eylem Araştırması	T3	1	9,1
	Tarama Araştırması	T5	1	9,1
	<b>Toplam</b>		<b>11</b>	<b>100</b>

Tablo 6 incelendiğinde çalışmalarda beş farklı araştırma yönteminin kullanıldığı görülmektedir. Çalışmalardan 3 tanesinin nicel araştırma (% 27,3), 3 tanesinin karma araştırma (% 27,3) ve diğer çalışmaların ise nitel araştırma (% 18,2) , tasarım tabanlı araştırma (% 9,1) , eylem araştırması (% 9,1) ve tarama araştırması (% 9,1) yöntemi olduğu belirlenmiştir.

İncelenen çalışmaların Kimya konularına göre dağılımı aşağıda Tablo 7’de verilmiştir.

**Tablo 7.** Çalışmaların kimya konularına göre dağılımları.

Ana Tema	Alt Temalar	Çalışma Kodları	Frekans	Yüzde
	Kimyasal Türler Arası Etkileşimler	T1, T3, T4	3	14,3
	Atom ve Periyodik Sistem	T4, M3	2	9,5
	Molekül Geometrisi	T2	1	4,8
	Molekül Polaritesi	T2	1	4,8

<b>Kimya Konu Dağılımları</b>	Simyadan Kimyaya	M3	1	4,8
	Element ve Bileşikler	M1, T3	2	9,5
	Asit, Baz, Tuz	M2, M3, M4, M5	4	19
	Elektrokimya	M4	1	4,8
	Hazır Gıdalar	M5	1	4,8
	Çözeltiler	M5	1	4,8
	Kimya Bilimi	M6	1	4,8
	İmidazol Molekülü Sentezi	T5	1	4,8
	Maddenin Halleri	T3	1	4,8
	Doğa ve Kimya	T3	1	4,8
<b>Toplam</b>			<b>21</b>	<b>100</b>

Tablo 7 incelendiğinde çalışmalarda en çok asit, baz, tuz (% 19) konusunun işlendiği görülmektedir. İncelenen çalışmaların teknoloji destekli uygulamalara göre dağılımı aşağıda Tablo 8’de verilmiştir.

**Tablo 8.** Çalışmaların teknoloji destekli uygulamalara göre dağılımı.

Ana Tema	Alt Temalar	Çalışma Kodları	Frekans	Yüzde
<b>Teknoloji Destekli Uygulamalar</b>	Artırılmış Gerçeklik	T1, T3	2	20
	Animasyon	T3	1	7,7
	Mobil Uygulama	M1	1	7,7
	Simülasyon	T2	1	7,7
	Yapay Zeka	M4	1	7,7
	Web 2.0 Araçları	T3, M2, M3, M6	4	30,8
	QR Kod	M5	1	7,7
	3D Tasarım	T4	1	7,7
	Sanal Gerçeklik	T5	1	7,7



Tablo 8 incelendiğinde teknoloji destekli uygulamalar içerisinde en çok Web 2.0 araçlarının (% 30,8) kullanıldığı görülmektedir.

### SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER

Çalışmada meta-sentez kapsamında incelenen tez ve makalelerden elde edilen bulgulardan yola çıkarak; teknoloji destekli kimya eğitiminde artırılmış gerçeklik, simülasyon, mobil uygulamalar, Web 2.0 araçları (Powtoon, Phet Colorado, Wordwall, Learning Apps, Mindomo, Make Beliefs Comix) ve yapay zeka uygulamalarından (Open AI Kimya, Cognii, Querium, Carnegie Learning Platformları) yararlanıldığı görülmektedir.

Çalışmaların basım yıllarına göre dağılımı incelendiğinde makalelerin ve tezlerin en çok 2023 yılında yayımlandığı bulunmuştur. 2022 yılında iki tez ve bir makale çalışması ile toplamda üç adet çalışma bulunduğu belirlenmiştir. 2020, 2021 ve 2024 yıllarında ise teknoloji destekli uygulamalar ile ilgili kimya eğitimi alanında birer adet çalışma bulunduğu görülmüştür. 2023 yılında daha fazla çalışma olmasının nedeni, teknoloji destekli uygulamaların pandemi sürecinde kimya eğitiminde daha fazla kullanılmış olması ile ilişkilendirilmiştir. Teknoloji destekli kimya eğitimi uygulamalarının süreç içerisinde daha fazla önem kazandığı görülmüştür.

Çalışmaların örneklem düzey ve sayılarına göre dağılımı incelendiğinde teknoloji destekli kimya eğitimi uygulamaları en çok ortaöğretim 9. Sınıf, 10. Sınıf öğrencileri ve üniversite öğrencileri ile birlikte uygulandığı görülmektedir. Teknolojiyi sınıf ortamında etkili kullanabilmek için öğretmenlerin eğitimi ve teknolojik yeterliliklerinin artırılması önemli olmasına rağmen en az çalışmanın öğretmenler ile birlikte uygulandığı görülmektedir. Ortaöğretim 11. Sınıf ve 12. Sınıf öğrencileri ile yapılan bir çalışma ise bulunamamıştır. T1 kodlu çalışmada öğrencilerin konuyu animasyonlar ile anlamlandırmaya çalışmaları ve QR kodlarını okutarak kimya konularını daha rahat bir şekilde öğrendikleri görülmüştür. 3B öğretim teknolojileri ile hazırlanan ders anlatım materyallerinin öğrencilerin akademik başarılarının artmasında olumlu bir sonuç elde edildiği görülmüştür. Artırılmış gerçeklik destekli materyallerin, öğrencilerin derse yönelik motivasyonlarını artırdığı belirlenmiştir. Öğrencilerin teknolojiyi sınıf ortamında kullanmanın dersleri daha ilgi çekici ve eğlenceli hale getirdiğini ifade ettikleri görülmüştür. Kimya derslerinde kullanılan 3B öğretim materyalleri ile öğrencilerin motivasyonlarının önemli ölçüde arttığı ve derse katılımın yükseldiği sonucuna ulaşılmıştır. T2 kodlu çalışmada, artırılmış gerçeklik ve simülasyon gibi teknolojilerin, öğrencilerin soyut kimya kavramlarını anlamalarına önemli ölçüde yardımcı olduğunu belirttikleri tespit edilmiştir. Molekül geometrisi gibi karmaşık konuların görsel içerikli desteklerle daha anlaşılır hale geldiğini ifade ettikleri belirlenmiştir. PhET simülasyonlarının sınıf içi uygulamalarda öğrencilerin anlamlı öğrenmelerini desteklediği ve kimya kavramlarını daha iyi kavradıklarını göstermiştir. M2 kodlu çalışmada ise, Web 2.0 araçları (Powtoon, PhET, Quizizz) gibi uygulamaların öğrencilerin kimya dersi konularına olan ilgilerini artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada, Web 2.0 araçlarının kullanımı ile öğrencilerin kimya dersine daha aktif katılım gösterdiği ve kimya dersinin daha eğlenceli hale geldiği tespit edilmiştir. T3 kodlu eylem araştırmasına dayalı çalışmada, öğrencilerin teknoloji destekli uygulamaları kullanırken çeşitli teknik sorunlarla karşılaştıkları belirlenmiştir. Bilgisayar veya internet bağlantısındaki aksaklıkların, simülasyon ve artırılmış gerçeklik uygulamalarının kullanımını zorlaştırdığı tespit edilmiştir. Bu tür sorunların teknoloji destekli uygulamaların verimli ve etkin bir şekilde kullanımını engellemesi nedeniyle öğrenme sürecini olumsuz etkilediği sonucuna varılmıştır. M5 kodlu çalışmada, öğrencilerin teknoloji destekli uygulamalar sırasında zaman yönetimi zorlukları yaşadıkları tespit edilmiştir. Bazı öğrenciler, teknoloji destekli uygulamaların dikkatlerini dağıttığını ve dersin ana temasına odaklanmayı güçleştirdiğini belirttikleri görülmüştür. Mobil oyun uygulamaları bazı öğrenciler tarafından zaman alıcı ve dikkat dağınık olarak değerlendirildiği tespit edilmiştir. M3 kodlu çalışmada ise, öğrenciler

bazı Web 2.0 araçlarının karmaşık yapıda olduğunu ve bu araçlarla çalışmanın güç olduğunu belirttikleri görülmüştür. Teknoloji destekli bu tür uygulamalarda; teknolojiye alışkın olmayan öğrencilerin öğrenme sürecinde zorlandıklarını ve uyum sürecinde sıkıntılar yaşadıklarını dile getirdikleri görülmüştür.

Çalışmaların araştırma desenlerine göre dağılımı incelendiğinde; araştırma deseni olarak en çok yarı deneysel desenin kullanıldığı görülmüştür. Bu tür çalışmalarda deney grubunda teknoloji destekli uygulamalar ile ders anlatımı gerçekleştirilmiş, kontrol grubuna ise geleneksel öğretmen merkezli düz anlatım uygulanmıştır. Yarı deneysel desenin kullanıldığı çalışmalarda akademik başarı son test puan sonuçları deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğunu göstermiştir.

Çalışmaların veri toplama araçlarına göre dağılımı incelendiğinde; veri toplama araçları olarak çoğunlukla test ve ölçeklerden yararlanıldığı görülmüştür. T1, T2, T4, M2 ve M5 kodlu çalışmalarda veri toplama aracı olarak test; T2, T3, T4, M2 ve M3 kodlu çalışmalarda ise veri toplama aracı olarak ölçek kullanılmıştır. T2 kodlu çalışmada tüm oturumlarda öğrencilerden izin alınarak video kayıtları alınmış olup, yarı yapılandırılmış görüşmeler PhET interaktif simülasyonlarının dersteği uygulamalarda kullanılmasının anlamlı öğrenmelerine etkisini, kimyaya ve kimya eğitim teknolojilerine olan tutumlarındaki farklılığı, görsel-uzamsal zekâ gelişimi ile ilgili düşüncelerinin tespit edilmesi hedeflerine uygun sorular sorularak gerçekleştirilmiştir. T4 kodlu çalışmada ise kimya eğitiminde atom ve molekül yapılarının öğretiminde üç boyutlu tasarım uygulamaları sonucunda öğrencilere uygulanan teknoloji öğrenimine karşı motivasyon ölçeğinde ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığı, son test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Veri analizleri ve istatistiki yöntemlerine göre çalışmaların dağılımı incelendiğinde; çalışmalarda çoğunlukla betimsel analiz ve Ancova'nın kullanıldığı görülmüştür. Betimsel analiz ve Ancova'nın uygulanmadığı durumlarda ise Anova, t-testi, içerik analizi, betimsel istatistiksel analiz ve tanımlayıcı istatistiksel analiz kullanıldığı görülmüştür.

Çalışmaların araştırma yöntemlerine göre dağılımı incelendiğinde en çok kullanılan araştırma yöntemi nicel araştırma yöntemi ve karma araştırma yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Nicel araştırma yöntemine göre yürütülen çalışmalar M2, M3 ve M5 kodlu çalışmalar olup M2 kodlu çalışmada akademik başarıya bakıldığı saptanmıştır. Karma araştırma yöntemine göre yürütülen çalışmaların ise T1, T2 ve T4 kodlu çalışmalar olduğu belirlenmiştir. Nitel araştırma yönteminin kullanıldığı M4 kodlu çalışmada doküman analizi ile birlikte içerik analizi ile çalışma gerçekleştirilmiştir. M1 kodlu çalışmada ise mobil oyun öyküsünün geliştirilip modellenerek uygulamaya dönüştürülmesi hedeflenmiş olup, tasarım tabanlı araştırma yöntemi kullanılmıştır. Bu araştırma yöntemlerinin uygulanmadığı durumlarda ise T3 kodlu çalışmada eylem araştırması yöntemi kullanıldığı görülmüştür.

Çalışmaların konularına göre dağılımı incelendiğinde çalışmalarda en çok “Asit, Baz, Tuz” ve “Atom ve Periyodik Sistem” konularında teknoloji destekli uygulamalardan yararlanıldığı görülmüştür. Bu konular dışında; “Kimyasal Türler Arası Etkileşimler, Molekül Geometrisi, Molekül Polaritesi, Simyadan Kimyaya, Element ve Bileşikler, Elektrokimya, Hazır Gıdalar, Çözeltiler, Kimya Bilimi, İmidazol Molekülü Sentezi, Maddenin Halleri ve Doğa ve Kimya” konularına yönelik çalışmaların da olduğu görülmüştür.

Çalışmaların teknoloji destekli uygulamalara göre dağılımı incelendiğinde en çok Web 2.0 araçlarından yararlanıldığı tespit edilmiştir. M2 kodlu çalışmada Web 2.0 araçlarından dersin giriş aşamasında öğrencinin ilgisini çekmek amacıyla Powtoon uygulamasının, öğrenilenleri anlamlandırmak için Pixton, Storyjumper, Popplet ve Bubbl.us uygulamalarının, ölçme ve değerlendirme aşamasında Quizizz ve Cram uygulamalarının kullanıldığı görülmüştür. M3 kodlu çalışmada ise Powtoon, Mindomo, Make Beliefs Comix gibi Web 2.0 araçlarından yararlanıldığı tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda; öğrencilerin bu uygulamaları ilk kez deneyimledikleri ve deneyimleri sonucunda Web 2.0 araçları ile kimyada soyut kalan kavramların görselleştirilmesiyle

öğrenimlerinin daha başarılı bir şekilde gerçekleştiği sonucuna ulaşılmıştır. M6 kodlu çalışmada Web 2.0 araçlarından Canva kullanılmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin kimya konularını daha keyifli işledikleri ve öğrendikleri, ayrıca daha iyi anlamlandırıp ifade edebildikleri gözlemlenmiştir. T3 kodlu çalışmada ise Quizizz, Quizlet, Kahoot, Wordwall gibi Web 2.0 araçlarının derslerde kullanıldığı görülmüş, eğitimde faydalı ve ilgi çekici olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Teknoloji destekli kimya eğitimi uygulamaları ile ilgili çalışmalarda yapay zekâ uygulamalarına da yer verildiği görülmüştür. Yapay zekâ uygulamalarının kimya eğitiminde kullanıldığı M4 kodlu çalışma incelendiğinde; Open AI Kimya, Cognii, Querium, Carnegie Learning Platformları gibi uygulamaların olduğu görülmüştür. Yapay zekâ uygulamaları ile oyunlaştırma, interaktif simülasyonlar ile öğrenme, uyarlanabilir öğrenme ve yordamaya dayalı modelleme ile öğrenciye alternatif ders çalışma seçenekleri sunduğu ve kimya konularını öğrenmeyi dikkat çekici duruma getirdiği sonucuna varılmıştır. M1 kodlu çalışmada ise mobil oyun uygulamaları kullanılarak öğrencilerin dersi eğlenerek öğrenmesi amaçlandığı ve dersin sıkıcı ve ezbere dayalı gibi eleştirilerin çözümüne yönelik gereksinimlerin karşılanması hedeflendiği sonucuna ulaşılmıştır. T4 kodlu çalışmada, kimya eğitimi konularının 3D baskı teknolojisi destekli işlenmesi öğrencilerin derse karşı çok yönlü bir bakış açısı geliştirdiği ve ders başarısını olumlu şekilde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. T5 kodlu çalışmada sanal gerçeklik teknolojisi ile katılımcıların kimya konularını eğlenerek öğrendikleri görülmüştür. Kimya konu ve kavramlarını somut hale getirerek, öğrencilerin motivasyonlarını artırıcı etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Sanal gerçeklik teknolojisi kullanımı sonrası katılımcıların sorulara doğru yanıt vermesi nedeniyle, görsel materyallerin kimya eğitimi ve öğretiminde yüksek düzeyde etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. T1 ve T3 kodlu çalışmalarda kimya eğitiminde artırılmış gerçeklik uygulamalarından, T2 kodlu çalışmada ise simülasyonlardan yararlanıldığı görülmüştür.

### Öneriler

Soyut kavramların yer aldığı diğer kimya konularında da teknoloji destekli uygulamalar ile çalışılması önerilebilir.

Teknoloji destekli kimya eğitimi uygulamalarının akademik başarıyı artırdığı düşünüldüğünde teknoloji destekli kimya eğitimi uygulamalarına çalışmalarda daha çok yer verilmesi önerilebilir.

Teknoloji destekli kimya eğitimi uygulamalarında yapılan çalışmalar ile daha kapsamlı sonuçlara ulaşabilmek için birbirine eş değer başka okullarda ve aynı sınıf düzeyinde ayrı sınıflarda uygulamaların denenebileceği önerilebilir.

Teknoloji destekli kimya eğitimi uygulamalarına 11. Sınıf ve 12. Sınıf düzeyinde de yer verilmesi önerilebilir.

Öğretmenler ile yapılan teknoloji destekli çalışmaların artırılması önerilebilir.

Öğrencilerin kimya ders konularını sıkılmadan ve keyifli bir hâlde öğrenmeleri için, farklı sınıf düzeylerinde PhET simülasyonları ile etkinlikler yaparak sınıf içi ders ortamının zenginleştirilmesi önerilebilir.

Artırılmış gerçeklik uygulamaları ile ilgili hem öğrencileri hem de öğretmenleri bilinçlendirme çalışmalarının gerçekleştirilmesi, uygulamalar ile ilgili hazırlayabilecekleri yazılımları öğrenmeleri önerilebilir.

Powtoon, Pixton, Quizizz, Canva gibi farklı Web 2.0 araçları kullanılarak kimya ders planlarının teknoloji ile birleştirilmesi önerilebilir.

Öğrenmeyi kalıcı hale getirmek için, öğrencilerin dikkatini çekmek amacıyla dersin giriş aşamasında, öğrenilenleri anlamlandırmak ve dersin değerlendirme aşamasında alternatif Web 2.0 araçlarının kullanımına daha çok yer verilmesi gerektiği önerilebilir.

Cognii, Querium, Carnegie Learning Platformları gibi kimya eğitiminde kullanılan yapay zekâ araçları ile ilgili öğrenci ve öğretmenlere kimya eğitiminde kullanılan yapay zekâ araçlarının avantajları ve dezavantajları hakkında seminerler düzenlenebileceği önerilebilir.

Sanal gerçeklik uygulamaları ile işlenen kimya ders konularında öğrencilerin uygulamayı daha iyi tanımları, sanal deneyim ile öğrenimlerini daha keyifli hale getirmek için ders sürelerinin uzatılması önerilebilir.

Öğretmenlerin eğitici ve öğretici mobil oyunların kullanımına yönelik eğitime katılımları sağlanarak, bu uygulamalar ile kimya ders konularının kazanımlarına göre eğitici mobil oyunlar hazırlamaları ve derslerinde yer vermeleri önerilebilir.

Ortaöğretim seviyesinde seçmeli ders şeklinde Web 2.0 araçlarına yönelik uygulamalı dersler açılabilir.

Web 2.0 araçları ve artırılmış gerçeklik teknolojilerinin öğretilbileceği şekilde sınıflar oluşturulabilir ya da bu uygulamalar ile ilgili öğrenme ortamlarının sayısının artırılabilirliği önerilebilir.

Okullarında kimya laboratuvarı olmayan öğrencilere sanal laboratuvar uygulaması ya da artırılmış gerçeklik ile desteklenen 3B materyaller sunulması önerilebilir.

Teknoloji okuryazarlığının artırılması ve destekleyici eğitimler verilmesi önerilebilir.

### **Etik ve Çıkar Çatışması Beyanı**

Yazarlar; bu makalenin araştırılması, yazarlığı ve/veya yayımlanmasına ilişkin herhangi bir potansiyel çıkar çatışması beyan etmemiştir. Yazarlar; bu makalenin araştırılması, yazarlığı ve/veya yayımlanması için herhangi bir finansal destek almamıştır. Bu araştırma için katılımcı noktasında herhangi bir veri toplanmamış yalnızca dokümanlar incelenmiştir. Araştırma sırasında tüm etik kurallara uyulmuştur.

### **KAYNAKÇA**

- Akkağıt, S. F. (2012). Simülasyon Tabanlı Öğrenmenin Ortaöğretim Öğrencilerinin Temel Elektronik ve Ölçme Dersindeki Başarılarına Etkisi. *Ege Eğitim Dergisi*, 13(2), 1-12. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/eggeefd/issue/4903/67206>
- Aküzüm, C., & Özmen, F. (2014). Eğitim denetmenlerinin mesleki gelişim, tükenmişlik ve iş doyumuna ilişkin bir meta-sentez çalışması. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 13(49), 31-54. <https://doi.org/10.17755/esosder.88173>
- Alyar, M., & Doymuş, K. (2020). İşbirlikli Öğrenme ile Kullanılan Modellerin, Animasyonların ve Yedi İlke'nin Kimya Başarısına Etkisi. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41, 1-25. <https://doi.org/10.33418/ataunikkefd.781598>
- Avcı, T. (2019). Artırılmış ve Sanal Gerçeklik ile Periyodik Cetvel Öğretimi. *Selçuk-Teknik Dergisi*, 18(2), 68-83. <http://sutod.selcuk.edu.tr/sutod/article/view/468>
- Buluş, B., & Elmas, R. (2024). Yapay Zeka Uygulamalarının Kimya Eğitiminde Kullanımı Alternatif Araçlar. *Türkiye Kimya Derneği Dergisi Kısım C: Kimya Eğitimi*, 9(1), 1-28. <https://doi.org/10.37995/jotesc.1366999>
- Demir, Ü., & Bayraktar, K. (2021). Kimya Öğretimine Yönelik Mobil Oyun Geliştirme: Element Fabrikası Örneği. *Uluslararası Eğitim Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(3), 136-146. <https://doi.org/10.47714/uebt.992525>
- Demirer, I., & Pabuççu Akış, A. (2023). STEM Eğitiminin Kimya Kavramlarının Anlaşılmasına Etkisi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 58, 2758-2780. <https://doi.org/10.53444/deubefd.1321179>
- Diñer, S. (2018). Content Analysis in Scientific Research: Meta-Analysis, Meta-Synthesis, and Descriptive Content Analysis. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(1), 176-190. <https://doi.org/10.14686/buefad.363159>
- Ekmekçioğlu, E. (2007). Ortaöğretim kimya dersinde asit baz konusunun anlamlı öğrenme kuramı ve kavram haritası ile öğretiminin başarıya etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Eroğlu, S. (2023). Lise Kimya Derslerinde Dijital Okuryazarlığın Geliştirilmesi İçin Alternatif Bir Uygulama Önerisi: Canva Örneği. *Journal of History School*, 66, 2944-2966. <http://dx.doi.org/10.29228/Joh.73018>
- Göktaş, E. (2017). Bir Eğitim Politikası Belirleme Yöntemi: Meta Analiz. *Medeniyet Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 35-54. <https://dergipark.org.tr/en/pub/mead/issue/34203/365278>
- Gül, S. (2020). İmidazol Halkasının Teorik ve Deneysel Olarak İncelenmesi ve Bulguların Sanal Gerçekçilik ile Öğretilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi.
- Güneş, D., & Erdem, R. (2022). Nitel Araştırmaların Analizi: Meta-Sentez. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(Özel Sayı 2), 81-98. <https://doi.org/10.18037/ausbd.1227313>



- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (2015). Nitel veri analizi: Genişletilmiş bir kaynak kitap (1. Baskı). Akbaba Altun, S. ve Ersoy, A. (Çeviri Editörleri). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Pekdağ, B. (2010). Kimya Öğreniminde Alternatif Yollar: Animasyon, Simülasyon, Video ve Multimedya ile Öğrenme. *Türk Fen Eğitim Dergisi*, 2, 79-110. <https://www.tused.org/index.php/tused/article/view/513>
- Polat, S., & Ay, O. (2016). Meta-synthesis: A Conceptual Analysis. *Journal of Qualitative Research in Education*, 4(2), 1-25. <https://doi.org/10.14689/issn.2148-2624.1.4c2s3m>
- Sarı, E. (2019). *Web 2.0 Uygulamalarına Göre Tasarlanmış Fen Bilimleri Dersinin Etkililiğinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi.
- Şeker, E., & Yalçın Çelik, A. (2023). The Use of Web 2.0 Applications in Chemistry Teaching: Acids, Bases and Salts Unit. *International Journal of Educational Research Review*, 8(2), 244-256. <https://doi.org/10.24331/ijere.1231713>
- Teke, D. (2023). *Dokuzuncu Sınıf Öğrencilerine Kimyasal Somutlaştırılmış Artırılmış Gerçeklik Destekli Üç Boyutlu Materyallerle Öğretimi*. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi.
- Topçuoğlu, N. (2022). *Kimya Eğitiminde Atom ve Molekül Yapılarının Öğretiminde Üç Boyutlu Tasarım Uygulamaları*. Doktora Tezi, Kastamonu Üniversitesi.
- Tosun, A. (2023). *Molekül Geometrisinin Öğretiminde Sorgulamaya Dayalı PhET Simülasyonlarının Kullanımı*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi.
- Uyulgan, MA, & Akkuzu Güven, N. (2022). Kimya Öğretiminde Web 2.0 Araçları: Hizmet Öncesi Kimya Öğretmenlerinin Yeterlilikleri ve Görüşlerinin Analizi. *Öğretim Teknolojisi ve Yaşam Boyu Öğrenme*, 3(1), 88-114. <https://doi.org/10.52911/ital.1127618>
- Yılmaz, S. N. (2022). *Pandemi Sürecinde Kimya Öğretimine Öğrenci Katılımını Geliştirme: Bir Eylem Araştırması*. Yüksek Lisans Tezi, Trabzon Üniversitesi.

#### Ek 1. Araştırma kapsamında incelenen çalışmalar

- T1 Teke, D. (2023). *Dokuzuncu Sınıf Öğrencilerine Kimyasal Somutlaştırılmış Artırılmış Gerçeklik Destekli Üç Boyutlu Materyallerle Öğretimi*. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi.
- T2 Tosun, A. (2023). *Molekül Geometrisinin Öğretiminde Sorgulamaya Dayalı PhET Simülasyonlarının Kullanımı*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi.
- T3 Yılmaz, S. N. (2022). *Pandemi Sürecinde Kimya Öğretimine Öğrenci Katılımını Geliştirme: Bir Eylem Araştırması*. Yüksek Lisans Tezi, Trabzon Üniversitesi.
- T4 Topçuoğlu, N. (2022). *Kimya Eğitiminde Atom ve Molekül Yapılarının Öğretiminde Üç Boyutlu Tasarım Uygulamaları*. Doktora Tezi, Kastamonu Üniversitesi.
- T5 Gül, S. (2020). *İmidazol Halkasının Teorik ve Deneysel Olarak İncelenmesi ve Bulguların Sanal Gerçekçilik ile Öğretilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi.
- M1 Demir, Ü., & Bayraktar, K. (2021). Kimya Öğretimine Yönelik Mobil Oyun Geliştirme: Element Fabrikası Örneği. *Uluslararası Eğitim Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(3), 136-146. <https://doi.org/10.47714/uebt.992525>
- M2 Şeker, E., & Yalçın Çelik, A. (2023). The Use of Web 2.0 Applications in Chemistry Teaching: Acids, Bases and Salts Unit. *International Journal of Educational Research Review*, 8(2), 244-256. <https://doi.org/10.24331/ijere.1231713>
- M3 Uyulgan, MA, & Akkuzu Güven, N. (2022). Kimya Öğretiminde Web 2.0 Araçları: Hizmet Öncesi Kimya Öğretmenlerinin Yeterlilikleri ve Görüşlerinin Analizi. *Öğretim Teknolojisi ve Yaşam Boyu Öğrenme*, 3(1), 88-114. <https://doi.org/10.52911/ital.1127618>
- M4 Buluş, B., & Elmas, R. (2024). Yapay Zeka Uygulamalarının Kimya Eğitiminde Kullanımı Alternatif Araçlar. *Türkiye Kimya Derneği Dergisi Kısım C: Kimya Eğitimi*, 9(1), 1-28. <https://doi.org/10.37995/jotesc.1366999>
- M5 Demirel, I., & Pabuççu Akış, A. (2023). STEM Eğitiminin Kimya Kavramlarının Anlaşılmasına Etkisi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 58, 2758-2780. <https://doi.org/10.53444/deubefd.1321179>
- M6 Eroğlu, S. (2023). Lise Kimya Derslerinde Dijital Okuryazarlığın Geliştirilmesi İçin Alternatif Bir Uygulama Önerisi: Canva Örneği. *Journal of History School*(66), 2944-2966. <http://dx.doi.org/10.29228/Joh.73018>



### EXTENDED ABSTRACT

This study is a meta-synthesis research examining technologically supported applications in chemistry education in Turkey between 2020-2024. While the role of technology in education increases day by day, this research aims to reveal the impact of technology, especially in the field of chemistry education. Within the scope of the study, a study analysis was made of six articles and five theses obtained from databases such as Google Scholar, Dergipark, Ulakbim and YÖK-National Thesis Center. These studies are classified under eight main themes for sustainability in education. The fact that most of the studies examined in the research were published in 2023 shows that technology-supported applications have become more common in education with the pandemic process. It has been observed that the use of technology increases students' success and motivation in a field such as chemistry education, where abstract concepts are intense. Quasi-experimental research design was most preferred in the studies, and tests and scales were widely used as data collection tools. These studies show how effectively Web 2.0 tools (e.g. Powtoon, PhET Colorado, Wordwall, Learning Apps, Mindomo) are used in chemistry education applications. Among the main applications used in technology-supported chemistry education in the studies were augmented reality, simulation, mobile applications, artificial intelligence platforms and 3D designs. While augmented reality and simulation applications make it easier for students to understand abstract chemistry concepts, tools such as 3D designs and mobile games have increased interest and motivation in lessons. In some studies, it has been stated that augmented reality tools offer students the opportunity to concretize complex subjects, and simulations make it easier to understand subjects such as molecular geometry. It has been stated that PhET simulations, in particular, provide students with a more meaningful learning experience by visualizing chemistry concepts. Study findings reveal that technology-supported applications offer various advantages in teaching processes, but also encounter some difficulties. While students stated that the use of technology made lessons more interesting, some of them stated that they experienced time management problems and distraction in technology-supported applications. For example, while mobile games distracted some students from the subject of the course, some of the Web 2.0 tools were found complex by the students. The importance of teachers, as well as students, adapting to these tools was emphasized. In addition, the study results offer various suggestions to ensure sustainability of technology-supported applications in education. For example, adapting the technology-supported materials used in chemistry lessons to different grade levels and chemistry subjects can make the lessons more inclusive and interesting. In this context, integrating tools such as augmented reality and simulation into more subjects will allow students, especially in the 11th and 12th grades, to benefit from technology-supported applications. On the other hand, it has been suggested that the opportunities offered by artificial intelligence tools in chemistry education should be introduced to a wider audience and trainings should be organized for educators on the use of such technologies. More applications of Web 2.0 tools and mobile games can contribute to making chemistry lessons more interactive and entertaining. In addition to these suggestions, the study offers important recommendations such as expanding virtual laboratories in schools and organizing technology literacy training. This study shows that technology-supported chemistry education practices increase students' interest in lessons, make abstract concepts more understandable, and turn lessons into a more enjoyable learning process. Thanks to augmented reality and simulations, students can understand chemistry topics more concretely; Web 2.0 tools enable students to participate more actively in the lesson. However, developing solutions for problems such as distraction and time management can increase the effectiveness of technology-supported applications. Organizing training to support teachers' adaptation to technology, disseminating virtual laboratory applications and improving students' skills in using technology effectively are important in terms of creating a sustainable education model in this field. This meta-synthesis study provides important findings regarding technology-supported chemistry education, comprehensively reveals the current situation in this field and provides guidance for future studies.