



Determining Students' Attitudes and Views Using an Inquiry-Based Learning Approach *

Sevim BEZEN ^{a*} (ORCID ID - 0000-0002-0304-5314)

Celal BAYRAK ^a (ORCID ID - 0000-0002-9269-2029)

^a Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Ankara/Türkiye



Article Info

DOI: 10.14812/cufej.676679

Article history:

Received 17.01.2020

Revised 26.03.2020

Accepted 28.09.2020

Keywords:

Inquiry-based learning approach,

5E learning model,

Waves,

Attitude,

Students' opinions.

Abstract

This study aims to determine students' attitudes towards waves as a subject during its application according to the inquiry-based learning approach and to determine their views on the teaching process of physics classes. The study was conducted with the participation of 10th grade students of an Anatolian high school in the spring semester of the 2017-2018 academic year. In the study, the embedded experimental design was adopted, which is one of the mixed method researches—attitude scale for the waves, and semi-structured interviews were used as data collection tools. In the analysis of the quantitative data, paired-samples t-test, and descriptive analysis used. The content analysis is used for the analysis of qualitative data. At the end of the study, it is determined that there is a significant difference in students' attitude levels and that their attitude increased in the post-test. About the teaching process of physics classes, it is determined that students' views have changed positively and that the students support inquiry-based learning applications. Given the fact that students support a learning approach based on inquiry rather than a traditional one, it can be suggested to spread such learning approaches in the field.

Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımı Aracılığıyla Öğrenci Tutum ve Görüşlerinin Belirlenmesi

Makale Bilgisi

DOI: 10.14812/cufej.676679

Makale Geçmişi:

Geliş 17.01.2020

Düzeltilme 26.03.2020

Kabul 28.09.2020

Anahtar Kelimeler:

Sorgulamaya dayalı öğrenme

yaklaşımı,

5E öğrenme modeli,

Dalgalar konusu,

Tutum,

Öğrenci görüşleri.

Öz

Bu çalışmanın amacı, dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına göre uygulanmasında öğrencilerin dalgalar konusuna yönelik tutumlarının ve fizik dersinin öğretim sürecine ilişkin görüşlerinin belirlenmesidir. Araştırma, 2017-2018 öğretim yılının bahar döneminde bir Anadolu lisesinin 10. sınıfında öğrenim gören öğrencilerle gerçekleştirilmiştir. Araştırmada karma yöntem araştırmaları içerisinde yer alan gömülü deneysel desen benimsenmiştir. Araştırmada veri toplama aracı olarak dalgalar konusuna yönelik tutum ölçeği ve yarı yapılandırılmış görüşmeler kullanılmıştır. Nicel verilerin analizinde bağımlı gruplar t-testi ve betimsel analiz kullanılmış, nitel verilerin analizinde ise içerik analizden yararlanılmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin tutum düzeyleri arasında anlamlı ölçüde fark olduğu ve son testte öğrencilerin tutumlarının arttığı belirlenmiştir. Fizik dersinin öğretim sürecine yönelik ise, öğrencilerin görüşlerinin olumlu yönde değiştiği ve öğrenciler tarafından sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı uygulamalarının desteklediği tespit edilmiştir. Öğrencilerin geleneksel anlayıştan uzak sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımlarını destekledikleri göz önüne alındığında, alanda bu tarz öğrenme yaklaşımlarının yaygınlaştırılması önerilebilir.

* This article culled from the first author's PhD dissertation, which was supervised by Prof. Dr Celal Bayrak.

* Author: sevimbezen@hacettepe.edu.tr

Introduction

Constructivism is a theory of learning which has emerged out of Piaget's studies on cognitive development, and the way knowledge is generated (Yasar, 1998). In essence, constructivism is about an individual's constructing his/her knowledge, transferring it, and putting knowledge into use (Perkins, 1999). Based on the 18th-century dictum, "the one who can explain things is the one who knows them," constructivist theory was shaped around the nature of knowledge and learning (Yager, 1991, p. 54). In this respect, constructivism is generated in learning environments by questioning and discussing education, by defending an opinion, by hypothesizing, and by actively participating in classes.

Inquiry-based learning can be applied by different learning methods such as case-study-based learning, project-based learning, and problem-based learning. All these methods contain within themselves inquiry in various forms because the aim in inquiry-based learning is for students to be able to develop skills for the acquisition of knowledge and to transfer this knowledge to new situations by using their thinking skills. In inquiry-based learning, students should be encouraged to ask questions, to do research, and to analyze their knowledge (Perry & Richardson, 2001). In such education where skills are internalized and become a part of the structure of a student's learning, students can generate problem questions while looking for answers to their inquiries, and they initiate a process in which they can successfully solve the problem at hand (Thier & Daviss, 2001; Wood, 2003). In a similar vein, students try to explain what they have observed, just like scientists do, and examine things to get information (Wenk, 2000). Inquiry-based learning can improve people's advanced thinking skills because it includes different teaching methods and models (Lin, 2001). In this respect, constructivist theory, which should be employed in physics education, is one of the most powerful ways to ensure learning because constructivism is based on how people learn rather than on actual teaching (Dagar & Yadav, 2016).

Both inquiry-based learning and inquiry-based teaching include such steps as "asking questions and direction," "hypothesizing," "planning," "research," "data analysis and interpretation," "searching for a model and designing one," "conclusion and assessment," "communication," and "prediction (guess)." The in-class application of these steps can be made with the 5E learning model (Bell, Urhahne, Schanze, & Ploetzner, 2010). The 5E learning model was developed by Roger Bybee and used in the application of Biology Curriculum Studies in the 1970s (Bybee, 1993). This learning model was designed as a road map to help arrange teaching by the constructivist theory by focusing on scientific process skills and by taking into account scientific process skills. The aim was for students to focus on topics, explore their knowledge, organize and apply them to new situations, and to make sense of them (Bybee, 1997). 5E learning model takes its name from the five steps that constitute it; these steps are to engage, explore, explain, elaborate, and evaluate. In other words, the 5E model is part of the constructivist theory, and inquiry-based learning is used in learning environments (Wilder & Shuttleworth, 2005).

Thanks to the 5E learning model, students are frequently asked questions so that their imagination, as well as inquiry skills, develop. Likewise, it aims to make students use the learning and problem-solving processes so that they improve their skills and attitudes by generalizing what they have learned and by exploring new information (Wilder & Shuttleworth, 2005). Additionally, students are expected to be able to solve problems by asking relevant questions and by creating discussion environments because the method supports their knowledge construction by associating newly acquired information with their already existing ones (Abell & Volkmann, 2006; Llewellyn, 2002). In other words, teaching is generated by turning the questions asked by the teacher to a learning environment in which it is the students who ask questions. In this environment, students are encouraged to think independently and solve problems. They are asked to experience the process so that they can become the ones to ask questions. However, in the present system, information is transmitted to students through books and the like, instead of enabling them to reach information themselves. It can be argued that as such, students cannot internalize knowledge (National Academy of Sciences [NAS], 1997). Indeed, students should acquire experience themselves and therefore learn to research to be able to internalize any subject. In other words, students are expected to construct their knowledge by using their skills because learning will be

fast under the guidance of the constructivist theory (Chiappetta & Adams, 2004). However, inquiry-based learning can take a long time because developing advanced thinking skills, ensuring class participation, and creating solutions for problems are all time-consuming (Llewellyn, 2002).

Objective

This study focuses on students' attitudes towards the subject of waves during its application according to an inquiry-based learning method, and it aims to determine students' views on the teaching process of physics. 5E learning model was utilized during the in-class application of inquiry-based learning, and the subject was selected as waves since this is not as frequently studied in physics education as mechanics, electrical current or temperature, and heat (McDermott & Redish, 1999; Ozdemir & Kocakulah, 2016). Indeed, studies on waves are rather limited in number compared to other subjects in literature. Moreover, it is noteworthy that studies on waves have been carried out mostly with university students to determine their misconceptions. For instance, Linder and Erickson (1989), Barman and Miller (1996), and Hrepic (2002) conceptually examined sound waves; Maurines (1992) and Wittman (2002) conceptually explored spring waves, and Yalcin (2008) focused on water waves. These studies mainly focused on the conceptual difficulties faced by pre-service teachers. In literature, there are no studies on the effect of a preferred teaching method or approach on students' attitudes, nor are there studies in which students' views on the teaching process of the course are gathered. Only in a study carried out by Ozturk (2014) can one find a reference to the positive effect of the use of modal descriptions, inventories, and writing letters on academic success and attitude for waves. Similarly, Ozdemir (2015) determined that teaching waves, according to the social constructivist theory, resulted in a change in students' conceptual understanding and increased their attitude and motivation. Finally, in their study on sound waves in science and technology classes, Dilseker and Serin (2018) examined the effect of project-based learning on success, attitude, and eliminating misconceptions. They discovered that students' misconceptions were reduced while their success and attitudes increased. Literature reveals that the present system falls short when it comes to waves and that new teaching methods are being employed (Harrison & Treagust, 2001; Hewson & Hewson, 2003; Tekbiyik, 2010). Different from literature, this study aims to determine the effect of inquiry-based learning on the learning of waves, because it is evident that inquiry-based learning contributes greatly to learning and there is minimal research on this topic, especially in Turkey (Lederman, Lederman, Bartels, et al., 2019; Shih, Chuang, & Huang, 2010; Thier & Daviss, 2001). In this respect, this study examined students' attitudes towards waves and took their views on the teaching process of physics with an inquiry-based learning approach. In the study, the focus was on attitude because the development of their attitude towards waves could be traced when they combine their new knowledge with their problem-solving skills (Krahenbuhl, 2016). It is already known that students usually have a negative attitude towards physics classes (Adiyaman & Sert, 2017; Reid & Skryabina, 2002; Taasobshirazi & Carr, 2008; White & Tyler, 2015). This study specifically investigates the teaching of waves with inquiry-based learning to lay bare possible changes and improvements in students' attitudes, because it is high time these prejudices were eliminated (Ayvaci & Bebek, 2018; Djudin, 2018). It is also believed that useful information about the effects of inquiry-based learning on the teaching process would be obtained after determining students' views on the existing physics classes (Ecevit & Kaplan, 2019). It will be useful because the effects of inquiry-based learning on the teaching process would be ascertained according to students' views and thus shed light on studies and applications of physics education (Russo & Adorno, 2018). Applying different learning approaches to certain topics are believed to guide physics educators as this would reveal whether these approaches change students' attitudes and views. Recent studies show that students' interest in inquiry-based learning has increased (Chairam, Klahan, & Coll, 2015; Hwang, Chiu, & Chen, 2015); this study is expected to bring clarity to the qualitative scale of these results. This study aims to lay bare the effect of an inquiry-based learning approach on physics education and the quality of learning through students' views (Lederman, Lederman, & Antink, 2013; McConney, Oliver, Woods-McConney, et al., 2014). It is believed that this would prevent both the negative attitudes towards subjects within physics classes and the learning difficulties (White & Tyler, 2015; Stephen, 2015). One advantage of this study is that there are few applied studies, especially on waves in literature, and this is the first time an inquiry-based

learning approach is applied in class. The study is important because it will show the change in students' attitudes and views in the process; this approach aims to enable students to acquire skills to reach information rather than merely passively receive it (Pedaste et al., 2015). In other words, this study aims to contribute to students' views and attitudes as well as to increase the quality of teaching through inquiry-based learning/teaching processes (Donohue, Buck, & Akerson, 2020). It also aims to develop students' attitudes and skills such as critical thinking, asking questions and problem-solving by adopting an inquiry-based learning approach while teaching the waves (Uum, Verhoeff, & Peeters, 2016). As such, with their improved attitudes on waves, students would participate in the process by discussing their ideas with scientific explanations and experimental proofs (Thier & Daviss, 2001; Sabourin, Mott, & Lester, 2013). Now that students' sense of wonder has been poked, they can transform information into significant knowledge, and develop a positive attitude for the waves by understanding its importance in daily life (Kang & Keinonen, 2018). Finally, students' positive views on the teaching of physics classes would increase the use of this approach in physics education and thus increase the quality of education; they would also encourage radical changes in education by keeping in step with the developments of the time (Minner, Levy, & Century, 2010; Sagdic, 2018).

This study sought answers for the following problem sentences, keeping in mind that the research was limited with the inquiry-based learning approach conducted on the subject of waves and with the data obtained from 10th grade students of an Anatolian high school:

- What is the effect of inquiry-based learning on students' attitudes towards waves as a subject?
- How does teaching waves through inquiry-based learning change students' views on teaching process of physics course?

Method

Design

This study employed mixed research methods by using together both qualitative and quantitative research methods (Johnson & Onwuegbuzie, 2004). By the mixed research method, qualitative and quantitative data were collected, analyzed, and were interpreted by relating them to the research findings (Creswell, 2003). The embedded experimental pattern was adopted in this study, which is part of Creswell's classification of mixed research methods. Embedded empirical models enabled the researchers to collect participants' views within an experimental intervention. Experimental results were interpreted by integrating them into participants' viewpoints. In this respect, separate problem sentences were used for qualitative and quantitative findings in this study; data were collected simultaneously, however, they were analyzed separately and were interpreted with the findings of the study (Teddlie & Tashakkori, 2015). "Students' attitudes towards the application of waves according to inquiry-based learning approach" constituted the qualitative data. In contrast, "students' views on the teaching process of physics classes with the application of waves according to inquiry-based learning approach" constituted the quantitative data. In the quantitative scales of the study, single group pre-test-post-test design was used; a pre-test was done before doing any measuring of the dependent variable, and a post-test was carried out after the application (Fraenkel & Wallen, 2006).

Study Group

The study group consisted of 10th grade students of an Anatolian high school. Students were included in the study voluntarily, and the research was conducted in the Spring semester of the 2017-2018 academic year. The study group was determined by criterion sampling, which is one of the purposeful sampling methods. Purposeful sampling aims to examine costly situations in detail (Yildirim & Simsek, 2018). In this respect, the criterion for being a participant was determined as being a 10th grade student. Quantitative data of the study was collected with the participation of 58 students who were enrolled in classes in which the subject of waves was taught according to the inquiry-based learning approach. Quantitative data was gathered from 13 students in these classes, whose class participation and success levels were determined by their teacher to be low, intermediate, and high.

Since the number of students in these classes was high, the focus group was established to represent 58 students based on specific criteria (Schofield, 1990). In other words, these 13 students were selected purposefully because they provide enough information for this study (Patton, 1990). In this respect, while the attitude scale was applied to all students, semi-structured interviews were carried out only with the focus students.

Data Collection Tools

Attitude Scale on Waves

The attitude scale for physics developed by Tekbiyik (2010) was used to collect the quantitative data of the study. This scale has four subscales, namely, importance, comprehension, need, and interest. Cronbach Alpha internal consistency coefficients of the subscales were calculated to be 0.838, 0.795, 0.794, and 0.717, respectively; the internal consistency coefficient for the 30-item scale as a whole was determined to be 0.873. Additionally, the application of this scale was made with 9th graders in 2010. Since this study selected 10th graders as its focus group, and since the secondary education physics program was updated in 2013, the attitude scale for physics required several alterations. The researchers made the range more specific for the subject of waves in line with the aim of this study. In other words, a broad scale was turned into a more specific one. Thus, items were changed, added, or taken out of the range, and finally, a 30-item attitude scale was designed for the waves. Then, 12 physics educators were consulted for the size; these experts examined the content, comprehensibility, and significance of the items. Each expert evaluated the scale on their own; necessary changes in the range were done, taking into consideration their nonconflicting views; some things are taken out while some of them were altered. Afterwards, items on the scale were examined by an expert on Turkish. Finally, a 26-item range was obtained after meeting the content validity. The newly designed scale was administered to 346 11th grade students as a pilot study in which the students rate themselves on a 5-point Likert scale from “strongly disagree (1)” to “strongly agree (5).” The pilot application was carried out with the participation of 346 11th graders because these students had recently covered the subject of waves in their physics classes. In light of all these, the scale was put through explanatory factor analysis to determine the most appropriate number of factors for the size, to see whether the items are relevant indicators of the determining factor, and to prove the scale’s construct validity (Brown, 2015). In this respect, exploratory factor analysis was carried out with 346 students by using SPSS.

Skewness and kurtosis values of items were checked for the relation of the details of the scale to attitude (Tezbasaran, 2008). It was seen that the kurtosis and skewness values of all items were between -1 and +1. Z values of the questions were examined; items’ Z values were in the -3, +3 interval. No detail was taken out of the scale after the data obtained from kurtosis, skewness, and Z values. After examining the total item test correlation, question #3 was taken out of the scale because it had a low relationship (0.161). It is indeed known that items whose item-total correlation value is 0.30 and higher distinguish individuals well, items whose item-total correlation value is between 0.30-0.20 can be used if necessary. Those with item-total correlation lower than 0.20 cannot be used (Buyukozturk, 2007). Then, multi-variable outlier values were checked; 15 students who go over 52.620 by the number of items were defined as outlier value, and data related to these students were taken out.

The Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) coefficient and Barlett test were applied to see the construct validity of the scale after its exploratory factor analysis. KMO coefficient is expected to be at least 0.60, and the Barlett test is expected to be significant so that the appropriateness of data for factor analysis can be seen (Buyukozturk, 2007; Kalayci, 2005). In this study, the KMO coefficient was found to be 0.902 and Bartlett test value to be 2543.363 ($p=0.000$ significance level); hence, data were deemed appropriate for factor analysis. Similarly, with the varimax rotation method, the common factor variance of items was determined to be between 0.386-0.897. Moreover, after the rotation procedure, nine overlapping issues, which gave a load of 0.30 or more to both factors, were removed from the scale (Worthington & Whittaker, 2006). The remaining 16 items were seen to be gathered under two factors, eigenvalues of which are 6.845 and 1.730, respectively. The final version of the scale accounted for 54% of the total variance. The scree plot representing the eigenvalues is presented in Figure 1; interestingly, there is a

fast drop from the first factor to the second. This plot indeed reveals that the scale is a two-factor one (Bryman & Cramer, 1999; Buyukozturk, 2007).

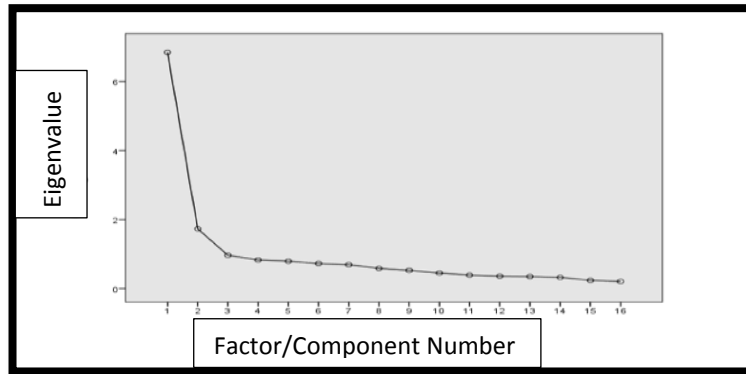


Figure 1. The Scree Plot Representing The Eigenvalues

Gathered under two factors, 11 positive and five negative items of the 16-item scale, which took its final form with the data obtained from 331 students, were in harmony. Factors were thus named based on item contents. Both elements were named accordingly. In the final phase, the internal consistency of the scale was checked by calculating the Cronbach Alpha coefficient of each factor. The internal consistency coefficient was 0.909; reliability was 0.891 for the first factor and 0.844 for the second. Factor names, items under these factors, factor loads of things, and Cronbach Alpha coefficients of elements can be seen in detail in Table 1.

Table 1. Names of Factors, Factor Analysis Results and Cronbach Alpha Coefficients of Items of Scale

Factor Name	Cronbach Alpha	Items	Factor Load	
			Factor 1	Factor 2
Learning	0.891	I1	0.841	
		I2	0.897	
		I3	0.798	
		I4	0.605	
		I5	0.788	
		I6	0.575	
		I7	0.684	
		I8	0.668	
Daily Life	0.844	I9		0.837
		I10		0.671
		I11		0.773
		I12		0.832
		I13		0.386
		I14		0.563
		I15		0.661
		I16		0.476

Based on the obtained results, it was decided that the 5-point Likert-style “Attitude Scale for Waves” is a valid and reliable measuring tool to determine students’ attitudes.

Semi-Structured Interview Questions

Interview questions designed by the researchers were used to gather the qualitative data of the study. These semi-structured interview questions were asked to the students within a specific frame; however, due to the nature of qualitative data, this frame was breached, and a more in-depth data were

collected through students' answers (Glesne, 2012). The aim here was to put forth students' views more clearly on the teaching process of physics classes. As such, the main questions posed to the students are given below. The format also asked additional items to the students of semi-structured interviews:

- What kind of activities do you do in a physics lesson: (Experiment, observation, project, etc.)
- How, in your opinion, should physics classes be conducted? What kind of activities should be part of the courses?
- What would you do to prepare for a never-before-seen subject in physics? Explain.
- How do you use the knowledge you obtained in physics classes in daily life? Where do you make use of this knowledge? Explain.
- What are your favorite activities in physics classes? Explain.
- What are the most challenging activities in physics classes? Explain.
- What kind of a method should be followed when faced with a problem in the learning of a subject in physics classes? Explain.

These semi-structured interviews were held pre and post application. During the use, students were asked general questions about the teaching of physics classes so that they move from the general to the specific. Students were not guided at this stage. Necessary inferences appropriate for the aim of the study were made, and students' views on the process of the teaching of physics were reflected. As indicated by Yildirim (1999), data obtained from students should be organized so that they would reveal the main themes related to the research problem, and they should have a meaningful structure. In short, semi-structured interviews were carried out as such in detail. In this respect, the pre-interviews aimed at revealing the achievements students already had and at determining how their views changed post-interviews. Thus, the participants were asked the same questions pre and post-interviews. Moreover, the interview questions used in the study were presented to 12 experts in physics education, after which they took their final form; these experts were consulted to provide content and predictive validity of the questions.

Application

The teaching that was done by inquiry-based learning was completed in 10 weeks. It included various activities such as simulations, animations, videos, demonstration experiments, educative games, study sheets, whisper groups, guess-observe-explain, concept maps, concept nets, and case study applications. As such, students became active participants in the class. Five activities were designed, keeping in mind the 2013 secondary education physics teaching program. These activities are "Let's jump rope, Superposition, Tsunami, Stroboscope, and Would Bogazici Bridge fall?" In-class applications of these exercises were conducted through the 5E learning model. As an example, "Let's jump rope" activity has the following learning outcomes (Ministry of National Education [MNE], 2013):

"10.3.1.4. It creates spring and periodic waves and explains the difference between them.

a. Students are ensured to understand that pulse is not a basic physics concept but one that is created to examine the wave's qualities.

b. Students are provided to test pulses' reflection from the fixed and free end by experimenting or using simulations, etc.

c. Students can analyze the variables on which the pace of a pulse created on a strung bow depends.

d. Mathematical operations about the speed of vibration are left out."

The activity was planned to be conducted in 80 minutes by employing demonstration experiments, simulation, question and answer, video shows, animations, and discussion.

In the “Engage” step of the activity, students have distributed the activity paper on the pulse and periodic waves, which can be found in Appendix A. They were asked to answer the questions at different phases, namely after the demonstration experiment, the animation, and at the end of the activity. Then, three students were invited to the front of the class and given a rope. The demonstration experiment was carried out with the participation of these students: two of them controlled the line while the third one jumped. Assuming that the one jumping rope was called to the principal’s office, the other two were asked to continue. One of them held the rope stable, and the other created the pulse by oscillating the rope back and forth. In other words, students were made to develop periodic waves. Then, students were asked several questions about the experiment. They were expected to interpret these situations demonstrated by the research. They were given a couple of minutes to write down their views on the activity paper. Consequently, the aim was to arouse curiosity, motivate them for the class, and to reveal their previous knowledge on the topic by asking questions.

In the “Explore” step, students were shown animations so that they could think about and explore the related concepts (Links: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=kv_odraz_na_konci&l=tr&zoom=0, <https://www.edumedia-sciences.com/tr/media/520-yay-dalgalar-2>). Then, they were asked to fill in the activity paper, being warned that they should not make any alterations in their previous drawings and explanations. Based on their pictures and descriptions, the reflection of periodic waves and the pulse from the fixed and free end was discussed in class. Students were then told that the vibration was divided into two as lateral and vertical; they were given time to think about “What could be the difference between a lateral and vertical pulse?” Students were shown videos and animations so that they can get together options to solve the problem (Links: <https://www.youtube.com/watch?v=yG2LNDlw9rg>, https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=kv_pruzina&l=tr&zoom=0, https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=kv_vlnostojate&l=tr&zoom=0). After the video and the animations, they were asked the following questions to explore knowledge within a discussion platform: “What type of wave has oscillation perpendicular to the movement of the wave? What type of wave has oscillation parallel to the movement of the wave? What kind of wave contains compression and relaxation? What kind of wave would you get if you vibrate a bow from its tip? What type of wave has a wavelength?”.

In the “Explain” step, the teacher wrapped up the topic taking into account the students’ views and explained the concepts of pulse, periodic waves, amplitude, and magnitude. Then, students were encouraged to compare the teacher’s explanations with the result of their exploration. Afterwards, students studied actively on a simulation to justify their thoughts on the concepts (Links: https://phet.colorado.edu/sims/normal-modes/normal-modes_en.html, https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-on-a-string/latest/wave-on-a-string_tr.html). As such, the students were expected to explain the concepts they explored with the help of their teachers. The students were then asked the question, “Do you know what the distance between peaks or troughs of two waves denotes?” They were ensured to arrive at the correct answer, which is a wavelength, and they were helped with crystallizing their knowledge. Students learned the relationship between the wavelength, the speed of a wave, and period by making deductions from the $x=v.t$ after they were introduced to the concepts of frequency and period. Then, they had a class discussion on these concepts. Finally, students were shown a video of a sportsperson and were asked the following question: “This rhythmic gymnast moves her ribbon as you can see. Examine the wave movement made she makes with her ribbon and comment on the frequency of the wave, the wavelength, and the amplitude of the wave that occur in the wave movement.” (Link: <https://www.youtube.com/watch?v=4E1zONj55c0>). Their answers were also discussed in class. During the discussion, they were asked to examine their classmates’ ideas critically and to prove their own.

In the “Elaborate” step, the aim was to deepen students’ knowledge using the demonstration experiment. They were asked the question, “What else, in your opinion, can the speed of the pulse depend on?” The demonstration experiment was carried out with the bows brought into class. Bows of

different thicknesses were used; one end of the bow was plugged into the dynamometer, and a student held the other. The student was asked to tighten the bow and read the length shown on the dynamometer. Then, creating a pulse of the bow, the arrival time of the pulse was measured by a chronometer. The measurement was repeated by changing the force of the tightening of the bow. When the effect on the same bow changes, so does the speed of the pulse, which can be calculated by using the formulae $x=v.t$. It was also determined after measurements that the rate of the vibration on different bows with the same force effect is different. Students were asked what the reason for this difference could be. Students then understood that the speed of the pulse depends on the force that tightens the bow as well as the mass of the bow. Then, in a class-discussion format, students were asked to give examples from daily life about the related concepts, and they were encouraged to transfer their knowledge into new situations.

In the "Evaluate" step, students were asked to fill in the activity papers in full, and the teacher collected these papers. The collected articles were shuffled and distributed to students so that they can evaluate each other. The final activity papers were taken back to be assessed by the teacher; students were asked to do some research for the next activity and look at some sources. Then, the teacher shared her opinion on the process with the students and completed the action "Let's Jump Rope."

Before and after the teaching of waves via the inquiry-based learning approach, students' views and attitudes were examined. Pre and post the application, an attitude scale was applied, and semi-structured interviews were conducted about the teaching process of physics. The attitude scale on waves was used to 58 students in approximately 20-25 minutes in class in one class hour pre and post-test. The pre and post-test attitude scale data applied in the study showed the change in students' attitudes. Interview questions designed by the researchers were also asked at pre and post-interviews to 13 students in a week. These interviews were conducted face-to-face at school at a time agreed upon with the students. The semi-structured interviews took approximately 20-25 minutes, and a voice recorder recorded them.

Data Analysis

Analysis of Quantitative Data

SPSS was utilized in the analysis of the data obtained from the attitude scale. A Paired-samples t-test was used to express the collected data procedurally. The t-test, parametric testing, is based on comparing measurement results instead of comparing the results obtained from a sample with the universe (Cepni, 2014). In this study, 58 students from two classes, who were matched to one another, answered the attitude scale, which was applied as pre and post-test; their answers were analyzed. Their responses were controlled, whether there is a significant difference (Ural & Kilic, 2005). The "t-test determined this difference." Moreover, the effect size as an indicator of practical significance was also calculated (Cohen, 1994). Data obtained from the attitude scale were analyzed by descriptive statistical methods (mean, percentage, frequency, standard deviation). To examine students' attitudes, the mean of all items in the scale was calculated, these means were determined to be attitude levels of students. Finally, students' attitude towards the teaching of the waves according to the inquiry-based learning approach was evaluated by looking at the answers the students gave in the attitude scale for the waves.

Analysis of Qualitative Data

Students' views on the teaching process of physics were analyzed by content analysis. In content analysis, similar concepts are gathered under specific themes and categories and interpreted in such a way that readers can understand them easily (Creswell, 2014). Moreover, it is a systematic and repeatable technique which allows the words of a text to be summarised under specific categories using codifications based on certain rules (Krippendorff, 2004; Neuendorf, 2002). A transcript of the student interviews was transcribed into a word document, and the answers of each student were grouped under the questions. These answers were analyzed one by one by the two researchers at different times. Similar responses were grouped under specific categories. Students' answers were put under a code title under these categories. Then, the two researchers collaboratively worked on them. This analysis

was visualized in the findings section in the form of tables. Differences that occurred between the pre and post-interviews were visualized in the table. Expert opinion was consulted while forming the categories and themes. Two experts on physics education separately read the transcripts, and they examined the appropriateness of the codes under specific topics and categories. The experts had consensus as well as differences of opinion. They came together and revised their differences; after that, the reliability of the interviews was determined to be 90%. Miles and Huberman (1994) indicate that any result that is 70% and higher would mean that the research is reliable.

For the validity and reliability of the qualitative data, several strategies such as plausibility, transmissibility, consistency, and confirmability were checked. The plausibility of the study was achieved when the authenticity of data, the relationship between the processes, data, and the findings were presented objectively to the experts. Transmissibility of the study was proven when the data were presented by direct quotations and without any comments. Yin (1994) and Merriam (1988) contend that in semi-structured interviews, the participants' views and thoughts should be directly narrated to the reader using direct quotations without any subjective interference. Within the scope of transmissibility, the study group was determined by purposeful sampling, and the defined criterion was laid out in detail. For consistency, interviews were recorded while they were conducted face to face; the same experts generated validity-reliability studies of data. Finally, for confirmability, data of the study were confirmed by the obtained results, they were related to literature, and the findings were presented to the readers (Yildirim & Simsek, 2018).

Ethical Procedures

Ethical principles and rules were followed during the planning of the research, data collection, analysis, and reporting. The consent form was signed by the study participants. This research was found ethically appropriate with the decision numbered 76000869/431-3807 at the meeting held by Hacettepe University Senate Ethics Commission on 07 November 2017.

Findings

Quantitative Findings

It was examined whether there is a significant difference between the quantitative findings obtained in the study and the students' attitude levels towards the subject of waves. The mean and standard deviations of the pre and post-test attitude values were calculated to determine students' attitude levels concerning the waves. Then, the effect size was calculated according to the difference of group mean to "standardize the difference between mean" (Kotrlík & Williams, 2003). Cohen's *d* effect size formula was employed, and the effect size of the attitude scale was found to be 1.17 (Cohen, 1988). Since a value higher than 0.80 indicates a high effect size, it was accepted that the effect size of the study is significant. Skewness and kurtosis values of the pre and post-test data were examined; it was determined that they have a normal distribution since the result of the examination was between -1, +1. After this procedure, a t-test was done to see whether the difference between the pre and post-test concerning the subscales of the attitude scale is significant, and the results are presented in Table 2.

Table 2.

T-Test Results Concerning The Subscales of The Attitude Scale

		N	\bar{X}	sd	df	t	p	Cohen's <i>d</i>
Learning	Pre-test	58	27.03	4.67	57	-5.67	0.000	0.97
	Post-test	58	31.43	4.34			(<0.05)	
Daily Life	Pre-test	58	23.32	4.68	57	-6.00	0.000	1.12
	Post-test	58	29.96	6.92			(<0.05)	

The learning subscale test results of the pre and post-test show that the mean of the post-test is 31.43, and the way of the pre-test is 27.03, which indicates that the arithmetic means of the post-test is higher than that of the pre-test. T-test was applied to see whether the difference between the pre and post-test scores is significant, and the t value was found to be -5.67. There was a significant difference

between the post and pre-test scores ($t=-5.67$, $p<.05$). Moreover, Cohen's d effect size was calculated to be 0.97 in the learning subscale, which revealed that its effect size is large. After comparing the pre and post-test scores in the daily life subscale, post and pre-test means were determined to be 29.96 and 23.32, respectively. Post-test ways were higher than the pre-test means, and the t value was -6.00. It can be argued that the post-test scores significantly differ from the pre-test scores ($t= -6.00$, $p<.05$). Finally, Cohen's d effect size was calculated to be 1.12, which revealed that its effect size is large.

After the procedural analysis, data were also descriptively interpreted. Students' answers were expressed by calculating means, percentage, attitude level, and standard deviation of the pre and post-test scores related to the subscales. For the negative items in the scale, reverse scoring was done (1→5, 2→4, 4→2, 5→1). Detailed information can be found in Table 3.

In the learning subscale, most students' attitudes concerning the waves for items 1 and 2 in the pre-test were at level 3 (39.7%, 37.9%). In the post-test, it was determined that students' attitude levels changed for these items: they were raised to levels 4 and 5 (67.2%, 77.6%). Before the application, question 3 was rated as 4 and 5, indicating agreement by more than half of the students (58.6%). The agreement rate for this item was increased through an inquiry-based learning application (79.3%). Students whose attitude level was 3 for questions 5 and 8 (56.9%, 44.8%) were determined to agree at levels 4 and 5 in the post-test (75.9%, 63.8%). For the negative expressions in the related subscale, students' attitude was determined to be at level 3 for items 4 and 6 in the pre-test (41.4%, 31%). However, after the inquiry-based learning applications, students' attitudes were seen to increase significantly in the post-test to levels 1 and 2 for these items (82.7%, 58.7%). For question 7, students' attitude, which was at level 2 in the pre-test (50%), improved and rose to level 1 in the post-test (46.6%). Generally speaking, a comparison between the findings obtained from pre-test and post-test indicated that students' attitudes improved in most items; and the most significant improvement was in question 6.

In the daily life subscale, students' attitude, which was at level 3 for items 9 and 10 in the pre-test (41.4%, 48.3%), increased to level 4 and 5 in the post-test (62%, 60.3%). Likewise, for items 12 and 16, students' attitude level increased from 3 to 4 and 5 in the post-test (62.1%, 55.2%). For question 13, students' attitude level was at 4 and 5 in the pre-test (50%), and it was determined that the number of students' who agree with the same attitude level increased in the post-test (62.1%). Also, it was seen that students' attitude level for item 14 was 1 in the pre-test (31%). After the inquiry-based learning application, it was observed that this was increased to level 5 in the post-test (37.9%). As far as the negative items were concerned, students' attitude level was at 1 and 2 for questions 11 and 15 in the pre-test (44.8%, 65.5%). However, it changed significantly in the post-test; the number of students who agree with the same attitude level significantly increased (67.2%, 81.1%). Generally speaking, a comparison between the findings obtained from pre-test and post-test indicated that students' attitudes improved in most items; and the most significant improvement was in question 14.

Consequently, students' answers on the scale were treated both procedurally and descriptively in both subscales. It was determined that students' attitudes change positively in the test of the subject of waves according to the inquiry-based learning approach.

Table 3.
Students' Attitudes in Pre and Post-tests concerning the Learning and Daily Life Subscales

Subscales	#	Items	Pre-test						Post-test							
			Level of attitude** (%)					\bar{X}	SD	Level of attitude** (%)					\bar{X}	SD
			1	2	3	4	5			1	2	3	4	5		
Learn	1	I can quickly solve problems on waves.	10.3	17.2	39.7	32.8	0	2.95	0.963	1.7	5.2	25.9	43.1	24.1	3.83	0.920
	2	I find it easy to use formulas on waves.	5.17	17.2	37.9	34.4	5.17	3.28	0.874	0	1.7	20.7	58.6	19	3.95	0.686
	3	I can easily understand the waves as a subject.	0	10.3	31	37.9	20.7	3.69	0.922	0	0	20.7	56.9	22.4	4.02	0.662
	4	I find symbols related to waves <u>complicated</u> .*	10.3	27.6	41.4	13.8	6.9	3.21	1.039	24.1	58.6	13.8	1.7	1.7	4.02	0.783
	5	I find it easy to use the symbols related to waves.	1.7	15.5	56.9	22.4	3.4	3.10	0.765	3.4	0	20.7	56.9	19	3.88	0.839
	6	I get <u>bored</u> in class when the subject is waves. *	18.9	27.5	31	13.8	8.6	3.33	1.176	32.8	25.9	27.5	8.6	5.2	3.78	1.109
	7	I <u>hate</u> waves as a subject. *	34.5	50	10.3	5.2	0	4.14	0.805	46.6	36.2	10.3	3.4	3.4	4.19	0.999
	8	I find waves as a subject interesting.	1.7	10.3	44.8	37.9	5.2	3.34	0.807	1.7	5.2	29.3	41.4	22.4	3.78	0.918
D. Life	9	We see applications of the waves as a subject in daily life.	6.9	15.5	41.4	27.6	8.6	3.16	1.023	3.4	8.6	25.9	37.9	24.1	3.71	1.043
	10	I believe everyone needs to learn about the waves as a subject.	19	27.6	48.3	5.2	0	2.40	0.857	10.3	5.2	24.1	37.9	22.4	3.57	1.201
	11	The knowledge I have on the waves has <u>no use</u> for me in interpreting things around me. *	10.3	34.5	29.3	17.2	8.6	3.21	1.120	22.4	44.8	20.7	6.9	5.2	3.72	1.056
	12	I think waves as a subject is directly related to daily life.	13.8	34.5	41.4	8.6	1.7	2.50	0.903	5.2	6.9	25.9	32.8	29.3	3.74	1.117
	13	I think expenses made on research on the waves as a subject are well-spent.	1.7	12.1	36.2	43.1	6.9	3.41	0.859	0	5.2	32.8	36.2	25.9	3.83	0.881
	14	Knowledge of waves is necessary for my professional life.	31	20.7	24.1	17.2	6.9	2.48	1.287	19	5.2	12.1	25.9	37.9	3.59	1.511
	15	Developments on waves as a subject do <u>not make</u> our daily living conditions any better. *	13.8	51.7	17.2	12.1	5.2	3.57	1.045	48.3	32.8	12.1	1.7	5.2	4.17	1.062
	16	I think professions need knowledge of waves.	19	24.1	37.9	15.5	3.4	2.60	1.075	5.2	8.6	31	20.7	34.5	3.64	1.165

*Negative items in the scale, **From 1 to 5, responses represent "strongly disagree" to "strongly agree."

Qualitative Findings

Students' views on the teaching process of physics classes were examined in the qualitative findings. Students were asked seven questions, and these questions were gathered under six themes and 32 categories. The analysis of students' answers is presented in detail in Table 4.

Table 4.
Students' Views on the Teaching Process of Physics Course

Themes	Categories	Pre-interview	Post-interview
The Actual Teaching	Solving problems	√	
	Experiment		√
	Simulation		√
	Video		√
	Discussion		√
	Group studies		√
The Desired Teaching	Experiment	√	√
	Simulation	√	√
	Group studies	√	√
	Visual material	√	√
	Modeling		√
	Relating the subject with daily life		√
	Project		√
	Video		√
Preparation	Nothing	√	√
	Examining secondary sources		√
	Exploring the internet		√
Place of Physics in Daily Life	Relating it to mechanics	√	
	Relating it to electrics	√	
	Relating it to optics	√	
	Relating it to waves	√	√
Challenges of Physics	Electrics experiments	√	√
	Teaching abstract concepts	√	√
Solutions to Challenges in Physics	Creating grounds for discussion	√	√
	Referring to literature	√	√
	Experimenting	√	√
	Using visual material	√	√
	Relating concepts with daily life	√	√
	Simulation	√	√
	Showing videos	√	√
	Simplifying the topic by using modeling		√
	Solving problems		√

It is interesting to note that students only mentioned solving problems in the pre-interview when we look at the first theme – “Actual teaching” determined through the students' responses. Students only had solving problems activities while learning previous subjects. However, when they were asked the same question post-interview, it was seen that they included experiments, simulations, videos, discussion, and group activities in their answers. Students' explanations about this theme can be seen below (S: Student, #: Student Number):

S3: We do not do any activities in physics. The teacher merely writes down a question on the board, and we solve it.

S8: In the post-application, we did several activities such as experiments, simulation, video, discussion, and group study.

In the “Desired teaching” theme, it was seen that students mentioned experiments, simulations, visual materials, and group activities in the pre-interview. In the post-interview, they added modelling, relating the topic to daily life, project, and videos. One can say that activities that were conducted in the applications set precedence for students. Students’ explanations about this theme are given below:

S1: I would like our knowledge to be supported by simulations. I would like abstract concepts to be made concrete for clarity. Similarly, visual material can be used.

S4: We can discuss the place of physics subjects in daily life; items can be taught by relating them to everyday life more. Even modelling can be done in classes.

In the pre-interview for the “Preparation” theme, students indicated that they usually do not prepare for the subjects that are to be covered in class. However, it was determined in the post-interview that students were more informed about preparation, and they looked up resources and utilized the internet. Students’ expressions regarding this theme are given below:

S5: I do some online research before class, and I skim through the book.

When students were asked about the place of physics in daily life, they usually associate it with mechanics, optics, electrics, and the waves. In the pre-interview under the “The place of physics in daily life” theme, students mentioned four primary areas, and they gave examples related to the waves post-interview, which was about the waves. Below can be found how students relate subjects to daily life:

S12: I now know that the volume of our voice increases when we want to be heard.

In the “Challenges of physics” theme, it was seen that students mentioned learning about abstract concepts and experiments on electricity. Students expressed the same things in the pre and post-interview.

Finally, when students were asked how these challenges faced in physics can be overcome, in both the pre and post-interview, they talked about various methods that can be used. Under the “Solutions to challenges in physics” theme, students mentioned creating a discussion platform, consulting literature, doing experiments, using visual materials, relating the concepts with daily life, using simulations and videos in the pre-interview. In the post-interview, they added modelling, simplification, and solving problems. Students supported these categories with the expressions given below:

S10: I would prefer to do modelling in class. I would simplify the lecture. I think this can solve the problem and ensure meaningful learning.

It can be inferred from the quantitative data that students’ views on the teaching of physics classes changed in a positive direction after being taught via the inquiry-based learning method.

Discussion & Conclusion

Teaching the subject of waves via an inquiry-based learning method has a positive effect on students’ attitudes because there was a significant difference between the students’ attitude scores in the pre and post-test in both learning and daily life subscales. This enabled both subscales to be handled together and expressed through attitude towards waves. Consequently, it was determined that students’ attitudes changed positively. However, there are studies in the literature which argue that changing the position in a short amount of time is difficult (Karamustafaoglu, 2003; Ozsevec et al., 2006). It is because change is related to perception, and belief requires time, and not only the process but also encouraging students by guiding them is crucial. In other words, increasing the number of students who are interested in a subject and who are keen on learning it through student-centred

teaching depends on the time variable (Sheldrake, Mujtaba, & Reiss, 2019). This study, too, considers the positive effect that having the application in about ten weeks has on attitude. Similarly, there are studies in the literature which contend that students having more positive views and opinion increases success because position and success are related; students' learning styles and problem-solving skills directly affect this relationship (Balta & Asikainen, 2019). In this respect, this study prioritized conceptual learning instead of operational learning so that students thoroughly understand concepts. Theoretical knowledge focuses on the meaning-making of a subject where the student is actively engaged; it also focuses on improving their problem-solving skills (Pedaste et al., 2015). In other words, if one can create learning environments where students learn by doing and experiencing things, then their success will be inevitable (Fischer & Hanze, 2019). To this end, in this study, students indicated that they were quickly able to understand the waves after the application and that they could comfortably use the formulae and symbols related to this topic. Indeed, inquiry-based learning provides students a different learning opportunity and hence contributes to the development of their inquiry skills (Wu & Hsieh, 2006). Similarly, Katranci and Sengul (2020) contend that students with advanced inquiry skills also have high reasoning skills as they try to make sense of a subject by asking "why" and "how." Also, it was determined that when students have interactive studies with their peers, do research on the internet before lectures, and look up secondary sources, it makes learning more comfortable, and it improves students' communication skills (Akerson et al., 2009; Bao & Koenig, 2019; Laipply, 2004). Bao and Koenig (2019) argue that improving communication skills is crucial, especially in 21st-century learning. Students can deal with complex problems with their communication skills, and they can discuss ideas stemming from different views. Similarly, they can explore multiple solutions – since their observation and listening skills have also improved – so that they can find creative solutions to problems. As such, the teaching method applied in this study can be said to change students' perspective because the pre-application of the students tried to understand technical information through presentations and felt responsible only to regurgitate it in the exams. However, they can now see this subject in terms of a reflection of science on society as well as the solving of daily problems (Cepni & Cil, 2009; Ormanci & Cepni, 2019). In this respect, the study contributed positively not only to their attitude but also to their social development and mental skills (Boddy et al., 2003; Uum et al., 2016; Windschitl, 2003). As Uum et al. (2016) contend, applied activities, discussion platforms, and video shows need to be employed for students to develop socially and mentally so that they can focus on learning conceptually. As students learned in a significant and conceptual way by participating in class, their sense of confidence also improved (Saka & Akdeniz, 2006). They indicated that they can quickly solve problems on waves and that such studies on waves have contributed to their learning (Alouf & Bentley, 2003). When students have developed problem-solving skills, they can effortlessly solve problems they face in daily life (Turnip, Wahyuni, & Tanjung, 2016; Wise, 2006). Students' cognitive skills, as well as attitudes, improved (Sozibilir et al., 2007; Tatar, 2006; Whitelegg & Edwards, 2001).

It was discovered in this study that the application generated by the inquiry-based learning approach positively changed students' views on the teaching process of physics. Students supported applications of such methods arguing that the existing system relies merely on problem-solving during teaching. At the same time, the form showed how helpful as well as preferable it was to make use of experiments, simulations, videos, visual materials, relating topics to daily life, discussion, and group studies to learn the subject (Chairam et al., 2015; Cam, 2008; Park & Lee, 2004). At this point, students were able to notice that the methods they wished they had in the teaching process were generated at the end of the application; they were also able to see that this application was beneficial for their learning (Hwang et al., 2015). In other words, it was evident that students expected to have a productive learning environment so that there could be a lively communication between the teacher and the student (Laipply, 2004). Students believe that teachers play a significant role in the effective running of courses because teaching methods can become functional only when teachers take on a guiding part (Aulia, Poedjiastoeti, & Agustini, 2018). However, there are results in the literature that reveal that teachers know how to provide effective teaching but prefer to lecture as they find it challenging to give up their habits (Ayvaci & Bakirci, 2012; Kidman & Casinader, 2017). It is well-known that lecturing is limited in

contributing to students' learning, and it causes difficulties for students, especially when they try to learn abstract concepts. Thus, several studies put forth that students think teachers should guide them in the learning environment by suggesting learning styles that actively engage students with the teachers. Students also believe that teachers should ask them questions to nudge them in the right direction and should encourage them (Firman, Ertikanto, & Abdurrahman, 2019). In short, students think that they can attain the desired behavior by improving their sense of confidence with the guidance they receive from their teacher during the teaching process (Parchmann et al., 2006). All these results show that students favour the inquiry-based learning approach over traditional approaches (MacKenzie, 2016). As students mentioned the need for inclusion of simulations and experiments in the teaching process, evidently such activities are helpful for their learning and effective in increasing attitude. Materials help students get a more comprehensive understanding of the experimental physics classes (Sari & Guven, 2013; Shi, Ma, & Wang, 2020). Materials would also enable students to acquire the ability to observe, infer, compare, guess, experiment, interpret, and draw conclusions (Syifahayu, 2017; Wu & Krajcik, 2006).

After these, at the end of the application, students were aware of the direct relationship between the waves and the daily life; they mentioned that they come across the forms of waves in everyday life and that this makes their lives easier. In the study, it was evident from the students' expressions that they had improvement in their scientific process and problem-solving skills (Abdurrahman, 2017). When students can relate topics to their daily experience, they can enjoy these topics more, and thus they learn more easily; moreover, their knowledge becomes permanent (Kuter & Ozer, 2020; Westbroek, 2005). Kuter and Ozer (2020) also indicate such learning can only be obtained from studies based on constructivist theory. Therefore, students can integrate into their lives the concepts that are discussed during the teaching of the waves. Finally, students who participated in this study believed that the knowledge they accumulated during the education of the waves would be valuable in their professional lives; they also found that everyone should be knowledgeable about the waves. They can have such a viewpoint because their skills and abilities about scientific approaches have increased (Tan, Yangco, & Que, 2020).

These results were reached without any control group or a random method in the study, which indeed makes the study vulnerable to various threats (Buyukozturk, 2007; Lodico, Spaulding, & Voegtle, 2010). In this respect, measures should be taken against these threats, and the limitations of the study should be discussed. For instance, the selection of the study group is one of these threats (Johnson & Christensen, 2019) because these students were determined without any random method. However, students' differences were taken into consideration; participants were selected based on their similarity of being a student at an Anatolian high school, which requires successfully passing an entrance exam, to minimize the differences. Moreover, teachers were consulted during the selection of the study group. The study group was selected after their teachers indicated, based on their two-year experience with these students as their physics teachers, that their students have similar knowledge and success levels in physics classes (Christensen, Johnson, & Turner, 2015; Lodico et al., 2010). In literature, it was stated that the past plays an important role and is a threat for studies that lack a control group because any event that has taken place in history may easily affect the dependent variable. The duration of a survey should be short enough to avoid this potential threat. That is why this study was conducted in 10 weeks. Another internal threat was the application of the data collection tools to the same study group twice; students would be familiar with the questions in the post-application, and this may have affected. However, there was a 10-week gap between the pre and post-application, which decreased the possibility for students to remember the items. The data collection tool of the study was appropriate, valid, and reliable, which is indeed a precaution for any threat against internal consistency. The preliminary test is also a known external threat. Researchers made sure students did not have any awareness about the pre-test being used to change their attitude. Necessary precautions were taken, both on the scale and while briefing the students, to prevent any increase in their awareness of this. It was how any external threat that would prevent the generalisability of the study was stopped. The fact that there was no random selection for the study group was a threat to external validity as well. Since

the generalisability of the study was under risk, it was thought that the application should be carried out with the participation of a large number of students to increase external validity. To control this threat, the study was carried out with the maximum number of students that could be reached and were predicted to work without hindering the application. It is also known that the teacher, who plays a vital role in the study, should not unconsciously affect the result of the study. It may have an impact on students' performance, attitude, and behavior. The teacher should not have any expectations about the result of the study, and he or she should avoid biased behavior. The teacher in this present study got together with the researcher every week to go over the activity plans and focused only on the application process without knowing what the expected result of the study was. Finally, it is well-known that when students are conscious of being part of a research, they may have a specific behavioral change, and this may be a threat to the study. Here, students were not informed about inquiry-based learning; instead, they were told that the teaching of the waves would be done differently. Students were included in the process without having any expectations concerning the study. It is believed that the threat stemming from students' reactions can be controlled as such. On the other hand, the effect of novelty, which denotes an increased interest, motivation, or class participation for students due to doing something new or different in class, poses an external threat. It can be controlled by realizing the research in an appropriate time frame. Since the duration of application was also ten weeks, it can be claimed that the lengthy use may result in diminishing the effect of a novelty for students (Gay & Airasian, 2000; Lodico et al., 2010).

The application that was carried out according to the inquiry-based learning approach is believed to contribute to the students' attitudes towards waves as a subject and, thus, to the teaching process of physics. This study, which puts forth the change in students' attitudes and views, can be used as a supplementary resource for the waves. It is also believed that this study will be a guiding source for physics teachers as it was generated at the secondary school level (Russo & Adorno, 2018). There is limited research on the application of inquiry-based learning for the subject of waves (Fazio, Tarantino, & Sperandeo-Mineo, 2010; Katsarova & Raykova, 2019; Ozdemir & Kocakulah, 2016), which also proves that this study will contribute to both national and international literature. Additionally, researchers who will utilize the data collection tools of this study are advised to test the factor structure of the attitude scale with confirmatory factor analysis and provide substantial proof for its construct validity (Cronbach & Meehl, 1955).

In summary, it is not easy to contribute to the teaching and learning of physics classes. Student-centered approaches that enable students to acquire and construct knowledge on their own require more energy and commitment than teacher-centered methods (Donohue et al., 2020). Merely presenting information and telling them what they know is wrong means stunting their scientific learning (Firman et al., 2019). In this respect, electing to employ methods in which students can actively participate in the process is believed to encourage them to have significant learning (Pedaste et al., 2015).

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.

Türkçe Sürümü

Giriş

Yapılandırmacılık, Piaget'in bilişsel gelişime ve bilginin var oluşuna yönelik çalışmalarla ortaya çıkan bir öğrenme kuramıdır (Yaşar, 1998). Yapılandırmacılığın özünde kişinin bilgisini yapılandırması, bilginin transfer edilmesi ve bilginin uygulamaya konulması yer almaktadır (Perkins, 1999). 18. yüzyılda "Bir şeyi bilen, onu açıklayabildir." ifadesi ile yola çıkıldığı ve günümüzde bilginin doğası ve öğrenme anlayışı çerçevesinde yapılandırmacı kuramın temel dayanağının oluşturulduğu bilinmektedir (Yager, 1991, s. 54). Bu açıdan yapılandırmacılığın öğrenme ortamlarında bilgilerin sorgulanarak, tartışarak, düşünceleri savunarak, hipotez kurarak, düşünceleri paylaşarak ve derse aktif katılım sağlayarak gerçekleştirildiği ifade edilebilir.

Sorgulamaya dayalı öğrenme ise yapılandırmacı kuram kapsamındaki örnek olaya dayalı öğrenme, proje tabanlı öğrenme, probleme dayalı öğrenme gibi farklı öğrenme yöntemleriyle uygulanabilmektedir. Tüm bu yöntemler değişik biçimlerde sorgulamayı kendi içlerinde barındırmaktadırlar. Çünkü sorgulamaya dayalı öğrenmede amaç, öğrencilerin bilgi edinme sürecine ilişkin beceriler geliştirmesi ve düşünme becerilerini kullanarak yeni durumlara bunları transfer edebilmesidir. Sorgulamaya dayalı öğrenme sürecinde öğrenciler soru sormaya, araştırma yapmaya ve bilgilerini analiz etmeye teşvik edilmektedir (Perry & Richardson, 2001). Becerilerin içselleştirildiği ve bu becerilerin öğrencinin bilgi yapısının bir parçası haline geldiği sorgulamaya dayalı öğrenmede, öğrenciler sorularına yanıt ararken, problem cümlelerini oluşturabilmekte ve problem çözmeyi başarabilecekleri bir sürece girmektedirler (Thier & Daviss, 2001; Wood, 2003). Aynı zamanda öğrenciler bilim insanı gibi gözlemlediklerini açıklamaya çalışmakta ve kuramlara ulaşabilmek için olayları sorgulamaktadırlar (Wenk, 2000). Sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile üst düzey düşünme becerileri geliştirilebilmektedir, çünkü bu öğrenme yaklaşımı farklı öğretim yöntem ve modellerini kapsamaktadır (Lim, 2001). Bu doğrultuda fizik öğretiminde yararlanılması gereken yapılandırmacı kuram, sorgulamaya dayalı öğrenmenin öğrencilerin öğrenmesini sağlayan en güçlü yollardan biri olduğunu ifade etmektedir. Çünkü yapılandırmacılık öğretmeye değil, insanın nasıl öğrendiği üzerine temellenmiş bir kuramdır (Dagar & Yadav, 2016).

Sorgulamaya dayalı öğrenme ve öğretim süreci de, en kapsamlı haliyle "soru sorma ve yönlendirme", "hipotez oluşturma", "plânlama", "araştırma", "verilerin analizi ve yorumlaması", "model arama ve oluşturma", "sonuçlandırma ve değerlendirme", "iletişim" ve "öngörü (tahmin)" basamaklarını içermektedir. Bu basamakların sınıf içinde uygulaması ise 5E öğrenme modeliyle gerçekleştirilebilmektedir (Bell, Urhahne, Schanze, & Ploetzner, 2010). 5E öğrenme modeli, Roger Bybee tarafından geliştirilmiş olup 1970'li yıllarda Biyoloji Bilimi Program Çalışmaları uygulamasında kullanılmıştır (Bybee, 1993). Bu öğrenme modeli yapılandırmacı kurama uygun, bilimsel süreç becerilerine odaklanılarak ve problem çözme boyutu göz önüne alınarak öğretimin düzenlenmesine destek sağlayan bir yol haritası olarak tasarlanmıştır. Bu noktada öğrencilerin konulara odaklanması, bilgilerini keşfetmesi, organize etmesi, yeni durumlara uygulaması ve anlamlandırması hedeflenmiştir (Bybee, 1997). 5E öğrenme modeli adını kendini oluşturan beş aşamadan alırken, bu aşamalar ilgi uyandırma, keşfetme, açıklama, derinleştirme ve değerlendirme olarak ifade edilmektedir. Yani, 5E öğrenme modelinin yapılandırmacı kuram içerisinde yer aldığı ve sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının öğrenme ortamlarında kullanıldığı söylenebilir (Wilder & Shuttleworth, 2005).

5E öğrenme modeli sayesinde süreç içerisinde öğrencilere sık sık soru yöneltilerek sorgulamaya dayalı öğrenmenin özünün oluşturulması, öğrencilerin hayal gücünün geliştirilmesi ve öğrenciler için yeni kapıların açılması sağlanmaktadır. Aynı zamanda öğrencilerin bilgi edinme ve problem çözme sürecini kullanarak yeni bilgileri araştırmaları ve öğrendikleri ile genelleme yaparak beceri ve tutumlarının gelişmesi amaçlanmaktadır (Wilder & Shuttleworth, 2005). Bunlara ilave olarak öğrencilerin birbirleriyle tartışma ortamına girmeleri ve konuya yönelik sorularını sorarak etkinliklerle sorunları çözebilmeleri

istenmektedir. Çünkü öğrencilerin süreç içerisinde önceki bilgilerini yeni edindikleri bilgileri ile bağdaştırarak bilgi yapılandırılmalarına destek olunmaktadır (Abell & Volkman, 2006; Llewellyn, 2002). Yani öğretmenin sorduğu sorular, öğrencilerin sorular sorduğu öğrenme ortamına dönüşerek öğretim devam etmektedir. Bu esnada öğrencilerin bağımsız düşünceleri ve problem çözmeleri için onlara fırsatlar tanınmaktadır. Öğrencilerin süreç içerisinde deneyim yaşamaları istenmekte, böylece süreç içerisinde sorular öğrenciler tarafından gelmeye başlamaktadır. Ancak mevcut sistemde öğrencilerin bilgiye ulaşması yerine kitaplar vs. aracılığıyla öğrencilere istenilen bilginin aktarıldığı düşünülmektedir. Öğrencilerin bu şekilde bilgiyi içselleştiremedikleri söylenebilir (National Academy of Sciences [NAS], 1997). Bu nedenle öğrencilerin konuyu içselleştirebilmeleri için, kendilerinin deneyim kazanmaları ve dolayısıyla araştırma yapmayı öğrenmeleri gerektiği düşünülmektedir. Çünkü sorgulama süreci bir olayın gözlemlenmesiyle başlayıp merak edilmesiyle devam ederken düşünme alışkanlığı kazanılabilmektedir. Yani öğrencilerden süreç becerilerini kullanarak bilgilerini yapılandırmaları beklenmektedir. Çünkü yapılandırmacı kuram ışığında öğrenmenin hızlı ilerlediği bilinmektedir (Chiappetta & Adams, 2004). Ancak tüm bu noktalar düşünüldüğünde sorgulamaya dayalı öğrenme sürecinin uzun zaman alabileceği akla gelmektedir. Çünkü üst düzey düşünme becerilerinin geliştirilmesinde, öğrencilerin derse katılımının sağlanmasında ve problemlere yönelik çözümlerin oluşturulmasında zamanın önemli bir rol oynadığı söylenebilir (Llewellyn, 2002).

Araştırmanın Amacı

Araştırmada dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına göre uygulanmasında öğrencilerin dalgalar konusuna yönelik tutumlarının ve fizik dersinin öğretim sürecine ilişkin görüşlerinin belirlenmesi ele alınmıştır. Sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının sınıf içi uygulama sürecinde 5E öğrenme modelinden yararlanılırken, araştırmada dalgalar konusuna odaklanılmıştır. Araştırmada dalgalar konusunun tercih edilmesinin nedeni, fizik eğitiminde genellikle mekanik, elektrik akımı ya da ısı ve sıcaklık gibi bazı alanlarda çalışmalar üzerine yoğunlaşıldığının görülmesidir (McDermott & Redish, 1999; Özdemir & Kocakulah, 2016). Aslında dalgalar konusu ile ilgili alanyazında yer alan çalışmaların diğer alanlara göre sınırlı sayıda olması bu çalışmanın gerçekleştirilmesine ışık tutmuştur. Ayrıca alanyazında dalgalar konusunda gerçekleştirilen çalışmaların daha çok üniversite öğrencileriyle ve kavram yanılgılarının belirlenmesine, giderilmesine yönelik olduğu dikkat çekmiştir. Örneğin; Linder ve Erickson (1989), Barman ve Miller (1996) ve Hrepic (2002) kavramsal olarak ses dalgalarını, Maurines (1992) ve Wittmann (2002) kavramsal olarak yay dalgalarını, Yalçın (2008) kavramsal olarak su dalgalarını incelemişlerdir. Bu çalışmalarda çoğunlukla öğretmen adaylarının kavramsal zorluklarına değinildiği görülmektedir. Alanyazında; araştırmalarda tercih edilen bir öğretim yönteminin, yaklaşımının öğrencilerin tutumuna etkisinden söz edilmediği ya da ilgili yaklaşımla birlikte öğrencilerin dersin öğretim sürecine yönelik görüşlerinin alınmadığı görülmüştür. Sadece Öztürk (2014) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, modsal betimlemelerin tanıyıp kullanılmasının, envanter hazırlanmasının ve mektup yazılmasının dalgalar konusundaki akademik başarıya ve tutumuna olumlu yönde etkisinin olduğu ifade edilmiştir. Özdemir (2015) tarafından da dalgalar konusunun sosyal yapılandırmacı kurama uygun öğretiminin gerçekleştirilmesi ile, öğrencilerde kavramsal olarak değişimlerin olduğunun, tutum ve motivasyonun arttığı ifade edildiği belirlenmiştir. Son olarak Dilşeker ve Serin (2018) tarafından fen ve teknoloji dersinde ses dalgaları üzerine proje tabanlı öğrenmenin başarıya, tutuma ve kavram yanılgılarının giderilmesine etkisinin incelendiği görülmüş ve öğrencilerin kavram yanılgılarının azaldığı, başarılarının ve tutumlarının da arttığı tespit edilmiştir. Alanyazından dalgalar konusunda mevcut sistemin yetersiz kaldığı ve bu nedenle farklı öğretim yöntemlerinden yararlandığı sonucuna varılmaktadır (Harrison & Treagust, 2001; Hewson & Hewson, 2003; Tekbıyık, 2010). Araştırmalarda dalgalar konusunda uygulanan farklı öğretim yöntemlerinin ise genellikle başarıya, tutumu, motivasyonu ve ilgiyi arttırdığı dikkat çekmektedir. Bu noktada alanyazından farklı olarak araştırmada sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının dalgalar konusundaki etkisinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Çünkü fizik öğretiminde yararlanılması gereken sorgulamaya dayalı öğrenmenin öğrencilerin öğrenimine önemli derecede katkı sağladığı ve bu konuda özellikle Türkiye’de sınırlı sayıda çalışmanın olduğu bilinmektedir (Lederman, Lederman, Bartels, vd., 2019; Shih, Chuang, & Huang, 2010; Thier & Daviss, 2001). Bu nedenle sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile araştırmada öğrencilerin dalgalar konusuna yönelik

tutumu ve fizik dersinin öğretim sürecine yönelik görüşleri ele alınmıştır. Araştırmada tutumun ele alınmasının nedeni; öğrencilerin edindiği yeni bilgilerini problem çözme becerileriyle bütünleştirdiklerinde dalgalar konusuna yönelik tutumlarındaki gelişimin tespit edilebilecek olmasıdır (Krahenbuhl, 2016). Alanyazından öğrencilerin genellikle fizik dersine yönelik olumsuz tutuma sahip oldukları bilindiğinden de (Adıyaman & Sert, 2017; Reid & Skryabina, 2002; Taasoobshirazi & Carr, 2008; White & Tyler, 2015), araştırmada sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı aracılığıyla dalgalar konusuna odaklanılarak tutumda oluşabilecek değişim ve gelişimin ortaya konması amaçlanmıştır. Çünkü öğrencilerin fizik dersine yönelik olan zor, anlaşılması güç vb. olumsuz tanımlamalarının çağın getirdiği yeniliklerle artık değiştirilmesi ve özellikle dalgalar konusundaki ön yargıların da ortadan kalkması gerektiğine inanılmaktadır (Ayvaci & Bebek, 2018; Djudin, 2018). Araştırmada ayrıca öğrencilerin mevcut fizik dersine yönelik görüşlerinin belirlenmesinden sonra fizik eğitimi içerisinde kullanılan sorgulamaya dayalı öğrenme uygulamalarıyla, bu yaklaşımın öğretim sürecine olan etkilerine yönelik yararlı bilgiler elde edilebileceği düşünülmektedir (Ecevit & Kaptan, 2019). Çünkü fizik dersi öğretim sürecine sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı uygulamalarının etkisi öğrenci bakış açısıyla belirlenmiş olacak ve bu şekilde fizik eğitimi çalışmalarına, uygulamalarına ışık tutulabilecektir (Russo & Adorno, 2018). Ayrıca farklı öğrenme yaklaşımlarının belirli konular üzerinde uygulanması ile, ilgili yaklaşımların öğrenci tutumlarını ve sürece ilişkin görüşlerini geliştirip geliştirmediklerine yönelik bilgiler elde edilerek de fizik eğitimcilerine yol gösterici bilgiler sunulabileceğine inanılmaktadır. Özellikle son yıllarda öğrencilerin sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına yönelik ilgilerinin arttığının ifade edildiği araştırmalardan yola çıkılarak (Chairam, Klahan, & Coll, 2015; Hwang, Chiu, & Chen, 2015), bu araştırma ile belirlenen sonuçlara nitel boyutta açıklık getirilmesi istenmektedir. Ayrıca araştırmada sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının fizik öğretimi ve öğreniminin niteliğine olan etkisinin öğrenci görüşleri ile ortaya konması hedeflenmektedir (Lederman, Lederman, & Antink, 2013; McConney, Oliver, Woods-McConney, vd., 2014). Bu şekilde ilerleyen süreçlerde fizik dersi konularına yönelik olan olumsuz tutumların ve öğrenme zorluklarının da önüne geçilebileceğine inanılmaktadır (White & Tyler, 2015; Stephen, 2015). Bunların yanında alanyazında özellikle dalgalar konusunda uygulamalı çalışmalara sık rastlanılmaması ve sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı uygulamasının yapıldığı sınıfta da ilk kez bu yaklaşımın uygulamalarının gerçekleştirilecek olması araştırmada bir avantaj olarak ele alınmaktadır. Araştırma öğrencilerin tutum ve görüşlerinin süreç içerisindeki değişimini gösterecek nitelikte olması nedeniyle de önemli görülmektedir. Çünkü araştırmada yararlanılan yaklaşım aracılığıyla öğrencilere mevcut bilgilerin aktarımından, onların bilgiye ulaşma becerileri kazanmaları hedeflenmiştir (Pedaste vd., 2015). Yani araştırmada sorgulama öğretme-öğrenme süreci içerisinde yer alarak öğretimin niteliğinin artırılması ve öğrenci tutum ile görüşlerine süreç içerisinde katkı sağlanması amaçlanmıştır (Donohue, Buck, & Akerson, 2020). Araştırmada yapılandırmacı kuramın öğretim uygulamalarından biri olan sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının öğrenci merkezli olmasıyla da; dalgalar konusunda öğrencilerin soru sorma, eleştirel düşünme, problem çözme gibi tüm yaşamları boyunca gereksinim duyabilecekleri becerilerinin ve tutumlarının gelişimi istenmektedir (Uum, Verhoeff, & Peeters, 2016). Bu şekilde dalgalar konusunda tutumu gelişen öğrencilerin; bilimsel sorularla iç içe, deneysel kanıtlara dayanarak, bilimsel açıklamalarla fikir tartışması yaparak ve ispatlarını sunarak süreç içerisinde yer alacaklarına inanılmaktadır (Thier & Daviss, 2001; Sabourin, Mott, & Lester, 2013). Çünkü araştırmada öğrencilerde merak duygusunun artması, yeni keşiflerde bulunmaları ve buradan elde edecekleri bilgilerini anlamlı bilgiye dönüştürmeleri, dalgalar konusunun yaşamdaki önemini anlayarak ve konudan zevk alarak olumlu tutum geliştirmeleri için gerekli alt yapı oluşturulmuştur (Kang & Keinonen, 2018). Son olarak öğrencilerin fizik dersinin öğretim sürecine ilişkin olumlu görüşleri ile fizik eğitiminde bu yaklaşımın kullanımının yaygınlaşabileceği ve böylece eğitimin kalitesinin artırılacağı, günümüzdeki yeniliklere ayak uydurularak öğretimde köklü değişiklikler olmasına destek olunabileceği söylenebilir (Minner, Levy, & Century, 2010; Sağdıç, 2018).

Tüm bu ifadeler doğrultusunda araştırmanın bir Anadolu lisesinin 10. sınıfında öğrenim gören öğrencilerden elde edilen verilerle ve dalgalar konusunda gerçekleşen sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile sınırlı olduğu belirtilerek, aşağıdaki problem cümlelerine yanıt aranmıştır:

- Sorgulamaya dayalı öğrenmenin öğrencilerin dalgalar konusuna yönelik tutumlarına etkisi nedir?
- Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenmeye göre öğretilmesi öğrencilerin fizik dersinin öğretim sürecine yönelik görüşlerini nasıl değiştirmektedir?

Yöntem

Desen

Araştırmada nitel ve nicel araştırma yöntemlerinin bir arada kullanılması ile karma araştırma yöntemlerinden yararlanılmıştır (Johnson & Onwuegbuzie, 2004). Karma araştırma yöntemi gereğince nitel ve nitel veriler bir arada toplanılmış, analizler yapılmış ve araştırma sonuçları ilişkilendirilerek yorumlanmıştır (Creswell, 2003). Araştırmada karma yöntem araştırmaları içerisinde Creswell (2014)'in sınıflandırmasında yer alan gömülü deneysel desen benimsenmiştir. Gömülü deneysel desen aracılığıyla da katılımcıların deneysel bir müdahale bağlamında görüşlerinin alınması amaçlanmıştır. Deneysel sonuçlar katılımcıların bakış açılarına entegre edilerek anlaşılmaya çalışılmıştır. Bu bağlamda araştırmada nitel ve nicel bulgular için ayrı problem cümleleri ele alınmış, veriler eş zamanlı toplanmış ancak ayrı analiz edilmiş ve araştırma sonucu birlikte yorumlanmıştır (Teddlie & Tashakkori, 2015). Araştırmada nicel veri olarak 'Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına göre uygulanmasında öğrencilerin dalgalar konusuna yönelik tutumları' ele alınırken, 'Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına göre uygulanması ile öğrencilerin fizik dersinin öğretim sürecine yönelik görüşleri' nitel veri olarak toplanmıştır. Araştırmanın nicel boyutunda ön-deneysel desenlerden tek gruplu ön test-son test deneysel desen kullanılmıştır. Çünkü deneysel işlem tek bir grup üzerinde test edilirken, çalışma grubunun bağımlı değişkene ilişkin ölçümleri uygulama öncesinde ön test, uygulama sonrasında son test olarak aynı gruba aynı ölçek aracılığıyla gerçekleştirilmiştir (Fraenkel & Wallen, 2006).

Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu bir Anadolu Lisesinin 10. sınıfında öğrenim gören öğrenciler oluşturmaktadır. Öğrenciler araştırmaya gönüllülük ilkesi dahilinde katılmış olup, araştırma 2017-2018 öğretim yılının bahar döneminde gerçekleştirilmiştir. Araştırmada çalışma grubu amaçlı örnekleme yöntemlerinde ölçüt örnekleme uygun olarak belirlenmiştir. Amaçlı örnekleme ile zengin durumların derinlemesine incelenmesi hedeflenmektedir (Yıldırım & Şimşek, 2018). Bu kapsamda öğrencilerin katılımcı olarak belirlenmesindeki ölçüt; 10. sınıf düzeyinde olma olarak belirlenmiştir. Araştırmanın nicel verileri dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına göre gerçekleştirildiği sınıflarda öğrenim gören 58 öğrencinin katılımıyla elde edilmiştir. Nitel veriler ise bu sınıflarda bulunan ve öğretmen görüşüyle başarı ve derse katılım düzeyleri düşük, orta ve yüksek olarak belirlenen 13 öğrenciden toplanmıştır. Araştırmada ele alınan sınıf mevcudunun fazla olduğu görüldüğünden, odak öğrenci grubu belirli ölçütlerle 58 öğrenciyi temsil edecek şekilde belirlenmiştir (Schofield, 1990). Yani bu 13 öğrenci amaçlı bir şekilde araştırmanın amacına yönelik yeterli bilgi sunmalarından dolayı tercih edilmişlerdir (Patton, 1990). Bu nedenle araştırmada tutum ölçeği tüm öğrencilere uygulanırken, yarı yapılandırılmış görüşmeler sadece odak öğrencilerle yapılmıştır.

Veri Toplama Araçları

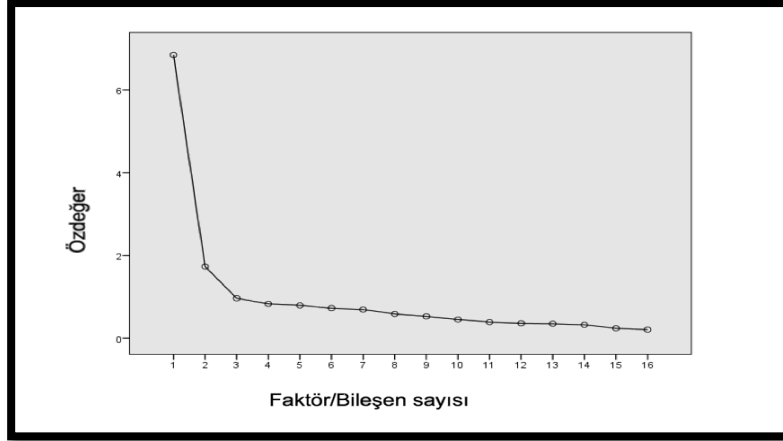
Dalgalar Konusuna Yönelik Tutum Ölçeği

Araştırmanın nicel verilerini toplamak için Tekbıyık (2010) tarafından geliştirilen fizik tutum ölçeğinden yararlanılmıştır. Tekbıyık (2010) tarafından geliştirilen fizik tutum ölçeği önem, kavrama, gereksinim ve ilgi olacak şekilde dört alt boyuttan oluşmaktadır. Alt boyutların Cronbach Alfa iç tutarlık katsayıları sırasıyla 0.838, 0.795, 0.749 ve 0.717 olarak hesaplanmışken, 30 maddelik ölçeğin geneli için iç tutarlık katsayısı 0.873 olarak belirlenmiştir. Ayrıca bu ölçeğin uygulaması 9. sınıf öğrencileri ile 2010 yılında yapılmıştır. Araştırmada 10. sınıf öğrencileriyle çalışılması amaçlandığından ve 2013 yılında da ortaöğretim fizik dersi öğretim programlarının güncellenmesi nedeniyle fizik tutum ölçeği üzerinde değişikliklerin yapılmasına ihtiyaç duyulmuştur. Araştırmacılar tarafından öncelikle fizik gibi geniş bir alana hitap eden ölçeğin araştırmanın amacı doğrultusunda dalgalar konusuna özelleştirilmesi

sağlanmıştır. Yani genel bir alandan yola çıkılarak özel bir alana yönelik bir ölçek oluşturulması tercih edilmiştir. Bu nedenle fizik tutum ölçeğindeki maddeler göz önüne alınarak, maddeler üzerinde değişim, ekleme ve çıkarım işlemleri yapılmış ve araştırmanın konusuna uygun 30 maddelik dalgalar konusuna yönelik tutum ölçeği araştırmacılar tarafından oluşturulmuştur. Daha sonra ölçeğe yönelik 12 fizik eğitimcisi uzmanın görüşleri alınmış ve uzmanlar maddelerin kapsamını, anlaşılabilirliğini ve anlamlılığını irdelemişlerdir. Uzmanların her biri ölçeği ayrı ayrı değerlendirmiş ve onların birbirleriyle çelişmeyen görüşleri dikkate alınarak ölçek üzerinde araştırmacılar tarafından gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Bu noktada ölçek üzerinde tekrardan madde çıkarımları ve düzenlemeler gerçekleştirilmiştir. Bu aşamanın ardından Türkçe dil uzmanı tarafından ölçek maddeleri tekrardan incelenmiştir. Sonuç olarak kapsam geçerliliği sağlanmış olan ölçekteki maddelerin ifadelerinde önemli ölçüde değişiklikler gerçekleştirilmiş ve 26 maddelik bir ölçek elde edilmiştir. Fizik tutum ölçeğinden yapısı oldukça farklılaşmış olan 26 maddelik dalgalar konusuna yönelik tutum ölçeği “Hiç katılmıyorum (1)” ile “Tamamen katılıyorum (5)” arasında değişen likert tipi beşli derecelendirmeyle pilot gruba uygulanmıştır. Pilot uygulama 11. sınıfta öğrenim gören 346 öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Araştırmacının 11. sınıf öğrencileri ile pilot çalışma yapmasının nedeni, bu öğrencilerin dalgalar konusunun öğrenimini yakın zamanda gerçekleştirmiş olmalarıdır. Tüm bu ifadeler doğrultusunda da dalgalar konusuna yönelik yeniden oluşturulan tutum ölçeğine açımlayıcı faktör analizi yapılmasına karar verilmiştir. Yani araştırmada; ölçeğe yönelik en uygun faktör sayısının belirlenmesi istenmiş, ölçülen maddelerin belirlenen boyutun makul göstergeleri olup olmadığının ortaya çıkarılması amaçlanmış ve ölçeğin yapı geçerliğinin yapılan analizle kanıtlanması hedeflenmiştir (Brown, 2015). Bu bağlamda araştırmada açımlayıcı faktör analizi, SPSS programı aracılığıyla 346 öğrenci verisiyle gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

Araştırmada öncelikle ölçek maddelerinin öğrencilerde belirlenmesi istenen tutumla ilişkisi maddelerin çarpıklık ve basıklık değerlerine bakılarak gerçekleştirilmiştir (Tezbaşaran, 2008). Araştırmada tüm maddelerin çarpıklık ve basıklık değerlerinin -1, +1 arasında değer gösterdiği tespit edilmiştir. Ardından maddelerin Z değerleri incelenmiştir. Maddelerin Z değerleri -3, +3 aralığında çıkmıştır. Çarpıklık, basıklık ve Z değerlerinde elde edilen veriler sonucunda ölçekten madde çıkarılmamıştır. Madde toplam test korelasyonu incelendiğinde ise, 3. sorunun korelasyonu düşük olduğu için (0.161) ölçekten çıkarılmıştır. Çünkü madde toplam korelasyonu değeri 0.30 ve üzeri olan maddelerin bireyleri iyi derecede ayırt ettiği, 0.30-0.20 arası olan maddelerin zorunlu hallerde kullanılabileceği ve 0.20’den düşük çıkan maddelerin ise kullanılamayacağı bilinmektedir (Büyüköztürk, 2007). Ardından çok değişkenli uç değerlere bakılmış, madde sayısına uygun olarak 52.620 değerinin üstünde çıkan 15 öğrenci uç değer olarak tanımlanmış ve bu öğrencilere ilişkin veriler çıkarılmıştır.

Açımlayıcı faktör analizi gerçekleştirilen ölçeğin yapı geçerliliğini ortaya koyabilmek amacıyla Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) katsayısı ve Barlett testi uygulanmıştır. Araştırmada KMO katsayısının en az 0.60 ve Barlett testinin de anlamlı düzeyde çıkması beklenmektedir. Bu şekilde verilerin faktör analizine uygun olup olmadığı anlaşılacaktır (Büyüköztürk, 2007; Kalaycı, 2005). Araştırmada KMO katsayısı 0.902 ve Barlett testi değeri 2534.363 olarak ($p=0.000$ anlamlılık düzeyinde) hesaplanmıştır. Bu durumda verilerin faktör analizine uygun olduğu belirlenmiştir. Ölçeğin faktör analizine uygunluğu ile birlikte varimax döndürme yöntemi ile birlikte maddelerin ortak faktör varyansının 0.386-0.897 arasında olduğu belirlenmiştir. Ayrıca döndürme işlemi sonucunda ölçekte her iki faktöre de 0.30 ve üzerinde yük veren dokuz binişik madde ölçekten çıkarılmış (Worthington & Whittaker, 2006) ve ölçekte kalan 16 maddenin iki faktör altında toplandığı ortaya çıkmıştır (öz değerler sırasıyla: 6.845, 1.730). Ölçeğin son hali ile toplam varyansın %54’ünü açıkladığı gözlemlenmiştir. Şekil 1’de ise ölçeğin öz değer çizgi grafiğine yer verilmiş, birinci faktörden ikinci faktöre hızlı bir düşüş olduğu dikkat çekmiştir. Bu görüntü aslında ölçeğin iki boyutlu olduğunu ifade etmektedir (Bryman & Cramer, 1999; Büyüköztürk, 2007).



Şekil 1. Faktör Öz Değerlerine Ait Çizgi Grafiği

16 maddelik 331 öğrencinin verileri ile son halini alan ölçeğin iki faktör altında toplanan 11'i olumlu, 5'i olumsuz olan maddelerin birbirleriyle uyum içinde olduğu görülmektedir. Bu durum, faktörlerin madde içerikleri göz önüne alınarak adlandırılmasına imkân tanımaktadır. Buna göre her iki faktör uygun bir şekilde adlandırılmıştır. Son aşamada ölçeğin iç tutarlılığı belirlenmiştir. Ölçeğin ve her boyutun Cronbach Alpha katsayısı hesaplanmıştır. Ölçeğin iç tutarlık katsayısı 0.909 ve faktörler bazında güvenilirlik; birinci faktöre yönelik 0.891, ikinci faktöre yönelik 0.844 elde edilmiştir. Ölçekte belirlenen faktörlerin adları, faktörler altında bulunan ölçek maddeleri, maddelerin faktör yükleri ve faktörlerin Cronbach Alpha katsayıları Tablo 1'de detaylı bir şekilde yer almaktadır.

Tablo 1.

Faktörlerin Adları, Ölçek Maddelerine İlişkin Faktör Analizi Sonuçları ve Cronbach Alpha Katsayıları

Faktör Adı	Cronbach Alpha	Maddeler	Faktör Yükleri	
			Faktör 1	Faktör 2
Öğrenim	0.891	M1	0.841	
		M2	0.897	
		M3	0.798	
		M4	0.605	
		M5	0.788	
		M6	0.575	
		M7	0.684	
		M8	0.668	
Günlük Yaşam	0.844	M9		0.837
		M10		0.671
		M11		0.773
		M12		0.832
		M13		0.386
		M14		0.563
		M15		0.661
		M16		0.476

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda araştırmada kullanılan 5'li likert tipli "Dalgalar konusuna yönelik tutum ölçeği"nin öğrencilerin tutumlarını belirlemede geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğuna karar verilmiştir.

Yarı Yapılandırılmış Görüşme Soruları

Araştırmanın nitel verilerini toplamak amacıyla araştırmacılar tarafından geliştirilen görüşme soruları kullanılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme soruları sayesinde sorular belirli bir çerçeve içerisinde öğrencilere yöneltilmiş, ancak nitel araştırmanın doğası gereği öğrencilerden gelen yanıtlarla çerçeve dışına çıkılarak derinlemesine veri toplanmıştır (Glesne, 2012). Buradaki amaç öğrencilerin fizik dersinin öğretim sürecine yönelik bakış açısının daha net bir şekilde ortaya konulmasıdır. Bu doğrultuda öğrencilere yöneltilen ana sorulara aşağıda yer verilmiştir. Ayrıca öğrencilerden gelen yanıtlar doğrultusunda yarı yapılandırılmış görüşme formatına uygun olarak öğrencilere ek sorular da yöneltilmiştir:

- Fizik derslerinde ne tür etkinlikler yapıyorsunuz? (Deney, gözlem, proje çalışması vs.)
- Fizik dersleri sizce nasıl işlenmeli ve derste ne tür etkinliklere yer verilmelidir?
- Fizik dersinde yeni karşılaşılabilecek bir konuya hazırlanmak için neler yapardınız? Açıklayınız.
- Fizik dersinde öğrendiğiniz bilgileri günlük yaşamda nasıl kullanıyorsunuz? Nerelerde bilgilerinizden faydalanıyorsunuz? Açıklayınız.
- Fizik derslerinde yapmayı en çok sevdiğiniz etkinlikler nelerdir? Açıklayınız.
- Fizik derslerinde yapılması en zor etkinlikler nelerdir? Açıklayınız.
- Fizik derslerinde bir konunun öğrenimi ile ilgili karşılaşılan bir sorunu çözmek için sizce nasıl bir yol izlenmelidir? Açıklayınız.

Bu yarı yapılandırılmış görüşmeler uygulama başlamadan önce ve uygulama bittikten sonra gerçekleştirilmiştir. Öğrencilere fizik dersinin öğretim süreci ile ilgili genel sorular sorularak görüşmelerin genelden özele doğru ilerlemesi sağlanmıştır. Bu esnada öğrenciler yönlendirilmemiş ve öğrenci yanıtlarından araştırmanın amacına uygun çıkarımlar yapılarak sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile yürütülen fizik dersinin öğretim sürecine yönelik öğrenci görüşleri yansıtılmıştır. Yıldırım (1999)'ın belirttiği üzere, araştırmada öğrencilerden toplanan veriler araştırma problemine ilişkin ana temaları ortaya çıkaracak şekilde düzenlenmeli ve anlamlı bir yapıya ulaştırılmalıdır. Kısacası araştırmada da yarı yapılandırılmış görüşmeler genelden özele bir bakış açısı ile gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda ön görüşmede fizik dersine yönelik bugüne kadar sahip olunan kazanımların ortaya çıkarılması, son görüşmede sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile birlikte fizik dersinin öğretim sürecine ilişkin görüşlerdeki değişimlerin tespit edilmesi istenmiştir. Bu nedenle katılımcılara ön ve son görüşmede aynı soruların sorulması tercih edilmiştir. Ayrıca araştırmada yararlanılan görüşme soruları fizik eğitimde uzman 12 kişinin görüşüyle son halini almış ve bu uzmanlarla soruların kapsam ve yordama geçerliği sağlanmıştır.

Uygulama Süreci

Araştırmada dalgalar konusunda sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına uygun gerçekleştirilen öğretim 10 haftalık bir zaman dilimi içerisinde tamamlanmıştır. Ders içeriğinde çeşitli etkinliklere, simülasyon, animasyon, video gösterisi, gösteri deneyi, eğitici oyun, çalışma yaprağı, fısıltı grubu, tahmin et-gözle-açıkla, kavram haritası, kavram ağı ve örnek olay vb. uygulamalara yer verilmiş ve öğrencilerin derse aktif katılımının olduğu bir süreç gerçekleştirilmiştir. Araştırmada ortaöğretim fizik dersi 2013 öğretim programı göz önüne alınarak beş etkinlik oluşturulmuştur. Bu etkinlikler “İp atlayalım, Üst üste binme, Tsunami, Stroboskop ve Boğaziçi köprüsü yıkılır mı?” şeklinde adlandırılmıştır. Etkinliklerin sınıf içi uygulaması 5E öğrenme modeliyle gerçekleştirilmiştir. Araştırmadaki etkinliklerden biri açıklanacak olursa, örneğin ‘İp atlayalım’ etkinliğinde aşağıdaki kazanımlar yer almaktadır (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2013):

“10.3.1.4. Atma ve periyodik dalga oluşturarak aralarındaki farkı açıklar.

a. Öğrencilerin atmanın temel fizik kavramı olmadığını sadece dalgaların özelliklerini incelemek için oluşturulduğunu anlamaları sağlanır.

b. Öğrencilerin deney yaparak ve simülasyonlar vb. kullanarak atmaların sabit ve serbest uçtan yansımalarını incelemeleri sağlanır.

c. Öğrencilerin gergin bir yayda oluşturulan atmanın ilerleme hızının bağlı olduğu değişkenleri analiz etmeleri sağlanır.

d. Atmanın ilerleme hızı ile ilgili matematiksel işlemlere girilmez.”

Söz konusu kazanımlar doğrultusunda hazırlanan etkinliğin 80 dakikalık bir süre içerisinde gösteri deneyi, simülasyon, soru-cevap, video gösterisi, animasyon ve tartışma tekniğinden yararlanılarak gerçekleştirilmesi planlanmıştır.

Etkinliğin ilgi uyandırma basamağında; öncelikle öğrencilere atma ve periyodik dalga kavramlarına yönelik oluşturulan ve Ek A'da yer alan etkinlik kâğıdı dağıtılmıştır. Bu kâğıtta yer alan soruları öğrencilerin gösteri deneyi sonrası, animasyon sonrası ve etkinlik sonu olacak şekilde farklı aşamaların ardından yanıtlamaları belirtilmiştir. Daha sonra sınıfa getirilen ip ile üç öğrencinin tahtaya çıkması istenmiştir. Sınıfta gösteri deneyi öğrencilerin katılımıyla gerçekleştirilirken, tahtaya çıkan iki öğrenci ipi sallamış ve biri de ip üzerinden atlamaya başlamıştır. İp atlayan kişiyi okul müdürünün çağırıldığı düşünülerek, iki kişinin kendi arasında ipi oynatmaya devam etmesi istenmiştir. Öğrencilerden biri ipi sabit tutmuş ve diğer öğrenci bir kez ipi aşağı yukarı salınım yaparak atma oluşturmuştur. Yani öğrencilerin periyodik dalga oluşturmaları sağlanmıştır. Ardından öğrencilere deneyle ilgili çeşitli sorular yöneltilmiştir. Araştırmada gösteri deneyi aracılığıyla sergilenen bu durumlara öğrencilerin yorum getirmeleri beklenmiştir. Daha sonra öğrencilere dağıtılan etkinlik kâğıdına görüşlerini not almaları için üç-beş dakika süre verilmiştir. Sonuç olarak gösteri deneyi aracılığıyla öğrencilerin ilgili konuya meraklarının uyandırılması, derse güdülenmeleri ve sorulan sorularla da önceki bilgilerinin ortaya çıkarılması istenmiştir.

Keşfetme basamağında; öncelikle öğrencilerin animasyon gösterileriyle ilgili kavramları düşünmeleri, keşfetmeleri amaçlanmış ve öğrencilere ilgili animasyonlar izlettirilmiştir (Linkler: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=kv_odraz_na_konci&l=tr&zoom=0, <https://www.edumedia-sciences.com/tr/media/520-yay-dalgalar-2>). Daha sonra öğrencilerden etkinlik kâğıdını doldurmaları istenmiş ve öğrencilere önceki çizim ve açıklamalarında herhangi bir değişiklik yapmamaları gerektiği uyarısı yapılmıştır. Öğrencilerin çizimlerinden ve açıklamalarından yola çıkılarak, periyodik dalga ve atmanın sabit, serbest uçtan yansımalarına yönelik sınıfta tartışma ortamı yaratılmış ve öğrencilerden öğrendiklerini tartışma ortamına yansıtılmaları beklenmiştir. Ardından öğrencilere atmanın enine ve boyuna olacak şekilde ikiye ayrıldığı söylenmiş ve “Enine ve boyuna atma arasındaki fark ne olabilir?” sorusu yöneltilerek onlara düşünmeleri için zaman tanınmıştır. Bu esnada öğrencilere video ve animasyonlar izlettirilerek problem çözümüne yönelik seçenekleri derlemeleri için fırsat tanınmıştır (Linkler: <https://www.youtube.com/watch?v=yG2LNDIw9rg>, https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=kv_pruzina&l=tr&zoom=0, https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=kv_vlnostojate&l=tr&zoom=0). Video ve animasyonların ardından öğrencilere “Hangi tip dalgada, dalganın hareket doğrultusuna dik salınım vardır?, Hareket doğrultusuna paralel salınım hangi tip dalgada görülür?, Hangi tip dalga sıkışma ve gevşeme içerir?, Yatay bir yayı ucundan aşağı-yukarı hareket ettirirseniz hangi tip dalga üretilir?, Hangi tip dalga dalgaboyuna sahiptir?” soruları sorularak da onların bilgiyi tartışma ortamında keşfetmeleri istenmiştir.

Açıklama basamağında; öğretmen öğrenci görüşlerini dikkate alarak konuyu toparlamış ve öğrencilere atma, periyodik dalga, genlik ve genişlik kavramlarını ifade etmiştir. Bu esnada öğrencilerin, öğretmenin konuya yönelik yaptığı açıklamalarla kendi keşfettikleri bilgileri arasında karşılaştırma yapmalarına fırsat sunulmuştur. Ardından öğrencilerin ilgili kavramlara yönelik düşüncelerini gerekçelendirebilmeleri için simülasyon üzerinde aktif çalışmalarına imkân sağlanmıştır (Linkler: https://phet.colorado.edu/sims/normal-modes/normal-modes_en.html, https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-on-a-string/latest/wave-on-a-string_tr.html). Bu şekilde öğrencilerden keşfettikleri kavramları öğretmen rehberliğinde açıklanmaları beklenmiştir. Ardından

öğrencilere “Ardarda iki dalganın tepeleri ya da çukurları arasındaki mesafenin neyi ifade ettiğini biliyor musunuz?” sorusu yöneltilmiştir. Öğrencilerin dalga boyu yanıtını bulmaları sağlanmış ve bilgilerinin netleşmesine yardımcı olunmuştur. Frekans ve periyot kavramlarının verilmesiyle de $x=v.t$ formülünden çıkarım yapılarak, öğrencilerin dalgaboyu, dalganın hızı ve periyot kavramları arasındaki ilişkiyi öğrenmeleri desteklenmiştir. Daha sonra sınıfta bu kavramlar üzerine tartışılmıştır. Öğrencilere son olarak bir sporcunun gösterisi video aracılığıyla izlettirilmiştir ve öğrencilerin “Ritmik jimnastik yapan bir sporcu kurdelesini gördüğü gibi hareket ettirmektedir. Sporcunun kurdelesi ile yaptığı dalga hareketini inceleyiniz ve dalga hareketinde oluşan dalganın frekansı, dalga boyu ve genliğin zamanla değişimine yönelik yorum yapınız.” sorusuna yanıt vermeleri beklenmiştir (Link:<https://www.youtube.com/watch?v=4Elz0Nj55c0>). Öğrenci yanıtları tekrardan sınıfta tartışılmıştır. Bu esnada öğrencilerden arkadaşlarının düşüncelerine eleştirel bakış açısıyla bakmaları istenmiş ve öğrencilerin kendi düşüncelerini kanıtlamaları beklenmiştir.

Derinleştirme basamağında; gösteri deneyi aracılığıyla öğrencilerin bilgilerinin derinleşmesi hedeflenmiştir. Bu bağlamda öğrencilere “Atmanın hızı sizce başka nelere bağlı olabilir?” sorusu sorularak, sınıfa getirilen yaylar ile gösteri deneyi yapılmıştır. Farklı kalınlıklardaki yayların sırasıyla bir ucu dinamometreye takılmış ve diğer ucunu da bir öğrenciye tutturulmuştur. Öğrencinin yayı gemesi ve uzunluğu dinamometre üzerinden okuması istenmiştir. Daha sonra yayda atma oluşturularak atmanın varış süresi kronometre ile ölçülmüştür. Yayı geren kuvvetin şiddeti değiştirilerek de ölçüm tekrarlanmıştır. Aynı yay üzerinde kuvvetin şiddeti değiştiğinde, atmanın hızının formülü üzerinden hesap yapılarak ($x=v.t$) değiştiği ortaya çıkarılmıştır. Ardından aynı kuvvet etkisinde olan farklı yaylarda oluşan atmanın hızının farklı olduğu ölçümlerle tespit edilmiştir. Bunun da nedeninin ne olabileceği öğrencilere sorulmuştur. Gösteri deneyi sonucunda öğrencilerin atmanın hızının yayı geren kuvvete ve yayın kütlesine bağlı olduğunu anlamalarına yardımcı olunmuştur. Ardından sınıfta tartışma ortamı yaratılarak öğrencilerden ilgili kavramlara yönelik günlük yaşam örnekleri vermeleri istenmiş ve onların bilgilerinin yeni durumlara transfer edebilmelerine destek olunmuştur.

Değerlendirme basamağında; öğrencilerin süreç içerisinde farklı zamanlarda yanıtladıkları etkinlik kâğıtlarını eksiksiz olarak doldurmaları istenmiş ve bu kâğıtlar öğretmen tarafından toplanmıştır. Toplanan kâğıtlar karıştırılarak öğrencilere tekrar dağıtılmış ve öğrencilerin birbirlerini değerlendirmeleri sağlanmıştır. En son etkinlik kâğıtları öğretmen tarafından değerlendirilmek üzere geri alınmış, öğrencilerden bir sonraki etkinlik öncesi kazanımlara yönelik araştırma yapmaları ve kaynakları incelemeleri istenmiş ve öğretmen süreçle ilgili düşünceleri öğrencilerle paylaşarak ‘ip atlayalım’ etkinliğini tamamlamıştır.

Araştırmada dalgalar konusuna yönelik bu şekilde gerçekleştirilen sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı uygulamasının öncesinde ve sonrasında da bilindiği üzere öğrencilerin tutumları ve görüşleri ele alınmıştır. Uygulama öncesinde ve sonrasında öğrencilere dalgalar konusuna yönelik tutum ölçeği uygulanmış ve öğrencilerle fizik dersinin öğretim sürecine yönelik yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Dalgalar konusuna yönelik hazırlanan tutum ölçeği ön ve son test olarak bir ders saati içerisinde sınıf ortamında yaklaşık 20-25 dakikalık bir sürede 58 öğrenciye uygulanmıştır. Araştırmada uygulanan ön ve son test tutum ölçeği verileri öğrencilerin tutumlarındaki değişimi göstermiştir. Araştırmacılar tarafından geliştirilen görüşme soruları da; ön ve son görüşme olarak 13 öğrenci ile bir hafta içerisinde gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler okul içerisinde öğrencilerle kararlaştırılan bir zaman diliminde yüz yüze ve bire bir olarak yapılmıştır. Aynı zamanda yaklaşık 20-25 dakika süren yarı yapılandırılmış görüşmeler ses kayıt cihazı ile kaydedilmiştir.

Veri Analizi

Nicel Verilerin Analizi

Araştırmada tutum ölçeğinin verilerinin analizinde SPSS paket programından yararlanılmıştır. Elde edilen sonucu yordamsal olarak ifade edebilmek için bağımlı gruplar t-testi kullanılmıştır. Parametrik bir sinama olan t testinde bir örneklemden çıkan sonuçların evrenle karşılaştırılması yerine, ölçüm sonuçlarının birbirleriyle karşılaştırılması esas alınmıştır (Çepni, 2014). Bu araştırmada iki sınıfta öğrenim

gören birbiri ile eşleştirilmiş olarak gruplarda bulunan toplam 58 öğrencinin ön ve son test şeklinde uygulanan tutum ölçeğine yönelik yanıtları analiz edilmiştir. Söz konusu öğrencilere farklı zamanlarda ön ve son test olarak uygulanmış olan dalgalar konusuna yönelik tutum ölçeği yanıtlarının veri girişleri yapılmış ve yanıtlar arasındaki farkın anlamlı olup olmadığına bakılmıştır (Ural & Kılıç, 2005). Bu bağlamda ön ve son test aracılığıyla dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına göre uygulanmasının öğrencilerin tutumlarında bir değişiklik oluşturup oluşturmadığı “t testi” aracılığıyla belirlenmiştir. Bu esnada pratik anlamlılığın bir göstergesi olan etki büyüklüğü de araştırmada hesaplanmıştır (Cohen, 1994). Aynı zamanda tutum ölçeğinden elde edilen veriler betimsel istatistik yöntemleri (ortalama, yüzde, frekans ve standart sapma) yardımıyla çözümlenmiştir. Öğrencilerin tutumlarının incelenmesi için ölçekteki tüm maddelerin ortalaması hesaplanmış ve hesaplanan bu ortalamalar öğrencilerin tutum düzeyleri olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak öğrencilerin dalgalar konusuna yönelik tutum ölçeğine verdikleri yanıtlarla, sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına uygun gerçekleşen dalgalar konusundaki tutumları değerlendirilmiştir.

Nitel Verilerin Analizi

Araştırmada öğrencilerin fizik dersinin öğretim sürecine yönelik görüşleri içerik analiziyle çözümlenmiştir. İçerik analizinde birbirine benzeyen kavramlar belirli temalar ve kategoriler etrafında toplanarak, okuyucuların anlayabileceği şekilde yorumlanmaktadır (Creswell, 2014). Ayrıca belirli kurallar çerçevesinde yapılan kodlamalarla, metnin içerisinde yer alan sözcüklerin kategoriler altında özetlenmesini sağlayan sistematik ve yinelenebilir bir teknik olarak ele alınmaktadır (Krippendorff, 2004; Neuendorf, 2002). Bu kapsamda analiz aşamasında öncelikle öğrencilerle yapılan görüşmelerin dökümü word dosyasına aktarılmış ve her bir öğrencinin yanıtları soruların altında toplanmıştır. Sorulara yönelik yanıtlar iki araştırmacı tarafından ayrı zamanlarda tek tek irdelenmiş, araştırma problemine yanıt aranmış ve birbiri ile benzer olan yanıtlar belirli kategoriler altında araştırmacılar tarafından bir araya getirilmiştir. Belirlenen kategorilerin altında da öğrenci yanıtlarına kod başlığı altında yer verilmiştir. Daha sonra iki araştırmacı kategorileri bir arada incelenmiş ve yine araştırmacılar tarafından belirlenen temalar altına kategoriler yerleştirilmiştir. Yapılan bu analiz iki araştırmacının uzlaştığı veriler doğrultusunda tablolar aracılığıyla bulgular kısmında görselleştirilmiştir. Tabloda ön-son görüşme arasında ortaya çıkan farklılıklarda net bir şekilde görselleştirilerek sunulmuştur. Bunların yanı sıra kategorilerin ve temaların oluşturulmasında uzman görüşünden de yararlanılmıştır. Fizik eğitiminde uzman iki kişi görüşme dökümlerini ayrı ayrı okumuş ve belirli tema ve kategoriler altına yer alan kodların uygunluğunu incelemişlerdir. Bu esnada iki uzman arasındaki görüş birlikleri ve görüş ayrılıkları belirlenmiştir. Daha sonra uzmanların bir araya gelmesi ile görüş ayrılıkları üzerinde düzenlemeler yapılmış ve güvenilirlik hesaplaması yapıldığında görüşmelerin güvenilirliği %90 olarak belirlenmiştir. Miles ve Huberman (1994)’da %70 ve üzeri çıkan sonuçların araştırmanın güvenilir olduğunu gösterdiğini ifade etmektedir.

Araştırmada aynı zamanda nitel verilerinin geçerlik ve güvenilirliği kapsamında inandırıcılık, aktarılabilirlik, tutarlık ve teyit edilebilirlik stratejilerinden yararlanılmıştır. Bu stratejiler tek tek açıklandığında; bulguların gerçekçiliği, süreçlerin birbiri ile olan ilişkisi, yansız bir şekilde verilerin sunumu ve sonuçların yansız olarak kanıtlarla belirtilmesi ve bunların uzman görüşüne sunulması ile araştırmanın inandırıcılığı sağlanmıştır. Araştırmada aktarılabilirlik; verilerin ayrıntılı ve yorumsuz olarak sunulması ve verilerin doğrudan alıntılarla desteklenmesiyle kanıtlanmıştır. Yin (1994) ve Merriam (1988)’da yarı yapılandırılmış görüşmelerde bireyin düşüncesinin yansız ve araştırma konusu ile ilgili yanıtların doğrudan parantez içerisinde okuyuculara aktarılması gerektiğini savunmaktadır. Aynı zamanda aktarılabilirlik kapsamında çalışma grubu amaçlı örnekleme yönteminden yararlanılarak belirlenmiş ve belirlenen ölçüt ayrıntılı olarak ifade edilmiştir. Tutarlılık için; araştırmadaki görüşmeler yüz yüze gerçekleştirilirken kayıt altına alınmış ve verilerin geçerlik güvenilirlik çalışmaları aynı uzmanlar tarafından gerçekleştirilmiştir. Son olarak teyit edilebilirlik kapsamında; araştırma verileri ulaşılan sonuçlarla teyit edilmiş, alanyazınla ilişkilendirmeler yapılmış ve okuyuculara bulguların mantık çerçevesinde sunumu gerçekleştirilmiştir (Yıldırım & Şimşek, 2018).

Etik Prosedürler

Araştırma planlaması, veri toplama, analiz ve raporlama sırasında etik ilke ve kurallara uyulmuştur. Araştırmanın katılımcılarına onam formu imzalatılmıştır. Bu araştırma Hacettepe Üniversitesi Senatosu Etik Komisyonu'nun 07 Kasım 2017 tarihinde yaptığı toplantıda 76000869/431-3807 sayılı karar ile etik açıdan uygun görülmüştür.

Bulgular

Araştırmanın Nicel Bulguları

Araştırmada elde edilen nicel bulgularla, öğrencilerin dalgalar konusuna yönelik tutum düzeyleri arasında anlamlı bir fark olup olmadığı incelenmiştir. Öğrencilerin dalgalar konusuna yönelik tutum düzeylerini belirlemek için öncelikle dalgalar konusuna yönelik tutum ön ve son test değerlerinin aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları hesaplanmıştır. Buradan yola çıkılarak "ortalamalar arasındaki farkın standartlaştırılması" belirlenmek istenmiş ve grup ortalamaları farkına göre etki büyüklüğü hesaplanmıştır (Kotrlık & Williams, 2003). Cohen's *d* etki büyüklüğü formülü tercih edilmiş ve tutum ölçeğine yönelik etki büyüklüğü 1.17 bulunmuştur (Cohen, 1988). Buna göre 0.80 üzerinde elde edilen etki büyüklüklerinin yüksek olarak ifade edilmesiyle, araştırmada tutum ölçeğine yönelik elde edilen etki büyüklüğünün yüksek olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca araştırmada ön ve son test verilerinin çarpıklık ve basıklık değerleri incelenmiş, sonucun -1, +1 arasında değer göstermesiyle verilerin normal dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Bu işlemin ardından tutum ölçeğinin alt boyutlarına ilişkin ön ve son test arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla t testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2.
Tutum Ölçeğinin Alt Boyutlarına İlişkin t Testi Sonuçları

		N	\bar{X}	ss	sd	t	p	Cohen's <i>d</i>
Öğrenim	Ön-test	58	27.03	4.67	57	-5.67	0.000 (<0.05)	0.97
	Son-test	58	31.43	4.34				
Günlük Yaşam	Ön-test	58	23.32	4.68	57	-6.00	0.000 (<0.05)	1.12
	Son-test	58	29.96	6.92				

Öğrenim alt boyutunda ön ve son test sonuçları karşılaştırıldığında, son test ortalamalarının 31.43 ön test ortalamalarının ise 27.03 olduğu görülmektedir. Bu durumda son test aritmetik ortalamalarının ön test ortalamalarından yüksek olduğu söylenebilir. Ön ve son test puanları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını sınamak amaçlı t testi uygulanmış ve t değeri -5.67 bulunmuştur. Son test puanlarının ön test puanlarına göre anlamlı düzeyde farklılaştığı görülmektedir ($t=-5.67$, $p<.05$). Ayrıca öğrenim alt boyutunda Cohen's *d* etki büyüklüğü hesaplanmış ve 0.97 çıkması ile etki büyüklüğünün yüksek olduğu ortaya çıkmıştır. Günlük yaşam alt boyutunda ön ve son test sonuçları karşılaştırıldığında ise, son test ortalamalarının 29.96 ön test ortalamalarının 23.32 olduğu belirlenmiştir. Son test aritmetik ortalamalarının ön test ortalamalarından yüksek olduğu tespit edilmiş ve t değeri -6.00 bulunmuştur. Son test puanlarının ön test puanlarına göre anlamlı düzeyde farklılaştığı söylenebilir ($t=-6.00$, $p<.05$). Son olarak günlük yaşam alt boyutunda Cohen's *d* etki büyüklüğü 1.12 hesaplanarak etki büyüklüğünün yüksek olduğu belirlenmiştir.

Yordamsal analizin ardından araştırmada elde edilen bulgular betimsel bir şekilde de yorumlanmıştır. Öğrencilerin her bir tutum maddesine yönelik verdikleri yanıtlar alt boyutlara ilişkin ön ve son test başlıkları altında ortalama, yüzde, tutum düzeyi ve standart sapma hesaplanarak belirtilmiştir. Burada ölçekte yer alan olumsuz maddeler için ters puanlama (1→5, 2→4, 4→2, 5→1) yapılmıştır. Ayrıntılı bilgi Tablo 3'te yer almaktadır.

Öğrencilerin öğrenim alt boyutunda dalgalar konusuna yönelik tutumları incelendiğinde; öğrencilerin çoğunluğunun 1. ve 2. maddeye yönelik ön testteki tutumlarının 3 düzeyinde olduğu tespit edilmiştir (%39.7, %37.9). Son testte bu maddelerde öğrenci tutum düzeylerinin değiştiği ve öğrencilerin tutumunun 4 ve 5 düzeyine yükseldiği belirlenmiştir (%67.2, %77.6). Uygulama öncesi madde 3'ü de

öğrencilerin yarısından fazlasının hemfikir olarak 4 ve 5 tutum düzeyinde oyladığı görülmüştür (%58.6). Bu madde için hemfikir olma oranının, sorgulamaya dayalı öğrenme uygulamasıyla arttığı belirlenmiştir (%79.3). 5. ve 8. maddelerde de ön testte tutum düzeyi 3 olan öğrencilerin (%56.9, %44.8), son testte ilgili ifadelerle 4 ve 5 tutum düzeyinde katılım gösterdikleri tespit edilmiştir (%75.9, %63.8). İlgili alt boyuttaki olumsuz ifadeler irdelendiğinde; 4. ve 6. maddeye yönelik ön testte öğrencilerin tutumlarının 3 düzeyinde olduğu belirlenmiştir (%41.4, %31). Ancak sorgulamaya dayalı öğrenme uygulamaları ile son testte bu maddelere yönelik öğrenci tutumlarının 1 ve 2 düzeyine yükselerek önemli ölçüde arttığı tespit edilmiştir (%82.7, %58.7). 7. maddede ise öğrencilerin ön testte 2 düzeyinde olan tutumlarının (%50), son testte olumlu yönde gelişerek öğrencilerin tutumlarının 1 düzeyine yükseldiği belirlenmiştir (%46.6). Genel olarak ön ve son testten elde edilen bulgular karşılaştırıldığında, çoğu maddede öğrenci tutum düzeyinin arttığı ve en fazla artışında 6. maddede gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Öğrencilerin günlük yaşam alt boyutunda dalgalar konusuna yönelik tutumları incelendiğinde; 9. ve 10. maddeye yönelik ön testte tutumları 3 düzeyinde olan öğrencilerin (%41.4, %48.3), son testte tutumlarının artarak 4 ve 5 düzeyine yükseldiği belirlenmiştir (%62, %60.3). Aynı durum 12. ve 16. madde içinde söz konusu olarak; ön testte tutumları 3 düzeyinde olan öğrencilerin, son testte tutumlarının 4 ve 5 düzeyine yükseldiği tespit edilmiştir (%62.1, %55.2). 13. maddede ise ön testte öğrenci tutumlarının 4 ve 5 düzeyinde olduğu görülmüş (%50) ve son testte aynı tutum düzeyini destekleyen öğrenci sayısında artış olduğu belirlenmiştir (%62.1). Bunların yanı sıra öğrencilerin 14. maddeye yönelik ön testte tutumlarının 1 düzeyinde olduğu saptanmıştır (%31). Sorgulamaya dayalı öğrenme ile son testte bu maddeye yönelik öğrenci tutumlarının 5 düzeyine yükseldiği tespit edilmiştir (%37.9). Olumsuz maddeler ele alındığında da, 11. ve 15 maddelere yönelik ön testte öğrenci tutumlarının 1 ve 2 düzeyinde olduğu belirlenmiştir (%44.8, %65.5). Ancak son testte bu durum değişerek aynı tutum düzeyini destekleyen öğrenci sayısında önemli ölçüde yükseliş olduğu tespit edilmiştir (%67.2, %81.1). Genel olarak ön ve son testten elde edilen bulgular karşılaştırıldığında, öğrencilerin tutumlarının olumlu yönde değiştiği ve tutum düzeylerinin çoğu maddede fark ettiği gözlemlenmiştir. Tutum düzeyindeki en fazla artışın da 14. maddede olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak araştırmada, öğrencilerin ölçeğe yönelik verdikleri yanıtlar her iki alt boyutta da yordamsal ve betimsel olarak ele alınmıştır. Araştırmada dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına göre uygulanmasında öğrencilerin tutumlarının olumlu yönde değiştiği tespit edilmiştir.

Tablo 3.*Öğrencilerin Öğrenim ve Günlük Yaşam Alt Boyutlarına İlişkin Ön ve Son Testteki Tutumları*

Alt boyutlar	#	Maddeler	Ön-test							Son-test						
			Tutum düzeyi** (%)					\bar{X}	SS	Tutum düzeyi** (%)					\bar{X}	SS
			1	2	3	4	5			1	2	3	4	5		
Öğrenim	1	Dalgalar konusundaki problemleri kolayca çözebilirim.	10.3	17.2	39.7	32.8	0	2.95	0.963	1.7	5.2	25.9	43.1	24.1	3.83	0.920
	2	Dalgalar konusundaki formülleri kullanmak bana kolay gelir.	5.17	17.2	37.9	34.4	5.17	3.28	0.874	0	1.7	20.7	58.6	19	3.95	0.686
	3	Dalgalar konusunu kolayca anlayabilirim.	0	10.3	31	37.9	20.7	3.69	0.922	0	0	20.7	56.9	22.4	4.02	0.662
	4	Dalgalar konusundaki semboller bana <u>karışık gelir.</u> *	10.3	27.6	41.4	13.8	6.9	3.21	1.039	24.1	58.6	13.8	1.7	1.7	4.02	0.783
	5	Dalgalar konusundaki sembollerini kullanmak bana kolay gelir.	1.7	15.5	56.9	22.4	3.4	3.10	0.765	3.4	0	20.7	56.9	19	3.88	0.839
	6	Dalgalar konusunu derste dinlerken <u>sıkılırım.</u> *	18.9	27.5	31	13.8	8.6	3.33	1.176	32.8	25.9	27.5	8.6	5.2	3.78	1.109
	7	Dalgalar konusundan <u>nefret ederim.</u> *	34.5	50	10.3	5.2	0	4.14	0.805	46.6	36.2	10.3	3.4	3.4	4.19	0.999
	8	Dalgalar konusunu ilgi çekici bulurum.	1.7	10.3	44.8	37.9	5.2	3.34	0.807	1.7	5.2	29.3	41.4	22.4	3.78	0.918
G. Yaşam	9	Günlük yaşamda dalgalar konusunun uygulamaları ile karşılaşırız.	6.9	15.5	41.4	27.6	8.6	3.16	1.023	3.4	8.6	25.9	37.9	24.1	3.71	1.043
	10	Bana göre herkesin dalgalar konusunu öğrenmeye ihtiyacı vardır.	19	27.6	48.3	5.2	0	2.40	0.857	10.3	5.2	24.1	37.9	22.4	3.57	1.201
	11	Çevremdeki olayları yorumlamada dalgalar konusu ile ilgili bilgiler işime <u>yaramaz.</u> *	10.3	34.5	29.3	17.2	8.6	3.21	1.120	22.4	44.8	20.7	6.9	5.2	3.72	1.056
	12	Bana göre dalgalar konusu günlük yaşamla doğrudan ilişkilidir.	13.8	34.5	41.4	8.6	1.7	2.50	0.903	5.2	6.9	25.9	32.8	29.3	3.74	1.117
	13	Bana göre dalgalar konusuna yönelik yürütülen araştırmalar için yapılan harcamalar doğru harcamalardır.	1.7	12.1	36.2	43.1	6.9	3.41	0.859	0	5.2	32.8	36.2	25.9	3.83	0.881
	14	Meslek hayatım için dalgalar bilgisi gereklidir.	31	20.7	24.1	17.2	6.9	2.48	1.287	19	5.2	12.1	25.9	37.9	3.59	1.511
	15	Dalgalar konusundaki gelişmeler yaşam şartlarımızı daha da <u>iyileştirmez.</u> *	13.8	51.7	17.2	12.1	5.2	3.57	1.045	48.3	32.8	12.1	1.7	5.2	4.17	1.062
	16	Bana göre meslek dalları dalgalar konusu bilgilerine ihtiyaç duyar.	19	24.1	37.9	15.5	3.4	2.60	1.075	5.2	8.6	31	20.7	34.5	3.64	1.165

*Ölçekte yer alan olumsuz maddeler, **1'den 5'e kadar olan yanıtlar "hiç katılmıyorum" ile "tamamen katılıyorum" arasında değişmektedir.

Araştırmanın Nitel Bulguları

Araştırmanın nitel bulgularında öğrencilerin fizik dersinin öğretim sürecine yönelik görüşleri ele alınmıştır. Araştırmada öğrencilere yedi soru yöneltilmiş ve bu yedi soru altı tema 32 kategori altında toplanmıştır. Öğrencilerin bu sorulara verdikleri yanıtların analizi ayrıntılı bir şekilde Tablo 4’de yer almaktadır.

Tablo 4.
Fizik Dersinin Öğretim Sürecine Yönelik Öğrenci Görüşleri

Temalar	Kategoriler	Ön-görüşme	Son-görüşme
Gerçekleşen Öğretim	Soru çözme	√	
	Deney		√
	Simülasyon		√
	Video izleme		√
	Tartışma		√
	Grup çalışmaları		√
İstenilen Öğretim	Deney	√	√
	Simülasyon	√	√
	Grup çalışmaları	√	√
	Görsel materyal	√	√
	Modelleme		√
	Günlük hayatla ilişkilendirme		√
	Proje çalışması		√
	Video		√
Konuya Hazırlık	Hiçbir şey	√	√
	Kaynak kitap inceleme		√
	İnternete göz atma		√
Fiziğin Günlük Yaşamdaki Yeri	Mekanik konuyla bağdaştırma	√	
	Elektrik konuyla bağdaştırma	√	
	Optik konuyla bağdaştırma	√	
	Dalgalar konuyla bağdaştırma	√	√
Fiziğin Zorlukları	Elektrik deneyleri	√	√
	Soyut kavramların öğrenimi	√	√
Fizikte Karşılaşılan Zorlukların Çözüm Yolları	Tartışma ortamı yaratma	√	√
	Literatürden yararlanma	√	√
	Deney yapma	√	√
	Görsel materyal kullanma	√	√
	Günlük hayatla kavramları ilişkilendirme	√	√
	Simülasyon gösterimi	√	√
	Video izlettirme	√	√
	Modelleme ile konuyu basite indirgeme		√
	Soru çözme		√

Araştırmada öğrenci yanıtları ile belirlenen temaların ilki “Gerçekleşen öğretim” ele alındığında, ön görüşmede öğrencilerin sadece soru çözmeyi belirttikleri dikkat çekmektedir. Buradan öğrencilerin önceki konuların öğreniminde sadece soru çözme etkinliklerini yaptıkları anlaşılmaktadır. Ancak son görüşmede aynı soru yöneltildiğinde; öğrencilerin deney, simülasyon, video izleme, tartışma ve grup çalışmaları yanıtlarını verdikleri tespit edilmiştir. Öğrencilerin bu temaya yönelik açıklamaları aşağıda bulunmaktadır (Ö: Öğrenci, #: Öğrenci numarası):

Ö3: Fizik derslerinde tam olarak etkinlik yapmıyoruz. Öğretmen sadece tahtaya soru yazıyor ve biz soruları çözüyoruz.

Ö8: Son uygulamalarda derslerde deney, simülasyon, video izleme, tartışma, grup çalışmaları şeklinde etkinlikler yaptık.

“İstenilen öğretim” temasında öğrencilerin ön görüşmede deney, simülasyon, görsel materyal kullanımı ve grup çalışmasını belirttikleri görülmektedir. Son görüşmede bunlara ilave olarak modelleme, günlük hayatla ilişkilendirme, proje çalışması ve video izleme öğrenciler tarafından belirtilmiştir. Öğrencilerin uygulama sonunda daha fazla etkinliğin öğrenim esnasında kullanılabileceğini fark ettikleri düşünülmektedir. Öğrencilere gerçekleştirilen etkinliklerin aslında öğrencilere örnek teşkil ettiği söylenebilir. Bu temaya yönelik öğrenci ifadeleri de aşağıda yer almaktadır:

Ö1: Simülasyonlarla öğrendiklerimizin desteklenmesini istiyorum. Soyut olan kavramların somutlaştırılmasını istiyorum. Aynı şekilde görsel materyal kullanımı da yapılabilir.

Ö4: Fizik konularının günlük yaşamdaki kullanım yerlerini tartışabiliriz ve daha fazla günlük hayatla bağdaştırılarak konular anlatılabilir. Derslerde hatta modellemeler yapılabilir.

Öğrenciler “Konuya hazırlık” temasına yönelik ön görüşmede genellikle öğretimi gerçekleştirecek olan konuya ön hazırlık yapmadıklarını ifade etmişlerdir. Ancak son görüşmede öğrencilerin ön hazırlık konusunda daha bilinçlendiği ve konuların öğretimi başlamadan önce kaynak kitapları inceledikleri ve internette yararlandıkları tespit edilmiştir. Öğrencilerin bu temaya yönelik ifadeleri aşağıdadır:

Ö5: Konu öncesinde internette araştırma yapıyorum ve kitaba göz atıyorum.

Öğrencilere fiziğin günlük yaşamdaki yeri ile ilgili sorular yöneltildiğinde öğrencilerin fiziği genellikle mekanik, optik, elektrik ve dalgalar konusuyla bağdaştırdıkları görülmektedir. “Fiziğin Günlük yaşamdaki yeri” temasında ön görüşmede dört temel alandan bahseden öğrencilerin son görüşmede etkinliklerin gerçekleştirildiği dalgalar konusuna bağlı örnekler verdikleri tespit edilmiştir. Öğrencilerin konuları günlük hayatla nasıl bağdaştırdıkları aşağıda yer almaktadır:

Ö12: Birine sesimizi duyurmak istediğimizde artık sesimizin şiddetinin arttığını biliyorum.

“Fiziğin zorlukları” temasında öğrencilerin soyut kavramların öğrenimini ve elektrik deneylerini ifade ettikleri belirlenmiştir. Öğrenciler ön ve son görüşmede aynı ifadelerde bulunmuşlardır.

Son olarak öğrencilere fizikte karşılaşılan sorunların çözümünün nasıl olabileceği sorulduğunda, öğrenciler ön ve son görüşmede kullanılabilecek çeşitli yollar olduğunu ifade etmişlerdir. “Fizikte karşılaşılan zorlukların çözüm yolları” teması altında öğrenciler ön görüşmede tartışma ortamı yaratma, literatürden yararlanma, deney yapma, görsel materyal kullanma, günlük hayatla kavramları ilişkilendirme, simülasyon gösterimi ve video izlettirmeyi dile getirmişlerdir. Son görüşmede bunlara ilave olarak modelleme ile konuyu basite indirgeme ve soru çözme ifadelerinde bulunmuşlardır. Öğrenciler belirlenen bu kategorileri aşağıdaki ifade ile desteklemişlerdir:

Ö10: Sınıf ortamında modelleme yapmayı tercih ederdim. Konunun anlatımını daha basite indirgerdim. Bence bu şekilde sorun çözülebilir ve anlamlı öğrenme gerçekleşebilir.

Nitel bulgular doğrultusunda öğrencilerin sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile fizik dersinin öğretim sürecine yönelik görüşlerinin olumlu yönde değiştiği söylenebilir.

Tartışma ve Sonuç

Araştırmanın sonucunda sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına uygun gerçekleşen dalgalar konusunun öğrenci tutumları üzerinde olumlu etki sağladığı belirlenmiştir. Çünkü araştırmada öğrenim ve günlük yaşam alt boyutlarının her ikisinde de öğrencilerin tutum düzeyleri arasında anlamlı ölçüde fark olduğu ve son testte öğrencilerin tutum puanlarının arttığı ortaya çıkmıştır. Yani her iki alt boyutta da anlamlı düzeyde bir fark olması, her iki alt boyutun bir arada ele alınarak dalgalar konusuna yönelik tutum ile ifade edilmesine olanak sağlamıştır. Sonuç olarak araştırmada öğrenci tutumlarının olumlu

yönde değiştiği tespit edilmiştir. Ancak alanyazında tutumun kısa sürede değişmesinin ve değiştirilmesinin zor olduğu yönündeki ifadeler rastlanılmaktadır (Karamustafaoğlu, 2003; Özsevgeç vd., 2006). Çünkü tutumun algı ve inançla ilişkili olarak değişiminin zaman gerektirdiği ve sürecin önemli olduğu kadar öğrencileri yönlendirme ile onlara cesaret vermenin de önemli olduğu vurgulanmaktadır. Yani, öğrenci merkezli öğretimle konuyu seven ve öğrenmek isteyen öğrenci sayısının artırılması zaman değişkenine bağlıdır (Sheldrake, Mujtaba, & Reiss, 2019). Araştırmada da sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı uygulamalarının yaklaşık 10 hafta sürmesi ile araştırmanın tutum üzerindeki olumlu etkisinin göz ardı edilmemesi gerektiği söylenebilir. Bunun yanında alanyazında, araştırmada belirlenen öğrenci tutumlarındaki artışın ve olumlu görüşlerin o konuya yönelik başarı arttırdığı savunulmaktadır. Çünkü tutum ve başarının da birbiriyle ilintili olduğu ve bu ilişkiyi öğrencilerin öğrenme biçimleri ile problem çözme becerilerinin doğrudan etkilediği düşünülmektedir (Balta & Asikainen, 2019). Bu doğrultuda araştırmada öğrencilerin öncelikle kavramları derinlemesine anlamaları ve işlemsel öğrenme yerine kavramsal öğrenmeleri tercih edilmiştir. Kavramsal öğrenme ile öğrencilerin aktif olduğu bir süreçte konuyu anlamlandırmalarına ve problem çözme becerilerinin gelişimine odaklanıldığı belirtilebilir (Pedaste vd., 2015). Yani öğrencilere yaparak ve yaşayarak öğrenme ortamlarının oluşturulması ile onların başarılarında artış olmasının kaçınılmaz bir gerçek olacağı söylenebilir (Fischer & Hanze, 2019). Bu hedefler doğrultusunda araştırmada gerçekleşen uygulama ile öğrenciler dalgalar konusunu rahatça anlayabildiklerini, konuyu daha çok sevdiklerini ve dalgalar konusuna yönelik formülleri ve sembolleri rahatlıkla kullanabildiklerini ifade etmişlerdir. Aslında sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının öğrencilere farklı öğrenme fırsatı sunduğu ve bu sayede öğrencilerin severek öğrenmelerine ve sorgulama becerilerinin gelişimine katkı sağlandığı düşünülmektedir (Wu & Hsieh, 2006). Katrancı ve Şengül (2020)'de sorgulama becerisi yüksek olan öğrencilerin “neden” ve “nasıl” soruları ile konuyu sorgulayarak anlamlandırmaya çalıştıklarını ve bu öğrencilerin akıl yürütme becerilerinin yüksek olduğunu savunmaktadırlar. Bunların yanı sıra araştırmada öğrencilerin akranları ile etkileşimli çalışmalar yapmalarının, konuların öğretiminin öncesinde internetten araştırma yapmalarının ve kaynak kitapları incelemelerinin onların öğrenimlerini kolaylaştırdığı ve iletişim becerilerini geliştirdiği belirlenmiştir (Akerson vd., 2009; Bao & Koenig, 2019; Laipply, 2004). Bao ve Koenig (2019) özellikle iletişim becerisinin gelişiminin 21. yüzyıl öğreniminde önemli rol oynadığını ifade etmektedir. Öğrencilerin iletişim becerileri ile karmaşık sorunlarla başa çıkılabilecekleri ve bireyin ötesine geçilerek farklı görüşlerle ortaya çıkan fikirleri tartışabilecekleri savunulmaktadır. Aynı zamanda iletişim becerisi ile öğrencilerin gözlem ve dinleme yeteneğinin de gelişim göstererek birden fazla çözüm önerilerini keşfedebileceklerine ve bu şekilde sorunlara yaratıcı çözümler bulabileceklerine inanılmaktadır. Bu ifadeler doğrultusunda araştırmada uygulanan öğretim yaklaşımının aslında genel olarak öğrencilerin bakış açısını değiştirdiği söylenebilir. Çünkü uygulama öncesinde öğrencilerin teorik bilgileri sunuş yoluyla anlamaya çalıştıkları ve sadece sınavlarda bu bilgileri geri verme yükümlülüğünü hissettikleri bilinmektedir. Ancak öğrencilerin konunun öğrenimine artık bilimin topluma yansması ve günlük hayattaki problemlerin çözümü şeklinde bakış açısı ile bakabildikleri söylenebilir (Çepni & Çil, 2009; Ormancı & Çepni, 2019). Bu kapsamda araştırma sonucunun öğrencilerin tutumlarının yanı sıra sosyal gelişimlerine ve zihinsel becerilerine de olumlu katkı sağlandığı düşünülmektedir (Boddy vd., 2003; Uum vd., 2016; Windschitl, 2003). Uum ve diğerleri (2016)'nin de belirttiği üzere, araştırmada öğrencilerin sosyal ve zihinsel gelişiminin sağlanması için uygulamalı etkinliklerden, tartışma ortamlarından ve video gösteriminden yararlanılması gerektiği bilinmektedir. Bu şekilde öğrencilerin kavramsal olarak öğrenmeye odaklanacakları düşünülmektedir. Araştırmada öğrencilerin derslere katılım göstererek anlamlı ve kavramsal öğrenmelerinin gerçekleştirilmesi ile onların bu konuda kendilerine olan güven duygusunun da gelişmesine katkı sağlandığı söylenebilir (Saka & Akdeniz, 2006). Çünkü öğrenciler dalgalar konusundaki problemleri artık rahatlıkla çözebildiklerini ve dalgalar konusuna yönelik yürütülen bu tarz çalışmaların öğrenimlerine etkisi olduğunu dile getirmişlerdir (Alouf & Bentley, 2003). Öğrencilerin problem çözme becerilerinin gelişimi ile birçok kazanım edinebildikleri ve artık günlük yaşam sorunlarını rahatlıkla çözebilecekleri düşünülmektedir (Turnip, Wahyuni, & Tanjung, 2016; Wise, 2006). Bu noktada öğrencilerin bilişsel süreç becerilerinin gelişiminin sağlandığı ve bilimsel tutuma karşı olan isteklerinin süreç içerisinde arttığı söylenebilir (Sözbilir vd., 2007; Tatar, 2006; Whitelegg & Edwards, 2001).

Araştırmada yararlanılan sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile gerçekleşen uygulamanın öğrencilerin fizik dersinin öğretim sürecine yönelik görüşlerini olumlu yönde değiştirdiği ve öğrencilerin bu yaklaşım uygulamalarını destekledikleri tespit edilmiştir. Çünkü öğrenciler tarafından mevcut sistemde konuların öğretiminde öğretmenlerin sadece soru çözümleri ile dersleri gerçekleştirdiği vurgulanmış, uygulama sonunda ise konunun öğretiminin deneylerden, simülasyonlardan, videolardan, görsel materyallerden, günlük hayatla ilişkilendirmelerden, tartışma ortamından ve grup çalışmalarından yararlanarak gerçekleştirdiği ve bu şekilde de öğretimin gerçekleşmesinin istenildiği belirtilmiştir (Chairam vd., 2015; Çam, 2008; Park & Lee, 2004). Bu noktada öğrenciler uygulama başında öğretim içerisinde olmasını istedikleri yöntemlerin uygulama sonunda gerçekleştirildiğini fark etmiş ve istedikleri öğretimin uygulamasının öğrenimlerine fayda sağladığını yorumlayabilmişlerdir (Hwang vd., 2015). Yani öğrencilerin öğretim esnasında zengin bir öğrenme ortamının sunulmasını bekledikleri ve bu sayede öğretmen ve öğrenci arasındaki iletişimin de canlı tutulabileceğini düşündükleri ortaya çıkmıştır (Laipply, 2004). Öğrencilerin derslerin etkili bir şekilde gerçekleşmesinde öğretmenin önemli rol oynadığını düşündükleri akla gelmektedir. Çünkü bilinmektedir ki, öğretim yöntemleri öğretmenin rehber rolü üstlenmesi ile ilerleyen bir süreçte işlevsel hale gelmektedir (Aulia, Poedjiastoeti, & Agustini, 2018). Ancak alanyazında öğretmenlerin aslında etkili öğretimi nasıl sağlayacaklarını bildiklerine ve alışkanlıklarını terk etmede zorluk çektiklerinden sunuş yoluyla anlatımı tercih ettiklerine rastlanılmaktadır (Ayvacı & Bakırcı, 2012; Kidman & Casinader, 2017). Öğretmenlerin sunuş yoluyla yaptıkları anlatımla öğrencilerin öğrenimlerine katkı sağlamada sınırlı kaldıkları ve öğrencilerin özellikle soyut kavramların öğreniminde sıkıntı yaşamalarına neden oldukları bilinmektedir. Bu nedenle öğrencilerin öğretmenle birlikte aktif olabildikleri öğrenme stillerini önermelerıyla, öğretmenin öğrenme ortamında onlara rehberlik etmesi, yönlendirici sorular yönelmesi ve onları teşvik etmesi gerektiğini düşündükleri ortaya çıkmıştır (Firman, Ertikanto, & Abdurrahman, 2019). Kısacası öğrencilerin öğretim süreci içerisinde öğretmen tarafından gerçekleştirilen yönlendirmeler ile kendilerine olan güven duygularının gelişerek istenilen davranışı kazanabileceklerini düşündükleri söylenebilir (Parchmann vd., 2006). Tüm bu sonuçlar öğrencilerin geleneksel anlayıştan uzak sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımlarını desteklediklerini göstermektedir (MacKenzie, 2016). Bunların yanı sıra öğrencilerin öğretim sürecinde özellikle simülasyonlara ve deneye yer verilmesi gerektiğini belirtmeleri ile, bu tarz etkinlik uygulamalarının onların öğrenimi açısından yararlı ve tutumun artmasında materyallerin etkili olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Materyaller ile aslında öğrencilerin deneysel fizik dersi ile ilgili daha kapsamlı bir anlayışa sahip olmaları amaçlanmaktadır (Sarı & Güven, 2013; Shi, Ma, & Wang, 2020). Çünkü materyaller aracılığıyla uygulamalı etkinlik çeşidinin süreç içerisinde artacağı ve öğrencilerin zamanla gözlem yapma, çıkarım yapma, karşılaştırma, tahmin, deney, yorumlama ve sonuç çıkarma yetilerine sahip olabilecekleri düşünülmektedir (Syifahayu, 2017; Wu & Krajcik, 2006).

Bunların ardından öğrencilerin uygulama sonunda; dalgalar konusunun günlük yaşamla doğrudan ilişkili olduğunun farkına vardıklarını ve günlük yaşamda dalgalar konusunun uygulamaları ile karşılaştıklarını, bunun da kendi yaşam şartlarını kolaylaştırdığını dile getirdikleri görülmektedir. Araştırmada öğrencilerin ifadelerinden, onların bilimsel süreç becerilerinde ve yaşam sorunlarını çözmeye ilerleme sağladıkları ortaya çıkmaktadır (Abdurrahman, 2017). Çünkü öğrencilerin günlük yaşamla konuyu ilişkilendirmeleri ile onların konudan daha çok hoşlandıkları, eğlenerek öğrenmeyi gerçekleştirebildikleri ve bilgilerinin kalıcılığının arttırıldığı düşünülmektedir (Kuter & Özer, 2020; Westbroek, 2005). Kuter ve Özer (2020) de zaten bu tarz bir öğrenmenin sadece yapılandırıcı kurama dayalı gerçekleştirilen araştırma sonuçlarından elde edilebileceğini belirtmiştir. Bu nedenle araştırmada, öğrencilerin yaşamlarına dalgalar konusunda yer alan kavramları isteyerek ve kolaylıkla entegre edebildikleri ve çeşitli bilgileri keşfederek de kendi bilgilerini oluşturabildikleri söylenebilir. Son olarak öğrencilerin meslek hayatlarında dalgalar konusu bilgilerinin işe yarayacağını ve herkesin dalgalar konusunda bilgiye sahip olması gerektiğini düşündükleri belirlenmiştir. Öğrencilerin bilimsel uygulamalara ilişkin süreç becerilerinin ve yeteneklerinin gelişmesiyle durumlara bu şekilde bir bakış açısı ile yaklaşabildikleri söylenebilir (Tan, Yangco, & Que, 2020).

Araştırmada elde edilen sonuçların tartışılmasının ardından, araştırmada yansız atama olmadan ya da kontrol grubu olmadan bu sonuçlara ulaşıldığı bilinmektedir. Bu durum aslında araştırmayı pek çok

tehdide açık hale getirmektedir (Büyüköztürk, 2007; Lodico vd., 2010). Bu bağlamda araştırmada bu tehditlere karşı belirli önlemler alınarak, araştırmanın sınırlılıklarının tartışılması gerektiği söylenebilir. Örneğin çalışma grubunun seçimi araştırmada bir iç tehdit oluşturmaktadır (Johnson & Christensen, 2019). Çünkü araştırmadaki öğrenciler yansız atama olmadan belirlenmiştir. Ancak bu noktada öğrencilerin başlangıçtaki bireysel farklılıkları göz önüne alınarak farklılıkların en aza indirgenmesi için öğrencilerin lise giriş sınavı ile kazandıkları bir Anadolu Lisesinde öğrenim görmelerine ve böylece benzer özelliklere sahip olmalarına dikkat edilmiştir. Ayrıca araştırmada çalışma grubu için öğretmen görüşü de alınmış ve öğretmenin yaklaşık iki yıldır fizik derslerinde birlikte olduğu öğrencilerinin benzer bilgi seviyesine ve fizik dersi genel başarısına sahip olduklarını belirtmesiyle ilgili çalışma grubuyla araştırmanın yürütülmesine karar verilmiştir (Christensen, Johnson, & Turner, 2015; Lodico vd., 2010). Alanyazında kontrol grubu bulunmayan çalışmalarda aynı zamanda, geçmişinde önemli bir rol oynadığı ve bunun bir tehdit unsuru yarattığı bilinmektedir. Çünkü tarihte yaşanan bir olay bağımlı değişkeni kolaylıkla etkileyebilmektedir. Bunun için çalışmanın süresinin kısa tutulması ve bu şekilde geçmişin potansiyel tehditinden kaçınmanın mümkün olabileceği akla gelmektedir. Araştırmada da 10 haftalık bir sürenin tarihte yaşanabilecek olaylar bakımından çok uzun bir süre olmamasıyla, tarihin oluşturabileceği tehditin bu şekilde önüne geçilmesi hedeflenmiştir. Diğer bir iç tehdit unsuru ise, veri toplama araçlarının aynı çalışma grubuna belirli aralıklarla iki kez uygulanmasıyla öğrencilerin son uygulamada sorulara aşına olmaları ve son uygulamaya bunun etki etmesidir. Ancak araştırmada ön ve son uygulama arasında 10 haftalık bir zaman dilimi bulunmasıyla, öğrencilerin ön testte yer alan ifadeleri hatırlama olasılığının bu şekilde azaltıldığı düşünülmektedir. Bunlara ek olarak araştırmada yararlanılan veri toplama aracının araştırmanın amacına uygun ve geçerli, güvenilir bir ölçme aracı olmasıyla, araştırmada bu şekilde iç geçerlik yönünden oluşabilecek tehdiye önlem alındığı ifade edilebilir. Bunların yanı sıra araştırmada uygulanan ön testin araştırma için bir dış tehdit unsuru olduğu bilinmektedir. Çünkü araştırmada uygulama öncesi yapılan ölçme ile dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına göre uygulanmasının, ön test uygulaması olmadan sadece uygulamanın ortaya çıkarabileceği değişimden farklı bir etki yaratabileceği söylenebilir. Bu bağlamda araştırmada uygulanan ön testte öğrencilerin süreç içerisinde tutumlarının değiştirilmeye çalışıldığı yönünde farkındalıklarının oluşmaması amaçlanmış ve hem ölçek gelişiminde hem de öğrenci bilgilendirmesi yapılırken farkındalığın arttırılmaması gerektiği hususu göz önüne alınmıştır. Bu şekilde araştırmanın genellenebilirliğini engelleyebilecek olan dış tehdit unsuru ile baş edilmeye çalışılmıştır. Araştırmada çalışma grubunun yansız atama olmadan belirlenmesi dış geçerlik için de tehdit oluşturmaktadır. Araştırmanın genellenebilirliği bu bağlamda büyük ölçüde risk altına girerken, dış geçerliği arttırabilmek için araştırmada ele alınan uygulamanın fazla sayıda öğrenci ile gerçekleştirilmesi gerektiği düşünülmüştür. Bu tehditi kontrol edebilmek için araştırmada ulaşılabilen ve uygulamanın aksamadan ilerleyebileceği ön görülen en fazla sayıda öğrenci ile çalışmanın yürütüldüğü söylenebilir. Aynı zamanda araştırma önemli bir rol üstlenen öğretmenin kasıtsız bir şekilde çalışma sonucunu etkilememesi gerektiği de bilinmektedir. Bu dış tehdit öğrencilerin performansını, tutumunu ve davranışlarını etkileyebilir. Bu noktada öğretmenin araştırma sonucuna yönelik bir beklentisinin olmaması ile yanlış davranışlarda bulunmaması gerektiği akla gelmektedir. Araştırmada da araştırmacı ile birlikte her hafta düzenli bir şekilde sadece etkinlik planlarına çalışan öğretmenin, araştırmada öğrencilerle temas halinde olduğu ve bu süreçte araştırmada beklenen sonucu bilmeyerek sadece uygulama sürecine odaklandığı söylenebilir. Son olarak bir araştırma sürecine dahil olduğunun farkında olan öğrencilerin davranışlarında oluşabilecek farklılıkların araştırma için tehdit oluşturabileceği bilinmektedir. Burada öğrencilerin sorgulamaya dayalı öğrenme uygulamalarından habersiz olmalarının sağlanması gerektiği düşünülerek, uygulama başında öğrencilere dalgalar konusunun öğretiminin farklı bir şekilde gerçekleşeceği söylenmemiştir. Öğrencilerin yaşayarak öğrendikleri bir sürece dahil edilmeleri ile araştırmaya yönelik beklentilerinin olmaması sağlanmıştır. Bu şekilde öğrencilerin tepkisinden oluşabilecek tehditin kontrol altına alınabileceği düşünülmektedir. Diğer bir yandan da öğrencilerin araştırmada yeni ve farklı bir şey yapmalarıyla artan ilgi, motivasyon ya da derse katılım olarak adlandırılan yenilik etkisi, araştırma için olası bir dış tehdit oluşturmaktadır. Bu durumun araştırmanın yeterli bir süre içerisinde gerçekleşmesi ile kontrol edilebileceği söylenebilir. Araştırmada da uygulama süresinin 10 hafta olduğu düşünülerek,

sürenin uzun olması ile yenilik etkisinin öğrenciler için zamanla yok olabileceğine inanıldığı ifade edilebilir (Gay & Airasian, 2000; Lodico vd., 2010).

Tüm elde edilen sonuçlar doğrultusunda; sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına göre gerçekleştirilen uygulamanın dalgalar konusuna ve dolayısıyla fizik dersinin öğretim sürecine katkı sağladığı düşünülmektedir. Sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı aracılığıyla öğrencilerin tutum ve görüşlerindeki değişikliği ortaya koyan bu araştırmanın, dalgalar konusu bağlamında yardımcı bir kaynak olarak kullanılabileceği söylenebilir. Aynı zamanda bu çalışmanın ortaöğretim düzeyinde gerçekleşmesi ile fizik öğretmenlerine de rehber bir kaynak olacağına inanılmaktadır (Russo & Adorno, 2018). Dalgalar konusunda gerçekleşen sorgulamaya dayalı öğrenme uygulamalarının sınırlı çalışmada ele alınması da (Fazio, Tarantino, & Sperandio-Mineo, 2010; Katsarova & Raykova, 2019; Özdemir & Kocakulah, 2016), bu çalışmanın dalgalar konusuna yönelik tutum ve fizik dersinin öğretim sürecine ilişkin görüşleri ortaya çıkarmada ulusal-uluslararası literatüre katkı sağlayacağını düşündürmektedir. Bunların yanı sıra araştırmanın veri toplama araçlarından yararlanacak araştırmacılara tutum ölçeğinin faktör yapısını doğrulayıcı faktör analiziyle de test etmeleri ve yapı geçerliğine yönelik güçlü kanıtlar sunmaları önerilebilir (Cronbach & Meehl, 1955).

Özetlemek gerekirse, fizik dersinin öğretimine ve öğrenimine katkıda bulunmanın kolay olmadığı bilinmektedir. Öğrencilere kendi bilgilerini edinme ve yapılandırma becerisi kazandıran öğrenci merkezli yöntemlerin, öğretmen merkezli gerçekleştirilen yöntemlerden daha fazla çaba gerektirdiği söylenebilir (Donohue vd., 2020). Öğrencilere sadece bilgiyi sunmak ya da bildiklerinin yanlış olduğunu belirtmek onların bilimsel bilgi anlayışını geliştirmemektedir (Firman vd., 2019). Bu nedenle öğrencilerin öğrenme süreçlerinde aktif katılım gösterebileceği öğretim yöntemlerinin tercih edilmesi ile, onların anlamlı öğrenmeye teşvik edilebileceği düşünülmektedir (Pedaste vd., 2015).

“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” hiçbiri gerçekleştirilmemiştir.

References

- Abdurrahman, A. (2017). Efektivitas dan kendala pembelajaran sains berbasis inkuiri terhadap capain dimensi kognitif siswa: Meta analisis. *Tadris: Jurnal Keguruan dan Ilmu Tarbiyah*, 2(1), 1-9.
- Abell, S. K., & Volkman, M. J. (2006). *Seamless assessment in science. A guide for elementary and middle school teachers*. USA: Heinemann and NSTA.
- Adiyaman, M., & Sert, H. (2017). Attitudes of high school students towards physics. *Journal of Current Researches on Educational Studies*, 7(1), 117-134.
- Akerson, V. L., Townsend, S., Donnelly, L. A., Hanson D. L., Tira, P., & White, O. (2009). Scientific modeling for inquiring teachers' network (Smit'n): The influence on elementary teachers' views of nature of science, inquiry, and modeling. *Journal of Science Teacher Education*, 20, 21-40.
- Alouf, J. L., & Bentley, M. L. (2003). *Assessing the impact of inquiry-based science teaching in professional development activities, PK-12*. Annual Meeting of The Association of Teacher Educators, Jacksonville: FL.
- Aulia, E. V., Poedjiastoeti, S., & Agustini, R. (2018). The effectiveness of guided inquiry-based learning material on students' science literacy skills. *J. Phys.: Conf. Ser.*, 947, 012049.
- Ayvacı, H. Ş., & Bakırcı, H. (2012). Fen ve teknoloji öğretmenlerinin fen öğretim süreçleriyle ilgili görüşlerinin 5E öğretim modeli açısından incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 9(2), 132-151.
- Ayvacı, H. Ş., & Bebek, G. (2018). Fizik öğretimi sürecinde yaşanan sorunların değerlendirilmesine yönelik bir çalışma. *Kastamonu Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*, 26(1), 1-10.
- Balta, N. & Asikainen, M. A. (2019). Introductory students' attitudes and approaches to physics problem solving: Major, achievement level and gender differences. *Journal of Technology and Science Education*, 9(3), 378-387.
- Bao, L., & Koenig, K. (2019). Physics education research for 21st century learning. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(2), 1-12.
- Barman, C. R., & Miller, J. A. (1996). Two teaching methods and students' understanding of sound. *School Science and Mathematics*, 2, 63-67.
- Bell, T., Urhahne, D., Schanze, S., & Ploetzner, R. (2010). Collaborative inquiry learning: Models, tools and challenges. *International Journal of Science Education*, 32(3), 349-377.
- Boddy, N., Watson, K., & Aubusson, P. (2003). A trial of the es: A referent model for constructivist teaching and learning. *Research in Science Education*, 33, 27-42.
- Brown, T. A. (2015). *Confirmatory factor analysis for applied research*. New York: The Guilford Press.
- Bryman, A., & Cramer, D. (1999). *Quantitative data analysis with SPSS release 8 for windows*. London and New York: Taylor & Francis e Library, Routledge.
- Büyüköztürk, Ş. (2007). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı (7. Baskı)*. Ankara: Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş. (2007). *DeneySEL desenler*. Ankara: Pegem Akademi.
- Bybee, R. (1993). *Instructional model for science education, in developing biological literacy*. Colorado Springs, Co: Biological Sciences Curriculum Studies.
- Bybee, R. (1997). *Achieving scientific literacy: from purposes to practices*. Portsmouth: UK, Heinemann.
- Chairam, S., Klahan, N., & Coll, R. K. (2015). Exploring secondary students' understanding of chemical kinetics through inquiry-based learning activities. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(5), 937-956.
- Chiappetta E. L., & Adams, A. D. (2004). Inquiry-Based instruction. *The Science Teacher*, 71(2), 46-50.
- Christensen, L. B., Johnson, R. B., & Turner, L. A. (2015). *Araştırma yöntemleri desen ve analiz (A. Aypay, Çeviri Editörü)*. Ankara: Anı.
- Cohen, J. (1994). The earth is round ($p < .05$). *American Psychologist*, 49, 997-1003.

- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd Edition)*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Creswell, J. W. (2003). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (2. ed.)*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design. Qualitative, quantitative and mixed methods approaches (Fourth Edition)*. Lincoln: Sage.
- Cronbach, L. J., & Meehl, P. E. (1955). Construct validity in psychological tests. *Psychological Bulletin*, 52, 281-302.
- Çam, F. (2008). *Biyoloji derslerinde yaşam temelli öğrenme yaklaşımının etkileri (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi)*. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Çepni, S. (2014). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş (Genişletilmiş 7. baskı)*. Trabzon: Celepler Matbaacılık.
- Çepni, S., & Çil, E. (2009). *Fen ve teknoloji programı ilköğretim 1. ve 2. kademe öğretmen kitabı*. Ankara: Pegem Akademi.
- Dagar, V., & Yadav, A. (2016). Constructivism: A paradigm for teaching and learning. *Arts and Social Sciences Journal*, 7(4), 1-4.
- Dilşeker, Z., & Serin, O. (2018). Fen ve teknoloji dersinde proje tabanlı öğrenme yöntemi kullanımının ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinin fen ve teknoloji dersine yönelik tutumlarına, ders başarısına ve kavram yanlışlarının giderilmesine etkisi. *International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education*, 7(2), 1-30.
- Djudin, T. (2018). How to cultivate students' interest in physics: A challenge for senior high school teachers. *Jurnal Pendidikan Sains*, 6(1), 16-22.
- Donohue, K., Buck, G. A., & Akerson, V. (2020). Where's the science?. Exploring a new science teacher educators' theoretical and practical understandings of scientific inquiry. *International Journal of Research in Education and Science*, 6(1), 1-13.
- Ecevit, T., & Kaptan, F. (2019). 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılmasına yönelik tasarlanan argümantasyon destekli Araştırma sorgulamaya dayalı öğretim modelinin betimlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. Advance online publication. doi: 10.16986/HUJE.2019056328
- Fazio, C., Tarantino, G., & Sperandeo-Mineo, R. M. (2010). *An inquiry-based approach to physics teacher education: The case of sound properties*. Teaching and Learning Physics Today: Challenges? Benefits? Conference, France.
- Firman, M. A., Ertikanto, C., & Abdurrahman, A. (2019). Description of meta-analysis of inquiry-based learning of science in improving students' inquiry skills. *J. Phys.:Conf. Ser.*, 1157, 022018.
- Fischer, E., & Hanze, M. (2019). Back from „guide on the side“ to „sage on the stage“? Effects of teacher-guided and student-activating teaching methods on student learning in higher education. *International Journal of Educational Research*, 95, 26-35.
- Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (2006). *How to design and evaluate research in education (Sixth edition)*. Boston: McGraw-Hill.
- Gay, L. R., & Airasian, P. (2000). *Educational research: Competencies for analysis and application*. New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Glesne, C. (2012). *Nitel araştırmaya giriş*. A. Ersoy ve P. Yalçinoğlu (Çev. Ed.). Ankara: Anı.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2001). Conceptual change using multiple interpretive perspectives: Two case studies in secondary school chemistry. *Instructional Science*, 29, 45-85.
- Hewson, M. G., & Hewson, P. W. (2003). Effect of instruction using students' prior knowledge and conceptual change strategies on science learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 86-98.

- Hrepic, Z. (2002). *Identifying students' mental models of sound propagation* (Unpublished Master's thesis). Kansas State University, Manhattan.
- Hwang, G. J., Chiu, L. Y., & Chen, C. H. (2015). A contextual game-based learning approach to improving students' inquiry-based learning performance in social studies courses. *Computers & Education, 81*, 13-25.
- Johnson, B. R., & Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. *Educational Researcher, 33*(7), 14-26.
- Johnson, R. B., & Christensen, L. B. (2019). *Educational Research (7th ed.)*. Los Angeles: Sage.
- Kalaycı, Ş. (2005). *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri*. Ankara: Asil Yayın Dağıtım.
- Kang, J., & Keinonen, T. (2018). The effect of student-centered approaches on students' interest and achievement in science: Relevant topic-based, open and guided inquiry-based and discussion-based approaches. *Research in Science Education, 48*, 865-885.
- Karamustafaoğlu, S. (2003). *Maddenin iç yapısına yolculuk ünitesi ile ilgili basit araç- gereçlere dayalı rehber materyal geliştirilmesi ve öğretim sürecindeki etkililiği* (Yayımlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Katranç, Y., & Şengül, S. (2020). Ortaokul öğrencilerinin matematiğe yönelik sorgulayıcı öğrenme becerilerinin problem çözmeye yönelik sorgulama, değerlendirme, nedenleme ve yansıtıcı düşünme becerileri açısından değerlendirilmesi. *Eğitim ve Bilim, 45*(201), 55-78.
- Katsarova, K., & Raykova, Z. (2019). An opportunity to study mechanical waves by the use of inquiry methods. *AIP Conference Proceedings, 2075*(1), 180019.
- Kidman, G., & Casinader, N. (2017). *Inquiry-based teaching and learning across disciplines*. UK: Palgrave Mcmillan.
- Kotrlik, J. W., & Williams, H. A. (2003). The incorporation of effect size in information technology, learning, and performance research. *Information Technology, Learning and Performance Journal, 21*(1), 1-7.
- Krahenbuhl, K. S. (2016). Student-centered education and constructivism: Challenges, concerns, and clarity for teachers. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas, 89*(3), 97-105.
- Krippendorff, K. (2004). *Content analysis: An introduction to its methodology (Second Edition)*. USA: Sage.
- Kuter, S., & Ozer, B. (2020). Student teachers' experiences of constructivism in a theoretical course built on inquiry-based learning. *Journal of Qualitative Research in Education, 8*(1), 135-155.
- Laipply, R. S. (2004). *A case study of self-efficacy and attitudes toward science in an inquiry-based biology laboratory* (Unpublished doctoral thesis). Akron University, United States.
- Lederman, N. G., Lederman, J. S., & Antink, A. (2013). Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, 1*(3), 138-147.
- Lederman, J. S., Lederman, N. G., Bartels, S., & Jimenez, J. (2019). An international collaborative investigation of beginning seventh grade students' understandings of scientific inquiry: Establishing a baseline. *Journal of Research in Science Teaching, 56*, 488-515.
- Lim, B. R. (2001). *Guidelines for designing inquiry-based learning on the web: Online professional development of educators* (Unpublished doctoral thesis). Indiana University, United States.
- Linder, C. J., & Erickson, G. L. (1989). A study of tertiary physics students' conceptualizations of sound. *International Journal of Science Education, 11*, 491-501.
- Llewellyn, D. (2002). *Inquire within implementing inquiry-based science standarts*. California: Corwin Press.

- Lodico, M. G., Spaulding, D. T., & Voegtler, K. H. (2010). *Methods in educational research: From theory to practice* (Vol. 28). John Wiley & Sons.
- MacKenzie, T. (2016). *Dive into inquiry*. Irvine, California: EdTechTeam.
- Maurines, L. (1992). Spontaneous reasoning on the propagation of visible mechanical signals. *International Journal of Science Education, 14*, 279-293.
- McDermott L. C., & Redish E. F. (1999). RL-PER1: Resource Letter on Physics Education Research. *Am. J. Phys. 67*(9), 755-767.
- McConney, A., Oliver, M. C., Woods-McConney, A., Schibeci, R., & Maor, D. (2014). Inquiry, engagement, and literacy in science: A retrospective, cross-national analysis using PISA 2006. *Science Education, 98*(6), 963-980.
- Merriam, S. B. (1988). *Case study research in education: A qualitative approach*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook (Second Edition)*. California: Sage.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2013). *Ortaöğretim Fizik Dersi Öğretim Programı*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction-what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching, 47*(4), 474-496.
- National Academy of Sciences [NAS]. (1997). *Science for all children. A guide to improving elementary science education in your school district*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Neuendorf, K. A. (2002). *The content analysis guide book (Second Edition)*. USA: Sage.
- Ormanç, Ü., & Çepni, S. (2019). Rehberli Araştırma-sorgulama yaklaşımına uygun web destekli fen materyali geliştirilmesi: Kemikler. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi, 9*(2), 96-108.
- Özdemir, Y. G. (2015). *Onuncu sınıf dalgalar konusunun sosyal yapılandırmacı kuram temelli öğretiminde farklı etkinliklerin uygulama sırasının kavramsal ve duyuşsal değişime etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Özdemir, Y. G., & Kocakulah, S. (2016). Mekanik dalgaların öğretiminde kullanılan farklı etkinliklerin uygulanma sırasının kavramsal değişime etkisi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi, 5*(3), 150-163.
- Özsevgeç, T., Çepni, S., & Özsevgeç, L. C. (2006). *5E modelinin kavram yanılgılarını gidermedeki etkililiği: Kuvvet-hareket örneği*. VII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara.
- Öztürk, S. (2014). *Lise-1 düzeyindeki öğrencilerin modsal betimlemeleri tanıyıp öğrenme amaçlı yazmada kullanmalarının Fizik dersi dalgalar ünitesindeki akademik başarıya etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Parchmann, I., Gräsel, C., Baer, A., Nentwig, P., Demuth, R., & Ralle, B. The ChiK Project Group (2006). "Chemie im Kontext": A symbiotic implementation of a context-based teaching and learning approach. *International Journal of Science Education, 28*(9), 1041-1062.
- Park, J., & Lee, L. (2004). Analysing cognitive or non-cognitive factors involved in the process of physics problem-solving in an everyday context. *International Journal of Science Education, 26*(13), 1577-1595.
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods* (2. ed.). Newbury Park, CA: Sage.
- Pedaste, M., Maeots, M., Siiman, L. A., De Jong, T., Van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review, 14*, 47-61.

- Perkins, D. N. (1999). The many faces of constructivism. *Educational Leadership*, 57(3), 6-11.
- Perry, V. R., & Richardson, C. P. (2001). *The new Mexico tech master of science teaching program: An exemplary model of inquiry-based learning*. 31st ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Reno.
- Reid, N., & Skryabina, E. A. (2002). Attitudes towards physics. *Research in Science and Technological Education*, 20(1), 67-81.
- Russo, A., & Adorno, D. P. (2018). *An inquiry-based learning path to introduce modern physics in high-school*. J. Phys.: Conf. Ser., 1076, 012007.
- Sabourin, J., Mott, B., & Lester, J. (2013). *Discovering behavior patterns of self-regulated learners in an inquiry-based learning environment*. In International Conference on Artificial Intelligence in Education (pp. 209-218). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Sağdıç, M. (2018). *Rehberli sorgulama öğretim modeline göre fen öğretiminin ortaokul öğrencilerin üzerindeki etkisinin incelenmesi: Kuvvet ve enerji ünitesi örneği* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Saka, A., & Akdeniz, A. R. (2006). Genetik konusunda bilgisayar destekli materyal geliştirilmesi ve 5e modeline göre uygulanması. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 5(1), 14.
- Sari, U., & Guven, G. B. (2013). The effect of interactive whiteboard supported inquiry-based learning on achievement and motivation in physics and views of prospective teachers toward the instruction. *Necatibey Faculty of Education Journal of Science and Mathematics Education*, 7(2), 110-143.
- Schofield, J. W. (1990). *Increasing the generalizability of qualitative research*. W. W. Eisner & A. Peshkin (ED.). *Qualitative inquiry in education: The continuing debate* (pp.201-232). New York: Teachers College Press.
- Sheldrake, R., Mujtaba, T., & Reiss, M. J. (2019). Students' changing attitudes and aspirations towards physics during secondary school. *Research in Science Education*, 49, 1809-1834.
- Shi, W. Z., Ma, L., & Wang, J. (2020). Effects of inquiry-based teaching on Chinese university students' epistemologies about experimental physics and learning performance. *Journal of Baltic Science Education*, 19(2), 289-297.
- Shih, J. L., Chuang, C. W., & Hwang, G. J. (2010). An inquiry-based mobile learning approach to enhancing social science learning effectiveness. *Educational Technology & Society*, 13(4), 50-62.
- Sözbilir, M., Sadi, S., Kutu, H., & Yıldırım, A. (2007). *Kimya eğitiminde içeriğe/bağlama dayalı (context-based) öğretim yaklaşımı ve dünyadaki uygulamaları*. I. Ulusal Kimya Eğitimi Kongresi, sf. 108.
- Stephen, U. A. S. (2015). Problems of improvising instructional materials for the teaching and learning of physics in akwa ibom state secondary schools: Nigeria. *British Journal of Education*, 3(3), 27-35.
- Syifahayu. (2017). Inquiry-based integrated science education: Implementation of local content "soil washing" project to improve junior high school students' environmental literacy. *J. Phys.: Conf. Ser.*, 812, 012082.
- Taasoobshirazi, G., & Carr, M. (2008). A review and critique of context-based physics instruction and assessment. *Educational Research Review*, 3, 155-167.
- Tan, R. M., Yangco, R. T., & Que, E. N. (2020). Students' conceptual understanding and science process skills in an inquiry-based flipped classroom environment. *Malaysian Journal of Learning & Instruction*, 17(1), 159-184.
- Tatar, N. (2006). *İlköğretim fen eğitiminde araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının bilimsel süreç becerilerine, akademik başarıya ve tutuma etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Teddle, C., & Tashakkori, A. (2015). *Karma yöntem araştırmalarının temelleri* (Y. Dede & S. B. Demir, Çev.). Ankara: Anı.

- Tekbıyık, A. (2010). *Bağlam temelli yaklaşımla ortaöğretim 9. sınıf enerji ünitesine yönelik 5E modeline uygun ders materyallerinin geliştirilmesi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Tezbaşaran, A. A. (2008). *Likert tipi ölçek geliştirme kılavuzu (3. Baskı)*. Ankara: Türk Psikologları derneği.
- Thier, H. D., & Daviss, B. (2001). *Developing inquiry-based science materials. A guide for educators*. Newyork: Teachers College Press.
- Turnip, B., Wahyuni, I., & Tanjung, Y. I. (2016). The effect of inquiry training learning model based on just in time teaching for problem solving skill. *Journal of Education and Practice*, 7(15), 177-181.
- Uum, M. S. J., Verhoeff, R. P., & Peeters, M. (2016). Inquiry-based science education: towards a pedagogical framework for primary school teachers. *International Journal of Science Education*, 38(3), 450-469.
- Ural, A., & Kılıç, İ. (2005). *Bilimsel araştırma süreci ve SPSS ile veri analizi*. Ankara: Detay.
- Wenk, L. (2000). *Improving science learning: Inquiry-based and traditional first-year college science curricula* (Unpublished doctoral thesis). Massachusetts University, Boston.
- Westbroek, H. B. (2005). *Characteristics of meaningful chemistry education, the case of water quality* (Unpublished doctoral thesis). Utrecht University, Utrecht, The Netherlands.
- Whitelegg, E., & Edwards, C. (2001). Beyond the laboratory: learning physics using real-life contexts. In H. Behrendt, H. Dahncke, R. Duit, W. Graber, M. Komorec, A. Kross, & P. Reiska. (Ed.), *Research in science education: past, present, and future* (pp. 337-342). Dordrecht: Kluwer Academic.
- White, S., & Tyler, J. (2015). Who's teaching what in high school physics?. *The Physics Teachers*, 53(3), 155-157.
- Wilder, M., & Shuttleworth, P. (2005). Cell inquiry: A 5E learning cycle lesson. *Science Activities*, 41(4), 37-43.
- Windschitl, M. (2003). Supporting the development of science inquiry skills with special classes of software. *Educational Technology, Research and Development*, 48(2), 81-95.
- Wise, K. C. (2006). Can you hear them now? Investigating radio waves. *Science Activities*, 43(3), 23-30.
- Wittmann, M. C. (2002). The object coordination class applied to wavepulses: Analysing student reasoning in wave physics. *International Journal of Science Education*, 24(1), 97-118.
- Wood, W. B. (2003). Inquiry-based undergraduate teaching in life sciences at large research universities: A perspective on the boyer commission report. *Cell Biology Education*, 2, 112-116.
- Worthington, R. L., & Whittaker, T. A. (2006). Scale development research: A content analysis and recommendations for best practices. *The Counseling Psychologist*, 34(6), 806-838.
- Wu, H. K., & Krajcik, J. S. (2006). Inscriptional practices in two inquiry-based classrooms: A case study of seventh graders' use of data tables and graphs. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(1), 63-95.
- Wu, H. K., & Hsieh, C. E. (2006). Developing sixth graders' inquiry skills to construct explanations in inquiry-based learning environments. *International Journal of Science Education*, 28(15), 1289-1313.
- Yager, R. (1991). The constructivist learning model, towards real reform in science education. *The Science Teacher*, 58, 6.
- Yalçın, Y. (2008). *Su dalgaları konusunun öğretiminde işbirlikli öğrenme yönteminin öğrenci başarısına etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Yaşar, Ş. (1998). Yapısalcı kuram ve öğrenme-öğretme süreci. *Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(1-2), 68-75.
- Yıldırım, A. (1999). Nitel araştırma yöntemlerinin temel özellikleri ve eğitim araştırmalarındaki yeri ve önemi. *Eğitim ve Bilim*, 23(112), 7-17.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2018). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri (11. Baskı)*. Ankara: Seçkin.

Appendix A

ACTIVITY PAPER

1. Three volunteers from your class are jumping rope.



We think that the first summons one of them, and that classmate leaves the group. The other two continue jumping rope.

- Interpret this movement made by your friends using the rope and relate this to examples from daily life.
- What, in your opinion, is a pulse? Explain.
- What do you think periodic wave means? Explain.
- How, in your opinion, would be the pulse's reflection from the fixed end? Explain by drawing it.
- How, in your opinion, would be the pulse's reflection from the free end? Explain by drawing it.



After the demonstration experiment:

After animation:

After activity:

2. Below is the heart graph of a patient.
- Interpret the regular movement in the heart graph.
 - In your opinion, the speed of a beat may vary depending on what?



After the demonstration experiment:

After animation:

After activity:

Ek A

ETKİNLİK KÂĞIDI

1. Sınıftan gönüllü olan üç arkadaşınız ip atlamaktadırlar.



Aralarından birini okul müdürünün çağırıldığını düşünüyoruz ve arkadaşınız gruptan ayrılıyor. Diğer iki arkadaşınız ipi sallamaya devam ediyor.

- Bu iki arkadaşınızın ipi kullanarak yaptığı hareketi çizerek yorumlayınız ve günlük hayattan örneklerle bu hareketi ilişkilendiriniz.
- Sizce atma nedir? Açıklayınız.
- Sizce periyodik dalga nedir? Açıklayınız.
- Sizce atmanın sabit uçtan yansıması nasıl olur, çizerek açıklayınız.
- Sizce atmanın serbest uçtan yansıması nasıl olur, çizerek açıklayınız.



Gösteri deneyi sonrası:

Animasyon sonrası:

Etkinlik sonrası:

2. Aşağıdaki şekilde bir hastanın kalp grafisi yer almaktadır.
- Hastanın kalp grafisinin düzenli hareketini yorumlayınız.
 - Sizce bir atmanın hızı nelere bağlı olarak değişebilir?



Gösteri deneyi sonrası:

Animasyon sonrası:

Etkinlik sonrası: