

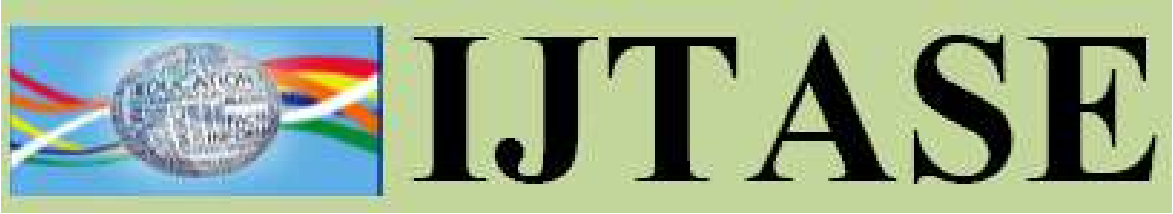
ISSN: 2146-9466

IJTASE



International Journal of New Trends in
Arts, Sports & Science Education

Volume 14 Issue 2



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

APRIL 2025

Volume 14 - Issue 2

Editor in Chief

Prof.Dr. Cenk KEŞAN

Prof.Dr. Erdal ASLAN

Editors

Prof.Dr. Bedri KARAYAĞMURLAR

Prof.Dr. Oğuz SERİN

Prof.Dr. Rana VAROL

PhD. Arzu GÜNGÖR LEUSHUIS

Associate Editors

Prof.Dr. Fahriye ATINAY

Prof.Dr. Zehra ALTINAY

Ms Umut TEKGÜÇ

Message from the Editor

I am very pleased to publish second issue in 2025. As an editor of International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education (IJTASE), this issue is the success of the reviewers, editorial board and the researchers. In this respect, I would like to thank to all reviewers, researchers and the editorial board. The articles should be original, unpublished, and not in consideration for publication elsewhere at the time of submission to International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education (IJTASE), For any suggestions and comments on IJTASE, please do not hesitate to send mail.

Prof.Dr. Mehmet ŞAHİN
Guest Editor

Copyright © 2025 by author(s).

All articles published in International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education (IJTASE) are licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

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

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

Published in TURKEY

Contact Address:

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

IJTASE Editor in Chief, İzmir-Turkey

Editorial Team

Editor in Chief

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

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

Editors

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

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

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

PhD. Rana Varol, (Ege University, Turkey)

Associate Editors

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

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

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

Linguistic Editors

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

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

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

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

Measurement and Evaluation

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

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

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

PhD. Selahattin Gelbal, (Hacettepe University, Turkey)

Fine Arts Education

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

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

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

PhD. Esra Gül, (Anadolu University, Turkey)

PhD. Süreyya Çakır, (Okan University, Turkey)

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

Music Education

PhD. Burak Basmacıoğlu, (Anadolu University, Turkey)

PhD. Cansevil Tebiş, (Balıkesir University, Turkey)

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

PhD. Hale Basmacıoğlu, (Anadolu University, Turkey)

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

PhD. Nezihe Şentürk, (Gazi University, Turkey)

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

PhD. Sezen Özeke, (Uludag University, Turkey)

Science Education

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

Sports Science

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

Table of Contents

Research Articles

IJTASE- Volume 14 - Issue 2 - 2025

STUDENTS' EMOTIONS, THOUGHTS, AND PERCEPTIONS ABOUT
ENDANGERED FROGS

Murat ÖZARSLAN

18-33

“IŞIĞIN MADDE İLE ETKİLEŞİMİ” ÜNİTESİNE YÖNELİK İKİ AŞAMALI
KAVRAMSAL ANLAMA TESTİ GELİŞTİRME ÇALIŞMASI

Ali ÇİYANCI, Suat TÜRKOGUZ

132-142

ISSN: 2146-9466

STUDENTS' EMOTIONS, THOUGHTS, AND PERCEPTIONS ABOUT ENDANGERED FROGS

Murat ÖZARSLAN

Biology teacher: Kocaeli, Darica, TR

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2139-4347>

muratozarslan14@gmail.com

Received: February 11, 2025

Accepted: April 24, 2025

Published: April 30, 2025

Suggested Citation:

Özarslan, M. (2025). Students' emotions, thoughts, and perceptions about endangered frogs. *International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education (IJTASE)*, 14(2), 115-131.



Copyright © 2025 by author(s). This is an open access article under the [CC BY 4.0 license](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Abstract

Due to environmental pollution and habitat depletion, the frog population is endangered. Frogs, of which some species live in the same environment with humans, need to be protected from human-caused negative effects. Therefore, this study aims to determine students' thoughts, emotions, and perceptions about frogs. The research design followed in this study is phenomenology design which belongs to the qualitative tradition. The study group was determined by the convenience sampling method which belongs to the purposive sampling technique. This study was conducted with a total of 77 students (43 females, 34 males) ranging between 10-11 years old. Participants are fifth-grade students at a secondary school in a town in the Marmara region of Turkey during the spring semester of the 2018-2019 academic year. The data were obtained through the Survey on Emotions and Thoughts prepared by the author. The results show that the majority of students think that frogs are important creatures but they do not have enough information about the reasons behind this. Moreover, it has been discovered that students have some knowledge about certain properties of frogs, however, they have misconceptions such as frogs breed by birth, have five lives, are mammals and poisonous, and that they infect warts when touched. The research results indicate that the majority of the students do not like frogs because of their slippery skin, nutrition with insects, googly eyes, and being disgusting. It has been observed that students mostly emphasize fish and kangaroo metaphors in their perception of frogs. In light of these results, live animals including frogs can be used in science classes, and students can get familiarized with them.

Keywords: Secondary school students, environmental pollution, metaphor, perception of frogs, misconceptions.

INTRODUCTION

Amphibians are among vertebrates whose population is rapidly decreasing (Hof et al., 2011). The majority of amphibians are frogs. Frogs are highly susceptible to environmental changes as they need both aquatic and terrestrial ecosystems to survive (Hamer & McDonnell, 2008; Hussain & Pandit, 2012). Frogs are also threatened by factors such as environmental destruction and environmental pollution (Blaustein et al., 2003; Deutsch, Grisolia, Bilanca, & Agostini 2021; Gascon, et al., 2007). Frogs are mostly used in food or traditional medicine sectors and are widely commodified (Gascon et al., 2007; Ríos-Orjuela, Falcón-Espitia, Arias-Escobar, Espejo-Urbe & Chamorro-Vargas, 2020; Xie et al., 2007). For this reason, frogs, whose population is dwindling and some species are at risk of extinction, have an important role in the functioning of ecosystems (Lindemann-Matthies & Bose, 2008; Prokop et al., 2016).

Some frogs share the same habitat with humans (Prokop et al., 2016). Therefore, frogs must be protected against human-based adverse effects (Tomažič & Šorgo, 2017). Therefore, individuals' emotions and thoughts regarding animals are also effective in developing protecting behaviors towards animals (Prokop et al., 2011; Vergara-Rios et al., 2021). Individuals' attitudes towards animals play an important role in the fate of certain species (Fonseca, Sá-Pinto, Dinis, & Vasconcelos, 2021; Moss, 2019). Because individuals' negative emotions, thoughts, and perceptions about frogs cause the formation of negative attitudes, behavior, and intolerance towards frogs (Prokop & Fančovičová, 2012; Tomažič, 2008). Individuals' improvement in knowledge, attitudes, and perceptions about frogs is regarded as necessary for the protection of these creatures (Prokop et al., 2008; Robina-Ramírez, Merodio, & McCallum, 2020).

It is argued that the relevant studies are not sufficient on students' knowledge, thoughts, attitudes, etc. about frogs. (Tomažič & Šorgo, 2017). In this limited number of studies, for example, a study conducted in Germany, it was stated that the knowledge of 9-11-year-old students was not sufficient about

amphibians and they could not identify the amphibian species (Randler et al., 2005). In another study conducted in Portugal, it was revealed that individuals exhibit negative behaviors towards frogs (Ceríaco, 2012). Studies conducted in Slovenia, Ethiopia, Colombia, Brazil, and the USA, indicate that individuals' attitudes towards frogs are negative (Jimenez & Lindemann-Matthies, 2015a; Kassie, 2020; Moss, 2019; Pontes-da-Silva et al., 2016; Tomažič, 2008), and it is stated that people believe they are poisonous and can spread warts when touched (Tomažič, 2008; Tomažič & Šorgo, 2017). It has also been asserted that individuals often perceive frogs as disgusting and tend to harm them (Tomažič & Šorgo, 2017). Other studies also show that frogs are perceived as slimy, disgusting, and unpleasant creatures (Davey, et al., 1998; Prokop & Fančovičová, 2012; Prokop et al., 2016; Randler et al. 2005). However, some studies indicate that Chinese people think frogs are beautiful, useful, important, and delicious, and it has been stated that they have a positive attitude towards frogs (Jimenez & Lindemann-Matthies, 2015b). It is argued in the literature that individuals' emotions and thoughts about frogs are rarely positive in research results, and the features of frogs mentioned by the individuals are generally negative.

Features such as the size, appearance, and their phylogenetic relationship with humans, (Borgi & Cirulli, 2015; Herzog, 2010; Knight et al., 2003) families' emotions, thoughts, and information about frogs (Brom, Anderson, Channing, & Underhill, 2020; Prokop et al., 2016), cultural beliefs and lack of knowledge (Brom et al., 2020; Pontes-da-Silva et al., 2016; Tarrant et al., 2016), morphological features and behaviors of the animals (Hillman, 1991), disgust from that animal (Prokop et al., 2016), harming nature and danger to humans (Curtis et al., 2004; Loe & Röskft, 2004; Schlegel & Rupf, 2010), economic value are effective in shaping students' negative perceptions and attitudes towards animals or frogs (Pontes-da-Silva et al., 2016; Serpell, 2004; Ceríaco, 2012). Moreover, individuals were found to be afraid of getting harmed or infected by frogs, hence they dislike them (Prokop & Fančovičová, 2013; Prokop et al., 2016).

Individuals' emotions and thoughts towards animals during school age are effective in developing behaviors to protect them (Prokop et al., 2011). Teaching about the life of frogs in school and learning about them positively affect students' attitudes and knowledge towards them (Randler et al., 2005; Tomažič, 2011b). A study conducted in China shows that the more information students have about frogs, the more positive thoughts and protection behavior they exhibit as they think frogs are beautiful (Jimenez & Lindemann-Matthies, 2015a). Thus, students' knowledge of frogs is considered influential for the protection of frogs. However, it is also determined that students have misconceptions about frogs (Pontes-da-Silva et al., 2016). For example, animals are thought to be hostile towards people (Pontes-da-Silva et al., 2016), and it is also stated that frogs will infect warts when their slimy skin is touched or people think they are poisonous (Tomažič, 2011b). Students' misconceptions might potentially affect their emotions and thoughts towards frogs.

Students' perceptions, emotions, and thoughts about frogs are very significant (Prokop et al., 2011; Tomažič & Šorgo, 2017). Because young people who will become future adults will make decisions and act according to their knowledge, perception, emotions, and thoughts regarding frogs. In addition, the fact that students do not care, dislike or disgust a creature negatively affects learning the subjects that contain these creatures in biology courses (Dervişoğlu et al., 2009). Therefore, positive information, emotions, thoughts, and attitudes of the students towards frogs can be enhanced with the education to be given (Kellert, 1980; Moss, 2019). However, studies reveal that attitudes towards feared, disgusted and disliked animal species are quite difficult to convert from negative to positive (Kaltenborn et al., 2006). Additionally, Jimenez and Lindemann-Matthies (2015a) stated that people know little about amphibians, especially their knowledge of frogs is limited. Information, emotions, and thoughts of Turkish students for frogs are not available in the literature. This study is expected to contribute to the reconstruction of teaching subjects that shall be provided regarding frogs with the data obtained in this study results. Moreover, since the majority of studies in the literature on individuals' attitudes and knowledge towards frogs are carried out with a quantitative approach it is thought that this study which is based on the qualitative approach may provide significant findings to the literature.

The study aims to determine students' emotions, thoughts, and perceptions about frogs. For this purpose, answers to the following problems were sought: 1. What are the students' emotions and thoughts about frogs? 2. What are the students' knowledge levels, and ways of obtaining information about frogs? 3. What are the students' perceptions of frogs? 4. What are the misconceptions of secondary school students about frogs?

METHOD

This study follows 'phenomenology design' which is one of the qualitative research designs (Merriam, 2013). Phenomenology is applied in revealing experience, thought and perceptions, etc. related to the cases that a study group may encounter in daily life but not fully understand (Creswell et al., 2007; Yıldırım & Şimşek, 2016).

Study Group

The study group was determined by convenience sampling method which is one of the purposeful sampling types (Büyüköztürk et al., 2011). This sampling method was preferred because it is suitable in terms of time and cost (Merriam, 2013). This study was conducted with a total of 77 students (43 females, 34 males) who attended the fifth grade at a secondary school in a town center in the Marmara region of Turkey during the spring semester of the 2018-2019 academic year. Participants' ages vary between 10-11 years old and they voluntarily participated in the study.

Data Collection and Analysis

A survey titled "Survey on Emotions and Thoughts" was applied to determine students' emotions, thoughts, and perceptions about frogs (Appendix 1). Questions in the survey; I. Metaphor, II. Drawing and writing, III. 3 open-ended questions. The third question consists of four different sub-dimension questions. This questionnaire was applied one month later after the fifth-grade students were taught about frogs with World of Creatures/ Creatures and Life units in the course. The science teacher presented the subject to the students by using a slide show on frogs, had them watch some videos on the subject, and ran a question-and-answer session at the end of the lesson.

Data acquisition techniques applied in the survey are as follows:

Metaphor: A metaphor is used to determine students' perceptions of frogs (Guerrero & Villamil, 2002; Jensen, 2006). The Mental Metaphor Theory reveals that metaphors express the emotions, thoughts, and perceptions of individuals about a concept (Fredriksson & Pelger, 2016; Lakoff, 1993; Lakoff & Johnson, 1980). Thus, metaphors are used as a measure for perception determination (Arnett, 1999). Driven by the literature, students were asked to complete sentences such as 'Frogs are similar with /because' to determine their metaphors regarding frogs.

Drawing-Writing technique: Drawing and writing technique is applied in determining individuals' knowledge, misconceptions, thoughts, and beliefs (White & Gunstone, 1998). Studies that utilized the drawing-writing technique have been recently grasping more attention in the literature. This technique is also frequently used in studies in the field of biology education. Other studies apply this technique on subjects such as the human body (Bartoszeck et al., 2008; Pluhar et al., 2009), plants (Stagg & Verde, 2019; Villarroel et al., 2018), viruses (Hamdiyati et al., 2018), and health (Renslow & Maupinb, 2018). Students were asked both to draw and to explain their drawings briefly about frogs in the questions prepared with this technique.

Open-ended question technique: Open-ended questions were asked to reveal students' knowledge, emotions, and thoughts about frogs. Open-ended questions were included so that students could answer freely, authors can get unexpected answers, and have more detailed and elaborated information on the subject (Büyüköztürk et al., 2011).

The survey was prepared after the literature review phase. The pilot study of the survey questions was conducted with 10 students attending the fifth-grade science course. Questions that were not understood and did not serve the study's purpose were revised. Additionally, two science teachers, an academic in the field of biology education and a Turkish Language and Literature teacher were asked to examine the

questions in semantic terms and grammar during the preparation of the survey and for the final form. Any uncertain question was modified and the survey was finalized.

The data were analyzed according to content analysis methods. The purpose is to reach the themes that can explain the data, specify the relationships between them, and present the data to the scholars in an organized manner. During the content analysis, the data similar to each other are coded primarily, grouped, organized, and interpreted within the framework of certain themes (Yıldırım & Şimşek, 2006). The data were analyzed on a singular question basis. The data were repeatedly controlled by the researcher and brief notes were taken about coding before the analysis. Each different expression given by students for a question is coded separately in the data analysis. The expressions for each question are categorized by grouping them under certain themes and sub-themes. The coding was carried out separately by a researcher and a Ph.D. student experienced in content analysis, then compared to discuss the similarities and differences. Through a common decision, theme and sub-theme coding were finalized and tables were formed. The reliability of the coding was calculated according to the formula of $\text{Reliability} = \frac{\text{Consensus}}{(\text{Consensus} + \text{Disagreement})} \times 100$ based on the coding made by both coders (Miles & Huberman, 2015). According to this formula, intercoder reliability was calculated as 89%. This ratio was interpreted as adequately reliable for data analysis (Miles & Huberman, 2015). Besides, students' remarkable arguments are presented by addressing student numbers in the study (as (K₂₀)) with the apostrophe sign. The codes, themes, and sub-themes obtained after the analysis were reviewed by an academic studying biology education. All data tools, raw data, coding made during the analysis phase, and all necessary documents related to the subject in this study are reserved for expert review.

RESULTS

Findings obtained from the survey on emotions and thoughts about frogs are presented in this section.

1. Sources of thought, information, and knowledge for frogs

The findings of students' opinions about the importance of frogs are illustrated in Table 1.

Table 1. The distribution of students' thoughts on the importance of frogs and its reasons into categories.

Theme	Codes	f	Total f
Important	It is important for ecological balance. It's a part of the food chain.	27	52
	It has a duty like every other creature	10	
	It is a living being	9	
	Features (Amphibian, respiratory pattern, metamorphosis ability, vertebrate)	9	
	It is an endangered species	3	
	Some frog's poisons are beneficial	1	
	It embellishes the nature	1	
	It's rare	1	
	It is not harmful	1	
Not important	It has no function or contribution in nature	8	24
	It has no benefit to people	4	
	It is not liked	3	
	People cannot swim because they live in lakes	1	
	It's poisonous	1	
	It's a scary creature	1	
	It's rare in the nature	1	
	There are other creatures in nature	1	

Students' thoughts on the importance of frogs are categorized under two themes: 'Important (52) and not important (24)' in Table 1. In the theme of "important", the students expressed that "It is important for the ecological balance, it is a part of the food chain (27)", "It has a duty like every other creature" (10), "It is a living being (9) and Features (Amphibian, respiratory pattern, metamorphosis ability, vertebrate) (9)". In the category of "not important", students expressed their thoughts as "It has no function or contribution in nature" (8), "It has no benefit to people" (4), and "It is not liked" (3). Examples of these findings are as follows:

"Frogs are important creatures. Because they feed on mosquitoes." (K₄₄)

"Frogs are important because they are important for the food chain and do not harm people." (K₁₂).

"Frogs are not important. Because I don't like them, they are poisonous." (K₃₁)

"Frogs are not important. Because it has no contribution to people." (K₁₀)

The findings on the students' drawings about frogs are presented in Table 2.

Table 2. The distribution of the findings on students' drawings related to frogs into categories.

Theme	Sub-theme	Drawing codes	f	Total f
Features	Skin structure	Similarity to soap	2	6
		Slippery and moist skin	1	
		Snake resemblance from the skin	1	
		Similarity to sponge	1	
		Green color of frogs	1	
	Jumping	Bouncing frogs	6	10
		Metaphor to kangaroo and rabbit	2	
		Bouncing crickets	1	
		Frogs similarity to balloons	1	
	Metamorphosis	Frogs' ability for metamorphosis	6	14
		Amphibian Nature	4	
		Frogs' similarity to fish	2	
		Frog larvae's resemblance to fish	1	
		Ability to evolve	1	
	Living environment	Frog hunting a fly with its long tongue	23	48
		Frogs sunbathing on stones and leaves	11	
		Natural habitats of frogs in water and on land	9	
		Frogs in our pool	3	
		Forest habitat	1	
		Turtle metaphor (living on land and in water)	1	
Emotions	Positive	People's love towards and friendship with frogs	7	13
		They are sweet creatures	4	
		Fear of unintentional harm	1	
		Protective superhero	1	
	Negative	Not sympathizing and dislike	5	11
		Disgust and loath (skin, eyes, etc.)	5	
Misconception		They are dirty creatures	1	7
		Butterfly resemblance (amphibian living style)	3	
		Frogs taking care of their offspring	2	
		Tough shells of frogs	2	

As illustrated in Table 2, students' drawings for frogs are categorized under 3 themes, being "feature, emotion, and misconception". Students expressed "Similarity to soap" (2) in the sub-theme of "Skin structure (6)" under the theme of the "Feature" category, "Jumping Frog" (6) in the sub-theme of "Jumping (10)", "metamorphosis" (6) and "amphibian nature" (4) in the sub-theme of "Metamorphosis (14)", "frogs hunting flies with a long tongue and sunbathing on stones and leaves" (11) in the sub-theme of "living environment (49)". Under the "Emotion" theme, students mentioned, "People's love towards frogs and friendship with frogs" (7) in the "positive (13)" sub-theme while expressing "Not sympathizing and dislike" (5) and "Disgust and loath (skin, eyes, etc.)" (5) under the "Negative (11)" sub-theme. Moreover, misconceptions were determined in ideas that there is a "butterfly resemblance (amphibian nature)" (3), "frogs taking care of their offspring" (2), and "frogs' hard shells" (2). Examples of these findings are presented in Appendix 2. Findings related to students' information on frogs and the information sources are presented in Table 3.

Table 3. Distribution of the findings on students' information on frogs and the information sources by categories.

Theme	Codes	f	f	Information Source	f
Yes	Amphibian Nature	36	60		
	Vertebrate nature	23			
	Metamorphism	21			
	Breeding by eggs	14			
	Moist and slippery skin	10		Science teacher	60
	Living in both water and land	9		Family	15
	Nutrition with insects and flies	8		Documentaries	2
	Breathing both through lung and skin	8		Cousins	1
	Some are poisonous	5		Science books	1
	Jumping	4			
	Not caring for offspring	3			
	Long tongues	2			
	Resting on the leaves in the water	2			
	Tadpole shape in larvae phase	1			
No	I am afraid of them	1	10	Nobody told me.	6
	Not specified	9			
Misconception	Breeding by birth	3	7		
	Mammal	2			
	Adopting to five separate environments	1			
	Infecting warts when touched	1			

As illustrated in Table 3, students' knowledge of frogs is divided into 3 categories as "Yes (60), No (10), and Misconception (6)". In the "Yes" category, it was determined that students mostly had knowledge of "amphibian nature" (36), "vertebrate nature" (23), and "Metamorphism" (21). Besides, it was stated that some of the students did not know about frogs (10). The information source was determined to be mostly science teachers (60) and families (15). In addition, several misconceptions (7) were observed in student statements. Student misconceptions regarding frogs such as "breeding by giving birth" (3), "being a mammal" (2), "adopting to five-living environments" (1), and "infecting warts when touched" (1) were observed. Examples of these findings are as follows:

"I learned these from my teacher and my family. Frogs are amphibians creatures; their bodies are moist." (K₉)

"I learned this from our teacher. Frogs are vertebrate animals, adult frogs inhale through skin and lungs." (K₄₁)

"As I learned from my teacher, frogs are amphibians, they breed by birth, metamorphose, and some are poisonous." (K₃₆)

2. State of emotions for frogs

Findings on the state of students' emotions towards frogs are demonstrated in Table 4.

As shown in Table 4, the emotion types of students about frogs are divided into three categories as "I sympathize (22), I Don't Like (55) and Misconception (10)". Students mentioned "Jumping" (4), "Interesting and beautiful sounds" (2), and "Slimy and soft skin" (2) under the "I sympathize" theme of frogs within the "physical properties" sub-theme. In the "Thought" sub-theme, the students mentioned, "Sweet and cute creatures" (7) and "Love for animals" (4) while. "Playing with them as a kid" (1) and "having some in the garden" (1) seem to be effective in sympathizing with them under the "Interaction" sub-theme.

Table 4. Distribution of the findings on the state of students' emotions towards frogs into categories

Theme	Sub-theme	Codes	f	Total f
I sympathize with them.	Physical features	Jumping	4	22
		Interesting and beautiful sounds	2	
		Slimy and soft skin	2	
		Non-toxic nature	1	
		Long tongues	1	
	Thought	Sweet and pretty creatures	7	
		Animal love	4	
		Benefit to nature	2	
		Water reminding nature	1	
		Harmless nature	1	
	Interaction	Playing with them as a kid	1	
		Having some in the garden	1	
	Feature	Their skin is runny, moist, and slippery.	12	
		Nutrition with insects	5	
		Having googly eyes	2	
		Ugly appearance	2	
		Jumping	2	
		Annoying sounds	2	
I don't like it.	Thoughts and emotions			54
		Disgusting and loathing nature	17	
		Scary nature	10	
		Disgusting nature	8	
		Strange nature	1	
		No encounter	1	
		Dislike	1	
	Misconception	Poisonous nature	5	
		Having hard shells	1	
		Not benefit to nature	1	
		Leaving paint on our hands	1	
		Being non-essential creatures	1	10
		Rare encounters	1	

The reasons for students not to like frogs in the “Feature” sub-theme under the “I don't sympathize” category are the “Runny, moist and slippery skin” (12) and “Nutrition with insects” (5), while under “emotions and thoughts” sub-theme it was determined that they did not like them because of frogs' "Disgusting and loathing nature (17) and “scary nature (10)". Besides, students' misconceptions such as “poisonous nature” (5), “having hard shells” (1), “no benefit to nature” (1), “leaving paint on our hands” (1), “being non-essential creatures” (1) were identified. Examples of these findings are as follows:

"I don't sympathize with frogs because I am disgusted and scared from them." (K₁₁)

"I like frogs and I like to follow them while they are jumping." (K₉)

"I don't like frogs because some of their species are poisonous." (K₅₁)

"I love frogs and animals." (K₃₈)

3. Perception of frogs

Findings regarding students' perceptions of frogs are detailed in Table 5.

Table 5. The distribution of the findings on students' metaphoric perceptions of frogs into categories.

Rank Number	Metaphor	f	Rank Number	Metaphor	f
1	Fish	18	17	Fly	1
2	Kangaroo	6	18	A dirty animal	1
3	Crocodile	6	19	Reptile	1
4	Cricket	4	20	Caterpillar	1
5	Soap	3	21	Flower	1
6	Bounce ball	3	22	Sweet a little	1
7	Butterfly	3	23	Life	1
8	Bunny	2	24	Animal	1
9	Monster	2	25	Balloon	1
10	Human	2	26	Bad	1
11	Turtle	2	27	Water	1
12	Flower	2	28	A swimming creature	1
13	Snake	2	29	Mud	1
14	Jumping creature	2	30	Sponge	1
15	Bugs	2	31	Runny creature	1
16	Lake	1	32	Green paint	1
TOTAL					77

Table 5 indicates that the students used a total of 77 frog metaphors of which 32 are unique. In these metaphors, students mostly emphasized fish (18), kangaroo (6), crocodile (6), and cricket (4) metaphors. Examples of these findings are as follows:

Frogs look like soap. Because they are very slippery. (K₄₅)

Frogs look like crickets. Because they jump. (K₅₄)

Frogs look like monsters. Because its eyes are so big. (K₃₇)

Frogs look like snakes. Because both are disgusting and frightening. (K₇₀)

Frogs look like fish. Because frogs live in water when they are babies. (K₂₆)

The distribution of the findings on students' perceptions of frogs into categories is presented in Table 6.

Table 6. The distribution of students' metaphors towards frogs into categories.

Theme	Sub-theme	Codes	f	Total
Feature	Living environment	Mud	1	3
		Lake	1	
		Water	1	
	Jumping	Kangaroo	6	17
		Cricket	4	
		Bounce ball	3	
		Bunny	2	
		Very bouncy	1	
		Jumping creature	1	
	Similarity	Fish	11	30
		Crocodile	6	
		Turtle	2	
		Human	2	
		Monster	2	
		Animal	1	
		Wood	1	
		Fly	1	
		Reptile	1	
		Insect	1	
		Balloon	1	
		A swimming creature	1	

Emotion	Skin structure	Soap	3	6
		Sponge	1	
		Runny creature	1	
		Green paint	1	
	Metamorphism	Fish	7	12
		Butterfly	3	
		Caterpillar	1	
		Flower	1	
	Positive Emotion	Flower	2	4
		Sweet a little	1	
		Life	1	
	Negative Emotion	Snake	2	5
		A dirty animal	1	
		Bugs	1	
		Bad	1	
Total		77	77	

As illustrated in Table 6, the metaphors students used for frogs are categorized into two themes, as “Feature and Emotion”. In the “jumping (17)” sub-theme, the students mostly refer to the metaphors of “Kangaroo” (6), “Cricket” (4) and “Bouncy ball” (3), and mostly “Fish” (11), “Alligator” (6) and “Turtle” (2) in the “Similarity (29)” sub-theme. For the sub-theme of “Metamorphism (12)”, they mentioned mostly “Fish” (7) and “Butterfly” (3) metaphors. The metaphors used in the “Positive Emotion” (4) sub-theme under the “Emotion” theme are the “Flower” (2) and “Sweet a little” (1). The metaphors used in the “Negative Emotion (5)” sub-theme are “Snake” (2), “A dirty animal” (1), and “Bad” (1).

DISCUSSION AND CONCLUSION

This study aims to determine students' emotions, thoughts, and perceptions about frogs. The research results show that the majority of students thought that frogs were important animals. These results are in line with Jimenez and Lindemann-Matthies's study (2015b), which determined that Chinese individuals consider frogs important. Moreover, students emphasized the nutrition of frogs with insects in their knowledge and drawings. With these results, it can be asserted that students think that frogs are important creatures in terms of ecological balance and food chain. These results were found positive in terms of students' disposition towards frogs. Because there is a positive correlation between the students' awareness of the importance of frogs and their tolerance towards them (Jimenez & Lindemann-Matthies, 2015b; Prokop & Fančovičová, 2012). Thus, when students think that frogs are important creatures, they have higher tolerance towards frogs living in their environment.

Other findings on the reasons why frogs are important creatures indicate some students think that frogs have a function in the ecosystem like any creature. This result may reveal that some students think that frogs are important, but they do not have enough information about its reasons. Moreover, several students stated that frogs are not important creatures, they don't have a function in nature and a benefit to humanity. These results predict that some students do not have sufficient information regarding the importance of frogs and its reasons in a holistic manner. The results that individuals do not have enough information about frogs are in line with other studies in the literature (Jimenez & Lindemann-Matthies, 2015a; Randler et al., 2005). This shows that students have difficulties in understanding the importance of frogs and therefore an elaboration in education is needed (Jimenez & Lindemann-Matthies, 2015a; Prokop & Fančovičová, 2012). This situation is worrisome for the protection of frogs, whose population is in a rapid decline, and some species are at risk of extinction. Considering these results, more emphasis can be put on the importance and function of frogs for the ecosystem, and their benefits to humanity as well as other creatures, in teaching students the subject of frogs in the science course.

The research revealed that the majority of students have certain information about frogs. The majority of students stated that they have information about frogs as they are vertebrate animals, amphibians, breed by eggs, have metamorphosis and moist and slippery skin. Besides, it was observed that students

mostly emphasized the skin structure, metamorphism, and living environments in their drawings for frogs. This indicates that students have information about the properties of frogs. This result contradicts the results of a previous research in the literature arguing that German students do not have sufficient knowledge about amphibians (Randler et al., 2005). The fact that fifth-grade students in Turkey who are included in the study have certain knowledge about frogs, may be caused by the short period of time between the research and the time that the science teachers have taught them about frogs in the class. It is important that students have information about frogs. Because it has been determined that there is a positive correlation between students' knowledge about frog features and their attitudes towards them. The more students know about frogs, the more they perceive them as beautiful and exhibit protective behavior (Jimenez & Lindemann-Matthies, 2015b; Prokop et al., 2008). In addition, it was stated that the majority of students obtained their knowledge about frogs from science teachers. This situation has been interpreted as a positive factor. Because the literature points that the main source of information for students about frogs is family (Pontes-da-Silva et al., 2016) or social environments and this information may be false (Fagundes, 2001). Thus, students' correct information about frogs learned from science teachers was interpreted positively regarding students' knowledge, attitude, and behavior towards them.

The research also revealed that students also have misconceptions about frogs. Findings on the students about the information and emotions about frogs indicated to misconceptions such as frogs breed by birth, infect warts or leave paint when touched, are mammals, poisonous, not beneficial to nature and have five-living environments, hard shells. Moreover, misconceptions such as frogs are similar to butterflies, they care for their offspring, and have hard shells were observed in the drawings of frogs. These findings are in line with the study which argued that Chinese students have misconceptions about frogs (Pontes-da-Silva et al., 2016). The findings are also similar to the misconceptions such as frogs infect warts and poison when their slimy skin is touched (Tomažič, 2011b). A significant proportion of students in Turkey also thinks that frogs are poisonous animals. In addition, the findings regarding the importance of frogs and the reasons why they do not like frogs indicate that the idea that frogs are poisonous is a particular factor. However, there are no poisonous frog species detected as of now in Turkey (Mature, 2018). Thus, these results are considered noteworthy. It is thought that the reason for these results may stem from the information obtained from the family and social environment. As it is stated that students' misconceptions and misinformation about frogs may be caused by family and social environment (Fagundes, 2001; Pontes-da-Silva et al., 2016). Therefore, students' misconceptions on frogs and whether frogs are poisonous or not may be elaborated in science classes while teaching relevant sections. Students' knowledge will be increased, their emotions and thoughts will be positively developed through this method.

The research results show that the majority of students do not sympathize with frogs. The reasons why students don't like frogs include frogs' runny, moist and slippery skins, their nutrition on insects, googly eyes, and appearance. Besides, students' emotions that frogs are frightening, disgusting, and loathing animals are among the reasons why they don't like them. Moreover, it was determined that students highlighted metaphors such as snakes, dirty animals, monsters, and bad in their metaphorical perceptions about frogs. The findings of not sympathizing, dislike, disgust, and loath from frogs were observed. Piecing these results together, it can be argued that students' emotions towards frogs are mostly negative. These results coincide with researches conducted in Slovenia, Brazil, Colombia, and the USA indicating that individuals' attitudes towards frogs are negative (Jimenez & Lindemann-Matthies, 2015a; Moss, 2019; Pontes-da-Silva et al., 2016; Tomažič, 2008), frogs are generally perceived as disgusting by humans (Tomažič & Šorgo, 2017), and perceived by people as slimy-bodied, disgusting and unpleasant creatures (Davey et al., 1998; Prokop & Fančovičová 2012; Prokop et al., 2016; Randler et al., 2005). These conditions are caused by frogs' appearance (Borgi & Cirulli, 2015; Herzog, 2010; Knight et al., 2003), cultural beliefs (Pontes-da-Silva et al., 2016; Tarrant et al., 2016), frogs' morphological features (Hillman, 1991) and disgust from frogs (Prokop, et al., 2016). It has also been determined that individuals fear and disgust potential damage by frogs and associate them with factors such as disease (Prokop & Fančovičová, 2013; Prokop et al., 2016). However, another study indicates that Chinese individuals have a positive attitude towards frogs (Jimenez & Lindemann-Matthies, 2015b).

Individuals' emotions and thoughts towards frogs being generally negative is a widely accepted argument. Thus, the emotional orientation of students towards animals is considered important in developing behaviors towards animals and their protection (Prokop et al., 2011). Also, individuals' attitudes towards animals play an important role in the fate of a species (Moss, 2019). Besides, disgust towards frogs increases people's intolerance to frogs, reduces their desire to protect and push frogs out from their environment (Jacobs et al., 2014; Prokop & Fančovičová, 2012; Prokop & Fančovičová, 2013; Prokop et al., 2016). Students' lack of sympathy, as well as their disgust or dislike of a creature negatively affects their learning about the subjects that contain these creatures in biology courses (Dervişoğlu et al., 2009). After all, students' emotions and thoughts about frogs may affect them negatively in decisions they will make in the future, behavior development, and science learning towards these creatures. These negative emotions and thoughts need to be transformed in a positive direction. Hence, more emphasis should be placed on the subject of frogs in science courses. The habitats of frogs, wetlands, and zoos can be visited through nature trips and students can get to know frogs more closely. The research results reveal that some students sympathized with frogs because of their jumping ability, interesting and beautiful sounds, sweet and cute looks, playing with them as a child, and having some in the garden. Students' drawings about frogs revealed that the students found frogs cute and that they thought frogs were good friends, as well. Considering these results, jumping movements, sounds, and interacting with them can have positive effects on students' learning about frogs. It is stated that students' direct contact or experience with live animals in the lessons where frogs are taught will improve their attitudes and knowledge (Fazio & Zanna, 1981; Yore & Boyer, 1997). Besides, teaching with live animals can reduce disgust against them, increase awareness, willingness to learn and attendance (Killerman, 1998; Tomažič, 2008; Tomažič & Šorgo, 2017). Live animals can be used in science classes including frogs and students can get familiarized with them.

The research results showed that students mostly emphasize fish metaphor in their perceptions of frogs and they are mostly compared to fish. It was determined that the reason behind this result was that frogs were similar to fish during the larva state, they also live in aquatic ecosystems when fully grown and their skin was slippery. It was also observed that students compared frogs to crocodiles and turtles. Besides, it was determined that students emphasized metaphors mostly about their similarities to other creatures in frog perceptions. These results show that frogs are compared to other creatures with their habitat and appearance. Thus, the similarities and differences of frogs and animals such as fish, crocodiles, and turtles should be highlighted in the subject of frogs in science classes. Misconceptions and misperceptions that may occur can be prevented in this way.

Research results revealed that students emphasized metaphors about jumping, skin structure, and metamorphosis in their perceptions of frogs. Students' drawings about frogs focused on frogs' slippery and moist skin structure, long tongues, jumping movements, and metamorphism. It can be argued that students pay more attention to their features such as long tongues, jumping, and metamorphosis, which are different and interesting from other creatures. Therefore, students' interests and curiosities can be further improved by highlighting the features of frogs in the science course. In addition, it can be useful to bring a live sample to the class on frogs and enable students to experience these mentioned features. The disgust and negative emotions of students towards frogs can be reduced. Moreover, it was observed that students' drawings emphasized hunting with the long tongue, frog's environment, and conditions. This result suggests that students perceive frogs mostly in their natural habitats. In light of these results, visiting frogs' natural habitats such as pools and gardens may benefit students' positive emotions and thought development. Because students' direct experience with frogs has been asserted to increase their positive attitude towards these creatures (Ballouard et al., 2013; Tomažič, 2008; Tomažič & Šorgo, 2017).

Within the scope of the research, the following recommendations can be made for educators and researchers. Live animals can be used in the classroom while teaching the subject of frogs. Students can be provided opportunities to interact with frogs, get to know them better, and create a life. Students can visit places such as lakes and puddles from the habitats of frogs. Teachers can emphasize more the known misconceptions about frogs. Teachers can use different methods and techniques in teaching the topic of frogs, and the activities can be improved by including visuals such as documentaries, pictures,

and videos about frogs. Students' knowledge, attitudes, and perceptions about frogs can be improved, their tolerance for frogs may increase, protective behaviors may occur and potential misconceptions may be prevented. Scholars can study with larger samples using different quantitative and qualitative data collection tools on different grade levels to determine students' knowledge, emotions, thoughts, perceptions, and attitudes towards frogs. Factors affecting these variables can be explored in detail. The impact of using frogs and other creatures in science education classes on students' learning, emotions, thoughts, and perceptions can be investigated.

Ethics and Conflict of Interest

The author declare that the study has not unethical issues and that research and publication ethics have been considered carefully.

REFERENCES

- Arnett, R.C. (1999). Metaphorical guidance: administration as building and renovation. *Journal of Educational Administration*, 37(1), 80-89. doi: [10.1108/09578239910253953](https://doi.org/10.1108/09578239910253953)
- Ballouard, J. M. et al. (2013). School children and one of the most unpopular animals: Are they ready to protect snakes? *Anthrozoös*, 26(1), 93-109. doi: [10.2752/175303713X13534238631560](https://doi.org/10.2752/175303713X13534238631560)
- Bartoszeck, A. B., Machado, D. Z., & Amann-Gainotti, M. (2008). Representations of internal body image: A study of pre-adolescents and adolescent students in Araucaria, Paraná, Brazil. *Ciências & Cognição*, 13(2), 139-159.
- Blaustein, A. R., Romansic, J. M., Kiesecker, J. M., & Hatch, A. C. (2003). Ultraviolet radiation, toxic chemicals and amphibian population declines. *Diversity and Distributions*, 9(2), 123–140. doi: [10.1046/j.1472-4642.2003.00015.x](https://doi.org/10.1046/j.1472-4642.2003.00015.x)
- Borgi, M., & Cirulli, F. (2015). Attitudes toward animals among kindergarten children: Species preferences. *Anthrozoös*, 28(1), 45-59. doi: [10.2752/089279315x14129350721939](https://doi.org/10.2752/089279315x14129350721939)
- Brom, P., Anderson, P., Channing, A., & Underhill, L. G. (2020). The role of cultural norms in shaping attitudes towards amphibians in Cape Town, South Africa. *PloS one*, 15(2). doi: [10.1371/journal.pone.0219331](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219331)
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2011). *Scientific research methodology*. Ankara: Pegem Academy.
- Ceríaco, L. M. P. (2012). Human attitudes towards herpetofauna: The influence of folklore and negative values on the conservation of amphibians and reptiles in Portugal. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 8(1), 8. doi: [10.1186/1746-4269-8-8](https://doi.org/10.1186/1746-4269-8-8)
- Creswell, J. W., Hanson, W. E., Clark Plano, V. L., & Morales, A. (2007). Qualitative research designs: Selection and implementation. *The Counseling Psychologist*, 35(2), 236-264. doi: [10.1177/0011000006287390](https://doi.org/10.1177/0011000006287390)
- Curtis, V., Auger, R., & Rabie, T. (2004). Evidence that disgust evolved to protect from risk of disease. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 271, 131-133. doi: [10.1098/rsbl.2003.0144](https://doi.org/10.1098/rsbl.2003.0144)
- Davey, G. C. L., et al. (1998). A cross-cultural study of animal fears. *Behaviour Research and Therapy*, 36(7-8), 735-750. doi: [10.1016/s0005-7967\(98\)00059-x](https://doi.org/10.1016/s0005-7967(98)00059-x)
- De Guerrero, M. C., & Villamil, O. S. (2002). Metaphorical conceptualizations of ESL teaching and learning. *Language Teaching Research*, 6(2), 95-120. doi: [10.1191/1362168802lr101oa](https://doi.org/10.1191/1362168802lr101oa)
- Deutsch, C., Grisolia, J., Bilanca, D., & Agostini, M. G. (2021). Human attitudes as threats in amphibians: the case of the Ornate Horned Frog (*Ceratophrys ornata*). *Human Dimensions of Wildlife*, 26(3), 210-227. doi: [10.1080/10871209.2020.1808122](https://doi.org/10.1080/10871209.2020.1808122)
- Dervişoğlu, S., Menzel, S., Soran, H., & Boegeholz, S. (2009). Influence of values, beliefs and problem perception on personal norms for biodiversity protection. *Hacettepe University Journal of Education*, (37), 50-59.
- Fagundes, M. B. (2001). *Aprendendo valores éticos*. Belo Horizonte: Editora Autêntica.
- Fazio R. H., & M. P. Zanna (1981). *Direct experience and attitude-behavior consistency*. Advances in experimental social psychology, San Diego: Academic Press.
- Fonseca, C. A., Sá-Pinto, X., Dinis, H. A., & Vasconcelos, R. (2021). Shooting skinks for good: Producing a movie improves attitudes towards a threatened species. *Science of The Total Environment*, 1-9. doi: [10.1016/j.scitotenv.2021.148356](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148356)
- Fredriksson, A., & Pelger, S. (2016). Metaphorical concepts in molecular biology students' texts—a way to improve subject-matter understanding. *Nordic Studies in Science Education*, 12(1), 90-106. doi: doi.org/10.5617/nordina.1593

- Gascon, C., Collins, J. P., Moore, R. D., Church, D. R., McKay, J. E., & Mendelson, J. R. (Eds.). (2007). *Amphibian conservation action plan*. Gland, Switzerland, and Cambridge, United Kingdom: IUCN/SSC Amphibian Specialist Group.
- Hamdiyati, Y., Sudargo, F., Fitriani, A., & Rachmatullah, A. (2018). Changes in prospective biology teachers' mental model of virus through drawing-writing Test: An Application of mental model-based microbiology course. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(3), 302-311. doi: [10.15294/jpii.v7i3.14280](https://doi.org/10.15294/jpii.v7i3.14280).
- Hamer, A. J., & McDonnell, M. J. (2008). Amphibian ecology and conservation in the urbanising world: a review. *Biological conservation*, 141(10), 2432-2449. doi: [10.1016/j.biocon.2008.07.020](https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.07.020).
- Herzog, H. (2010). *Some we love, some we hate, some we eat*. New York: Harper Collins.
- Hillman, J. (1991). *Going bugs*. New York: Spring Audio. Gracie Station.
- Hof, C., Araújo, M. B., Jetz, W., & Rahbek, C. (2011). Additive threats from pathogens, climate and land-use change for global amphibian diversity. *Nature*, 480, 516-519. doi: [10.1038/nature10650](https://doi.org/10.1038/nature10650).
- Hussain, Q. A., & Pandit, A. K. (2012). Global amphibian declines: A review. *International Journal of Biodiversity and Conservation*. 4(10), 348–357. doi: [10.5897/IJBC12.008](https://doi.org/10.5897/IJBC12.008)
- Jacobs, M. H., Vaske, J. J., Dubois, S., & Fehres, P. (2014). More than fear: Role of emotions in acceptability of lethal control of wolves. *European Journal of Wildlife Research*, 60(4), 589-598. doi: [10.1007/s10344-014-0823-2](https://doi.org/10.1007/s10344-014-0823-2).
- Jensen, F. N. (2006). Metaphors as a bridge to understanding educational and social contexts. *International Journal of Qualitative Methods*, 5(1), 1-17. doi: [10.1177/160940690600500104](https://doi.org/10.1177/160940690600500104).
- Jimenez, J. N., & Lindemann-Matthies, P. (2015a). Public knowledge of, and attitudes to, frogs in colombia. *Anthrozoös*, 28(2), 319-332. doi:10.2752/089279315x14219211661976.
- Jimenez, J. N., & Lindemann-Matthies, P. (2015b). Public knowledge and perception of toads and frogs in three areas of subtropical southeast China. *Society & Animals*, 23(2), 166-192. doi:10.1163/15685306-12341368.
- Kadijevic, G. M. (2017). Mental representations of preschool children about different animals. *Journal of Baltic Science Education*, 16(4), 500-509. ISSN 2538–7138.
- Kaltenborn, B. T., Bjerke, T., Nyahongo, J. W., & Williams, D. R. (2006). Animal preferences and acceptability of wildlife management actions around Serengeti National Park, Tanzania. *Biodiversity and Conservation*, 15, 4633-4649. doi: [10.1007/s10531-005-6196-9](https://doi.org/10.1007/s10531-005-6196-9).
- Kassie, A. (2020). Attitude, beliefs and perception of people towards amphibian conservation around chefa wetland, Oromo zone, Amhara National Regional State. *International Journal of Zoology Studies*, 29(5),1-4.
- Kellert, S.R. (1980). American attitudes toward and knowledge of animals: An update. *International Journal for the Study of Animal Problems* 1(2), 87–119.
- Killermann, W. (1998). Research into biology teaching methods. *Journal of Biological Education*, 33(1), 4-9. doi: [10.1080/00219266.1998.9655628](https://doi.org/10.1080/00219266.1998.9655628).
- Knight, S., Nunkoosing, K., Wrij, A., & Cherryman, J. (2003). Using grounded theory to examine people's attitudes toward how animals are used. *Society and Animals*, 11(4), 307-327. doi: [10.1163/156853003322796064](https://doi.org/10.1163/156853003322796064).
- Lakoff, G. (1993). *The contemporary theory of metaphor*. (Ed. A. Ortony), Metaphor and thought (2nd ed.), Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- Lakoff, G., & Johnson, M. (2008). *Metaphors we live by*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Lindemann-Matthies, P., & Bose, E. (2008). How many species are there? Public understanding and awareness of biodiversity in Switzerland. *Human Ecology*, 38, 731-742. doi: [10.1007/s10745-008-9194-1](https://doi.org/10.1007/s10745-008-9194-1).
- Löe J., & Röskaf E. (2004). Large carnivores and human safety: A review. *Ambio*, 33 (6), 283-288. doi: [10.1579/0044-7447-33.6.283](https://doi.org/10.1579/0044-7447-33.6.283).
- Merriam, S. B. (2013). *Qualitative research: A guide to design and implementation*. 5th Edition, (Tran. Edit. S. Turan), Ankara: Nobel Academy Publishing.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (2015). *An expanded resource book: Qualitative data analysis* (Trans. Ed. S. Akbaba Altun and A. Ersoy), Ankara: Pegem Academy.
- Moss, J. (2019). *An investigation of seventh grade students' attitudes towards animals in a middle school science classroom in rural Alabama*. Doctor Thesis, Department of Education, Auburn University.

- Olgun, K. (2018). *Is there a poisonous frog species in Turkey?* (Online, 22.10.2019), <http://www.kozmikturk.com/bilim/turkiye-de-zehirli-bir-kurbaga-turu-var-mi--6397>.
- Pluhar, Z. F., Piko, B. F., Kovacs, S., & Uzzoli, A. (2009). Air pollution is bad for my health: Hungarian children's knowledge of the role of environment in health and disease. *Health & Place*, 15(1), 239-246. doi:10.1016/j.healthplace.2008.05.005.
- Pontes-da-Silva, E., Pacheco, M. L. T., Pequeno, P. A. C. L., Franklin, E., & Kaefer, I. L. (2016). Attitudes towards scorpions and frogs: A survey among teachers and students from schools in the vicinity of an Amazonian protected area. *Journal of Ethnobiology*, 36(2), 395-412. doi: 10.2993/0278-0771-36.2.395.
- Prokop, P., Kubiakto, M., & Fančovičová, J. (2008). Slovakian pupils' knowledge of and attitudes toward birds. *Anthozoos*, 21(3), 221-235. doi: 10.2752/175303708X332035.
- Prokop, P., Uşak, M., Erdoğan, M., Fancovicova, J., & Bahar, M. (2011). Slovakian and Turkish students' fear, disgust and perceived danger of invertebrates. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40(40), 344-352.
- Prokop, P., & Fančovičová, J. (2013). Does colour matter? The influence of animal warning coloration on human emotions and willingness to protect them. *Animal Conservation*, 16(4), 458-466.
- Prokop, P., Medina-Jerez, W., Coleman, J., Fančovičová, J., Özel, M., & Fedor, P. (2016). Tolerance of frogs among high school students: influences of disgust and culture. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(6), 1499-1505. doi: 10.12973/eurasia.2016.1241a.
- Randler, C., Ilg, A., & Kern, J. (2005). Cognitive and emotional evaluation of an amphibian conservation program for elementary school students. *The Journal of Environmental Education*, 37, 43-52. doi: 10.3200/JOEE.37.1.43-52.
- Renslow, J., & Maupin, J. (2018). Draw-and-write technique elicits children's perceptions of health in the USA and Guatemala. *Health Education Journal*, 77(1), 15-29. doi: 10.1177/0017896917735569.
- Ríos-Orjuela, J. C., Falcón-Espitia, N., Arias-Escobar, A., Espejo-Urbe, M. J., & Chamorro-Vargas, C. T. (2020). Knowledge and interactions of the local community with the herpetofauna in the forest reserve of Quininí (Tibacuy-Cundinamarca, Colombia). *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 16(1), 1-11. doi: 10.1186/s13002-020-00370-8.
- Robina-Ramírez, R., Merodio, J.A.M., McCallum, S. (2020). What role do emotions play in transforming students' environmental behaviour at school? *Journal of Cleaner Production*, 258, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.120638.
- Serpell, J. A. (2004). Factors influencing human attitudes to animals and their welfare. *Animal Welfare*, 13, 145-151.
- Stagg, B. C., & Verde, M. F. (2019). A comparison of descriptive writing and drawing of plants for the development of adult novices' botanical knowledge. *Journal of Biological Education*, 53(1), 63-78. doi: 10.1080/00219266.2017.1420683.
- Schlegel, J., & Rupf, R. (2010). Attitudes towards potential animal flagship species in nature conservation: A survey among students of different educational institutions. *Journal for Nature Conservation*, 18, 278-290. doi: 10.1016/j.jnc.2009.12.002.
- Tarrant, J., Kruger, D., & Du Preez, L. H. (2016). Do public attitudes affect conservation effort? Using a questionnaire-based survey to assess perceptions, beliefs and superstitions associated with frogs in South Africa. *African Zoology*, 51(1), 13-20. doi:10.1080/15627020.2015.1122554.
- Tomažič, I. (2008). The influence of direct experience on students' attitudes to, and knowledge about amphibians. *Acta Biologica Slovenica*, 51(1), 39-49.
- Tomažič, I. (2011a). Reported experiences enhance favourable attitudes toward toads. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education* 7, 253-262. doi: 10.12973/ejmste/75207.
- Tomažič, I. (2011b). Seventh graders' direct experience with, and feelings toward, amphibians and some other nonhuman animals. *Society & Animals*, 19, 225-247. doi: 10.1163/156853011X578901.
- Tomažič, I., & Šorgo, A. (2017). Factors affecting students' attitudes toward toads. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(6), 2505-2528. doi: 10.12973/eurasia.2017.01237a.
- Vergara-Ríos, D., Montes-Correa, A. C., Urbina-Cardona, J. N., De Luque-Villa, M., Cattán, P. E., & Granda, H. D. (2021). Local community knowledge and perceptions in the Colombian Caribbean towards Amphibians in urban and rural settings: tools for biological conservation. *Ethnobiology and Conservation*, 1-22. doi:10.15451/ec2021-05-10.24-1-22
- Villarreal, J. D., Antón, A., Zuazagoitia, D., & Nuño, T. (2018). Young children's understanding of plant life: a study exploring rural-urban differences in their drawings. *Journal of Biological Education*, 52(3), 331-341. doi: 10.1080/00219266.2017.1385505.
- White, R., & Gunstone, R. (2014). *Probing understanding*. New York: Routledge Publication.

Xie, F., Lau, M. W. N., Stuart, S. N., Chanson, J. S., Cox, N. A., & Fischman, D. L. (2007). Conservation needs of amphibians in China: A review. *Science in China Series C: Life Sciences*, 50, 265-276. doi: 10.1007/s11427-007-0021-5.

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2016). *Qualitative research in social sciences*. Ankara: Seçkin Publications.

Yore, L. B., & Boyer, S. (1997). College students' attitudes towards living organisms: The influence of experience & knowledge. *The American Biology Teacher*, 59(9), 558-563. doi: [10.2307/4450383](https://doi.org/10.2307/4450383).

APPENDIX

Appendix 1. Survey on Emotions and Thoughts towards frogs

Female - ☐ Male - ☐ Grade:

Dear Students,

This survey was prepared to determine your emotions and thoughts about frogs.

* Your answers will not be evaluated as marks.

** Your answers will be strictly confidential and will not be shared with anyone.

*** If there are disturbing statements in the sentences below, you may stop answering and submit the form.

1. Fill in the blank spaces in the sentence below, as appropriate.

Frogs are like/resemble Because.....

2. What are the first things that comes to your mind when you think of frogs? Draw a picture that reflects your emotions and thoughts about frogs. Describe your drawing briefly.

3. Please answer the following questions briefly according to your own opinion.

- A. Are frogs important creatures? Why?
- B. Do you sympathize frogs? Why?
- C. Do you know about frogs? If yes, what are they?
- D. Who told you about frogs? What did they say?

APPENDIX 2.

Students' drawings of frogs

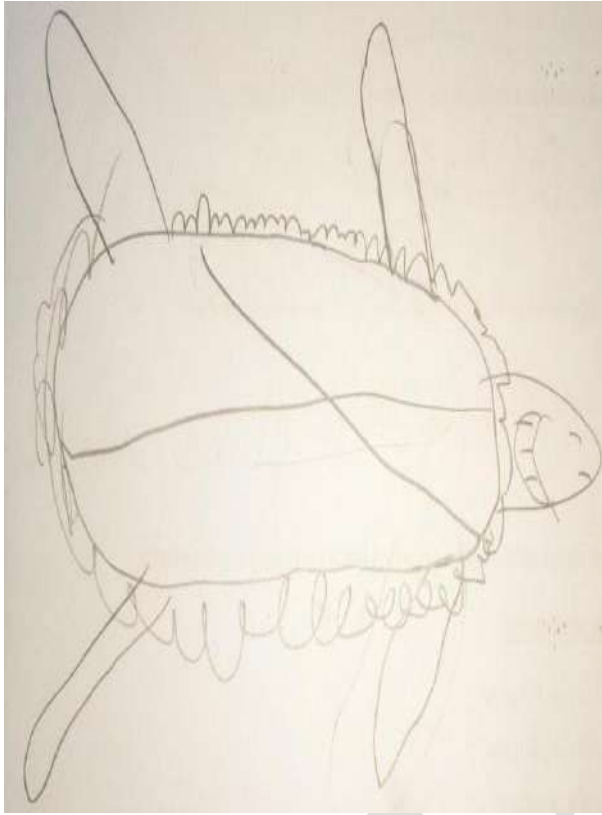


Figure 1. Drawing that compares frogs to a turtle (K₂₁)

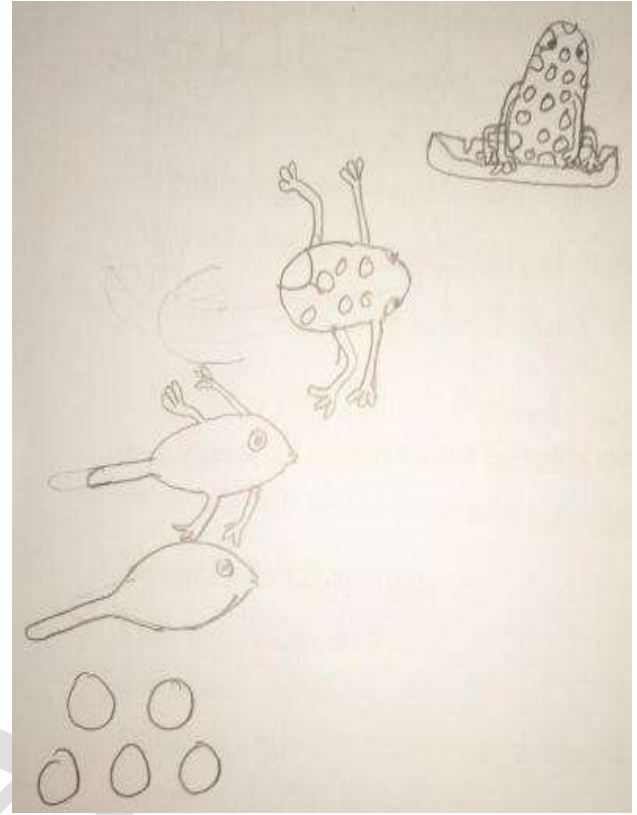


Figure 2. Drawing about the life cycle of frogs (K₄₄)

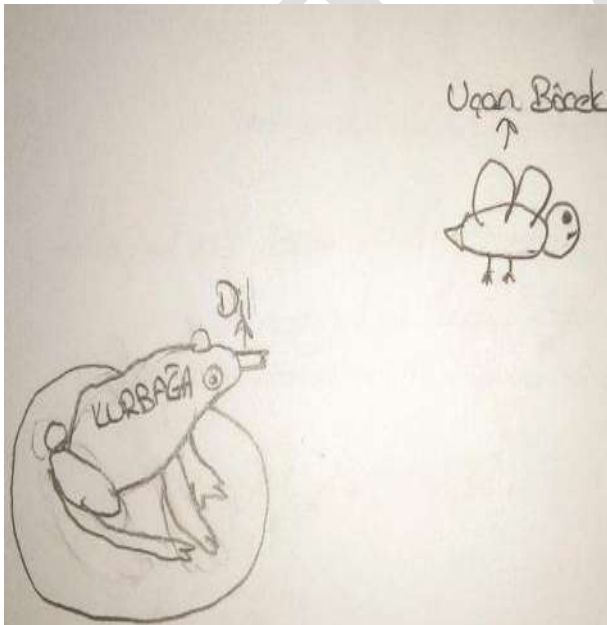


Figure 3. Drawing about frogs' nutrition (K₁₆)

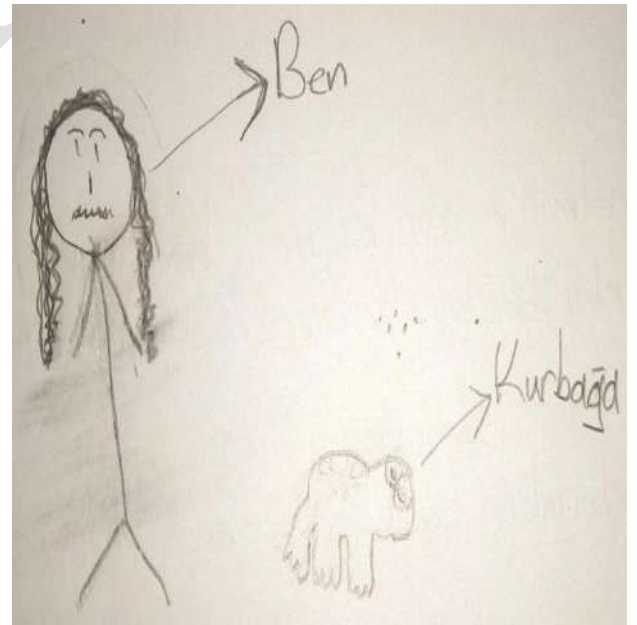


Figure 4. Drawing about not sympathizing/disliking frogs (K₃₅)

“IŞIĞIN MADDE İLE ETKİLEŞİMİ” ÜNİTESİNE YÖNELİK İKİ AŞAMALI KAVRAMSAL ANLAMA TESTİ GELİŞTİRME ÇALIŞMASI

DEVELOPMENT OF A TWO-TIER CONCEPTUAL UNDERSTANDING TEST FOR THE UNIT “INTERACTION OF LIGHT WITH MATTER”

Ali ÇİYANCI

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), Yunusemre- Manisa, Türkiye

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1651-7819>

aliciyanci@gmail.com

Suat TÜRKOĞUZ

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

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7850-2305>

suat.turkoguz@gmail.com

Received: March 1, 2025

Accepted: April 28, 2025

Published: April 30, 2025

Suggested Citation:

Çiyancı, A., & Türkoguz, S. (2025). Işığın madde ile etkileşimi ünitesine yönelik iki aşamalı kavramsal anlama testi geliştirme çalışması. *International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education (IJTASE)*, 14(2), 34-58.



Copyright © 2025 by author(s). This is an open access article under the [CC BY 4.0 license](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Öz

Bu araştırmanın amacı, ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin “Işığın Madde ile Etkileşimi” ünitesine yönelik kavramsal anlayışlarını ve sahip oldukları alternatif kavramları belirlemek için geçerliği ve güvenirliği sağlanmış iki aşamalı kavramsal anlama testi geliştirmektir. Çalışmada Treagust (1988) ve Baykul’un (2015) önerdiği aşamalara uygun olarak test geliştirme süreci izlenmiş; içerik belirleme, kavram yanlışlarının tespiti, madde yazımı, uzman görüşü, pilot uygulama ve istatistiksel analizler gerçekleştirilmiştir. Araştırma, 2023-2024 eğitim-öğretim yılında Manisa ilindeki ortaokullarda öğrenim gören 107 öğrenci ile yürütülmüştür. Testin yapı geçerliliği doğrulayıcı faktör analizi (DFA) ve açımlayıcı faktör analizi (AFA) ile incelenmiş, üç faktörlü bir yapıya ulaşıldığı belirlenmiştir: “Işığın Soğurulması”, “Aynalar” ve “Işığın Kırılması ve Mercekler”. DFA sonuçları, modelin yüksek uyum değerlerine sahip olduğunu göstermiştir (CFI = .989; RMSEA = .016; $\chi^2/sd = 1.027$). Rasch analizi bulgularına göre madde güvenirliği oldukça yüksek düzeyde (.94), kişi güvenirliği ise orta düzeyde (.69) bulunmuştur. Ölçeğin genel Cronbach’s Alpha katsayısı .739 olup kabul edilebilir düzeyde iç tutarlılık göstermektedir. Sonuçlar, geliştirilen testin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerini ve kavram yanlışlarını geçerli ve güvenilir bir şekilde ölçebildiğini ortaya koymuştur. İki aşamalı yapısı sayesinde öğrencilerin yalnızca doğru bilgiye ulaşp ulaşmadıkları değil, aynı zamanda bilgiyi nasıl yapılandırdıkları da değerlendirilebilmiştir. Bu bağlamda test, fen bilimleri öğretmenlerine ve araştırmacılara kavram yanlışlarının tespiti, öğretim süreçlerinin düzenlenmesi ve öğrencilerin bilişsel gelişimlerinin izlenmesi açısından önemli katkılar sağlayabilecek bir ölçme aracı niteliğindedir.

Anahtar Terimler: Kavramsal anlama, kavram yanlışları, iki aşamalı test, ışığın madde ile etkileşimi, Rasch analizi.

Abstract

The aim of this study is to develop a valid and reliable two-tier conceptual understanding test to determine 7th grade middle school students’ conceptual understanding and alternative conceptions regarding the unit “Interaction of Light with Matter.” Following the stages suggested by Treagust (1988) and Baykul (2015), the test development process included content determination, identification of misconceptions, item writing, expert review, pilot implementation, and statistical analyses. The research was conducted with 107 students studying in public middle schools in Manisa during the 2023–2024 academic year. The construct validity of the test was examined through Confirmatory Factor Analysis (CFA) and Exploratory Factor Analysis (EFA), revealing a three-factor structure: “Absorption of Light,” “Mirrors,” and “Refraction of Light and Lenses.” CFA results showed that the model had high goodness-of-fit values (CFI = .989; RMSEA = .016; $\chi^2/sd = 1.027$). According to Rasch analysis, item reliability was found to be quite high (.94), while person reliability was moderate (.69). The overall Cronbach’s Alpha coefficient of the scale was calculated as .739, indicating an acceptable level of internal consistency. The findings revealed that the developed test can measure students’ conceptual understanding and misconceptions in a valid and reliable way. Thanks to its two-tier structure, the test not only evaluates whether students arrive at the correct answer but also how they justify and construct their reasoning. In this context, the test provides science teachers and researchers with a diagnostic assessment tool that can contribute significantly to the identification of misconceptions, the regulation of instructional processes, and the monitoring of students’ cognitive development.

Keywords: Conceptual understanding, misconceptions, two-tier test, interaction of light with matter, Rasch analysis.

GİRİŞ

Fen eğitimi, bireylerin çevrelerindeki dünyayı anlamalarına ve bilimsel süreçleri kavramalarına yardımcı olma açısından önemli bir rol oynamaktadır. Ancak fen öğretimi sürecinde, özellikle soyut kavramların öğrenilmesinde öğrenciler birçok kavramsal zorlukla karşılaşmaktadır. Soyut kavramların yaygınlığı, öğretim sürecinde bu kavramların somutlaştırılmasını zorunlu hale getirmektedir ve bu süreçte çeşitli yanlış anlamalar ortaya çıkmaktadır (Bakırcı vd., 2016; Uysal & Bostan Sarioğlu, 2020). Yapılan araştırmalar, öğrencilerin bilimsel kavramları anlamada zorluk yaşadıklarını ve kavram yanlışları sergilediklerini ortaya koymaktadır (Akyıldız, 2020; Alkış Küçükaydın, 2020; Çetinkaya & Taş, 2016; Kocakulah & Turan, 2019).

Kavram, bireylerin dünyayı anlamlandırmalarında temel bir yapı taşıdır. Çepni (2019), kavramı bir nesne, olgu veya olayla ilgili olarak ortaya çıkan ilk terim olarak tanımlarken, Novak (2010), belirli bir isimlendirme altında kategorize edilen nesnelerin, olayların veya olguların toplamı olarak ifade etmektedir. Fen eğitiminde kavramların doğru bir şekilde öğretilmesi ve öğrenilmesi, öğrencilerin bilimsel süreçleri anlamaları açısından kritik öneme sahiptir. Bu süreçte her birey kavram şemalarını oluşturmada bilimsel doğrulara ulaşamamaktadır (Kocakulah & Turan, 2019). Bilimsel doğrunun dışında yer alan ifadeler kavram yanlışlığı ya da alternatif kavram olarak adlandırılmaktadır. Ancak öğrencilerin bilimsel kavramları nasıl öğrendikleri ve ne tür kavramsal yanlışlıklara sahip olduklarını belirlemek, öğretim sürecinin etkililiğini artırmak için gereklidir (Yağbasan & Gülçiçek, 2003). Öğrencilerde ortaya çıkan bu kavram yanlışlıkların giderilmesi sonucunda ancak öğrenme gerçekleşebilir. Kalıcı ve anlamlı öğrenmenin sağlanabilmesi için, öğrencilerin mevcut bilişsel şemalarının belirlenmesi (Alkış Küçükaydın, 2020) alternatif kavramların tespit edilmesi büyük önem taşımaktadır (Kocakulah & Turan, 2019).

Bilimsel açıklamalara dayalı doğru kavramsal anlamalara ulaşma sürecinin, öncelikle öğrencilerde var olan alternatif kavramların belirlenmesiyle başladığı ve bu süreçte söz konusu yanlışlıkların en aza indirilerek kavramsal anlayışın geliştirilmesiyle devam ettiği söylenebilir. Bu bağlamda, öğrencilerin alternatif kavramlarının ve kavramsal yapılanma sürecindeki anlamalarının tespit edilmesi önemli bir adım olarak görülmektedir. Öğrencilerde alternatif kavramların oluşumuna sebep olan etmenler farklılık gösterse de fen eğitiminin temel amaçlarından biri, öğrencilerin bu tür kavram yanlışlarından arındırılmış, bilimsel doğrulara dayalı anlamlı öğrenmeler gerçekleştirmesini sağlamaktır (Ausubel, 1968). Yapılan araştırmalar, öğrencilerde gözlemlenen alternatif kavramların çeşitli kaynaklardan türediğini ortaya koymaktadır. Bu kaynaklar arasında günlük deneyimler (Smith vd., 1994; Kaltakçı & Eryılmaz, 2010; Widarti vd., 2016; Widiyatmoko & Chimizu, 2018), dil kullanımı (Osborne, 1983; Tyson vd., 1999; Erman, 2017), öğretmen davranışları (Kaltakçı & Eryılmaz, 2010; Erman, 2017) ve ders kitapları (Kaltakçı & Eryılmaz, 2010; Widarti vd., 2016; Erman, 2017) yer almaktadır. Alternatif kavramların kaynaklarının belirlenmesi, bu faktörlerden kaynaklanabilecek kavram yanlışlıklarının önüne geçilmesini sağlayabilir. Bu araştırmada öğrencilerin ışık konusundaki yaygın olarak karşılaştıkları kavram yanlışlarından dolayı ele alınmıştır. Işık konusundaki alan yazına bakıldığında tespit edilen kavram yanlışları aynalar (Kocakulah & Demirci, 2010; Anıl & Küçüközer, 2017), ışığın rengi yansıması ve soğurulması ışık renkleri ve cisimlerin renkli görülmesi (Bacanak vd., 2012, Şahin Akyüz & Çil, 2013), ışığın kırılması (Kaewkhong vd., 2010), merceklerdeki görüntü oluşumu (Blizak vd., 2009; Galili & Hazan, 2000) araştırmalarında öğrencilerde kavram yanlışlarının yer aldığını tespit etmişlerdir. Bu çalışmalardan elde edilen bulgular, birçok öğrencinin temel optik kavramlarını farklı bağlamlarda tutarlı bir şekilde uygulayamadığını ortaya koymuştur. Alan yazında, öğrencilerde yaygın olarak gözlemlenen alternatif kavramlar belirlendiğinde, bu kavram yanlışlarını gidermeye yönelik öğretim stratejileri geliştirilebilir. Bu kapsamda, etkili öğretim materyallerinin oluşturulabilmesi için alternatif kavramları ortadan kaldırmaya yönelik etkinlikler, modeller, gösterimler ve deneyler tasarlanabilir. Ayrıca, geliştirilecek kavramsal anlama testleri ve alternatif ölçme-değerlendirme araçlarında, alan yazında tespit edilen kavram yanlışlarının sistematik bir şekilde ele alınması, araştırmacılar için önemli bir kaynak oluşturacaktır.

Öğrencilerin ışık ile ilgili kavram yanlışlarının tespit edilmesine yönelik olarak farklı eğitim düzeylerinde çeşitli kavramsal anlama testleri geliştirilmiştir. Bu testler, öğrencilerin konuya ilişkin

kavramsal anlayışlarını değerlendirmek ve olası kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla tasarlanmıştır. Geliştirilen testlerin içeriği, ilgili öğretim programlarının kazanımları doğrultusunda oluşturulmuştur. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programlarında yapılan değişiklikler (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2013; MEB, 2018; MEB, 2024), ünite konularının kapsamını ve kazanımlarını da etkilemektedir. Bu bağlamda, öğretim programlarındaki güncellemeler, kavramsal anlama testlerinin yapılandırılmasında dikkate alınmakta ve ölçme araçlarının güncel müfredatla uyumlu olacak şekilde geliştirilmesi hedeflenmektedir. Bu bağlamda araştırmada, 7. sınıf Işığın Madde ile Etkileşimi ünitesini (MEB, 2018) temel almakta olup, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'ne (MEB, 2024) kademeli geçiş sürecini de dikkate alarak tasarlanmıştır. Çalışmanın, konu içeriğinin yeni maarif modeline uyum sağlaması da amaçlanmaktadır.

Öğrencilerin kavramsal düzeydeki öğrenmelerini değerlendirmek ve kavram yanlışlarını belirlemek, etkili bir öğretim sürecinin ayrılmaz bir parçasıdır. Bu bağlamda, kavramsal anlama testleri, öğrencilerin bilimsel kavramları ne derece doğru anladıklarını değerlendirmek ve olası kavram yanlışlarını tespit etmek amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Fen eğitiminde öğrencilerin alternatif kavramalarını belirlemek için çeşitli tanılayıcı değerlendirme yöntemleri geliştirilmiştir. Önceki yapılan çalışmalarda, üç farklı tanılayıcı değerlendirme türü kullanıldığını göstermektedir. Bunlar çoktan seçmeli kâğıt-kalem testleri (Artdej vd., 2010; Damanhuri vd., 2016; Demircioğlu vd., 2005), açık uçlu sorular (Kousathana vd., 2005) ve görüşmelerdir (Orwat vd., 2017). Son yıllarda, iki aşamalı (two-tier) çoktan seçmeli tanılayıcı değerlendirmeler, öğrencilerin kavramsal anlayışlarını ölçmek için yaygın olarak kullanılan yöntemler arasına girmiştir (Soeharto, Csapó, Sarimanah, Dewi, & Sabri, 2019).

Kavram yanlışlarının tanımlanması için kullanılan iki aşamalı değerlendirmeler iki farklı bileşenden oluşur. Bu değerlendirmeler akademik söylemde “çoktan seçmeli iki aşamalı değerlendirmeler”, “açık uçlu iki aşamalı değerlendirmeler” ve “sınıflandırmayı gerektiren iki aşamalı değerlendirmeler” olarak da tanımlanmıştır (Karataş, Köse, & Coştu, 2003). İki aşamalı değerlendirmelerin ilk bileşeni tipik olarak geleneksel çoktan seçmeli ve sınıflandırmaya dayalı değerlendirmeleri yansıtır. İki aşamalı değerlendirmeleri geleneksel çoktan seçmeli sınavlardan ayıran sonraki bileşendir. İkinci bileşende, öğrencinin birinci aşamada belirtilen seçeneği seçme gerekçesini dile getirmesi beklenmektedir (Karataş vd., 2003). Bununla birlikte ikinci aşama, bu aşamanın öğrencilerin yanlış anlamalarını kapsadığı çoktan seçmeli bir formatta da tasarlanabilir veya alternatif seçenekler çoktan seçmeli bir çerçevede formüle edilebilir. Alternatif olarak, bu bölüm öğrencinin akıl yürütme yeteneklerini yeterince değerlendirmek ve sadece kavramsal yanlışlıkların ötesinde çeşitli yanlış anlamaların ortaya çıkmasını kolaylaştırmak için açık uçlu bir formatta da yapılandırılabilir (Demirci & Efe, 2007; Karataş vd., 2003).

İki aşamalı kavramsal anlama testlerin geliştirilmesi, titizlik, zaman ve emek gerektiren karmaşık bir süreçtir. Ancak bu sürecin sonunda öğretmenler, geçerliliği ve güvenilirliği kanıtlanmış, geleneksel ölçme araçlarına alternatif oluşturan ve derslerinde kolayca uygulanıp analiz edilebilen bir ölçme aracına sahip olurlar. Bu tür testler, öğretmenlerin konuya başlamadan önce öğrencilerin ön bilgilerini değerlendirmelerine veya konu işlendikten sonra öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerini belirleyerek öğretim sürecinde gerekli düzenlemeleri yapmalarına olanak tanır (Karataş vd., 2003). Bu nedenle, geçerli ve güvenilir iki aşamalı testlerin geliştirilerek öğretmenlerin ve öğrencilerin kullanımına sunulması büyük önem taşımaktadır. Yapılan literatür incelemesinde, özellikle ortaokul seviyesinde Işığın Madde ile Etkileşimi Ünitesine yönelik geçerliliği ve güvenilirliği kanıtlanmış iki aşamalı bir kavramsal anlama testinin bulunmaması dikkat çekmektedir. Bu durum, öğrencilerin bu üniteye ilişkin kavram yanlışlarının tespit edilmesi ve giderilmesi amacıyla iki aşamalı kavramsal anlama testlerinin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda, bu çalışmada geliştirilen “Işığın Madde ile Etkileşimi” ünitesine yönelik kavramsal anlama testinin, alanyazındaki bu eksikliği gidermede önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Problem Cümlesi

Bu çalışma, ortaokul öğrencilerinde ışığın madde ile etkileşimi ünitesine yönelik olarak öğrencilerin alternatif kavramalarını değerlendirmek için iki aşamalı bir tanılayıcı test geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda araştırmanın problem cümlesi “ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin “Işığın Madde ile Etkileşimi” ünitesine yönelik geliştirilen iki aşamalı kavramsal anlama testi geçerli ve güvenilir midir?” şeklindedir. Bu problem cümlesi paralelinde araştırmanın alt problemleri şu şekilde belirlenmiştir:

1. Ortaokul 7. sınıf “Işığın Madde ile Etkileşimi” ünitesine yönelik geliştirilen kavramsal anlama testi geçerli midir?
2. Ortaokul 7. sınıf “Işığın Madde ile Etkileşimi” ünitesine yönelik geliştirilen kavramsal anlama testi güvenilir midir?

YÖNTEM

Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada, tarama modeli benimsenmiştir. Tarama modeli, belirli bir çalışma grubunun özelliklerini, tutumlarını veya davranışlarını betimlemek amacıyla nicel verilerin sistematik bir şekilde toplanmasına ve analiz edilmesine dayanmaktadır (Yin, 2009). Bu model kapsamında, çalışma grubunun mevcut durumu nicel veriler aracılığıyla ortaya konulmuş ve elde edilen bulgular, genellenebilir sonuçlara ulaşmak amacıyla istatistiksel yöntemlerle değerlendirilmiştir. Bu kapsamda Treagust(1988) ve Baykul'un (2015) geliştirdiği araştırmaya dayalı tasarım süreci, iki aşamalı çoktan seçmeli tanılayıcı testlerin oluşturulmasında sağlam bir çerçeve sunmaktadır. Bu süreç dört aşamadan oluşmaktadır: içerik alanının belirlenmesi, öğrencilerin alternatif kavramalarına ilişkin verilerin toplanması, iki aşamalı tanılayıcı testlerin geliştirilmesi ve analizlerin yapılması. Bu çerçeve, birçok farklı çalışmada başarıyla kullanılmış ve doğrulanmıştır (Adadan & Savaşçı, 2012; Lu & Bi, 2016; Tan vd., 2002, Peterson ve diğerleri, 1989; Şahin & Çepni, 2011). Çalışmamızda ise öncelikle test sorularının oluşturulması, ardından pilot uygulama, geçerlik ve güvenilirlik analizlerini içeren bir test geliştirme sürecine odaklanılmıştır (Burns Okey & Wise, 1985; Kurtoğlu-Güldalı ve Karanlı-Baydere, 2023; Şahin & Çepni, 2011).

Çalışma Grubu / Katılımcılar

Araştırma, 2023-2024 eğitim-öğretim yılının ikinci döneminde, Manisa ilinde bulunan ve Milli Eğitim Bakanlığı'na (MEB) bağlı resmi ortaokullar arasından uygun örnekleme yöntemi ile belirlenen bir ortaöğretim kurumunda gerçekleştirilmiştir (Büyüköztürk vd., 2013). Çalışma, Manisa ilinde erişilebilir ve araştırma kriterlerine uygun okullarda, MEB tarafından sağlanan resmi izinler doğrultusunda ve gönüllü katılım esasına dayalı olarak yürütülmüştür. Testte sorular iki aşamalı olarak hazırlanmış ve örneklem büyüklüğü, araştırma hedefleri ve mevcut kaynaklar göz önünde bulundurularak belirlenmiştir. Araştırma, toplam 150 öğrenciye uygulanmış ancak eksik veri içeren yanıtlar analiz dışı bırakılmıştır. Sonuç olarak, 43 tane veri çalışmaya dahil edilmemiş ve analiz, yedinci sınıf (n=49) ve sekizinci sınıf (n=58) öğrencilerinin yanıtları üzerinden gerçekleştirilmiştir. Etik standartlara bağlı olarak, cinsiyet gibi öğrencilere ait kişisel bilgiler toplanmamıştır.

Veri Toplama Aracı

Bu çalışmada, ortaokul öğrencilerinin ışığın madde ile etkileşimi konusundaki kavramsal anlama düzeylerini belirlemek amacıyla "Işığın Madde ile Etkileşimi İki Aşamalı Kavramsal Anlama Testi" geliştirilmiştir. Test, Bloom taksonomisinde yer alan öğrenme seviyelerine uygun olarak hazırlanmış ve bu doğrultuda sorular tasarlanmıştır.

Kavramsal anlama testinin geliştirilmesi sürecinde, Baykul (2015) ve Treagust (1988) tarafından önerilen test geliştirme basamakları temel alınarak bir uyarlama gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda, kavramsal anlama testinin oluşturulmasına yönelik olarak dört temel aşama izlenmiştir: (a) konu içeriğinin belirlenmesi, (b) öğrencilerde mevcut olan kavram yanlışlarının tespit edilmesi, (c) kavramsal anlama testi için madde yazımı, geliştirilmesi ve testin pilot uygulamasının yapılması (d) test

maddelerine ilişkin analizlerin gerçekleştirilmesi. Bu aşamalar, testin geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olarak geliştirilmesini sağlamıştır.

a) Konu içeriğinin belirlenmesi

Araştırmanın konu içeriğinin belirlenmesi sürecinde ilk olarak, ulusal ve uluslararası alanyazın taranarak ışık konusuyla ilgili temel bilgi önermeleri oluşturulmuştur. Bu önermeler, konunun kavramsal çerçevesini belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Ardından, kavram testinin geliştirilmesine yönelik ön çalışmalar kapsamında, 7. sınıf ışığın madde ile etkileşimi ünitesine ilişkin kavram haritası hazırlanmıştır (Ek 1). Kavram haritası, kavramlar arasındaki ilişkileri bütüncül bir şekilde ortaya koyarak, testin yapısal tutarlılığını sağlamada ve artırmada önemli bir rol oynamıştır. Son olarak, kapsam geçerliliğini sağlamak amacıyla, geliştirilen önermeler ve kavram haritaları fen eğitimi alanında uzman akademisyenler ve öğretmenler tarafından incelenmiş uzman görüşleri doğrultusunda gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Bu süreç, testin hem kavramsal hem de metodolojik açıdan geçerli ve güvenilir olmasını desteklemiştir.

b) Öğrencilerin Mevcut Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi

Işık konusuna yönelik alanyazın incelendiğinde, bireylerde oldukça yaygın alternatif kavramların bulunduğu görülmektedir. Bu kapsamda, öğrencilerin sahip olduğu kavram yanılgıları derlenmiş ve bu derleme, test maddelerinin geliştirilmesi sürecinde rehber olarak kullanılmıştır. Alanyazından elde edilen ve öğrencilerde sıklıkla gözlemlenen kavram yanılgıları, Ek 2’de detaylı bir şekilde sunulmuştur. Bu adım, testin kavramsal geçerliliğini sağlamak ve öğrencilerin anlama düzeylerini doğru bir şekilde ölçebilmek açısından büyük önem taşımaktadır.

c) Testin Geliştirilmesi

Araştırma kapsamında geliştirilen iki aşamalı kavramsal anlama testi, öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerini ve olası kavram yanılgılarını tespit etmek amacıyla iki aşamalı bir yapıda tasarlanmıştır. Testin birinci aşaması, her biri üç seçeneikli çoktan seçmeli sorulardan oluşmaktadır. İkinci aşaması ise, birinci aşamada seçilen cevabın gerekçesini sorgulayan ve yine üç seçeneikli olarak hazırlanan sorulardan oluşmaktadır. Bu yapı, öğrencilerin hem bilgi düzeylerini hem de bu bilgiyi nasıl yapılandırdıklarını anlamaya olanak tanımaktadır.

Testin geliştirilmesi sürecinde, öncelikle “ışığın madde ile etkileşimi” ünitesine yönelik kavram yanılgılarını belirlemek amacıyla kapsamlı bir literatür taraması yapılmıştır. Literatürde belirlenen kavram yanılgılarının, ortaokul 7. sınıf Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (FBDÖP) kazanımları ile uyumlu olduğu tespit edilmiş ve bu yanılgıların hangi çalışmalarda rapor edildiği Ek 1’de detaylı bir şekilde sunulmuştur. Testin birinci aşamasını oluşturan çoktan seçmeli sorular, literatürde tespit edilen kavram yanılgıları dikkate alınarak literatürde tespit edilen yaygın yanılgılar temelinde 20 tanılayıcı soru hazırlanmıştır (Galili ve Hazan 2000; Chu vd., 2009; Şahin-Akyüz ve Çil 2013;). Ayrıca, testin kapsam geçerliliğini artırmak amacıyla her bir kazanım için en az iki soru oluşturulmasına özen gösterilmiştir.

Bu bağlamda geliştirilen iki aşamalı kavramsal anlama testindeki her bir sorunun ait olduğu Ek 3 de belirtke tablosu hazırlanmıştır. Aynı zamanda test maddelerinin yenilenen Bloom taksonomisi boyutlarına göre dağılımı Tablo 1’de gösterilmektedir.

Tablo 1. Kavramsal anlama testindeki soruların yenilenen bloom taksonomisine yönelik dağılımı

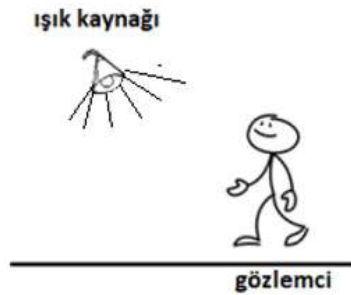
Bilişsel Süreç Boyutu

Bilgi Boyutu Hatırlama	Anlama	Uygulama	Çözümleme	Değerlendirme	Yeniden Oluşturma/Yaratma
Olgusal					
Kavramsal	1, 2, 6, 9	10, 11	19	8,	
İşlemsel	3, 4, 5, 7	12, 13, 14	18		
Üstbilişsel			15, 16, 17		20

c.1) Uzman Görüşünün alınması

İki aşamalı kavramsal anlama testi hazırlandıktan sonra, testin kapsam geçerliği ve güvenilirliğini sağlamak amacıyla uzman görüşlerine başvurulmuştur. Bu doğrultuda, test maddeleri; öğrencilerin bilişsel gelişim düzeylerine uygunluk, “Işığın Madde ile Etkileşimi” ünitesinin kazanımlarını kapsama durumu, kazanımları ölçme yeterliliği, soru köklerinin ve çeldiricilerin bilimsel doğruluğu ve tutarlılığı açısından değerlendirilmiştir. Test, 10 yıllık mesleki deneyime sahip iki fen bilimleri öğretmeni ile iki farklı devlet üniversitesinde görev yapan iki fen eğitimi alan uzmanı tarafından incelenmiştir. Uzmanlardan elde edilen veriler doğrultusunda gerekli düzenlemeler yapılmış ve test maddeleri hem öğrenme kazanımlarıyla olan uyum hem de anlaşılabilirlik düzeyi açısından revize edilmiştir. Uzman görüşleri arasında %90 oranında uyum yüzdesi sağlanmış olup bu durum, testin kapsam geçerliği açısından yeterli düzeyde olduğunu göstermektedir. Ayrıca, testin dilsel doğruluğu ve anlaşılabilirliğini değerlendirmek amacıyla bir Türkçe eğitimi uzmanının görüşüne başvurulmuş ve öneriler doğrultusunda dilsel düzenlemeler gerçekleştirilmiştir.

Uzman görüşleri sonrasında iki aşamalı kavramsal anlama testi yeniden düzenlenmiş ve yapılan değişikliklerden bazı örnekler aşağıda verilmiştir.



Şekilde gibi gün boyu ışık açık bırakılıyor ve durum sonucunda ışık ışınları ile ilgili aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

- A) Işık ışınları ampulün üzerinde kalır.
- B) Resimdeki çocuğa kadar gelebilir daha fazla ilerleyemez.
- *C) Işık ışınları bir cisme çarpma kadar ilerler.

Cevabı seçmemin sebebi şu:

- *I. Işık ışınları ampulden her yöne doğru hareket eder.
- II. Işık gün boyunca hiç hareket etmez. (Kaçan, 2008)
- III. Işık geceleri gündüze göre daha uzağa gider. (Kaçan, 2008)

Şekil 2. Örnek uzman görüşü sonrası düzeltme.

Resimde yer alan çocuğun da bir cisim olarak kabul edilebileceğine yönelik olası kavram yanılgılarını önlemek amacıyla, görsele ek olarak başka bir şekil daha eklenmiş ve böylece öğrencilerin ‘cisim’ kavramını yalnızca canlı varlıklarla sınırlı düşünmelerinin önüne geçilmek istenmiştir. Uzman görüşleri doğrultusunda revize edilen iki aşamalı kavramsal anlama testinin son hali, pilot uygulama aşamasına geçilmeden önce 7. sınıf düzeyindeki 10 öğrenciye uygulanmıştır. Bu uygulama, test maddelerinin anlaşılabilirliği, yazım hataları ve uygulanabilirliği açısından öğrenci geri bildirimlerinin alınmasını amaçlamıştır. Öğrencilerden alınan geri bildirimler doğrultusunda, testteki soruların genel olarak anlaşılır olduğu, öğrencilerin soruları okurken herhangi bir zorluk yaşamadıkları ve anlamadıkları bir nokta olmadığı tespit edilmiştir. Bu bulgular, testin dilsel açıdan uygun ve öğrencilerin bilişsel düzeylerine uygun olduğunu göstermektedir.

c.2) Pilot uygulamanın gerçekleştirilmesi

Geliştirilen iki aşamalı kavramsal anlama testi, geçerlik ve güvenilirlik analizlerinin yapılabilmesi amacıyla belirlenen bir örneklem grubuna uygulanmıştır. Uzman görüşleri doğrultusunda revize edilen test, 2023-2024 eğitim-öğretim yılının ikinci döneminde toplam 150 yedinci ve sekizinci sınıf öğrencisi

üzerinde pilot uygulamaya tabi tutulmuştur. Uygulama sonrasında elde edilen veriler üzerinde istatistiksel analizler gerçekleştirilmiş ve testin geçerlik-güvenirlik katsayıları hesaplanmıştır.

Verilerin Analizi

İki aşamalı kavramsal anlama testinin güvenirlik çalışmaları kapsamında, testin iki aşamalı yapısı göz önünde bulundurularak öncelikle birinci aşamadaki çoktan seçmeli sorulara ilişkin madde analizi ve KR-20 iç tutarlılık güvenirlik katsayısı hesaplanmıştır. Test maddelerinin güçlük indeksleri birbirinden farklılık gösterdiğinden, klasik test kuramına dayalı iç tutarlılık analizinde KR-20 değeri tercih edilmiştir (Can, 2017). Bunun yanı sıra, testin birinci ve ikinci aşamaları birlikte değerlendirilerek elde edilen veriler üzerinden Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı hesaplanmış ve iki aşamalı yapının genel tutarlılığı incelenmiştir. Araştırma kapsamında geliştirilen Kavramsal Anlama Testinin yapı geçerliliğini değerlendirmek amacıyla doğrulayıcı faktör analizi (DFA) uygulanmıştır. Analizler AMOS 17 programı kullanılarak gerçekleştirilmiş ve testin kuramsal olarak öngörülen üç faktörlü yapısal modelinin veriyle uyum düzeyi incelenmiştir. Ayrıca, testin ölçme güvenirliğini daha derinlemesine değerlendirmek amacıyla, madde düzeyindeki uygunluk ve ayırt edicilik düzeylerini ortaya koymak üzere Rasch modeli ile analiz gerçekleştirilmiştir. Rasch analizi, testin yapısal geçerliği ve maddelerin ölçeğe uygunluğu açısından ek bulgular sunarak, testin psikometrik özelliklerinin daha kapsamlı şekilde değerlendirilmesine katkı sağlamıştır. İki aşamalı kavramsal anlama testinin birinci aşamasından elde edilen verilerin analizinde, doğru yanıtlar 1 puan, yanlış ve boş yanıtlar ise 0 puan olarak kodlanmıştır.

Tablo 2. Kavram öğrenme düzeyi değerlendirme kriterleri ve puanlama sistemi.

Puan	Kategori	Değerlendirme Kriterleri
0	Cevap Yok	Katılımcı herhangi bir cevap vermemiştir
0	İşaretleme Yapılmamış/Geçersiz	Çoklu seçenek işaretlenmiştir (geçersiz cevap)
1	Tek Doğru Cevap	Yalnızca bir doğru cevap verilmiştir

1. Rasch Analizi ile Yapısal Değerlendirme

Ölçme aracının psikometrik özelliklerini incelemek amacıyla Rasch analizi uygulanmıştır. Bu analiz kapsamında, testin tek boyutluluğu çeşitli istatistiksel yöntemlerle incelenmiş ve ölçüm modeline uygunluğu değerlendirilmiştir. Kişi-madde uyum istatistikleri, güvenirlik analizleri ve görselleştirme teknikleri kullanılarak elde edilen bulgular sunulmuştur. Ayrıca, standartlaştırılmış analizler yardımıyla ölçeğin çok boyutlu yapısı araştırılmıştır.

2. Ölçeğin Geçerliliğine İlişkin Bulgular

Ölçeğin geçerliğini incelemek üzere kapsamlı faktör analizleri gerçekleştirilmiştir. Açıklayıcı faktör analizi sonuçları, ölçeğin temel yapısını ortaya koymak için kullanılmıştır. Verilerin analize uygunluğu çeşitli istatistiksel testlerle doğrulanmış ve faktör yapısı detaylı şekilde incelenmiştir. Faktörler arasındaki ilişkiler, korelasyon analizleriyle değerlendirilerek ölçeğin yapısal bütünlüğü hakkında bilgiler sunulmuştur.

3. Ölçeğin Güvenirliğine İlişkin Bulgular

Ölçeğin güvenirliğini belirlemek amacıyla iç tutarlılık analizleri yapılmıştır. Farklı istatistiksel yöntemler kullanılarak hem ölçeğin geneli hem de alt boyutları için güvenirlik değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca, doğrulayıcı faktör analizi ile önerilen modelin uyum değerleri incelenmiş ve ölçeğin geçerli yapısı çeşitli uyum indeksleriyle desteklenmiştir.

Bu sistematik sunum, ölçme aracının psikometrik özelliklerinin kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesine olanak sağlamış ve araştırma bulgularının açık ve anlaşılır bir biçimde aktarılmasını desteklemiştir. Her bir analiz yöntemi, ölçeğin farklı boyutlarını incelemek amacıyla özenle seçilmiş ve titizlikle uygulanmıştır. Toplanan veriler öncelikle Rasch analizine tabi tutulmuş,

böylece ölçeğin boyutsal yapısı değerlendirilmiştir. Ardından, veriler SPSS 20 programına aktarılmış ve gerekli istatistiksel işlemler için hazır hale getirilmiştir. Elde edilen bulgular, araştırmanın amacına uygun olarak üç alt başlık altında sistematik bir biçimde sunulmuştur.

Pilot uygulamadan elde edilen veriler üzerinde madde analizi yapılarak, testteki maddelerin madde güçlük indeksi (p) ve madde ayırt edicilik indeksi (d) değerleri hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar için öğrenci puanları büyükten küçüğe doğru sıralanmış ve öğrenci sayısının %27'si kadar alt ve üst gruplar oluşturulmuştur. Alt ve üst gruplar belirlendikten sonra, madde güçlüğü ($p = (Dü + Da) / 2N$) ve madde ayırt ediciliği ($d = (Dü - Da) / N$) formülleri kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Bu formüllerde; p: madde güçlüğü, d: madde ayırt ediciliği, Dü: maddeyi doğru cevaplayan üst grup öğrenci sayısı, Da: maddeyi doğru cevaplayan alt grup öğrenci sayısı ve N: toplam öğrenci sayısını ifade etmektedir (Baykul, 2021; Gönen, Kocakaya, & Kocakaya, 2011; Özçelik, 2010).

Tüm bu analizlerin yanı sıra, testin ölçtüğü yapının tek boyutlu olup olmadığını belirlemek ve ölçme aracının madde performanslarını daha ayrıntılı biçimde değerlendirmek amacıyla Rasch modeline dayalı boyut analizi gerçekleştirilmiştir. Bu analiz ile testin yapısal geçerliği desteklenmiş ve madde uyum indeksleri incelenerek ölçme aracının psikometrik özellikleri güçlendirilmiştir.

BULGULAR

Çalışmanın bulguları üç temel bölüm halinde yapılandırılarak sunulmuştur:

1) Rasch ile boyut analizi

Bu çalışmada, kavramsal anlama testinin boyutlarını incelemek amacıyla Rasch modeli temel alınarak çok boyutlu analiz yöntemleri kullanılmıştır. Rasch analizi, verilerde gözlemlenen yanıt deseninin, modelin beklediği teorik desene karşılık gelip gelmediğini değerlendirerek verilerin modelle uyushup uyuşmadığını test etmektedir (Tennant ve Conaghan, 2007). Aynı zamanda analiz sürecinde, testin tek boyutlu olup olmadığı veya birden fazla boyuta sahip olup olmadığı, standartlaştırılmış artık varyans ve temel bileşenler analizi (PCA) ile incelenmiştir.

Rasch analizinden elde edilen sonuçlara göre model veri uyumunun sağlanması ile ilgili olarak iki aşamalı kavramsal anlama testinde bulunan 20 maddeyi cevaplayan 107 öğrenci için özet istatistikler Tablo 3'te gösterilmektedir.

Tablo3. Kişi ve madde ölçümlerine ilişkin betimleyici istatistikler ve rasch analizi sonuçları.

Ölçüm Türü	Ham Puan	SD	Rasch Puanı	SD	Uyum İçi	Uyum Dışı	Ayırıcılık (S)	Güvenilirlik (R)
Kişi Ölçümleri (N=107)	60.0	9.2	54.53	5.40	1.02	0.99	1.49	.69
Madde Ölçümleri (N=20)	320.9	52.6	50.00	4.32	1.01	0.99	4.12	.94

Tablo 3'te görüldüğü gibi Rasch kişi güvenirliği .69 olarak hesaplanmıştır. Rasch kişi güvenirliği, kişilerin ölçüm süreci boyunca tahmini konumlarına (lokasyonlarına) dayalı olarak hesaplanır. Bu değer, Cronbach's Alpha katsayısına benzer bir şekilde ölçüm tutarlılığını gösterir; ancak genellikle Cronbach's Alpha'dan daha düşük çıkar. Bunun nedeni, Rasch güvenirlik hesaplamalarının uç değerleri (aşırı yüksek veya düşük puanlar) içermemesidir. Bu durum, ölçümün daha hassas ve gerçekçi bir şekilde değerlendirilmesini sağlar (Bond & Fox, 2007; Linacre, 2014).

Madde güvenirliği ise .94 olarak hesaplanmıştır. Bu yüksek değer, maddelerin iç tutarlılığının çok iyi olduğunu ve ölçme aracının güvenilir bir şekilde çalıştığını gösterir. İç tutarlılık, maddelerin aynı yapıyı ölçtüğünü ve birbiriyle uyumlu olduğunu ifade eder (Bond & Fox, 2007).

Uyum içi (infit) ve uyum dışı (outfit) istatistikler incelendiğinde, bu değerlerin 1'e yakın olması, veri toplama aracının uygulandığı örnekleme uyumlu olduğunu gösterir. Ayrıca, bu durum tüm maddelerin ve yanıtlayıcıların tek bir yapıyı ölçtüğünü ve ölçme aracının geçerli olduğunu desteklemektedir (Bond & Fox, 2007).

Kişi ve madde haritası (Wright Map), Rasch analizinde kişilerin yetenek seviyeleri ile maddelerin zorluk seviyelerini aynı ölçek üzerinde gösteren bir görseldir (bkz. Şekil 2). Bu harita, kişilerin ve maddelerin ölçek üzerindeki konumlarını anlamak için kullanılır. Bu çalışmada, 107 kişi (person) ve 20 madde (item) üzerinde Rasch analizi gerçekleştirilmiştir. Analizler, WINSTEPS 4.8.2.0 yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Kişi-madde haritası (Wright Map), ölçüm ölçeği boyunca kişilerin yetenek seviyeleri ile maddelerin zorluk seviyelerini aynı ölçek üzerinde görselleştirmektedir. Bu harita, kişilerin ve maddelerin ölçek üzerindeki konumlarını anlamak ve ölçme aracının geçerliliğini değerlendirmek için kullanılmıştır (Bond & Fox, 2007).

Wright Map Haritasında Kişi ve Madde Dağılımı

Wright Map haritasında Kişi-madde haritasında, ölçüm değeri (Measure) yüksek olan kişiler ve maddeler üstte, düşük olanlar ise altta yer almaktadır. Bu dağılıma göre:

Yüksek ölçüm değerine sahip kişiler (örneğin, 60 ve üzeri), daha yetkin veya güçlü yanıtlar vermiş olarak değerlendirilmiştir. Bu kişiler, ölçeğin üst kısımlarında yer alan daha zorlu maddelere başarıyla yanıt verebilmiştir.

Düşük ölçüm değerine sahip kişiler (örneğin, 50 ve altı), görece daha az başarılı veya düşük yeterlilik düzeyine sahip olarak değerlendirilmiştir. Bu kişiler, genellikle ölçeğin alt kısımlarında yer alan daha kolay maddelere yanıt verebilmiştir.

Wright Map Haritasında Maddelerin Zorluk Seviyeleri

Maddeler, S1, S2, ..., S20 şeklinde kodlanmıştır ve ölçüm ölçeği boyunca belirli değerlerde yerleştirilmiştir. Örneğin:

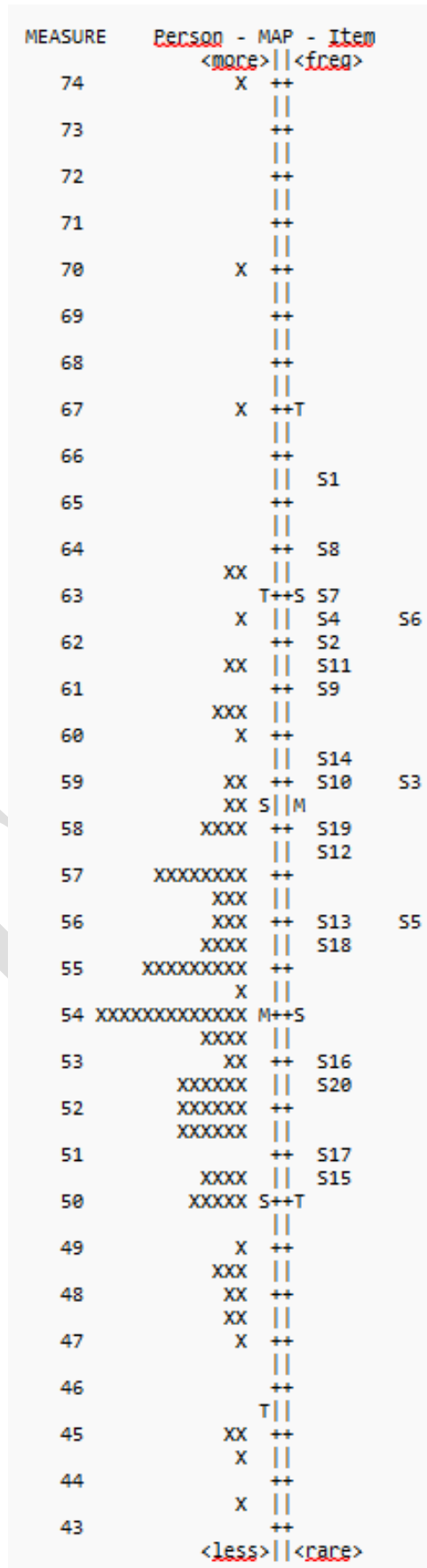
S15 ve S17 maddeleri, 58 ölçüm değerinde yer alarak görece daha zorlu maddeler olarak sınıflandırılmıştır.

S9 maddesi, 48 ölçüm değerinde yer alarak orta düzeyde bir zorluk seviyesine sahiptir.

S1 maddesi, 43 ölçüm değerinde yer alarak daha kolay bir madde olarak değerlendirilmiştir.

Kişi-madde haritası (Şekil 2), maddelerin zorluk seviyeleri hakkında net bir fikir verirken, ölçme aracının farklı yetenek düzeylerindeki kişileri ayırt etme konusunda etkili olduğunu göstermektedir. Haritaya göre, daha üstte yer alan kişiler (yüksek yetenek seviyesine sahip olanlar) zorlu maddelere başarıyla yanıt verebilirken, daha altta yer alan kişiler (düşük yetenek seviyesine sahip olanlar) genellikle daha kolay maddelere yanıt verebilmiştir. Bu uygunluk, ölçme aracının geçerli ve kullanışlı olduğunu desteklemektedir.

Rasch analizinde, ölçeğin tek boyutlu olup olmadığını test etmek için **standartlaştırılmış artık varyans analizi** (standardized residual variance analysis) yapılır. Bu analiz, ölçeğin tek bir yapıyı ölçüp ölçmediğini belirlemeye yardımcı olur. Yapılan analiz sonucunda, toplam varyansın %30.1'i ölçümler tarafından açıklanmıştır. Bu, ölçeğin ölçmek istediği yapıyı kısmen açıkladığını göstermektedir. Ancak, açıklanamayan varyansın %69.9 olması, ölçeğin tek boyutluluğunu sorgulatmaktadır. Bu durum, ölçeğin birden fazla boyutu ölçüyor olabileceğine işaret etmektedir. Ayrıca, **PCA (Principal Component Analysis)** kontrastları kullanılarak, ölçeğin tek boyutluluğu daha detaylı incelenmiştir. İlk kontrastta açıklanamayan varyansın %8.2 olması, ölçeğin tek boyutluluğunu destekleyen bir bulgu olarak yorumlanabilir. Ancak, ikinci ve üçüncü kontrastlarda açıklanamayan varyansın artması, ölçeğin birden fazla boyutu ölçüyor olduğunu göstermektedir.



Şekil 2. Madde ve kişi haritası (Wright Map)

a. Birinci Faktör

Birinci faktör, ölçeğin ana boyutunu temsil eder. Bu faktörde, açıklanamayan varyansın %8.2 olması, ölçeğin ana boyutunun güçlü olduğunu göstermektedir. Ancak, bu varyansın %11.8'e kadar çıkması, ölçeğin tek boyutluluğunu sorgulamakta birden fazla boyutunun olabileceğini göstermektedir.

b. İkinci ve Üçüncü Faktörler

İkinci ve üçüncü faktörlerde açıklanamayan varyansın sırasıyla %6.4 ve %5.7 olması, ölçeğin ek boyutlarının da önemli olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, ölçeğin birden fazla boyutu ölçüyor olabileceğine işaret etmektedir. Özellikle, ikinci ve üçüncü kontrastlarda yüksek korelasyonların bulunması, bu boyutların ölçeğin yapısında önemli bir rol oynadığını düşündürmektedir. Bu verilere göre kavramsal anlama testi ölçeğinin birden fazla boyuta sahip olduğunu elde edilen PCA analizlerine göre ölçeğin 3 boyutta olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda kavramsal anlama testi ölçeğinin 3 boyutta incelenerek 3 faktör altında sorular analiz edilmiştir. 1. Faktör Işığın soğurulması 2. Faktör Aynalar 3. Faktör ise ışığın kırılması ve mercekler olarak açıklanmıştır.

2) Ölçeğin Geçerliğine İlişkin Bulgular

Bu bölümde iki aşamalı kavramsal anlama testi ölçeğinin geliştirilmesi sürecine ilişkin açıklayıcı ve doğrulayıcı faktör analizleri ile güvenirlik analizlerinin bulguları sunulmuştur.

Açıklayıcı faktör analizinde önce, örneklem büyüklüğünün faktörleştirmeye uygun olup olmadığını belirlemek için KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) testi uygulanmıştır. Analiz sonucunda KMO değerinin .695 çıktığı görülmüştür. KMO katsayısının .60 ile .70 arasında olması, örneklem büyüklüğünün "orta düzeyde uygun" olduğunu göstermektedir (Şencan, 2005; Tavşancıl, 2005). Diğer yandan, verilerin faktör analizine uygun kabul edilebilmesi için Bartlett testi sonucunun anlamlı olması gerekmektedir (Büyüköztürk, 2003; Field, 2005; Şencan, 2005; Tavşancıl, 2005). Ölçeğin Bartlett küresellik testi sonuçları ($\chi^2(91) = 250.563$; $p < .001$) anlamlı bulunmuştur. Elde edilen bu değerler, veri setinin faktörleştirmeye uygun olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlara göre, örneklem büyüklüğünün faktör analizi için orta düzeyde uygun olduğu ve verilerin faktör analizi yapmaya elverişli olduğu sonucuna varılmıştır.

Faktör analizi, birbirleriyle ilişkili çok sayıda değişkeni daha az sayıda yeni faktörler altında gruplayarak, değişken sayısını azaltmayı amaçlayan bir istatistiksel tekniktir (Ural & Kılıç, 2006; Çokluk, Şekercioğlu, & Büyüköztürk, 2010). Bu analiz, ölçek maddelerinin altında yatan temel yapıyı ortaya çıkarmak ve bu yapıyı daha anlamlı ve yorumlanabilir hale getirmek için kullanılır. Bu çalışmada, faktör analizi Temel Bileşenler Analizi (Principal Component Analysis- PCA) ve Varimax Döndürme (Varimax Rotation) teknikleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Temel Bileşenler Analizi, değişkenler arasındaki varyansı maksimize ederek, veri setinin temel bileşenlerini ortaya çıkarmayı hedefler. Varimax döndürme ise, faktör yüklerini daha net ve yorumlanabilir hale getirmek için kullanılan bir döndürme tekniğidir. Bu teknik, faktörlerin birbirinden bağımsız olmasını sağlayarak, her bir maddenin hangi faktöre daha güçlü bir şekilde yüklendiğini belirlemeye yardımcı olur (Field, 2005; Tavşancıl, 2005).

Faktör yükleri .40'ın üzerinde olan maddeler dikkate alınmış ve bu kriteri karşılamayan maddeler analizden çıkarılmıştır. Faktör yük değerinin 0.40 ve üstü olması madde seçimi için iyi bir ölçüt kabul edilmektedir (Nunnally ve Bernstein, 1994). Bazı maddelerin bileşenler matrisindeki faktör yüklerinin 0.30'dan küçük olması veya farklı faktörlerde yer alan yüklerinin arasındaki farkın 0.10'dan küçük olmasından dolayı bu maddeler çıkarılmış ve analiz tekrar edilmiştir (Çokluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk, 2012). Elde edilen faktör yükleri, .508 ile .637 arasında değişmekte olup, bu değerler ölçek maddelerinin faktörlere yeterli düzeyde yüklendiğini göstermektedir (Nunnally ve Bernstein, 1994). Yapı geçerliliğini bozan maddeler atıldıktan sonra faktör yükleri tekrar hesaplanmış, elde edilen dik döndürülmüş (varimax) bileşen matrisi (faktör analizi sonuçları) Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. Ölçeğin faktör analizi sonuçları ve açıklanan varyans değerleri.

Madde No	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3	Ortak Varyans	Öz Değer	Açıklanan (%)	Varyans
S1	.566	—	—	.360	3.338	23.844	
S2	.701	—	—	.574	1.450	10.358	
S3	.628	—	—	.570	1.368	9.770	
S6	.589	—	—	.497	1.073	7.665	
S7	.528	—	—	.397	0.994	7.101	
S8	—	.613	—	.478	0.952	6.798	
S10	—	.441	—	.266	0.915	6.536	
S12	—	.529	—	.440	0.779	5.563	
S14	—	.613	—	.434	0.605	4.319	
S19	—	.537	—	.322	0.356	2.543	
S13	—	—	.640	.470	0.721	5.149	
S15	—	—	.802	.659	0.549	3.923	
S16	—	—	.447	.316	0.464	3.314	
S20	—	—	.579	.372	0.436	3.115	

Toplam Açıklanan Varyans: %43.973

Faktör analizi sonucunda, öz değeri 1'den büyük üç faktör altında toplandığı, bu faktörler toplam varyansın %43.973'ünü açıklamaktadır. Çok boyutlu ölçeklerde varyansın %40 ile %60 arasında olması yeterli görülmektedir (Tavşancıl, 2005). Bu sonuçlar ölçek için toplam varyansın yeterli olduğunu göstermektedir. Yapılan analizler sonucunda faktör yükleri, özdeğerler ve varyanslar dikkate alındığında, ölçeğin 3 faktörlü bir yapıya sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Her bir faktör için Tablo 2'de verilen madde ifadeleri göz önüne alınarak Faktör 1: Işığın Soğurulması, Faktör 2: Aynalar, Faktör 3: Işığın Kırılması ve Mercekler olarak isimlendirilmiştir.

Faktörlerin birbirleriyle ve ölçeğin kendisiyle ilişkilerini incelemek için Pearson Kolerasyonu değerlerine bakılmıştır (Tablo 5).

Tablo 5. İki aşamalı kavramsal anlama testi faktörleri arasındaki pearson korelasyon katsayıları.

Değişkenler	Ölçek	Faktör1: Işığın Soğurulması	Faktör:2 Aynalar	Faktör 3: Işığın Kırılması ve Mercekler
Ölçek	—	.754*	.688*	.703*
Işığın Soğurulması	.754*	—	.365*	.343*
Aynalar	.688*	.365*	—	.322*
Işığın Kırılması ve Mercekler	.703*	.343*	.322*	—

Not. *p < .01

Tablo 5'te görüldüğü gibi, tüm faktörlerin birbirleriyle ve ölçeğin geneliyle anlamlı düzeyde pozitif yönde ilişkili olduğu görülmektedir (Büyüköztürk, 2002). Faktörler arasındaki korelasyon değerleri .322 ile .754 arasında değişmektedir.

3) Ölçeğin Güvenirliğine İlişkin Bulgular

Bu bölümde, geliştirilen ölçeğin güvenirlik analizlerine ilişkin bulgular sunulmuştur. Ölçeğin güvenirliğini değerlendirmek amacıyla Cronbach's Alpha iç tutarlılık katsayısı hesaplanmış ve madde analizleri yapılmıştır.

Aşağıda, 14 maddelik kavramsal anlama testine ait güvenirlik analizi sonuçları Tablo 6 da sunulmuş ve yorumlanmıştır. Analizler, testin iç tutarlılığını değerlendirmek amacıyla **Cronbach's Alpha** katsayısı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Tablo 6. 14 Maddelik kavramsal anlama testinin güvenirlik analizi sonuçları.

Ölçek/Faktörler	Cronbach's α	Madde Sayısı	Yorumlama
Tüm Test (14 Madde)	0.739	14	Kabul edilebilir düzeyde güvenirlik ($\alpha > .70$)
Işığın Soğurulması	0.640	5	Sınırdaki kabul edilebilirlik ($\alpha \approx .60$)
Aynalar	0.581	5	Düşük güvenirlik ($\alpha < .60$)
Işığın Kırılması ve Mercekler	0.566	4	Düşük güvenirlik ($\alpha < .60$)

Ölçeğin psikometrik özelliklerini değerlendirmek amacıyla yapılan iç tutarlılık analizleri sonucunda, 14 maddeden oluşan ölçeğin tamamı için Cronbach's alpha katsayısı .739 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, ölçeğin genelinde kabul edilebilir düzeyde bir iç tutarlılığa sahip olduğunu göstermektedir ($\alpha > .70$).

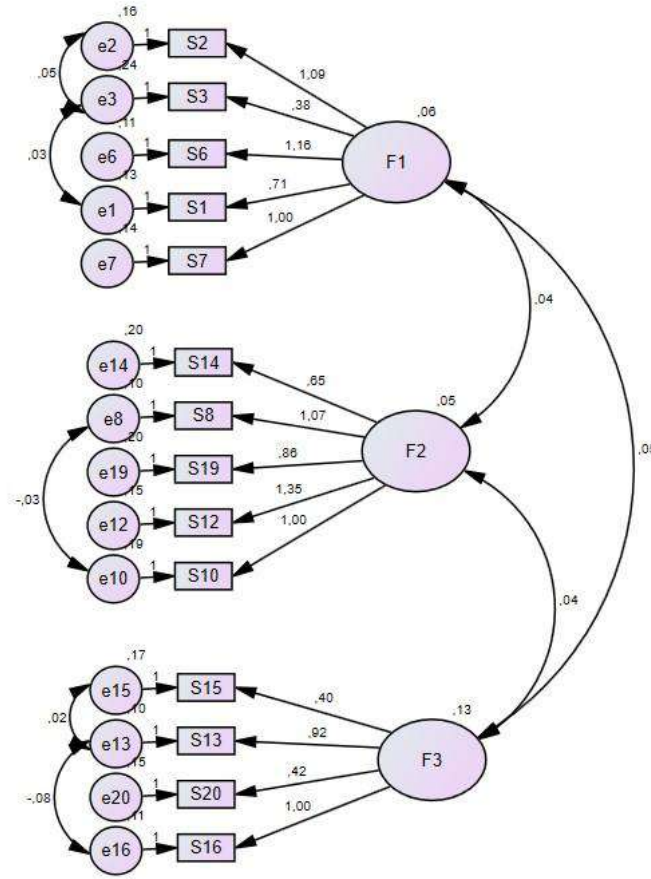
Faktör bazında yapılan analizlerde ise şu sonuçlar elde edilmiştir:

Faktör 1 (S2, S3, S6, S1, S7 maddelerinden oluşan "Işığın Soğurulması" alt boyutu) için hesaplanan Cronbach's alpha değeri .640 olarak bulunmuştur. Bu sonuç, alt boyutun sınırdaki kabul edilebilir düzeyde bir iç tutarlılığa sahip olduğunu göstermektedir (Tabachnick ve Fidell, 2007).

Faktör 2 (S14, S8, S19, S12, S10 maddelerinden oluşan "Aynalar" alt boyutu) için iç tutarlılık katsayısı .581 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, alt boyutun iç tutarlılık düzeyinin kabul edilebilir sınırların altında kaldığını göstermektedir.

Faktör 3 (S15, S13, S20, S16 maddelerinden oluşan "Işığın Kırılması ve Mercekler" alt boyutu) için ise Cronbach's alpha değeri .566 olarak bulunmuştur. Bu sonuç, alt boyutun da yeterli iç tutarlılık düzeyine ulaşamadığını göstermektedir.

Araştırma kapsamında geliştirilen Kavramsal Anlama Testinin yapı geçerliliğini belirlemek amacıyla doğrulayıcı faktör analizi (DFA) uygulanmıştır. DFA sonuçları, ölçme aracının "Işığın Soğurulması", "Aynalar" ve "Işığın Kırılması ve Mercekler" olmak üzere üç faktörden oluşan yapısal modelinin veriyle istatistiksel olarak anlamlı ve uyumlu olduğunu göstermektedir (Şekil 3) Analizler AMOS 17 programı aracılığıyla gerçekleştirilmiştir ve bu analiz yöntemi, gözlenen değişkenler ile kuramsal olarak öngörülen yapılar arasındaki ilişkiyi test etmede etkili bir tekniktir (Brown, 2015).



Şekil 3. Kavramsal anlama testine ait doğrulayıcı faktör analizi modeli.

Tablo 7. DFA'ya göre kavramsal anlama testi faktör yapısı ve standartlaştırılmış yük değerleri.

Faktör	Maddeler	Yük Aralığı	Ortalama Yük	Açıklanan Varyans
Işığın Soğurulması	S1, S2, S3, S6, S7	.62-.78	.71	%58.3
Aynalar	S8, S10, S12, S14, S19	.54-.83	.69	%52.7
Işığın Kırılması ve Mercekler	S13, S15, S16, S20	.58-.81	.72	%60.1

Not: Tüm yük değerleri $p < .001$ düzeyinde anlamlıdır.

Model yapısı ve faktör yükleri incelendiğinde (Tablo 7) Işığın Soğurulması faktörü S1, S2, S3, S6 ve S7 maddelerinden; Aynalar faktörü S8, S10, S12, S14 ve S19 maddelerinden; Işığın Kırılması ve Mercekler faktörü ise S13, S15, S16 ve S20 maddelerinden oluşmaktadır. Her bir madde, ait olduğu faktöre yüksek ve anlamlı faktör yükleriyle bağlanmış, çapraz yüklenme gözlenmemiştir. Bu durum, her bir maddenin özgül kavramları temsil etme gücünün yüksek olduğunu ve geçerliliğini desteklediği göstermektedir (Brown, 2015; Byrne, 2016).

Tablo 8. Model uyum istatistikleri.

Uyum İndeksi	Değer	Kabul Kriteri	Yorum
χ^2 (sd)	70.867 (69)	$p > .05$	Uyumlu
χ^2/sd	1.027	< 2	Mükemmel
RMSEA	.016	$< .08$	Mükemmel
SRMR	.013	$< .08$	Mükemmel
CFI	.989	$> .95$	Mükemmel
TLI	.986	$> .95$	Mükemmel
GFI	.920	$> .90$	Kabul edilebilir
AGFI	.879	$> .85$	Kabul edilebilir

Modelin uyum iyiliği indeksleri incelendiğinde (Tablo 8), Ki-kare değerinin anlamlı olmadığı görülmektedir ($\chi^2 = 70.867$, $sd = 69$, $p = .415$). Ki-kare/serbestlik derecesi oranı ($\chi^2/sd = 1.027$) < 2 kriterini karşılamakta ve bu durum modelin mükemmel uyum gösterdiğine işaret etmektedir (Kline, 2016). RMSEA = .016 ve RMR = .013 değerleri, hata terimlerinin çok düşük olduğunu göstermekte; GFI = .920, AGFI = .879, CFI = .989, TLI = .986 ve IFI = .990 değerleri ise modelin genel yapısal uyumunun oldukça yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle CFI ve TLI gibi görece uyum indekslerinin .95 üzerinde olması, modelin güçlü bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir (Hu ve Bentler, 1999).

Modelin sadelik düzeyini yansıtan PNFI = .555 ve PCFI = .750 değerleri, yapının açıklayıcılığı ile ekonomiklik arasında uygun bir denge sağladığını göstermektedir. Ek olarak, ECVI = 1.348; AIC = 142.867, BCC = 154.735 ve BIC = 239.089 değerleri, test edilen modelin daha az karmaşık ve tercih edilebilir olduğunu göstermektedir (Schumacker ve Lomax, 2010). Örneklem büyüklüğünün yeterliliğini gösteren Hoelter indeksi, .05 düzeyinde 134 ve .01 düzeyinde 149 olarak bulunmuştur. Bu değerler, örneklem sayısının modelin genel güvenilirliği açısından yeterli olduğunu göstermektedir (Hoelter, 1983).

Elde edilen bulgular, Kavramsal Anlama Testinin üç boyutlu yapısının kuramsal temele dayalı olarak geliştirildiğini ve psikometrik açıdan geçerli bir yapı sunduğunu ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, testin "Işığın Soğurulması", "Aynalar" ve "Işığın Kırılması ve Mercekler" kavramlarını bütüncül ve güvenilir bir şekilde ölçtüğü söylenebilir.

TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, ortaokul öğrencilerinin "Işığın Madde ile Etkileşimi" ünitesine yönelik kavramsal anlamalarını ve sahip oldukları kavram yanlışlarını belirlemeye yönelik geçerli ve güvenilir bir iki aşamalı kavramsal anlama testi geliştirilmiştir. Testin geçerlik ve güvenilirlik analizleri, ölçme aracının fen eğitimi alanında kullanılabilecek nitelikte olduğunu ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular, testin üç faktörlü bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir: "Işığın Soğurulması", "Aynalar" ve "Işığın Kırılması ve Mercekler". Bu faktörler, öğrencilerin kavramsal anlayışlarını bütüncül bir şekilde değerlendirmeye olanak sağlamıştır. Geliştirilen kavramsal anlama testinin fen eğitiminde öğrencilerin kavramsal anlayışlarını tanılamak ve ölçmek için yeterli geçerlik ve güvenilirliğe sahip olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmada geliştirilen iki aşamalı kavramsal anlama testinin geçerlik ve güvenilirlik analizleri, ölçme aracının psikometrik açıdan güçlü bir yapıya sahip olduğunu ortaya koymuştur. Rasch analizi sonuçlarına göre madde güvenilirliği .94 gibi oldukça yüksek bir düzeyde bulunmuş, bu durum test maddelerinin iç tutarlılığının yüksek olduğunu göstermiştir. Bu bulgu, Bond ve Fox'un (2007) belirttiği gibi, maddelerin ölçtüğü yapıyla tutarlı şekilde davrandığını ve testin güvenilir bir ölçme aracı olduğunu

göstermektedir. Kişi güvenilirliğinin .69 düzeyinde kalması ise, Linacre'ın (2014) vurguladığı gibi, bireyler arası ayırt ediciliğin daha fazla maddeyle geliştirilebileceğine işaret etmektedir.

Rasch analizinden elde edilen tek boyutluluk verileri, testin kısmen bu varsayımı sağladığını ancak üç ayrı kavramsal boyutun “Işığın Soğurulması”, “Aynalar” ve “Işığın Kırılması ve Mercekler” daha açıklayıcı bir yapı sunduğunu ortaya koymuştur. Bu bulgu, ışık konusundaki kavramların birbirinden bağımsız değilse de pedagojik olarak ayrı alt yapılar halinde ele alınması gerektiğine ilişkin alanyazınla (Galili ve Hazan, 2000; Anıl ve Küçüközer, 2017) örtüşmektedir.

Açımlayıcı Faktör Analizi (AFA) ve Doğrulamalı Faktör Analizi (DFA) sonuçları da testin üç faktörlü yapısını güçlü bir şekilde destekleyerek, toplam varyansın %43.97'sini açıklamıştır. Bu oran eğitim bilimleri alanındaki literatürde yapısal geçerlilik açısından yeterli kabul edilmektedir (Tavşancıl, 2005). Faktörler şu şekilde adlandırılmıştır:

1. Işığın Soğurulması (%23.84),
2. Aynalar (%10.36),
3. Işığın Kırılması ve Mercekler (%9.77).

Doğrulamalı Faktör Analizi (DFA) bulguları ise, her bir maddenin yalnızca ait olduğu faktöre yüksek ve anlamlı yüklerle bağlandığı, çapraz yüklemelerin gözlenmediği ve bu durumun modelin teorik yapısıyla örtüştüğü tespit edilmiştir. Bu bağlamda, Açımlayıcı Faktör Analizinde düşük yük değerine veya çift faktöre yakın yüklenen maddelerin elenmesiyle elde edilen daha net faktör yapısı, DFA sonuçlarının güçlü uyum indeksleriyle (CFI = .989, RMSEA = .016, $\chi^2/sd = 1.027$) desteklenmiş ve ölçeğin üç boyutlu yapısının geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu değerler, modelin teorik yapı ile yüksek düzeyde örtüştüğünü ve ölçeğin geçerliğini güçlü biçimde desteklediğini ortaya koymaktadır (Hu & Bentler, 1999; Brown, 2015).

Ölçeğin genel Cronbach's Alpha değeri .739 olup, kabul edilebilir bir iç tutarlılığa işaret etmektedir. Ancak alt boyutlara ait güvenilirlik değerleri daha düşük çıkmıştır (Aynalar: .581; Işığın Kırılması: .566). Bu durumun başlıca nedeni, her bir alt faktörde yer alan madde sayısının sınırlı olması olabilir. Literatürde, çok boyutlu yapılarda alt ölçeklerin güvenilirlik katsayılarının daha düşük olabileceği bildirilmiştir (Tabachnick & Fidell, 2007).

Geliştirilen iki aşamalı yapı, öğrencilerin sadece doğru cevaba ulaşmalarını değil, aynı zamanda bu bilgiye nasıl ulaştıklarını, sahip oldukları gerekçeleri ve akıl yürütme süreçlerini de ortaya koymaktadır. Bu yaklaşım, Treagust (1988) ve Karataş, Köse ve Coştu (2003) tarafından geliştirilen iki aşamalı testlerin işlevselliğine yönelik bulgularla örtüşmekte; tanılayıcı değerlendirme süreçlerinde öğrencilerin kavramsal yapılarının daha derinlemesine analizine olanak tanımaktadır.

Ayrıca, testin çok boyutlu yapısının teorik temellere dayanması ve bu yapının empirik verilerle desteklenmesi, kavramsal öğrenmenin alanlara özgü şekilde yapılandırılması gerektiği yönündeki yaklaşımları (Chi, Slotta & de Leeuw, 1994; Duit & Treagust, 2003) güçlendirmektedir. Özellikle ışığın soğurulması, yansıması ve kırılması gibi kavramların öğrenciler tarafından farklı bağlamlarda farklı şekilde anlaşıldığı, önceki araştırmalarda da rapor edilmiştir (Bacanak et al., 2012; Şahin Akyüz ve Çil, 2013). Bu bağlamda geliştirilen test, bu tür kavram yanlışlarını tanımlama ve eğitim sürecine yön verme açısından önemli bir araç işlevi görmektedir.

Sonuç olarak, geliştirilen testin öğrencilerin kavramsal yanlışlarını tespit etmek, bilişsel düzeylerini anlamak ve fen öğretim programına uygun bir değerlendirme aracı olarak kullanılmak açısından etkili olduğu ortaya konulmuştur. İki aşamalı yapısı sayesinde, yalnızca doğru bilgiye ulaşıp ulaşılmadığını değil, aynı zamanda öğrencilerin bu bilgiyi hangi mantıkla yapılandıklarını da belirlemeyi mümkün kılmaktadır. Bu özellikleriyle test, öğretmenlerin eğitim süreçlerini daha nitelikli hale getirebilmelerine önemli katkılar sağlayabilecek niteliktedir.

Sonuç

Bu çalışma kapsamında, ortaokul 7. sınıf düzeyindeki öğrencilerin "Işığın Madde ile Etkileşimi" ünitesine ilişkin kavramsal anlamalarını ve olası kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla iki aşamalı bir kavramsal anlama testi geliştirilmiştir. Testin geçerlik ve güvenilirlik analizleri, ölçme aracının fen eğitimi alanında kullanılabilecek nitelikte, güvenilir ve geçerli bir değerlendirme aracı olduğunu ortaya koymuştur.

Gerçekleştirilen kapsamlı istatistiksel analizler sonucunda, testin üç faktörlü bir yapıya sahip olduğu belirlenmiştir. Bu faktörler "Işığın Soğurulması", "Aynalar" ve "Işığın Kırılması ve Mercekler" olarak tanımlanmış; hem Açıklayıcı Faktör Analizi (AFA) hem de Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA) bulguları, bu yapının teorik temele uygun ve veriyle tutarlı olduğunu göstermiştir. DFA sonuçları, modelin yüksek düzeyde uyum sağladığını ($CFI = .989$, $RMSEA = .016$, $\chi^2/sd = 1.027$) ve yapı geçerliğinin güçlü olduğunu ortaya koymuştur.

Bununla birlikte, Rasch analizi testin madde güvenilirliğini oldukça yüksek düzeyde (.94) göstermiş; kişi güvenilirliği ise orta düzeyde (.69) bulunmuştur. Bu durum, testin maddelerinin kavramsal yapıyı başarıyla temsil ettiğini, ancak bireysel ayırt ediciliğin artırılabilmesi için daha fazla madde ile desteklenebileceğini göstermektedir.

Geliştirilen testin iki aşamalı yapısı, öğrencilerin yalnızca doğru bilgiye ulaşmalarını değil, aynı zamanda bu bilgiyi nasıl yapılandırdıklarını da değerlendirme imkânı sunmaktadır. Bu yönüyle test, öğretmenlere hem öğretim öncesinde öğrencilerin ön bilgilerini belirlemede hem de öğretim sonrasında öğrenme eksiklerini tespit etmede işlevsel bir tanılayıcı değerlendirme aracı sunmaktadır. Ayrıca, öğretim programlarının değerlendirilmesi, kavram öğretim stratejilerinin planlanması ve öğrencilerin bilişsel gelişim süreçlerinin izlenmesi açısından da önemli bir potansiyel taşımaktadır.

Sonuç olarak, geliştirilen bu ölçme aracı, kavramsal anlama düzeylerini tanılamaya yönelik geçerli ve güvenilir bir araç olarak fen bilimleri öğretmenleri ve araştırmacıları için güçlü bir kaynak niteliğindedir. Özellikle kavram yanlışlarının erken tespiti ve giderilmesine yönelik süreçlerde, testin eğitim-öğretim ortamına anlamlı katkılar sunacağı değerlendirilmektedir.

Öneriler

- Öğretim Sürecinde Kullanım:** Geliştirilen test, fen bilimleri öğretmenleri tarafından öğretim öncesi ve sonrasında tanılayıcı değerlendirme aracı olarak kullanılabilir. Bu sayede öğrencilerin ön bilgileri ve kavram yanlışları tespit edilerek öğretim süreci buna göre şekillendirilebilir.
- Madde Sayısının Artırılması:** Özellikle "Aynalar" ve "Işığın Kırılması ve Mercekler" alt boyutlarına ait madde sayısı artırılarak güvenilirlik düzeyleri iyileştirilebilir. Ayrıca, testin bireysel ayırt ediciliğini artırmak için yeni maddeler eklenebilir.
- Farklı Konu Alanlarına Uygulanması:** Benzer iki aşamalı testler, fen eğitimindeki diğer konu alanları için de geliştirilebilir. Bu, kavram yanlışlarının belirlenmesine yönelik sistematik bir ölçme-değerlendirme yaklaşımı sunacaktır.
- Öğretmen Eğitiminde Kullanım:** Test, öğretmen adaylarının kavram yanlışlarını tanıma ve giderme becerilerini geliştirmek amacıyla hizmet öncesi eğitim programlarında kullanılabilir.
- Uygulamanın Yaygınlaştırılması:** Testin farklı örneklem gruplarına uygulanarak geçerlik ve güvenilirlik çalışmalarının tekrarlanması, ölçme aracının genellenebilirliğini artırabilir.

Sonuç olarak, bu çalışma ile geliştirilen iki aşamalı kavramsal anlama testinin hem araştırmacılar hem de uygulayıcılar için etkili ve işlevsel bir tanılayıcı ölçme aracı olduğu söylenebilir. Kavram yanlışlarının belirlenmesi ve giderilmesine yönelik çabaların, öğrencilerin fen okuryazarlığına ve bilimsel düşünme becerilerine doğrudan katkı sunduğu göz önünde bulundurulduğunda, bu tür ölçme araçlarının eğitimde yaygınlaştırılması büyük önem taşımaktadır.

Etik ve Çıkar Çatışması

Bu çalışma, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Fen Bilgisi Öğretmenliği doktora programında yapılan “Yansıtıcı Düşünme ve Yazma Uygulamalarının Ortaokul Öğrencilerinin Kavramsal Anlamalarına, Üst Biliş ve Eleştirel Düşünme Becerilerine Etkisi” başlıklı tezden üretilmiştir. Yazarlar araştırmanın tüm süreçlerinde etik kurallara uygun davranıldığını ve yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

KAYNAKÇA

- Adadan, E., & Savaşçı, H. S. (2012). Integrating visual representations with scientific modeling: The impact on students' understanding of the particulate nature of matter. *International Journal of Science Education*, 34(2), 275–297. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.582522>
- Akyıldız, S. (2020). Ortaokul öğrencilerinin fen bilimleri dersine yönelik tutumlarının bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 8(1), 14–26.
- Alkış Küçükaydın, M. (2020). Ortaokul öğrencilerinin fen kavramlarına yönelik sahip oldukları kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 16(2), 106–120.
- Anıl, D., & Küçüközer, H. (2017). Ortaokul öğrencilerinin düzlem aynada görüntü oluşumu konusundaki zihinsel modelleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 25(4), 1409–1426.
- Anıl, D., & Küçüközer, H. (2017). Öğrencilerin düzlem aynaya ilişkin kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41, 1–14. <https://doi.org/10.9779/pauefd.389720>
- Artdej, R., Ruenwongsa, P., & Paniippan, B. (2010). Diagnostic test on stoichiometry and conceptual change in chemistry learning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(3), 379–406.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Aydın, H. (2007). Işık ve optik konularında kavram yanlışları. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(1), 95–108.
- Bacanak, A., Değirmenci, S., & Karamustafaoğlu, S. (2012). Güneş sistemine yönelik kavram yanlışları. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 47–53.
- Bacanak, A., Yalçın, N., & Özbek, G. (2012). Fen ve teknoloji öğretiminde karşılaşılan kavram yanlışları: Gökkuşakı örneği. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1(3), 198–207.
- Bakırcı, H., Taşdemir, A., & Eş, H. (2016). Fen bilgisi öğretmen adaylarının optik konularındaki kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3(1), 13–25.
- Baykul, Y. (2015). *İlköğretimde matematik öğretimi* (13. baskı). Pegem Akademi.
- Blizak, D., Chafiqi, F., & Hogg, K. (2009). Algerian students' understanding of image formation by converging lenses: A study using two-tier multiple choice questions. *Physics Education*, 44(1), 55–61. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/44/1/008>
- Bond, T. G., & Fox, C. M. (2007). *Applying the Rasch model: Fundamental measurement in the human sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Brown, T. A. (2015). *Confirmatory factor analysis for applied research* (2nd ed.). The Guilford Press.
- Burns, J., Okey, J., & Wise, K. C. (1985). Development of a two-tier diagnostic test measuring college biology students' understanding of photosynthesis. *Journal of Research in Science Teaching*, 22(2), 145–155.
- Büyüköztürk, Ş. (2002). Faktör analizi: Temel kavramlar ve ölçek geliştirmede kullanımı. *Eğitim Yönetimi*, 32(4), 470–483.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2013). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Pegem Akademi.
- Byrne, B. M. (2016). *Structural equation modeling with AMOS: Basic concepts, applications, and programming* (3rd ed.). Routledge.
- Can, A. (2017). *SPSS ile bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi* (5. baskı). Pegem Akademi.
- 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 and Instruction*, 4(1), 27–43.
- Chu, H. E., Treagust, D. F., & Chandrasegaran, A. L. (2009). Naïve students' conceptual development and change concerning electrochemistry: A case study using multiple conceptual change model. *International Journal of Science Education*, 31(12), 1587–1604.

- Çepni, S. (2019). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş* (7. baskı). Celepler Matbaacılık.
- Çetinkaya, S., & Taş, A. (2016). Ortaokul öğrencilerinin fen konularındaki kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(2), 342–358.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G., & Büyüköztürk, Ş. (2010). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik: SPSS ve LISREL uygulamaları*. Pegem Akademi.
- Damanhuri, M. I., Treagust, D. F., Won, M., & Chandrasegaran, A. L. (2016). High school students' understanding of electrochemistry: The influence of symbolic representation. *International Journal of Science Education*, 38(10), 1561–1582.
- Demirci, N., & Efe, R. (2007). The use of two-tier diagnostic test to assess students' misconceptions in physics. *Journal of Turkish Science Education*, 4(2), 57–73.
- Demircioğlu, H., Demircioğlu, G., & Ayas, A. (2005). Kavram yanlışlarını belirlemek için iki kademeli test geliştirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29, 115–125.
- DeVellis, R. F. (2016). *Scale development: Theory and applications* (4th ed.). Los Angeles: Sage.
- 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.
- Erman, E. (2017). Fen öğretiminde kavram yanlışlarının belirlenmesi: Işık ünitesi örneği. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 25(6), 2181–2196.
- Field, A. (2005). *Discovering statistics using SPSS* (2nd ed.). Sage.
- Galili, I., & Hazan, A. (2000). Learners' knowledge in optics: Interpretation, structure and analysis. *International Journal of Science Education*, 22(1), 57–88.
- Gönen, S., Kocakaya, S., & Kocakaya, F. (2011). Fizik öğretiminde kavram yanlışlarına yönelik iki kademeli test geliştirme. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1(3), 251–258.
- Hoelter, J. W. (1983). The analysis of covariance structures: Goodness-of-fit indices. *Sociological Methods & Research*, 11(3), 325–344.
- Hu, L., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1–55.
- Kaewkhong, K., Wongkha, W., Panijpan, B., & Ruenwongsa, P. (2010). Thai high-school students' misconceptions about and models of light refraction through convex lenses. *Physics Education*, 45(1), 97–107.
- Kaltakçı, D., & Eryılmaz, A. (2010). Developing a three-tier test to assess high school students' misconceptions about simple electric circuits. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(3), 583–603.
- Karataş, F. Ö., Köse, S., & Coştu, B. (2003). Fen öğretiminde kavram yanlışlarının belirlenmesine yönelik iki kademeli test geliştirilmesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14, 45–54.
- Kline, R. B. (2016). *Principles and practice of structural equation modeling* (4th ed.). New York: Guilford Press.
- Kocakulah, A., & Demirci, A. (2010). Öğrencilerin düzlem ayna konusundaki kavram yanlışlarının tespiti. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29, 45–64.
- Kocakulah, A., & Turan, R. (2019). Ortaokul öğrencilerinin fen kavramlarına ilişkin sahip oldukları kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(1), 84–96.
- Kousathana, M., Demerouti, M., & Tsapalis, G. (2005). Instructional misconceptions in acid-base equilibria: An analysis of students' answers. *Chemistry Education Research and Practice*, 6(3), 134–151.
- Kurtoğlu-Güldalı, F., & Karşı-Baydere, F. (2023). Ortaokul düzeyinde bilimsel süreç becerilerinin ölçülmesine yönelik test geliştirme. *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi*, 9(2), 123–145.
- Linacre, J. M. (2014). *A user's guide to WINSTEPS MINISTEP: Rasch-model computer programs* (Version 3.81). Winsteps.com.
- Lu, Y., & Bi, H. (2016). Developing and evaluating two-tier multiple-choice diagnostic test for chemistry. *International Journal of Science Education*, 38(1), 73–93. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1115929>
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2013). *Ortaokul Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2018). *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2024). *Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli: Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı Taslağı*. Ankara: MEB Yayınları.

- Novak, J. D. (2010). Learning, creating, and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations. *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 6(3), 21–30.
- Nunnally, J. C., & Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric theory* (3rd ed.). McGraw-Hill.
- Orwat, R., Holmes, N. G., & Bonn, D. A. (2017). The role of in-lab activities in student learning. *Physical Review Physics Education Research*, 13(1), 010123.
- Osborne, R. J. (1983). Towards modifying children's ideas about electric current. *Research in Science & Technological Education*, 1(1), 73–82.
- Özçelik, D. A. (2010). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*. Pegem Akademi.
- Peterson, R. F., Treagust, D. F., & Garnett, P. J. (1989). Development and application of a diagnostic instrument to evaluate Grade-11 and -12 students' concepts of covalent bonding and structure following a course of instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(4), 301–314.
- Sahin Akyüz, S., & Çil, E. (2013). Ortaokul öğrencilerinin renk ve ışık ile ilgili kavram yanlışlarının giderilmesine yönelik öğretim materyali geliştirilmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(2), 295–317.
- Schumacker, R. E., & Lomax, R. G. (2010). *A beginner's guide to structural equation modeling* (3rd ed.). Routledge.
- Smith, J. P., diSessa, A. A., & Roschelle, J. (1994). Misconceptions reconceived: A constructivist analysis of knowledge in transition. *The Journal of the Learning Sciences*, 3(2), 115–163.
- Soeharto, S., Csapó, B., Sarimanah, E., Dewi, F. I., & Sabri, T. (2019). A review of students' common misconceptions in science and their diagnostic assessment tools. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(2), 247–266. <https://doi.org/10.15294/jpii.v8i2.18649>
- Şahin Akyüz, S., & Çil, E. (2013). Ortaokul öğrencilerinin ışık ve görme konularındaki kavram yanlışları. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 9(2), 123–138.
- Şahin, Ç., & Çepni, S. (2011). Kuvvet ve hareket ünitesine yönelik iki kademeli test geliştirilmesi. *Eğitim ve Bilim*, 36(162), 234–247.
- Şencan, H. (2005). *Sosyal ve davranışsal ölçümlerde güvenilirlik ve geçerlilik*. Seçkin Yayıncılık.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2007). *Using multivariate statistics* (5th ed.). Pearson Education.
- Tan, K. C. D., Goh, N. K., Chia, L. S., & Treagust, D. F. (2002). Development and application of a two-tier multiple choice diagnostic instrument to assess high school students' understanding of inorganic chemistry qualitative analysis. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(4), 283–301.
- Tavşancıl, E. (2005). *Tutumların ölçülmesi ve SPSS ile veri analizi*. Nobel Yayıncılık.
- Tennant, A., & Conaghan, P. G. (2007). The Rasch measurement model in rheumatology: What is it and why use it? *Arthritis & Rheumatism*, 57(8), 1358–1362.
- Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education*, 10(2), 159–169. <https://doi.org/10.1080/0950069880100204>
- Tyson, L. M., Venville, G. J., Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (1999). A multidimensional framework for interpreting conceptual change events in the classroom. *Science Education*, 83(4), 423–450.
- Ural, A., & Kılıç, İ. (2006). *Bilimsel araştırma süreci ve SPSS ile veri analizi*. Detay Yayıncılık.
- Uysal, F., & Bostan Sarioğlu, A. (2020). Kavram öğretimi ve kavram yanlışlarının giderilmesine yönelik yaklaşımlar. *Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(15), 86–110.
- Widarti, H. R., Riandi, R., & Wilujeng, I. (2016). Alternative conceptions in optical instruments among Indonesian high school students. *Journal of Science Learning*, 1(1), 29–33.
- Widiyatmoko, A., & Chimizu, K. (2018). A survey of pre-service science teachers' misconceptions about light and optics. *Journal of Physics: Conference Series*, 1097, 012004.
- Yağbasan, R., & Gülçiçek, Ç. (2003). Fen öğretiminde kavram yanlışlarının belirlenmesi ve giderilmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(2), 131–146.
- Yin, R. K. (2009). *Case study research: Design and methods* (4th ed.). Sage Publications.

EXTENDED ABSTRACT

The purpose of this study is to develop a valid and reliable two-tier conceptual understanding test for the 7th grade science unit “*Interaction of Light with Matter*” in order to assess middle school students’ conceptual understanding and identify their alternative conceptions. Science education plays a crucial role in enabling students to make sense of the natural world, yet many abstract concepts, particularly those related to light and optics, present persistent learning difficulties and misconceptions. The literature indicates that students often struggle with concepts such as absorption, reflection, and refraction of light, as well as image formation by mirrors and lenses, and they frequently demonstrate alternative frameworks that hinder meaningful learning. For this reason, it is necessary to construct diagnostic assessment tools that can systematically reveal these misconceptions and guide both instructional practices and future research. In this study, the test development process was carried out by adapting the stages proposed by Treagust (1988) and Baykul (2015), including the determination of the content domain, identification of misconceptions from literature and student responses, item construction, expert review, pilot implementation, and psychometric analyses. The research was conducted with 107 students from public middle schools in Manisa, Turkey, during the 2023–2024 academic year. The test was designed in two tiers: the first tier consisted of multiple-choice items measuring factual and conceptual knowledge, while the second tier required students to justify their answers, thereby allowing an evaluation of both the correctness of their responses and the reasoning underlying their choices. Statistical analyses were carried out using both classical and modern test theories. Confirmatory Factor Analysis (CFA) and Exploratory Factor Analysis (EFA) indicated a three-factor structure consisting of *Absorption of Light*, *Mirrors*, and *Refraction of Light and Lenses*. Goodness-of-fit indices showed that the model provided a strong fit to the data (CFI = .989; RMSEA = .016; $\chi^2/df = 1.027$). In addition, Rasch analysis results revealed a high level of item reliability (.94) and a moderate level of person reliability (.69). The overall Cronbach’s Alpha coefficient was calculated as .739, indicating acceptable internal consistency. These findings demonstrate that the developed two-tier test is a psychometrically sound instrument that can be used to measure students’ conceptual understanding and to diagnose misconceptions with a high degree of accuracy. Unlike traditional multiple-choice tests, the two-tier format not only identifies whether students select the correct answer but also provides insight into how they structure and justify their reasoning, thereby offering richer diagnostic information. The test is therefore valuable for teachers who aim to identify students’ preconceptions prior to instruction, to evaluate the effectiveness of teaching interventions, and to make informed pedagogical adjustments. Moreover, it offers researchers a validated tool that can contribute to the literature on diagnostic assessment, misconception research, and the development of reflective teaching practices. By providing empirical evidence regarding the test’s validity and reliability, this study fills an important gap in the field, as few conceptual understanding tests focusing specifically on the “*Interaction of Light with Matter*” unit at the middle school level exist in the literature. In conclusion, the test developed in this research provides both a theoretical and practical contribution to science education by equipping educators and researchers with an effective instrument to identify misconceptions, support meaningful learning, and enhance the quality of instruction in the teaching of light-related concepts.

55

Ek 2. Işığın madde ile etkileşimi ünitesi konuları ile ilgili literatürde tespit edilen kavram yanlışlıkları

Bilimsel Alan/Konu	Alternatif Kavramlar (Yanlışlar)	Referanslar
Düzlem Aynalar	- Düzlem aynadaki görüntüde sağ-sol değişimi olur. - Görüntünün aynaya uzaklığı, cismin uzaklığından daha büyüktür. - Görüntü aynanın önünde oluşur. - Görüntü gerçektir. - Sanal görüntü düzdür ve cisimle aynı boydadır; gerçek görüntü ters olmalıdır. - Aynanın arkasında görüntü oluşmaz. - Görüntü ters oluşur. - Görüntü aynanın yüzeyindedir. - Aynadan uzaklaşınca görüntü küçülür, yaklaşınca büyür. - Ayna büyüdükçe görüntü büyür. - Gözlemci hareket edince görüntünün yeri ve boyu değişir. - Gözlemci olmasa bile görüntü her zaman aynada vardır. - Görüntünün tüm özellikleri cisimle aynıdır. - Ayna boyutu büyükse cisim daha büyük görünür.	Anıl ve Küçüközer (2017, 2010); Kocakulah ve Demirci (2010); Hapkiewicz (1992); Ünsal ve Güneş (2003); Bouwens (1987); Galili, Goldberg ve Bendall (1991); Osborne vd. (1993); Topkaya (1996); Şen (2003); Taşlıdere ve Eryılmaz (2015); Aydın (2007); Kocakulah (2006)
Çukur Aynalar	- Çukur aynalarda oluşan görüntüler daima gerçektir. - Sanal görüntü için cisim tepe noktası ile odak arasında ve ters olmalıdır. - Görüntü aynanın yüzeyindedir.	Anıl ve Küçüközer (2017); Değirmenci, Bacanak ve Karamustafaoğlu (2012); Hapkiewicz (1992)
Işığın Yayılması ve Görme	- Görme, ışık ışınlarının cisimleri aydınlatmasıyla gerçekleşir. - Görüntü oluşumu için sadece ayna yeterlidir. - Gözlemci olmasa bile görüntü aynada vardır. - Işık kaynağından çıkan ışınlar cismin üzerine düşer ve gerisinde görüntü oluşur. - Görüntü ile gölge olayı karıştırılır.	Çökelez ve Çiftçi-Yaşar (2015); Galili ve Hazan (2000); Kocakulah ve Demirci (2010); Anıl ve Küçüközer (2010)
Renk ve Işık	- Beyaz renk, gözde ışın oluşturduğu için görünür. - Açık renkli cisimler ışığı soğurduğundan karanlıkta görülür. - Prizma ışığı renklendirir. - Renk, nesnelerin özelliğidir; ışıkla ilişkisi yoktur. - Renkli ışık nesnelerin görünümünü etkilemez. - Siyah ve beyaz birer renktir. - Tüm renklerin birleşmesi siyahı oluşturur. - Cisimler soğurdukları ışığın renginde görünür. - Beyaz cisimler renksizdir.	Uzoğlu vd. (2013); Ünal Çoban (2009); Valanides ve Angeli (2008); Feher ve Meyer (1992); Şahin Akyüz ve Çil (2013)
Işığın Kırılması ve Yansıması	- Işık hava olmayan ortamda yatay ilerler. - Işık havadan cama geçerken kırılmaz. - Sıvıdaki kalemin kırık görünmesi yansıma nedeniyle olur. - Işığın saydam ortamda yön değiştirmesi yansımadır. - Az kırıcı ortamdaki çok kırıcı ortama geçen ışık normalden uzaklaşır. - Kırılma indisi ışık hızına bağlı değildir. - Işık hızı, şiddeti ve dalga boyu ortam değişse de sabittir. - Işığın frekansı ortamla değişir.	Blizak vd. (2009); Srisawasdi ve Kroothkeaw (2014); Tortop vd. (2007); Kaewkhong vd. (2010); Aydın (2007)
Gökkuşağı Oluşumu	- Gökkuşağı, Güneş ışığının bulutlara düşmesiyle oluşur (bulutlar prizma gibi davranır). - Yağmur damlaları plazma gibi davranır ve gökyüzünde yansır. - Hava yoğunluğunun değişmesiyle oluşur. - Her yağmur damlasının kırıcılık indisi farklıdır.	Bacanak vd. (2012)

Bilimsel Alan/Konu	Alternatif Kavramlar (Yanılgılar)	Referanslar
Işığın Doğası ve Yayılımı	- Işık sadece parçacık veya dalga-parçacık karışımıdır. - Işık dalgaları ile radyo dalgaları farklıdır. - Işık hızı gece ve gündüz farklıdır. - Işık hareketi, kaynağın hareketidir. - Işık gündüz/gece yayılmaz. - Işık boşlukta veya suda yayılmaz. - Hava olmayan ortamda ışık yayılmaz.	Kaçan (2008); Güneş (2015)

Ek 3. Kavramsal anlama testi sorularının konu, kazanım ve bilişsel düzey dağılımı belirtke tablosu.

Kazanım Kodu	İlgili Konu	Kazanım Açıklaması	Soru No	Bilişsel Düzey
F.7.5.1.1.	Işığın Soğurulması	Işığın madde ile etkileşimi sonucunda madde tarafından soğurulabileceğini keşfeder.	1	Anlama
F.7.5.1.2.	Beyaz Işığın Bileşimi	Beyaz ışığın tüm ışık renklerinin bileşiminden oluştuğu sonucunu çıkarır.	2	Anlama
F.7.5.1.3.	Cisimlerin Renkli Görünmesi	Gözlemleri sonucunda cisimlerin siyah, beyaz ve renkli görünmesinin nedenini, ışığın yansımaları ve soğurulmasıyla ilişkilendirir.	3, 15	Anlama Çözümleme
F.7.5.1.4.	Güneş Enerjisi Uygulamaları	Güneş enerjisinin günlük yaşam ve teknolojiye yenilikçi uygulamalarına örnekler verir.	4	Anlama
F.7.5.1.5.	Güneş Enerjisi Gelecek Projeksiyonu	Güneş enerjisinden gelecekte nasıl yararlanılacağına ilişkin ürettiği fikirleri tartışır.	16	Çözümleme
F.7.5.2.1.	Ayna Çeşitleri ve Kullanımı	Ayna çeşitlerini gözlemleyerek kullanım alanlarına örnekler verir.	6, 14	Anlama Uygulama
F.7.5.2.2.	Aynalarda Görüntü Oluşumu	Düz, çukur ve tümsek aynalarda oluşan görüntüleri karşılaştırır.	5, 7, 18	Anlama Çözümleme
F.7.5.3.1.	Işığın Kırılması	Ortam değiştiren ışığın izlediği yolu gözlemleyerek kırılma olayının sebebini ortam değişikliği ile ilişkilendirir.	8, 17, 19	Değerlendirme Çözümleme

Kazanım Kodu	İlgili Konu	Kazanım Açıklaması	Soru No	Bilişsel Düzey
F.7.5.3.2.	Merceklerde Kırılma	Işığın kırılmasını, ince ve kalın kenarlı mercekler kullanarak deneyle gözlemler.	9, 10	Anlama / Uygulama
F.7.5.3.3.	Merceklerin Odak Noktası	İnce ve kalın kenarlı merceklerin odak noktalarını deneyerek belirler.	11	Uygulama
F.7.5.3.4.	Merceklerin Teknolojik Kullanımı	Merceklerin günlük yaşam ve teknolojiadaki kullanım alanlarına örnekler verir.	12, 20	Uygulama ve Yaratma
F.7.5.3.5.	Optik Araç Tasarımı	Ayna veya mercekleri kullanarak bir görüntüleme aracı tasarlar.	13, 20	Uygulama Yaratma