



The Impact of Online Cooperative Learning on Scientific Reasoning Skills and Motivation*

Ayşegül ÇİÇEKDAĞ^a (ORCID ID - 0000-0002-5221-724X)

Özgecan KIRIK^{a**} (ORCID ID - 0000-0001-8262-5458)

^aÇukurova University, Faculty of Education, Adana/Türkiye



Article Info

DOI: 10.14812/cuefd.1439853

Article history:

Received 19.02.2024

Revised 25.05.2024

Accepted 13.06.2024

Keywords:

Online Cooperative Learning,
Scientific Reasoning Skills,
Motivation, Pre-Service Science
Teachers

Research Article

Abstract

During the COVID-19 pandemic, all universities across Turkey transitioned to remote education as an urgent measure. Despite indications that the pandemic has subsided, online teaching practices continue to prevail in higher education. Accordingly, the purpose of this study, conducted under extraordinary circumstances of the pandemic, is to examine the impact of online cooperative learning on the scientific reasoning skills and motivation of pre-service science teachers. A total of 54 students participated in the study, with 28 from the experimental group and 26 from the control group, following a non-equivalent control group design. The experimental group received instruction using the online cooperative learning, while the control group participated in large group discussions in an online environment in the context of a science teaching methods course. Data for the research were collected through pre-test and post-test administrations of the Lawson's Classroom Test of Scientific Reasoning (LCTSR) and the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ). According to the results, compared to whole-class discussions, online cooperative learning increased pre-service science teachers' scientific reasoning skills and motivation. In conclusion, online cooperative learning is considered an effective method for enhancing the pre-service science teachers' education, contributing to the further improvement of online teaching, which has become even more widespread due to the impact of the COVID-19 pandemic.

Çevrim İçi İş Birlikli Öğrenmenin Bilimsel Muhakeme Becerileri ve Motivasyona Etkisi

Makale Bilgisi

DOI: 10.14812/cuefd.1439853

Makale Geçmişi:

Geliş 19.02.2024

Düzeltilme 25.05.2024

Kabul 13.06.2024

Anahtar Kelimeler:

Çevrim İçi İş Birlikli Öğrenme,
Bilimsel Muhakeme Becerileri,
Motivasyon, Fen Bilgisi Öğretmen
Adayları

Öz

COVID-19 salgını tüm dünyada yayıldığı sırada, Türkiye genelindeki tüm üniversiteler acil bir önlem olarak uzaktan eğitime geçmiştir. Pandeminin sona erdiği belirtilse de çevrim içi öğretim uygulamaları yükseköğretimde hâlâ varlığını sürdürmektedir. Pandeminin olağandışı koşullarında gerçekleştirilmiş olan bu çalışmanın amacı, çevrim içi iş birlikli öğrenmenin fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimsel muhakeme becerileri ve motivasyonlarına etkisini incelemektir. Eşitlenmemiş kontrol gruplu deneysel desene yürütülen araştırmaya deney grubundan 28 ve kontrol grubundan 26 olmak üzere toplam 54 fen bilimleri öğretmen adayı katılmıştır. Fen Öğretimi II dersinde gerçekleştirilen çalışmada deney grubu öğrencilerine çevrim içi ortamda iş birlikli öğrenme yöntemiyle öğretim yapılırken, kontrol grubuna çevrim içi ortamda büyük grup tartışması uygulanmıştır. Araştırmanın verileri ön test ve son test olarak uygulanan Lawson Mantıksal Düşünme Testi (LMDT) ve Öğrenmede Güdüsel Stratejiler Ölçeği (ÖGSÖ) kullanılarak toplanmıştır. Araştırma bulgularına göre çevrim içi iş birlikli öğrenme tüm-sınıf tartışmasına kıyasla fen öğretmen adaylarının bilimsel muhakeme becerilerini

*This study was presented at IXth International Eurasian Educational Research (EJER) Congress 2022, İzmir, Türkiye, June 22-25 and it is based on the first author's Master's thesis. It was funded by Çukurova University Scientific Research Projects Unit [SYL-2021-13755].

**Corresponding Author: ozge.deniz@gmail.com

Introduction

The Covid-19 pandemic prompted a rapid shift from face-to-face to online education during the spring semester of the 2019-2020 academic year (Bao, 2020). This transition resulted in the digitization of university courses and brought about changes impacting students' learning and competence development. The mandatory nature of online education due to the pandemic, however, has sparked concerns regarding how to adapt and meet its demands. School closures have compelled educators to seek sustainable strategies, with online learning emerging as the most prevalent method. However, this shift has presented numerous challenges and heightened student apprehensions about their skills. Educational institutions have subsequently invested in online learning to ensure continuity while earning students' trust (Hassan, 2021).

Online learning, also known as e-learning, is an educational approach conducted in collaboration with internet technologies. This approach encompasses activities such as multimedia-based instruction, interactive learning, guidance, and digital assessments (Palloff & Pratt, 2001). Additionally, digital tools like video presentations, text-based materials, and virtual meetings are employed in online education (Griffiths, 2016). Students, while taking individual responsibility, should maintain communication with their teachers and peers. Cooperative learning in the online environment is an effective method used to enhance the quality of courses (Møgelvang et al., 2023). In cooperative learning, students work together in small groups to facilitate their own and their peers' learning (Johnson & Johnson, 1994).

Face-to-face interaction has brought about social, emotional, and cognitive benefits, which are now also achievable through online tools. Online collaboration enables students to approach group interactions and events from multiple angles, thereby enhancing motivation through provided support and feedback, and improving problem-solving abilities (Zumbach et al., 2004). This can also contribute to the development of students' reasoning skills. Today's students are 'digital natives' who have grown up using mobile phones, computers, televisions and tablets and are highly dependent on new technologies. Teaching with integrated information technologies creates a classroom environment where learning is no longer based on dictation and paper-and-pencil, but emphasizes cooperative learning. With the help of information technology, cooperative learning can take place more smoothly, and a bridge of communication and interaction can be built through this technology; thus, students' motivation and problem-solving skills can be improved, and learning satisfaction can be increased (Wang & Wu, 2022). Through collaborative interaction, resource sharing and higher-order thinking activities, online cooperative learning environments enable students to develop the competencies needed for real-world conditions (Oliveria et al., 2011). It is also recommended that cooperative learning be used to reduce student isolation and anonymity in distance education (Hall, 1997). Research on computer-supported collaborative learning has shown that this approach can be as effective as face-to-face collaborative learning (Johnstone, 1996) or more effective (Uribe et al., 2003). Previous research has shown that cooperative learning in physical classrooms has positive effects on the cognitive, social, motivational and professional development of pre-service teachers (Cañabate et al., 2019; Okumuş, 2020; Stevahn & McGuire, 2017; Yıldız et al., 2020). It has been suggested that these findings may also be valid in an online environment (Davidson, 2021). To test this argument, this study conducted an intervention study with pre-service science teachers using online cooperative learning in the context of a science teaching methods course, and attempted to investigate how online cooperative learning through the Microsoft Teams program affected the scientific reasoning skills and motivation of pre-service science teachers.

Online Cooperative Learning

“Without the cooperation of its members, society cannot survive, and the society of man has survived because the cooperativeness of its members made survival possible... In human societies

the individuals who are most likely to survive are those who are best enabled to do so by their group” (Montagu, 1965, as cited in Johnson & Johnson, 1994, p. 31).

Cooperative learning is a learning model in which students support each other's learning by working together in small groups. In this model, interaction is based on the principles of positive interdependence and individual responsibility (Johnson & Johnson, 1999). The design of the teaching and learning activities implemented in this study is based on online cooperative learning, which incorporates the computer supported collaborative learning (CSCL) framework (Jeong & Hmelo-Silver, 2016). In this learning environment, cooperative learning was implemented through Microsoft Teams, an online learning management system. Prior to the COVID-19 pandemic, CSCL was often employed as a combination of face-to-face and online learning modes (Asino & Pulay, 2019). Jeong and Hmelo-Silver (2016) identified seven key benefits of technology to support CSCL: collaborating towards a common goal, communicating, sharing resources, engaging in productive processes, co-constructing, monitoring and organizing the learning process, and creating groups and communities. Therefore, in emergency online learning situations, technology can be used to leverage these benefits for an online cooperative learning approach (Tan et al., 2022).

Online cooperative learning refers to learning together in teams using information communication technologies (Ng, 2012). Universities prefer online cooperative learning to provide flexible education to geographically dispersed groups of students. While class size and organization are problematic, the classroom becomes irrelevant in online environments; however, tighter control is required in discussion groups (McInerney & Roberts, 2009). Online cooperation allows students from different geographies, cultures and disciplines to work together, providing participation for students with accessibility issues.

In this research, online cooperative learning has been implemented through synchronous interactions. In synchronous online communication, sharing diverse perspectives provides students with opportunities to develop their own thoughts and enhance their reasoning skills. Within synchronous online learning environments, cooperative learning can elevate the quality of discussions, encourage argumentation, and foster critical thinking, thereby enhancing reasoning skills (Abdullah & Shariff, 2008). Scientific reasoning skills involve utilizing fundamental abilities such as prediction, observation, measurement, and inference, as well as integrated skills like creating graphs, formulating hypotheses, interpreting data, and constructing models (Padilla et al., 1984). According to Lawson (1978), these skills, associated with the formal operational stage of cognitive development by Piaget, include *combinatorial reasoning* (used for isolating and controlling variables and measuring potential causal factors), *correlational reasoning* (applied in measuring both confirmatory and non-confirmatory situations), *probabilistic reasoning* (recognizing the probabilistic nature of events) and *proportional reasoning* (establishing final functional relationships between variables).

Research has shown that cooperative learning promotes reasoning strategies and critical thinking more effectively than competitive or individual learning (Abdullah & Shariff, 2008; Hayati et al., 2023). In addition, high ability students develop higher levels of scientific reasoning strategies through cooperation with middle and low ability peers compared to competitive or individual work (Johnson & Johnson, 1994). In cooperative environments, students are encouraged to explore different perspectives and make careful evaluations in discussions that require scientific reasoning (Jadallah et al., 2011). In synchronous online communication, discussants as students can be exposed to different views, a process allowing them to develop their own perspectives and support their reasoning skills. Direct feedback is important for the rapid development of argumentation and critical thinking, as questions or difficulties can be addressed immediately and misunderstandings clarified (Murphy & Collins, 1998). Hsu (2004) found that online cooperative learning in a web-based course improved the scientific process skills of high school students, particularly increasing the motivation and engagement of low-ability students. Similarly, although few in number, there are studies showing that online cooperative learning improves higher order thinking skills such as reasoning, critical thinking and problem solving skills (Alharbi et al., 2022; Kim, 2014; Othman et al., 2020; Wang & Wu, 2022).

Some researchers have reported that students' self-efficacy and motivation were affected by emergency distance education (Kosycheva & Tikhonova, 2021). Motivation is known to be an important factor influencing behavior and achievement (Pintrich & De Groot, 1990). Walter and Hart (2009) define motivation as an individual's desire, power and tendency to act in a certain way. Slavin (1987) suggested that one of the factors influencing the success of cooperative group work is the positive effect of peer support for learning on motivation. Cooperative goal structures create a situation where individuals' personal goals are directly linked to group success. In this context, group members should support their peers in achieving their personal goals while also encouraging them to put forth maximum effort. Cooperative learning environments foster an emotionally positive atmosphere where students are more willing to seek social support, encouragement, and interest. These factors mutually influence each other and promote student learning (Kagan & Kagan, 2009).

Cooperative work through computers encourages students to engage in their tasks and interact with the subject matter (Sims, 2003). Yoshida et al. (2014) found that online cooperative learning increased students' intrinsic motivation and suggested the use of synchronous communication tools in this online process. Tan et al. (2022) found that online cooperative learning increased students' motivation to learn, especially that of digitally disadvantaged students (who had problems with internet connection), despite the decrease in students' motivation due to the transition to emergency distance education. Ghasem and Ghannam (2021) found that students found it difficult to concentrate in online learning sessions due to the limited interaction between them and their teachers. In this context, it is suggested that designing an online learning environment that can increase students' attention, interest and confidence can increase students' satisfaction with the learning process and thus their motivation to learn the subject.

When training pre-service science teachers, teaching methods courses are particularly important for teachers' professional development. Given the continuing risk of a pandemic and the full expansion of distance learning in higher education after Covid-19, it is important to investigate the effects of online environments on the professional competences of pre-service teachers. In view of the extensive research on the cognitive and affective effects of online cooperative learning, incorporating it into the training of pre-service science teachers can improve teacher quality. (Belmonte et al., 2022; Sugino, 2021; Swain et al., 2022). The use of online environments can help pre-service science teachers to develop their digital skills and to use modern instructional technologies effectively. Therefore, online cooperative learning can support pre-service science teachers' professional development, strengthen their teaching skills and enhance their professional competences. Studies on the cognitive and affective effects of online cooperative learning in Turkey are limited (Atıcı & Gürol, 2002; Erten et al., 2019; Özkara, 2017). Therefore, any research in this area is expected to make a significant contribution to the literature. The aim of this study, which is expected to contribute to improving the quality of pre-service teachers' education in the context of distance education, is to investigate the impact of online cooperative learning on pre-service science teachers' scientific reasoning skills and motivation. Accordingly, the following questions guide the research:

1. What is the effect of online cooperative learning on the scientific reasoning skills of pre-service science teachers?
2. What is the effect of online cooperative learning on the motivation of pre-service science teachers?

Method

Research Design

The non-equivalent control group experimental design, one of the quasi-experimental designs, was employed in the study. Quasi-experimental research is used when the experimental setting cannot be controlled or groups cannot be formed randomly (Gürbüz & Şahin, 2014). Since the classes of the pre-service teachers in the study were pre-determined, the random assignment could not be used. However, the experimental and control groups were assigned randomly. The independent variable was the teaching method while scientific reasoning skills and motivation served as dependent variables. Prior to

implementation, both groups underwent online administration of the Lawson Logical Thinking Test (LLTT) and Motivational Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ) as a pre-test. In both groups, the lessons were delivered synchronously in an online environment. While cooperative learning was used in the experimental group, large group discussion was used in the control group. Following the implementation of these methods, identical tests were administered to both groups as a post-test conducted online.

Participants

The participants of the study consist of third-year pre-service science teachers enrolled in the science education undergraduate program at a university in southern Turkey. The study included a total of 54 individuals: 28 in the experimental group (18 females and 10 males) and 26 in the control group (22 females and 4 males). The research employed a convenience sampling from the non-random sampling methods. The reason for choosing this sampling method was the ease of accessibility due to time constraints and existing limitations, as well as the willingness of pre-service teachers. The study received ethical approval from the Scientific Research and Publication Ethics Committee in the Social and Humanities Field of Çukurova University on March 11, 2021, with decision number 1. At the beginning of the study, all participants were informed about the implementation process and provided informed consent

Instruments

In this study, the Lawson Logical Thinking Test (LLTT), originally developed by Lawson (1978) and updated in 2000 with the addition of two new questions, was used to measure participants' scientific reasoning skills. The test was adapted into Turkish by Yüzüak (2012) from its original version known as the Lawson Classroom Test of Scientific Reasoning (LCTSR). The updated version, as revised by Lawson (2002), employs a two-tier design consisting of 24 questions organized into 12 pairs. The test encompasses six subskills: Conservation of mass and volume, proportional reasoning, controlling variables, probabilistic reasoning, correlational reasoning, and hypothetical-deductive reasoning. The distribution of questions in the test based on reasoning skills is presented in Table 1.

Table 1

Item Distribution of Reasoning Skills in LMDT

Logical thinking skills	Item
Conservation of mass and volume (CMV)	1a, 1b, 2a, 2b
Proportional reasoning (PRR)	3a, 3b, 4a, 4b
Controlling variables (CV)	5a, 5b, 6a, 6b, 7a, 7b
Probabilistic reasoning (PBR)	8a, 8b, 9a, 9b
Correlational reasoning (CR)	10a, 10b
Hypothetical-deductive reasoning (HDR)	11a, 11b, 12a, 12b

(Yüzüak, 2012, p. 38)

The first 11 pairs of items in the LCTSR are in the traditional two-tier format, where the first item in a pair asks about the results of a given task and the second item asks about the reasoning behind the answer to the first item. As a two-tier instrument, the LCTSR measures students' knowledge in the first tier and their reasoning processes in the second tier (Bao et al., 2018). The last two pairs of questions (11a-11b and 12a-12b) on hypothetical-deductive reasoning are contextually different from the others. The 12th pair of questions (12a and 12b) requires students to use hypothetical-deductive reasoning to reject hypotheses involving unobservable entities. The scoring system for the test is shown in Table 2 (Lawson et al., 2000).

Table 2
LLTT Scoring System

Score	Level	Result
0-3	Level 0	Students are not able to test hypotheses that involve observable causal agents.
4-6	Low Level 1	Students are inconsistently able to test hypotheses involving observable causal agents.
7- 10	High Level 1	Students are consistently able to test hypotheses involving observable causal agents.
11-13	Level 2	Students are able to test hypotheses involving unobservable entities.

(Lawson et al., 2000, p. 89)

Of the 24 multiple-choice items in the LCTSR, the answers to the first 22 are scored in pairs (e.g. questions 1 and 2 are counted as a single item and one point is given for a correct answer to both). In addition, as items 23 and 24 (12a and 12b) are independent of each other, each is scored separately. Therefore, the LCTSR consists of 13 items (maximum score is 13). The Cronbach alpha reliability coefficients for the first developed form of the LCTSR (Lawson, 1978), the updated form (Lawson, 2000), and the Turkish adapted form LLTT (Yüzüak, 2012) are 0.78, 0.65, and 0.72, respectively. In addition, Bao et al. (2018) conducted a validity and reliability study of the updated form of the LCTSR and reported that the reliability of the pair scoring method (1 point given if both tiers are correct) was lower than that of the individual scoring method (points given according to the correctness of each tier) due to the small number of questions. To compensate for the difference in test length, the reliability of the pair scoring method was adjusted using the Spearman-Brown estimation formula, which gives an equivalent α of 0.86 for 24 items, almost identical to that of the individual scoring method ($\alpha=0.85$).

The Motivational Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ), developed by Pintrich et al. and adapted into Turkish by Sungur, was used to measure students' motivation. The scale has two dimensions: "motivation" and "learning strategies." In the motivation scale, consisting of 31 items, it is aimed to determine students' goals in a course, their beliefs about its value, and their expectations of success. The second dimension, the learning strategies scale, includes 19 items about cognitive strategies, metacognitive strategies, and resource management. The items in the scale were prepared as a 7-point Likert type with reverse-coded negative items. The score of each person who marks a reverse-coded item as 1 is recoded as 7. Pintrich et al. suggest that the score for reverse-coded items should be calculated by subtracting the original score from 8. Learning strategies and motivation dimensions are scored separately. Table 3 shows the components and scales of the instrument (Pintrich et al., 1991).

Table 3
Components and the Scales of Motivation Section of MSLQ

Component	Scale
Value	Intrinsic goal orientation (IGO) Extrinsic goal orientation (EGO) Task value (TV)
Expectancy	Self-efficacy for learning and performance (SELP) Control of learning beliefs (CLB)
Affective	Test anxiety (TA)

The motivation section includes 31 items with three main components: value, expectancy and affective, and six scales: intrinsic goal orientation, extrinsic goal orientation, task value, self-efficacy for learning and performance, control of learning beliefs and test anxiety.

In this study, only the Motivation Section of the MSLQ was used. The fit indices for the original form of the Motivation Scale were $\chi^2/df = 3.49$, GFI = 0.77 and RMR = 0.07. Pintrich et al. (1991) stated that it

is reasonable for the fit indices to be outside the acceptable limits due to the fact that attitudes about motivation may vary according to the teacher's demands, individual student qualities and the characteristics of the course. The fit indices of the scale adapted into Turkish by Sungur (2004) were given as $\chi^2/df = 5.3$, GFI = 0.77 and RMR = 0.11. Reliability (Cronbach Alpha) coefficients for the original scale (Pintrich et al., 1991) and the adapted scale (Sungur, 2004) are presented in Table 4.

Table 4

Cronbach Alfa Reliability Coefficients of Motivation Section of the MSLQ

Scale	Original form (ENG)	Adapted form (TUR)
Intrinsic goal orientation (IGO)	0.74	0.73
Extrinsic goal orientation (EGO)	0.62	0.54
Task value (TV)	0.90	0.87
Self-efficacy for learning and performance (SELP)	0.93	0.89
Control of learning beliefs (CLB)	0.68	0.62
Test anxiety (TA)	0.80	0.62

Process

This study was conducted with third year pre-service science teachers taking the 'Science Teaching 2' course under the unusual conditions of the COVID 19 pandemic. This course covers current approaches, strategies and methods commonly used in science teaching. The pre-service teachers first received theoretical information about these approaches in an online environment. The course covered topics such as scientific process and thinking skills, engineering and design method, problem-based learning method, inquiry-based teaching strategy, learning cycle models (5E and 7E), concept cartoons, argumentation, case-based learning method, predict-observe-explain strategy, project-based learning method and context-based learning approach in science teaching. Activities prepared for the use of these teaching strategies and methods were then carried out for seven weeks. In these activities, the predict-observe-explain strategy, inquiry-based teaching strategy, concept cartoons, argumentation and Phet simulations were used. In both groups, the lessons were performed online via the Microsoft Teams program. As this was the first time the participants were using Microsoft Teams, they were informed about the program and could easily communicate with the teacher if they encountered a problem. Cooperative learning, a small group discussion method, was used in the experimental group and large group discussion in the control group. In both groups, the lectures were taught by the second author with the assistance of the first author.

In the control group, large group discussion was chosen as a teaching method to be used in face-to-face teaching, as it is based on a constructivist approach and encourages active participation as it allows students to construct their own knowledge. Large class discussion, which was shaped as a dialogical teaching method, encouraged students to discuss alternative ideas with the teacher and each other in front of the whole class (Lehesvouri et al., 2019). Activities were shared with pre-service teachers via Microsoft Teams three days before the implementation. At the beginning of the lesson, pre-service teachers were informed about the activities and student expectations. The instructor shared the activity of that week with the class by screen sharing and asked the students to open the activity on their own screens as well. The questions in the activity were first addressed to the whole class, giving them time to think, and then pre-service teachers were given the floor individually to share their views. During the process, students were asked to explain whether they agreed or disagreed with each other's arguments, providing justifications. All students were asked to turn on their cameras. In front of the whole class, students were encouraged to have pairwise (or sometimes three-way) discussions by taking the floor. In addition to the questions in the activities, the instructor also asked thought-provoking questions based on the students' answers to trigger the discussion. This was implemented every week throughout the course. In addition, in activities where Phet simulations were used, students were given screen sharing

permission by the teacher and asked to try the application and support their arguments with data they obtained from the simulation. Discussions were conducted in the form of constructivist classroom discussions that structure knowledge and critically examine ideas. To ensure that the control group achieves similar learning outcomes as the experimental group, the same activities were conducted using a large group discussion format that emphasized constructivist and dialogical discussion, all within the same remote education program and with cameras turned on. However, this learning environment did not foster cooperation among students.

In the experimental group, the activities used in the control group were implemented with cooperative learning. Each week, the activities to be implemented were sent to pre-service teachers via Microsoft Teams three days in advance. Then, mixed groups were formed by considering students' pre-test LLTT scores and genders, and attention was paid to LLTT scores to ensure that there was a student from each level in each group. Pre-service teachers were divided into seven groups of four. In the first week, the instructor assigned roles to the students in the groups to ensure elements of positive interdependence and individual responsibility. The roles were leader, writer, spokesperson, and reflector (Farrel et al., 1999). The responsibilities of the roles were explained on the first implementation day. The distribution of roles within the group changed each week, and from the second week on, students decided on the role distribution. In the first lesson, students were taught how to work in groups and communicate using Microsoft Teams. They were also informed about how the activity would be carried out and what points to pay attention to within the group. Students were assigned to predetermined groups electronically and could only talk to their teammates in the virtual room they were in during teamwork. Researchers joined different groups simultaneously to check that the groups were formed smoothly. Then, the students were asked to work on the previously given activity, and the instructor, with the assistance of the first author, continuously joined different groups and guided the groups throughout the activity. At the end of the teamwork, the groups were brought to the main screen where the whole class was present, and the students were asked to show their answers on their own screens or on the instructor's screen, and a whole class discussion was held. At the end of these discussions, the students were ensured to reach the expected answers. After the whole class discussion at the end of each activity, the students returned to the rooms where they worked with their groups again and discussed the group self-evaluation form to evaluate their teamwork. At the end of the self-evaluation discussion, they returned to the main screen again and shared their self-evaluations with the other groups. This process continued in the same way for seven weeks.

Data Analysis

The data was analyzed using the SPSS-20 program. To compare the groups in terms of pre-test LLTT scores, independent-samples t-tests were used for PR, CV, PR, and HDR, and Mann Whitney U tests were performed for CR and CMV since normality was not met. To determine whether there was a significant difference in terms of post-test LLTT subskills, independent-samples t-tests were used for CMV, PR, CV, PR, and HDR, and Mann Whitney U tests were used for CR since normality was not provided. Since multiple tests were performed, Bonferroni correction was made to prevent Type 1 error for pre-test and post-test LLTT data, and the alpha value (0.05) was divided by the number of dependent variables (6), and $p \leq 0.0083$ was determined (Pallant, 2007). Although MANOVA is a good method for controlling this error, it could not be used because the assumptions were not met.

To compare the groups in terms of pre-test MSLQ scores, independent-samples t-tests were used for IGO, EGO, CLB, SELP, and TA, and Mann Whitney U tests were used for TV since normality was not provided. To determine whether there was a significant difference in terms of post-test MSLQ scales, independent-samples t-tests were performed separately for each scale. As in the LLTT data, Bonferroni correction was made to prevent Type 1 error for pre-test and post-test MSLQ data, and the alpha value (0.05) was divided by the number of dependent variables (6), and $p \leq 0.0083$ was determined. Although

MANOVA is a good method for controlling this error, it could not be used because the assumptions were not met.

Results

Findings on Scientific Reasoning Skills

Out of the pre-test LLTT subskills, PRR, CV, PBR, and HDR exhibited normal distribution, while CR and CMV subskills did not. Accordingly, based on the results of the independent-samples t-tests conducted for the pre-test PRR, CV, PBR, and HDR subskills, there were no significant differences between the groups in terms of PRR ($t(52)=0.360$, $p>0.0083$), CV ($t(52)=2.303$, $p>0.0083$), PBR ($t(52)=0.260$, $p>0.0083$), and HDR ($t(52)=-1.729$, $p>0.0083$) scores. The t-test results and descriptive statistics for these variables are presented in Table 5.

Table 5
Descriptive Statistics and T-Test Results for Pre-test LLTT Subskills PRR, CV, PBR, and HDR

Dependent variable	Group	X	S	df	T	p
PRR	Experimental	0.82	0.47	52	0.360	0.720
	Control	0.76	0.58			
CV	Experimental	1.03	0.50	52	2.303	0.026
	Control	0.65	0.68			
PBR	Experimental	1.39	0.56	52	0.260	0.796
	Control	1.34	0.74			
HDR	Experimental	1.50	0.96	52	1.729	0.090
	Control	1.03	0.99			

Significance level=0.0083

According to the results of the Mann-Whitney U tests conducted for the pre-test CR and CMV scores, there were no significant differences between the groups in terms of CR ($U= 265.000$, $z= -2.099$, $p>0.0083$) and CMV ($U= 351.000$, $z= -0.255$, $p>0.0083$) scores. The Mann-Whitney U test results and descriptive statistics for these variables are presented in Table 6.

Table 6
Descriptive Statistics and Mann-Whitney U Test Results for Pre-test LLTT Subskills CR and CMV

Dependent variable	Group	N	Mean Rank	Sum of Ranks	U	Z	p
CR	Experimental	26	31.04	869.00	265.000	-2.099	0.036
	Control	28	23.69	616.00			
CMV	Experimental	26	27.04	757.00	351.000	-0.255	0.798
	Control	28	28.00	728.00			

Significance level=0.0083

According to the results of the independent-samples t-tests conducted for the post-test CMV, PRR, CV, PBR, and HDR scores, there was a significant difference between the groups in terms of CMV scores ($t(52)=3.406$, $p<0.0083$, partial $\eta^2=0.18$), but no significant differences in terms of PRR ($t(52)=1.992$, $p>0.0083$, partial $\eta^2=0.07$), CV ($t(52)=1.983$, $p>0.0083$, partial $\eta^2=0.07$), PBR ($t(52)=2.201$, $p>0.0083$, partial $\eta^2=0.08$), and HDR ($t(52)=1.911$, $p>0.0083$, partial $\eta^2=0.06$) scores. The partial η^2 value of 0.18 for

CMV indicates that there was a large relationship between the intervention and students' conservation of mass and volume skills, and that 18% of the variance in conservation of mass and volume skills can be attributed to the intervention (Green et al., 2000). The t-test results and descriptive statistics for post-test CMV, PRR, CV, PBR, and HDR are presented in Table 7.

Table 7
Descriptive Statistics and T-Test Results for Post-test LLTT Subskills CMV, PRR, CV, PBR and HDR

Dependent variable	Group	X	S	df	t	p	Partial η^2
CMV	Experimental	1.53	0.576	52	3.406	0.001	0.18
	Control	0.96	0.662				
PRR	Experimental	1.07	0.662	52	1.992	0.052	0.07
	Control	0.69	0.735				
CV	Experimental	1.50	0.793	52	1.983	0.053	0.07
	Control	1.03	0.915				
PBR	Experimental	1.46	0.637	52	2.201	0.032	0.08
	Control	1.11	0.515				
HD	Experimental	1.78	0.629	52	1.911	0.061	0.06
	Control	1.38	0.897				

Significance level=0.0083

According to the results of the Mann-Whitney U test conducted for the post-test CR scores, there was a significant difference between the groups in terms of CR scores ($U= 164.000$, $z= -4.068$, $p<0.0083$, $r= -0.553$). The calculated Pearson correlation coefficient (r) as a measure of effect size for CR indicates a large effect size (Cohen, 1992). Online collaborative learning explains 30.5% of the total variance in correlational thinking skills (r^2 value). The Mann-Whitney U test results and descriptive statistics are presented in Table 8.

Table 8
Descriptive Statistics and Mann-Whitney U Test Results for Post-test LLTT Subskill CR

Dependent variable	Group	N	Mean Rank	Sum of Ranks	U	Z	p	r
CR	Experimental	26	34.64	970.00	164.000	-4.068	0.000	0.553
	Control	28	19.81	515.00				

Significance level=0.0083

Descriptive statistics for pretest and posttest LLTT total scores are given in Table 9.

Table 9
Descriptive Statistics for Pretest and Posttest LLTT Total Scores

LLTT	Group	N	X	S
Pretest	Experimental	26	6.60	1.98
	Control	28	5.46	0.52
Posttest	Experimental	26	8.21	1.72
	Control	28	5.50	2.40

A notable observation is that while the scientific reasoning skills of students in the control group remained at the "Low Level 1" category as presented in Table 2, the skills of students in the experimental group progressed from "Low Level 1" to "High Level 1" after the instruction.

Findings on Motivation

Out of the pre-test MSLQ scale, IGO, EGO, CLB, and TA exhibited normal distribution, while TV and SELP subskills did not. Accordingly, based on the results of the independent-samples t-tests conducted for the pre-test IGO, EGO, CLB, and TA subskills, there were no significant differences between the groups in terms of IGO ($t(52)=1.588, p>0.0083$), EGO ($t(52)=0.012, p>0.0083$), and TA ($t(52)=-1.825, p>0.0083$) scores. The t-test results and descriptive statistics for these variables are presented in Table 10.

Table 10
Descriptive Statistics and T-Test Results for Pre-test MSLQ Scales of IGO, EGO, CLB and TA

Dependent variable	Group	X	S	df	t	p
IGO	Experimental	22.92	3.98	52	1.588	0.699
	Control	21.11	4.41			
EGO	Experimental	17.82	4.25	52	0.012	0.773
	Control	17.80	4.07			
CLB	Experimental	23.14	3.29	52	1.253	0.630
	Control	22.03	3.16			
TA	Experimental	20.75	6.55	52	-1.825	0.779
	Control	23.84	5.85			

Significance level=0.0083

According to the results of the Mann-Whitney U tests conducted for the pre-test TV and SELP scores, there were no significant differences between the groups in terms of TV ($U= 234.000, z= -2.258, p>0.0083$) and SELP ($U= 339.500, z= -0.425, p>0.0083$) scores. The Mann-Whitney U test results and descriptive statistics for these variables are presented in Table 11.

Table 11
Descriptive Statistics and Mann-Whitney U Test Results for Pre-test MSLQ Scales of TV and SELP

Dependent variable	Group	N	Mean Rank	Sum of Ranks	U	Z	p
TV	Experimental	26	32.14	900.00	234.000	-2.258	0.024
	Control	28	22.50	585.00			
SELP	Experimental	26	28.38	794.50	339.500	-0.425	0.476
	Control	28	26.56	690.50			

Significance level=0.0083

The results of the independent-samples t-tests for the post-test MSLQ scales indicated no significant differences between the groups in terms of IGO ($t(52)=2.346, p>0.0083$), EGO ($t(52)=-0.662, p>0.0083$), and CLB ($t(52)=-0.547, p>0.0083$) scores. However, significant differences were observed in terms of TV ($t(52)=3.918, p<0.0083, \eta^2=0.22$), SELP ($t(52)=5.412, p<0.0083, \eta^2=0.36$), and TA ($t(52)=3.867, p<0.0083, \eta^2=0.26$) scores. The independent-samples t-test results and descriptive statistics for these variables are presented in Table 12.

Table 12
Descriptive Statistics and T-Test Results for Post-test MSLQ Scales

Dependent variable	Group	N	X	S	df	t	p	Partial η^2
IGO	Experimental	28	25.89	2.07	52	2.346	0.023	0.09
	Control	26	24.26	2.96				
EGO	Experimental	28	16.21	2.13	52	-0.662	0.513	0.008
	Control	26	16.84	4.41				
TV	Experimental	28	39.57	2.51	52	3.918	0.000	0.22
	Control	26	36.26	3.61				
CLB	Experimental	28	21.42	2.41	52	-0.547	0.587	0.005
	Control	26	21.80	2.68				
SELP	Experimental	28	49.67	3.42	52	5.412	0.000	0.36
	Control	26	43.69	4.65				
TA	Experimental	28	19.64	3.77	52	3.867	0.000	0.26
	Control	26	24.65	4.78				

Significance level = 0.0083

The partial η^2 values presented in Table 12 indicate that the magnitude of the differences observed between the groups in terms of TV, SELP, and TA is quite large. Online cooperative learning explains 22% of the variance in task value, 36% of the variance in self-efficacy beliefs related to learning and performance, and 26% of the variance in test anxiety for the experimental group.

Discussion and Conclusion

The results of this quasi-experimental study showed that online cooperative learning improved pre-service science teachers' scientific reasoning skills of conservation of mass and volume and correlational thinking skills with high effect sizes compared to online large group discussion. Conservation of mass and volume is a concrete operational skill that can be understood by children in the 7-12 age group. Correlating abstract operations requires both proportional and probabilistic thinking. It is necessary for the analysis of data and scientific experiments in complex tasks (Paredes et al., 2021). Correlational reasoning involves finding the degree of relationship between two or more variables (Ross & Cousins, 1993). In the activities given to the students, there are applications that require students to determine the relationship between variables using Phet simulations. In the experimental group, each student had the opportunity to experience these simulations through cooperative group work. In the control group that used large group discussion, willing students showed the simulations to other students and discussed their findings. After the instruction, the students in the experimental group reached "High Level 1" in scientific reasoning skills (Table 2), indicating that online cooperative learning was effective in helping students to develop the ability to consistently test hypotheses involving observable causal factors. Students in the control group, on the other hand, remained at their starting level of Low Level 1. Previous research on teaching reasoning skills suggests that hypothesis testing skills are best developed when students are given the opportunity to repeatedly test hypotheses in familiar and observable contexts (Westbrook & Rogers, 1994; Lawson et al., 2000). In this study, hypothesis testing activities were applied to both groups, but in the cooperative learning group, students were more actively involved in the process. The opportunity to communicate in small groups allowed students to feel comfortable, asked questions and received feedback. It also allowed each student to be actively involved in the tasks given, which gave the online cooperative learning group

more opportunities to develop scientific reasoning skills. In the lessons where cooperation was used, the pre-service teachers played a more active role in the classroom by developing their questioning skills, which enhanced their scientific reasoning skills. Given the class size in the large group discussion group, it was not possible for all students to speak and fewer students were able to engage with the questions at the desired level. Although students in the experimental group did not physically meet with their peers, they had the opportunity to develop more skills because they had to actively participate in face-to-face discussions by turning on their cameras in the virtual environment. On the other hand, the fact that the scientific reasoning skills of the students in the control group did not change can be attributed to factors such as the fact that the interaction between the students was more limited than in the experimental group and they were not face-to-face. Although the cameras were also switched on in the control group, the participants' face-to-face interactions with their peers were quite limited, as there were no opportunities for discussion in rooms with only four people, as in the experimental group.

On the other hand, students in the cooperative learning group were able to engage in more 'academically productive talk'. Academically productive talk refers to conversations in which students increase their reasoning and interaction based on each other's ideas (Dyke et al., 2013). According to Michaels et al. (2008), for academically productive talk to take place in the classroom, students need to (1) take responsibility for the learning community, listening to others' contributions and developing their own, (2) adhere to accepted standards of reasoning by emphasizing logical connections and drawing logical conclusions, and (3) take responsibility for knowledge and construct arguments based on facts, written texts or other publicly available information. Teacher guidance plays a crucial role in encouraging students to demonstrate their reasoning skills and to use each other's reasoning skills. More importantly, rather than self-centered discussion, teachers hold students accountable for their own knowledge and thinking processes and enable them to hold themselves and each other accountable through academically productive talk. Dyke et al. (2013) stated that the online cooperative learning environment is an effective and appropriate context for providing "academically productive talk" for high school students. This study suggests that it may also be valid at the university level, with findings that online cooperative learning is effective in developing pre-service science teachers' scientific reasoning skills. Throughout the instruction period, the teacher facilitated complex thinking by participating in each group's discussions and collaborating with students to help them generate ideas. While the teacher adopted constructivist pedagogy in both groups by not presenting information directly to students, participating in group discussions in the experimental group allowed the teacher to interact with all students, observe how they were thinking, and encourage a greater number of students to engage in higher-order thinking discussions. Since the groups shared their answers with other groups during whole-class discussions, they were able to identify and articulate topics they did not understand and seek clarification. The positive effects of online cooperative learning on students' scientific reasoning skills can be associated with social integration perspectives that assume that students help each other learn because they care about each other and want each other to succeed. It can be said that group members who exhibit active learning behaviors and therefore support each other's success develop their ability to develop a more complex level of understanding and reasoning by participating in frequent and open discussions, and therefore scientific reasoning develops. When students are allowed to ask questions, evaluate claims, and learn cooperatively within the group, scientific reasoning and deep understanding of concepts are facilitated (Osborne et al., 2016).

The study's findings on scientific reasoning skills are consistent with research in the literature. For example, Othman et al. (2010) showed that online cooperative learning improves the logical thinking skills of computer programming students. Kim (2014) found that cooperative synchronous online discussions enabled fourth-graders to write texts with better arguments, counterarguments, and refutations, and thus learn to reason through interaction with each other. Rashid et al. (2016) found that online cooperative learning improves the reasoning skills of high school students compared to online large-group discussions. Similarly, Alharbi et al. (2022) found that the e-cooperative learning environment improved the critical thinking skills, variable identification and manipulation skills, hypothesis testing skills, and scientific reasoning skills of early childhood education students.

The findings of this study show that online cooperative learning, in which synchronous interaction is prominent, significantly increases the motivation of pre-service science teachers. An increase in task value, self-efficacy for learning and performance, and test anxiety was observed for students in the cooperative learning group, with high effect sizes and compared to the large group discussion group. The increase in task value indicates that students found the implemented activities more interesting, important, and valuable. Within the framework of expectancy-value theory, perceived task value affects students' task preferences, level of task engagement, and the persistence of their learning behaviors. Task value is also seen as a predictor of achievement-related choices (Eccles, 2005). Students with a positive perception of task value may be more persistent and determined when dealing with challenging activities (Neber & Schommer-Aikins, 2002). Students in the online cooperative learning group had the opportunity to take responsibility through team roles, have team spirit, positive interdependence and promotive interaction, and thus may have placed more value on their common task, found this task more important and interesting. Ham and Myers (2019) stated that university students found the learning activities used in the collaborative inquiry environment more valuable. Students stated that they found it easier to understand their friends' explanations than just listening to the professor, and that they appreciated being able to get help from their peers, the teacher, and the assistants. These students made statements expressing the value of "doing" and "hands-on learning". Previous research has shown that cooperative learning develops students' task value in primary, secondary and higher education (Opdecam et al., 2014; Townsend & Hicks, 1997; Şen et al., 2015; Yu et al., 2014).

The further increase in students' perception of self-efficacy in learning and performance shows that students in the cooperative learning environment had high performance expectations and self-efficacy in completing the task. Courtney et al. (1992) emphasized that cooperative learning enhances the self-esteem of low-performing students. The diverse structure of the groups provides support to the students and gives them the perception that they are stronger by combining their skills. In addition, cooperative learning contexts can enable students to develop high expectations for success and self-efficacy, as they gain indirect experience by observing the successes of others who are similar to them and evaluate others by being in a group of peers (Belge Can & Boz, 2016). Courtney et al. (1992) also emphasized that a student's self-efficacy increases with repeated success experiences in specific tasks. In a cooperative learning environment, students focus on mastering a task with the support of their groupmates, and this is strongly associated with self-efficacy. In this study, students in the online cooperative learning class experienced more success with peer support and developed their peers' arguments. Cooperative activities allow students to develop a sense of competence and mastery by overcoming challenges together and achieving common goals. Cooperative learning encourages active participation and the exchange of ideas by fostering interdependence, thus allowing students to see the value and impact of their contributions. This not only increases their confidence in their own abilities, but also strengthens their belief in their ability to succeed (Fernandez-Rio et al., 2017). In addition, social support and positive reinforcement from peers in cooperative learning environments can increase students' belief in their abilities, which can lead to higher self-efficacy for learning and better performance. Cooperative learning promotes self-efficacy by providing opportunities for mastery experiences, social persuasion, and emotional regulation, ultimately empowering students to confidently take on academic challenges. Online cooperation may have prevented some negatively perceived situations. These situations could include: the teacher's inability to communicate effectively with all students, the students' lack of a sense of belonging, not feeling like a part of the lesson, and therefore being portrayed as invisible individuals. Indeed, the post-implementation increase in self-efficacy for learning and performance indicates that students felt their presence were noticed, and that this increased their motivation.

The findings of this study are consistent with research showing that online cooperative learning increases motivation (Sugino, 2021; Tan et al., 2022; Wang et al., 2022; Yoshida et al., 2014; Zheng & Zhou, 2023). The study contributes to the field by showing that online cooperative learning can also develop pre-service science teachers' perceptions of task value and self-efficacy for learning and performance in science education courses. In addition, it confirms that synchronous interaction encourages participation and increases learning motivation in pandemic situations (Lin & Gao, 2020; Sugino, 2021). The pandemic

has limited students' social connections and made it difficult for them to develop personal relationships. Therefore, the presence of interactive elements in online courses is important to reduce student isolation. This study addressed these issues by promoting classroom interaction through online tools and group discussions.

Another finding of the study is that online cooperative learning increases test anxiety. Test anxiety represents students' concerns about succeeding on exams and is a significant predictor of stress (Pintrich, 2004). This finding of the study contradicts some studies in the literature. These studies claim that cooperative learning does not affect or reduces test anxiety (Abodike & Achufusi, 2021; Belge Can, & Boz, 2016; Griffin & Griffin, 1998; Masomi, 2015). Considering that these studies were conducted in physically face-to-face environments, the situation is different in terms of test anxiety in the context of online cooperative learning. In this study, the fact that students were engaged in more challenging team tasks in the online cooperative learning environment implemented after the transition to emergency distance education may have increased their test anxiety. Online cooperative learning is not a widely used method in universities in Turkey, and the participants of this study did not have experience with it. This may also have increased the stress level of students regarding exams.

Despite some participants in this study experiencing certain digital access difficulties (internet interruptions or connection slowdowns), they participated in the course activities and completed all assessments. No student faced such negative digital access conditions that they had to drop the course during this emergency online learning period. Based on the research findings, it is recommended that online cooperative learning be used in the training of pre-service science teachers to increase their cognitive and affective gains and professional competence. To overcome the differences in technology use, participants should be trained on how to use applications such as Microsoft Teams or Zoom for cooperative learning. Considering that different applications may cause different problems, a pilot application can be made and possible problems can be minimized. In future studies, the effects of online cooperative learning on pre-service teachers' academic achievement, life skills, professional self-efficacy, and attitudes can be investigated. Quantitative data supported by qualitative data can increase the validity of the study. In addition, the online cooperative learning experiences of teacher candidates can be examined to determine the challenges and positive experiences they face, which can help in organizing courses with a focus on online cooperative learning.

Limitations

In this study, students were assigned to groups by class, not individually. It was not possible to change the classes of the students as determined during course registration due to inconsistencies in their course schedules. All participants in the research were Turkish students. The limited duration, scope, and sample size of the study may limit the generalizability of the findings. A potential external validity threat is that the study was conducted by the researcher, which could increase the risk of unintentionally privileging participants in the experimental group. However, the teacher made an effort to treat both groups similarly.

Author Contribution Rates

The authors contributed equally to the study.

Ethical Declaration

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

Conflict Statement

The author declares no competing interests.

Türkçe Sürümü

Giriş

Covid-19 salgını nedeniyle, 2019-2020 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde, okullardaki yüz yüze eğitimden çevrim içi eğitime hızlı bir geçiş yaşanmıştır (Bao, 2020). Bu süreç, üniversite derslerinin dijitalleşmesine ve öğrencilerin öğrenme ve yetkinlik geliştirmelerini etkileyen değişikliklere neden olmuştur. Salgın, çevrim içi eğitimi zorunlu hâle getirmiş ve bu durum çevrim içi eğitime nasıl uyum sağlanacağı ve bu sürecin gerektirdiği sorumlulukların nasıl yerine getirileceği konularında endişelere yol açmıştır. Okulların kapatılma olasılığı, eğitimcilerin süreci sürdürme stratejilerini araştırmalarına neden olmuş, bu bağlamda çevrim içi öğrenme en sık başvurulan yöntem olmuştur. Ancak, bu geçiş beraberinde birçok zorluğu getirmiş ve öğrencilerin beceriler konusundaki endişelerini artırmıştır. Bu süreçte eğitim kurumları, çevrim içi öğrenmeye yatırım yaparak hem etkinliklerini sürdürmeye hem de öğrencilere yönelik güveni kazanmaya çalışmıştır (Hassan, 2021).

Çevrim içi öğrenme, internet teknolojileriyle iş birliği içerisinde gerçekleştirilen bir e-öğrenme yaklaşımıdır. Bu yaklaşım, multimedya tabanlı eğitim, etkileşimli öğrenme, rehberlik ve dijital sınavlar gibi etkinlikleri içerir (Palloff & Pratt, 2001). Ayrıca, çevrim içi eğitimde video gösterileri, metin sunumları ve sanal toplantılar gibi dijital araçlar kullanılır (Griffiths, 2016). Öğrenciler, kendi bireysel sorumluluklarını alırken öğretmenleriyle ve akranlarıyla iletişim içinde olmalıdır. Çevrim içi ortamda iş birlikli öğrenme, dersin kalitesini artırmak için kullanılan etkili bir yöntemdir (Møgelvang vd., 2023). İş birlikli öğrenmede öğrenciler küçük gruplarda hem kendi hem de arkadaşlarının öğrenmelerini sağlamak için birlikte çalışmaktadırlar (Johnson & Johnson, 1994).

Yüz yüze etkileşimin getirdiği sosyal, duyuşsal ve bilişsel faydalar, artık çevrim içi araçlarla da mümkün hâle gelmiştir. Çevrim içi iş birliği, öğrencilerin grup etkileşimlerini ve olayları çok yönlü ele almasını sağlar, böylece verilen destek ve geri bildirim motivasyonu artırır ve problem çözme yeteneklerini geliştirir (Zumbach vd., 2004). Bu, öğrencilerin muhakeme becerilerinin de gelişmesine katkıda bulunabilir. Günümüz öğrencileri, çocukluklarından itibaren cep telefonu, bilgisayar, televizyon ve tablet kullanabilen ve yeni teknolojilere oldukça bağımlı “dijital yerliler”dir. Bilgi teknolojilerinin entegre edildiği öğretim, öğretme ve öğrenmenin artık dikte ve kâğıt-kalemle ibaret olmadığı, iş birlikli öğrenmenin hâkim olduğu bir sınıf iklimini ifade etmektedir. İş birlikli öğrenme bilgi teknolojisi sayesinde daha sorunsuz gerçekleşebilir ve bu teknoloji aracılığıyla iletişim ve etkileşim köprüsü kurulabilir; böylece öğrencilerin motivasyon ve problem çözme becerileri geliştirilerek öğrenme memnuniyetleri arttırılabilir (Wang & Wu, 2022). İş birlikli etkileşim, kaynak paylaşımı ve üst düzey düşünme etkinlikleri sayesinde çevrim içi iş birlikli öğrenme ortamları, öğrencilerin gerçek dünya koşulları için gerekli yetkinlikleri geliştirmelerini sağlar (Oliveria vd., 2011). Ayrıca uzaktan öğretimde öğrencilerin izolasyonunun ve kimliklerini gizlemesinin (anonimity) azaltılmasında iş birlikli öğrenmenin kullanılması tavsiye edilmektedir (Hall, 1997). Bilgisayar destekli iş birlikli öğrenmeyle ilgili araştırmalar, bu yaklaşımın yüz yüze iş birlikli öğrenme kadar (Johnstone, 1996) veya daha etkili (Uribe vd., 2003) olabileceğini göstermiştir. Önceki araştırmalar, fiziksel sınıflarda yapılan iş birlikli öğrenmenin öğretmen adaylarının bilişsel, sosyal, motivasyonel ve mesleki gelişimlerine olumlu etkiler sağladığını göstermektedir (Cañabate vd., 2019; Okumuş, 2020; Stevahn & McGuire, 2017; Yıldız vd., 2020). Bu bulguların çevrim içi ortamlarda da geçerli olabileceği düşünülmektedir (Davidson, 2021). Bu argümanı test etmek amacıyla bu çalışmada, fen bilimleri öğretmen adaylarıyla fen öğretimi dersi bağlamında çevrim içi iş birlikli öğrenmenin kullanıldığı bir müdahale çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmayla Microsoft Teams programı üzerinden çevrim içi iş birlikli öğrenmenin fen öğretmen adaylarının bilimsel muhakeme becerileri ve motivasyonlarının nasıl etkilendiği araştırılmıştır.

Çevrim içi iş birlikli Öğrenme

“Üyelerinin iş birliği olmadan toplum hayatta kalmaz ve insan toplumu hayatta kalmıştır çünkü üyelerinin iş birliği hayatta kalmayı mümkün kılmıştır... İnsan toplumlarında hayatta kalma olasılığı en yüksek olan bireyler, grupları tarafından bunu yapmaları en iyi şekilde sağlananlardır.”
(Montagu, 1965, aktaran Johnson & Johnson, 1994, s.31)

İş birlikli öğrenme, öğrencilerin küçük gruplar hâlinde birlikte çalışarak birbirlerinin öğrenmelerini desteklediği bir öğrenme modelidir. Bu modelde etkileşim, olumlu bağımlılık ve bireysel hesap verebilirlik prensipleri üzerine inşa edilir (Johnson & Johnson, 1999). Bu çalışmada uygulanan öğretme ve öğrenme etkinliklerinin tasarımı, bilgisayar destekli iş birlikli öğrenme (BDİÖ) çerçevesinin (Jeong & Hmelo-Silver, 2016) dâhil edildiği çevrim içi iş birlikli öğrenmeye dayanmaktadır. Bu öğrenme ortamında iş birlikli öğrenme, çevrim içi bir öğrenme yönetim sistemi olan Microsoft Teams programı aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. COVID-19 salgını öncesinde, BDİÖ genellikle yüz yüze ve çevrim içi öğrenme modlarının bir kombinasyonu olarak benimsenmiştir (Asino & Pulay, 2019). Jeong ve Hmelo-Silver (2016) teknolojinin BDİÖ'yü desteklemek için sunduğu yedi temel avantajı şöyle sıralamışlardır: ortak bir hedef doğrultusunda iş birliği, iletişim kurma, kaynakları paylaşma, üretken süreçlere dahil olma, birlikte inşa etme, öğrenme sürecini izleme ve düzenleme, grup ve topluluk oluşturma. Dolayısıyla, acil çevrim içi öğrenme durumlarında, teknoloji, çevrim içi iş birlikli öğrenme yaklaşımı için bu avantajlardan yararlanmak üzere kullanılabilir (Tan vd., 2022)

Çevrim içi iş birlikli öğrenme, bilgi iletişim teknolojilerini kullanarak ekipler hâlinde birlikte öğrenmeyi ifade eder (Ng, 2012). Üniversiteler, coğrafi olarak uzak öğrenci gruplarına esnek eğitim imkânı sunmak için çevrim içi iş birlikli öğrenmeyi tercih etmektedir. Sınıf büyüklüğü ve düzeni sorun teşkil ederken, çevrim içi ortamlarda sınıf önemsiz hâle gelir; ancak tartışma gruplarında daha sıkı bir kontrol gereklidir (McInerney & Roberts, 2009). Çevrim içi iş birliği, farklı coğrafyalardan, kültürlerden ve disiplinlerden öğrencilerin birlikte çalışmasını sağlayarak erişilebilirlik sorunu yaşayan öğrencilere katılım imkânı sunar.

Bu araştırmada çevrim içi iş birlikli öğrenme, eş zamanlı etkileşimlerle uygulanmıştır. Eş zamanlı çevrim içi iletişimde, farklı görüşlerin paylaşılması öğrencilere kendi düşüncelerini geliştirme ve muhakeme becerilerini artırma fırsatı sunar. Eş zamanlı çevrim içi öğrenme ortamlarında iş birlikli öğrenme, tartışmanın kalitesini yükselterek argümantasyon ve eleştirel düşünmeyi teşvik edebilir, bu da muhakeme becerilerini geliştirebilir (Abdullah & Shariff, 2008). Bilimsel muhakeme becerileri, tahmin etme, gözlemlenme, ölçme ve çıkarım yapma gibi temel becerilerin ve grafik oluşturma, hipotez oluşturma, verileri yorumlama ve modelleri formüle etme gibi bütünleşik becerilerin kullanılmasını gerektirir (Padilla vd., 1984). Piaget'nin bilişsel gelişim evresindeki soyut işlem döneminde belirlenen becerilerle ilişkilendirilen bu beceriler Lawson (1978)'a göre kombinasyonel muhakeme (değişkenlerin izolasyonu ve kontrolünde ve olası nedensel faktörlerin ölçülmesinde kullanılır), korrelasyonel muhakeme (doğrulamayı ve doğrulamayı olmayan durumların ölçülmesinde kullanılır), olasılıksal muhakeme (olguların olasılıksal doğasının tanınmasında kullanılır) ve orantısal muhakeme (değişkenler arasında nihai fonksiyonel ilişkilerin kurulmasında kullanılır) becerilerini içerir.

Araştırmalar, iş birlikli öğrenmenin, rekabetçi veya bireysel öğrenmeye göre muhakeme stratejileri ve eleştirel düşünmeyi daha etkili bir şekilde teşvik ettiğini göstermiştir (Abdullah & Shariff, 2008; Hayati vd., 2023). Ayrıca, yüksek yetenekli öğrenciler orta ve düşük yetenekli akranlarıyla iş birliği yapmaları sayesinde, rekabetçi veya bireysel çalışmaya kıyasla daha yüksek düzeyde bilimsel muhakeme stratejileri geliştirmektedir (Johnson & Johnson, 1994). İş birliğine dayalı ortamlarda öğrencilerin, bilimsel muhakemeyi gerektiren tartışmalarda farklı bakış açılarını keşfetmelerine ve dikkatli bir değerlendirme yapmalarına teşvik edildiği görülmüştür (Jadallah vd., 2011). Eş zamanlı çevrim içi iletişimde, tartışanlar farklı görüşlere maruz kalabilir, bu da öğrencilerin kendi bakış açılarını geliştirmelerini ve muhakeme yeteneklerini desteklemelerini sağlar. Doğrudan geri bildirim, muhakeme ve eleştirel düşünceyi hızla geliştirmek için önemlidir; çünkü sorular veya zorluklar anında ele alınabilir ve yanlış anlamalar açıklığa kavuşturulabilir (Murphy & Collins, 1998). Hsu (2004), web tabanlı bir derste çevrim içi iş birlikli öğrenmenin lise öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerini artırdığını, özellikle zayıf öğrenenlerin

motivasyon ve katılımını güçlendirdiğini bulmuştur. Benzer şekilde sayıları az olmakla birlikte çevrim içi iş birlikli öğrenmenin muhakeme, eleştirel düşünme ve problem çözme becerileri gibi üst düzey düşünme becerilerini geliştirdiğini gösteren araştırmalar bulunmaktadır (Alharbi vd., 2022; Kim, 2014; Othman vd., 2020; Wang & Wu, 2022).

Bazı araştırmacılar, acil uzaktan eğitim ile öğrencilerin öz-yeterlik ve motivasyonlarının etkilendiğini bildirmiştir (Kosycheva & Tikhonova, 2021). Motivasyonun, davranışı ve başarıyı etkileyen önemli bir faktör olduğu bilinmektedir (Pintrich & De Groot, 1990). Walter ve Hart (2009), motivasyonu genel olarak bir bireyin belirli şekillerde hareket etme arzusu, gücü ve eğilimi olarak tanımlamaktadır. Slavin (1987), iş birlikli grup çalışmalarının başarısını etkileyen faktörlerden birinin, öğrenmeye yönelik akran desteğinin motivasyon üzerindeki olumlu etkisi olduğunu öne sürmüştür. İş birlikli hedef yapıları, bireylerin kişisel hedeflerine ulaşabilmelerinin, grup başarısıyla doğrudan ilişkilendirildiği bir durum oluşturur. Bu bağlamda grup üyeleri, kendi kişisel hedeflerine ulaşmak için grup arkadaşlarına destek olmalı ve aynı zamanda grup arkadaşlarını maksimum çaba göstermeye teşvik etmelidir. İş birlikli öğrenme ortamları öğrencilerin yardım, teşvik ve ilgi gibi sosyal desteklere daha istekli olduğu olumlu bir duygusal ortam oluşturarak içsel motivasyonlarını artırır. Bu faktörler birbirini etkiler ve öğrencilerin öğrenmesini teşvik eder (Kagan & Kagan, 2009).

Bilgisayarlar aracılığıyla yapılan iş birlikli çalışmalar, öğrencilerin görevleriyle meşgul olmalarını ve konu içeriğiyle etkileşime girmelerini teşvik eder (Sims, 2003). Yoshida ve diğerleri (2014) çevrim içi iş birlikli öğrenmenin öğrencilerin içsel motivasyonlarını arttırdığını tespit etmiş ve çevrim içi bu süreçte eş zamanlı (senkron) iletişim araçlarının kullanılmasını tavsiye etmiştir. Tan ve diğerleri (2022) acil uzaktan eğitime geçiş sürecinin öğrencilerin motivasyonunda düşümlere sebep olmasına karşın çevrim içi iş birlikli öğrenmenin özellikle dijital açıdan dezavantajlı (internet bağlantısıyla ilgili sorunlar yaşayan) öğrencilerin öğrenme motivasyonlarını arttırdığını belirtmektedir. Ghasem ve Ghannam (2021), çevrim içi öğrenme oturumlarında öğrenci-öğretmen etkileşiminin sınırlı olması nedeniyle öğrencilerin konsantre olmakta zorlandığını belirtmiştir. Bu bağlamda, öğrencilerin dikkatini, ilgisini ve güvenini artırabilen bir çevrim içi öğrenme ortamı tasarlanmanın, öğrencilerin öğrenme sürecine yönelik memnuniyetini ve dolayısıyla konuyu öğrenme motivasyonlarını artırabileceği düşünülmektedir.

Fen öğretmen adaylarının eğitiminde özellikle öğretim yöntemlerine ilişkin dersler, öğretmenlerin profesyonel gelişimi açısından kritik bir öneme sahiptir. Pandemi riskinin sürmesi ve Covid-19 sonrasında uzaktan eğitimin yükseköğretime tamamen yayılması göz önüne alındığında, çevrim içi ortamların öğretmen adaylarının mesleki yetkinliklerine etkilerinin araştırılması önemlidir. Çevrim içi iş birlikli öğrenmenin bilişsel ve duyuşsal etkileriyle ilgili yapılan çok sayıda çalışma göz önüne alındığında, fen bilimleri öğretmen adaylarının eğitiminde kullanılması, öğretmen kalitesine olumlu bir katkı sağlayabilir (Belmonte vd., 2022; Sugino, 2021; Swain vd., 2022). Çevrim içi ortamların kullanımı, fen öğretmen adaylarının dijital becerilerini geliştirmelerine ve modern öğretim teknolojilerini etkili bir şekilde kullanabilmelerine yardımcı olabilir. Bu nedenle, çevrim içi iş birlikli öğrenme, fen öğretmen adaylarının profesyonel gelişimini destekleyerek, öğretme becerilerini güçlendirebilir ve mesleki yetkinliklerini artırabilir. Türkiye'de çevrim içi iş birlikli öğrenmenin bilişsel ve duyuşsal etkileri üzerine yapılan çalışmalar sınırlıdır (Atıcı ve Gürol, 2002; Erten vd., 2019; Özkara, 2017), bu nedenle bu alandaki her araştırmanın literatüre önemli katkılar yapması beklenmektedir. Öğretmen adaylarının uzaktan öğretim bağlamında eğitim kalitelerinin artırılmasına katkı sağlayacağı düşünülen bu çalışmanın amacı çevrim içi iş birlikli öğrenmenin fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimsel muhakeme becerileri ve motivasyonlarına etkisini incelemektir. Bu doğrultuda araştırmaya yön veren sorular şunlardır:

1. Çevrim içi iş birlikli öğrenmenin fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimsel muhakeme becerilerine etkisi nedir?
2. Çevrim içi iş birlikli öğrenmenin fen bilimleri öğretmen adaylarının motivasyonlarına etkisi nedir?

Yöntem

Araştırma Modeli

Çalışmada yarı deneysel desen türlerinden eşitlenmemiş kontrol gruplu deneysel desen kullanılmıştır. Yarı deneysel araştırmalar deney ortamının kontrol edilemediği veya grupların seçkisiz bir şekilde oluşturulmadığı durumlarda kullanılır (Gürbüz ve Şahin, 2014). Çalışmada yer alan öğretmen adaylarının sınıfları daha önceden belirlendiği için seçkisiz atama yöntemi kullanılamamış ancak deney ve kontrol grupları seçkisiz olarak atanmıştır. Bu çalışmadaki bağımsız değişken öğretim yöntemi, bağımlı değişkenler ise bilimsel muhakeme becerileri ve motivasyondur. Uygulama öncesi deney ve kontrol gruplarına Lawson Mantıksal Düşünme Testi (LMDT) ve Öğrenmede Güdüsel Stratejiler Ölçeği (ÖGSÖ) ön test olarak çevrim içi ortamda uygulanmıştır. Her iki grupta da dersler çevrim içi ortamda senkron olarak işlenmiştir. Deney grubunda iş birlikli öğrenme kullanılırken kontrol grubunda tüm sınıf tartışması kullanılmıştır. Uygulama sonrasında, her iki gruba da aynı testler çevrim içi ortamda son test olarak uygulanmıştır.

Çalışma Grubu

Araştırmanın katılımcılarını Türkiye'nin güneyindeki bir üniversitenin fen bilgisi öğretmenliği lisans programında öğrenim gören ve Fen Öğretimi 2 dersini alan, üçüncü sınıf fen öğretmen adayları oluşturmaktadır. Çalışmaya deney grubunda 28 (18 kadın ve 10 erkek) ve kontrol grubunda 26 (22 kadın ve 4 erkek) kişi olmak üzere toplamda 54 kişi katılmıştır. Araştırmada seçkisiz olmayan örnekleme yöntemlerinden uygun örnekleme kullanılmıştır. Bu örnekleme yönteminin seçilme nedeni zaman ve var olan sınırlılıklar nedeni ile örnekleme daha kolay ulaşılabilmesi ve öğretmen adaylarının istekli olmasıdır. Çalışmanın etik kurul izni Çukurova Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Alanında Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu tarafından 11.03.2021 tarih ve 1 nolu kararı ile alınmıştır. Çalışmanın başlangıcında, katılımcıların tamamı uygulama süreci hakkında bilgilendirilmiş ve bilgilendirilmiş onam formu doldurmuşlardır.

Kullanılan Veri Toplama Araçları

Araştırmada katılımcıların bilimsel muhakeme becerilerini ölçmek amacıyla Lawson (1978) tarafından geliştirilip 2000 yılında iki yeni soru eklenerek güncelleştirilen (Lawson vd., 2000) ve Türkçeye Yüzüak (2012) tarafından uyarlanan Lawson Mantıksal Düşünme Testi (LMDT) kullanılmıştır. Ölçeğin orijinalinin adı Classroom Test of Scientific Reasoning (CTSR)'dir. Lawson (2002) tarafından güncelleştirilen sürüm, 12 çiftten oluşan 24 soru içeren iki aşamalı bir tasarım kullanılmaktadır. Test toplam altı beceri boyutu içermektedir: kütlenin ve hacmin korunumu, orantısal akıl yürütme, değişkenlerin kontrolü, olasılıklı akıl yürütme, korrelasyonel akıl yürütme ve hipotetik düşünme. Testteki soruların mantıksal düşünme becerilerine göre dağılımı Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1

LMDT'nin Mantıksal Düşünme Becerileri ve Soru Dağılımı

Mantıksal düşünme becerileri	Soru
Kütlenin ve hacmin korunumu (KHK)	1a, 1b, 2a, 2b
Orantısal düşünme (ORD)	3a, 3b, 4a, 4b
Değişkenlerin kontrolü (DK)	5a, 5b, 6a, 6b, 7a, 7b
Olasılıklı düşünme (OLD)	8a, 8b, 9a, 9b
Korrelasyonel düşünme (KD)	10a, 10b
Hipotetik düşünme (HD)	11a, 11b, 12a, 12b

(Yüzüak, 2012, s. 38)

CTSR'nin ilk 11 soru çifti, bir çiftteki ilk sorunun verilen bir görevin sonuçlarını sorduğu ve ikinci sorunun ilk sorunun cevabının arkasındaki gerekçeyi sorduğu geleneksel iki aşamalı formattadır. İki aşamalı bir araç olarak, LCTSR'nin birinci aşamada öğrencilerin bildiklerini, ikinci aşamada ise muhakeme süreçlerini ölçtüğü belirtilmektedir (Bao vd., 2018). Varsayımsal-tümdengelsel akıl yürütme üzerine olan son iki çift (11a-11b ve 12a-12b) ise içeriksel olarak diğerlerinden farklı biçimdedir. 12. soru çifti (12a ve 12b)

öğrencilerin gözlemlenemeyen varlıkları içeren hipotezleri reddetmek için hipotetik-tümdengimsel akıl yürütmeyi kullanmalarını gerektirir. Testin puanlama sistemi Tablo 2’de sunulmuştur (Lawson vd., 2000).

Tablo 2

LMDT Puanlama Sistemi

Puan	Seviye	Sonuç
0-3 puan	Seviye 0	Öğrenciler gözlemlenebilir nedensel etkenleri içeren hipotezleri test edemezler.
4-6 puan	Düşük Seviye 1	Öğrenciler gözlemlenebilir nedensel etkenleri içeren hipotezleri tutarsız bir şekilde test edebilmektedir.
7- 10 puan	Yüksek Seviye 1	Öğrenciler gözlemlenebilir nedensel etkenleri içeren hipotezleri tutarlı bir şekilde test edebilirler.
11-13 puan	Seviye 2	Öğrenciler gözlemlenemeyen varlıkları içeren hipotezleri test edebilirler.

(Yüzüak, 2012, s. 39)

LCTSR’de bulunan 24 çoktan seçmeli sorudan ilk 22 soruya verilen cevaplar çiftler hâlinde puanlandırılmaktadır (örneğin 1. ve 2. sorular tek bir madde olarak sayılır ve her ikisine doğru cevap verilmesi durumunda bir puan alınır). Ayrıca 23. ve 24. sorular (12a ve 12b) birbirinden bağımsız olduğu için her biri bir madde olarak sayılmaktadır ve ayrı ayrı puanlandırılır. Dolayısıyla LCTSR 13 maddeden oluşmaktadır (maksimum puan 13’tür). LCTSR’nin ilk geliştirilen formu (Lawson, 1978), güncellenmiş formu (Lawson, 2000) ve Türkçeye uyarlanmış formu LMDT (Yüzüak, 2012) için Cronbach Alpha güvenilirlik katsayıları sırasıyla 0.78; 0.65 ve 0.72’dir. Ayrıca Bao ve diğerleri (2018) LCTSR’nin güncellenmiş formu için geçerlik ve güvenilirlik çalışması yaptığı araştırmalarında çift puanlama yönteminde (her iki aşamanın doğru olması durumunda 1 puan verilmesi) tekli puanlama yöntemine göre (her aşamanın doğruluğuna göre puan verilmesi) soru sayısının az olması nedeniyle güvenilirliğin daha düşük olduğunu belirtmiştir. Test uzunluğundaki farkı telafi etmek için, çift puanlama yönteminin güvenilirliği Spearman-Brown kestirim formülüyle ayarlanmıştır; bu formül 24 maddelik eşdeğer α değerini 0.86 olarak vermektedir ve bu değer bireysel puanlama yöntemininkiyle ($\alpha=0.85$) neredeyse aynıdır.

Öğrencilerin motivasyonlarını belirlemek amacıyla Pintrich ve diğerleri (1991) tarafından Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ) adıyla geliştirilen ve Sungur (2004) tarafından Türkçeye uyarlanan *Öğrenmede Gündüsel Stratejiler Ölçeği (ÖGSÖ)* kullanılmıştır. Ölçek “Motivasyon” ve “Öğrenme Stratejileri” olmak üzere iki boyuttan oluşmaktadır. ÖGSÖ’nün ilk boyutu olan motivasyon ölçeğinde, öğrencilerin bir dersin amaçlarını, değer inançlarını ve bir dersi başarabileceği yönündeki beklentilerini belirlenmesi amaçlanmış olup 31 maddeden oluşmaktadır. İkinci boyutu olan öğrenme stratejileri ölçeğinde ise bilişsel stratejiler, metabilşsel stratejiler ve kaynak yönetimine ilişkin 19 soru bulunmaktadır. Ölçekteki maddeler 7’li Likert tipinde hazırlanmıştır. Ölçekte ters kodlanan negatif maddeler bulunmaktadır. Ters kodlanan bir maddeyi 1 olarak işaretleyen kişinin puanı 7 olarak yeniden kodlanmaktadır. Pintrich vd. (1991) ters kodlanan maddeye verilecek puanın, orijinal skorun 8’den çıkarılmasıyla hesaplanmasını önermektedir. Öğrenme stratejileri ve motivasyon boyutları ayrı ayrı değerlendirilmektedir. Tablo 3’te ölçeğin bileşenleri ve alt boyutları gösterilmiştir (Pintrich vd., 1991).

Tablo 3

ÖGSÖ Motivasyon Ölçeğinin Bileşenlerine Göre Alt Boyutları

Bileşen	Alt Boyut
Değer	İçsel hedef düzenleme (İHD) Dışsal hedef düzenleme (DHD) Görev değeri (GD)
Beklenti	Öğrenme ve performansla ilgili özyeterlik algısı (ÖPÖA) Öğrenmeye ilişkin kontrol inancı (ÖİKİ)
Duyuşsal	Sınav kaygısı (SK)

Motivasyon ölçeği; değer, beklenti ve duyuşsal olmak üzere üç ana bileşen ve içsel hedef düzenleme, dışsal hedef düzenleme, görev değeri, öğrenme ve performansla ilgili özyeterlik algısı, öğrenmeye ilişkin kontrol inancı ve sınav kaygısı olmak üzere toplam altı alt boyut oluşan 31 madde içermektedir.

Bu çalışmada ÖGSÖ'nün yalnızca Motivasyon Ölçeği kullanılmıştır. Motivasyon Ölçeği'nin orijinal formu için uyum indeksleri $X^2 / df = 3.49$; GFI = 0.77 ve RMR = 0.07 olarak verilmiştir. Pintrich ve diğerleri (1991) motivasyonla ilgili tutumların öğretmenin isteklerine, bireysel öğrenci niteliklerine ve dersin özelliklerine göre değişiklik gösterebilmesinden kaynaklı olarak uyum endekslerinin kabul edilebilecek sınırlar dışında olmasının makul olduğunu ifade etmişlerdir. Türkçeye Sungur (2004) tarafından uyarlanan ölçeğin uyum endeksleri $X^2 / df = 5.3$, GFI = 0.77 ve RMR = 0.11 olarak verilmiştir. Güvenirlik (Cronbach Alpha) katsayıları orijinal ölçek (Pintrich vd., 1991) ve uyarlama çalışması yapılan ölçek (Sungur, 2004) için hesaplanan değerlerle Tablo 4'te sunulmaktadır.

Tablo 4
ÖGSÖ Motivasyon Alt Boyutuna İlişkin Cronbach Alfa Katsayıları

Faktör	Orijinal ölçek	Uyarlanan ölçek
İçsel hedef düzenleme (İHD)	0.74	0.73
Dışsal hedef düzenleme (DHD)	0.62	0.54
Görev değeri (GD)	0.90	0.87
Öğrenme ve performansla ilgili öz-yeterlik algısı (ÖPÖA)	0.93	0.89
Öğrenmeye ilişkin kontrol inancı (ÖİKİ)	0.68	0.62
Sınav kaygısı (SK)	0.80	0.62

Süreç

Bu çalışma COVID 19 pandemisinin olağandışı koşullarında "Fen Öğretimi 2" dersini alan üçüncü sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarıyla birlikte yürütülmüştür. Bu ders, fen öğretiminde yaygın olarak kullanılan güncel yaklaşımları, stratejileri ve yöntemleri kapsar. Öğretmen adaylarına öncelikle çevrim içi ortamda bu yaklaşımlar hakkında teorik bilgi verilmiştir. Ders kapsamında bilimsel süreç ve düşünme becerileri, mühendislik ve tasarım yöntemi, probleme dayalı öğretim yöntemi, sorgulamaya dayalı öğretim stratejisi, öğrenme döngüsü (5E ve 7E) modelleri, kavram karikatürleri, argümantasyon, örnek olaya dayalı öğretim yöntemi, tahmin et-gözle-açıkla stratejisi, proje tabanlı öğretim yöntemi ve fen öğretiminde bağlam temelli öğrenme yöntemi gibi konular işlenmiştir. Ardından bu öğretim strateji ve yöntemlerinin kullanılmasına yönelik hazırlanmış olan etkinlikler yedi hafta boyunca uygulanmıştır. Bu etkinliklerde tahmin et-gözle-açıkla stratejisi, sorgulamaya dayalı öğretim stratejisi, kavram karikatürleri, argümantasyon ve Phet simülasyonları kullanılmıştır. Her iki grupta da dersler, Microsoft Teams uygulaması üzerinden çevrim içi olarak gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar Microsoft Teams'i ilk defa kullandıkları için uygulama hakkında bilgilendirilmiş olup bir sorunla karşılaştıklarında öğretim elemanı ile kolaylıkla iletişime geçebilmişlerdir. Deney grubunda bir küçük grup tartışması yöntemi olan iş birliği öğrenme, kontrol grubunda ise büyük grup tartışması uygulanmıştır. Dersler her iki grupta da birinci yazarın asistanlığında ikinci yazar tarafından yürütülmüştür.

Kontrol grubunda, yüz yüze eğitimde kullanılmakta olan öğretim yöntemine uygun olacak şekilde, yapılandırmacı yaklaşımı temel alarak öğrencilerin kendi bilgilerini yapılandırabildikleri ve dolayısıyla aktif katılımı teşvik ettiği için büyük grup tartışması seçilmiştir. Diyalogik bir öğretim şekli olarak biçimlendirilen büyük sınıf tartışmasında öğrencilerin öğretmenle ve birbirleriyle tüm sınıf önünde alternatif fikirleri tartışmaları teşvik edilmiştir (Lehesvouri vd., 2019). Etkinlikler uygulamadan üç gün önce öğretmen adaylarıyla Microsoft Teams üzerinden paylaşılmıştır. Dersin başında öğretmen adaylarına etkinlikler ve öğrencilerden beklenenler hakkında bilgi verilmiştir. Öğretim elemanı, derste o haftanın etkinliğini ekran paylaşımı yaparak sınıfla paylaşmış ve öğrencilerden etkinliği kendi ekranlarından da açmalarını istemiştir. Etkinlikteki sorular önce tüm sınıfa yöneltilmiş, düşünceleri için zaman verilmiş ve ardından öğretmen adaylarına bireysel olarak söz hakkı verilerek görüşlerini paylaşmaları istenmiştir. Süreçte öğrencilerin

birbirlerinin argümanlarına katılıp katılmadıklarını gerekçelendirerek açıklamaları istenerek mümkün olduğunca farklı görüşe yer verilmiştir. Tüm öğrencilerden kameralarını açmaları istenmiştir. Tüm sınıf önünde, söz hakkı alarak öğrencilerin ikili (ya da bazen üçlü) tartışması teşvik edilmiştir. Etkinliklerdeki sorulara ek olarak, öğrencilerin cevaplarından yola çıkarak öğretim elemanı da tartışmayı tetikleyici sorular sormuştur. Bu durum dersin genelinde her hafta uygulanmıştır. Ayrıca Phet simülasyonlarının kullanıldığı etkinliklerde öğretmen tarafından öğrencilere ekran paylaşımı izni verilmiş olup uygulamayı denemeleri ve argümanlarını simülasyondan sağladıkları veri ile desteklemeleri istenmiştir. Tartışmalar, bilgiyi yapılandıran ve fikirleri eleştirel bir gözle inceleyen yapılandırmacı sınıf tartışması biçiminde yürütülmüştür. Kontrol grubunda deney grubuyla aynı etkinliklerin, yapılandırmacı ve diyalogik bir tartışma olarak düzenlenmiş olan büyük grup tartışması ile, aynı uzaktan eğitim programı üzerinden ve kameralar açık şekilde yürütülmesi yoluyla dersin öğrenme kazanımları açısından deney grubuyla benzer çıktılara ulaşmaları sağlanmaya çalışılmıştır. Ancak bu öğretim ortamında öğrenciler arasında iş birliğine yer verilmemiştir.

Deney grubunda, kontrol grubunda kullanılan etkinlikler iş birlikli öğrenme ile uygulanmıştır. Her hafta, uygulanacak olan etkinlik öğretmen adaylarına Microsoft Teams üzerinden üç gün önce gönderilmiştir. Daha sonra öğrencilerin ön test LMDT puanları ve cinsiyetleri göz önüne alınarak karma gruplar oluşturulmuş, her grupta her seviyeden öğrencinin bulunması için LMDT puanlarına dikkat edilmiştir. Öğretmen adayları her grupta dört kişi olacak şekilde yedi gruba ayrılmıştır. Gruplardaki öğrencilere ilk hafta olumlu bağımlılık ve bireysel sorumluluk unsurlarını sağlamak üzere öğretim elemanı tarafından roller verilmiştir. Roller, lider, yazıcı, sözcü ve denetçiden oluşmaktadır (Farrel vd., 1999). İlk uygulama gününde rollerin sorumlulukları anlatılmıştır. Her hafta grup içi rollerin dağılımı değişmiş ve ikinci haftadan itibaren rol dağılımına öğrenciler karar vermiştir. İlk derste öğrencilere Microsoft Teams üzerinde grup çalışması yapma ve iletişim kurma yöntemleri anlatılmıştır. Ayrıca etkinliğin nasıl gerçekleştirileceği ve grup içinde dikkat edilmesi gereken noktalar hakkında bilgi verilmiştir. Öğrenciler belirlenen gruplara sistem üzerinden atanmış olup takım çalışması sırasında buldukları sanal odada yalnızca takım arkadaşları ile konuşabilmişlerdir. Araştırmacılar aynı anda farklı gruplara dahil olarak grupların sorunsuz bir şekilde oluştuğu kontrol etmişlerdir. Daha sonra öğrencilerden önceden verilen etkinlik üzerinde çalışmalarını istenmiş olup, öğretim elemanı birinci yazarın asistanlığıyla sürekli olarak farklı gruplara katılarak etkinlik boyunca gruplara rehberlik yapmıştır. Takım çalışması sonunda gruplar bütün sınıfın var olduğu ana ekrana alınarak öğrencilerin cevaplarını kendi ekranlarında ya da öğretim elemanının ekranı üzerinde göstermeleri sağlanarak büyük sınıf tartışması yapılmıştır. Bu tartışmaların sonunda öğrencilerin beklenen cevaplara ulaşmaları sağlanmıştır. Her etkinliğin sonunda yapılan büyük sınıf tartışmasından sonra, öğrenciler tekrar gruplarıyla çalıştıkları odalarına dönerek takım çalışmalarını değerlendirmek üzere grup öz-değerlendirme formu üzerinde tartışmışlar yapmışlardır. Öz-değerlendirme tartışması sonunda yeniden ana ekrana dönerek öz-değerlendirmelerini diğer gruplarla paylaşmışlardır. Bu süreç, yedi hafta boyunca aynı şekilde devam etmiştir.

Verilerin Analizi

Veriler SPSS-20 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Grupları öntest LMDT puanları açısından kıyaslamak amacıyla, ORD, DK, OLD ve HD için bağımsız gruplar t-testi, normallik sağlanmadığından KD ve KHK içinse Mann Whitney U yapılmıştır. Sontest LMDT alt becerileri açısından anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek amacıyla KHK, DRD, DK, OLD, ve HD için bağımsız gruplar t-testi, normallik sağlanmadığından KD içinse Mann Whitney U yapılmıştır. Çok sayıda test yapıldığından, öntest ve sontest LMDT verileri için Tip 1 hatayı önlemek adına Bonferroni düzeltmesi yapılmış ve alfa değeri (0.05) bağımlı değişken sayısı olan 6'ya bölünerek $p \leq 0.0083$ olarak belirlenmiştir (Pallant, 2007). MANOVA bu hatayı kontrol etmede iyi bir yöntem olsa da sayıltıları sağlanmadığı için kullanılamamıştır.

Grupları öntest ÖGSÖ puanları açısından kıyaslamak amacıyla, İHD, DHD, ÖİKİ, ÖPÖA ve SK için bağımsız gruplar t-testi, normallik sağlanmadığından GD içinse Mann Whitney U yapılmıştır. Sontest ÖGSÖ alt boyutları açısından anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek amacıyla her alt boyut için ayrı ayrı bağımsız gruplar t-testi yapılmıştır. LMDT verilerinde olduğu gibi öntest ve sontest ÖGSÖ verileri için de Tip 1 hatayı önlemek adına Bonferroni düzeltmesi yapılmış ve alfa değeri (0.05) bağımlı değişken sayısı

olan 6'ya bölünerek $p \leq 0.0083$ olarak belirlenmiştir. MANOVA bu hatayı kontrol etmede iyi bir yöntem olsa da, sayıtları sağlanamadığı için kullanılamamıştır.

Bulgular

Bilimsel Muhakeme Becerilerine İlişkin Bulgular

Öntest LMDT alt becerilerinden ORD, DK, OLD ve HD normal dağılım göstermekle birlikte KD ve KHK alt becerileri normal dağılmamaktadır. Buna göre öntest ORD, DK, OLD ve HD alt becerileri için yapılan bağımsız gruplar t-testi sonuçlarına göre gruplar arasında ORD ($t(52)=0.360$, $p>0.0083$), DK ($t(52)=2.303$, $p>0.0083$), OLD ($t(52)=0.260$, $p>0.0083$) ve HD ($t(52)=-1.729$, $p>0.0083$) puanları açısından anlamlı farklılık yoktur. Bu değişkenler için yapılan t-testi sonuçları ve betimsel istatistikler Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5

Öntest LMDT altbecerilerinden ORD, DK, OLD ve HD için için Betimsel İstatistikler ve T-Testi Sonuçları

Bağımlı değişken	Grup	X	S	sd	t	p
ORD	Deney	0.82	0.47	52	0.360	0.720
	Kontrol	0.76	0.58			
DK	Deney	1.03	0.50	52	2.303	0.026
	Kontrol	0.65	0.68			
OLD	Deney	1.39	0.56	52	0.260	0.796
	Kontrol	1.34	0.74			
HD	Deney	1.50	0.96	52	1.729	0.090
	Kontrol	1.03	0.99			

Anlamlılık düzeyi=0.0083

Öntest KD ve KHK puanları için yapılan Mann-Whitney U testi sonuçlarına göre gruplar arasında KD ($U=265.000$, $z=-2.099$, $p>0.0083$) ve KHK ($U=351.000$, $z=-0.255$, $p>0.0083$) puanları açısından anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Bu değişkenler için yapılan Mann-Whitney U testi sonuçları ve betimsel istatistikler Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6

Öntest LMDT alt becerilerinden KD ve KHK için Betimsel İstatistikler ve Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Bağımlı Değişken	Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	Z	p
KD	Deney	26	31.04	869.00	265.000	-2.099	0.036
	Kontrol	28	23.69	616.00			
KHK	Deney	26	27.04	757.00	351.000	-0.255	0.798
	Kontrol	28	28.00	728.00			

Anlamlılık düzeyi=0.0083

Sontest KHK, ORD, DK, OLD ve HD puanlarının bağımsız gruplar t-testi sonuçlarına göre ise gruplar arasında KHK puanları açısından anlamlı farklılık olduğu ($t(52)=3.406$, $p<0.0083$, kısmi $\eta^2=0.18$); ORD ($t(52)=1.992$, $p>0.0083$, kısmi $\eta^2=0.07$), DK ($t(52)=1.983$, $p>0.0083$, kısmi $\eta^2=0.07$), OLD($t(52)=2.201$, $p>0.0083$, kısmi $\eta^2=0.08$), ve HD($t(52)=1.911$, $p>0.0083$, kısmi $\eta^2=0.06$) puanları açısından anlamlı farklılık olmadığı belirlenmiştir. KHK için 0,18'lik kısmi η^2 değeri, uygulama ile öğrencilerin kütle ve hacmin korunumu becerisi arasında büyük bir ilişki olduğunu ve kütle ve hacmin korunumu becerisindeki

varyansın %18'inin uygulamaya atfedildiğini göstermektedir (Green vd., 2000). Sontest KHK, ORD, DK, OLD ve HD için yapılan t-testi sonuçları ve betimsel istatistikler Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7

Sontest LMDT altbecerilerinden KHK, ORD, DK, OLD ve HD için Betimsel İstatistikler ve T-Testi Sonuçları

Bağımlı Değişken	Grup	X	S	sd	t	p	Kısmi η^2
KHK	Deney	1.53	0.576	52	3.406	0.001	0.18
	Kontrol	0.96	0.662				
ORD	Deney	1.07	0.662	52	1.992	0.052	0.07
	Kontrol	0.69	0.735				
DK	Deney	1.50	0.793	52	1.983	0.053	0.07
	Kontrol	1.03	0.915				
OLD	Deney	1.46	0.637	52	2.201	0.032	0.08
	Kontrol	1.11	0.515				
HD	Deney	1.78	0.629	52	1.911	0.061	0.06
	Kontrol	1.38	0.897				

Anlamlılık düzeyi=0.0083

Sontest KD puanları için yapılan Mann-Whitney U testi sonuçlarına göre gruplar arasında KD puanları açısından anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir (U= 164.000, z= -4.068, p<0.0083, r=-0.553). KD için etki büyüklüğünü göstermek üzere hesaplanan Pearson korelasyon katsayısı olan r değeri, yüksek bir etki büyüklüğünü göstermektedir (Cohen, 1992). Çevrim içi iş birlikli öğrenme korrelasyonel düşünme becerisindeki toplam varyansın %30.5'ini açıklamaktadır (r^2 değeri). Yapılan Mann-Whitney U testi sonuçları ve betimsel istatistikler Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8

Sontest LMDT alt becerilerinden KD için Betimsel İstatistikler ve Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Bağımlı Değişken	Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	Z	p	r
KD	Deney	26	34.64	970.00	164.000	-4.068	0.000	0.553
	Kontrol	28	19.81	515.00				

Anlamlılık düzeyi=0.0083

Öntest ve sontest LMDT toplam puanları için betimsel istatistikler Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9

Öntest ve Sontest LMDT Toplam Puanları için Betimsel İstatistikler

LMDT	Grup	N	X	S
Öntest	Deney	26	6.60	1.98
	Kontrol	28	5.46	0.52
Sontest	Deney	26	8.21	1.72
	Kontrol	28	5.50	2.40

Öğretimden sonra kontrol grubundaki öğrencilerin bilimsel muhakeme becerileri açısından Tablo 2’de verilen beceri seviyelerine göre “Düşük Seviye 1”de kalırken deney grubu öğrencilerinin bu seviyeden “Yüksek Seviye 1”e çıktığı dikkat çekmektedir.

Motivasyona Ait Bulgular

Öntest ÖGSÖ alt boyutlarından İHD, DHD, ÖİKİ ve SK normal dağılım göstermekle birlikte GD ve ÖPÖA alt boyutları normal dağılmamaktadır. Buna göre öntest İHD, DHD, ÖİKİ ve SK alt boyutları için yapılan bağımsız gruplar t-testi sonuçlarına göre gruplar arasında İHD ($t(52)=1.588$, $p>0.0083$), DHD ($t(52)=0.012$, $p>0.0083$) ve SK ($t(52)=-1.825$, $p>0.0083$) puanları açısından anlamlı farklılık yoktur. Bu değişkenler için yapılan t-testi sonuçları ve betimsel istatistikler Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 10

Ön-test ÖGSÖ altboyutlarından İHD, DHD, ÖİKİ ve SK için Betimsel İstatistikler ve T-Testi Sonuçları

Bağımlı değişken	Grup	X	S	sd	t	p
İHD	Deney	22.92	3.98	52	1.588	0.699
	Kontrol	21.11	4.41			
DHD	Deney	17.82	4.25	52	0.012	0.773
	Kontrol	17.80	4.07			
ÖİKİ	Deney	23.14	3.29	52	1.253	0.630
	Kontrol	22.03	3.16			
SK	Deney	20.75	6.55	52	-1.825	0.779
	Kontrol	23.84	5.85			

Anlamlılık düzeyi=0.0083

Öntest GD ve ÖPÖA puanları için yapılan Mann-Whitney U testi sonuçlarına göre gruplar arasında GD ($U=234.000$, $z=-2.258$, $p>0.0083$) ve ÖPÖA ($U=339.500$, $z=-0.425$, $p>0.0083$) puanları açısından anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Bu değişkenler için yapılan Mann-Whitney U testi sonuçları ve betimsel istatistikler Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11

Ön-test ÖGSÖ alt boyutlarından GD ve ÖPÖA için Betimsel İstatistikler ve Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Bağımlı Değişken	Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	Z	p
GD	Deney	26	32.14	900.00	234.000	-2.258	0.024
	Kontrol	28	22.50	585.00			
ÖPÖA	Deney	26	28.38	794.50	339.500	-0.425	0.476
	Kontrol	28	26.56	690.50			

Anlamlılık düzeyi=0.0083

Sontest ÖGSÖ alt boyutları normal dağılım gösterdiğinden, yapılan bağımsız gruplar t-testi sonuçlarına göre gruplar arasında İHD ($t(52)=2.346$, $p>0.0083$), DHD ($t(52)=-0.662$, $p>0.0083$) ve ÖİKİ ($t(52)=-0.547$, $p>0.0083$) açısından anlamlı bir farklılık gözlemlenmezken; GD ($t(52)=3.918$, $p<0.0083$, $\eta^2=0.22$), ÖPÖA ($t(52)=5.412$, $p<0.0083$, $\eta^2=0.36$) ve SK ($t(52)=3.867$, $p<0.0083$, $\eta^2=0.26$) açısından farklılık olduğu bulunmuştur. Bu değişkenler için yapılan bağımsız gruplar t-testi sonuçları ve betimsel istatistikler Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12
Sontest ÖGSÖ alt boyutları için Betimsel İstatistikler ve T-Testi Sonuçları

Bağımlı Değişken	Grup	N	X	S	sd	t	p	Kısmi η^2
İHD	Deney	28	25.89	2.07	52	2.346	0.023	0.09
	Kontrol	26	24.26	2.96				
DHD	Deney	28	16.21	2.13	52	-0.662	0.513	0.008
	Kontrol	26	16.84	4.41				
GD	Deney	28	39.57	2.51	52	3.918	0.000	0.22
	Kontrol	26	36.26	3.61				
Öİki	Deney	28	21.42	2.41	52	-0.547	0.587	0.005
	Kontrol	26	21.80	2.68				
ÖPÖA	Deney	28	49.67	3.42	52	5.412	0.000	0.36
	Kontrol	26	43.69	4.65				
SK	Deney	28	19.64	3.77	52	3.867	0.000	0.26
	Kontrol	26	24.65	4.78				

Anlamlılık düzeyi=0.0083

Tablo 12'deki kısmi η^2 değerleri, GD, ÖPÖA ve SK açısından gruplar arasında tespit edilen farklılığın etki büyüklüğünün oldukça yüksek olduğunu göstermektedir. Çevrim içi iş birlikli öğrenme, deney grubunun görev değerindeki varyansın %22'sini, öğrenme ve performansla ilgili öz-yeterlik algısındaki varyansın %36'sını, sınav kaygısındaki varyansın %26'sını açıklamaktadır.

Tartışma ve Sonuç

Bu yarı-deneysel araştırmanın bulguları çevrim içi iş birlikli öğrenmenin çevrim içi büyük grup tartışmasına kıyasla fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel muhakeme becerilerinden kütle ve hacmin korunumu ile korrelasyonel düşünme becerilerini yüksek etki büyüklükleriyle arttırdığını göstermiştir. Kütle ve hacmin korunumu somut işlemler dönemine ait bir beceri olup 7-12 yaş grubundaki çocuklarca anlaşılabilir. Soyut işlemlerden korrelasyonel akıl yürütme, hem oransal hem de olasılıksal düşünmeyi gerektirir. Verilerin analizi ve karmaşık görevlerdeki bilimsel deneylerde gereklidir (Paredes et al., 2021). Korrelasyonel problem çözmede iki ya da daha fazla değişken arasındaki ilişkinin derecesi bulunur (Ross & Cousins, 1993). Öğrencilere verilen etkinliklerde öğrencilerin Phet simülasyonları kullanarak değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemesini gerektiren uygulamalar bulunmaktadır. Deney grubunda iş birlikli grup çalışmaları sayesinde her öğrencinin bu simülasyonları deneyimleme şansı olmuştur. Büyük grup tartışması kullanılan grupta ise istekli öğrenciler simülasyonları kullanarak diğer öğrencilere göstermiş ve bulgularını tartışmışlardır. Öğretimden sonra deney grubu öğrencilerinin bilimsel muhakeme becerileri açısından "Yüksek Seviye 1"e çıkması (Tablo 2), çevrim içi iş birlikli öğrenmenin öğrencilerin gözlemlenebilir nedensel etkenleri içeren hipotezleri tutarlı bir şekilde test edebilme becerilerine ulaşabilmesinde etkili olduğunu göstermektedir. Diğer yandan kontrol grubu öğrencileri başlangıç seviyeleri olan "Düşük Seviye 1"de kalmayı sürdürmüşlerdir. Muhakeme becerilerinin öğretilmesi üzerine yapılmış önceki araştırmalar, hipotez test etme becerilerinin en iyi şekilde, öğrencilere tanıdık ve gözlemlenebilir bağlamlarda hipotezleri tekrar tekrar test etme fırsatı verildiğinde geliştiğini göstermektedir (Westbrook & Rogers, 1994; Lawson vd., 2000). Bu çalışmada, her iki gruba da hipotez test etme etkinlikleri uygulanmıştır, ancak iş birlikli öğrenme grubunda öğrencilerin sürece daha aktif katılımı sağlanmıştır. Küçük gruplar hâlinde iletişim kurma imkânı, öğrencilerin rahat hissetmelerini, soru sormalarını ve geri bildirim alabilmelerini sağlar. Ayrıca, her öğrencinin verilen görevlerle aktif olarak ilgilenmesine olanak tanır, bu da çevrim içi iş birlikli öğrenme grubunun bilimsel akıl yürütme becerilerini

geliştirmesi için daha fazla fırsat sunar. İş birliğinin kullanıldığı derslerde, öğretmen adayları sorgulama yeteneklerini geliştirerek sınıf içinde daha etkin bir rol oynarlar, bu da bilimsel muhakeme becerilerini artırır. Büyük grup tartışması uygulanan grupta sınıf mevcudu göz önüne alındığında, tüm öğrencilerin söz alabilmesi mümkün olmamış ve daha az sayıda öğrenci sorularla istenen düzeyde meşgul olabilmıştır. Deney grubundaki öğrenciler, takım arkadaşlarıyla fiziksel olarak bir araya gelmemelerine rağmen, sanal ortamda kameralarını açarak yüz yüze aktif bir şekilde tartışmalara katılmak zorunda oldukları için daha fazla beceri geliştirme fırsatına sahip olmuşlardır. Buna karşılık, kontrol grubundaki öğrencilerin bilimsel muhakeme becerilerinin değişmemesi, öğrenciler arası etkileşimin deney grubuna göre daha kısıtlı olması ve yüz yüze olmamaları gibi etkenlere bağlanabilir. Kontrol grubunda da kameralar açık olmasına rağmen, deney grubundaki gibi, sadece dört kişinin bulunduğu odalarda tartışma imkanları bulunmadığı için, katılımcıların akranlarıyla yüz yüze etkileşimleri oldukça sınırlıydı.

Diğer yandan iş birlikli öğrenme grubundaki öğrenciler daha fazla “akademik olarak üretken konuşmalar” yapabilmıştır. Akademik olarak üretken konuşmalar, öğrencilerin birbirlerinin fikirlerine dayanarak akıl yürütme ve etkileşimi artırdığı konuşmaları ifade eder (Dyke vd., 2013). Michaels ve diğerlerine (2008) göre, sınıfta akademik olarak üretken konuşmaların olabilmesi için öğrencilerin (1) öğrenme topluluğuna sorumluluk duyması, diğerlerinin katkılarını dinlemesi ve kendi katkılarını geliştirmesi, (2) mantıksal bağlantıları vurgulayarak ve mantıklı sonuçlar çıkararak kabul edilmiş muhakeme standartlarına uyması ve (3) bilgiye sorumluluk duyması; gerçeklere, yazılı metinlere veya diğer kamuya açık bilgilere dayalı argümanlar oluşturması gerekir. Öğretmenin yönlendirmesi, öğrencilerin akıl yürütme becerilerini sergilemelerine ve birbirlerinin akıl yürütme becerilerini kullanmalarını teşvik etmede kritik bir rol oynar. Daha da önemlisi öğretmen, kendini merkeze alan bir tartışma yerine öğrencileri kendi bilgi ve düşünme süreçlerinden sorumlu tutar ve akademik olarak üretken konuşmalarını kullanarak hem kendilerini hem de birbirlerini sorumlu tutmalarını sağlar. Dyke ve diğerleri (2013) çevrim içi iş birlikli öğrenme ortamının lise öğrencileri için "akademik olarak üretken konuşmalar" sağlamada etkili ve uygun bir bağlam olduğunu belirtmektedir. Bu çalışma, çevrim içi iş birlikli öğrenmenin öğretmen adaylarının bilimsel muhakeme becerilerini geliştirmede etkili olduğuna dair bulgularıyla üniversite düzeyinde de geçerli olabileceğini göstermektedir. Öğretim süresi boyunca öğretmen her grubun tartışmasına katılarak karmaşık düşünmeyi teşvik etmiş ve bunu üretebilmeleri için öğrencilerle iş birliği yapmıştır. Öğretmen her iki grupta da bilginin öğrenciye sunulmadığı yapılandırıcı pedagojiyi benimsemiş olsa da deney grubunda grup içi tartışmalara katıldığından, tüm öğrencilerle etkileşime girerek öğrencilerin nasıl düşündüklerini izleyebilmiş ve daha fazla sayıda öğrenciyi üst düzey düşünme içeren tartışmalara teşvik etmiştir. Gruplar cevaplarını tüm-sınıf tartışması sırasında diğer gruplarla paylaştıkları için bilmedikleri konuları fark edip ifade edebilmiş ve açıklığa kavuşturabilmiştir. Çevrim içi iş birlikli öğrenmenin öğrencilerin bilimsel muhakeme becerileri üzerindeki olumlu etkileri, öğrencilerin birbirlerini önemsedikleri ve birbirlerinin başarılı olmasını istedikleri için öğrenmelerine yardımcı olduklarını varsayan sosyal bütünleşme bakış açılarıyla ilişkilendirilebilir. Grup üyelerinin aktif öğrenme davranışları sergiledikleri ve dolayısıyla birbirlerinin başarısını destekledikleri, sık ve açık tartışmalara katılan daha karmaşık düzeyde anlama ve akıl yürütme geliştirme yeteneklerini artırdıkları ve bu nedenle bilimsel akıl yürütmenin geliştiği söylenebilir. Grup içerisinde, öğrencilerin soru sormalarına, iddiaları değerlendirmelerine ve iş birliği içinde öğrenmelerine izin verildiğinde, bilimsel akıl yürütme ve kavramların derinlemesine anlaşılması kolaylaştırılmış olmaktadır (Osborne vd., 2016).

Araştırmanın bilimsel muhakeme becerilerine ilişkin bulguları literatürdeki araştırmalarla uyumludur. Örneğin Othman ve diğerleri (2010) çevrim içi iş birlikli öğrenmenin bilgisayar programcılığı öğrencilerinin mantıksal düşünme becerilerini geliştirdiğini göstermiştir. Kim (2014) ise iş birlikli senkron çevrim içi tartışmaların dördüncü sınıf öğrencilerinin daha iyi argümanlar, karşıt argümanlar ve çürütücüler içeren metinler yazabildiklerini ve böylelikle birbirleriyle etkileşime girerek akıl yürütmeyi öğrenebildiklerini göstermiştir. Rashid ve diğerleri (2016), çevrim içi iş birlikli öğrenmenin çevrim içi büyük grup tartışmasına kıyasla lise öğrencilerinin muhakeme becerilerinin geliştirdiğini bulmuştur. Benzer şekilde Alharbi ve diğerleri (2022) E-iş birlikli öğrenme ortamının okul öncesi öğretmenliği öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerini, değişkenleri tanımlama ve değiştirme becerilerini, hipotez test etme becerilerini ve bilimsel muhakeme becerilerini geliştirdiğini bulmuştur.

Bu çalışmanın bulguları eş zamanlı etkileşimin öne çıktığı çevrim içi iş birlikli öğrenmenin fen öğretmen adaylarının motivasyonlarını önemli düzeyde arttırdığını göstermektedir. İş birlikli öğrenme grubundaki öğrencilerin görev değeri, öğrenme ve performansla ilgili öz-yeterlik algısı ve sınav kaygısında büyük grup tartışması grubuna göre yüksek etki büyüklükleriyle artış gözlenmiştir. Görev değerindeki artış, öğrencilerin uygulanan etkinlikleri daha ilginç, önemli ve değerli bulduğunu göstermektedir. Genel beklenti-değer teorisi çerçevesinde, algılanan görev değeri, öğrencilerin görev tercihlerini, görev katılım düzeyini ve öğrenme davranışlarının kalıcılığını etkiler. Görev değeri aynı zamanda başarı ile ilgili seçimlerin bir yordayıcısı olarak görülmektedir (Eccles, 2005). Pozitif görev değeri algısına sahip öğrenciler, zorlayıcı etkinliklerle uğraşırken daha azimli ve kararlı olabilirler (Neber & Schommer-Aikins 2002) Çevrim içi iş birlikli öğrenme grubundaki öğrenciler, takım içi roller aracılığıyla sorumluluk alarak takım ruhu, olumlu bağımlılık ve destekleyici etkileşime sahip olma fırsatı yakalamışlar ve bu sayede ortak görevlerine daha fazla değer vermiş, bu görevi daha önemli ve ilginç bulmuş olabilirler. Ham ve Myers (2019) üniversite öğrencilerinin iş birlikli sorgulama ortamında kullanılan öğrenme etkinliklerini daha değerli bulduklarını belirtmiştir. Öğrenciler arkadaşlarının açıklamalarını anlamının, sadece profesörü dinlemekten daha kolay olduğunu ve akranlarından, öğretmenden ve asistanlardan yardım alabilmenin değerini takdir ettiklerini ifade etmişlerdir. Bu öğrenciler "yapmanın" ve "uygulamalı öğrenmenin" değerini ifade eden açıklamalar yapmışlardır. Önceki araştırmalar iş birlikli öğrenmenin ilk, orta ve yüksek öğretimde öğrencilerin görev değerini geliştirdiğini göstermektedir (Opdecam vd., 2014; Townsend & Hicks, 1997; Şen vd., 2015; Yu vd., 2014).

Çevrim içi iş birlikli öğrenme öğrencilerinin öğrenme ve performansla ilgili öz-yeterlik algısının daha fazla artması, iş birlikli öğrenme ortamında öğrencilerin görevi başarmayla ilgili yüksek performans beklentisi ve öz-yeterliliğe sahip olduklarını gösterir. Courtney ve diğerleri (1992) iş birlikli öğrenmenin düşük performans gösteren öğrencilerin özsaygılarını artırdığını vurgulamıştır. Grupların çeşitlilik gösteren yapısı, öğrencilere grup desteği sağlar ve becerilerin birleştirilmesiyle güçlendikleri algısını verir. Ayrıca iş birlikli öğrenme bağlamları öğrencilerin kendilerine benzer kişilerin başarılarını gözlemleyerek dolaylı deneyimler kazandıkları ve akranlarından oluşan bir grup içinde yer alarak diğerlerini değerlendirdikleri için yüksek düzeyde başarı beklentisi ve öz-yeterlik geliştirmelerine imkân verebilir (Belge Can & Boz, 2016). Courtney ve diğerleri (1992) aynı zamanda, bir öğrencinin öz yeterliliğinin belirli görevlerde tekrarlanan başarı deneyimleriyle arttığını vurgulamıştır. Öğrenciler, iş birlikli öğrenme ortamında grup arkadaşlarının desteğiyle bir görevde ustalaşmaya odaklanırlar ve bu, öz-yeterlikle güçlü bir şekilde ilişkilidir. Bu çalışmada çevrim içi iş birlikli öğrenme sınıfındaki öğrenciler akran desteğiyle daha fazla başarı deneyimi yaşamış ve grup arkadaşlarının argümanlarını geliştirmişlerdir. İş birliğine dayalı etkinlikler, öğrencilerin zorlukları birlikte aşarak ve ortak hedeflere ulaşarak yetkinlik ve ustalık duygusu geliştirmelerine olanak sağlar. İş birliğine dayalı öğrenme, karşılıklı bağımlılığı teşvik ederek aktif katılımı ve fikir alışverişini artırır, böylece öğrencilerin katkılarının değerini ve etkisini görmelerini sağlar. Bu sadece kendi yeteneklerine olan güvenlerini artırmakla kalmaz, aynı zamanda başarılı olma kapasitelerine olan inançlarını da güçlendirir (Fernandez-Rio vd., 2017). Buna ek olarak, iş birlikli öğrenme ortamlarında akranlardan gelen sosyal destek ve olumlu pekiştirme, öğrencilerin yeteneklerine olan inancını arttırabilir, bu da öğrenme için daha yüksek öz yeterliliğe ve daha iyi performansa yol açabilir. İş birlikli öğrenme, ustalık deneyimleri, sosyal ikna ve duygusal durum düzenlemesi için fırsatlar sağlayarak öz yeterliliği teşvik eder ve sonuçta öğrencileri akademik zorlukları güvenle üstlenmeleri için güçlendirir. Çevrim içi iş birliği, bazı olumsuz algılanan durumları önlemiş olabilir. Bu durumlar şunlar olabilir: öğretmenin tüm etkili iletişim kuramaması, öğrencilerin aidiyet duygusunun gelişmemesi, dersin bir parçası olarak hissetmeme ve dolayısıyla görünmez bireyler olarak tasvir edilme. Gerçekten de uygulama sonrası ÖPÖA'nın artışı, öğrencilerin varlığını hissetmelerini, fark edilmelerini ve bu durumun motivasyonlarını arttırdığını göstermektedir.

Bu çalışmanın bulguları, çevrim içi iş birlikli öğrenmenin motivasyonu arttırdığını gösteren araştırmalarla uyumludur (Sugino, 2021; Tan vd., 2022; Wang vd., 2022; Yoshida vd., 2014; Zheng & Zhou, 2023). Çalışma, çevrim içi iş birlikli öğrenmenin fen öğretmen adaylarının fen öğretimi dersinde de görev değeri algılarını ve öğrenme ve performansla ilgili öz-yeterliklerini geliştirebileceğini göstererek alana katkı sağlamaktadır. Ayrıca, eş zamanlı etkileşimin katılımı teşvik ettiğini ve pandemi sürecindeki durumda

öğrenme motivasyonunu artırdığını doğrulamaktadır (Lin & Gao, 2020; Sugino, 2021). Pandemi, öğrencilerin sosyal bağlarını sınırlayarak kişisel ilişkiler geliştirmekte zorluklar yaşamalarına neden olmuştur. Bu nedenle, çevrim içi derslerde etkileşimli öğelerin bulunması öğrencilerin izolasyonunu azaltmak için önemlidir. Bu çalışma, çevrim içi araçlar ve grup tartışmaları yoluyla sınıf içi etkileşimi teşvik ederek bu sorunları ele almıştır.

Çalışmanın bir diğer bulgusu çevrim içi iş birlikli öğrenmenin sınav kaygısını arttırmasıdır. Sınav kaygısı, öğrencilerin sınavlarda başarılı olma endişesini temsil eder ve stresin önemli bir belirleyicisidir (Pintrich, 2004). Araştırmanın bu bulgusu literatürdeki bazı çalışmalarla çelişmektedir. Bu çalışmalar iş birlikli öğrenmenin sınav kaygısını etkilemediğini ya da azalttığını iddia etmektedir (Abodike & Achufusi, 2021; Belge Can, & Boz, 2016; Griffin & Griffin, 1998; Masomi, 2015). Bu araştırmaların fiziksel olarak yüz yüze ortamlarda yapıldığı göz önüne alındığında, çevrim içi iş birlikli öğrenme bağlamında sınav kaygısı açısından durum farklılık göstermektedir. Bu çalışmada, acil uzaktan eğitime geçilmesinin ardından uygulanan çevrim içi iş birlikli öğrenme ortamında öğrencilerin, alışılmış aksine daha zorlayıcı takım görevleriyle meşgul olması, sınavlar kaygılarını arttırmış olabilir. Çevrim içi iş birlikli öğrenme Türkiye’de üniversitelerde yaygın olarak kullanılan bir yöntem değildir ve bu çalışmanın katılımcılarının buna ilişkin deneyimi yoktur. Bu durum da öğrencilerde sınavlara ilişkin stres düzeyini arttırmış olabilir.

Bu araştırmadaki katılımcıların bir kısmı, belirli ölçüde dijital erişim zorluklarıyla (internet kesintisi ya da bağlantısal yavaşlamalar) karşılaşmalarına rağmen ders etkinliklerine katılmış ve tüm değerlendirmeleri tamamlamıştır. Hiçbir öğrenci, bu acil çevrim içi öğrenme döneminde dersi bırakacak kadar olumsuz dijital erişim koşullarıyla karşılaşmamıştır. Araştırma bulgularına dayanarak çevrim içi iş birlikli öğrenmenin bilişsel ve duyuşsal kazanımlarını ve mesleki yeterliliklerini arttırmak adına fen bilimleri öğretmen adaylarının eğitiminde kullanılması önerilmektedir. Teknoloji kullanımındaki farklılıkların üstesinden gelmek için, katılımcılara Microsoft Teams veya Zoom gibi uygulamaların iş birlikli öğrenme için nasıl kullanılacağına dair eğitim verilmelidir. Farklı uygulamaların farklı sorunlar çıkarabileceği göz önünde bulundurularak, pilot uygulama yapılabilir ve olası sorunlar minimize edilebilir. Gelecekteki çalışmalarda, çevrim içi iş birlikli öğrenmenin öğretmen adaylarının akademik başarı, yaşam becerileri, mesleki öz-yeterlik ve tutumları üzerindeki etkileri araştırılabilir. Nitel verilerle desteklenen nicel veriler, çalışmanın geçerliliğini artırabilir. Ayrıca, öğretmen adaylarının çevrim içi iş birlikli öğrenme deneyimleri incelenerek karşılaştıkları zorluklar ve olumlu deneyimler belirlenebilir, bu da derslerin çevrim içi iş birlikli öğrenme odaklı olarak düzenlenmesine yardımcı olabilir.

Sınırlılıklar

Bu çalışmada öğrenciler gruplara bireysel olarak değil sınıfça atanmıştır. Öğrencilerin ders programlarındaki uyumsuzluklar nedeniyle ders kayıtları sırasında belirlenen sınıflarının değiştirilmesi mümkün olmamıştır. Araştırmanın tüm katılımcıları Türk öğrencilerden oluşmaktadır. Çalışmanın kısıtlı süresi, kapsamı ve örneklem büyüklüğü, elde edilen sonuçları sınırlayabilir. Potansiyel bir dış geçerlilik tehdidi, çalışmanın araştırmacı tarafından yürütülmesidir, bu durum deney grubundaki katılımcılara istemeden ayrıcalık tanıma riskini artırabilir. Ancak, öğretmen her iki gruba da benzer şekilde davranmaya özen göstermiştir.

Yazar Katkı Oranı

Yazarlar, çalışmaya eşit oranda katkı sunmuşlardır.

Etik Beyan

“Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesinde” yer alan tüm kurallara uyulmuş ve yönergenin ikinci bölümünde yer alan “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemlerden” hiçbirini gerçekleştirilmemiştir.

Çatışma Beyanı

Yazarlar çalışma kapsamında herhangi bir kurum veya kişi ile çıkar çatışması bulunmadığını beyan etmektedirler.

References

- Abdullah, S., & Shariff, A. (2008). The effects of inquiry-based computer simulation with cooperative learning on scientific thinking and conceptual understanding of gas laws. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 4(4), 387-398. <https://doi.org/10.12973/ejmste/75365>
- Abodike, N. D., & Achufusi, N. N. (2021). Effect of cooperative learning strategy on physics test-anxiety among secondary school students in awka education zone. *South Eastern Journal of Research and Sustainable Development (SEJRSD)*, 5(1), 2-13.
- Alharbi, S. M., Elfeky, A. I., & Ahmed, E. S. (2022). The effect of e-collaborative learning environment on development of critical thinking and higher order thinking skills. *Journal of Positive School Psychology*, 6(6), 6848–6854.
- Asino, T. I., & Pulay, A. (2019). Student perceptions on the role of the classroom environment on computer supported collaborative learning. *TechTrends*, 63, 179-187. <https://doi.org/10.1007/s11528-018-0353-y>
- Atıcı, B. ve Gürol, M. (2002). Bilgisayar destekli asenkron işbirlikli öğrenme yönteminin öğrenci başarısına etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 27(124), 3-12.
- Bao, L., Xiao, Y., Koenig, K., & Han, J. (2018). Validity evaluation of the Lawson classroom test of scientific reasoning. *Physical Review Physics Education Research*, 14(2), 20106. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.14.020106>
- Belge Can, H., & Boz, Y. (2016). Structuring cooperative learning for motivation and conceptual change in the concepts of mixtures. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14, 635-657. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9602-5>
- Belmonte, dos S. I., Borges, A. V., & Garcia, T. S. (2022). Adaptation of physical chemistry course in COVID-19 period: Reflections on peer instruction and team-based learning. *Journal of Chemical Education*, 99(6), 2252–2258. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00529>
- Cañabate, D., Serra, T., Bubnys, R., & Colomer, J. (2019). Pre-service teachers' reflections on cooperative learning: Instructional approaches and identity construction. *Sustainability*, 11(21), 5970. <https://doi.org/10.3390/su11215970>
- Cohen J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, 112, 155–159.
- Courtney D. P., Courtney M., & Nicholson C. (1992, November 11–13). *The effect of cooperative learning as an instructional practice at the college level* [Conference presentation]. Annual Meeting of the Mid-South Educational Research Association, Knoxville, TN.
- Davidson, N. (2021). Synthesis of CL approaches and a multifaceted rationale for CL - past, present, and future. In N. Davidson (Ed.), *Pioneering perspectives in cooperative learning* (pp. 234–254). Routledge.
- Dyke, G., Adamson, D., Howley, I., & Rose, C. P. (2013). Enhancing scientific reasoning and discussion with conversational agents. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 6(3), 240–247. <https://doi.org/10.1109/TLT.2013.25>
- Eccles, J.S. (2005). Subjective task value and the Eccles et al. model of achievement-related choices. In A. J. Elliot & C. S. Dweck (Eds), *Handbook of competence and motivation* (pp. 105–121). Guilford Publications,.
- Erten, P., Özdemir, O., & Kazu, İ. Y. (2019). The effects of e-portfolio implementation on motivation in an online collaborative learning setting, *Inonu University Journal of the Faculty of Education*, 20(3), 963-975. <https://doi.org/10.17679/inuefd.524591>
- Farrell, J. J., Moog, R. S., & Spencer, J. N. (1999). A Guided Inquiry Chemistry Course. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 570–574. <https://doi.org/10.1021/ed076p570>

- Fernandez-Rio, J., Cecchini, J. A., Méndez-Gimenez, A., Mendez-Alonso, D., & Prieto, J. A. (2017). Self-regulation, cooperative learning, and academic self-efficacy: Interactions to prevent school failure. *Frontiers in Psychology, 8*, 22, 1-10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00022>
- Ghasem, N., & Ghannam, M. (2021). Challenges, benefits & drawbacks of chemical engineering on-line teaching during Covid-19 pandemic. *Education for Chemical Engineers, 36*, 107-114. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2021.04.002>
- Gillies, R. M. (2003). Structuring cooperative group work in classrooms. *International Journal of Educational Research, 39*(1-2), 35-49. [https://doi.org/10.1016/S0883-0355\(03\)00072-7](https://doi.org/10.1016/S0883-0355(03)00072-7)
- Green, S.B., Sulkind, N.J., & Akey, T.M. (2000). *Using SPSS for windows: Analyzing and understanding data* (2nd ed.). Prentice-Hall, Inc.
- Griffin, M. M., & Griffin, B. W. (1998). An investigation of the effects of reciprocal peer tutoring on achievement, self-efficacy, and test anxiety. *Contemporary educational psychology, 23*(3), 298-311. <https://doi.org/10.1006/ceps.1998.0971>
- Griffiths, B. (2016). A faculty's approach to distance learning standardization. *Teaching and Learning in Nursing, 11*(4), 157-162. <https://doi.org/10.1016/j.teln.2016.04.004>
- Gürbüz, S. ve Şahin, F. (2014). *Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık.
- Hall, D. (1997). Computer mediated communication in post-compulsory teacher education. *Open Learning: The Journal of Open, Distance and e-Learning, 12*(3), 54-57. <https://doi.org/10.1080/0268051970120308>
- Ham, Y., & Myers, B. (2019). Supporting guided inquiry with cooperative learning in computer organization. *SIGCSE 2019 - Proceedings of the 50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education, 273-279*. <https://doi.org/10.1145/3287324.3287355>
- Hassan, M. (2021). Online teaching challenges during COVID-19 pandemic. *International Journal of Information and Education Technology, 11*(1), 41-46. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2021.11.1.1487>
- Hayati, E. M., Purwanto, A., & Hidayat, D. R. (2023). Analysis of the cooperative learning effectiveness on students' critical thinking skills in science learning for primary students. *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan, 15*(1), 1145-1153. <https://doi.org/10.35445/alishlah.v15i1.994>
- Hsu, Y. S. (2004). Using the internet to develop students' capacity for scientific inquiry. *Journal of Educational Computing Research, 31*(2), 137-161. <https://doi.org/10.2190/HYX8-CK1A-FVU3-5Y5W>
- Jadallah, M., Anderson, R.C., Nguyen-Jahiel, K., Miller, B., Kim, I.-H., Kuo, L.-J., Dong, T., & Wu, X. (2011). Influence of a teacher's scaffolding moves during child-led small-group discussions. *American Educational Research Journal, 48*(1), 194-230. <https://doi.org/10.3102/0002831210371498>
- Jeong, H., & Hmelo-Silver, C. E. (2016). Seven affordances of computer-supported collaborative learning: How to support collaborative learning? How can technologies help?. *Educational Psychologist, 51*(2), 247-265. <https://doi.org/10.1080/00461520.2016.1158654>
- Johnson, R. T. & Johnson, D. W. (1994). An overview of cooperative learning. In J. S. Thousand, R. A. Villa & A. I. Nevin (Eds), *Creativity and collaborative learning: A practical guide to empowering students and teachers* (pp. 31-44). Brookes Press.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1999). *Learning together and alone: Cooperative, competitive, and individualistic learning* (5th ed.). Allyn & Bacon.
- Johnston, V. L. (1996). Toward a global classroom using computer-mediated communications at UAA. University of Alaska Anchorage. *Vocational Teacher Education Research Report* (ED356759). ERIC.
- Kagan, S., & Kagan, M. (2009). *Kagan cooperative learning*. Kagan Publishing.
- Kim, I. H. (2014). Development of reasoning skills through participation in collaborative synchronous online discussions. *Interactive Learning Environments, 22*(4), 467-484. <https://doi.org/10.1080/10494820.2012.680970>

- Kosycheva, M. A., & Tikhonova, E. V. (2021, January 10-13). *Students' self-efficacy and motivation in emergency remote learning*. [Conference presentation]. 12th International Conference on E-Education, E-Business, E-Management, and E Learning, Japan.
- Lawson, A. E. (1978). The development and validation of a classroom test of formal reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 15(1), 11-24.
- Lawson, E. A., Clark, B., Meldrum- Cramer, E., Falconer, A. K., Sequist, M. J., & Kwon, Y. (2000). Development of scientific reasoning in college biology: Do two levels of general hypothesis-testing skills exist? *Journal of Research in Science Teaching*, 37(1), 81-101. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(200001\)37:1%3C81::AID-TEA6%3E3.0.CO;2-I](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(200001)37:1%3C81::AID-TEA6%3E3.0.CO;2-I)
- Lehesvuori, S., Hähkiöniemi, M., Viiri, J., Nieminen, P., Jokiranta, K., & Hiltunen, J. (2019). Teacher orchestration of classroom interaction in science: exploring dialogic and authoritative passages in whole-class discussions. *International Journal of Science Education*, 41(17), 2557–2578. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1689586>
- Lin, X., & Gao, L. (2020). Students' sense of community and perspectives of taking synchronous and asynchronous online courses. *Asian Journal of Distance Education*, 15(1), 169-179.
- Masomi, F. S. (2015). Effects of cooperative learning and group study on reducing test anxiety. *Research Journal of Recent Sciences*, 4(10), 64-71.
- McInerney, J. M., & Roberts, T. S. (2009). Collaborative and cooperative Learning. In L. R. Rogers, G. A. Berg, J. Boettcher, C. Howard, L. Justice & K. D. Schenk (Eds.), *Encyclopedia of distance learning* (2nd Ed., pp. 319-326). IGI Global.
- Michaels, S., O'Connor, C., & Resnick, L. B. (2008). Deliberative discourse idealized and realized: Accountable talk in the classroom and in civic life. *Studies in Philosophy and Education*, 27, 283-297. <https://doi.org/10.1007/s11217-007-9071-1>
- Møgelvang, A., Vandvik, V., Ellingsen, S., Strømme, C. B., & Cotner, S. (2023). Cooperative learning goes online: Teaching and learning intervention in a digital environment impacts psychosocial outcomes in biology students. *International Journal of Educational Research*, 117, 102114. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2022.102114>
- Murphy, K. L., & Collins, M. P. (1998). Development of communication conventions in instructional electronic chats. *Journal of Distance Education*, 12, 177-200. <https://doi.org/10.5210/fm.v2i11.558>
- Neber, H., & Schommer-Aikins, M. (2002). Self-regulated science learning with highly gifted students: The role of cognitive, motivational, epistemological, and environmental variables. *High Ability Studies*, 13, 59–74. <https://doi.org/10.1080/13598130220132316>
- Ng, E. M. W. (2012). Online collaborative learning. In N. Seel (Ed.), *Encyclopedia of the sciences of learning* (pp. 2497-2499). Springer.
- Okumuş, S. (2020). Argümantasyon destekli işbirlikli öğrenme modelinin akademik başarıya, eleştirel düşünme eğilimine ve sosyobilimsel konulara yönelik tutuma etkisi. *Ondokuz Mayıs University Journal of Education Faculty*, 39(2), 269-293. <https://doi.org/10.7822/omuefd.570419>
- Oliveira, I., Tinoca, A., & Pereira, A. (2011). Online group work patterns: How to promote a successful collaboration. *Computers & Education*, 57(1), 1348–1357. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.01.017>
- Opdecam, E., Everaert, P., Van Keer, H., & Buysschaert, F. (2014). Preferences for team learning and lecture-based learning among first-year undergraduate accounting students. *Research in Higher Education*, 55, 400–432. <https://doi.org/10.1007/s11162-013-9315-6>
- Osborne, J., Henderson, J., MacPherson, A., Szu, E., Wild, A., & Yao, S. (2016). The development and validation of a learning progression for argumentation in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(6), 821-846. <https://doi.org/10.1002/tea.21316>

- Othman, M., Hussain, F. M., & Nikman, K. (2010). Enhancing logical thinking among computer science students through cooperative learning. *Gading Business and Management Journal*, 14, 1–10.
- Özkara, B. Ö. ve Çakır, H. (2017). Öğrencilerin çevrimiçi problem temelli işbirliğine dayalı-çevrimiçi problem temelli bireysel öğrenmeyi değerlendirmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 37(2), 559-590.
- Padilla, M. J., Okey, J. R., & Gerrard, K. (1984). The effects of instruction on integrated science process skill achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 21, 277-287. <https://doi.org/10.1002/tea.3660210305>
- Pallant, J. (2007). *SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using SPSS for Windows*. Open University Press
- Palloff, R. M., & Pratt, K. (2001). *Lessons from the cyberspace classroom: The realities of online teaching*. Jossey-Bass.
- Paredes, V., Durango, N., Ospino, J. G., Henao, C. A., Jimenez, G., Villadiego, M. A. G., & Yepes-Martinez, J. (2021, January). Influence of academic education imparted in basic sciences on the scientific reasoning skills of engineering students. In *REES AAEE 2021 Conference: Engineering Education Research Capability Development: Engineering Education Research Capability Development* (pp. 746-754). Perth, WA: Engineers Australia.
- Pintrich, P. R. (2004). A conceptual framework for assessing motivation and self-regulated learning in college students. *Educational Psychology Review*, 16(4), 385–407. <https://doi.org/10.1007/s10648-004-0006-x>
- Pintrich, P. R., & De Groot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of academic performance. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 33–40. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0022-0663.82.1.33>
- Pintrich P. R., Smith D. A. F., Garcia T., & McKeachie W. J. (1991). *A manual for the use of the motivated strategies for learning questionnaire (MSLQ)*. (Tech Rep. No. 91-B-004). Ann Arbor, MI: National Center for Research to Improve Postsecondary Teaching and Learning, The University of Michigan.
- Rashid, A. H. A., Shukor, N. A., & Tasir, Z. (2016). Using peer scaffolding to enhance students' reasoning skills in online collaborative learning. *IEEE Conference on E-Learning, e-Management and e-Services (IC3e)*, 35–39. <https://doi.org/10.1109/IC3e.2016.8009036>
- Ross, J. A., & Cousins, J. B. (1993). Enhancing secondary school students' acquisition of correlational reasoning skills. *Research in Science & Technological Education*, 11(2), 191-205. <https://doi.org/10.1080/0263514930110208>
- Sims, R. (2003). Promises of interactivity: Aligning learner perceptions and expectations with strategies for flexible and online learning. *Distance Education*, 24(1), 87–103. <https://doi.org/10.1080/01587910303050>
- Slavin, R. E. (1987). Developmental and motivational perspectives on cooperative learning: A reconciliation. *Child Development*, 1161-1167. <https://doi.org/10.2307/1130612>
- Stevahn, L., & McGuire, M. E. (2017). The plot thickens: Supporting pre-service teachers in authentic use of cooperative learning through the Storypath instructional approach. *Journal of Education for Teaching*, 43(3), 316-327. <https://doi.org/10.1080/02607476.2017.1321674>
- Sugino, C. (2021). Student perceptions of a synchronous online cooperative learning course in a Japanese women's university during the COVID-19 pandemic. *Education Sciences*, 11(5), 1–19. <https://doi.org/10.3390/educsci11050231>
- Sungur, S (2004). *The implementation of problem based learning in high school biology courses*. [Unpublished doctoral dissertation]. Middle East Technical University.
- Swain, A., Shofner, M., Fagan, W. F., & Marbach-Ad, G. (2022). The relationships between peer-to-peer interactions, group formation, choice of research, and course performance in an online environment.

Journal of Science Education and Technology, 31, 707–717. <https://doi.org/10.1007/s10956-022-10000-5>

- Şen, Ş., Yılmaz, A., & Geban, Ö. (2015). The effects of process oriented guided inquiry learning environment on students' self-regulated learning skills. *Problems of Education in the 21st Century*, 66, 54–66.
- Tan, L. S., Kubota, K., Tan, J., Kiew, P. L., & Okano, T. (2022). Learning first principles theories under digital divide: Effects of virtual cooperative approach on the motivation of learning. *Education for Chemical Engineers*, 40, 29-36. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2022.04.003>
- Townsend, M. A., & Hicks, L. (1997). Classroom goal structures, social satisfaction and the perceived value of academic tasks. *British Journal of Educational Psychology*, 67(1), 1-12. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.1997.tb01222.x>
- Uribe, D., Klein, J. D., & Sullivan, H. (2003). The effect of computer mediated collaborative learning on solving ill-defined problems. *Educational Technology Research and Development*, 51(1), 5–19. <https://doi.org/10.1007/BF02504514>
- Walter, J. G., & Hart, J. (2009). Understanding the complexities of student motivations in mathematics learning. *The Journal of Mathematical Behavior*, 28, 162-170. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2009.07.001>
- Wang, Y. P., & Wu, T. J. (2022). Effects of online cooperative learning on students' problem-solving ability and learning satisfaction. *Frontiers in Psychology*, 13, 817968. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.817968>
- Westbrook, S.L., & Rogers, L.N. (1994). Examining the development of scientific reasoning in ninth-grade physical science students. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 65–76. <https://doi.org/10.1002/tea.3660310107>
- Yıldız, E., Çalıklar, Ş., & Şimşek, Ü. (2020). Gazların kinetik teorisi konusunun öğretiminde üç farklı işbirlikli öğrenme yönteminin etkisi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, (49), 24-42.
- Yoshida, H., Tani, S., Uchida, T., Masui, J., & Nakayama, A. (2014). Effects of online cooperative learning on motivation in learning Korean as a foreign language. *International Journal of Information and Education Technology*, 4(6), 473–477. <https://doi.org/10.7763/ijiet.2014.v4.453>
- Yu, F. Y., Wu, C. P., & Hung, C. C. (2014). Are there any joint effects of online student question generation and cooperative learning? *Asia-Pacific Education Researcher*, 23(3), 367–378. <https://doi.org/10.1007/s40299-013-0112-y>
- Yüzüak, A.V. (2012). *Lawson mantıksal düşünme testinin uyarlanması ve uygulanması* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Zheng, S., & Zhou, X. (2023). Enhancing foreign language enjoyment through online cooperative learning: A longitudinal study of EFL learners. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(1). <https://doi.org/10.3390/ijerph20010611>
- Zumbach, J., Hillers, A., & Reimann, P. (2004). Supporting distributed problem-based learning: The use of feedback mechanisms in outline learning. In J. Zumbach, A. Hillers, & P. Reimann (Eds.), *Online collaborative learning: Theory and practice* (pp. 86-102). Information Science Publishing.