



Analysis of Primary School Students' Knowledge Structures Regarding the Movements of the Earth According to Conceptual Change Theories

Mehmet Ali KANDEMİR^{a*} (ORCID ID - 0000-0001-9340-2559)

Zeki APAYDIN^b (ORCID ID - 0000-0002-6581-4828)

^aMinistry of National Education, Balıkesir/Türkiye

^bOndokuz Mayıs University, Faculty of Education, Samsun/Türkiye



Article Info

DOI: 10.14812/cufej.934087

Article history:

Received 06.05.2021

Revised 15.03.2022

Accepted 16.03.2022

Keywords:

Rotation, Revolution, Daily and Annual Movements of the World, Conceptual Change Theories, Knowledge Structures, Mental Model, Knowledge in Pieces Structure Theory.

Research Article

Abstract

In the research, the knowledge structures (mental model) of the students regarding rotation, revolution, daily and annual movements of the world were analyzed. The research was designed according to the mixed method model in which qualitative and quantitative research methods are used together in data collection process. The research was conducted with the participation of seventy-five fourth grade students. Criterion sampling, one of the purposeful sampling methods, was used in determining the participants. Research data were obtained from knowledge structures test and interview form. Chi-Square Goodness-of-Fit Test, percentage and frequency were used in the analysis of the quantitative data obtained from the knowledge structures test, and the descriptive analysis method was used in the analysis of the verbal data obtained from the interview form. As a result of the research; students gave answers that showed cognitive inconsistency to different questions about the rotation, revolution, daily and annual movements of the Earth. These findings show that the knowledge structures of the majority of the students participating in the study are in accordance with the knowledge in pieces structure theory.

İlkokul Öğrencilerinin Dünya'nın Hareketlerine Yönelik Bilgi Yapılarının Kavramsal Değişim Teorilerine göre Analizi

Makale Bilgisi

DOI: 10.14812/cufej.934087

Makale Geçmişi:

Geliş 06.05.2021

Düzeltilme 15.03.2022

Kabul 16.03.2022

Anahtar Kelimeler:

Dönme, Dolanma, Dünya'nın Günlük ve Yıllık Hareketleri, Kavramsal Değişim Teorileri, Bilgi Yapıları, Zihinsel Model, Parçalı Bilgi Yapısı Teorisi.

Araştırma Makalesi

Öz

Araştırmada; öğrencilerin dönme, dolanma, Dünya'nın günlük ve yıllık hareketlerine ilişkin bilgi yapıları (zihinsel model) analiz edilmiştir. Araştırma, nitel ve nicel araştırma yöntemlerinin birlikte veri toplama işleminde kullanıldığı karma yöntem modeline göre tasarlanmıştır. Araştırma dördüncü sınıfa devam eden yetmiş beş öğrencinin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların belirlenmesinde amaçsal örnekleme yöntemlerinden biri olan ölçüt örnekleme kullanılmıştır. Araştırma verileri bilgi yapısı testi ve görüşme formundan elde edilmiştir. Araştırmada bilgi yapısı testinden elde edilen nicel verilerin analizinde kay kare uyum iyiliği testi, yüzde ve frekans, görüşme formundan elde edilen sözel verilerin analizinde ise betimsel analiz yöntemi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda öğrenciler Dünya'nın dönme, dolanma, günlük ve yıllık hareketlerine ilişkin farklı sorulara bilişsel tutarsızlık sergileyen yanıtlar vermişlerdir. Sağlanan bu bulgular, araştırmaya katılan öğrencilerin çoğunluğunun bilgi yapılarının parçalı bilgi yapısı teorisiyle uyum içinde olduğunu göstermektedir.

* Author: mehmetalikandemir10@gmail.com

Introduction

Learning the concepts of natural sciences in science teaching at a meaningful level is an important achievement for basic education students. One of the factors that are effective in students' realization of meaningful learning is the preliminary concepts formed by their daily lives. Students come to formal education institutions with the pre-concepts they create depending on different environments and lives (Celikler & Kara, 2016; Ilyas & Saeed, 2018; Limon & Mason, 2002). In this context, today's theories of conceptual change that prioritize teaching specific to the field; They emphasize that meaningful learning can be achieved by associating the pre-concepts with the concepts learned in the formal environment (Ecevit & Simsek, 2017; Oberio, 2017; Winarso & Toheri, 2017). Preliminary concepts are generally less logical and less consistent than scientific concepts (diSessa, 2004; Ilyas & Saeed, 2018; Kandemir & Apaydin, 2020; Yagbasan & Gulcicek, 2003). Pre-concepts can often have a negative effect on the learning process (Cepni, 2016; Thompson & Sue, 2006). Therefore, it is a necessity for meaningful learning to associate the preliminary concepts for the subjects to be learned in the formal environment with scientific explanations in a process. Based on these explanations, conceptual change theories are of great importance in the conclusion of learning processes with meaningful learning (Cepni, 2016; Oberio, 2017; Vasniadou & Skopeliti, 2014).

Conceptual change process plays an extremely important role in teaching the concepts related to daily life and especially theoretical (Nadelson et al., 2018). Many concepts in the teaching content of the science course are related to each other. Related concepts form prior knowledge of each other and are effective in meaningful learning (Cepni, 2016). Therefore, a teaching-learning process should be designed considering the multi-faceted conceptual relationships of the science content (diSessa, 2014; Posner et al., 1982; Vosniadou, 2012). According to the theory-like conceptual change theory, which is especially under the influence of the schema approach (Vosniadou, 2012); conceptual change becomes necessary when students prior knowledge contradicts with what they newly learn about science and makes it difficult to learn the new concept (Vamvakoussi, 2017). Apart from this, according to the knowledge in pieces structure theory, which claims that students' pre-concepts are in the form of pieces of knowledge, it is very important to associate students' pre-concepts with scientific concepts and to organize students' knowledge structures within a process (diSessa, 2014).

When we examine the conceptual change and development from a historical perspective; It is should be noted that the process can be associated primarily with Piaget's cognitive conflict theory (Heyd-Metzuyanim & Schwarz, 2017). Although research on conceptual change gained speed in the 1980s, it slowed down slightly in the 1990s (diSessa, 2014; Duit et al., 2013). However, the idea of conceptual change in science education was first put forward by Posner et al. (1982) (Vosniadou, 2012). Conceptual change has also been at the center of many studies that reveal different theoretical frameworks and models. Research findings of the last fifty years; It shows that students have contrary views of formal-scientific knowledge about the concepts they will gain at the end of the process before teaching (Duit & Treagust, 2003). Many studies on science courses have focused on how these preliminary concepts, which are called misconceptions in traditional literature, make the teaching of scientific concepts difficult and how to overcome difficulties. In these studies, Apaydin (2014) water buoyancy; Apaydin et al. (2014) light; Apaydin et al. (2018) physical and chemical change; Chi (2005) circulatory system; diSessa (1982) force, acceleration and velocity; Ioannides & Vosniadou (2002) force; Vasniadou & Brewer (1992) examined the knowledge structures of students towards the concepts of the shape of the earth. In the literature, different evaluations have been made and different conceptualizations have been created according to different theories of conceptual change regarding the nature of the conceptual change that occurs in students. Some of the studies within the scope of our research are given below.

Accordingly, Posner et al. (1982) compared the conceptual change process of students to the conceptual change process of scientists. In the context of the relevant theoretical explanation, it was pointed out that students should have good reasons for abandoning their preliminary concepts. Otherwise, the authors stated that students would continue to maintain their preliminary concepts.

Again, according to this theoretical approach (the epistemological framework theory), the realization of conceptual change in students, the realization of the inadequacy of the pre-concepts and the occurrence of dissatisfaction; it depends on new concepts being intelligible, plausible and fruitful.

In other words, when students encounter an original problem, dissatisfaction occurs when their pre-concepts for the problem are insufficient. Then, it is a necessity for conceptual change to ensure that the new concept is intelligible to students and that it can produce solutions not only to the relevant problem but also to similar problems in the future. As stated above, Posner et al. (1982) was under the influence of Piaget and one of the following authors, Vosniadou, can be considered as the forerunners of the theory-like school of knowledge structure theory.

In this context, the theory-like (synthetic) conceptual change theory is based on the concept of schema in Piaget's cognitive development theory. According to Vasniadou & Skopeliti (2014), students form some naive theories based on their daily experiences. Students who come to school with naive theories encounter scientific information at school; this creates a mental inconsistency and a cognitive imbalance in reference to Piaget. The student combines scientific knowledge with his own naive knowledge in order to restore mental balance. As a result of this combination, information structures that can be described as synthetic or hybrid emerge. This theory draws attention to the fact that the knowledge structures of students for certain cognitive periods generally exist in a coherent, unity, and mental balance. The relevant theory also suggests that conceptual change is a gradual and lengthy process; he draws attention to the necessity of ontological, representational and epistemological changes in the student for this. In addition, the theory argues that while conceptual change is a process, it is structurally just like a displacement, that is, a revolutionary aspect in which the old is left behind and replaced by the new. So "can conceptual change be explained only by schematic and therefore theory-like theory of knowledge structure?" The question is important. The answer is naturally no. Such an answer leads us to examine more closely the knowledge in pieces structure theory.

According to the knowledge in pieces structure theory; the knowledge structures that students acquire as a result of their daily experiences are fragmented, far from integrity and semi-independent. These knowledge structures are called phenomenological primitives (p-prims) (diSessa, 2014). Knowledge structures are linked to each other by weak cognitive networks. Since the existing knowledge structures are far from complementing each other, when the students are asked questions in different contexts about a topic; there are inconsistencies in the answers (Ozdemir, 2007). Of course, knowledge structures are initially inconsistent, especially for students in the position of students; however, as the students knowledge increases, some pieces of information are erased or become passive; some pieces are added and / or become active so that some pieces of information gain more important status than others. As a result, the knowledge structures of the students transform into structures with integrity as they approach the scientific one over time; they can become consistent. Accordingly, conceptual change is an evolutionary and long-stage process rather than a revolutionary one; it actually refers to a re-arrangement of information (diSessa, 2008; Ozdemir, 2007).

In one of the other theories in the literature, conceptual change is explained on the basis of ontology (the ontological categorization theory). According to this theory, conceptual change is defined as the process of assigning a concept ontologically assigned to the wrong category to the correct category. In the aforementioned theory, it was emphasized that misconceptions or in other words, wrong ontological categories emerge as a result of individuals assigning concepts to wrong categories during concept learning (Chi & Roscoe, 2002). The relevant theoretical approach expresses the conceptual change as a sudden change (Vosniadou, 1999). In addition, their presence in the earth; it examines it in three different ontological categories such as matter, process and mental states, and implies that science teaching should also be designed according to these categories (Chi et al., 1994). Again, according to the theory, learning the concepts in science refers to a very difficult change. This approach prioritizes the need for careful consideration of mental categorization of experimental activities. Because learning science concepts is actually nothing more than an exchange between categories (Turceotte, 2012).

As another popular approach, Roschelle (1992) contributed to conceptual change with the convergent conceptual change theory. This model came about by integrating collaboration into conceptual change. Roschelle pointed out that conceptual change is achieved gradually and interactively with collaborative participation in a problem solving activity. In addition, the author, like diSessa, indicates that information is fragmented; he states that metaphors should be used in constructing the knowledge structure that represents a cognitively deep understanding (Turceotte, 2012).

Another conceptual theory of change is the restructuring theory. According to this theory, unlike Piaget's cognitive development theory, conceptual change cannot be explained by a universal generalization. Instead of this approach, it is emphasized that in the relevant theory, conceptual change should be considered as domain-specific reconstruction. Therefore, restructuring of naive knowledge structures is directly related to students' individual experiences and knowledge. In this way, it was stated that students changed their naive knowledge structures with conceptual knowledge structures accepted as scientifically correct (Carey, 1999). Carey's reconstruction theory focused on the idea that the knowledge structures of children and adults are incommensurable and that these knowledge structures cannot be compared (Carey, 1985). It is stated that the conceptual change in the relevant theory is of two types, weak and radical (strong). In this context, weak restructuring can be associated with the concept of assimilation, and strong restructuring can be associated with the concept of accommodation (Duit & Treagust, 2003). As can be understood from the studies up to now, , although there are many conceptual change theories in the literature, most of the research has focused on the knowledge in pieces structure theory and the theory-like conceptual change theory. For this reason, information structures related to rotation, revolution, the Earth's daily movements and movements around the Sun are dealt with according to the theory of knowledge in pieces structure theory and the similar theory of conceptual change theory.

The movement of the Earth around its own axis and the movement of the Earth around the Sun, the concepts of rotation and revolution are studied repeatedly at different levels (Ministry of National Education (MNE), 2018). Despite this, scientifically consistent and meaningful learning could not be reached by students as expected. (Oh et al., 2017; Ozcan & Birgin, 2021; Turk et al., 2012). Based on the explanations in the literature, it can be emphasized that the pre-concepts that students bring to the teaching environment are very important for meaningful learning. Examining the pre-concepts of the students according to the conceptual change theories and planning the education and training process in this direction is important for learning the related concepts in a meaningful way. In addition, it is noteworthy that there are few studies in Turkey in the literature to examine students' knowledge structures according to conceptual change theories (Apaydın, 2020, 2014; Ozdemir, 2007; Ozdemir & Clark, 2009). It is expected that our study will contribute to the literature in this aspect. In addition, the fact that the study contributes to teachers' planning the education and training process and the preparation of teaching programs can be considered as another gain. Within all these explanations, it is aimed to analyze the knowledge structures of primary school students regarding the movements of the earth in our research. The research question is given below.

1. Are students' knowledge structures of rotation, revolution, the Earth's daily movements and movements around the Sun consistent according to the theory-like conceptual change theory or inconsistent according to the knowledge in pieces structure conceptual change theory?
2. Is there a significant difference between the number of consistent answers and inconsistent answers related to the concept of rotation?
3. Is there a significant difference between the number of consistent answers and inconsistent answers related to the concept of revolution?
4. Is there a significant difference between the number of consistent answers and inconsistent answers related to the rotation of the Earth?
5. Is there a significant difference between the number of consistent answers and inconsistent answers related to the revolution of the Earth?

Method

Research Model

The research was designed according to the embedded design, which is one of the mixed method designs in which qualitative and quantitative research methods are used together. In this method, one of the qualitative or quantitative methods is less dominant than the other. In other words, the contribution of the methods to the research is not equal. In this study, the contribution of the quantitative method is more prominent than the qualitative method. In the mentioned design above, the data collected by quantitative methods are supported, explained and exemplified by qualitative methods. The complexity of events and phenomena around us makes the mixed method necessary. Therefore, multiple methods should be used to understand events and facts. With the mixed method, it is possible to make an in-depth and detailed analysis by considering both the qualitative and the quantitative dimensions of the events and facts. The mixed method also allows data obtained from different methods to be used for supportive verification. In this respect, it is very important in increasing the reliability of studies in social sciences (Yıldırım & Simsek, 2016).

Participants

The research was carried out in a district of a medium-sized city in Marmara region, in 2019-2020 academic year with the participation of 75 fourth grade students. Criterion sampling, which is one of the purposive sampling methods, was used to determine the participants. Purposive sampling method provides the opportunity to conduct in-depth research in studies. In the criterion sampling method, individuals with certain characteristics are included in the sample. Purposeful sampling method allows in-depth research by selecting occasions rich in supplying knowledge depending on the purpose of the study. It is preferred to work with one or more special cases that meet certain criteria or have certain characteristics upon demanding the researcher tries to understand natural and social events or phenomena depending on the chosen situations, and to explore and explain the relationships between them. In a research, observation units can cover people, events, objects or situations with certain qualities. In this case, units that meet the criteria determined for the sample are included in the sample (Büyükoztürk et al. 2016). Participants were determined according to the criteria of having a moderate academic achievement and being at an average socioeconomic level. The reason behind it is that social environment and academic success can affect students' knowledge structures. In the research, schools in the middle socioeconomic level were firstly distinguished from all the schools in the district. Then, schools with a medium level of success were determined among the selected schools. Afterwards, a school was determined by drawing lots among the selected schools. Finally, the students were included in the study depending on the approval of their teachers. The schools where the knowledge structure test is applied are the schools of medium level in terms of academic success and socioeconomic level. Turkish Statistical Institute 2021 data was used to determine the socioeconomic level of families (Turkish Statistical Institute (TSI), 2021). After the application of the knowledge structure test, the individuals to be interviewed were determined. In the determination of the students to be interviewed, the necessary information was collected from their responsible teachers. Criteria such as medium level of academic success, being sociable and having high communication skills were also used. These criteria ensured that eligible students were participants. The reason of looking for student characteristics such as being sociable and having high communication skills is to contribute to obtaining in-depth and detailed data on the research subject. (Buyukozturk et al., 2016).

Data Collection Tools

The data in the study were collected through the knowledge structure test and semi-structured interview form developed by the authors. The knowledge structure test has been prepared in harmony with the knowledge in pieces structure theory and the theory-like conceptual change theory. The following stages were applied while developing these data collection tools.

Knowledge Structure Test

Firstly, case studies were examined about the subject in literature survey (Apaydın, 2020; Chi & Roscoe, 2002; diSessa, 2014; Ozdemir, 2007; Vosniadou & Skopeliti, 2014). Then, a total of 15 true-false tests and 6 open-ended questions were prepared in the curriculum, including at least 4 questions related to each of the acquisitions related to the subject (MNE, 2018). Opinions of 3 science educators and 1 measurement and evaluation expert were taken into consideration along with prepared draft questions. Necessary parts were corrected based on expert opinions. The form consisting of 21 items, which is ready as a draft, was read to 10 students before the pilot application phase; Feedback proved that it was understandable. Then, it was applied to 200 students attending the fourth class. Students were asked to explain why the true-false test items were true if they answer them as true and false if they answer them as false. If the student gave the correct answer but explained the reason incorrectly, the answer was considered incorrect. In the scoring of correct and incorrect test items, 1 point for correct answers and 0 points for incorrect answers were given. In the calculation of open-ended questions, 2 points were given for correct answers, 1 point for partially correct answers, and 0 points for incorrect answers. After scoring the answer sheets, the scores from the highest score to the lowest score were listed and 27% of the highest score group and 27% of the lowest score group were taken and necessary test and item analysis were made. Correct-false test items were selected with items with an item difficulty index between .45 and .63 and items with an item discrimination index between .68 and .90. Open-ended question items were selected with items with an item difficulty index between .35 and .58 and items with an item discrimination index between .49 and .58 (Table 1). The average difficulty level of the test is .55. The KR-20 reliability of the true-false test items was calculated as .96, and the Cronbach's alpha reliability coefficient for the open-ended question items was calculated as .86. The test consists of 13 items including 9 true-false items (supported with questions such as "If true, why? "If false, why?") and 4 open-ended questions (Appendix-1) (Acar, 2018; Baykul & Turgut, 2010; Buyukozturk, 2016; Karip, 2015).

Tablo1.*Results of the Analysis for Test Items*

Item No.	Pj	Rjx
1*	0.45	0.68
2	0.62	0.75
3	0.63	0.72
4	0.61	0.77
5	0.61	0.77
6	0.57	0.85
7	0.56	0.87
8	0.58	0.83
9	0.54	0.90
10**	0.58	0.49
11	0.50	0.58
12	0.51	0.46
13	0.53	0.56

* Results of the analysis for 1-9 true false test items.

** Results of the analysis for test items related to open-ended questions between 10-13.

Interview Form

In the first stage of the form creation process, literature review was conducted on the subject and interview forms (Apaydın et al., 2018; Chi & Roscoe, 2002; diSessa, 2014; Ozdemir, 2018; Vosniadou & Skopeliti, 2014). As a draft, 4 question sets related to 4 concepts were prepared to determine the knowledge structures of students about rotation, revolution and the shape and movements of the earth. After this stage, opinions were obtained of 3 science educators and 1 measurement and evaluation expert. Necessary corrections were made in the relevant form consecutively. The form created was read by 31 students during the pilot application phase; feedback has been received that it is understandable. Thus, the stages of creating the interview form were completed. The interview form consists of the content for rotation, revolution, daily and annual movements of the earth. The students were asked different questions about the related concepts and they were asked to explain whether there was a difference between the questions by presenting the reasons and justifications. Except for different examples about the concepts, all conditions were equal in the interviews. The reason for this is that interview conditions (time, ambient temperature, etc.) may also affect detailed research on students knowledge structures. The content of the interview form is given below.

Rotation: Different examples related to the rotation event are given in the question set. It was aimed to determine how different examples affect students' interpretation of the concept of rotation.

Revolution: In this set of questions, different examples are given regarding the revolution phenomenon. It was aimed to investigate how different examples affect students' interpretation of the concept of revolution.

The daily movement of the Earth and its results: In this set of questions, different examples of the daily movement of the Earth are given. It is aimed to examine how different examples affect students' comments on the daily movement of the Earth.

The annual movement of the earth and its results: In this question set, different examples regarding the annual movement of the earth are given. It is aimed to examine how different examples affect students' comments on the annual movement of the Earth.

Table 2.

Formal-Scientific Explanations for Research Concepts (MNE, 2018; Özcan & Birgin, 2021; Yaman et al., 2019)

Rotation	Revolution	The daily movement of the Earth and its results	The annual movement of the earth and its results
The movement of an object on its own axis is called rotation (Turkish Language Institution (TLI), 2020). The movement of the bicycle wheel around own axis as it moves along a line, the movement of the windmills around own axis, the movement of the Earth around its own axis, etc. are examples of rotational motion.	Moving around a thing or an object is called revolution (TLI, 2020). The movements of the individuals around the chairs in the musical chair game, Earth's movement around the sun, etc. are examples of revolution movement.	It is the rotational movement that the Earth completes around its axis in 24 hours. Consequences: It occurs day and night and follows each other. The sun rises in the east and sets in the west. The visible sight of the Sun changes throughout the day. Shade lengths and directions of the objects change during the day.	It is the motion of the Earth to revolution around the Sun in 365 days and 6 hours. Results: Seasonal temperature differences occur. It provides the formation and change of the seasons. The position of the Earth in relation to the Sun changes. The day and night times differ throughout the year.

Validity and Reliability Studies of the Interview Form

During the interview, all kinds of expressions directing the students were avoided. In order to be more sincere with the students, three lesson hours were attended with the teacher before the research. The interviews were conducted in a conversational atmosphere and in a friendly environment. A pilot application was made for the interview form before the main interviews. The data obtained during the interview were quoted as direct quotations. The purpose of implementing such practices is to increase internal reliability (Ozmen & Karamustafaoglu, 2019). Providing in detail how the raw qualitative data provided were combined during the data collection and analysis process; it is an attempt to increase external reliability. No time limits were applied in the interviews. Quantitatively collected data were validated by comparing them with qualitatively collected data. At the end of each interview, the data obtained from the students were read and their opinions about their accuracy were taken and they were asked whether they wanted to add or not. During the interview, it was aimed to collect in-depth data by asking additional questions to the participant when necessary ("What do you mean?", "Can you explain a little more?"). In addition, when the participant went beyond the scope of the research questions during the interview, additional questions were asked to keep the research questions within the theoretical framework. The purpose of realizing these applications is to increase the internal validity of the research. In addition, the use of purposeful sampling method in the research and giving all the stages of the research in detail are also aimed at increasing external validity (Yıldırım & Simsek, 2016).

Collection of Data

Research data was obtained by applying semi-structured "knowledge structures interview form" and "knowledge structures test". The test was firstly applied to 75 fourth grade students. Then, 11 students who wereselected upon the suggestions of their classroom teachers, were interviewed. The interviews were recorded by video and were transcribed. All procedures in this research were carried out in accordance with the decision of ethics committee of Ondokuz Mayıs University Social and Ethics Committee of Human Sciences dated on 25.12.2020 and numbered as 2020/854.

Analysis of Data

When the students' answers to the questions on the subject were consistent, they were evaluated within the scope of theory-like conceptual change theory. In cases in which the students answered the questions inconsistently, they were evaluated within the scope of the knowledge in pieces structure conceptual change theory. While the concept of consistency represents the theory-like conceptual change theory, the concept of inconsistency represents the knowledge in pieces structure conceptual change theory. Before starting the analysis, the answer sheets were named as S1, S2... S75. The data was classified and entered into the analysis package program by being evaluated as 1 point when the answers of the participants to the knowledge structure test were consistent and 0 point if they were inconsistent. In the analysis of the quantitative data obtained from the "knowledge structure test", the Chi-Square Goodness-of-Fit Test (X^2), percentage and frequency were used. It is one of the tests in the non-parametric test group that allows to operate with impermanent categorical variables obtained by the related test classification scales. It reveals whether there is a significant difference between the frequencies observed in the sub-categories of a categorical variable and the expected frequencies (Bursal, 2019; Taspınar, 2017). In the analysis of the data obtained from the interview form, the descriptive analysis method was used. Transcription of the video recordings was also done at this stage. The data analysis process was started at the same time. The data obtained in the research was organized within the scope of the theory-like conceptual change theory (consistent answers) and the knowledge in pieces structure conceptual change theory (inconsistent answers). In addition, direct quotations are included in this analysis in order to reflect the views of the participants. In the analysis, the frame is firstly created. In the second stage of the process, the data is organized in a meaningful and logical way according to the framework. In the third stage, the edited data is defined and direct quotations are included. Lastly, the defined data is explained and interpreted (Yıldırım & Şimsek, 2016).

Findings

When the students' answers to the questions on the subject were consistent, they were evaluated within the scope of theory-like conceptual change theory. In cases in which the students answered the questions inconsistently, they were evaluated within the scope of the knowledge in pieces structure conceptual change theory. As a result of the applied analysis process, the number of consistent and inconsistent answers of the students' are given below. In the inconsistency analysis; cognitive inconsistency was focused rather than attributions in the form of misconception or alternative conceptualization. In the cognitive consistency analysis, a consistency was searched in the answers of the same topic.

1. The first research question is formulated as "Is the students' knowledge of the Earth's rotation, revolution, daily and annual movements consistent with the theory-like conceptual change theory or inconsistent with the knowledge in pieces conceptual change theory?". The values of the findings for the research question are presented below.

Table 3.

Percentage and Frequency Values of the Data Provided from the Information Structure Test for the Concepts of Rotation and Revolution

	Inconsistency	%	Consistency	%	Total
Rotation	57	76	18	24	75
Revolution	55	73.3	20	26.7	75

When Table 3 is examined, in the findings obtained from the knowledge structure test regarding the concept of rotation; it is observed that the number of inconsistent responders was 57 (76%), and the number of consistent responders was 18 (24%). In addition, the number of inconsistent responses regarding the concept of revolution was observed as 55 (73.3%), and the number of consistent responders was 20 (26.7%).

Table 4.

Percentage and Frequency Values of the Data Obtained from the Interviews for the Concepts of Rotation and Revolution

	Inconsistency	%	Consistency	%	Total
Rotation	9	81.8	2	18.2	11
Revolution	8	72.7	3	27.3	11

According to Table 4; as a result of semi-structured interviews about the concept of rotation, the number of students who gave inconsistent responses was 9 (81.8%), and the number of students who gave consistent answers was 2 (18.2%). In addition to these, the number of students who gave inconsistent answers about the concept of revolution was 8 (72.7%), and the number of students who gave a consistent answer was 3 (27.3%).

Below are examples of consistent responses obtained from interviews on the concepts of rotation and revolution.

Example 1:

Teacher:

What is the movement of the students in the game of musical chairs called?

S19:

It is called revolution.

Teacher:

How does the revolution move?

S19:

In the game of musical chairs, students revolution around the chairs.

Teacher:

What is the motion of the Earth around the Sun?

S19:

The Earth revolves around the Sun.

Teacher:

Can you give another example of revolution?

S19:

Revolution occurs in the running motion of the athletes on the circular track.

In this example, the student named S19 answered the questions about the revolving movement with explanations about the revolving movement. This situation shows that the student has cognitive consistency.

Example 2:

Teacher:

What is the movement of the carousels on their axis called in the amusement park?

S13:

It is called rotation.

Teacher:

Can you explain the concept of rotation a little?

S13:

The carousel rotates around its own axis just like the Earth.

Teacher:

What is the motion that occurs in the whirligig game?

S13:

The spinning top also rotates.

Teacher:

Can you give another example of a rotational motion?

S13:

The movement of the fan and the movement of the car wheel is the rotation.

In the following paragraphs, examples of inconsistent responses obtained from interviews about rotation and revolution concepts are given.

In this example, the student named S13 answered the questions about the rotation movement with explanations about the rotation movement. This situation shows that the student has cognitive consistency.

Example 3:

Teacher:

Around the child of the toy train sitting on the circular rails what is it called the movement he has made?

S20:

It is called revolution.

Teacher:

Can you explain the revolution move?

S20:

The train rotates around the child on circular rails. (The student exemplified the movement, which is an example of the concept of revolution, as the rotational movement.).

Teacher:

What is the movement made by children in the game of musical chairs?

S20:

Children rotate around the chairs to grab a chair (The student said the movement, which is an example of the concept of revolution (Moving around a thing or an object is called revolution (TLI, 2020).) as the rotational movement.).

Teacher:

Could you give another example of revolution?

S20:

The movement of the hour, minute and second hand in the watch is an example of revolution (The student exemplified the movement, which is an example of the rotational behavior, for the revolution movement.)

In this example, the student named S20 said, in his first answer, about the revolving motion; In his second answer, he made explanations about the rotational movement. This situation shows that the student is in cognitive inconsistency.

Example 4:

Teacher:

What is the movement made by whirling dervishes?

S7:

Whirling dervishes rotate around themselves (It is a correct example corresponding to the rotation phenomenon).

Teacher:

Can you give an example of the rotational motion?

S7:

We rotating with our friends in the game of musical chairs (The student exemplified the movement, which is an example of the revolution behavior, for the rotational movement.).

Teacher:

Can you give another example?

In this example, the student named S7 said, in his first answer, about the rotational movement; In his second answer, he made explanations about the revolving motion. This situation shows that the student is in cognitive inconsistency.

S7:

We also revolve around our friends in the game and put the handkerchief down (it is seen in this example that the student associates a movement related to the revolution (Movement around something is called revolution (TLI, 2020).) with a movement related to a rotation phenomenon.)

Table 5.
Percentage and Frequency Values of The Data Provided from The Information Structure Test for The Daily and Annual Movement of The Earth

	Inconsistency	%	Consistency	%	Total
The daily movement of the Earth and its results	54	72	21	28	11
The annual movement of the earth and its results	57	76	18	24	11

When Table 5 is examined, it is seen that the number of students who responded inconsistently to the test of knowledge structure regarding the daily movement of the earth is 54 (72%) and the number of students who gave consistent answers is 21 (28%). In addition, it is shown in the table that the number of students who gave inconsistent responses to the annual movement of the earth was 57 (76%), and the number of students who gave a consistent response was 18 (24%).

Table 6.
Percentage and Frequency Values of the Data Obtained from the Interviews Regarding the Daily and Annual Movement of the Earth

	Inconsistency	%	Consistency	%	Total
The daily movement of the Earth and its results	7	63.6	4	36.4	75
The annual movement of the earth and its results	7	63.6	4	36.4	75

When Table 6 is examined, it is seen that the number of students who responded inconsistently to semi-structured interviews regarding the daily movement of the earth is 7 (63.6%), and the number of students who gave consistent responses is 4 (36.4%). In addition, it is shown in the table that the number of students who give inconsistent responses to the annual movement of the earth is 7 (63.6%), and the number of students who give consistent responses is 4 (36.4%).

Below is about the daily and annual movement of the earth; sample consistent responses obtained from the interviews were given.

Example 5:

Teacher:

How is day and night formed?

S55:

It is formed as a result of the daily movement of the earth.

Teacher:

Could you explain a little?

S55:

The dark side is night as the earth rotates around its own axis,
The bright side facing the sun is daytime.

Teacher:

Can you give an example of other consequences of the daily movement of the earth?

S55:

The sun is seen in different locations during the day.

In this example, the student named S55 answered the questions about the Daily movement of the Earth with explanations about the Daily movement of the Earth. This situation shows that the student has cognitive consistency.

Example 6:

Teacher:

Can you give an example of one of the results of the annual movement of the earth?

S10:

It occurs day and night (The student gave the wrong answer to the question.)

Teacher:

Can you explain how night and day occur?

S10:

As the Sun approaches the Earth, it becomes day, and as the Moon approaches the Earth, it becomes night.

Teacher:

Could you give another example of the results of the annual movement of the earth?

S10:

The sun rises in the east sets in the West (The student gave the wrong answer to the question).

In this example, the student named S10 constantly gave wrong answers to the questions about the annual movement of the world. This situation shows that the student has cognitive consistency.

Below are sample *inconsistent* answers obtained from the interviews regarding the daily and annual movement of the Earth.

Example 7:

Teacher:

Can you give an example of one of the consequences of the daily movement of the earth?

S2:

It occurs night and day (it is an accurate example corresponding to the results of the

daily motion of the Earth).

Teacher:

Can you give some information about day and night occurrence?

S2:

When the earth turns, one side faces the sun, it becomes daytime, one side looks at the moon, it becomes night.

Teacher:

Well, can we give an example to the daily movement of the Earth, the rising of the sun in the east and the setting in the west?

S2:

No.

Teacher:

Why is that?

S2:

Because it is the result of the Earth's movement around the Sun (In this example, the student explains a result corresponding to the daily movement of the Earth by associating it with the annual movement of the Earth.).

In this example, the student named S2 answered the questions about the daily movement of the Earth with explanations about the annual movement of the Earth. This situation shows that the student is in cognitive inconsistency.

Example 8:

Teacher:

Can you give an example of one of the results of the annual movement of the earth?

S55:

Seasons occur (this is a correct example corresponding to the results of the Earth's annual movement).

Teacher:

Can you give some information about the formation of the seasons?

S55:

While the earth rotates around the sun, when you get closer to the sun, write, Spring when a little closer, autumn when a little closer, the furthest away is winter. At the end of this, seasons are formed.

Teacher:

Can you give another example of the annual motion of the sun?

S55:

It is the succession of day and night (In this example, the student explains a result corresponding to the annual motion of the Earth by associating it with the daily movement of the Earth.).

In this example, the student named S55 answered the questions about the annual movement of the Earth by using the explanations about the daily movement of the Earth. This situation shows that the student is in cognitive inconsistency.

2. Within the frame of the second research question, it was examined if there was a significant difference between the number of consistent answers and inconsistent answers regarding the concept of rotation. The analysis findings obtained in this context are given below.

Table 7.

Findings of the Chi-Square Goodness of Fit Test Between the Number of Consistent and Inconsistent Answers Related to the Concept of Rotation

	Inconsistency	%	Consistency	%	Total
Rotation	57	76	18	24	75
	$X^2=24.653$	df=1	p=0.00		p<0.05

Finding $p=.000<.05$ of the analysis finding in Table 7 indicates that there is a significant difference between the number of students' inconsistent answers the number of consistent answers to the concept of rotation. ($X^2 =24.653$; $p=0.000$). The fact that the percentage of inconsistent answers (76%) is higher than the percentage of consistent answers (24%), which indicates that this difference is in favor of the number of inconsistent answers.

3. Depending on the third research question, it was examined if there was a significant difference between the number of consistent answers and the number of inconsistent answers regarding the concept of revolution. The analysis findings obtained are given below.

Table 8.

Findings of the Chi-square Goodness of Fit Test Between the Number of Consistent and Inconsistent Answers Related to the Concept of Revolution

	Inconsistency	%	Consistency	%	Total
Revolution	55	73.3	20	26.7	75
	$X^2=20.280$	df=1	p=0.00		p<0.05

The result of the analysis in Table 8 showing $p=.000<.05$ proves that there is a significant difference between the number of students' inconsistent answers and the number of consistent answers related to the concept of revolution ($X^2 =20.280$; $p=0.000$). The fact that the percentage of inconsistent answers (73.3%) is higher than the percentage of consistent answers (26.7%), which indicates that this difference is in favor of the number of inconsistent answers.

4. In order to find out the fourth research question, it was examined wif there was a significant difference between the number of consistent answers and the number of inconsistent answers related to the rotation of the Earth. The analysis findings obtained in this context are given below.

Table 9.

Findings of the Chi-Square Goodness of Fit Test Between the Number of Consistent and Inconsistent Answers Related to the Movement of the Earth on Its Axis

	Inconsistency	%	Consistency	%	Total
Earth's movement on its axis and its consequences	54	72	21	28	75
	$X^2=22.413$	df=1	p=0.00		p<0.05

Finding $p=.000<.05$ in the analysis of Table 9 shows that there is a significant difference between the number of inconsistent answers and the number of consistent answers regarding the Earth's motion on its axis and its results ($X^2 =22.413$; $p=0.000$). The fact that the percentage of inconsistent answers (72%) is higher than the percentage of consistent answers (28%), which signals that this difference is in favor of the number of inconsistent answers.

5. To analyse the fifth research question, it was examined if there was a significant difference between the number of consistent answers and the number of inconsistent answers regarding the revolution of the Earth. The analysis findings reached are given below.

Table 10.

Findings of the Chi-square Goodness of Fit Test Between the Number of Consistent and Inconsistent Answers Related to the Earth's Movement Around the Sun

	Inconsistency	%	Consistency	%	Total
Earth's movement around the Sun and its consequences	57	76	18	24	75
	$\chi^2=27.000$	sd=1	$p=0.00$		$p<0.05$

Finding $p=.000<.05$ which is the result of Table 10 shows that there is a significant difference between the number of inconsistent answers and the number of consistent answers regarding the Earth's movement around the Sun and its results ($\chi^2 =27.000$; $p=0.000$). This difference supports inconsistent response numbers. The fact that the percentage of inconsistent answers (76%) is higher than the percentage of consistent answers (24%), which indicates that this difference is in favor of the number of inconsistent answers.

Discussion & Conclusion

Within the frame of the first research question, the students' cognitive structures for rotation, revolution, daily and annual movement of the Earth were examined in terms of the consistency of their answers to different questions for the relevant dimensions. While the concept of consistency represents a theory-like theory of conceptual change, the concept of inconsistency refers to the knowledge in pieces structure conceptual change theory.

In the findings obtained from the knowledge structure test about the concept of rotation, the number of students who gave inconsistent answers was 57 (76%), and the number of students who gave consistent answers was 18 (24%) (Table 3). In the interviews about the concept of revolution, the number of students who gave inconsistent answers was nine (81.8%), and the number of students who gave consistent answers was two (18.2%) (Table 4). Findings obtained from the knowledge structure test and findings obtained from semi-structured interviews are compatible with each other. According to the findings, it can be stated that a large percentage of the students' participating in the study are cognitively inconsistent regarding the concept of rotation. For example; S7 stated the movement of whirling dervishes as rotation; however, when he was asked to give an example of the rotational movement, he stated that they made a rotational movement in the plays "Drop the Handkerchief and Musical Chairs". Based on the quotation, it can be stated that S7's responses are in cognitive inconsistency. The findings are closely related to the nature of the phenomena that constitute the subject of the teaching activity and the fact that they belong to the earth of astronomical or astrophysical magnitudes (Halloun, 2006; Vosniadou, 2007). It is not possible for students to establish a relationship with the earth of astrophysical magnitudes (Halloun, 2006) based on their close or direct experiences and direct (demonstrative) data. Such that; ontologically, data on the earth of astrophysical magnitudes are provided indirectly. The conceptualizations created based on non-demonstrative data are mostly theoretical conceptualizations that use the formal language of mathematics (Lawson, 1995). According to Piaget's cognitive development theory; it is highly probable that students in cognitively preoperational and concrete operational periods will develop ideas that can be described as non-scientific naive theories, misconceptions, alternative concepts and phenomenological primitives after a teaching process aimed at theoretical conceptualizations (Apaydın, 2014, 2020; Apaydın et al., 2018). When the findings of our study are evaluated directly within the scope of our research question, the knowledge structures in students are more than theory-like knowledge structure theory; it is possible to

state that it is suitable for the knowledge in pieces structure theory. The reason why we came to such a result; It is because most of the participants gave inconsistent responses to the same topic. This situation refers to cognitive inconsistency according to diSessa (1993, 2002) and diSessa & Sherin (1998). While our research question does not focus on typical phenomenological primitives or structures of thought, it is also possible that students were guided by phenomenological primitives inherent in the fragmented knowledge structure.

In the findings obtained from the knowledge structure test regarding the concept of revolution, the number of students who gave inconsistent responses was found to be 55 (73.3%), and the number of students who gave consistent answers was 20 (26.7%) (Table 3). In the semi-structured interviews conducted for the concept of revolution, the number of students with inconsistent responses was found to be eight (72.7%), and the number of students with consistent responses to three (27.3%) (Table 4). The findings obtained from the knowledge structure test are in parallel with the findings obtained from semi-structured interviews. In line with the relevant findings, it is possible to say that the students participating in the research are in a cognitive inconsistency. In addition, as seen in the research findings, S20 asked, "What is it called the movement of the toy train around its child sitting on circular rails?" the question has been asked; the student gave the concept of revolution correctly in his answer. However, when an explanation about the concept of revolution was requested, he explained this concept with the concept of rotation. In addition, when the student named S20 was asked to give another example of the concept of revolution, he gave the movement of the hour, minute and second hand in the watch as an example of the concept of revolution. These answers given by the student named S20 are proof that the student is in a cognitive inconsistency. The fact that the findings about the revolution phenomenon are compatible with the students thoughts about the rotation phenomenon can be attributed to the similar pedagogical reasons mentioned above.

In the findings obtained from the information structure test for the daily movement of the earth, the number of students who gave inconsistent responses was determined as 54 (72%), and the number of students with consistent answers was determined as 21 (28%) (Table 5). The number of students with inconsistent responses obtained from semi-structured interviews regarding the daily movement of the earth was determined as seven (63.6%), and the number of students with consistent responses was determined as four (36.4%) (Table 6). Findings obtained from the knowledge structure test overlap with the findings obtained from semi-structured interviews. In terms of the aforementioned findings, it can be stated that the students participating in the research have a cognitive inconsistency. Was asked to the student named S2 who was given in the findings of the study the question of "Can you give an example of one of the results of the daily movement of the earth?". Student: "It occurs night and day." gave the answer and answered the question correctly. However, when asked to make a statement about the formation of day and night: "When the Earth turns, one side looks at the Sun, it becomes day, and the other side looks at the Moon becomes night." made explanations. In addition: "Can we give an example of the daily movement of the Earth, the rising of the sun in the east and the setting in the west?" question was asked. The student asked the question: "No, because it is the result of the Earth's movement around the Sun." replied in the form. The quotations reveal that the student exhibits a cognitive inconsistency in his answers. This research finding confirms our evaluations above.

In the findings obtained from the information structure test for the annual movement of the earth, the number of students who gave inconsistent responses to the annual movement of the earth was 57 (76%), and the number of students who gave consistent responses was 18 (24%) (Table 5). According to the findings obtained from semi-structured interviews about the annual movement of the earth, the number of students who gave inconsistent responses to the annual movement of the earth was seven (63.6%), and the number of students who gave a consistent response was four (36.4%) (Table 6). The findings obtained from the knowledge structure test and the findings obtained from semi-structured interviews support each other. According to the aforementioned findings, it can be stated that students are inconsistent cognitively with the concept of rotation. To the student named S55: "Can you give an example of one of the results of the annual movement of the earth?" the question has been posed. Student: "Seasons occur." He answered the question correctly by answering. However, when asked for

an explanation about the formation of the seasons, the answer: "When the Earth rotates around the Sun, it becomes summer when it approaches the Sun. It's spring when you get a little closer. When it comes a little closer it will be autumn. When the Earth goes the furthest from the Sun, it becomes winter. At the end of this, the seasons are formed." statement has come. In addition to the student: "Can you give another example of the annual motion of the sun?" The question has been posed. Student: "It is the succession of day and night." gave the answer. These answers of students are important qualitative findings that exhibit cognitive inconsistency.

Related to the second, third, fourth and fifth questions of the research, a significant difference was determined in the findings regarding the number of consistent answers and the number of inconsistent answers of students for rotation, revolution, the daily motion of the Earth and the movement of the Earth around the Sun ($X^2=24.653$, $p<0.05$; $X^2=20.280$, $p<0.05$; $X^2=22.413$, $p<0.05$; $X^2=27.000$, $p<0.05$). The fact that the percentage of inconsistent responses (72%; 73.3%; 72%; 76%) is higher than the percentage of consistent responses (28%; 26.7%; 28%; 24%) indicates that this difference is in favor of inconsistent response numbers (Table 6, Table 7, Table 8, Table 9, Table 10).

When the students' answers to the research questions associated with rotation, revolution, Earth's daily movement and Earth's annual movement components and analysis results are evaluated together, it is seen that the majority of the students' findings regarding all dimensions exhibits cognitive inconsistency. In terms of all dimensions, the findings are in harmony with diSessa's knowledge in pieces structure theory. In this context, as stated above, it can be argued that students' responses to all dimensions may be guided by phenomenological primitives (diSessa, 2002, 2008). In our research, questions representing each phenomenon with different examples were asked through the information structure test and semi-structured interview form about the phenomena of rotation, revolution, daily and annual movements of the earth. To sum up, as similar answers could not be given to different questions representing the relevant facts, it was evaluated that the participants were in a cognitive inconsistency. Studies that have parallel results to our research findings in the literature are given below.

Ozcan & Birgin (2021) and Türk & Kalkan (2018) state that students confuse the concept of rotation with the concept of revolution. They state that students use the concept of revolution instead of the concept of rotation, and the concept of rotation instead of the concept of revolution. In other words, the relevant research findings support our research findings referring to the fact that students are in a cognitive inconsistency.

Ozdemir (2007) examined the knowledge structures of eight students between the ages of nine and eleven on the concept of force. He found an inconsistency in the comments of six students regarding the concept of force. In his longitudinal research, Clark (2006) analyzed the students' knowledge structures regarding the concept of thermal equilibrium within the 8th grade thermodynamics unit. As a result of the research, starting from the information structures of the students that are not connected to each other and independent from the context; it found that it developed towards integrated and semi-consistent perspectives.

Apaydın (2014) examined the knowledge structures of middle school students regarding buoyancy in his research. It was observed that all 8 students gave inconsistent answers to the first question set, and the other participants except two students to the second question set. Ozdemir (2018) examined the knowledge structures of one hundred and twenty-seven middle school students regarding the concepts of boiling and evaporation. The answers given by the students to the thirteen question sets were analyzed in five different categories; it was determined that the knowledge structures of the participants about the concepts of evaporation and boiling were inconsistent.

Khishfe (2017) examined the consistency of high school students' responses to question sets consisting of different scientific and socio-scientific contexts. The research was conducted with a total of 261 high school students from eight different schools in Lebanon. The findings revealed that the views of all participants on the highlighted different dimensions of science were mostly inconsistent. The striking

situation here is; it is the fact that all of the concepts subject to research in the studies given as reference consist of theoretical concepts. The conceptual theme that constitutes the subject of our study also has a theoretical quality belonging to the earth of astrophysical magnitudes. As given above, the conceptualizations of astrophysical or micro-magnitudes are of a theoretical nature; In particular, they can be considered as concepts outside of the actual cognitive competence of primary school students (Apaydın, 2014, 2018, 2020; Lawson, 1995).

The language used in the recording of theoretical concepts as data, in the introduction of the literature, in the transmission of science to the society, and ultimately in the creation of the content of the textbooks, is the formal language. According to Haloun (2006), the language that should be used when teaching science is the nominal language, especially in primary and preschool groups in terms of cognitive development levels. Nominal language is a language related to the descriptive conceptual level and serves the theoretical concepts to acquire a language form suitable for the cognitive level. Such a situation may prepare a ground for reducing the formation of inconsistent knowledge structures and alternative concepts in students. However, in the naive structuring of theoretical concepts, it is not possible to provide an instantaneous and sudden cognitive consistency due to the nature of conceptual change (diSessa, 1993, 2002, 2008; Vosniadou, 1991). So, with an evaluation within the scope of our study; Especially at primary school level, if theoretical concepts, which are the formal language in science, are to be taught, the conceptualization of these issues should be directly associated with data; It is very important to bring the relevant theoretical concepts to the descriptive level and therefore to keep the language at a nominal level (Kampeza & Ravanis, 2012).

As a matter of fact, Kampeza & Ravanis (2012), in their studies on the shape of our planet, which is an astrophysical magnitude and completely compatible with our research subject, have succeeded in bringing the level of theoretical conceptualization to the descriptive level and they have made a great contribution to students learning the shape of the Earth in a meaningful way by using nominal language. Findings of our study; it is thought to be a source of inspiration for studies that suggest that learning-teaching environments should be designed as Kampeza and Ravanis suggested.

In line with the findings obtained from the research, activities that will facilitate the identification of students knowledge structures can be included in the course books at the beginning of the unit. In-service trainings can be provided to develop teachers' skills in determining students' knowledge structures and preparing lesson environments suitable for cognitive level. There are few studies in the literature in Turkey that examine the knowledge structure of students. For this reason, it can be encouraged to carry out studies examining the knowledge structures of students in different science lesson subjects.

Author Contribution Rates

The contribution rates of the researchers to the study are equal. The study was carried out and reported in cooperation.

Ethical Declaration

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

All procedures in this study were carried out in accordance with the decision of the ethics committee of Ondokuz Mayıs University Social and Human Sciences dated on 25.12.2020 and numbered as 2020/854.

Conflict Statement

The authors declare no competing interests.

Türkçe Sürümü

Giriş

Temel eğitim öğrencileri için fen öğretimindeki doğa bilimleri kavramlarının anlamlı bir düzeyde öğrenilmesi, önemli bir kazanımdır. Öğrencilerin anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirmesinde etkili olan unsurlardan birisi de onların günlük yaşantıları sonucu oluşturduğu ön kavramlardır. Öğrenciler, farklı çevre ve yaşantılara bağlı olarak oluşturdukları ön kavramlarla formel eğitim kurumlarına gelmektedirler (Çelikler ve Kara, 2016; Ilyas ve Saeed, 2018; Limon ve Mason, 2002). Bu bağlamda günümüzde, kavramsal değişim teorileri; öğrencilerin ön kavramları ile formel ortamda öğrendikleri kavramları ilişkilendirmeleriyle anlamlı öğrenmenin gerçekleşebileceğini vurgulamaktadırlar (Ecevit ve Şimsek, 2017; Oberio, 2017; Winarso ve Toheri, 2017). Ön kavramlar genellikle bilimsel kavramlardan daha az mantıklı ve daha az tutarlıdır (diSessa, 2004; Ilyas ve Saeed, 2018; Kandemir ve Apaydın, 2020; Yağbasan ve Gülçiçek, 2003). Ön kavramların, çoğu zaman öğrenme sürecine olumsuz etkisi de söz konusu olabilir (Çepni, 2016; Thompson ve Sue, 2006). Bundan dolayı formel ortamda öğrenilecek olan konulara yönelik ön kavramların, bir süreç içinde bilimsel açıklamalarla uygun bir biçimde ilişkilendirilmesi, anlamlı öğrenme için bir zorunluluktur. Bu açıklamalardan hareketle öğrenme süreçlerinin anlamlı öğrenmeyle sonuçlanmasında kavramsal değişim teorilerinin önemi büyüktür (Çepni, 2016; Oberio, 2017; Vasniadou ve Skopeliti, 2014).

Kavramsal değişim süreci, günlük yaşamla ilişkili ve özellikle teorik nitelikteki kavramların öğretilmesinde son derece önemli bir yer tutar (Nadelson ve ark., 2018). Fen bilimleri dersinin öğretim içeriğinde yer alan birçok kavram birbiriyle ilişkilidir. İlgili kavramlar birbirlerine ön bilgi oluşturur ve anlamlı öğrenmede etkilidir (Çepni, 2016). Bundan dolayı fen bilimleri içeriğinin, çok yönlü kavramsal ilişkileri dikkate alınarak bir öğretme-öğrenme süreci tasarlanmalıdır (diSessa, 2014; Posner ve ark., 1982; Vosniadou, 2012). Özellikle şema yaklaşımının etkisi altındaki teori benzeri bilgi yapısı teorisine göre (Vosniadou, 2012), öğrencilerin fen bilimlerine ait ön kavramları bilimsel bilginin öğrenilmesine dair tezat bir durum ortaya çıkardığında, diğer bir ifadeyle yeni kavramın öğrenimini zorlaştırdığında kavramsal değişim zorunlu hâle gelmektedir (Vamvakoussi, 2017). Bunun dışında öğrencilerin ön kavramlarının teori niteliği taşımayan bilgi parçaları şeklinde olduğunu ileri süren parçalı bilgi yapısı teorisine göre de öğrencilerin ön kavramlarının bilimsel kavramlarla ilişkilendirilmesi ve bir süreç dâhilinde yeni bilgi yapılarının düzenlenmesi oldukça önemlidir (diSessa, 2014).

Kavramsal değişimi ve gelişimi, tarihi bir perspektiften incelediğimizde; sürecin öncelikle Piaget'nin bilişsel çatışma teorisine ilişkilendirilebileceğini belirtmek gerekir (Heyd-Metzuyanım ve Schwarz, 2017). Kavramsal değişim ile ilgili araştırmalar 1980'lerde hız kazansa da 1990'lı yıllarda biraz yavaşlamıştır (diSessa, 2014; Duit ve ark., 2013). Bununla birlikte fen öğreniminde kavramsal değişim düşüncesi, ilk kez Posner ve arkadaşları (1982) tarafından ortaya atılmıştır (Vosniadou, 2012). Kavramsal değişim, farklı teorik çerçeveler ve modeller ortaya çıkaran birçok araştırmacının da merkezinde yer almıştır. Son elli yıllık araştırma bulguları; öğrencilerin öğretimden önce, süreç sonunda kazanacakları kavramlara ilişkin formel-bilimsel bilginin aksi yönde düşüncelere sahip olduklarını göstermektedir (Duit ve Treagust, 2003; Turceotte, 2012). Fen bilimleri dersine yönelik birçok araştırma, geleneksel alan yazında kavram yanılığları diye adlandırılan bu ön kavramların, öğrenciye kazandırılacak olan bilimsel kavramların öğretimini güçleştirdiği ve zorlukların nasıl aşılabileceği üzerine odaklanmıştır. Bu çalışmalarda, Apaydın (2014), suyun kaldırma kuvveti; Apaydın ve arkadaşları (2014) ışık; Apaydın ve arkadaşları (2018) fiziksel ve kimyasal değişim; Chi (2005) dolaşım sistemi; diSessa (1982) kuvvet, ivme ve hız; Ioannides ve Vosniadou (2002), kuvvet; Vasniadou ve Brewer (1992), Dünya'nın şekli kavramlarına yönelik öğrencilerin bilgi yapılarını incelemişlerdir. Alan yazında, öğrencilerde meydana gelen kavramsal değişimin doğasına ilişkin farklı kavramsal değişim teorilerine göre, farklı değerlendirmeler yapılmıştır. Mevcut araştırmacının kapsamı dâhilinde, bazı çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Buna göre Posner ve arkadaşları (1982), öğrencilerin kavramsal değişim sürecini bilim insanlarının kavramsal değişim sürecine benzetmişlerdir. İlgili teorik açıklama bağlamında, öğrencilerin ön

kavramlarını terk etmeleri için iyi nedenlere sahip olması gerektiğine dikkat çekilmiştir. Aksi takdirde araştırmacılar, öğrencilerin ön kavramlarını sürdürmeye devam edeceklerini belirtmişlerdir. Yine bu teorik yaklaşıma göre, öğrencilerde kavramsal değişimin gerçekleşmesi, ön kavramların yetersizliğinin fark edilmesi ve memnuniyetsizliğin oluşmasına; yeni kavramların anlaşılır, akla yatkın ve verimli olmasına bağlıdır. Diğer bir ifadeyle öğrenciler özgün bir problemle karşılaştığında, probleme yönelik ön kavramlarının yetersiz kalıp memnuniyetsizliğin ortaya çıkmasının ardından, yeni kavramın öğrencilere anlaşılır gelmesi ve sadece ilgili probleme değil gelecekteki benzer problemlere de çözüm üretebilmesi gibi koşulların sağlanması kavramsal değişim için bir zorunluluktur. Yukarıda da belirtildiği gibi Posner ve arkadaşları (1982) Piaget'nin etkisi altında olup aşağıdaki yazarlardan Vosniadou'nun teori benzeri bilgi yapısı teorisi ekolünün öncülleri sayılabilirler.

Bu bağlamda, teori benzeri (sentetik) kavramsal değişim teorisi, Piaget'nin bilişsel gelişim teorisinde yer alan şema kavramına dayanmaktadır. Vosniadou ve Skopeliti'ye (2014) göre, öğrenciler günlük deneyimlerine bağlı olarak birtakım naif teoriler oluştururlar. Naif teorilerle okula gelen öğrenciler, okulda bilimsel bilgilerle karşılaşılır; bu durum, zihinsel olarak bir tutarsızlık ve Piaget'ye atfen bilişsel bir dengesizlik oluşturur. Öğrenci tekrar zihinsel dengeyi sağlama adına bilimsel bilgilerle kendi naif bilgilerini birleştirir. Bu birleştirme sonucu, sentetik ya da melez olarak nitelendirilebilecek bilgi yapıları ortaya çıkar. Bu teori öğrencilerin belirli bilişsel dönemler için bilgi yapılarının genellikle tutarlı, bir bütünlük içinde, zihinsel dengeyi sağlamış olarak var olduklarına dikkat çekmektedir. İlgili teori ayrıca, kavramsal değişimin kademeli ve uzun bir süreç olduğuna; bunun için öğrencide ontolojik, temsili ve epistemolojik değişikliklerin gerekliliğine dikkat çekmektedir. Bunun yanı sıra teori, kavramsal değişimin bir süreç olmakla beraber, yapısal olarak tıpkı bir yer değiştirme yani süreç sonunda eski kavramın bırakılıp yeni kavramın yerine geçtiği devrimsel bir yönünün olduğunu da ileri sürmektedir. Peki, "kavramsal değişim, sadece şemacı ve dolayısıyla teori benzeri bilgi yapısı teorisine mi açıklanabilir?" sorusu önem arz etmektedir. Bu sorunun yanıtı doğal olarak "hayır"dır. Böylesi bir yanıt bizi, parça nitelikli bilgi yapısı teorisi başta olmak üzere diğer teorileri de daha yakından irdelemeye yönlendirmektedir.

Parça nitelikli bilgi yapısı teorisine göre; öğrencilerin günlük deneyimleri sonucunda elde ettikleri bilgi yapıları parçalı, bütünlükten uzak ve yarı bağımsızdır. Bu bilgi yapıları görüngübilimsel ilkseller (g-ilkseller-phenomenological primitives/p-prims) olarak adlandırılırlar (diSessa, 2014). Bilgi yapıları birbirlerine zayıf bilişsel ağlarla bağlıdır. Mevcut bilgi yapıları birbirlerini tamamlama özelliğinden uzak olduğu için, öğrenciye bir konu ile ilgili farklı bağlamlarda sorular sorulduğunda; cevaplarda tutarsızlık ortaya çıkmaktadır (Özdemir, 2007). Tabii ki, özellikle öğrenci konumundaki bireyler için bilgi yapıları başlangıçta tutarsızdır; ancak öğrencilerin bilgi birikimleri arttıkça, bazı bilgi parçaları pasifleşir veya aktifleşir; bazı parçalar eklenir ve böylece bazı bilgi parçaları diğerlerine göre daha önemli statüye kavuşurlar. Sonuç olarak öğrencilerin bilgi yapıları, zamanla bilimsel olana yaklaştığı ölçüde bütünlük arz eden yapılara dönüşerek tutarlı hâle bürünebilirler. Buna göre, kavramsal değişim devrimsel nitelikten daha çok, evrimsel ve uzun aşamalı bir süreç olup aslında yeniden bir bilgi düzenlenmesine işaret eder (diSessa, 2008; Özdemir, 2007).

Alan yazındaki diğer teorilerden birinde ise kavramsal değişim ontoloji temelinde açıklanmıştır. Bu teoriye göre kavramsal değişim, ontolojik olarak yanlış kategoriye atanmış bir kavramı, doğru kategoriye atama işlemi olarak tanımlanmıştır. Söz konusu teoride, bireylerin kavram öğrenimi esnasında, kavramları yanlış kategorilere atamaları sonucunda, kavram yanlışlarının ya da diğer bir ifadeyle yanlış ontolojik kategorilerin ortaya çıktığı vurgulanmıştır (Chi ve Roscoe, 2002). İlgili teorik yaklaşım, kavramsal değişimi ani bir değişim olarak ifade etmektedir (Vosniadou, 1999). Ayrıca fiziksel evrendeki varlıkları; madde, süreç ve zihinsel durumlar gibi üç farklı ontolojik kategoride incelemekte ve fen öğretiminin de bu kategorilere göre tasarlanması gerektiğini ima etmektedir (Chi ve ark., 1994). Yine teoriye göre, fen bilimlerinde yer alan kavramları öğrenmek oldukça zor bir değişime gönderme yapmaktadır. Bu yaklaşım deneysel etkinliklerin zihinsel olarak kategorilendirilmelerinin, titizlikle dikkate alınması gerekliliğini öncelemektedir. Çünkü fen kavramlarının öğrenilmesi, gerçekte kategoriler arası değişimden başka bir şey değildir (Turceotte, 2012).

Bir diğer popüler yaklaşım olarak Roschelle (1992), kavramsal değişime yakınsak kavramsal değişim teorisi ile katkı sunmuştur. Bu model iş birliğinin kavramsal değişime entegre edilmesiyle meydana gelmiştir. Roschell, kavramsal değişimin bir problem çözme faaliyetine, iş birliğine dayalı katılımı kademeli ve etkileşim içinde gerçekleştirildiğine dikkat çekmiştir. Bunun yanı sıra yazar, diSessa gibi bilginin parçalı olduğunu; bilişsel olarak derinliğine bir anlayış durumunu temsil eden bilgi yapısının inşa edilmesinde, metaforların kullanılması gerektiğini belirtmektedir (Turceotte, 2012)

Bir diğer kavramsal değişim teorisi yeniden yapılandırma teorisidir. Bu teoriye göre, Piaget'in bilişsel gelişim teorisinin aksine, kavramsal değişim evrensel bir genellemeyle açıklanamaz. Bu yaklaşımın yerine, ilgili teoride, kavramsal değişimin alana özgü yeniden yapılandırma olarak düşünülmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Bundan dolayı naif bilgi yapılarının yeniden yapılandırılması, öğrencilerin bireysel deneyimleri ve bilgi birikimleriyle doğrudan ilişkilidir. Bu şekilde, öğrencilerin naif bilgi yapılarını, bilimsel olarak doğru kabul edilen kavramsal bilgi yapılarıyla değiştirdikleri belirtilmiştir (Carey, 1999). Carey'nin yeniden yapılandırma teorisinde, çocuklara ve yetişkinlere ait bilgi yapılarının eş-ölçülemez olduğu ve bu bilgi yapılarının karşılaştıramayacağı fikri üzerine odaklanılmıştır (Carey, 1985). İlgili teoride kavramsal değişimin zayıf ve radikal (güçlü) olmak üzere iki çeşit olduğu aktarılmıştır. Bu bağlamda, zayıf yeniden yapılandırma asimilasyon kavramıyla, güçlü yeniden yapılandırma ise uyum kavramıyla ilişkilendirilebilir (Duit ve Treagust, 2003). Buraya kadar ifade edilenlerden de anlaşılacağı gibi, alan yazında birçok kavramsal değişim teorisi olmasına rağmen araştırmalar en çok parça nitelikli bilgi yapısı teorisi ve teori benzeri kavramsal değişim teorisi üzerine yoğunlaşmıştır. Bu nedenle araştırmada dönme, dolanma, Dünya'nın günlük ve Güneş etrafında yaptığı hareketlerine yönelik bilgi yapıları parça nitelikli bilgi yapısı teorisi ve teori benzeri kavramsal değişim teorisine göre ele alınmıştır.

Dünya'nın kendi eksenini etrafındaki hareketi ve Dünya'nın Güneş etrafındaki hareketi, dönme ve dolanma kavramları farklı kademelerde tekrar tekrar işlenmektedir (Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2018). Buna rağmen öğrencilerde bilimsel olarak tutarlı ve anlamlı öğrenme istenilen seviyeye ulaşamamıştır (Oh ve ark., 2017; Özcan ve Birgin, 2021; Türk ve ark., 2012). Alan yazındaki bulgulardan hareketle, öğrencilerin öğretim ortamına getirdikleri ön kavramların anlamlı öğrenme için oldukça önemli olduğu vurgulanabilir. Öğrencilerin sahip olduğu ön kavramların, kavramsal değişim teorilerine göre incelenmesi ve bu doğrultuda eğitim ve öğretim sürecinin planlanması, ilgili kavramların anlamlı bir şekilde öğrenilmesi adına önemlidir. Ayrıca Türkiye'de alan yazında öğrencilerin bilgi yapılarının kavramsal değişim teorilerine göre incelenmesine yönelik araştırmaların azlığı da dikkat çekmektedir (Apaydın, 2020, 2014; Özdemir, 2007; Özdemir ve Clark, 2009). Çalışmanın, alan yazına bu yönüyle katkıda bulunması beklenmektedir. Ayrıca çalışmanın, öğretmenlerin eğitim ve öğretim sürecini planlamalarına ve öğretim programlarının hazırlanması sürecine katkı sağlaması da bir diğer yarar olarak ileri sürülebilir. Tüm bu açıklananlar dâhilinde, araştırmada ilkökul öğrencilerinin Dünya'nın hareketlerine yönelik bilgi yapılarının analiz edilmesi amaçlanmaktadır. Araştırma soruları aşağıda verilmiştir.

1. Öğrencilerin dönme, dolanma, Dünya'nın günlük ve Güneş etrafında yaptığı hareketlerine yönelik bilgi yapıları, teori benzeri kavramsal değişim teorisine göre tutarlı mı; yoksa parça nitelikli kavramsal değişim teorisine göre tutarsız mıdır?
2. Öğrencilerin dönme kavramına ilişkin tutarlı yanıt sayısı ile tutarsız yanıt sayısı arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
3. Öğrencilerin dolanma kavramına ilişkin tutarlı yanıt sayısı ile tutarsız yanıt sayısı arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
4. Öğrencilerin Dünya'nın dönme hareketine ilişkin tutarlı yanıt sayısı ile tutarsız yanıt sayısı arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
5. Öğrencilerin Dünya'nın dolanma hareketine ilişkin tutarlı yanıt sayısı ile tutarsız yanıt sayısı arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

Yöntem

Araştırma, nitel ve nicel araştırma yöntemlerinin bir arada kullanıldığı karma yöntem desenlerinden biri olan gömülü desene göre tasarlanmıştır. İlgili yöntemde nitel ya da nicel yöntemlerden biri diğerine göre daha az ağırlıktadır. Diğer bir ifadeyle yöntemlerin araştırmaya katkısı eşit düzeyde değildir. Bu araştırmada ise nicel yöntemin katkısı nitel yöntemden daha fazladır. Bahsi geçen desende nicel yöntemlerle toplanan veriler nitel yöntemlerle desteklenir, açıklanır ve örneklendirilir. Çevremizde yer alan olguların çok karmaşık olması karma yöntemi gerekli kılmaktadır. Bu nedenle olguları anlamak adına çoklu yöntemler kullanılmalıdır. Karma yöntem ile olguların hem nitel boyutu hem de nicel boyutu ele alınarak derinlemesine ve ayrıntılı bir inceleme yapmak mümkündür. Karma yöntem ayrıca farklı yöntemlerden elde edilen verilerin destekleyici doğrulama amacıyla kullanılmasına da olanak tanır. Bu bakımdan özellikle sosyal bilimler alanındaki çalışmaların güvenilirliğinin artırılmasında oldukça önemlidir (Yıldırım ve Şimsek, 2016).

Katılımcılar

Araştırma Marmara bölgesinde, nüfus yoğunluğuna göre orta ölçekli bir ilin bir ilçesinde, dördüncü sınıfta öğrenim gören 75 öğrencinin katılımı ile 2019-2020 eğitim ve öğretim yılında gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların belirlenmesinde amaçsal örnekleme yöntemlerinden biri olan ölçüt örnekleme kullanılmıştır. Amaçsal örnekleme yöntemi durumlar hakkında derinlemesine araştırma yapma imkânı tanır. Ölçüt örnekleme yönteminde belirli özellikleri taşıyan bireyler örnekleme alınırlar. Amaçsal örnekleme yöntemi çalışmanın amacına bağlı olarak bilgi açısından zengin durumların seçilerek derinlemesine araştırma yapılmasına olanak sağlar. Belirli ölçütleri karşılayan veya belirli özelliklere sahip olan bir veya daha fazla özel durumlarla çalışılmak istendiğinde tercih edilir. Araştırmacı seçilen durumlar bağlamında doğa ve toplum olaylarını ya da olguları anlamaya ve bunlar arasındaki ilişkileri keşfetmeye ve açıklamaya çalışır. Bir araştırmada gözlem birimleri belirli niteliklere sahip kişiler, olaylar, nesnelere ya da durumlardan oluşturulabilir. Bu durumda örnekleme için belirlenen ölçütü karşılayan birimler örnekleme alınırlar (Büyüköztürk ve ark. 2016). Katılımcılar, orta akademik başarıda olma ve orta sosyoekonomik düzeyde olma ölçütlerine göre belirlenmiştir. Bunun nedeni sosyal çevrenin ve akademik başarının öğrencilerin bilgi yapılarını etkileyebilmesidir. Araştırmada önce ilçe genelindeki okullardan ortasosyoekonomik düzeyde okullar belirlenmiştir. Sonra belirlenen okullar içinde başarı düzeyi orta düzeyde olan okullar tespit edilmiştir. Daha sonra belirlenen okullar için kura usulü bir okul belirlenmiştir. Sonunda belirlenen okulda öğretmenlerin görüşü ile öğrenciler çalışmaya dâhil edilmişlerdir. Bilgi yapısı testi uygulanan okullar akademik başarı düzeyi olarak ve sosyoekonomik olarak orta düzeye sahip okullardır. Ailelerin sosyoekonomik düzeyi belirlenmesinde TÜİK 2021 verileri kullanılmıştır (Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2021). Bilgi yapısı testinin uygulamasından sonra görüşme yapılacak bireyler belirlenmiştir. Görüşme yapılacak öğrencilerin belirlenmesinde, gerekli bilgiler sınıf öğretmenlerinden alınarak akademik başarı düzeyi olarak orta düzeyde olması, girişken olması ve iletişim becerilerinin yüksek olması gibi ölçütler kullanılmıştır. Bu ölçütler, uygun nitelikteki öğrencilerin katılımcı olmasını sağlamıştır. Öğrencilerde girişken olması ve iletişim becerilerinin yüksek olması gibi özelliklerin aranmasındaki neden, araştırma konusuna ilişkin derinlemesine ve ayrıntılı verilerin elde edilmesine katkı sunmaktır.

Veri Toplama Araçları

Araştırmada veriler, yazarlar tarafından geliştirilen bilgi yapısı testi ve yarı yapılandırılmış görüşme formu aracılığı ile toplanmıştır. Bilgi yapısı testi parça nitelikli kavramsal değişim teorisi ve teori nitelikli kavramsal değişim teorisine uygun olarak hazırlanmıştır. Bu veri toplama araçları geliştirilirken aşağıdaki aşamalar uygulanmıştır.

1. Bilgi yapısı testi: İlk olarak alan yazın taranmış konu ile ilgili örnek çalışmalar incelenmiştir (Apaydın, 2020; Chi ve Roscoe, 2002; diSessa, 2014; Özdemir, 2007; Vosniadou ve Skopeliti, 2014). Ardından belirtke tablosu hazırlanıp konuyla ilgili kazanımların her biriyle ilgili en az 4 soru olmak üzere toplam 15 tane doğru yanlış testi ve 6 tane açık uçlu soru hazırlanmıştır (MEB, 2018). Hazırlanan taslak sorular ile ilgili 3 fen eğitimi ve 1 ölçme ve değerlendirme uzmanından görüş alınmıştır. Uzman görüşleri

doğrultusunda gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Taslak olarak hazır olan 21 tane maddeden oluşan form pilot uygulama aşaması öncesinde 10 öğrenciye okutulup anlaşılır olduğu yönünde dönütler alınmıştır. Sonra dördüncü sınıfa devam eden 200 öğrenciye uygulanmıştır. Doğru yanlış test maddelerinin, doğruysa neden doğru, yanlış ise neden yanlış olduğunun öğrenciler tarafından açıklanması istenmiştir. Öğrenci doğru yanıt vermiş fakat nedenini yanlış açıklamışsa cevap yanlış sayılmıştır. Doğru yanlış test maddelerin puanlanmasında doğru cevaba 1 puan yanlış cevaba ise 0 puan verilmiştir. Açık uçlu soruların hesaplanmasında doğru cevaba 2 puan, kısmen doğru cevaba 1 puan, yanlış cevaba ise 0 puan verilmiştir. Yanıt kağıtlarının puanlanmasının ardından en yüksek puandan en düşük puana doğru puanlar sıralanıp en yüksek puan grubunun % 27'si ve en düşük puan grubunun % 27'si alınarak gerekli test ve madde analizleri yapılmıştır. Doğru yanlış test maddeleri madde güçlük indeksi .45 ile .63 arasında olan maddeler ile madde ayırt edicilik indeksi .68 ile .90 arasında olan maddeler tercih edilmiştir. Açık uçlu soru maddeleri madde güçlük indeksi .35 ile .58 arasında olan maddeler ile madde ayırt edicilik indeksi .49 ile .58 arasında maddeler tercih edilmiştir (Tablo 1). Testin ortalama güçlük düzeyi .55'tir. Doğru yanlış test maddelerinin KR-20 güvenirliği .96, açık uçlu soru maddelerinin cronbach alfa güvenirlik katsayısı .86 olarak hesaplanmıştır. Test, 9 adet doğru yanlış maddesi ("Doğru ise neden? "Yanlış ise neden?" gibi sorularla güçlendirilmiş) ve 4 adet açık uçlu soru maddesi olmak üzere 13 maddeden oluşmaktadır (EK-1) (Acar, 2018; Baykul ve Turgut, 2010; Büyüköztürk, 2016; Karip, 2015).

Tablo 2.
Test Maddelerine İlişkin Analiz Sonuçları

Soru No	Pj	Rjx
1*	0.45	0.68
2	0.62	0.75
3	0.63	0.72
4	0.61	0.77
5	0.61	0.77
6	0.57	0.85
7	0.56	0.87
8	0.58	0.83
9	0.54	0.90
10**	0.58	0.49
11	0.50	0.58
12	0.51	0.46
13	0.53	0.56

*1-9 arası doğru yanlış test maddelerine ilişkin analiz sonuçları

**10-13 arası açık uçlu sorulara ilişkin test maddelerine analiz sonuçları

2. Görüşme formu: Form oluşturma sürecinin ilk aşamasında, konuya ve soru formlarına yönelik alan yazın taraması yapılmıştır (Apaydın ve ark., 2018; Chi ve Roscoe, 2002; diSessa, 2014; Özdemir, 2018; Vosniadou ve Skopeliti, 2014). Taslak olarak dönme, dolanma ve Dünya'nın şekli ve hareketleri ile ilgili öğrencilerin bilgi yapılarını belirlemeye yönelik 4 kavrama ilişkin 4 adet soru seti hazırlanmıştır. Bu aşamadan sonra 3 fen eğitimi ve 1 ölçme ve değerlendirme uzmanından görüş alınmıştır. Ardışık olarak ilgili formda gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Oluşturulan form, pilot uygulama aşamasında 31 öğrenciye okutulup anlaşılır olduğu yönünde dönütler alınmıştır. Böylece görüşme formu oluşturma aşamaları tamamlanmıştır.

Görüşme formu, Dünya'nın dönme, dolanma, günlük ve yıllık hareketlerine yönelik içerikten oluşmaktadır. Öğrencilere, ilgili kavramlara yönelik farklı sorular sorulmuş ve onlardan, sorular arasında farklılık olup olmadığını; nedenlerini ve gerekçelerini sunarak açıklamaları istenmiştir. Görüşmelerde kavramlarla ilgili farklı örnekler haricinde, tüm koşulların eşit olmasına dikkat edilmiştir. Bunun nedeni görüşme koşulları (zaman, ortam sıcaklığı vb) da öğrencilerin bilgi yapılarına ilişkin ayrıntılı araştırma yapmayı etkileyebilir. Görüşme formunun içeriği aşağıda verilmiştir.

Dönme (Rotation): Soru setinde dönme olayına ilişkin farklı örnekler verilmiştir. Farklı örneklerin, öğrencilerin dönme kavramına ilişkin yorumlarını nasıl etkilediği belirlenmek istenmiştir.

Dolanma (Revolution): Bu soru setinde dolanma olayına ilişkin farklı örnekler verilmiştir. Farklı örneklerin, öğrencilerin dolanma kavramına ilişkin yorumlarını ne şekilde etkilediği araştırılmak istenmiştir.

Dünya'nın günlük hareketi ve sonuçları: Bu soru setinde Dünya'nın günlük hareketine ilişkin farklı örnekler verilmiştir. Farklı örneklerin, öğrencilerin Dünya'nın günlük hareketine ilişkin yorumlarını ne şekilde etkilediğini irdelemek amaçlanmıştır.

Dünya'nın yıllık hareketi ve sonuçları: Bu soru setinde Dünya'nın yıllık hareketine ilişkin farklı örnekler verilmiştir. Farklı örneklerin, öğrencilerin Dünya'nın yıllık hareketine ilişkin yorumlarını nasıl etkilediğini irdelemek amaçlanmıştır. Görüşme formununun içeriğine yönelik bilimsel bilgiler aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 1).

Tablo 2.

Araştırma Kavramlarına Yönelik Formel-Bilimsel Açıklamalar (MEB, 2018; Özcan ve Birgin, 2021; Yaman ve ark., 2019)

Dönme	Dolanma	Dünya'nın günlük hareketi ve sonuçları	Dünya'nın yıllık hareketi ve sonuçları
Bir şeyin kendi ekseninde yaptığı harekete dönme denir (Türk Dil Kurumu (TDK), 2020). Bisiklet tekerleğinin bir hat boyunca ilerlerken kendi ekseninde yaptığı hareket, rüzgârgülllerinin kendi ekseninde yaptığı hareket, Dünya'nın kendi ekseninde yaptığı hareket vb. dönme hareketine örnek durumlarıdır.	Bir şeyin çevresinde yapılan harekete dolanma denir (TDK, 2020). Sandalye kapmaca oyununda bireylerin <i>sandalyeler</i> <i>etrafında</i> yaptığı hareket, Dünya'nın güneş etrafındaki hareketi vb. dolanma hareketine örnek durumlarıdır.	Dünya'nın kendi ekseninde 24 saatte tamamladığı dönme hareketidir. Sonuçları: Gece gündüz oluşur ve birbirini takip eder. Güneş doğudan doğar ve batıdan batar. Güneş'in görünen konumu gün içinde değişir. Cisimlerin gün içinde gölge uzunlukları ve yönleri değişir.	Dünya'nın Güneş etrafında 365 gün 6 saatte tamamladığı dolanma hareketidir. Sonuçları: Mevsimlik sıcaklık farkları meydana gelir. Mevsimlerin oluşmasını ve değişmesini sağlar. Dünya'nın Güneş'e göre konumu değişir. Yıl içinde gece ve gündüz süreleri farklılaşır.

Görüşme Formunun Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları

Görüşme esnasında öğrencileri yönlendirici her türlü ifadeden kaçınılmıştır. Öğrencilerle daha samimi olmak adına araştırma öncesi üç ders saati ders öğretmeni ile birlikte derse girilmiştir. Yapılan görüşmeler sohbet havasında ve samimi bir ortamda gerçekleşmiştir. Asıl görüşmeler öncesi görüşme formuna yönelik pilot uygulama yapılmıştır. Görüşme sırasında elde edilen veriler doğrudan alıntı şeklinde aktarılmıştır. Bu yöndeki uygulamaların gerçekleştirilmesindeki amaç, iç güvenirliliği artırmaya yöneliktir (Ozmen ve Karamustafaoglu, 2019). Verilerin toplanma ve analiz sürecinde, sağlanan ham nitel verilerin nasıl birleştirildiğinin ayrıntılı olarak verilmesi; dış güvenirliliği arttırmaya yönelik bir girişimdir. Görüşmelerde süre sınırlamasına başvurulmamıştır. Nicel olarak toplanan veriler, nitel olarak toplanan verilerle karşılaştırılarak doğrulanmıştır. Her görüşmenin sonunda öğrencilere, elde edilen veriler okunarak bunların doğruluğuna ilişkin düşünceleri alınmış ve eklemek istediklerinin olup olmadığı sorulmuştur. Görüşme esnasında gerekli durumlarda katılımcıya ek sorular sorularak ("Ne demek istiyorsun?", "Biraz daha açıklar mısın?") derinlemesine veri toplamak amaçlanmıştır. Ayrıca katılımcı görüşme sırasında araştırma sorularının kapsamı dışına çıktığında ek sorular sorularak araştırma sorularının teorik çerçevesi içinde kalması sağlanmıştır. Bu uygulamaların gerçekleştirilmesindeki amaç

ise araştırmanın iç geçerliğini arttırmaya yöneliktir. Ayrıca araştırmada amaçlı örnekleme yönteminin kullanılması ve aynı zamanda araştırmanın tüm aşamalarının ayrıntılı olarak verilmesi de dış geçerliği arttırmaya yöneliktir (Yıldırım ve Şimsek, 2016).

Verilerin Toplanması

Araştırma verileri yarı yapılandırılmış "bilgi yapıları görüşme formu" ile "bilgi yapısı testinin" uygulanmasıyla elde edilmiştir. Test birinci aşamada 75 dördüncü sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Ardından bu öğrenciler arasından sınıf öğretmenlerinin önerileri doğrultusunda seçilen 11 öğrenci ile görüşmeler yapılmıştır. Görüşmeler video ile kayıt altına alınmış ve transkripsiyonu yapılmıştır. Bu araştırmada yapılan tüm işlemler Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulununun 25.12.2020 tarihli 2020/854 sayılı etik kurul kararına istinaden yapılmıştır.

Verilerin Analizi

Öğrencilerin konu ile ilgili sorulara vermiş olduğu yanıtlar tutarlılık gösterdiği durumlarda teori benzeri kavramsal değişim teorisi kapsamında değerlendirilmiştir. Öğrencilerin konu ile ilgili sorulara vermiş olduğu yanıtlar tutarsızlık gösterdiği durumlarda ise parça nitelikli bilgi yapısı teorisi kapsamında değerlendirilmiştir. Tutarlılık kavramı teori benzeri kavramsal değişim teorisini temsil ederken tutarsızlık kavramı parça nitelikli bilgi yapısı teorisini temsil etmektedir. Analize başlamadan önce yanıt kâğıtları S1, S2... S75 olarak adlandırılmıştır. Katılımcıların bilgi yapısı testine vermiş oldukları yanıtlar tutarlı ise 1, tutarsız ise 0 verilerle veriler sınıflandırılıp analiz paket programına girilmiştir. Araştırmada "bilgi yapısı testinden" sağlanan nicel verilerin analizinde Kay-Kare uyum iyiliği testi (χ^2), yüzde ve frekans kullanılmıştır. İlgili test sınıflama ölçekleri ile elde edilen süreksiz kategorik değişkenlerle işlem yapmaya olanak tanıyan parametrik olmayan test grubunda yer alan testlerden biridir. Kategorik bir değişkenin alt kategorilerinde gözlenen frekanslar ile beklenen frekanslar arasında anlamlı bir fark olup olmadığını ortaya koyar (Bursal, 2019; Taşpınar, 2017). Görüşme formundan sağlanan verilerin analizinde ise betimsel analiz yöntemi kullanılmıştır. Video kayıtlarının transkripsiyonu da bu aşamada yapılmıştır. Ardışık olarak veri analiz sürecine başlanmıştır. Araştırmada elde edilen veriler teori nitelikli kavramsal değişim teorisi (tutarlı yanıtlar) ve parça nitelikli kavramsal değişim teorisi (tutarsız yanıtlar) kapsamında düzenlenmiştir. Ayrıca bu analizde katılımcıların görüşlerini yansıtmak amacıyla doğrudan alıntılara yer verilir. Analizde ilk önce çerçeve oluşturulur. Sürecin ikinci aşamasında, oluşturulan bu çerçeveye göre veriler anlamlı ve mantıklı bir şekilde düzenlenir. Üçüncü aşamada, düzenlenen veriler tanımlanır ve doğrudan alıntılara yer verilir. Dördüncü aşamada tanımlanan veriler açıklanır, yorumlanır ve anlamlandırılır (Yıldırım ve Şimsek, 2016).

Bulgular

Öğrencilerin konu ile ilgili sorulara vermiş olduğu yanıtlar tutarlılık gösterdiği durumlarda teori benzeri kavramsal değişim teorisi kapsamında değerlendirilmiştir. Öğrencilerin konu ile ilgili sorulara vermiş olduğu yanıtlar tutarsızlık gösterdiği durumlarda parça nitelikli bilgi yapısı teorisi kapsamında değerlendirilmiştir. Uygulanan analiz işlemi sonucunda, öğrencilerin soru setlerine vermiş oldukları tutarlı ve tutarsız cevap sayıları aşağıda verilmiştir. *Tutarsızlık analizinde; kavram yanlışlığı ya da alternatif kavramsallaştırma şeklindeki nitelermelerden çok, bilişsel tutarsızlığa odaklanılmıştır. Bilişsel tutarlılık analizinde, aynı konuya yönelik yanıtlarda bir istikrar aranmıştır.*

1. Birinci araştırma sorusu, "Öğrencilerin, Dünya'nın dönme, dolanma, günlük ve yıllık hareketlerine yönelik bilgi yapıları, teori benzeri kavramsal değişim teorisine göre tutarlı mı; yoksa parça nitelikli kavramsal değişim teorisine göre tutarsız mıdır?" şeklinde formüle edilmiştir. Araştırma sorusuna yönelik bulgulara ait değerler aşağıda sunulmuştur.

Tablo 3.

Dönme ve Dolanma Kavramlarına Yönelik Bilgi Yapısı Testinden Sağlanan Verilere Ait Yüzde ve Frekans Değerleri

	Tutarsız	%	Tutarlı	%	Toplam
Dönme	57	76	18	24	75
Dolanma	55	73.3	20	26.7	75

Tablo 3 incelendiğinde, dönme kavramına ilişkin bilgi yapısı testinden sağlanan bulgularda; tutarsız yanıt verenlerin sayısının 57 (%76), tutarlı yanıt verenlerin sayısının ise 18 (%24) olduğu görülmektedir. Ayrıca dolanma kavramına ilişkin tutarsız yanıt verenlerin sayısı 55 (%73.3), tutarlı yanıt verenlerin sayısı ise 20 (%26.7) olarak gözlenmektedir.

Tablo 4.

Dönme ve Dolanma Kavramlarına Yönelik Görüşmelerden Sağlanan Verilere Ait Yüzde ve Frekans Değerleri

	Tutarsız	%	Tutarlı	%	Toplam
Dönme	9	81.8	2	18.2	11
Dolanma	8	72.7	3	27.3	11

Tablo 4'e göre; dönme kavramına ilişkin yapılandırılmış görüşmeler sonucunda, tutarsız yanıt veren öğrenci sayısı 9 (%81.8), tutarlı yanıt veren öğrenci sayısı ise 2 (%18.2)'dir. Bunların yanında tabloda dolanma kavramına ilişkin olarak tutarsız yanıt veren öğrenci sayısı 8 (%72.7), tutarlı yanıt veren öğrenci sayısı ise 3 (%27.3) olarak yer almaktadır.

Aşağıda dönme ve dolanma kavramlarına yönelik görüşmelerden elde edilen tutarlı yanıtlara ilişkin örnekler verilmiştir.

Örnek 1:

Öğretmen:

-Sandalye kapmaca oyununda öğrencilerin sandalyelerin etrafında yaptığı harekete ne denir?

S19:

-Dolanma denir.

Öğretmen:

-Dolanma hareketi nasıl gerçekleşir?

S19:

-Sandalye kapmaca oyununda öğrenciler sandalyelerin etrafında dolanırlar.

Öğretmen:

-Dünya'nın Güneş etrafında yaptığı harekete ne nedir?

S19:

-Dünya bu hareketinde Güneş etrafında dolanır.

Öğretmen:

-Dolanmaya başka örnek verebilir misin?

S19:

-Atletlerin dairesel parkurda yaptığı koşu hareketinde dolanma meydana gelir.

Bu örnekte S19 adlı öğrenci, dolanma hareketine yönelik soruları; dolanma hareketine yönelik açıklamalarla yanıtlamıştır. Bu durum öğrencinin bilişsel tutarlılık içinde olduğunu göstermektedir.

Örnek 2:

Öğretmen:

-Lunaparkta atlıkarıncaların kendi ekseninde yaptığı harekete nedir?

S13:

-Dönme denir.

Öğretmen:

-Dönme kavramını biraz açıklar mısın?

S13:

-Atlıkarınca tıpkı Dünya gibi kendi eksenini etrafında döner.

Öğretmen:

-Topaç çevirirken topacın yaptığı harekete nedir?

S13:

-Topaç da kendi eksenini etrafında döner.

Öğretmen:

-Dönme hareketine başkaca bir örnek verebilir misin?

S13:

-Vantilatörün yaptığı hareket ve araba tekerleğinin yaptığı hareket dönmedir.

Aşağıdaki paragraflarda ise dönme ve dolanma kavramlarına yönelik görüşmelerden elde edilen tutarsız yanıtlara ilişkin örnekler verilmiştir.

Örnek 3:

Öğretmen:

-Oyuncak trenin dairesel raylar içine oturmuş çocuğunun etrafında yapmış olduğu harekete ne denir?

S20:

-Dolanma denir.

Öğretmen:

-Dolanma hareketini açıklar mısın?

S20:

-Tren çocuğun etrafını dairesel raylarla döner durur (Öğrenci, dolanma olgusuna örnek olan hareketi dönme hareketi için örneklendirmiştir.).

Öğretmen:

-Sandalye kapmaca oyununda çocukların sandalyeler etrafında yaptığı harekete ne denir?

S20:

-Çocuklar sandalye kapmak için sandalyelerin etrafında döner

(Öğrenci, dolanma (Bir şeyin çevresinde yapılan harekete dolanma denir (TDK, 2020).) olgusuna örnek olan hareketi dönme hareketi için örneklendirmiştir.).

Bu örnekte S13 adlı öğrenci, dönme hareketine yönelik soruları, dönme hareketine yönelik açıklamalarla yanıtlamıştır. Bu durum öğrencinin bilişsel tutarlılık içinde olduğunu göstermektedir.

Bu örnekte S20 adlı öğrenci, ilk yanıtında dolanma hareketine yönelik; ikinci yanıtında ise dönme hareketine yönelik açıklamalarda bulunmuştur. Bu durum öğrencinin bilişsel tutarsızlık içinde olduğunu göstermektedir.

Öğretmen:

-Dolanmaya başkaca bir örnek verebilir misin?

S20:

-Saatte yer alan akrep, yelkovan ve saniye çubuklarının yapmış oldukları hareket dolanmaya örnektir (Öğrenci, dönme davranışına örnek olan hareketi, dolanma hareketi için örneklendirmiştir.).

Örnek 4:

Öğretmen:

-Semazenlerin yaptığı harekete ne denir?

S7:

-Semazenler kendi kendi eksenini etrafında döner (Dönme olgusuna karşılık gelen doğru bir örnektir).

Öğretmen:

- Dönme hareketine bir örnek verebilir misin?

S7:

-Biz arkadaşlarımızla sandalye kapmaca oyununda sandalyelerin etrafında dönüyoruz (Öğrenci, dolanma davranışına örnek olan hareketi dönme hareketi için örneklendirmiştir.).

Öğretmen:

-Başka örnek verebilir misin?

S7:

-Yağ Satarım, Bal Satarım oyununda da arkadaşlarımızın etrafında döneriz (Öğrencinin, bu örnekte de dolanma (Bir şeyin çevresinde yapılan harekete dolanma denir (TDK, 2020).) hareketine karşılık gelen bir davranışı dönme olgusuyla ilişkilendirdiği görülmektedir.).

Bu örnekte S20 adlı öğrenci, ilk yanıtında dönme hareketine yönelik; ikinci yanıtında ise dolanma hareketine yönelik örnekler vermiş, dolanma hareketine yönelik açıklamalarda bulunmuştur. Bu durum öğrencinin bilişsel tutarsızlık içinde olduğunu göstermektedir.

Tablo 5.

Dünya'nın Günlük ve Yıllık Hareketine Yönelik Bilgi Yapısı Testinden Sağlanan Verilere Ait Yüzde ve Frekans Değerleri

	Tutarsız	%	Tutarlı	%	Toplam
Dünya'nın günlük hareketi ve sonuçları	54	72	21	28	75
Dünya'nın yıllık hareketi ve sonuçları	57	76	18	24	75

Tablo 5 incelendiğinde Dünya'nın günlük hareketine yönelik bilgi yapısı testine tutarsız yanıt veren öğrenci sayısının 54 (%72), tutarlı yanıt veren öğrenci sayısının ise 21 (%28) olduğu görülmektedir. Ayrıca tabloda Dünya'nın yıllık hareketine yönelik tutarsız yanıt veren öğrenci sayısının 57 (%76), tutarlı yanıt veren öğrenci sayısının ise 18 (%24) olduğu gösterilmektedir.

Tablo 6.

Dünya'nın Günlük ve Yıllık Hareketine Yönelik Görüşmelerden Elde Edilen Verilere Ait Yüzde ve Frekans Değerleri

	Tutarsız	%	Tutarlı	%	Toplam
Dünya'nın günlük hareketi ve sonuçları	7	63.6	4	36.4	11
Dünya'nın yıllık hareketi ve sonuçları	7	63.6	4	36.4	11

Tablo 6 incelendiğinde, Dünya'nın günlük hareketine yönelik yarı yapılandırılmış görüşmelere tutarsız yanıt veren öğrenci sayısının 7 (%63.6), tutarlı yanıt veren öğrenci sayısının ise 4 (%36.4) olduğu görülmektedir. Ayrıca tabloda Dünya'nın yıllık hareketine yönelik tutarsız yanıt veren öğrenci sayısının 7 (%63.6), tutarlı yanıt veren öğrenci sayısının ise 4 (%36.4) olduğu gösterilmektedir.

Aşağıda Dünya'nın günlük ve yıllık hareketine yönelik; görüşmelerden sağlanan tutarlı yanıtlar verilmiştir.

Örnek 5:

Öğretmen:

-Gece ve gündüz nasıl oluşur?

S55:

-Dünya'nın günlük hareketi sonucu oluşur.

Öğretmen:

-Biraz açıklar mısın?

S55:

-Dünya'nın kendi eksenini etrafında dönmesiyle karanlık taraf gece, Güneş'e dönük aydınlık taraf ise gündüzdür.

Öğretmen:

-Dünya'nın günlük hareketinin diğer sonuçlarına örnek verebilir misin?

S55:

-Güneş gün içinde farklı konumlarda görülür.

Bu örnekte S55 adlı öğrenci, Dünya'nın günlük hareketine yönelik soruları, Dünya'nın günlük hareketine yönelik açıklamalarla yanıtlamıştır. Bu durum öğrencinin bilişsel tutarlılık içinde olduğunu göstermektedir.

Örnek 6:

Öğretmen:

-Dünya'nın yıllık hareketinin sonuçlarından birini örnek verebilir misin?

S10:

-Gece ve gündüz oluşur.

Öğretmen:

-Gece ve gündüz nasıl oluşur açıklayabilir misin?

S10:

-Dünya'ya Güneş yaklaştıkça gündüz olur, Dünya'ya Ay yaklaştıkça gece olur.

Bu örnekte S10 adlı öğrenci, Dünya'nın yıllık hareketine yönelik sorulara, Dünya'nın günlük hareketine yönelik açıklamalarla yanıt vermiştir. Bu durumda yanıtlar bilimsel olarak doğru değilse de öğrenci bilişsel tutarlılık içindedir.

Öğretmen:

-Dünya'nın yıllık hareketinin sonuçlarına başka örnek verebilir misin?

S10:

-Güneş doğudan doğar, batıdan batar.

Aşağıda Dünya'nın günlük ve yıllık hareketine yönelik görüşmelerden sağlanan tutarsız yanıtlar verilmiştir.

Örnek 7:

Öğretmen:

-Dünya'nın günlük hareketinin sonuçlarından birini örnek verebilir misin?

S2:

- Gece ve gündüz oluşur (Dünya'nın günlük hareketinin sonuçlarına karşılık gelen doğru bir örnektir).

Öğretmen:

-Gece ve gündüz oluşumu hakkında biraz bilgi verebilir misin?

S2:

-Dünya döndüğünde bir tarafı Güneş'e bakar gündüz olur, bir tarafı Ay'a bakar gece olur.

Öğretmen:

- Peki, " Güneş'in doğudan doğup batıdan batmasını Dünya'nın günlük hareketine örnek verebilir miyiz?

S2:

-Hayır.

Öğretmen:

-Neden?

S2:

-Çünkü o, Dünya'nın Güneş etrafındaki hareketinin sonucudur (Öğrencinin bu örnekte, Dünya'nın günlük hareketine karşılık gelen olgusal durumu, Dünya'nın yıllık hareketiyle ilişkilendirerek açıkladığı görülmektedir.).

Örnek 8:

Öğretmen:

-Dünya'nın yıllık hareketinin sonuçlarından birini örnek verebilir misin?

S55:

-Mevsimler oluşur (Dünya'nın yıllık hareketinin sonuçlarına karşılık gelen doğru bir örnektir).

Öğretmen:

-Mevsimlerin oluşumu hakkında biraz bilgi verebilir misin?

Bu örnekte S2 adlı öğrenci, Dünya'nın günlük hareketine yönelik soruları, Dünya'nın yıllık hareketine yönelik açıklamaları da kullanarak yanıtlamıştır. Bu durum öğrencinin bilişsel tutarsızlık içinde olduğunu göstermektedir.

Bu örnekte S55 adlı öğrenci, Dünya'nın yıllık hareketine yönelik soruları, Dünya'nın günlük hareketine yönelik açıklamaları da kullanarak yanıtlamıştır. Bu durum öğrencinin bilişsel tutarsızlık içinde olduğunu göstermektedir.

S55:

-Dünya Güneş'in etrafında dönerken Güneş'e yaklaşınca yaz, biraz daha yaklaşınca ilkbahar, biraz daha yaklaşınca sonbahar, en uzağında ise kış olur. Bunun sonunca mevsimler oluşur.

Öğretmen:

-Güneşin yıllık hareketine başka örnek verebilir misin?

S55:

-Gece ve gündüzün birbirini takip etmesidir (Öğrencinin bu örnekte, Dünya'nın yıllık hareketine karşılık gelen olguyu, Dünya'nın günlük hareketiyle ilişkilendirerek açıkladığı görülmektedir.)

2. İkinci araştırma sorusu kapsamında öğrencilerin dönme kavramına ilişkin tutarlı yanıt sayısı ile tutarsız yanıt sayısı arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı incelenmiştir. Bu kapsamda elde edilen analiz bulguları aşağıda verilmiştir.

Tablo 6.

Öğrencilerin Dönme Kavramına İlişkin Tutarlı Yanıt Sayısı ile Tutarsız Yanıt Sayısı Arasında Yapılan Kay-Kare Uyum İyiliği Testi Bulguları

	Tutarsız yanıt sayısı	%	Tutarlı yanıt sayısı	%	Toplam
Dönme	57	76	18	24	75
$X^2=24.653$	sd=1		p=0.00		p<0.05

Tablo 6'da yer alan analiz bulgusunun $p=.000<.05$ çıkması öğrencilerin dönme kavramına ilişkin tutarsız yanıt sayısı ile tutarlı yanıt sayısı arasında anlamlı bir farklılığın olduğunu göstermektedir ($X^2=24.653$; $p=0.000$). Tutarsız yanıt sayısına ilişkin yüzdeler dilimin (%76) tutarlı yanıt sayısına ilişkin yüzdeler dilimden (%24) fazla olması bu farklılığın tutarsız yanıt sayıları lehine olduğunu göstermektedir.

3. Üçüncü araştırma sorusu kapsamında öğrencilerin dolanma kavramına ilişkin tutarlı yanıt sayısı ile tutarsız yanıt sayısı arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı incelenmiştir. Bu doğrultuda elde edilen analiz bulguları aşağıda verilmiştir.

Tablo 7.

Öğrencilerin Dolanma Kavramına İlişkin Tutarlı Yanıt Sayısı ile Tutarsız Yanıt Sayısı Arasında Yapılan Kay-Kare Uyum İyiliği Testi Bulguları

	Tutarsız yanıt sayısı	%	Tutarlı yanıt sayısı	%	Toplam
Dolanma	55	73.3	20	26.7	75
$X^2=20.280$	sd=1		p=0.00		p<0.05

Tablo 7'de yer alan analiz sonucunun $p=.000<.05$ çıkması, öğrencilerin dolanma kavramına ilişkin tutarsız yanıt sayısı ile tutarlı yanıt sayısı arasında anlamlı bir farklılığın olduğunu göstermektedir ($X^2=20.280$; $p=0.000$). Tutarsız yanıt sayısına ilişkin yüzdeler dilimin (%73.3) tutarlı yanıt sayısına ilişkin yüzdeler dilimden (%26.7) fazla olması bu farklılığın tutarsız yanıt sayıları lehine olduğunu göstermektedir.

4. Dördüncü araştırma sorusu kapsamında öğrencilerin Dünya'nın dönme hareketine ilişkin tutarlı yanıt sayısı ile tutarsız yanıt sayısı arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı incelenmiştir. Bu çerçevede elde edilen analiz bulguları aşağıda verilmiştir.

Tablo 8.

Öğrencilerin Dünya'nın Kendi Eksenindeki Hareketine İlişkin Tutarlı Yanıt Sayısı ile Tutarsız Yanıt Sayısı Arasında Yapılan Kay-Kare Uyum İyiliği Testi Bulguları

	Tutarsız yanıt sayısı	%	Tutarlı yanıt sayısı	%	Toplam
Dünya'nın kendi eksenindeki hareketi ve sonuçları	54	72	21	28	75
$X^2=22.413$	sd=1		p=0.00		p<0.05

Tablo 8'de yer alan analiz bulgusunun $p=.000<.05$ çıkması, öğrencilerin Dünya'nın kendi eksenindeki hareketine ve sonuçlarına ilişkin tutarsız yanıt sayısı ile tutarlı yanıt sayısı arasında anlamlı bir farklılığın olduğunu göstermektedir ($X^2 =22.413$; $p=0.000$). Tutarsız yanıt sayısına ilişkin yüzdeler dilimin (%72) tutarlı yanıt sayısına ilişkin yüzdeler dilimden (%28) fazla olması bu farklılığın tutarsız yanıt sayıları lehine olduğunu göstermektedir.

5. Beşinci araştırma sorusu kapsamında öğrencilerin Dünya'nın dolanma hareketine ilişkin tutarlı yanıt sayısı ile tutarsız yanıt sayısı arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı incelenmiştir. Bu doğrultuda elde edilen analiz bulguları aşağıda verilmiştir.

Tablo 9.

Öğrencilerin Dünya'nın Güneş Etrafındaki Hareketine İlişkin Tutarlı Yanıt Sayısı ile Tutarsız Yanıt Sayısı Arasında Yapılan Kay-Kare Uyum İyiliği Testi Bulguları

	Tutarsız yanıt sayısı	%	Tutarlı yanıt sayısı	%	Toplam
Dünya'nın Güneş etrafındaki hareketi ve sonuçları	57	76	18	24	75
$X^2=27.000$	sd=1		p=0.00		p<0.05

Tablo 9'da yer alan analiz bulgusunun $p=.000<.05$ çıkması, öğrencilerin Dünya'nın Güneş etrafındaki hareketi ve sonuçlarına ilişkin tutarsız yanıt sayısı ile tutarlı yanıt sayısı arasında anlamlı bir farklılığın olduğunu göstermektedir ($X^2 =27.000$; $p=0.000$). Tutarsız yanıt sayısına ilişkin yüzdeler dilimin (%76) tutarlı yanıt sayısına ilişkin yüzdeler dilimden (%24) fazla olması bu farklılığın tutarsız yanıt sayıları lehine olduğunu göstermektedir.

Tartışma ve Öneriler

Birinci araştırma sorusu kapsamında, öğrencilerin dönme, dolanma, Dünya'nın günlük ve yıllık hareketine yönelik bilişsel yapıları, ilgili boyutlar için oluşturulmuş farklı sorulara verdikleri yanıtların tutarlılığı ve tutarsızlığı bakımından incelenmiştir. Tutarlık kavramı teori benzeri kavramsal değişim teorisini temsil ederken tutarsızlık kavramı parça nitelikli bilgi yapısı teorisine gönderme yapmaktadır.

Dönme kavramına ilişkin bilgi yapısı testinden elde edilen bulgularda, tutarsız yanıt veren öğrenci sayısı 57 (%76), tutarlı yanıt veren öğrenci sayısı 18 (%24) olarak tespit edilmiştir (Tablo 3). Dönme kavramına yönelik görüşmelerde tutarsız yanıt veren öğrenci sayısı dokuz (%81.8), tutarlı yanıt veren öğrenci sayısı ise ikidir (%18.2) (Tablo 4). Bilgi yapısı testinden sağlanan bulgular ile yapılandırılmış görüşmelerden sağlanan bulgular birbiriyle uyumludur. Bulgulara göre araştırmaya katılan öğrencilerin büyük bir yüzdesinin (%76) dönme kavramına ilişkin bilişsel olarak tutarsızlık içinde olduğu belirtilebilir. Örneğin; S7, semazenlerin yapmış olduğu hareketi dönme olarak belirtmiş; ancak kendisinden dönme hareketine örnek verilmesi istendiğinde "Yağ Satarım, Bal Satarım ve Sandalye Kapmaca" oyunlarında dönme hareketi yaptıklarını belirtmiştir. Alıntından hareketle S7'nin yanıtlarının, bilişsel tutarsızlığa işaret ettiği belirtilebilir. Bulgular, öğretim etkinliğinin konusunu oluşturan olguların doğasının, astronomik veya astrofiziksel büyüklükler dünyasına ait oldukları gerçeğiyle yakından ilişkilidir (Halloun, 2006; Vosniadou, 2007). Öğrencilerin yakın ya da doğrudan deneyimlerinden ve doğrudan (demonstratif)

verilerden hareketle, astrofiziksel büyüklükler (Halloun, 2006) dünyasıyla ilişki kurmaları mümkün değildir. Öyle ki; ontolojik olarak astrofiziksel büyüklükler dünyasına yönelik veriler, dolaylı (non-demonstratif) olarak sağlanır. Dolaylı verilerden hareketle oluşturulan kavramsallaştırmalar ise çoğunlukla matematiğin formel dilini kullanan teorik kavramsallaştırmalardır (Lawson, 1995). Piaget'nin bilişsel gelişim teorisine göre; bilişsel olarak işlem öncesi ve somut işlemler dönemlerindeki öğrencilerin, teorik kavramsallaştırmalara yönelik bir öğretim süreci sonrasında, çoğunlukla bilimsel olmayan naif teoriler, kavram yanlışları, alternatif kavramlar ve görüngübilimsel ilkseller şeklinde belirtilebilecek düşünceler geliştirebilmeleri oldukça yüksek bir olasılıktır (Apaydın, 2014, 2020; Apaydın ve arkadaşları 2018). Çalışmamızın bulguları, doğrudan araştırma sorumuzun kapsamında değerlendirildiğinde; öğrencilerdeki bilgi yapılarının teori benzeri bilgi yapısı teorisinden çok, parçalı bilgi yapısı teorisine uygun nitelikte olduğu belirtilebilir. Böylesi bir sonuca ulaşmamızın nedeni; katılımcıların büyük bir kısmının, aynı konuya yönelik tutarsız yanıtlar vermeleridir. Bu durum, diSessa (1993, 2002) ile diSessa ve Sherin'e (1998) göre, bilişsel tutarsızlığa gönderme yapmaktadır. Araştırma sorumuz, tipik görüngübilimsel ilkseller ya da düşünce yapılarına odaklanmamakla birlikte, öğrencilerin parçalı bilgi yapısı doğasında olan görüngübilimsel ilkseller tarafından yönlendirilmiş olmaları da mümkündür.

Dolanma kavramına ilişkin bilgi yapısı testinden elde edilen bulgularda tutarsız yanıt veren öğrenci sayısı 55 (%73.3), tutarlı yanıt veren öğrenci sayısı 20 (%26.7) olarak saptanmıştır (Tablo 3). Dolanma kavramına yönelik gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmelerde tutarsız yanıt veren öğrenci sayısı sekiz (%72.7), tutarlı yanıt veren öğrenci sayısı üç (%27.3) olarak tespit edilmiştir (Tablo 4). Bilgi yapısı testinden elde edilen bulgular ile yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen bulgular paralellik göstermektedir. İlgili bulgular doğrultusunda araştırmaya katılan öğrencilerin bilişsel olarak bir tutarsızlık içinde olduğunu söylemek mümkündür. Ayrıca, araştırma bulgularında görüldüğü gibi S20'ye, "Oyuncak trenin, dairesel raylar içine oturmuş çocuğun etrafında yapmış olduğu harekete ne denir?" sorusu sorulmuş; öğrenci cevabında doğru olarak dolanma kavramını vermiştir. Ancak dolanma kavramına ilişkin açıklama istendiğinde bu kavramı dönme kavramı ile açıklamıştır. Ayrıca, S20 adlı öğrenciden dolanma kavramına ilişkin bir örnek daha vermesi istendiğinde, "Saatte yer alan akrep, yelkovan ve saniye çubuklarının yapmış olduğu hareketi" dolanma kavramına örnek olarak vermiştir. S20 adlı öğrencinin vermiş olduğu bu yanıtlar öğrencinin bilişsel olarak bir tutarsızlık içinde olduğunun kanıtı niteliğindedir. Dolanma olgusuyla ilgili bulguların, dönme olgusuna yönelik öğrenci düşünceleriyle uyumlu olması da yukarıda belirtilen benzer pedagojik nedenlere bağlanabilir.

Dünya'nın günlük hareketine yönelik bilgi yapısı testinden elde edilen bulgularda tutarsız yanıt veren öğrenci sayısı 54 (%72), tutarlı yanıt veren öğrenci sayısı 21 (%28) olarak saptanmıştır (Tablo 5). Dünya'nın günlük hareketine yönelik yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen tutarsız yanıt veren öğrenci sayısı yedi (%63.6), tutarlı yanıt veren öğrenci sayısı ise dört (%36.4) olarak tespit edilmiştir (Tablo 6). Bilgi yapısı testinden elde edilen bulgular ile yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen bulgular örtüşmektedir. Bahsi geçen bulgular bakımından da araştırmaya katılan öğrencilerin bilişsel olarak bir tutarsızlık içinde oldukları belirtilebilir. Araştırmanın bulgularında da belirtildiği gibi S2'ye, "Dünya'nın günlük hareketinin sonuçlarından birine örnek verebilir misin?" sorusu yöneltilmiştir. Öğrenci bu soruya, "Gece ve gündüz oluşur." cevabını vererek doğru yanıtlamıştır. Ancak gece ve gündüz oluşumu hakkında açıklama yapması istendiğinde, "Dünya döndüğünde bir tarafı Güneş'e bakar gündüz olur, bir tarafı Ay'a bakar gece olur." açıklamalarında bulunmuştur. Ek olarak konuyla ilgili, "Güneş'in doğudan doğup batıdan batmasını Dünya'nın günlük hareketine örnek verebilir miyiz?" şeklinde bir soru daha sorulmuştur. Öğrenci soruya, "Hayır çünkü o Dünya'nın Güneş etrafındaki hareketinin sonucudur." şeklinde cevap vermiştir. Alıntılar, öğrencinin yanıtlarında bilişsel bir tutarsızlık sergilediğini ortaya koymaktadır. Bu araştırma bulgusu da, yukarıdaki değerlendirmelerimizi doğrulayacak niteliktedir.

Dünya'nın yıllık hareketine yönelik bilgi yapısı testinden elde edilen bulgularda Dünya'nın yıllık hareketine yönelik tutarsız yanıt veren öğrenci sayısı 57 (%76), tutarlı yanıt veren öğrenci sayısı 18 (%24)'dir (Tablo 5). Dünya'nın yıllık hareketine yönelik yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen bulgulara göre, tutarsız yanıt veren öğrenci sayısı yedi (%63.6), tutarlı yanıt veren öğrenci sayısı ise dördüttür (%36.4) (Tablo 6). Bilgi yapısı testinden sağlanan bulgular ile yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen bulgular birbirini destekler niteliktedir. Bu bulgular, öğrencilerin dönme

kavramına ilişkin bilişsel tutarsızlık içinde oldukları yanıtlarla örtüşmektedir. S55 adlı öğrenciye, “Dünya’nın yıllık hareketinin sonuçlarından birini örnek verebilir misin?” sorusu yöneltilmiştir. Öğrenci, “Mevsimler oluşur.” yanıtını vererek soruyu doğru cevaplamıştır. Ancak mevsimlerin oluşumuna ilişkin açıklama istendiğinde yanıt olarak, “Dünya Güneş’in etrafında dönerken Güneş’e yaklaşınca yaz, biraz daha yaklaşınca ilkbahar, biraz daha yaklaşınca sonbahar, en uzağında ise kış olur. Bunun sonunca mevsimler oluşur.” ifadesi gelmiştir. Öğrenciye ek olarak aynı konu ile ilgili, “Güneşin yıllık hareketine başka örnek verebilir misin?” sorusu yöneltilmiştir. Öğrenci, “Gece ve gündüzün birbirini takip etmesidir.” yanıtını vermiştir. Öğrencinin vermiş olduğunu bu yanıtlar bilişsel tutarsızlığı sergileyen önemli nitel bulgulardır.

Araştırmanın ikinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci soruları kapsamında dönme, dolanma, Dünya’nın günlük ve Güneş etrafındaki hareketine yönelik, öğrencilerin verdikleri tutarlı yanıt sayısı ile tutarsız yanıt sayısına yönelik analiz bulgusunda, anlamlı bir farklılık belirlenmiştir ($\chi^2=24.653$, $p<0.05$; $\chi^2=20.280$, $p<0.05$; $\chi^2=22.413$, $p<0.05$; $\chi^2=27.000$, $p<0.05$). Bu farklılık tutarsız yanıt sayıları lehinedir.

Araştırma sorularının dönme, dolanma, Dünya’nın günlük hareketi ve Dünya’nın yıllık hareketi bileşenlerine yönelik öğrenci yanıtları ve analiz sonuçları birlikte değerlendirildiğinde; öğrencilerin çoğunluğunun tüm boyutlara ilişkin bulgu niteliğindeki yanıtlarının, bilişsel tutarsızlık sergilediği görülmektedir. Bundan dolayı ilgili soruların tüm boyutlarına yönelik yanıtların, diSessa’nın parçalı bilgi yapısı teorisi ile uyum içinde olduğu belirtilebilir. Bu bağlamda yukarıda da ifade edildiği gibi, öğrencilerin bütün boyutlara ilişkin yanıtlarının görüngübilimsel ilksellerce yönlendirilmiş olabileceği de ileri sürülebilir (diSessa, 2002, 2008). Araştırmamızda; dönme, dolanma, Dünya’nın günlük ve yıllık hareketleri olgularıyla ilgili bilgi yapısı testi ve yarı yapılandırılmış görüşme formu aracılığıyla, her bir olguyu farklı örneklerle temsil eden sorular sorulmuş olması önemlidir. Böylece ilgili olguları temsil eden farklı sorulara benzer yanıtlar verilemediği için, katılımcıların bilişsel bir tutarsızlık içinde oldukları değerlendirilebilir. Araştırma bulgularımızla örtüşen çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Özcan ve Birgin (2021) ve Türk ve Kalkan (2018), öğrencilerin dönme kavramı ile dolanma kavramını karıştırdıklarını; dönme kavramı yerine dolanma kavramını, dolanma kavramı yerine dönme kavramını kullandıklarını belirlemişlerdir. Diğer bir ifadeyle ilgili araştırma bulguları, öğrencilerin bilişsel bir tutarsızlık içinde olduklarına gönderme yaparak; araştırma bulgularımızı destekler bir nitelik sergilemektedirler.

Özdemir (2007), dokuz ile on bir yaş arasında değişen sekiz öğrencinin kuvvet kavramına ilişkin bilgi yapılarını incelemiştir. Altı öğrencinin kuvvet kavramına ilişkin yorumlarında tutarsızlık saptamıştır. Clark (2006) boylamsal araştırmasında, öğrencilerin 8. sınıf termodinamik ünitesi dâhilinde termal denge kavramına yönelik bilgi yapılarını analiz etmiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin bilgi yapılarının birbirine bağlı olmayan, bağlamdan bağımsız fikir kümelerinden başlayarak bütünleşik ve yarı tutarlı bakış açılarına doğru geliştiğini saptamıştır. Apaydın (2014), araştırmasında ortaokul öğrencilerinin kaldırma kuvvetine yönelik bilgi yapılarını incelemiştir. Birinci soru setine 8 öğrencinin tamamı, ikinci soru setine ise iki öğrenci hariç diğer katılımcıların tutarsız yanıtlar verdiğini gözlemlemiştir. Özdemir (2018) ortaokul düzeyindeki, yüz yirmi yedi öğrencinin kaynama ve buharlaşma kavramlarına ilişkin bilgi yapılarını incelemiştir. Öğrencilerin on üç soru setine verdikleri yanıtlar beş farklı kategoride incelenmiş olup katılımcıların, buharlaşma ve kaynama kavramlarına yönelik bilgi yapılarının tutarsız olduğu belirlenmiştir. Khishfe (2017), lise öğrencilerinin farklı bilimsel ve sosyo-bilimsel bağlamlardan oluşan soru setlerine yönelik yanıtlarındaki tutarlılığı irdelemiştir. Araştırma, Lübnan’daki sekiz farklı okuldan toplam 261 lise öğrencisinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Bulgular, bilimin vurgulanan farklı boyutlarına ilişkin tüm katılımcıların görüşlerinin çoğunlukla tutarsız olduğunu ortaya koymuştur. Burada dikkat çekici olan durum; referans olarak verilen çalışmalarda, araştırma konusu edilen kavramların tamamının teorik nitelikte kavramlardan oluştuğu gerçeğidir. Çalışmamızın konusunu oluşturan kavramsal tema da astrofiziksel büyüklükler dünyasına ait teorik bir nitelik arz etmektedir. Yukarıda da verildiği gibi, astrofiziksel ya da mikro büyüklüklerle ilgili olgulara ait kavramsallaştırmalar teorik nitelikte olup özellikle ilköğretim düzeyindeki öğrencilerin aktüel bilişsel yeterliğinin dışında kavramlar olarak değerlendirilebilirler (Apaydın, 2014, 2018, 2020; Lawson, 1995). Teorik kavramların veri olarak kayda

geçirilmesinde, alan yazına kazandırılmasında, bilimin topluma iletilmesinde ve nihayetinde öğretilmesine kaynaklık eden ders kitaplarının içeriğinin oluşturulmasında kullanılan dil, formel dildir. Haloun'a (2006) göre, özellikle ilkököl ve okul öncesi gruplarında bilişsel gelişim düzeyleri itibarıyla, bilim öğretilirken kullanılması gereken dil ise nominal dildir. Nominal dil düzey olarak, betimsel nitelikteki kavramlar ve kavramsallaştırmalarla ilişkili bir dil olup teorik kavramların, ilkököl ve okul öncesindeki bilişsel düzeye uygun bir dil formuna dönüştürülmesine hizmet eder. Böylesi bir durum ise öğrencilerde, tutarsız bilgi yapılarının ve alternatif kavramların oluşmasını azaltıcı bir zemin hazırlayabilir. Ancak teorik kavramların naif yapılandırılmasında, kavramsal değişimin doğası gereği anlık ve birden bire meydana gelen bir bilişsel tutarlılık sağlamak olası değildir (diSessa, 1993, 2002, 2008; Vosniadou, 1991). Öyleyse, çalışmamız kapsamında bir değerlendirmeyle; özellikle ilkököl düzeyinde, bilimdeki karşılığı formel dil olan teorik kavramlar öğretilirken ise bu konulara ilişkin kavramsallaştırmaların doğrudan verilerle ilişkilendirilip ilgili teorik kavramların betimsel düzeye çekilmesi ve dolayısıyla dilin de nominal düzeyde tutulması oldukça önemlidir (Kampeza ve Ravanis, 2012). Nitekim Kampeza ve Ravanis (2012), araştırma konumuzla tamamen uyumlu ve astrofiziksel bir büyüklük olan gezegenimizin şekline yönelik çalışmalarında, teorik kavramsallaştırma düzeyini, betimsel düzeye çekmeyi başarmışlar ve nominal dil kullanarak öğrencilerin Dünya'nın şeklini anlamlı öğrenmelerine oldukça büyük bir katkı sunmuşlardır. Çalışmamızın bulgularının, öğrenme-öğretme ortamlarının Kampeza ve Ravanis'in önerdiği biçimde tasarlanmasını öneren çalışmalar için bir esin kaynağı olacağı düşünülmektedir.

Araştırmadan sağlanan bulgular doğrultusunda, ders kitaplarında ünite başlangıçlarında, öğrencilerin bilgi yapılarının tespit edilmesini kolaylaştıracak etkinliklere yer verilebilir. Öğretmenlerin öğrencilerin bilgi yapılarını belirleme ve bilişsel düzeye uygun ders ortamları hazırlama becerilerini geliştirmeye yönelik hizmet içi eğitimler verilebilir. Türkiye'deki alan yazında öğrencilerin bilgi yapısını inceleyen az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu nedenle, fen bilimleri dersinin farklı konularında da öğrencilerin bilgi yapılarını inceleyen çalışmaların yürütülmesi teşvik edilebilir.

Yazar Katkı Oranı

Araştırmacıların araştırmaya katkı oranları eşittir. Çalışma işbirliği içinde yürütülmüş ve raporlanmıştır.

Etik Beyan

Bu araştırmada "Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi" kapsamındaki tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin ikinci bölümü olan "Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler" başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbiri gerçekleştirilmemiştir.

Bu araştırmada yapılan tüm işlemler Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulunun 25.12.2020 tarihli 2020/854 sayılı etik kurul kararına istinaden yapılmıştır.

Çatışma Beyanı

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

References

- Acar, T. (2018). Yazılı yoklamalarda puanlama yönteminin test ve madde istatistiklerine etkisi. *İlköğretim Online*, 17(2), 500-509.
- Apaydın, Z. (2014). Ortaokul öğrencilerinin suyun kaldırma kuvveti kavramına yönelik bilgi yapıları: Görüngübilimsel bir ilksel olarak yüzme. *Eğitim ve Bilim*, 39(174), 402-424.
- Apaydın, Z., Akman, E., Taş, E., & Peker-Aymen., E. (2014). *Beşinci sınıf öğrencilerinin ışık kavramına yönelik bilgi yapılarının kavramsal değişim teorilerine göre analizi. Bilgisayar ve Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 2(3), 44-68.

- Apaydin, Z., Cobanoglu, E. O., & Ergül, S. (2018). Change! Physical or chemical? Phenomenological analysis of secondary school 7th grade students' structure of knowledge related to the concepts of physical and chemical change. *International Journal of Eurasia Social Sciences*, 9(33), 1919-1953.
- Apaydin, Z. (2020). A Phenomenological Study in The Context of Conceptual Change Theories about Buoyancy. *International Journal of Education Technology and Scientific Researches*, 5(13), 1711-178.
- Baykul, Y., & Turgut, M., F. (2010). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*. Pegem Yayınevi.
- Bursal, M. (2019). *SPSS ile temel veri analizleri*. Anı Yayıncılık.
- Buyukozturk, S. (2016). *Veri analiz el kitabı*. Pegem Akademi.
- Buyukozturk, S., Cakmak-Kılıc, E., Akgun, O. E., Karadeniz, S., & Demirel, F., (2016). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Pegem Akademi Yayıncılık.
- Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. MIT Press.
- Carey, S. (1999). Sources of conceptual change. In E. K. Scholnick, K. Nelson, & P. Miller (Eds.), *Conceptual development: Piaget's legacy* (pp. 293-326). Lawrence Erlbaum Associates.
- Chi M. T. H., Slotta, J. D., & de Leeuw, N. (1994). From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning Instruction*, 4, 27-43.
- Chi, M. T. H., & Roscoe, R. D. (2002). The process and challenges of conceptual change. In M. Limon, & L. Mason (Eds.), *Reconsidering conceptual change: Issues in theory and practice*. 3-27. Kluwer.
- Chi, M. T. H. (2005). Commonsense conceptions of emergent processes: why some misconceptions are robust. *The Journal Of The Learning Sciences*, 14(2), 161-199.
- Celikler, D., & Kara, F. (2016). Ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin "maddenin değişimi" ünitesindeki bilgilerini günlük yaşamla ilişkilendirebilme düzeyleri açısından hazırbulunuşluklarının belirlenmesi. *Kafkas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (17), 21-39.
- Cepni, S. (Ed.). (2016). *Fen ve teknoloji öğretimi*. Pegem Akademi.
- diSessa A. A. (1982) Unlearning aristotelean physics: a study of knowledge-based learning. *Cognitive Science*, 6(1), 37-75.
- diSessa, A. A. (1993). Toward an epistemology of physics. *Cognition and Instruction*, 10, 105-225. <https://doi.org/10.1080/07370008.1985.9649008>
- diSessa, A. A., & Sherin, B. L. (1998) What changes in conceptual change? *International Journal of Science Education*, 20(10), 1155-1191. <https://doi.org/10.1080/0950069980201002>
- diSessa, A. A. (2002). Why "conceptual ecology" is good idea. In M. Limon, & L. Mason (Eds.), *Reconsidering conceptual change: Issues in theory and practice* (pp. 29-60). Kluwer Academic Publishers. https://doi.org/10.1007/0-306-47637-1_1
- diSessa, A. A. (2008). A bird's-eye view of the "pieces" vs. "coherence" controversy (from the "pieces" side of the fence). In Vosniadou S. (Ed.), *International Handbook of Research on Conceptual Change*. Routledge. 35-60.
- diSessa, A. A. (2014). A history of conceptual change research: Threads and fault lines. In *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences, Second Edition*. UC Berkeley. doi: <http://dx.doi.org/10.1017/CBO9781139519526.007>
- Duit, R., & Treagust, D., F. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671-688.
- Duit, R., Treagust, D. F., & Widodo, A. (2013). Teaching science for conceptual change: theory and practice. In S. Vosniadou (Ed.), *International handbook of research on conceptual change* (pp. 487-502). Routledge
- Ecevit, T., & Simsek, Ö., P. (2017). Öğretmenlerin fen kavram öğretimleri, kavram yanlışlarını saptama ve giderme çalışmalarının değerlendirilmesi. *Elementary Education Online*, 16(1), 129-150.

- Halloun, (2006). *Model theory in science education*. Springer.
- Heyd-Metzuyanim, E., & Schwarz, B. B. (2017). Conceptual change within dyadic interactions: the dance of conceptual and material agency. *Instructional Science*, 45(5), 645–677. doi:10.1007/s11251-017-9419-z
- Ilyas A., & Saeed M. (2018). Exploring teachers understanding about misconceptions of secondary grade chemistry students. *International Journal for Cross-Disciplinary Subjects in Education (IJCDSE)*, 9(1), 3323-3328.
- Ioannides, C., & Vosniadou, S. (2002). The changing meanings of force. *Cognitive Science Quarterly*, 2, 5–61.
- Vamvakoussi, X. (2017). Using analogies to facilitate conceptual change in mathematics learning. *ZDM*, 49(4), 497–507. doi:10.1007/s11858-017-0857-5
- Kampeza, M., & Ravanis, K. (2012). Children’s understanding of the earth’s shape: An instructional approach in early education. *Skholê*, 17, 115-120.
- Kandemir, M. A., & Apaydın, Z . (2020). Sınıf öğretmenlerinin fen bilimleri dersinde öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlarını belirlemelerine ve gidermelerine yönelik bir değerlendirme. *Türkiye Bilimsel Araştırmalar Dergisi*, 5(2) , 82-97.
- Karip, E. (2008). *Ölçme ve değerlendirme*. Pegem A Yayıncılık.
- Khishfe, R. (2017). Consistency of nature of science views across scientific and socio-scientific contexts, *International Journal of Science Education*, 39(4), 403-432. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1287976>
- Lawson, A. E. (1995). *Science Teaching and the Development of Thinking*. Watsworth Publishing Company.
- Limon, M., & Mason, L. (2002). *Reconsidering conceptual change: Issues in theory and practice*. Kluwer Academic Publishers.
- MEB (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı*. MEB Yayınları.
- Nadelson, L. S., Heddy, B. C, Jones, S., Taasobshirazi, G., & Johnson, M. (2018). Conceptual Change in Science Teaching and Learning: Introducing the Dynamic Model of Conceptual Change. *International Journal of Educational Psychology*, 7(2), 151-195. doi:10.17583/ijep.2018.3349
- Oberoi, M. (2017). Review of literature on student’s misconceptions in science. *International Journal of Scientific Research and Education*, 5(3), 6274-6280.
- Oh, J. Y., Lee, H., & Lee, S. S. (2017). Using the Lakatosian Conflict Map for conceptual change of pre-service elementary teachers about the seasons. *Research in Science & Technological Education*, 35(1), 17-41.
- Ozcan, H., & Birgin A. (2021). Ortaokul Öğrencilerinin Mevsimler Konusundaki Anlayışlarının İncelenmesi: Bir Karma Yöntem Araştırması. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 11(2), 992-1009.
- Ozdemir, G. (2007). Öğrencilerin kuvvet kavramına ilişkin bilgi yapılarının bir analizi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(14), 37-54.
- Ozdemir, M. (2018). *Ortaokul öğrencilerinin buharlaşma ve kaynama kavramlarına ilişkin bilgi yapılarının analizi* (Yüksek lisans tezi). Ömer Halisdemir Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Niğde.
- Ozdemir, G., & Clark, D. B. (2007). An overview of conceptual change theories. *Eurasia Journal of Mathematics, Science ve Technology Education*, 3(4), 351-361.
- Ozmen, H., & Karamustafaoglu, O. (Ed.). (2019). *Eğitimde araştırma yöntemleri*. Pegem Akademi.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change, *Cornell University, Science Education*, 2(66), 211-227.
- Roschelle, J. (1992). Learning by collaborating: Convergent conceptual change. *Journal of the Learning Sciences*, 2(3), 235-276.

- Taspınar, M. (2017). *Sosyal bilimlerde SPSS uygulamalı nicel veri analizi*. Pegem Akademi.
- Thompson, F., & Sue, L. (2006). An Exploration of common student misconceptions in Science. *International Education Journal*, 7(4), 553-559.
- Turceotte, S. (2012). Computer-supported collaborative inquiry on buoyancy: A discourse analysis supporting the “pieces” position on conceptual change. *Journal of Science Education*, 21, 808-825.
- Turk, C., Alemdar, M., & Kalkan, H. (2012). İlköğretim öğrencilerinin mevsimler konusunu kavrama düzeylerinin saptanması. *Dünya'daki Eğitim ve Öğretim Çalışmaları Dergisi*, 2(1), 62-67.
- Turk, C., & Kalkan, H. (2018). Teaching seasons with hands-on models: model transformation. *Research in Science & Technological Education*, 36(3), 324-352.
- Türk Dil Kurumu (2020). *Türkçe sözlük*. Türk Dil Kurumu Yayınları.
- TUIK (2021, Haziran). *İstatistik veri portalı*. Erişim adresi: <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Gelir,-Yasam,-Tuketim-ve-Yoksulluk-107>
- Vosniadou, S. (1991). Designing curricula for conceptual restructuring: Lessons from the study of knowledge acquisition in astronomy. *Journal of Curriculum Studies*, 23(3), 219-237. <https://doi.org/10.1080/0022027910230302>
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24, 535-585.
- Vosniadou, S. (1999). Conceptual change research: state of the art and future directions. Schnotz W, Vosniadou S, Carretero M (eds) *New perspectives on conceptual change*. Pergamon, Amsterdam, 3-13.
- Vosniadou S. (2007). Conceptual Change and Education. *Human Development*, 50(1), 47-54.
- Vosniadou, S. (2012) Reframing the Classical Approach to Conceptual Change: Preconceptions, Misconceptions and Synthetic Models. In Fraser B., Tobin K., McRobbie C. (Eds.), *Second International Handbook of Science Education*. Springer International Handbooks of Education, 119-130. Springer. doi: https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7_10
- Vosniadou, S., & Skopeliti, I. (2014). Conceptual change from the framework theory side of the fence. *Science & Education*, 23(7), 1427-1445.
- Winarso, W., & Toheri, T. (2017). A case study of misconceptions students in the learning of mathematics; The concept limit function in high school. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 4(1), 120-127. doi:<http://dx.doi.org/10.21831/jrpm.v4i1.12060>
- Yaman, E., Akan, R., Dogan M., & Sari, Ö. (2019). *İlkokul dördüncü sınıf fen bilimleri kitabı*. MEB Yayınları.
- Yagbasan, R., & Gulcicek, Ç. (2003). Fen öğretiminde kavram yanlışlarının karakteristiklerinin tanımlanması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13, 102-120.
- Yıldırım, A., & Simsek, H. (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık.

EK-1

Bilgi Yapısı Testi

Yönerge: Bu test ile sizin dönme, dolanma kavramları ve Dünya'nın hareketlerine yönelik bilgi yapılarınızın belirlenmesi hedeflenmektedir. Testte 13 adet doğru yanlış test sorusu bulunmaktadır. Sınav süreniz 40 dakikadır. **Doğru** olarak belirttiğiniz soruların başına **“D”** harfi, **yanlış** olarak belirttiğimiz soruların başına **“Y”** harfi yazınız. **Neden doğru veya neden yanlış olduğunu belirtiniz.** Soruları dikkatli okuyunuz. Yanlış yanıtlarınız doğru yanıtlarınızı etkilemeyecektir.

Bölüm 1

Aşağıda verilen ifadelerin başına doğruysa **“D”** yanlış ise **“Y”** yazınız.

1. () Lunaparkta atlıkarıncaların kendi ekseninde yaptığı harekete **dönme** denir.

Neden?.....
.....
.....

2. () Sandalye kapmaca oyununda bireylerin sandalyeler etrafında yaptığı harekete **dolanma** denir.

Neden?.....
.....
.....

3. () Saatte bulunan akrep, yelkovan ve saniye çubuğunun kendi ekseninde yaptığı harekete **dönme** denir.

Neden?.....
.....
.....

4. () Dairesel bir parkurda koşucunun yaptığı harekete **dolanma** denir.

Neden?.....
.....
.....

5. () Dünya'nın kendi ekseninde yaptığı harekete **dönme** denir.

Neden?.....

.....

.....

6. () Dünya'nın güneş etrafındaki hareketine **dolanma** denir.

Neden?.....

.....

.....

7. () Dairesel şekilde rayların içine oturan çocuğun etrafında trenin yaptığı harekete **dolanma** denir.

Neden?.....

.....

.....

8. () Vantilatörün kendi ekseninde yaptığı harekete **dönme** denir.

Neden?.....

.....

.....

9. () Helikopter pervanesinin kendi ekseninde yaptığı harekete **dönme** denir.

Neden?.....

.....

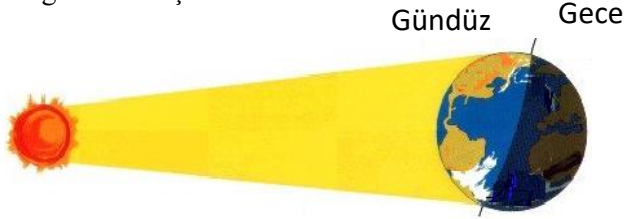
.....

Bölüm 2

Soru 10

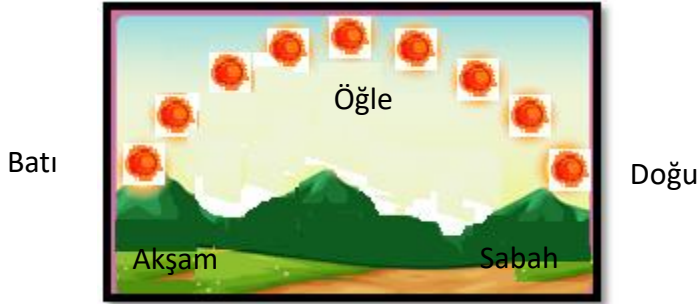
Dünya'nın kendi eksenini etrafında Dönme Hareketi

Gece gündüz oluşur.



Şekil 1

Güneş doğudan doğar batıdan batar.



Şekil 2

1.Şekil 1 ve 2'de gerçekleşen olayların sebebi aynı mıdır? Neden?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Soru 11

Güneş gün içinde farklı konumlarda görülür



Şekil 3

Gece ve gündüz birbirini takip eder.



Şekil 4

1.Şekil 3 ve 4 'te gerçekleşen olayların sebebi aynı mıdır? Neden?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Soru 12

Mevsimlerin oluşmasına ve değişmesini sağlar.



Şekil 5

Mevsimlik sıcaklık farkları meydana gelir.

Mevsimler	Ortalama sıcaklık
Sonbahar	15°C
Kış	5°C
İlkbahar	15°C
Yaz	24°C

Şekil 6

1.Şekil 5 ve 6’da gerçekleşen olayların sebebi aynı mıdır? Neden?

.....

.....

.....

.....

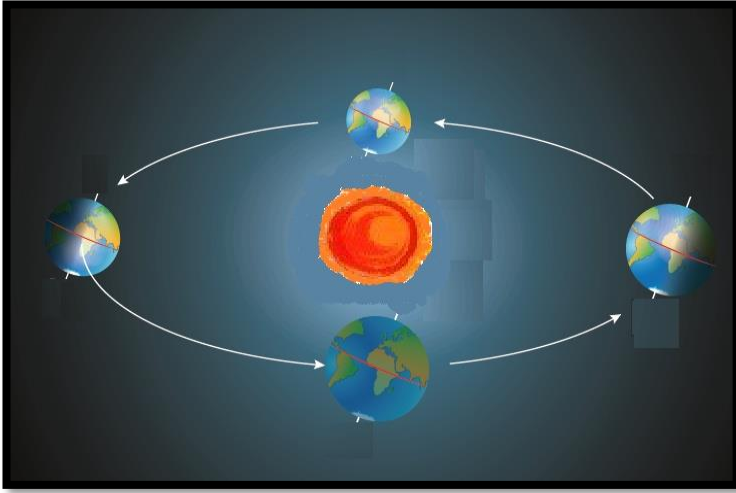
Soru 13

Yıl içinde gece ve gündüz süreleri farklılaşır.

Tarihler	Gece süresi	Gündüz süresi
1 Ocak	14 saat	10 saat
21 Mart	12 saat	12 saat
21 Haziran	9 saat	15 saat
1 Eylül	10 saat	14 saat

Şekil 7

Dünya'nın Güneş'e göre konumu değişir.



Şekil 8

1.Şekil 7 ve 8'de gerçekleşen olayların sebebi aynı mıdır? Neden?

.....

.....

.....

.....

.....

.....