EKUAD JETPR
Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi

ISSN 2149-7702
e-ISSN 2587-0718
DOI:10.38089/ekuad.2023.140
Vol 9 (2023) Issue 2, 122-134

Developing the Mathematical Misconception Awareness Scale for Primary School Teachers: A Reliability Study

Veli TOPTAŞ[1], Büşra USLUOĞLU[2]

Abstract

One of the problems addressed in teaching mathematics is mathematical misconceptions. Errors and misconceptions that students develop in previous lessons or bring to school from the community they live in can create barriers to the continuous learning of mathematical concepts and ultimately lead to failure in mathematics. It is also important to see whether teachers' misconceptions have any effect on students' misconceptions. In this study, it was aimed to develop a scale in order to know the level of opinions of primary school teachers about misconceptions in mathematics and to measure whether they are aware of mathematical misconceptions. The 36-item draft scale, in which different dimensions were determined regarding mathematical misconceptions, was piloted with a total of 372 classroom teachers in the 2022-2023 academic year. After the results obtained from the pilot application and the opinions of the experts, 2 items were removed from the scale. The scale, which has 34 items in total, was applied to 524 primary school teachers. In the development of the measurement tool, the stages of literature review, item creation, content validity (referring to expert opinion), pre-testing and validity and reliability calculation were followed. During the analysis made with a statistical program, it was determined that the scale consisted of 3 dimensions with Exploratory Factor Analysis (EFA). The researchers named these dimensions as 'Mathematical Misconceptions Awareness in Learning-Teaching Processes', 'Misconceptions Specific to Mathematics Learning Fields', and 'Cognitive and Conceptual Awareness', respectively, after the common points of the questions in the dimensions formed and their exchange of views with the experts. In addition, it was observed that the KMO Kaiser-Meyer-Olkin (Sampling Suitability Measurement) value was 0.97, and the internal consistency coefficient (Cronbachalpha) value calculated for the reliability study was α=0.97. With the findings obtained, it was concluded that the scale has a valid and reliable structure. The results obtained with the Confirmatory Factor Analysis (CFA) show that although they do not have perfect fit values, they are within acceptable limits.

Key Words

Misconceptions
Mathematics
Mathematical misconceptions
Primary school teachers

About Article

Sending date: 17.01.2023
Acceptance date: 21.07.2023
Publication date: 31.08.2023

[1]Prof. Dr., Kırıkkale University, Türkiye, vtoptas@gmail.com , https://orcid.org/0000-0001-8852-1852
[2]PhD Student, Kırıkkale University, Türkiye,busrausluoglu38@hotmail.com, https://orcid.org/0000-0002-7152-6419

Introduction

The most basic way for individuals to find solutions to problems is to recognize and define the problem. When a problem is noticed in any subject, its main lines are determined and the ways to solve it are examined one by one. In teaching mathematics, Polya's strategy is very useful for solving a problem. George Polya defined the problem solving process as a four-stage process. These; understanding the problem, choosing the strategy related to the solution, applying the chosen strategy and evaluating the solution (Yıldızlar, 2001:16). This is a process of producing solutions not only for mathematical problems but also for the whole life. It is important for a person to have acquired this skill from childhood in order to be able to realize the problems in his own life and produce his own solutions. According to Piaget (2008), children approach the problem and solve it with three systems, namely action intelligence, egocentric thinking and rational thinking, respectively. In other words, they discover the problem while in action, interpret what they have discovered with their own words, and then turn it into a rational thought with what they have learned before (Maury, 2008). For this reason, teachers as well as parents have a lot of work in solving problems. Teachers should first realize their individual problems and deficiencies and then teach children how to do this. In fact, they should teach children a "superior" model of knowing.

The concept of metacognition was introduced by Flavel in the 1970s and focused on learning to learn. As a result of his studies, Flavel defined metacognition as specifying the operations on memory, explaining the functions and limits of memory, and explaining the student's control over his own cognitive processes. Towards the end of the 1970s, this concept was expanded and the concept of metacognition was started to be used instead of meta-memory (Schneider and Lockl, 2002). With the recognition of this concept, concepts such as 'awareness and awareness' of researchers have also entered the radar of studies (Özsoy, 2008; Akpunar, 2011; Kalemkuş, 2021; Önen, 2021, Bakkaloğlu and Toptaş, 2022). In some studies (Aşık and Ertkin, 2019; Sevgi and Çağlıköse, 2020; Arslan, 2021) individuals' cognitions regarding their metacognitive awareness were measured and their situations of addressing and solving their problems were examined. There are studies in which this awareness, which is essential to be acquired at home and at school during childhood, is also discussed in an important lesson such as teaching mathematics. For example, Kaplan and Duran (2016) aimed to measure and evaluate students' awareness of knowing mathematics, that is, metacognitive awareness, with the scale they developed. This study has shown us that mathematics is a branch of science that can be developed by raising awareness. Therefore, mathematics is an area where not only the "what" question, but also the "how" question should be answered. In order to reach these answers, the equivalent of mathematics in the concrete world and abstract learning in the minds of individuals must be meaningful. As it is known, the mind of each individual has a different width and perception. Therefore, as Neutzling, Pratt, and Parker (2019) mentioned, individuals should know their own perceptions and learning and should proceed accordingly. Metacognitive knowledge explains exactly this. In particular, the fact that external world information such as mathematics becomes meaningful in the minds of individuals is closely related to the functionality of metacognitive information. Along with focusing on learning mathematics, it is also important to know and analyze the problems that exist in learning. From this point of view, it can be commented that there is a difference between knowing mathematics and knowing how to know mathematics.

One of the problems addressed in teaching mathematics is the subject of mathematical misconceptions. According to Baki and Bell (1997), it can be difficult to define a concept in a mathematics lesson. In order to define a concept, it is sometimes necessary to explain the concepts associated with it. For example, to define decimal fractions, the definition of fraction is needed first. In other words, individuals build on their previous prior knowledge while learning concepts, and this prior knowledge they have sometimes causes difficulties in learning new concepts. Smith, Disessa, and Roschelle (1993) defined misconception as "the student's understanding that systematically produces errors". In this case, mistakes and misconceptions that students have developed in previous lessons or brought to school from the community they live in can create obstacles in the continuous learning of mathematical concepts and, as a result, cause failure in mathematics. French mathematician Bernard Cornu explained the causes of misconceptions in three ways. These are the epistemological reasons that are spontaneous and encountered in the historical process of the concept; psychological reasons including personal situations while learning the concept, and pedagogical reasons including the form, content and methods of teaching (Cited by Özmantar, Bingölbali, & Akkoç, 2008). Therefore, it is also important to see whether the misconceptions of teachers have any effect on students' misconceptions. Borasi (1994) stated that it would be beneficial to use misconceptions as a jumping off point or starting point in teaching. Therefore, there is a need to identify the conceptual areas where most children make mistakes or make false generalizations, as well as the causes responsible for them and how to correct them. According to Özdemir, Bayraktar and Yılmaz (2017), it is very important to take necessary precautions so that misconceptions are known by teachers and that they do not occur in students. Because if teachers know their misconceptions and their reasons, they can prevent students' possible mistakes or misconceptions. Of course, the way to achieve this is related to whether teachers are aware of their own misconceptions or what solutions they bring to existing misconceptions. According to Sadi (2007), primary school teachers should be aware of the causes of misconceptions that may occur in students' minds before mathematical misconceptions emerge. As it was emphasized before, not only knowing mathematics but also realizing how we know or do not know it contributes to making learning permanent and meaningful. It is thought that the first step in solving such learning problems in the primary school level mathematics course, which is one of the leading levels of education, passes through the primary school teachers. The first thing that can be done for this is to measure and evaluate the awareness of the primary school teachers about the subject. In this study, it was aimed to develop a scale to learn the awareness of primary school teachers about misconceptions in mathematics.

Method

Developing the Mathematical Misconception Awareness Scale for Primary School Teachers: The stages of the reliability study and the characteristics of the study group are presented below. In this research, which aims to develop a scale to determine the mathematical misconception awareness of the participants, the survey model was used.

Study Group

This study was carried out with the participation of 524 primary school teachers working in a province in 'Central Anatolia' region in the 2022-2023 academic year. The number of items in the draft scale and the final scale were taken as a basis in determining the number of participants. In the literature, it is recommended that the number of participants be 5 or 10 times the number of items in scale development studies (Child, 2006; Doğan and Başokçu, 2010; Tavşancıl, 2018). As there were 36 items in the draft scale within the scope of the study, 372 primary school teachers were reached in the first stage and 524 primary school teachers were reached for 34 items in the final scale formed after the exploratory factor analysis, and more than 10 times the number of items in the scales were reached.

The study group consists of a total of 524 primary school teachers (307 females, 217 males) working in the Ministry of National Education in the 2022-2023 academic year, which were determined by random sampling method. The seniority years of the classroom teachers are 0-10 years of 139; It was determined that 138 of them were 11-20 years and 247 of them were 21 years and later. In addition, 399 of the teachers stated that they graduated from Education Faculties and 125 from Vocational High Schools. Of the classroom teachers, 50 of them have associate degree, 408 undergraduate, 65 graduate and 1 doctorate graduates, indicating their current education status.

Data Collection Process

Within the scope of the research, the stages in the literature were taken into account in order to develop the scale, which aims to measure the awareness of mathematical misconceptions of primary school teachers (Büyüköztürk, 2011). Therefore, the following stages were followed in the scale development process:

1. Establishing an Item Pool: By scanning the literature, areas and sub-titles (epistemological, psychological and pedagogical) related to misconceptions and mathematical misconceptions were determined. Before preparing the scale items, the researchers conducted a large-scale literature review on mathematical misconceptions and their relationship with teaching, and examined the studies on misconceptions in mathematics in domestic and international sources (Küçük and Demir, 2009; Türkdoğan, Güler, Bülbül and Danışman, 2015; Mohyuddin and Khalil, 2016; Özdemir and Bayraktar, 2017; Mutlu and Söylemez, 2018; Neidorf et al., 2020). The obtained scale expressions were rearranged within the framework of curiosity and mathematics, and the item pool of the draft scale was created with a total of 36 expressions. The created scale is a 5-point Likert type scale. Tools made with the Likert technique consist of a set of sentences and response formats for each sentence. Generally, a five-point format is used from strongly agree to strongly disagree. In order to obtain points from the tool, the scores of each item are added. A five-point response form, such as I completely agree, I strongly disagree, reveals the value from 1 to 5 (Tekindal, 2009, p.88). Positive and negative items determined in this scale were rated on a 5-point Likert scale as "never", "rarely", "sometimes", "often", "always".

2. Determination of Content Validity: Content validity means the adequacy of the items used for the characteristics to be measured in terms of quantity and quality. One of the logical ways used to determine the content validity, which expresses whether the behavior (feature) that is intended to be measured, is sufficient in terms of quantity and quality, is to consult the opinions of experts, which is the Lawshe technique (Lawshe, 1975; Büyüköztürk, 2011). At this stage, the researches were compiled and presented to the experts in the field (three associate professors who are experts in the field of mathematics and classroom education) to receive their opinions and suggestions. Experts stated that they found some of the questions they examined to be similar to each other. In addition, they suggested a simpler way in the language and expression of some questions. In the light of the experts' evaluations, the items were revised, similar questions were brought together or removed from the draft scale and necessary corrections were made. Thus, the final version of the draft scale was considered as 34 items. There is no reverse item in the scale.

3. Application of the Measurement Tool: In order to test the final version of the scale items, a pilot group was administered with 372 primary school teachers working in the Central Anatolia region. After the pilot applications, two items were removed from the scale and 34 items were applied to a total of 524 primary school teachers working in a city in 'Central Anatolia' region, along with demographic information. Each of the participants was reached via Google Form and the data was recorded through this platform. Participation took an average of 5 to 7 minutes.

4. Determination of Construct Validity: Construct validity gives information about investigating whether the qualities to be measured are measured or not (Kurt, 2001). Exploratory factor analysis was performed on the data obtained from primary school teachers and teacher candidates in order to determine the construct validity of the measurement tool, which was found to be suitable for factor analysis by finding the KMO value of 0.97 and the Barlett test result as p= .000. KMO value of 0.60 is sufficient for the sample size, and KMO values of 0.90 and above are interpreted as perfect (Tavşancıl, 2006; Shrestha, 2021). Exploratory factor analysis is an analysis technique that aims to identify and group the items that measure the same structure or quality among the items determined by the researchers and to explain the measurement with these few meaningful superstructures (Büyüköztürk, 2011). In this process, Kaiser–Meyer-Olkin (KMO) and Bartlett test results, common factor variance values of items, eigenvalue line graph, principal component analysis results were used. Varimax (rotation) technique was used in factor analysis. All analyzes in the research were made through a statistical program.

5. Determination of Reliability: The reliability of the data collection tool was analyzed by Cronbach's alpha reliability coefficient. The Cronbach alpha reliability coefficient value is a measure of the internal consistency of the scale between test scores, and values of 0.70 and above are considered sufficient for the reliability of the scale (Büyüköztürk, 2011; Tavakol and Dennick, 2011; Shrestha, 2021). The Cronbach alpha reliability coefficient of the scale is 0.972, and this data indicates that the scale is quite reliable (Adeniran, 2019).

6. Finalizing the Data Collection Tool: After the application of the scale, some items in the scale were rearranged and the scale was given its final shape. The final version of the scale consists of 34 items. There is no reverse item in the scale (Appendix-1).

Data Analysis

In the light of the results obtained from the scale applied to the pilot group, factor analysis was performed for the construct validity of the scale. Kaiser Meyer-Olkin (KMO) test was applied to investigate whether the data were suitable for factor analysis (Shrestha, 2021). After the data were found to be suitable for factor analysis, Diagonal Anti-image Correlation values were examined in order to examine the sample adequacy. After the items with diagonal values less than 0.40 were removed from the scale, it was checked with the Barlett test whether the data in the universe came from a multivariate normal distribution (Shrestha, 2021). In order to examine the construct validity of the scale, exploratory factor analysis, which is a process for finding factors based on the relationships between variables, was used (Büyüköztürk, 2011; Sowden, Schonfeld and Bianchi, 2022). In order to decide how many important factors or constructs the scale items measure, the line graph drawn based on the factor eigenvalues was examined. Principal component analysis, one of the factorization techniques, was used. In addition, varimax (rotation) technique, one of the vertical rotation techniques, was preferred in order to find the items with a high correlation with the factors and to interpret the factors more easily (Büyüköztürk, 2011). In addition, confirmatory factor analysis was performed on the data obtained from a different sample.

Results

In this section, the statistical analyzes made for the developed scale and the results obtained are tabulated and interpreted.

Exploratory Factor Analysis (EFA)

Factor analysis is an important tool used in the development, refinement and evaluation of tests, scales and measures (Williams and Brown, 2010). Factor analysis is one of the analyzes that should be used to determine the construct validity of a scale. Whether the data obtained from the sample group is suitable for factor analysis can be explained by the Kaiser Meyer Olkin (KMO) coefficient and the Bartlett sphericity test (Büyüköztürk, 2011; Çapık, Gözüm and Aksayan, 2018). It is known that for the data set to be suitable for factor analysis, the KMO value should be greater than .50, and for the data set to be perfectly compatible with factor analysis, the KMO value should be close to .90 (Kalaycı, 2006). The KMO and Barlett values obtained as a result of the analysis performed in the study are given in Table 1.

Table 1. Mathematical Misconception awareness scale KMO and Barlett test results

KMO		.970
Global Bartlett Test	Chi Squ	15784.975
	Sd	561
	p	.000

When Table 1 is examined, it is seen that the KMO value is 0.970. According to this value, it was determined that the sample size was sufficient to perform factor analysis. Bartlett's test was found to be significant as p= .000. According to this result, it is appropriate to perform factor analysis for the correlation matrix. In addition, exploratory factor analysis was performed to determine how many factors the scale consisted of. Exploratory factor analysis is the type of analysis in which the researcher has no knowledge of the number of factors measured by the measurement tool, and tries to obtain information about the nature of the factors measured by the measurement tool, instead of testing a certain hypothesis (Child, 2006; Tavşancıl, 2006). As a result of the first analysis, it was determined that there were three factors with an eigenvalue of 1 and above. The findings of the first analysis are given in Table 2.

Table 2. Results of mathematical misconception awareness scale exploratory factor analysis

Factor	Eigenvalue	Variance explanation percentage (Total)	Variance explanation percentage (Cumulative)
1	17.841	52.474	52.474
2	3.155	9.279	61.753
3	1.683	4.950	56.704

According to Table 2, it is seen that there are three factors with an eigenvalue of 1 and above in the draft scale. The total contribution of these factors to the variance is 56.704%. In Table 3, variance explanation percentages of the Mathematical Misconception Awareness Scale, which consists of three factors, are given.

Table 3. Mathematical misconception awareness scale variance explanation percentages

Factor	Eigenvalue	Variance explanation percentage (Total)	Variance explanation percentage (Cumulative)
1	8.687	25.551	25.551
2	7.962	23.419	48.970
3	6.030	17.734	56.704

As seen in Table 3, the variance explanation percentage of the first factor is 25.551, the variance explanation percentage of the second factor is 23.419, and the variance explanation percentage of the third factor is 17.734. The total variance explained by three factors was determined as 56.704. It is sufficient that the variance explained in multifactorial scales is between 40% and 60% (Büyüköztürk, 2007). According to this explanation, it can be explained that the variance ratio explained by the scale is sufficient. The results of the rotated principal components analysis (varimax) of the mathematical misconceptions awareness scale are presented in Table 4.

Table 4. Rotated component matrix of mathematical misconception awareness scale

Item No	Factor-1	Factor-2	Factor-3
18	.789		
20	.784		
21	.748		
17	.721		
9	.695		
19	.687		
12	.673		
13	.650		
34	.629		
10	.629		
14	.624		
15	.606		
11	.586		
16	.575		
22	.564		
7	.481		
8	.420		
29		.849	
28		.841	
26		.834	
27		.832	
30		.816	
31		.789	
25		.726	
32		.662	
23		.657	
33		.654	
24		.563	
2			.803
3			.786
1			.773
4			.723
5			.646
6			.609

When Table 4 is examined, the factor load values of the items in the first factor are between 0.78 and 0.42; It is seen that the factor load of the items in the second factor is between 0.84 and 0.56, and the factor load of the items in the third factor is between 0.80 and 0.60. As a result of the factor analysis conducted by the researchers, it was determined that there were 17 items in the first factor, 11 items in the second factor, and 6 items in the third factor. Researchers named the sub-dimensions of the scale. “Awareness of Learning and Teaching Processes” for the first factor (Items 18, 20, 21, 17, 9, 19, 12, 13, 34, 10, 14, 15, 11, 16, 22, 7, 8) for the second factor. Awareness Specific to Mathematics

Learning Areas" (Items 29, 28, 26, 27, 30, 31, 25, 32, 23, 33, 24) and "Cognitive and Conceptual Awareness" for the third factor (Items 2, 3, 1, 4, 5, 6) were deemed appropriate. The scale developed by the researchers is presented as an appendix in the study (Appendix-1).

In addition, the reliability analysis of the scale was made by calculating the Cronbach Alpha internal consistency coefficient. The Cronbach Alpha reliability coefficients calculated for the Mathematical Misconception Awareness Scale and its sub-dimensions are shown in Table 5.

Table 5. Internal consistency coefficients of mathematical misconception awareness scale

Factor	Item number	Number of ınternal consistency
Mathematical misconceptions awareness in learning-teaching processes	17	.962
Misconceptions specific to mathematics learning fields	11	.953
Cognitive and conceptual awareness	6	.883
Scale total	34	.972

Table 5 shows the values of the Cronbach Alpha internal consistency coefficients of the Mathematical Misconception Awareness Scale for each factor. The total reliability coefficient of the scale is 0.97. With the values of these data, it can be said that the scale is quite reliable.

Confirmatory Factor Analysis (CFA)

In order to determine whether the two-factor model obtained in Confirmatory Factor Analysis (CFA) and exploratory factor analysis was confirmed, the covariance matrix of the scores obtained from the scale were examined. LISREL 8.80 package program was used for confirmatory factor analysis (Jöreskog and Sörbom, 2004). In the literature for testing a measurement tool with confirmatory factor analysis, there are many fit values to test the fit of the data. The most commonly used of these fit values are: Chi-square, Comparative Fit Index of the tested model CFI, Standardized Root Mean Square Resudual SRMR, which gives the mean of the differences between the explained covariance and observed covariances of the model, SRMR, Mean of Approximate Errors Root Mean Square Error of Approximation RMSEA, Non-Normed Fit Index (Tucker-Lewis Index-NNFI) (Çokluk, 2010). Among these fit indices, RMSEA is .06 or less, SRMR is .08 or less, CFI, and NNFI is .90 and a value is accepted as an acceptable fit indicator for the model, .95 and above is a good fit index. In addition, although the fit values are not perfect, there are also acceptable fit values evaluated on a sample basis (Hu and Bentler, 1999; Schumacker and Lomax, 2010). Table 6 shows good and acceptable fit values, as well as the fit values obtained as a result of the confirmatory factor analysis of the Mathematical Misconception Awareness Scale.

Table 6. Standard fit criteria and fit values of the mathematical misconception awareness scale

Fit measures	Good fit values	Acceptable compliance values	Recommended fit values
RMSEA	0.00<RMSEA<0.05	0.05<RMSA<0.10	0.097
SRMR	0.00<SRMR<0.05	0.05<SRMR<0.10	0.057
GFI	0.95<GFI<1.00	0.90<GFI<0.95	0.87
AGFI	0.90<AGFI<1.00	0.85<AGFI<0.90	0.88
NFI	0.95<NFI<1.00	0.90<NFI<0.95	0.98
CFI	0.95<CFI<1.00	0.90<CFI<0.95	0.98
RFI	0.90<RFI<1.00	0.85< RFI <0.90	0.97

According to Table 6; similarity rate was determined as chi-square statistic X2=331.17, P<0.01. Root mean square approximation error (RMSEA)= 0.097; standardized root mean square (SRMR) = 0.057; goodness of fit index (GFI)=0.87; adjusted goodness-of-fit index (AGFI)=0.88; formed fit index (NFI) = 0.98; comparative fit index (CFI)= 0.98 relative fit index (RFI)= 0.97. The results show that although it does not have perfect fit values, it is within acceptable values. In addition, as a result of the calculation made with the chi-square / df operation, it has been shown that the absolute fit of the scale to the database is at the good fit level according to Bollen's (1989) calculations (chi square/df<3).

The path diagram obtained as a result of the confirmatory factor analysis performed with the mathematical misconception awareness scale is shown in Figure 1.

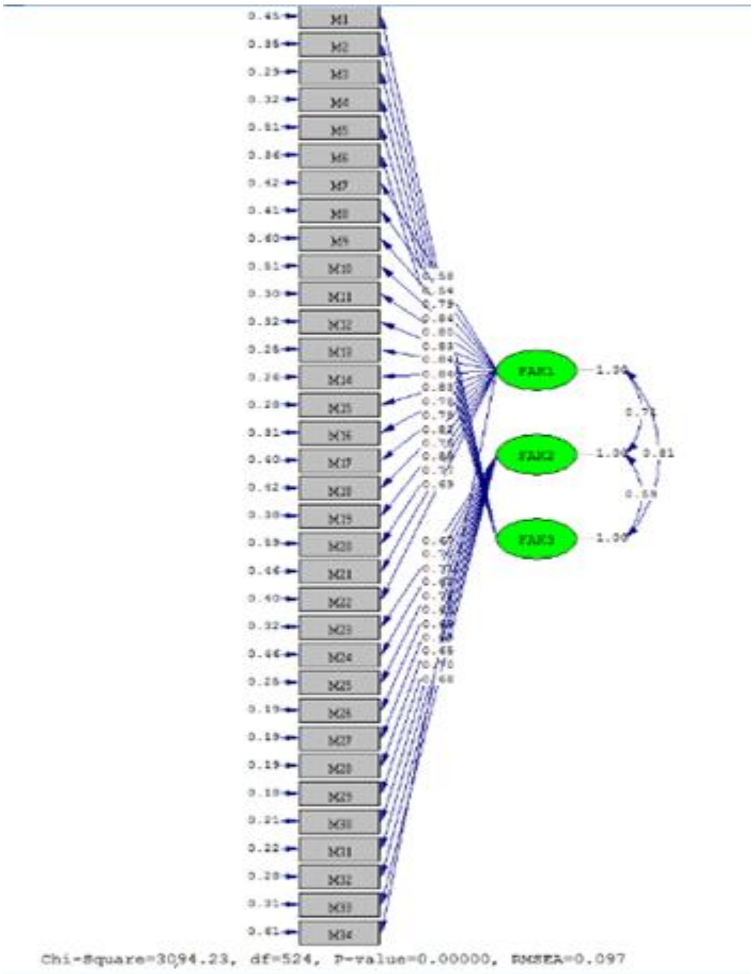


Figure 1. Confirmatory factor analysis Path diagram

Discussion, Conclusion and Recommendations

As a result of this study, which aims to develop a scale for primary school teachers' awareness of mathematical misconceptions, a 34-item mathematical misconception awareness scale with proven validity and reliability was created. The overall Cronbach Alpha reliability coefficient of the scale is 0.97. However, it can be said that the scale is sufficient in terms of its use for classroom teachers. The internal consistency coefficients for all three sub-dimensions of the scale are 0.96, 0.95 and 0.88, respectively. It can be interpreted that these values are compatible with the current values in Emerson's (2019) study and that the scale is reliable.

The items in the first factor were associated with the pedagogical and psychological subheadings of the misconceptions. In addition, this factor is related to the extent to which classroom teachers clarify their awareness of misconceptions in the learning and teaching processes of mathematics and constitutes the dimension of "mathematical misconception awareness in learning and teaching processes". The items in the second factor were associated with the epistemological and psychological subheadings of the misconceptions. However, this factor is related to the extent to which classroom teachers' awareness of misconceptions is related to sub-learning areas of mathematics. For this reason, it is named as “misconception awareness specific to mathematics learning fields”. Finally, the items under the title of the third factor were associated with the pedagogical, psychological and epistemological subheadings of misconceptions and to explain the extent to which primary school teachers' awareness of misconceptions could occur in cognitive and conceptual learning as a discipline and course in mathematics. This dimension was named as “cognitive and conceptual awareness”. From this point of view, it can be concluded that the scale items are structurally at a level that can respond to all sub-headings (epistemological, psychological and pedagogical) by combining the misconceptions with mathematics.

This scale has been prepared to measure whether the classroom teachers have misconceptions about mathematics and whether they are aware of it. In addition, it is a good tool to get an idea about which mathematics topics teachers have misconceptions about, how they learned in the past with these misconceptions and how they teach now. In this direction, it has been determined whether the awareness of the misconceptions of the classroom teachers determined within the scope of the research is meaningful according to various variables such as gender, seniority year, the faculty they graduated from and their current education status. Thus, it is aimed to improve the mathematics teaching that teachers do by being aware of pre-existing or possible misconceptions. Zembat (2008, p.5) stated that it is important for teachers to carry out studies to prevent misconceptions without revealing them, by choosing appropriate teaching methods, especially in subjects where misconceptions are expected more. In addition, this scale can be expanded to measure the awareness of pre-service teachers studying in different departments in education faculties and teachers in different branches of mathematical misconceptions. The most important aim of the researchers in developing this scale is to raise awareness about mathematical misconceptions in all teachers related to the field, especially primary school teachers, and to prevent them in their teaching.

As a result of the confirmatory factor analysis conducted within the scope of the study, it was determined that the three-factor model had sufficient fit indices. As a result, it can be said that this scale is a valid and reliable measurement tool that can be used to measure the mathematical misconception awareness of classroom teachers and which sub-dimensions of misconceptions these awareness correspond to. Along with the prepared scale, it is based on the fact that teachers or prospective teachers at other education levels, especially primary school teachers, realize the misconceptions that have occurred before or may occur during the teaching process and develop the necessary solution proposals. As a matter of fact, teachers' awareness of knowledge, problems and solutions on the basis of their teaching will make the teaching more meaningful. Depending on the data obtained by using this scale, different studies can be conducted to improve the misconception awareness of teachers and teacher candidates from different branches and levels.

References

Adeniran, A. O. (2019). Application of Likert scale's type and Cronbach's alpha analysis in an airport perception study. *Scholar Journal of Applied Sciences and Research*, *2*(4), 1-5.

Akpunar, B. (2011). Biliş ve Üstbiliş (Metabiliş) Kavramlarının Zihin Felsefesi Açısından Analizi. *Electronic Turkish Studies*, *6*(4).

Arslan, A. (2021). Ortaokul öğrencilerinin akademik motivasyonları ve matematiksel üstbiliş farkındalıkları arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Journal of Computer and Education Research*, *9*(18), 655-681.

Aşık, G., ve Erktin, E. (2019). Üstbilişsel Deneyimlerin Üstbiliş Bilgisi ile Problem Çözme İlişkisindeki Aracılık Etkisi. *Eğitim ve Bilim*, *44*(197).

Baki, A. ve Bell, A. (1997). *Ortaöğretim matematik öğretimi*. Ankara: YÖK Yayınları.

Bakkaloğlu, S., ve Toptaş, V. (2022). Eğitim Alanında Üstbiliş Üzerine Yapılan Lisansüstü Tezlerin İçerik Analizi. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *24*(1), 155-177.

Bollen, K. A. (1989). A new incremental fit index for general structural equation models. *Sociological methods & research*, *17*(3), 303-316.

Borasi, R. (1994). Capitalizing on errors as "spring boards for inquiry":A teaching experiment. *Journal for Research in Mathematics Education, 25 (2).*

Büyüköztürk, Ş. (2007). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.

Büyüköztürk, Ş. (2011). *Sosyal Bilimler için Veri Analizi El Kitabı*, 14. Baskı, Ankara: Pegem Yayıncılık.

Child D. (2006) *The Essentials of Factor Analysis*. Continuum.

Çapık, C., Gözüm, S., Aksayan, S. (2018). Kültürlerarası Ölçek Uyarlama Aşamaları, Dil ve Kültür Uyarlaması: Güncellenmiş Rehber. *Florence Nightingale Hemşirelik Dergisi, 26(3):199-210.*

Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G. & Büyüköztürk, Ş. (2010). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik: SPSS ve Lisrel uygulamaları*. Ankara: Pegem Akademi.

Doğan N, Başokçu T. (2010). İstatistik tutum ölçeği için uygulanan faktör analizi ve aşamalı kümeleme analizi sonuçlarının karşılaştırılması. *Eğitimde Psikol Ölçme Değerlendirme Derg*isi, 1(2):65-71.

Emerson, R. W. (2019). Cronbach's Alpha Explained. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, *113*(3), 327-328.

Hu, L. and Bentler, P. M. (1999). Cut of criteriafor fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling, 6*, 1-55.

Jöreskog, K. G. and Sörbom, D. (2004). *LISREL 8.71 for Windows [Computer Software].* Lincolnwood. IL: Scientific Software International, Inc.

Kalaycı, S. (2006). *SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Teknikleri.* Ankara: Asil Publication Distribution.

Kalemkuş, J. (2021). Bilmeyi bilme: Üstbiliş. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, (42), 471-495.

Kaplan, A., ve Duran, M. (2016). Ortaokul Öğrencilerine Yönelik Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Ölçeği: Geçerlik Ve Güvenirlik Çalışması. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, (32), 1-17.

Kurt, A. (2014). *Tutum ölçeklerinde yapı geçerliliğinin faktör analizi ile incelenmesi* (Doctoral dissertation, Anadolu University).

Küçük, A., ve Demir, B. (2009). İlköğretim 6–8. Sınıflarda Matematik Öğretiminde Karşılaşılan Bazı Kavram Yanılgıları Üzerine Bir Çalışma. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, (13), 97-112.

Lawshe CH. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology (28):563-575.*

Maury, L. (2008). *Piaget ve Çocuk.* (N. Sarıca, Çev.). De Ki Basım Yayım Ltd. Şti., Ankara.

Mohyuddin, R. G., & Khalil, U. (2016). Misconceptions of Students in Learning Mathematics at Primary Level. *Bulletin of Education and Research*, *38*(1), 133-162.

Mutlu, Y. ve Söylemez, İ. (2018). Matematiksel kavram yanılgıları konusunda yapılmış yüksek lisans ve doktora tezlerinin incelenmesi. *Başkent University Journal of Education*, *5*(2), 187-197.

Neidorf, T., Arora, A., Erberber, E., Tsokodayi, Y., & Mai, T. (2020). *Student misconceptions and errors in physics and mathematics: Exploring data from TIMSS and TIMSS Advanced* (p. 165). Springer Nature.

Neutzling, M., Pratt, E., & Parker, M. (2019). Perceptions of learning to teach in a constructivist environment. *Physical Educator*, *76*(3), 756-776.

Önen, C. İ. (2021). *Yaygın anksiyete semptomlarının yordanmasında üstbiliş, bilinçli farkındalık ve psikolojik esnekliğin rolü* (Master's thesis, İstanbul Kent Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü).

Özdemir, B. G., Bayraktar, R., ve Yılmaz, M. (2017). Sınıf ve matematik öğretmenlerinin kavram yanılgılarına ilişkin açıklamaları. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *7*(2), 284-305.

Özmantar, M.F.,Bingölbali, E. ve Akkoç, H. (2008). *Matematiksel kavram yanılgıları ve çözüm önerileri*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.

Özsoy, G. (2008). Üstbiliş. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, *6*(4), 713-740.

Polya, G. (1957). How to Solve It: A New Aspect of Mathematical Method: Princeton University Press.

Sadi, A. (2007), Minconceptions in numbers, *UGRU Journal*, 5, pp.1-7.

Sevgi, S., ve Çağlıköse, M. (2020). Altıncı sınıf öğrencilerinin kesir problemleri çözme sürecinde kullandıkları üstbiliş becerilerinin incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi-Hacettepe UniversityJournal Of Education*, *35*(3).

Schumacker, R. E., & Lomax, R. G. (2010). *A beginners guide to structural equation modeling.* New York: Routledge

Schneider, W. andLockl K. (2002). Thedevelopment of metacognitiveknowledge in childrenandadolescents. In T. perfect, B. schwartz (Eds.). AppliedMetacognition. West Nyack, NY, USA: Cambridge University Press.

Shrestha, N. (2021). Factor analysis as a tool for survey analysis. *American Journal of Applied Mathematics and Statistics*, *9*(1), 4-11.

Smith, J.,Disessa, A., andRoschelle, J. (1993). Misconceptionsreconceived: A constructivist analysis of knowledge in transition. *TheJournal of the Learning Sciences, 3,* 115- 163.

Sowden, J. F., Schonfeld, I. S., & Bianchi, R. (2022). Are Australian teachers burned-out or depressed? A confirmatory factor analytic study involving the Occupational Depression Inventory. *Journal of Psychosomatic Research*, *157*, 110783.

Tavakol, M., & Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach's alpha. *International journal of medical education*, *2*, 53.

Tavşancıl, E. (2006). *Tutumların ölçülmesi ve SPSS ile veri analizi.* Ankara: Nobel Yayınevi.

Tavşancıl, E. (2018). *Tutumların ölçülmesi ve SPSS ile veri analizi* (6. Baskı). Ankara:Nobel.

Tekindal, S. (2009). *Duyuşsal Özelliklerin Ölçülmesi için Araç Oluşturma*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.

Türkdoğan, A., Güler, M., Bülbül, B., ve Danışman, Ş. (2015). Türkiye'de matematik eğitiminde kavram yanılgılarıyla ilgili çalışmalar: Tematik bir inceleme. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *11*(2).

Williams, B. Ve Brown, T. (2010). "Exploratory factor analysis: A five-step guide for novices." Australasian Journal of Paramedicine 8(3).

Yıldızlar, M. (2001). *İlköğretim Okulu Öğrencileri için Matematik Problemlerini Çözebilme Yöntemleri.* Eylül Kitap ve Yayınevi, Ankara.

Zembat, İ. Ö. (2008). Kavram Yanılgısı Nedir?. *MF Özmantar, Erhan Bingölbali ve Hatice Akkoç (Ed), Matematiksel Kavram Yanılgıları ve Çözüm Önerileri*, 1-7.

APPENDIX-1 Mathematical Misconception Awareness Scale

Item	Never	Rarely	Sometimes	Often	Always
1. I can explain what a mathematical misconception is.					
2. I can distinguish between a mathematical error and a mathematical misconception.					
3. I can give examples of misconceptions that may occur in a mathematics lesson.					
4. I can notice if I have misconceptions in any learning area in mathematics.					
5. I can show examples that may cause misconceptions in the mathematics curriculum and textbooks.					
6. I know how to eliminate the misconceptions that may occur in mathematics teaching.					
7. I can make preparations before the mathematics lesson so that mathematical misconceptions do not occur.					
8. I make sure that students do not have misconceptions in mathematics teaching.					
9. I follow and examine the studies on mathematical misconceptions.					
10. I can list the types of mathematical misconceptions.					
11. I know how to detect mathematical misconceptions.					
12. I know what kind of studies I will do so that a certain rule or concept in mathematics is not generalized to other learning areas.					
13. If my students have mathematical misconceptions, I know which studies will be effective.					
14. I can explain the causes of mathematical misconceptions.					
15. I can give examples of the most common misconceptions in mathematics.					
16. I can predict what kind of misconceptions my students might have before the math lesson.					
17. I can eliminate the misconception by working with the parents about the students who have mathematical misconceptions.					
18. I can make special plans and programs for students with mathematical misconceptions.					
19. I can identify the mathematical misconceptions of the students within the scope of the education they received before school.					
20. I can do special studies on the mathematical misconceptions that may occur in the pre-school period of the students.					
21. I can prepare materials related to mathematics learning areas in order to prevent the formation of mathematical misconceptions.					
22. I can motivate students to overcome their mathematical misconceptions.					
23. I can discover students' misconceptions (if any) about numbers.					
24. I can discover students' misconceptions (if any) about rational and decimal numbers.					
25. I can discover students' misconceptions (if any) about process.					
26. I can discover students' misconceptions (if any) about mathematical symbols (+,-,x, ÷).					
27. I can discover students' misconceptions 27. I can discover students' misconceptions about fractions (if any)about fractions.					
28. I can discover students' misconceptions 28. I can discover students' misconceptions about geometric shapes (if any) about geometric shapes.					
29. I can discover students' misconceptions (if any) about number/place value.					

30. I can discover students' misconceptions (if any) about the measurement learning field.					
31. I can discover students' misconceptions (if any) about the data processing learning domain.					
32. I can explain exemplary and non-exemplary situations related to mathematical concepts.					
33. I can distinguish between determinative and non-determining features in mathematical concepts.					
34. I can create concept cartoons, concept maps and networking concept activities in order to avoid mathematical misconceptions.					

EKUAD JETPR
Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi

ISSN 2149-7702
e-ISSN 2587-0718
DOI:10.38089/ekuad.2023.140
Cilt 9 (2023) Sayı 2, 122-134

Sınıf Öğretmenlerine Yönelik Matematiksel Kavram Yanılgısı Farkındalık Ölçeğinin Geliştirilmesi: Güvenirlik Çalışması

Veli TOPTAŞ[1], Büşra USLUOĞLU[2]

Öz

Matematik öğretiminde ele alınan sorunlardan birisi de matematiksel kavram yanılgılarıdır. Öğrencilerin önceki derslerde geliştirdikleri ya da içinde yaşadıkları topluluktan okula getirdikleri hatalar ve kavram yanılgıları, matematiksel kavramların sürekli öğrenilmesinde engeller oluşturabilir ve sonuç olarak matematikte başarısızlığa neden olabilir. Öğretmenlerde olan kavram yanılgılarının, öğrencilerin kavram yanılgıları üzerinde herhangi bir etkisinin olup olmadığını görmek de önemlidir. Bu araştırmada sınıf öğretmenlerinin matematikteki kavram yanılgılarına ilişkin farkındalıklarını ölçmek amacıyla bir ölçek geliştirmek amaçlanmıştır. Matematiksel kavram yanılgısı farkındalıklarına ilişkin farklı boyutları belirlenen 36 maddelik taslak ölçek 2022-2023 eğitim öğretim yılında toplamda 372 sınıf öğretmeni ile pilot uygulama yapılmıştır. Pilot uygulamadan elde edilen sonuçlar ve uzmanlardan alınan görüşlerden sonra 2 madde ölçekten çıkarılmıştır. Toplamda 34 madde olarak oluşturulan ölçek, 524 sınıf öğretmenine uygulanmıştır. Ölçme aracının geliştirilmesinde literatür tarama, madde oluşturma, içerik geçerliği (uzman görüşüne başvurma), ön deneme ile geçerlik ve güvenirlik hesaplama aşamaları izlenmiştir. Bir istatistik programı ile yapılan analiz sırasında Açımlayıcı Faktör Analizi (AFA) ile ölçeğin 3 boyuttan oluştuğu saptanmıştır. Araştırmacılar oluşan boyutlardaki soruların ortak noktaları ve uzmanlarla yaptıkları görüş alışverişlerinden sonra sırasıyla bu boyutlara 'Öğrenme Öğretme Süreçlerinde Matematiksel Kavram Yanılgıları Farkındalığı', 'Matematik Öğrenme Alanlarına Özgü Kavram Yanılgıları Farkındalığı', 'Bilişsel ve Kavramsal Farkındalık' isimlerini vermişlerdir. Ayrıca ölçeğin Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) değerinin 0.97 ve iç tutarlık katsayı (Cronbachalpha) değerinin α=0.97 olduğu görülmüştür. Elde edilen bulgular ile ölçeğin geçerli ve güvenilir bir yapıya sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yapılan Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA) ile elde edilen sonuçlar mükemmel uyum değerlerine sahip olmasa da kabul edilebilir sınırlar içinde olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler

Kavram yanılgısı
Matematik
Matematiksel kavram yanılgısı
Sınıf öğretmeni

Makale Hakkında

Gönderim Tarihi: 17.01.2023
Kabul Tarihi: 21.07.2023
E-Yayın Tarihi: 31.08.2023

[1]Prof. Dr., Kırıkkale Üniversitesi, Türkiye, vtoptas@gmail.com , https://orcid.org/0000-0001-8852-1852
[2] Doktora Öğrencisi, Kırıkkale Üniversitesi, Türkiye,busrausluoglu38@hotmail.com, https://orcid.org/0000-0002-7152-6419

Giriş

Bireylerin sorunlara karşı çözüm üretmesinin en temel yolu sorunun farkına varıp tanımlamasından geçmektedir. Herhangi bir konuda sorun fark edildiğinde ana hatları belirlenir ve çözüme giden yollar tek tek irdelenir. Matematik öğretiminde ise Polya'nın stratejisi, bir problemi çözüme kavuşturmaya ilişkin oldukça kullanışlıdır. George Polya problem çözme sürecini dört aşamalı süreç ile tanımlamıştır. Bunlar; problemin anlaşılması, çözümle ilgili stratejinin seçilmesi, seçilen stratejinin uygulanması ve çözümün değerlendirilmesidir (Polya, 1957). Bu sadece matematiksel problemlere ilişkin değil tüm hayatı kapsayan bir çözüm üretme sürecidir. Kişinin kendi hayatındaki sorunları fark edebilmesi ve kendi çözümlerini üretebilmesi için bu beceriyi temelden yani çocukluktan edinmiş olması önemlidir. Piaget (2008)'e göre çocuklar sırasıyla, hareket zekaları, benmerkezci düşünce ve akılcı düşünceleri olmak üzere üç dizge ile probleme yaklaşır ve çözüme kavuştururlar. Yani problemi hareket halinde iken keşfederler, kendi ifadeleri ile keşfettiklerini yorumlarlar ve daha sonra da bunu önceki öğrendikleriyle akılcı bir düşünceye dönüştürürler (Maury, 2008). Bu yüzden sorunların çözümünde ebeveynlere olduğu kadar öğretmenlere de oldukça iş düşmektedir. Öğretmenler önce bireysel sorun ve eksikliklerini fark edip sonrasında çocuklara bunu nasıl yapmaları gerektiği konusunda öğretim yapmalıdırlar. Aslında, çocuklara bilmenin bir "üst" modelini öğretmeliler.

Üstbiliş kavramı 1970'li yıllarda Flavel tarafından ortaya atılmış kişinin öğrenmeyi öğrenmesi üzerine odaklanmış bir kavramdır. Flavel, yaptığı çalışmalar sonucunda üstbilişi bellek üzerinde yapılan işlemleri belirtmek, belleğin fonksiyonlarını, sınırlarını açıklamak ve öğrencinin kendi bilişsel süreçleri üzerindeki denetimini açıklaması olarak tanımlamıştır. 1970'lerin sonlarına doğru bu kavram genişletilerek üst bellek yerine üstbiliş (metacognition) kavramı kullanılmaya başlanmıştır (Schneider ve Lockl, 2002). Bu kavramın tanınmasıyla birlikte araştırmacıların 'farkına varma ve farkında olma' gibi kavramlar da yapılan çalışmaların radarına girmiştir (Özsoy, 2008; Akpunar, 2011; Kalemkuş, 2021; Önen, 2021, Bakkaloğlu ve Toptaş, 2022). Yapılan bazı çalışmalarda (Aşık ve Ertkin, 2019; Sevgi ve Çağlıköse, 2020; Arslan, 2021) bireylerin üstbiliş farkındalıklarına yönelik bilişleri ölçülmüş ve kişilerin sorunlarını ele alma ve çözmesi durumları incelenmiştir. Çocukluk döneminde evde ve okulda edinilmesi elzem olan bu farkındalığın matematik gibi önemli bir derste de ele alındığı çalışmalar vardır. Örneğin, Kaplan ve Duran (2016) geliştirdikleri ölçek ile öğrencilerdeki matematiği bilme bilincini yani üstbilişsel farkındalığı ölçme ve değerlendirmeyi amaçlamışladır. Yapılan bu çalışma bizlere matematiğin, farkındalık kazandırılarak geliştirilebilen bir bilim dalı olduğunu göstermiştir. Dolayısıyla matematik içerik olarak yalnızca 'ne' sorusunun değil aynı zamanda 'nasıl' sorusunun da cevaplanması gereken bir alandır. Bu cevaplara ulaşmak için de matematiğin somut dünyadaki karşılığı ve bireylerin zihinlerindeki soyut öğrenmelerin anlamlı olması gerekir. Bilindiği üzere her bireyin zihni farklı bir genişlikte ve algıdadır. Bu yüzden bireyler Neutzling, Pratt ve Parker'ın (2019) da bahsettiği gibi kendi algılarını ve öğrenmelerini bilmeli ve buna göre yol almalıdırlar. Üstbilişsel bilgi tam olarak bunu açıklamaktadır. Özellikle matematik gibi dış dünya bilgilerinin bireylerin zihinlerinde anlamlı hale gelmesi üstbilişsel bilginin işlevsel olmasıyla yakından ilgilidir. Matematiği öğrenmeye odaklanmakla birlikte öğrenmede var olan sorunları da bilmek ve analiz etmek önemlidir. Buradan hareketle matematik bilmek ve matematiği nasıl bildiğini bilmek arasında fark vardır gibi bir yorum yapılabilir.

Matematik öğretiminde ele alınan sorunlardan birisi de matematiksel kavram yanılgıları konusudur. Baki ve Bell (1997)'e göre matematik dersinde bir kavramı tanımlamak zor olabilir. Bir kavramı tanımlamak için bazen onunla ilişkili kavramları da açıklamak gerekir. Örneğin ondalık kesirleri tanımlamak için öncelikle kesir tanımına ihtiyaç duyulmaktadır. Yani bireyler, kavramları öğrenirken daha önceki ön bilgileri üzerine inşa ederler ve sahip oldukları bu ön bilgileri bazen yeni kavramların öğrenilmesinde zorluk yaşamalarına sebep olur. Smith, Disessa ve Roschelle (1993), kavram yanılgısını "sistematik bir şekilde hata üreten öğrenci kavrayışı" olarak tanımlamıştır. Bu durumda öğrencilerin önceki derslerde geliştirdikleri ya da içinde yaşadıkları topluluktan okula getirdikleri hatalar ve kavram yanılgıları, matematiksel kavramların sürekli öğrenilmesinde engeller oluşturabilir ve sonuç olarak matematikte başarısızlığa neden olabilir. Kavram yanılgılarının nedenlerini Fransız matematikçi Bernard Cornu üç şekilde açıklamıştır. Bunlar, kendiliğinden olan ve kavramın tarihsel sürecinde karşılaşılan epistemolojik nedenler; kavramı öğrenirken kişisel durumları içeren psikolojik nedenler ve öğretimin şekli, içeriği ve kullanılan yöntemleri içeren pedagojik nedenlerdir (Akt: Özmantar, Bingölbali ve Akkoç, 2008). Dolayısıyla öğretmenlerde olan kavram yanılgılarının, öğrencilerin kavram yanılgıları üzerinde herhangi bir etkisinin olup olmadığını görmek de önemlidir. Borasi (1994) kavram yanılgılarının öğretimde birer sıçrama ya da başlangıç noktası olarak kullanılmasının faydalı olacağını söylemiştir. Bu nedenle, çocukların çoğunun hata yaptığı veya yanlış genellemeler yaptığı kavramsal alanların yanı sıra bunlardan sorumlu olan nedenleri ve bunların nasıl düzeltileceğini belirlemeye ihtiyaç vardır. Özdemir, Bayraktar ve Yılmaz (2017)'a göre kavram yanılgılarının öğretmenler tarafından bilinmesi ve öğrencilerde oluşmaması için gerekli tedbirlerin alınması oldukça önemlidir. Çünkü öğretmenler kavram yanılgılarını ve nedenlerini bilirlerse öğrencilerin olası hatalarını ya da kavram yanılgılarını önleyebilirler. Elbette bunu gerçekleştirebilmenin yolu öğretmenlerin kendi kavram yanılgılarının farkında olup olmadığının veya var olan kavram yanılgılarına ne gibi çözüm getirdikleriyle ilgilidir. Sadi (2007)'ye göre matematiksel kavram yanılgıları henüz ortaya çıkmadan sınıf öğretmenlerinin, öğrencilerin zihninde oluşabilecek yanlış kavramaların nedenlerinin farkında olması gerekmektedir. Daha önce de vurgu yapıldığı gibi matematiği yalnızca bilmekle kalmayıp nasıl bildiğimizi veya bilemediğimizi fark etmek de öğrenmenin kalıcı ve anlamlı hale gelmesine katkı sağlar. Öğretimin önde gelen kademelerinden olan ilkokul düzeyi matematik dersinde ise bu tarz öğrenme sorunlarını çözmenin ilk basamağı sınıf öğretmenlerinden geçtiği düşünülmektedir. Bunun için de yapılabilecek ilk işin sınıf öğretmenlerinin konu ile ilgili farkındalıklarını ölçmek ve değerlendirmektir. Bu çalışmada sınıf öğretmenlerinin matematikteki kavram yanılgılarına ilişkin farkındalıklarını öğrenmek amacıyla bir ölçek geliştirmek amaçlanmıştır.

Yöntem

Bu bölümde Sınıf Öğretmenlerine Yönelik Matematiksel Kavram Yanılgısı Farkındalık Ölçeğinin Geliştirilmesi: Güvenirlik Çalışmasının hangi aşamalarda yapıldığı ve çalışma grubunun özellikleri sunulmuştur. Katılımcıların matematiksel kavram yanılgısı farkındalıklarını belirlemeye yönelik bir ölçek geliştirmeyi amaçlayan bu araştırmada tarama modeli kullanılmıştır.

Çalışma Grubu

Bu çalışma, 2022-2023 eğitim-öğretim yılında İç Anadolu bölgesindeki bir ilde görev yapmakta olan 524 sınıf öğretmeninin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Katılımcı sayısının belirlenmesinde taslak ölçekte ve nihai ölçekte yer alan madde sayıları baz alınmıştır. Literatürde ölçek geliştirme çalışmalarında katılımcı sayısının madde sayısının 5 ila 10 katı olması önerilmektedir (Child, 2006; Doğan ve Başokçu, 2010; Tavşancıl, 2018). Çalışma kapsamında taslak ölçekte 36 madde bulunduğu için ilk etapta 372 ve açımlayıcı faktör analizi sonrasında oluşan nihai ölçekteki 34 madde için de 524 sınıf öğretmenine ulaşılarak ölçeklerdeki madde sayılarının 10 katından daha fazla katılımcıya ulaşılmıştır.

Çalışma grubunu, random örnekleme yöntemi ile belirlenmiş olan, 2022-2023 öğretim yılında MEB'de aktif görev yapmakta olan toplam 524 sınıf öğretmeni (307 kadın, 217 erkek) oluşturmaktadır. Sınıf öğretmenlerinin kıdem yılları 139'unun 0-10 yıl; 138'inin 11-20 yıl ve 247'sinin ise 21 yıl ve sonrası olarak belirlenmiştir. Öğretmenlerin 399'u Eğitim Fakülteleri'nden, 125'i ise Meslek Yüksek Okulları'ndan mezun olduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca ölçek içersinde sınıf öğretmenlerinden 50'si ön lisans, 408'i lisans, 65'i yüksek lisans ve 1'i doktora mezunu olduklarını işaretleyerek güncel eğitim durumlarını belirtmişlerdir.

Verilerin Toplanması

Araştırma kapsamında sınıf öğretmenlerinin matematiksel kavram yanılgısı farkındalıklarını ölçmeyi amaçlayan ölçeğin geliştirilmesi için alan yazında yer alan aşamalar dikkate alınmıştır (Lawshe, 1975; Büyüköztürk, 2011). Dolayısıyla ölçek geliştirme sürecinde şu aşamalar izlenmiştir:

1. *Madde Havuzu Oluşturulması*: Alanyazın taraması yapılarak kavram yanılgısı ve matematiksel kavram yanılgılarına ilişkin alanlar ve alt başlıklar (epistemolojik, psikolojik ve pedagojik) belirlenmiştir. Araştırmacılar ölçek maddelerini hazırlamadan önce matematiksel kavram yanılgılarına ve öğretimle olan ilişkisi hakkında geniş çaplı bir literatür taraması yapmış ve halihazırda yurtiçi ve yurtdışı kaynaklarda yer alan matematikteki kavram yanılgılarına ilişkin çalışmaları incelemişlerdir (Küçük ve Demir, 2009; Türkdoğan, Güler, Bülbül ve Danışman, 2015; Mohyuddin ve Khalil, 2016; Özdemir ve Bayraktar, 2017; Mutlu ve Söylemez, 2018; Neidorf vd., 2020). İncelenen

çalışmalardan elde edilen matematikle ilişkilendirilen kavramsal yanılgıları, farkındalıkları ve geliştirilebilecek çözüm önerileri gibi ölçek ifadeleri kavram yanılgısı ve matematik konu çerçevesinde yeniden düzenlenmiş ve toplam 36 ifade ile taslak ölçeğin madde havuzu oluşturulmuştur. Oluşturulan ölçek 5'li Likert tipi ölçektir. Likert tekniğiyle yapılan araçlar, cümleler ve her cümleye verilen cevap formatlarının bir setinden oluşur. Genel olarak tamamen katılıyorum seçeneğinden hiç katılmıyorum seçeneğine doğru beş dereceli bir format kullanılır. Araçtan puanları elde edebilmek için her maddenin puanları toplanır. Tamamen katılıyorum, hiç katılmıyorum gibi beş dereceli cevap formu 1'den 5'e kadar olan değeri ortaya koyar (Tekindal, 2009, s.88). Bu ölçekte de belirlenen olumlu ve olumsuz maddeler 5'li Likert, "hiçbir zaman", "nadiren", "bazen", "sık sık", "her zaman" şeklinde derecelendirilmiştir.

2. *Kapsam Geçerliliğinin Belirlenmesi*: Kapsam geçerliliği, ölçülmek istenen özellikler için kullanılan maddelerin nicelik ve nitelik olarak yeterliliği anlamına gelmektedir. Testi oluşturan maddelerin, ölçülmek istenen davranışı (özelliği) nicelik ve nitelik olarak yeterli olup olmadığını ifade eden kapsam geçerliliğini belirlemede kullanılan mantıksal yollardan biri de Lawshe tekniği olan uzman görüşlerine başvurmaktır (Lawshe, 1975; Büyüköztürk, 2011). Bu aşamada araştırmalar oluşturdukları madde havuzunda yer alan ifadeleri derleyip alandaki uzmanlara (biri matematik ve ikisi sınıf eğitimi alanında uzman olmak üzere toplam üç doçent doktor) görüş ve önerilerini alınmak üzere sunulmuştur. Uzmanlar inceledikleri soruların bazılarını birbirleriyle benzer bulduklarını beyan etmişlerdir. Bu yüzden benzer olan ifadeler tek maddede birleştirilmiştir. Ayrıca bazı soruların dil ve anlatımında daha sade bir yola gidilmesini önermişlerdir. Uzmanların değerlendirmeleri ışığında maddeler yeniden gözden geçirilmiş benzer sorular bir araya getirilmiş ya da taslak ölçekten çıkarılmıştır ve gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Uzmanların ortak görüşleri arasında "kavram yanılgısı" ile "tutum" kavramlarının ayrımını yapılması örnek gösterilebilir. Böylece taslak ölçeğin son hali 34 madde olarak ele alınmıştır. Ölçekte ters madde bulunmamaktadır.

3. *Ölçme Aracının Uygulanması*: Ölçek maddelerinin son halinin test edilmesi amacıyla İç Anadolu bölgesinde görev yapmakta olan 372 sınıf öğretmeni ile pilot gruba uygulama yapılmıştır. Pilot uygulamalarından sonra ölçekten iki madde çıkarılmış ve 34 madde demografik bilgiler ile birlikte İç Anadolu bölgesindeki bir ilde görev yapmakta olan toplamda 524 sınıf öğretmenine uygulanmıştır. Katılımcıların her birine Google Form üzerinden ulaşılmış ve veriler bu platform üzerinden kaydedilmiştir. Katılım süresi ortalama 5 ila 7 dakika sürmüştür.

4. *Yapı Geçerliliğinin Belirlenmesi*: Yapı geçerliliği, ölçülmek istenen niteliklerin ölçülüp ölçülmediğinin araştırılması hakkında bilgi vermektedir (Kurt, 2001). KMO değeri 0.97 ve Barlett testi sonucu p= .000 bulunarak faktör analizine uygunluğu görülen ölçme aracının yapı geçerliliğini belirleyebilmek için sınıf öğretmenleri ve öğretmen adaylarından elde edilen veriler üzerinde açımlayıcı faktör analizi yapılmıştır. Örneklem büyüklüğü için 0.60 KMO değeri yeterli 0.90 ve üzeri KMO değerlerin mükemmel olarak yorumlanmaktadır (Tavşancıl, 2006; Shrestha, 2021). Açımlayıcı faktör analizi araştırmacılarca belirlenen maddeler arasından aynı yapıyı ya da niteliği ölçen maddelerin belirlenerek gruplandırılması ve az sayıdaki bu anlamlı üst yapılarla ölçmenin açıklanmasını amaçlayan bir analiz tekniğidir (Büyüköztürk, 2011). Bu süreçte, Kaiser–Meyer-Olkin (KMO) ve Bartlett testi sonuçları, maddelerin ortak faktör varyans değerleri, özdeğer çizgi grafiği, temel bileşenler analizi sonuçlarından yararlanılmıştır. Faktör analizinde varimax (döndürme) tekniği kullanılmıştır. Araştırmadaki tüm analizler bir istatistik programı aracılığıyla yapılmıştır.

5. *Güvenirliliğin Belirlenmesi:* Veri toplama aracının güvenilirliği Cronbach alfa güvenilirlik katsayısı analiz edilmiştir. Cronbach alfa güvenilirlik katsayısı değeri, ölçeğin test puanları arasındaki iç tutarlılığının bir ölçüsüdür ve 0.70 ve üzeri değerler ölçeğin güvenilirliği için yeterli kabul edilmektedir (Büyüköztürk, 2011; Tavakol ve Dennick, 2011; Shrestha, 2021). Ölçeğin Cronbach alfa güvenilirlik katsayısı 0.972'dir ve bu veri ölçeğin oldukça güvenilir olduğunu belirtmektedir (Adeniran, 2019).

6. *Veri Toplama Aracına Son Şeklinin Verilmesi*: Ölçeğin uygulanması sonrasında ölçekteki bazı maddeler yeniden düzenlenmiş ve ölçeğe son şekli verilmiştir. Ölçeğin son hali 34 maddeden oluşmaktadır. Ölçekte ters madde bulunmamaktadır (EK-1).

Verilerin Analizi

Pilot gruba uygulanan ölçekten alınan sonuçlar ışığında ölçeğin yapı geçerliği için faktör analizi yapılmıştır. Verilerin faktör analizi yapmaya uygun olup olmadığını araştırmak amacıyla (Shrestha, 2021) Kaiser Meyer-Olkin (KMO) testi uygulanmıştır. Verilerin faktör analizine uygun çıkmasından sonra örneklem yeterliliğini incelemek amacıyla Diagonal Anti-image Correlation değerleri incelenmiştir. Diyagonal değerleri 0.40'tan düşük olan maddeler ölçekten çıkarıldıktan sonra evrendeki verilerin çok değişkenli normal dağılımdan gelip gelmediği Barlett testi ile kontrol edilmiştir (Shrestha, 2021). Ölçeğin yapı geçerliğini incelemek amacıyla, değişkenler arasındaki ilişkilerden hareketle faktör bulmaya yönelik bir işlem olan açımlayıcı faktör analizine başvurulmuştur (Büyüköztürk, 2011; Sowden, Schonfeld ve Bianchi, 2022). Ölçek maddelerinin kaç tane önemli faktörü ya da yapıyı ölçtüğüne karar vermek amacıyla faktör öz değerlerine dayalı olarak çizilen çizgi grafiği incelenmiştir. Faktörleştirme tekniklerinden temel bileşenler analizi kullanılmıştır. Ayrıca faktörlerin kendileri ile yüksek ilişki veren maddeleri bulması ve faktörlerin daha kolay yorumlanması amacıyla dik döndürme tekniklerinden varimax (döndürme) tekniği tercih edilmiştir (Büyüköztürk, 2011). Ayrıca farklı bir örneklemden elde edilen veriler üzerinde ise doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır.

Bulgular

Bu bölümde geliştirilen ölçek için yapılan istatistiksel analizler ve elde edilen sonuçlar tablo haline getirilerek yorumlanmıştır.

Açımlayıcı Faktör Analizi

Faktör analizi, testlerin, ölçeklerin ve ölçümlerin geliştirilmesinde, rafine edilmesinde ve değerlendirilmesinde kullanılan önemli bir araçtır (Williams ve Brown, 2010). Faktör analizi, bir ölçeğin yapı geçerliğini belirlemede kullanılması gereken analizlerden birisidir. Örneklem grubundan elde edilen verilerin faktör analizi yapmak için uygun olup olmadığı Kaiser Meyer Olkin (KMO) katsayısı ve Bartlett küresellik testi ile açıklanabilir (Büyüköztürk, 2011; Çapık, Gözüm ve Aksayan, 2018). Veri setinin faktör analizine uygun olması için KMO değerinin .50'den büyük olması, veri setinin faktör analizine mükemmel bir biçimde uyumlu olması için ise KMO değerinin .90'a yakın değerde olması gerektiği bilinmektedir (Kalaycı, 2006). Çalışmada yapılan analiz sonucunda elde edilen KMO ve Barlett değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Matematiksel kavram yanılgısı farkındalık ölçeği KMO ve Barlett testi sonuçları

KMO		.970
Küresel Barlett Testi	Ki-Kare	15784.975
	Sd	561
	p	.000

Tablo 1 incelendiğinde KMO değerinin 0.970 olduğu görülmektedir. Bu değere göre faktör analizi yapmak için örneklem büyüklüğünün yeterli olduğu belirlenmiştir. Bartlett testi ise p= 0.000 şeklinde anlamlı bulunmuştur. Bu sonuca göre korelasyon matrisi için faktör analizi yapmak uygundur. Ayrıca ölçeğin kaç faktörden oluştuğunu belirleyebilmek için açımlayıcı faktör analizi yapılmıştır. Açımlayıcı faktör analizi, araştırmacının ölçme aracının ölçtüğü faktörlerin sayısı hakkında bir bilgisinin olmadığı, belli bir hipotezi sınamak yerine, ölçme aracıyla ölçülen faktörlerin doğası hakkında bir bilgi edinmeye çalıştığı inceleme türüne denir (Child, 2006; Tavşancıl, 2006). Yapılan ilk analiz sonucunda özdeğeri 1 ve üzerinde olan üç faktör olduğu belirlenmiştir. Yapılan ilk analize ilişkin bulgular Tablo 2'dedir.

Tablo 2. Matematiksel kavram yanılgısı farkındalık ölçeği açımlayıcı faktör analizi sonuçları

Faktör	Özdeğer	Varyans açıklama yüzdesi (Toplam)	Varyans açıklama yüzdesi (Birikimli)
1	17.841	52.474	52.474
2	3.155	9.279	61.753
3	1.683	4.950	56.704

Tablo 2'ye göre taslak ölçekte özdeğeri 1 ve üzerinde olan üç faktör olduğu görülmektedir. Bu faktörlerin varyansa yaptığı toplam katkı ise %56.704'tür. Tablo 3'te üç faktörden oluşan Matematiksel Kavram Yanılgısı Farkındalık Ölçeği 'nin varyans açıklama yüzdeleri verilmiştir.

Tablo 3. Matematiksel kavram yanılgısı farkındalık ölçeği varyans açıklama yüzdeleri

Faktör	Özdeğer	Varyans açıklama yüzdesi (Toplam)	Varyans açıklama yüzdesi (Birikimli)
1	8.687	25.551	25.551
2	7.962	23.419	48.970
3	6.030	17.734	56.704

Tablo 3'te görüldüğü gibi birinci faktörün varyans açıklama yüzdesi 25.551, ikinci faktörün varyans açıklama yüzdesi 23.419, üçüncü faktörün varyans açıklama yüzdesi ise 17.734'tür. Üç faktör ile açıklanan toplam varyans ise 56.704 olarak belirlenmiştir. Çok faktörlü ölçeklerde açıklanan varyansın% 40 ile % 60 arasında olması yeterlidir (Büyüköztürk, 2007). Bu açıklamaya göre ölçeğin açıkladığı Varyans oranının yeterli olduğu açıklanabilir. Matematiksel kavram yanılgısı farkındalık ölçeğinin döndürülmüş temel bileşenler analizi (varimax) sonuçları Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. Matematiksel kavram yanılgısı farkındalık ölçeğinin döndürülmüş bileşen matrisi

Madde No	Faktör-1	Faktör-2	Faktör-3
18	.789		
20	.784		
21	.748		
17	.721		
9	.695		
19	.687		
12	.673		
13	.650		
34	.629		
10	.629		
14	.624		
15	.606		
11	.586		
16	.575		
22	.564		
7	.481		
8	.420		
29		.849	
28		.841	
26		.834	
27		.832	
30		.816	
31		.789	
25		.726	
32		.662	
23		.657	
33		.654	
24		.563	
2			.803
3			.786
1			.773
4			.723
5			.646
6			.609

Tablo 4 incelendiğinde birinci faktörde yer alan maddelerin faktör yükü değerleri 0.78 ile 0.42 arasında; ikinci faktörde yer alan maddelerin faktör yükü 0.84 ile 0.56 arasında ve üçüncü faktördeki maddelerin faktör yükü ise 0.80 ile 0.60 arasında olduğu görülmektedir. Araştırmacıların yapmış olduğu faktör analizi sonucunda birinci faktörde 17, ikinci faktörde 11, üçüncü faktörde ise 6 madde olduğu saptanmıştır. Araştırmacılar ölçeğin alt boyutlarını isimlendirmişlerdir. Birinci faktör için

"Öğrenme Öğretme Süreçleri Farkındalığı" (Madde 18, 20, 21, 17, 9, 19, 12, 13, 34, 10, 14, 15, 11, 16, 22, 7, 8), ikinci faktör için "Matematik Öğrenme Alanlarına Özgü Farkındalık" (Madde 29, 28, 26, 27, 30, 31, 25, 32, 23, 33, 24) ve üçüncü faktör için "Bilişsel ve Kavramsal Farkındalık" (Madde 2, 3, 1, 4, 5, 6) isimleri uygun görülmüştür. Araştırmacıların geliştirdiği ölçek çalışmada ek olarak sunulmuştur (EK-1). Ayrıca ölçeğin güvenirlik analizi Cronbach Alpha iç tutarlılık katsayısı hesaplanarak yapılmıştır. Matematiksel Kavram Yanılgısı Farkındalık Ölçeği'ne ve alt boyutlarına yönelik hesaplanan Cronbach Alpha güvenirlik katsayıları Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5. Matematiksel kavram yanılgısı farkındalık ölçeğinin iç tutarlılık katsayıları

Faktör	Madde sayısı	İç tutarlılık sayısı
Öğrenme öğretme süreçlerinde matematiksel kavram yanılgısı farkındalığı	17	.962
Matematik öğrenme alanlarına özgü kavram yanılgısı farkındalığı	11	.953
Bilişsel ve kavramsal farkındalık	6	.883
Ölçek toplam	34	.972

Tablo 5'te Matematiksel Kavram Yanılgısı Farkındalık Ölçeği Cronbach Alpha iç tutarlılık katsayılarının her bir faktör için aldığı değerlere yer verilmiştir. Ölçeğin toplam güvenirlik katsayısı 0.97'dir. Bu verilerin değerleri ile ölçeğin oldukça güvenilir olduğu söylenebilir.

Doğrulayıcı Faktör Analizi

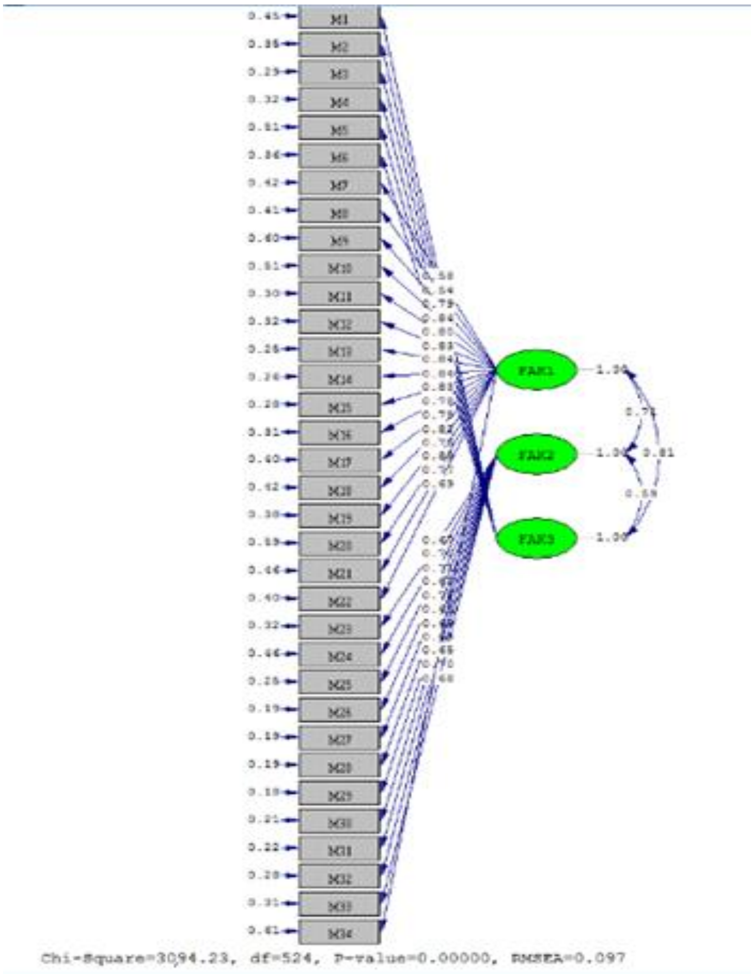
Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA), açımlayıcı faktör analizinde elde edilen iki faktörlü modelin doğrulanıp doğrulanmadığını belirlemek amacıyla ölçekten elde edilen puanlar co-varyans matriksleri incelendi. Doğrulayıcı faktör analizi kullanılan bir istatistik programı ile bir ölçme aracının doğrulayıcı faktör analiziyle test edilmesi için alan yazında, verilerin uyumunu sınamak için birçok uyum değeri bulunmaktadır. Bu uyum değerlerinden en yaygın olarak kullanılanlar: Ki kare, sınanan modelin Karşılaştırmalı Uyum İndeksi (Comperative Fit Index) CFI, modelin açıklanan co-varyans ile gözlenen co-varyansları arasındaki farkların ortalamasını veren Standardize Edilmiş Hataların Ortalama Karekökü (Standartized Root Mean Square Resudual) SRMR, Yaklaşık Hataların Ortalama Kare Kökü (Root Mean Square Error of Approximation) RMSEA, Normalleştirilmemiş Uyum İndeksi (Non-Normed Fit Index/ Tucker-Lewis Index-NNFI) (Çokluk vd., 2010). Bu uyum indekslerinden RMSEA .06 veya daha az bir değere, SRMR .08 ya da daha az, CFI, ve NNFI ise .90 ve bir değer model için kabul edilebilir uyumun göstergesi, .95 ve üstü iyi bir uyum indeksi olarak kabul edilmektedir. Buna ek olarak uyum değerleri mükemmel olmasa da örneklem bazında değerlendirilen kabul edilebilir uyum değerleri de bulunmaktadır (Hu ve Bentler, 1999; Schumacker and Lomax 2010). Tablo 6'da iyi, kabul edilebilir uyum değerleriyle birlikte Matematiksel Kavram Yanılgısı Farkındalık Ölçeği'nin doğrulayıcı faktör analizi sonucunda elde edilen uyum değerleri yer almaktadır.

Tablo 6. Matematiksel kavram yanılgısı farkındalık ölçeğinin standart uyum ölçütler ve uyum değerleri

Uyum ölçüleri	İyi uyum değerleri	Kabul edilebilir uyum değerleri	Önerilen uyum değerleri
RMSEA	0.00<RMSEA<0.05	0.05<RMSA<0.10	0.097
SRMR	0.00<SRMR<0.05	0.05<SRMR<0.10	0.057
GFI	0.95<GFI<1.00	0.90<GFI<0.95	0.87
AGFI	0.90<AGFI<1.00	0.85<AGFI<0.90	0.88
NFI	0.95<NFI<1.00	0.90<NFI<0.95	0.98
CFI	0.95<CFI<1.00	0.90<CFI<0.95	0.98
RFI	0.90<RFI<1.00	0.85< RFI <0.90	0.97

Tablo 6'ya göre; benzerlik oranı ki-kare istatistiği X^2=331.17, P<0.01 olarak tespit edilmiştir. Kök ortalama kare yaklaşım hatası (RMSEA)= 0.097; standardize edilmiş kök ortalama kare (SRMR)= 0.057; uyum iyiliği indeksi (GFI)= 0.87; düzeltilmiş uyum iyiliği endeksi (AGFI)= 0.88; formlanmış uyum endeksi (NFI)= 0.98; karşılaştırmalı uyum endeksi (CFI)= 0.98 göreli uyum endeksi (RFI)= 0.97 olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar mükemmel uyum (fit) değerlerine sahip olmasa da genel olarak kabul edilebilir sınırlar içinde olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca ki kare/sd işlemiyle yapılan hesaplama sonucunda ölçeğin veri tabanına mutlak uygunluğunun Bollen (1989)'in hesaplamalarına göre iyi uyum düzeyinde olduğu sonucunu göstermiştir (ki kare/ sd<3).

Matematiksel kavram yanılgısı farkındalık ölçeği ile yapılan doğrulayıcı faktör analizi sonucu elde edilen path diyagramı Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Doğrulayıcı faktör analizi Path diyagramı

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Sınıf öğretmenlerinin matematiksel kavram yanılgısı farkındalıklarına ilişkin bir ölçek geliştirmeyi amaçlayan bu çalışmanın sonucunda geçerlik ve güvenirliği kanıtlanmış 34 maddelik bir matematiksel kavram yanılgısı farkındalık ölçeği oluşturulmuştur. Ölçeğin genel olarak Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı 0.97'dir. Bununla birlikte ölçeğin sınıf öğretmenleri için kullanımının uygunluğu açısından yeterli olduğu söylenebilir. Ölçeğin üç alt boyutu için de iç tutarlılık katsayıları sırasıyla 0.96, 0.95 ve 0.88'dir. Bu değerler ile Emerson'un (2019) çalışmasında yer alan güncel değerlerin uyumlu ve ölçeğin güvenilir olduğu yorumu yapılabilir.

Birinci faktörde yer alan maddeler, kavram yanılgılarının pedagojik ve psikolojik alt başlıklarıyla ilişkilendirilmiştir. Ayrıca bu faktör sınıf öğretmenlerinin matematik dersini öğrenme ve öğretme süreçlerindeki kavram yanılgılarına dair farkındalıklarını ne ölçüde açıklığa kavuşturduklarıyla ilgilidir ve "öğrenme öğretme süreçlerinde matematiksel kavram yanılgısı farkındalığı" boyutunu oluşturmaktadır. İkinci faktördeki maddeler, kavram yanılgılarının epistemolojik ve psikolojik alt başlıklarıyla ilişkilendirilmiştir. Bununla birlikte bu faktör sınıf öğretmenlerinin matematiğin alt öğrenme alanlarıyla ilgili kavram yanılgısı farkındalıklarının ne ölçüde olduğuyla ilişkilidir. Bu yüzden "matematik öğrenme alanlarına özgü kavram yanılgısı farkındalığı" olarak adlandırılmıştır. Son olarak üçüncü faktör başlığı altında yer alan maddeler, kavram yanılgılarının pedagojik, psikolojik ve epistemolojik alt başlıklarıyla ve sınıf öğretmenlerinin matematik dersinin bir bilim dalı ve ders olarak bilişsel ve kavramsal öğrenmeye yönelik oluşabilecek kavram yanılgısı farkındalıklarının ne ölçüde olduğunu açıklamak ile ilişkilendirilmiştir. Bu boyut "bilişsel ve kavramsal farkındalık" olarak adlandırılmıştır. Buradan hareketle ölçek maddelerinin yapısal olarak kavram yanılgılarının matematik ile iç içe hale getirilip tüm alt başlıklarına (epistemolojik, psikolojik ve pedagojik) cevap verebilecek düzeyde olduğu sonucuna ulaşılabilir.

Bu ölçek sınıf öğretmenlerinin matematiğe ilişkin kavram yanılgılarının var olup olmadığı ve var ise bunun farkında olup olmadıklarını ölçmek için hazırlanmıştır. Ayrıca öğretmenlerin kavram yanılgılarının hangi matematik konuları içerisinde olduğu, bu kavram yanılgıları ile geçmişte nasıl öğrenim gördükleri ve şimdi nasıl öğretim yaptıklarına dair bir fikir elde etmek için iyi bir araçtır. Bu doğrultuda araştırma kapsamında belirlenen sınıf öğretmenlerinin kavram yanılgılarına ilişkin farkındalıklarının cinsiyet, kıdem yılı, mezun oldukları fakülte ve güncel eğitim durumları gibi çeşitli değişkenlere göre anlamlılık gösterip göstermediğini belirlenmiştir. Böylece öğretmenlerin önceden var olan veya sonrasında oluşabilecek kavram yanılgılarının farkında olarak yaptıkları matematik öğretimini geliştirmeleri amaçlanmıştır. Zembat (2008, s.5), bu konuyla ilgili öğretmenlerin özellikle kavram yanılgılarının daha çok beklenildiği konularda uygun öğretim yöntemleri seçerek yanılgıları ortaya çıkarmadan engellemeye yönelik çalışmalar yapmalarının önemli olduğunu belirtmiştir. Ayrıca bu ölçek eğitim fakültelerinde farklı ana bilim dallarında öğrenim gören öğretmen adayları ve farklı branşlardaki öğretmenlerin matematiksel kavram yanılgıları farkındalıklarını ölçme amacıyla da genişletilebilir. Araştırmacıların bu ölçeği geliştirmedeki en önemli amaçları, başta sınıf öğretmenleri olmak üzere alanla ilişkili tüm öğretmenlerde matematiksel kavram yanılgılarına dair bir farkındalık oluşturmak ve öğretimlerinde bunun önüne geçmelerini sağlamaktır.

Çalışma kapsamında yapılan doğrulayıcı faktör analizi sonucunda üç faktörlü modelin yeterli uyum indekslerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, bu ölçeğin sınıf öğretmenlerinin matematiksel kavram yanılgısı farkındalıklarını ve bu farkındalıkların kavram yanılgılarının hangi alt boyutlarına denk geldiğini ölçebilecek ve kullanılabilecek geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğu söylenebilir. Hazırlanan ölçek ile birlikte başta sınıf öğretmenleri olmak üzere diğer öğretim kademelerindeki öğretmenlerin veya öğretmen adaylarının matematik dersine ilişkin önceden oluşmuş veya sonradan öğretim esnasında oluşabilecek kavram yanılgılarını fark etmeleri ve gereken çözüm önerilerini geliştirmeleri esas alınmıştır. Nitekim öğretmenlerin yapacağı öğretim temelinde bilgi, sorun ve çözüm önerileri ile ilgili farkındalıklarının olması yapılan öğretimi daha anlamlı hale getirecektir. Bu ölçeğin kullanılması ile elde edilen verilere bağlı olarak farklı branş ve düzeylerde olan öğretmen ve öğretmen adaylarının matematiğe ilişkin kavram yanılgısı farkındalıklarını geliştirmeye yönelik farklı çalışmalar yapılabilir.

Kaynakça

Adeniran, A. O. (2019). Application of Likert scale's type and Cronbach's alpha analysis in an airport perception study. *Scholar Journal of Applied Sciences and Research*, *2*(4), 1-5.

Akpunar, B. (2011). Biliş ve üstbiliş (metabiliş) kavramlarının zihin felsefesi açısından analizi. *Electronic Turkish Studies*, *6*(4).

Arslan, A. (2021). Ortaokul öğrencilerinin akademik motivasyonları ve matematiksel üstbiliş farkındalıkları arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Journal of Computer and Education Research*, *9*(18), 655-681.

Aşık, G., ve Erktin, E. (2019). Üstbilişsel deneyimlerin üstbiliş bilgisi ile problem çözme ilişkisindeki aracılık etkisi. *Eğitim ve Bilim*, *44*(197).

Baki, A. ve Bell, A. (1997). *Ortaöğretim matematik öğretimi*. Ankara: YÖK Yayınları.

Bakkaloğlu, S., ve Toptaş, V. (2022). Eğitim alanında üstbiliş üzerine yapılan lisansüstü tezlerin içerik analizi. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *24*(1), 155-177.

Bollen, K. A. (1989). A new incremental fit index for general structural equation models. *Sociological Methods & Research*, *17*(3), 303-316.

Borasi, R. (1994). Capitalizing on errors as "spring boards for inquiry": A teaching experiment. *Journal for Research in Mathematics Education, 25 (2).*

Büyüköztürk, Ş. (2007). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Ankara: Pegem Yayıncılık.

Büyüköztürk, Ş. (2011). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*, (14. baskı), Ankara: Pegem Yayıncılık.

Child D. (2006) *The essentials of factor analysis*. Continuum.

Çapık, C., Gözüm, S., ve Aksayan, S. (2018). Kültürlerarası ölçek uyarlama aşamaları, dil ve kültür uyarlaması: Güncellenmiş rehber. *Florence Nightingale Hemşirelik Dergisi, 26*(3):199-210.

Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G. ve Büyüköztürk, Ş. (2010). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik: SPSS ve Lisrel uygulamaları*. Ankara: Pegem Akademi.

Doğan N. ve Başokçu T. (2010). İstatistik tutum ölçeği için uygulanan faktör analizi ve aşamalı kümeleme analizi sonuçlarının karşılaştırılması. *Eğitimde Psikolojik Ölçme Değerlendirme Derg*isi, *1*(2), 65-71.

Emerson, R. W. (2019). Cronbach's alpha explained. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, *113*(3), 327-328.

Hu, L., & Bentler, P. M. (1999). Cut of criteriafor fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling, 6*, 1-55.

Jöreskog, K. G., & Sörbom, D. (2004). *LISREL 8.71 for Windows [Computer Software]*. Lincolnwood. IL: Scientific Software International, Inc.

Kalaycı, S. (2006). *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistiksel teknikleri.* Ankara: Asil Publication Distribution.

Kalemkuş, J. (2021). Bilmeyi bilme: Üstbiliş. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 42, 471-495.

Kaplan, A., ve Duran, M. (2016). Ortaokul öğrencilerine yönelik matematiksel üstbiliş farkındalık ölçeği: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, (32), 1-17.

Kurt, A. (2014). *Tutum ölçeklerinde yapı geçerliliğinin faktör analizi ile incelenmesi* (Yayınlanmamış Doktora Tezi), Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Küçük, A., ve Demir, B. (2009). İlköğretim 6–8. sınıflarda matematik öğretiminde karşılaşılan bazı kavram yanılgıları üzerine bir çalışma. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, (13), 97-112.

Lawshe CH. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology (28)*, 563-575.

Maury, L. (2008). *Piaget ve çocuk.* (N. Sarıca, Çev.). Ankara: De Ki Basım Yayım.

Mohyuddin, R. G., & Khalil, U. (2016). Misconceptions of students in learning mathematics at primary level. *Bulletin of Education and Research*, *38*(1), 133-162.

Mutlu, Y. ve Söylemez, İ. (2018). Matematiksel kavram yanılgıları konusunda yapılmış yüksek lisans ve doktora tezlerinin incelenmesi. *Başkent University Journal of Education*, *5*(2), 187-197.

Neidorf, T., Arora, A., Erberber, E., Tsokodayi, Y., & Mai, T. (2020). *Student misconceptions and errors in physics and mathematics: Exploring data from TIMSS and TIMSS Advanced* (p. 165). Springer Nature.

Neutzling, M., Pratt, E., & Parker, M. (2019). Perceptions of learning to teach in a constructivist environment. *Physical Educator*, *76*(3), 756-776.

Önen, C. İ. (2021). *Yaygın anksiyete semptomlarının yordanmasında üstbiliş, bilinçli farkındalık ve psikolojik esnekliğin rolü* (Yayınlanmamış Doktora Tezi), İstanbul Kent Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.

Özdemir, B. G., Bayraktar, R., ve Yılmaz, M. (2017). Sınıf ve matematik öğretmenlerinin kavram yanılgılarına ilişkin açıklamaları. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *7*(2), 284-305.

Özmantar, M.F., Bingölbali, E. ve Akkoç, H. (2008). *Matematiksel kavram yanılgıları ve çözüm önerileri*. Ankara: Pegem Akademi.

Özsoy, G. (2008). Üstbiliş. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, *6*(4), 713-740.

Polya, G. (1957). *How to solve it: A new aspect of mathematical method.* Princeton University Press.

Sadi, A. (2007), Minconceptions in numbers, *UGRU Journal, 5,* 1-7.

Sevgi, S., ve Çağlıköse, M. (2020). Altıncı sınıf öğrencilerinin kesir problemleri çözme sürecinde kullandıkları üstbiliş becerilerinin incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *35*(3), 662-687.

Schumacker, R. E., & Lomax, R. G. (2010). *A beginners guide to structural equation modeling.* New York: Routledge

Schneider, W., & Lockl K. (2002). Thedevelopment of metacognitiveknowledge in childrenandadolescents. In T. Perfect and B. Schwartz (Eds.). *Applied Metacognition*. USA: Cambridge University Press.

Shrestha, N. (2021). Factor analysis as a tool for survey analysis. *American Journal of Applied Mathematics and Statistics*, *9*(1), 4-11.

Smith, J., Disessa, A., & Roschelle, J. (1993). Misconceptions reconceived: A constructivist analysis of knowledge in transition. *TheJournal of the Learning Sciences*, *3*, 115- 163.

Sowden, J. F., Schonfeld, I. S., & Bianchi, R. (2022). Are Australian teachers burned-out or depressed? A confirmatory factor analytic study involving the Occupational Depression Inventory. *Journal of Psychosomatic Research*, *157*, 110783.

Tavakol, M., & Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach's alpha. *International Journal of Medical Education*, *2*, 53.

Tavşancıl, E. (2006). *Tutumların ölçülmesi ve SPSS ile veri analizi.* Ankara: Nobel.

Tavşancıl, E. (2018). *Tutumların ölçülmesi ve SPSS ile veri analizi* (6. Baskı). Ankara: Nobel.

Tekindal, S. (2009). *Duyuşsal özelliklerin ölçülmesi için araç oluşturma*. Ankara: Pegem Akademi.

Türkdoğan, A., Güler, M., Bülbül, B., ve Danışman, Ş. (2015). Türkiye'de matematik eğitiminde kavram yanılgılarıyla ilgili çalışmalar: Tematik bir inceleme. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *11*(2), 215-236.

Williams, B., & Brown, T. (2010). Exploratory factor analysis: A five-step guide for novices, *Australasian Journal of Paramedicine*, *8*(3).

Yıldızlar, M. (2001). *İlköğretim okulu öğrencileri için matematik problemlerini çözebilme yöntemleri.* Ankara: Eylül Kitap ve Yayınevi.

Zembat, İ, Ö. (2010). Kavram yanılgısı nedir?. M.F. Özmantar, E. Bingölbali ve H. Akkoç (Ed.), *Matematiksel kavram yanılgıları ve çözüm önerileri.* Ankara; Pegem Yayıncılık.

EK-1 Matematiksel Kavram Yanılgısı Farkındalık Ölçeği

Madde	Hiçbir zaman	Nadiren	Bazen	Sık Sık	Her zaman
1. Matematiksel kavram yanılgısının ne olduğunu açıklayabilirim.					
2. Matematiksel hata ile matematiksel kavram yanılgısını ayırt edebilirim.					
3. Matematik dersinde oluşabilecek kavram yanılgılarına örnek verebilirim.					
4. Matematikteki herhangi bir öğrenme alanında kavram yanılgım varsa fark edebilirim.					
5. Matematik dersi öğretim programı ve ders kitaplarında kavram yanılgısına sebep verebilecek örnekler gösterebilirim.					
6.Matematik öğretiminde oluşabilecek kavram yanılgılarının nasıl giderileceğini bilirim.					
7. Matematiksel kavram yanılgılarının oluşmaması için matematik dersi öncesinde hazırlıklar yapabilirim.					
8. Matematik öğretiminde öğrencilerde kavram yanılgısı oluşmadığından emin olurum.					
9. Matematiksel kavram yanılgıları ile ilgili yapılan çalışmaları takip eder ve incelerim.					
10. Matematiksel kavram yanılgılarının çeşitlerini sayabilirim.					
11. Matematiksel kavram yanılgılarının nasıl fark edileceğini bilirim.					
12. Matematikteki belirli bir kuralın veya kavramın diğer öğrenme alanları ile genellenmemesi için hangi tür çalışmalar yapacağımı bilirim.					
13. Öğrencilerin matematiksel kavram yanılgıları varsa hangi çalışmaların etkili olacağını bilirim.					
14. Matematiksel kavram yanılgılarının nedenlerini açıklayabilirim.					
15. Matematikte en çok rastlanılan kavram yanılgılarına örnek verebilirim.					
16. Matematik dersi öncesinde öğrencilerimde ne tür bir kavram yanılgısı olabileceğini kestirebilirim.					
17. Matematiksel kavram yanılgısının olduğu öğrencilerle ilgili veliler ile işbirlikli çalışarak kavram yanılgısını ortadan kaldırabilirim.					
18. Matematiksel kavram yanılgısı olan öğrenciler için özel plan ve program yapabilirim.					
19. Öğrencilerin okul öncesinde almış oldukları eğitim öğretim kapsamındaki matematiksel kavram yanılgılarını tespit edebilirim.					
20. Öğrencilerin okul öncesinde dönemlerinde oluşabilecek matematiksel kavram yanılgılarına ilişkin özel çalışmalar yapabilirim.					
21. Matematiksel kavram yanılgılarının oluşmasını önlemek amacıyla matematik öğrenme alanlarına ilişkin materyal hazırlayabilirim.					
22. Öğrencilerin matematiksel kavram yanılgılarının üstesinden gelmeleri için motive edebilirim.					
23. Öğrencilerin saymaya ilişkin kavram yanılgılarını (varsa) keşfedebilirim.					
24. Öğrencilerin rasyonel ve ondalık sayılara ilişkin kavram yanılgılarını (varsa) keşfedebilirim.					
25. Öğrencilerin işlem yapmaya ilişkin kavram yanılgılarını (varsa) keşfedebilirim.					
26. Öğrencilerin matematiksel sembollere (+,-,x, ÷) ilişkin kavram yanılgılarını (varsa) keşfedebilirim.					
27. Öğrencilerin kesirlere ilişkin kavram yanılgılarını (varsa) keşfedebilirim.					
28. Öğrencilerin geometrik şekillere ilişkin kavram yanılgılarını (varsa) keşfedebilirim.					
29. Öğrencilerin sayı/basamak değerine ilişkin kavram yanılgılarını (varsa) keşfedebilirim.					

30. Öğrencilerin ölçme öğrenme alanına ilişkin kavram yanılgılarını (varsa) keşfedebilirim.					
31. Öğrencilerin veri işleme öğrenme alanına ilişkin kavram yanılgılarını (varsa) keşfedebilirim.					
32. Matematiksel kavramlara ilişkin örnek olan ve olmayan durumları açıklayabilirim.					
33. Matematiksel kavramlarda belirleyici olan ve olmayan özellikleri ayırt edebilirim.					
34. Matematiksel kavram yanılgılarını önlemek amacıyla kavram karikatürü, kavram haritası ve kavram ağı etkinlikleri oluşturabilirim.					