



Number Sense Strategies Used by 7th-Grade Students in Games of Reasoning and Operation¹

ARTICLE TYPE	Received Date	Accepted Date	Published Date
Research Article	01.28.2022	09.02.2022	12.01.2022

Kübra Aksakal ²

Ministry of National Education

Mesture Kayhan Altay ³

Hacettepe University

Abstract

The study aims to examine the number sense strategies used by the students while playing different reasoning and operation games in the mind games lesson. The study was carried out with 7th-grade students in the mind games course in a public elementary school in Ankara. Games used in the study are kendoku, kakuro, futoshiki, and arithmetic operation board games. Data collection tools of the study include observation notes, video recordings taken by the researchers during the application, and students' written works. As a result of the analyses, it was determined that the students used number sense-based strategies in reasoning and operation games. These strategies are using the equivalent forms of numbers, recognizing the effects of operations on numbers, decomposing and composing numbers, and using one half as a benchmark. The strategies of decomposing and composing numbers and recognizing the effects of operations on numbers were used during kendoku, kakuro, and arithmetic operation board games. The strategies of using the equivalent forms of numbers and using one half as a benchmark were used during futoshiki games. It is thought that the form and properties of numbers used in mind games may be effective in the emergence of these number sense strategies.

Keywords: Mind games, number sense, flexibility in the calculation, using reference points, middle school students, and reasoning and operation games

Citation: Aksakal, K., & Kayhan Altay, M. (2022). Number sense strategies used by 7th-grade students in games of reasoning and operation. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences*, 55(3), 721-763. <https://doi.org/10.30964/aubfd.1064765>

¹This article is derived from the master's thesis titled "An Investigation of 7th Grade Students' Number Sense Strategies in Mind Games Course", which was completed by the corresponding author under the supervision of Asst. Prof. Dr., Mesture Kayhan Altay.

²*Corresponding Author:* Mathematics Teacher, Muammer Kandemir İmam Hatip Middle School, e-mail: kubraksakal06@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9410-8511>

³Assist. Prof. Dr., Faculty of Education, Mathematics and Science Education, Department of Elementary Mathematics Education, e-mail: mkayhanaltay@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1917-2430>



Akıl Yürütme ve İşlem Oyunlarında 7. Sınıf Öğrencilerinin Kullandıkları Sayı Duyusu Stratejileri¹

MAKALE TÜRÜ	Başvuru Tarihi	Kabul Tarihi	Yayın Tarihi
Araştırma Makalesi	28.01.2022	02.09.2022	01.12.2022

Kübra Aksakal ²
Millî Eğitim Bakanlığı

Mesture Kayhan Altay ³
Hacettepe Üniversitesi

Öz

Bu araştırmanın amacı öğrencilerin zekâ oyunları dersinde oynanan farklı akıl yürütme ve işlem oyunları sırasında kullandıkları sayı duyusu stratejilerinin incelenmesidir. Araştırma Ankara’da bulunan bir devlet ortaokulunun 7. sınıf öğrencileriyle zekâ oyunları dersinde gerçekleştirilmiştir. Araştırmada kullanılan oyunlar; kendoku, kakuro, futoşiki ve işlem karesi oyunlarıdır. Çalışmanın veri toplama araçları uygulamalar sırasında alınan gözlem notları, video kayıtları ve öğrenci çözüm kağıtlarından oluşmaktadır. Analizler sonucunda öğrencilerin akıl yürütme ve işlem oyunlarında sayı duyusu temelli stratejilerden yararlandıkları saptanmıştır. Bu stratejiler; sayı eş değer formlarını kullanabilme, işlemlerin sayılardaki etkilerini fark edebilme, sayıları ayırıştırıp birleştirme ve yarıma yakın olmadır. Stratejiler oyun temelinde değerlendirildiğinde sayıları ayırıştırıp birleştirme ve işlemlerin sayılardaki etkisini fark edebilme stratejisinin işlem karesi, kakuro ve kendoku oyunlarında; sayı eş değer formlarını kullanma ve yarıma yakın olma stratejilerinin ise futoşiki oyununda kullanıldığı görülmüştür. Bu stratejilerin kullanımının ortaya çıkmasında zekâ oyunlarında kullanılan sayıların yapısının ve özelliklerinin etkili olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar sözcükler: Zekâ oyunları, sayı duyusu, hesaplamada esnek olma, referans noktası kullanımı, ortaokul öğrencileri ve akıl yürütme ve işlem oyunları

¹Bu makale Dr. Öğretim Üyesi Mesture Kayhan Altay danışmanlığında sorumlu yazar tarafından tamamlanan “7. Sınıf Öğrencilerinin Zekâ Oyunları Dersinde Sayı Duyusu Stratejilerinin İncelenmesi” başlıklı yüksek lisans tezinden türetilmiştir.

²*Sorumlu Yazar:* Matematik Öğretmeni, Muammer Kandemir İmam Hatip Ortaokulu, e-posta: kubraksakal06@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9410-8511>

³Dr. Öğr. Üyesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Matematik Eğitimi Anabilim Dalı., e-posta: mkayhanaltay@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1917-2430>

Number Sense Strategies Used by 7th-Grade Students in Games of Reasoning and Operation

Number sense is defined as a general understanding of numbers and operations, using numbers flexibly, seeing the relationships between numbers, using effective strategies, and identifying non-standard ways suitable for the situation (Yang & Huang, 2004). A student who has a high level of number sense finds the result of 1200 by thinking the number 25 as $100/4$ instead of using the long multiplication algorithm of 25×48 , first dividing 48 by 4, and then multiplying by 100 in a short way (Greeno, 1991). It can be said that a person with a high level of number sense can recognize the ways of representing numbers, understand the relationships between numbers and number systems, make reasonable guesses, solve quickly and accurately, and calculate flexibly from the mind. Gersten and Chard (1999) tried to define the number sense by making use of the analogy of phonological awareness which is seen as the basis of reading. Just as phonological awareness is necessary for fluent reading and reading comprehension, number sense has the same importance for mathematics. Based on this analogy, they defined number sense as a child's ability to work with numbers flexibly and fluently, to feel what the number means, and to do math in the mind.

Reys and Yang (1998) stated that students' sense of number and operation, flexibility in estimation and calculations, choosing suitable ways for operations and developing effective strategies are number sense skills. According to Markovits and Sowder (1994), number sense is defined as the ability to use numbers flexibly in calculations, to make predictions, to reason with the magnitudes of numbers or the causes of the results of operations, to use different numerical representations, and to relate numbers, symbols and operations. According to Berch (2005); number sense, is defined as the sense of the meanings of numbers, awareness, intuition, recognition, knowledge, skill, ability, process, conceptual structure and mental activities. In addition to the definition of number sense, the research also sought answers to questions about which skills should be included in this structure. For this purpose, components of number sense, basic features of number sense, indicators and tasks measuring these structures were determined. For example, number sense components are described by Greeno (1991) as flexible mental computation, numerical estimation, and quantitative reasoning and inference; by McIntosh et al. (1992) as knowledge and ability about numbers, knowledge and ability about operations, ability to apply knowledge and ability about numbers and operations; by Markovits and Sowder (1994), using numbers flexibly when calculating numbers mentally, interpreting the size of the numbers and the appropriateness of the results of the operations; by Reys and Yang (1998) multiple representations of numbers as recognizing magnitudes of numbers, choosing benchmarks, decomposing and recomposing numbers, recognizing the effects of operations on numbers, flexibility and convenience in mental computation and estimation. Although the definitions and components are different, the tasks used to measure the components defined as number sense are similar.

As stated in the National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), in the field of learning numbers and operations in mathematics lessons middle school students are asked to understand operations and the relationships between various operations, the relationships between numbers, as well as the different ways of representing numbers, make reasonable estimates, and make confident calculations (NCTM, 2000). Although the number sense is not emphasized in the middle school mathematics curriculum in Turkey, students are expected in the field of numbers and operation to develop skills related to important components of number sense such as being able to predict the results of addition, subtraction, multiplication and division operations, using an effective strategy in mental multiplication and division, estimating the results of operations with fractions, and using flexible strategies in addition and subtraction operations (Acar & Peker, 2021; Karabey et al., 2019; Ministry of National Education, 2018).

It is important for students to understand the relationships between numbers and to use flexible strategies for the development of number sense as stated in the NCTM and middle school mathematics curriculum. When the studies in the literature are examined, it is seen that the number sense of students is quite low (Dede & Şengül, 2016; Filiz & Moralı, 2020; Kayhan Altay & Umay 2011; Reys & Yang, 1998; Reys et al., 1999; Şengül & Gülbağcı, 2012; Tsao, 2005; Yang & Huang, 2004; Yang, 2005; Yapıcı & Kayhan Altay, 2017). The reason for the low number sense is stated in the literature, such as the students' choices of known solution structures and teaching based on algorithms (Filiz & Moralı, 2020; Reys & Yang, 1998; Reys et al., 1999; Şengül & Gülbağcı, 2012; Tsao, 2005; Yang & Huang, 2004; Yang, 2005; Yapıcı & Kayhan Altay, 2017).

When the studies on number sense strategies are examined, it has been determined that middle school students or preservice teachers generally use rule-based strategies (Can, 2017; Er & Dinç Artut, 2017; Filiz & Moralı, 2020; Şengül, 2013; Yang, 1995; Yang, 2005; Yang, 2007; Yang et al., 2009; Yenilmez & Yıldız, 2018). For example, Yang et al. (2009) examined the number sense strategies used by pre-service primary school teachers in mathematical problems. It was revealed that the number of pre-service teachers using number sense strategies such as the use of reference points and magnitude of number was quite low, and the majority of them used rule-based methods as a result of the study. It is seen that pre-service primary school teachers mostly use rule-based strategies in the number sense test in Şengül's (2013) study. Similarly, in the studies of Er and Dinç Artut (2017), it was stated that 8th grade students solve number sense problems with rule-based strategies. Number sense strategies were examined on rational numbers in 7th grade students and it was determined that rule-based methods were used as a result of the research in the study of Yenilmez and Yıldız (2018). In addition, the number sense of the students was examined on the basis of the components and it was found that the students were more successful in the component of recognizing the effects of operations on numbers. Fourth grade students' use of number sense in contextual and non-contextual problems was examined and it was found that the majority of them used rule-based solutions in

the study of Can (2017). However, when asked to find alternative solutions for a few questions of context-based problems, it was stated that students used number sense. When the results of these studies are examined, it is seen that the number sense strategies of the students can change in different subjects and contexts.

When the literature was examined, no study was found on the use and change of number sense strategy in the context of mind games. In this sense, it is thought that examining the strategies used by the students in the context of the mind games lesson will contribute to the field in terms of the use of number sense strategy and providing clues to the teachers during the planning and implementation of the mind games lesson.

When the objectives of the Ministry of National Education's (MoNE) curriculum for the mind games course (MoNE, 2013) are examined, it is seen that students are expected to improve their memory and to develop unusual solutions for solving problems of different structures. In addition, students are required to be able to reach results accurately and quickly, to have analytical thinking and to develop the ability to work both individually and in groups while playing games. When the specific objectives of the program are examined, students are expected to develop their reasoning, communication and problem-solving skills. There are important points regarding the development of reasoning skills. These are developing operational techniques through numbers, revealing reasonable ideas, and forming operational and measurement estimation skills (MoNE, 2013). These skills are also important for number sense development. The mind games course is taught on the basis of the layered curriculum. Students are provided with convenient learning situations that show a gradual relationship from easy questions to difficult questions, from close to far, from concrete situations to abstract situations, from known things to unknowns, from simple to complex with the layered curriculum. The layered curriculum includes three levels. Of these, the beginner aims to learn using the basic principles of the game. It includes making logical inferences at the intermediate level, creative thinking and creating original tactics for the game at the advanced level. Mind games contain six different units. The games in these units are mind questions, reasoning and operation games, geometric-mechanical games, memory games, verbal games and strategy games (MoNE, 2013).

In a study by Demirel and Yılmaz (2016), it is found that mind games, when used in Turkish and mathematics courses, help the students learn the topics better and improve their problem-solving capabilities. In addition, middle school teachers and preservice teachers think that mind games have a positive effect on skills such as reasoning, problem solving, and number sense (Alkaş Ulusoy et al., 2017; Bottino et al., 2013; Foster et al., 2011; Reiter et al., 2014). The research aims to examine whether mind games have a positive effect on the use of number sense strategies as stated by elementary school mathematics teachers. The effect of number sense on learning mathematics lessons in a meaningful way has been emphasized in many studies (NCTM, 2000; Yang, 2003; Yang, 2005; Yang, 2007; Yang et al., 2009). It is

emphasized that mind games develop students' skills such as spatial ability, problem solving and reasoning (Alkaş Ulusoy et al., 2017; Bottino et al., 2013; Demirel & Yılmaz, 2016; Demirkaya & Masal, 2017; Kurbal, 2015; Sargın & Taşdemir, 2020; Olkun, 2003; Zeybek & Saygı, 2018). Considering the positive effects of mind games and number sense on mathematics lessons, it is thought that it would be meaningful to examine number sense strategies in the context of mind games.

For this purpose, number sense strategies were examined in the context of the mind games course and the answer to the problem "What kind of number sense strategies do 7th grade students use in reasoning and arithmetic games?" was sought.

Method

The research design, participants, data collection tools, context and data analysis used in the research are presented under this title.

Research Design

The case study model which is one of the qualitative research methods was used in the research. The holistic single case design which is a single analysis unit from case study designs was used in the research. There are 7th grade students in the mind games course in the research as a holistic single case. The data collected in the study were used to make an evaluation, as opposed to generalizing (Fraenkel et al., 2012). The situation to be investigated in this research is the mind games course in which reasoning and operation games are played. It is the number sense strategies that 7th grades students use while playing reasoning and operation games as the unit of analysis. It was decided to use the case study design since it was aimed to examine and explain the number sense-based strategies of 7th grade students in different reasoning and operation games in the research.

Participants

The study group of the research which was determined by the purposeful sampling method is 14 seventh grade students in a state middle school in Ankara and taking the elective mind games course. Permissions from the Ministry of National Education were obtained for the ethics committee and voluntary participation was provided. Before the application, a 17-item number sense test developed by Kayhan Altay and Umay in 2013 was applied to the students. The highest score to be obtained on the test is 17. Those who solved the questions in the test using number sense strategies were given 1 point, and those who solved them using the standard algorithm were given 0 points. After applying the number sense test, the students were divided into groups of two with the people they wanted, with a total of 7 groups in different number sense performances. In this way, the groups were able to express themselves comfortably and work on the games during the practices. The real names of the students in the groups are represented by letters. For example, Group 1 (G1) Student M (SM) and Student Y (SY); Group 2 (G2) consists of Student Z (SZ) and Student T (ST).

The average scores of the students on the number sense test are as follows: G1 consisting of M and Y students 7 points; G2 consisting of Z and T students 3.5 points; G3 consisting of P and R students 10 points; G4 consisting of S and V students 7.5 points; G5 consisting of J and S students 7.5 points; G6 consisting of I and U students 7 points; G7, consisting of I and U students, got 4 points. Considering the scores of the students in the number sense test, it was determined that their number sense was low.

Data Collection Tools

Classroom observation, audio recordings and students' written works which are made during the practices in the mind games lesson were used as data collection tools in this research. The classroom observation was made by the first researcher to determine the number sense strategies of the participants while playing games. Audio recordings were taken from the participants' expressions during the game to determine their number sense strategies. Students' written works were collected in order to validate other data sources in determining the number sense strategies of the participants.

The Process of Developing and Implementing Reasoning and Operation Games

The mind games course book (Middle School and Imam Hatip Middle School Mind Games 5th, 6th, 7th and 8th grades, 2016) and the curriculum of mind games (MEB, 2013) were used in the development of the games. The numbers which are used in the games were arranged by taking into account the objectives in the mathematics curriculum. The materials for the game kendoku, arithmetic operation board game, kakuro and futoshiki were prepared by the researchers. The opinions of a total of four field experts who had training in mind games and worked in mathematics education were consulted in the arrangement of numbers used in kendoku, kakuro, arithmetic operation board game and futoshiki games for the validity of the research. Data collection tools such as solution papers belonging to the students, observations made by the researcher, and videos recorded while the students were playing were used for data triangulation. The reason why kendoku, kakuro, arithmetic operation board game and futoshiki games were chosen by the researchers is that they contain mathematical operations and comparisons and provide richer information in terms of the use of number sense strategies. Games with geometric-mechanical content, games with strategy and games with verbal content were not included in the study because they were not suitable for the use of number sense due to their structure. 7 games were played from each game used in the research. The games were organized to play 3 games at the beginner level, 2 games at intermediate level and 2 games at the advanced level. The content of the games and the numbers used in the games were rearranged as a result of the pilot study and it was decided to do the application in groups of two. The purpose of playing the games in groups of two is to reveal the number sense strategies.

Reasoning and operation games such as kakuro, kendoku, futoshiki and arithmetic operation board game were played to the students in the mind games lesson after the pilot study. According to the rule of the game, in the kendoku game, students are asked to apply the numbers 1, 2 and 3 only once in the row and vertical column. Students are asked to place the numbers appropriately according to the result obtained from the operation. They are expected to use the numbers one, two, three and four at the intermediate level only once in the row and column in this game. Students are expected to make the placement of the numbers with the results they obtained. An example of a kendoku game from the beginner level is given in Figure 1 in this context.

Figure 1

An Example Of A Kendoku Game From The Beginner Level

3	2×	
8+		
		3

“What can these three numbers be since the result of the multiplication of three numbers is 2?” is desired to be considered in the part (in the cage) with the black thick line around which 2x is written in Figure 1. It is requested to think about which four numbers will add up to 8 in the part where 8+ is written. If there is no mathematical operation next to it, such as 3, that number is expected to be written in the cage containing it.

The arithmetic operation board game includes the rule of placing the numbers from 1 to 9 in the given spaces, paying attention to the result of the operation and the priority of the mathematical operation. An example game of the arithmetic operation board game from the beginner level is given in Figure 2.

Figure 2

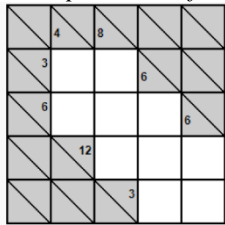
An Example Game of the Arithmetic Operation Board Game From the Beginner Level

	÷		=	3
-		-		
	×		=	8
=		=		
1		-3		

Two numbers are divided into each other in the first line and if the result is 3, it is expected to find out what these two numbers are in figure 2. While writing these two numbers, it is necessary to pay attention to the operations in the column.

Kakuro game which the number under the diagonal in a cell is the sum of the numbers in the sequential squares under that number; it is a game where the number to the right of the diagonal gives the sum of the numbers in the consecutive squares to the right of that number, and the numbers from 1 to 9 are used in the consecutive squares. An example game of kakuro from the beginner level is shown in Figure 3.

Figure 3
A Sample Game of Kakuro From the Beginner Level



It is expected that the sum of the numbers written in the 4 written cells at the bottom left of the diagonal and the two white cells below it will be 4 in Figure 3.

Futoshiki game is a game where the numbers 1, 2, 3 and 4 must be written once and the numbers are placed in the appropriate places with the help of the greater (>) and less than (<) symbols. An example of a futoshiki game from the beginner level is given in Figure 4.

Figure 4
An Example of a Futoshiki Game From the Beginner Level



Students are asked to use the numbers 1, 2, 3 and 4 only once in their column and row, and to play the game by considering whether the numbers are big or small in the easy level of the futoshiki game.

Various number systems were used while preparing reasoning and operation games. Natural numbers are used in all levels of kendoku and kakuro games. At the beginning and intermediate levels of the game of futoshiki, there were numbers one, two, three and four which were found as a rule. Fractions are used in the advanced level of futoshiki. Natural numbers were used in the beginning levels of the arithmetic operation board game; integers and natural numbers were used in intermediate and advanced levels of the arithmetic operation board game.

Context

Kendoku, arithmetic operation board game, futoshiki and kakuro from reasoning and operation games were applied to 7th grade students for six weeks. Students played the game in groups of two. Each of the games was applied in two lesson hours (80 minutes). In the first lesson, the rules of the game were explained to the students by the first researcher before the games were played. The beginner level of the game was played in the first lesson, and the advanced levels were played in the second lesson. The games played from the beginning level of the game to the advanced level of the game are arranged to be played in groups of two people. At the end of each game, the winning group explained the strategies they used in the game. Researchers are responsible for the development of mind games, their implementation in the classroom, video recording and observation. The application was carried out in the elective mind games course. The teacher of the class who is the teacher of the elective mind games lesson helped the researchers in maintaining the order of the class during the application.

Ethical Committee Approval

Ethical consent was obtained from Hacettepe University Ethical Committee, No: 51944218-300/00000511344, Date: 19.03.2019.

Data Analysis

According to the qualitative analysis methods, the video recordings were brought into written form (transcripts), the written documents of the students and the observations collected by the researcher were analysed. The observation was used to support the transcription of the video recordings; the descriptive analysis technique which is one of the qualitative analysis methods was applied.

The strategies used by the students during each game were analysed according to their differences and similarities. The verbal expressions and written documents of the students during the video recording were examined. The names of the codes related to the number sense strategies used by the students were evaluated independently by two researchers using the terminology found in the literature. In order to ensure the reliability of the research, the data were analysed by two

researchers and the percentage of agreement was calculated with the formula, $[\text{Agreement} / (\text{Agreement} + \text{Disagreement})] \times 100$ in order to determine the consistency between the codes and themes (Miles & Huberman, 1994). As a result of this calculation, the consistency between the two raters was determined as 93% and the research was accepted as reliable.

The resulting codes are using the equivalent forms of numbers (McIntosh et al., 1992), decomposing and composing numbers (McIntosh, Reys, & Reys, 1992), recognizing the effects of operations on numbers (Yang & Tsai, 2010), and using one half as a benchmark. The number sense strategies determined were gathered under the components previously defined in the literature by the researchers. The strategy of decomposing and composing numbers, recognizing the effects of operations on numbers and using the equivalent forms of numbers were gathered under the number sense component of flexibility in the calculation. The strategy defined by the number sense component of the using reference point is using one half as a benchmark. The strategy of decomposing and composing numbers is choosing different representations of numbers in a way that facilitates calculation in various mathematical operations (Yang, 2005); recognizing the effects of operations on numbers, understanding the operation and the change of the result when the value of any number changes in the calculations of various mathematical operations (Reys & Yang, 1998; Yang & Tsai, 2010); the strategy of using the equivalent forms of numbers is defined as the use of the types in which the numbers are shown differently (McIntosh et al., 1992) and the strategy of using one half as a benchmark is defined as deciding on the magnitude of the number by considering the half as a criterion (McIntosh et al., 1992).

The codes of the strategies used in number sense were determined by using the number sense components found in the literature. For example, students try to find out what the multipliers of 96 and 36 will be in the form of $36=9 \times 4$ and $36=3 \times 3 \times 4$ or $96=4 \times 2 \times 2 \times 6$ during the kendoku game or $13=2+6+5$, $13=1+7+5$ and $13=3+6+4$, thinking of which numbers the number 13 will consist of in the kakuro game is stated under the code called the strategy of decomposing and composing numbers. Students' expression of fraction $16/80$ as $1/5$, fraction $21/84$ as $1/4$, fraction $27/54$ as $1/2$ and fraction $22/66$ as $1/3$ during the game futoshiki was clustered under the strategy code of using the equivalent forms of numbers. Students' expressions such as "27/54 is greater than 21/84" during the game futoshiki were identified as the strategy of using one half as a benchmark. During the arithmetic operation board games, "Using the numbers 1, 9 and 4, through what operations is the number -35 formed?" Students should answer the question as $1-(9 \times 4) = -35$ and find the numbers that make up the number 13 as $13 = (9 \div 1) + 4$ and $13 = (8 \div 1) + 5$ brought together under recognizing the effects of operations on numbers code.

Results

The number sense strategies used by 7th grade students during reasoning and operation games are expressed under separate headings for each game.

Number Sense Strategies Used in Kendoku Game

The strategies used by the groups in the Kendoku game are detailed in Table 1.

Table 1

Number Sense Strategies Used by Groups in Kendoku Game

Kendoku Game		Groups of Game						
		Group 1	Group 2	Group 3	Group 4	Group 5	Group 6	Group 7
NSBS	Decomposing and composing numbers	√	√	√	√	√		

NSBS: Number Sense Based Strategies

It was observed that Group 1, Group 2, Group 3, Group 4 and Group 5 used the strategy of decomposing and composing numbers in Kendoku game. As seen in Table 1, it was determined that five of the seven groups used the number sense strategy. In Figure 5, the game material of Group 2 is given.

Figure 5

Kendoku Game Material of Group 2



In the middle level of the Kendoku game, the numbers that can come to the digit ($36\times$) where the product of four numbers is 36 are predicted (Figure 5). Student Z in Group 2 said, “When we multiply 12 by 3, it becomes 36. I want to use 4, 3, 3 and 1.” An example of the strategy of decomposing and composing the numbers is that he first states the number 36 as the product of 12 and 3 and then as 4, 3, 3 and 1 ($36 = 12 \times 3$ and $36 = 4 \times 3 \times 3 \times 1$). Here, it also overlaps with the observation data that the students in Group 2 predicted from their minds that they did not use the standard algorithm. Student Z practically expressed the number 36 as 4, 3, 3 and 1. Although the score of Group 2 in the number sense test was low, it was observed that they used

the strategy of decomposing and composing the numbers at the middle level of the kendoku game.

It was also observed that in the first levels of the Kendoku game, some students did not do a written operation, only placed the numbers in the logic of sudoku. As the numbers get bigger in the game, it gets harder to see these relationships. However, it has been observed that some groups use their number sense to finish the game faster and more accurately as the numbers get bigger in the intermediate and advanced levels of the game.

Number Sense Strategies Used in Kakuro Game

The strategies used by the groups in the Kakuro game are detailed in Table 2.

Table 2
Number Sense Strategies Used By Groups In Kakuro Game

Kakuro Game		Groups of Game						
		Group 1	Group 2	Group 3	Group 4	Group 5	Group 6	Group 7
NSBS	Decomposing and composing numbers	√		√	√	√		

NSBS: Number Sense Based Strategies

It was observed that Group 1, Group 3, Group 4 and Group 5 used the strategy of decomposing and composing numbers in Kakuro game. Table 2 shows that four of the seven groups used the number sense strategy. Other groups tried to place the numbers by trial and error, but the groups using the number sense strategy were the winners of the game.

Figure 6
Kakuro Game Material of Group 4



The dialogue of the students in Group 4, which is given as an example of the strategy of decomposing and composing numbers in Figure 6, during the kakuro game is as follows:

SS: I directly observed 16. Oh, it's at 17, okay. 9 and 7 became 16. 9 and 8 became 17. The intersection of the two will be 9.

SV: I'm looking at 20. I tried 7. It becomes 7, 9, 4. It would be 7, 8, 5. The numbers must already be different.

The fact that the results of operations such as “ $16 = 9+7$ and $17 = 9+8$ ” and “ $20 = 7+9+4$ and $20 = 7+8+5$ ” are given by the students and the numbers can be found easily shows that they can decompose and compose numbers.

Number Sense Strategies Used in the Arithmetic Operation Board Game

The strategies used by the groups in the arithmetic operation board game are detailed in Table 3.

Table 3

Number Sense Strategies Used by Groups in the Arithmetic Operation Board Game

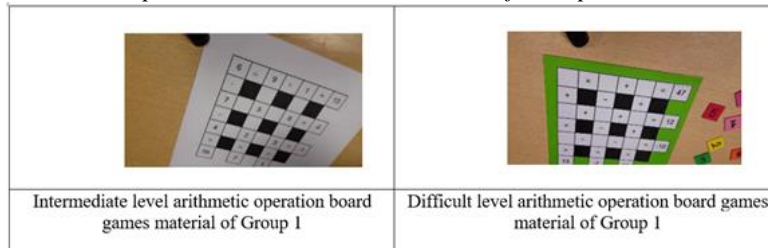
Arithmetic Operation Board Game	Groups of Game						
	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4	Group 5	Group 6	Group 7
NSBS Decomposing and composing numbers Strategy of recognizing the effects of operations on numbers	√						
	√						

NSBS: Number Sense Based Strategies

It was observed that only Group 1 used the strategy of decomposing and composing numbers and recognizing the effects of operations on numbers in the medium and difficult levels of the arithmetic operation board game. Other groups have passed the beginner level using the standard calculation algorithm. However, they had difficulty in finishing the games at medium and difficult levels. In Figure 7, the arithmetic operation board game materials of Group 1 are given.

Figure 7

Arithmetic Operation Board Game Materials of Group 1



According to Figure 7, Group 1 obtained the number 38 by using the numbers 6, 7 and 4 in the middle level arithmetic operation board game. SM in Group 1 said, “6 times 7 makes 42. $42 - 4 = 38$. $(6 \times 7) - 4 = 38$. The suddenly statement “The multiplication and minus symbols will come” can be shown as an example for the strategy of recognizing the effect of operations on numbers. It has been observed that SM pays attention to the magnitude of numbers and the operations. In addition, students did not use written documents. In this strategy, the fact that the student first looks at the result of the operation and then expresses which numbers will get closer to this number by multiplying each other is characterized as being able to recognizing the effects of operations on numbers. In the difficult level of arithmetic operation board game (Figure 7), the students are asked to give the result of the operation and place the numbers suitable for this result. The game dialogue of Student M and Student Y is as follows: SM: 9 times 5 is 45. $45 + 2 = 47$. Then 8 times 5 is 40, and we add 7 to get 47. SM tries to find the numbers that the result of the operation is 47. While trying to determine which numbers the number 47 consists of, they made trials such as $47 = (8 \times 5) + 7$ and $47 = (9 \times 5) + 2$ by expressing it verbally.

Number Sense Strategies Used in Futoshiki Game

The strategies used by the groups in the futoshiki game are detailed in Table 4.

Table 4
Number Sense Strategies Used by Groups in the Game of Futoshiki

Game of Futoshiki	Groups of Game						
	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4	Group 5	Group 6	Group 7
NSBS Strategy of using the equivalent forms of numbers			√	√		√	
One half as a benchmark						√	

NSBS: Number Sense Based Strategies

In the medium and difficult levels of the futoshiki game, it was determined that Group 3, Group 4 and Group 6 used the using the equivalent forms of numbers and Group 6 used the strategy of using one half as a benchmark. Table 4 shows that three groups from seven groups used the number sense strategy. Figure 8 shows the futoshiki game material of Group 6.

Figure 8*Futoshiki Game Material of Group 6*

The strategy of using the equivalent forms of numbers emerged during the game of futoshiki. In the advanced levels of the game, when placing the fractions $21/84$, $16/80$, $22/66$ and $27/54$, it is necessary to write only once horizontally and vertically in the relevant part, and consider the greater and lesser symbols. The conversations of Group 6, consisting of Student I and Student U, during the difficult level of the futoshiki game are presented as follows:

SI: Let's look at the fractions here without looking at the signs of greater than and less than.

SU: Sure.

SI: The fraction $21/84$ meant one fourth. The fraction $16/80$ meant one fifth.

SU: It means $1/4$ and $1/5$, they already have it.

Student I's " $21/84$ fraction means one quarter" and $16/80$ fraction "means one fifth" can be given as an example of the strategy of using the equivalent forms of numbers. Here, Student I simplified and expressed fractions without using written documents. The strategy for using the equivalent forms of numbers is described as effectively specifying different representations of numbers. Other groups first tried to equalize the denominator at medium and difficult levels. For example, Group 2 tried to equalize the denominators of $27/54$ and $22/66$ in the same game by multiplying 54 and 66; They made statements such as "fractions are big, we had a hard time".

Another strategy that emerges during the game of futoshiki is one half as a benchmark. During the futoshiki game, Student I in Group 6 used a phrase such as "the fraction $22/66$ is less than half"; he compared two fractions ($22/66$ and $27/54$) easily (Fig. 8). Student I's ability to easily compare two fractions while comparing fractions during the futoshiki game can be given as an example for the strategy of one half as a benchmark of the number sense of using the reference point.

Discussion, Conclusion and Suggestions

In this research, which aims to examine the number sense-based strategies used by seventh grade students in the games played in the mind games lesson, it was

determined that many student groups used number sense-based strategies such as decomposing and composing numbers and recognizing the effects of operations on numbers in kendoku and kakuro games compared to other games. In the study in which the number sense and components were examined in the 2018 middle school mathematics curriculum, it was determined that the most objectives were related to the meaning of numbers component (Acar & Peker, 2021). In another study comparing the number sense components in the curriculum of certain years in Turkey, it was found that the number sense component, which is thought to be used the most, is the decomposing and composing numbers (Karabey et al., 2019). This emphasis on the strategy of decomposing and composing numbers in the curriculum may have prompted students to use this strategy more. In addition, it is thought that the rules of the games, the structure and properties of the numbers used in the games may be effective in the emergence of the use of these strategies. For example, giving the result of the addition operation in the game of kakuro and asking which numbers will come in the blanks and giving the result of the multiplication operation in the game of kendoku and asking which numbers can be obtained with this result may have allowed the use of the strategy of decomposing and composing numbers.

It has been observed that the strategy of recognizing the effects of operations on numbers is used in kakuro, arithmetic operation board games and kendoku games. The case of increasing the use of the strategy of recognizing the effect of operations on numbers is in line with the results of the studies of Dinç Artut and Er (2022). In this study conducted with gifted 5th grade students, the researchers concluded that number sense-based strategies were mostly used in the questions about recognizing the effect of operations on numbers. The reason why the strategy of recognizing the effect of operations on numbers is used in kakuro, arithmetic operation board games and kendoku games can be considered as the structure of the numbers used in the problem. There were differences between the games in the use of this strategy. It was observed that the students in the groups had difficulties in the advanced levels of arithmetic operation board games, even if they used this strategy. It has been determined that they apply this strategy more easily in the kendoku game. For example, students are expected to find the numbers that can be brought to the line where the result is 41 by using the multiplication and addition operations together in the arithmetic operation board games. The students obtained the number 41 by making $(8 \times 5) + 1$ and $(9 \times 4) + 5$. The reason why this strategy is easier to use in the kendoku game than the arithmetic operation board games may be that multiplication is found in the kendoku game, and both addition and multiplication are found in the arithmetic operation board games.

The game is the arithmetic operation board game, where different numbers are used, the result of the operation is revealed, and what the numbers formed by these numbers are. It was seen that Group 1, who finished the game quickly at the advanced levels in the arithmetic operation board game, used the strategies of recognizing the effect of operations on numbers, while the other groups had difficulty in finishing the game at this level.

The strategy of using the equivalent forms of numbers is used only in the futoshiki game, which is based on the comparison of natural numbers in the first levels and fractions in the advanced level of the game. The advantage of students using this strategy is that they finish the game quickly. It is seen that most of the students have difficulty when comparing fractions in the futoshiki game. In the futoshiki game, four of the seven groups made equalization in the denominator which is the standard algorithm, and three groups used the equivalent form of the numbers. When the literature is examined, it is stated that students have difficulties when comparing fractions and generally equate denominators (Dede & Şengül, 2016; İymen & Duatepe Paksu, 2015; Kayhan Altay & Umay, 2013; Yang et al., 2009).

The strategy of using one half as a benchmark was used less than other games. It has been observed that this strategy is used only in the futoshiki game. Students who did not use the strategy of using one half as a benchmark tried to equalize the denominator when comparing fractions. However, as the numbers grew, the denominator equalization could not be done in a short time. It was observed that the group using the strategy of using one half as a benchmark finished the game in a shorter time. Students can be encouraged to use the strategy by choosing the numbers that will reveal this strategy. The questions that the teacher poses to the students during the game are also important. For example, while playing the game of futoshiki, questions such as “How did you notice that it was bigger than half?” can be asked to the student to help reveal number sense strategies. The fact that the strategy of using one half as a benchmark is not preferred by students is in line with the results of the researches of Reys et al. (1999), Şengül (2013), Takır (2016), Yang et al. (2009) and Kayhan Altay and Umay (2013). As a matter of fact, in the studies of Yapar Söğüt and Yazgan (2018), when they examined the strategies used by 7th grade students when comparing fractions, it was emphasized that many students first equalized the denominator and others used strategies such as close to 1, close to half, and drawing shapes.

Speed and moves are important for the winner of the game in mind games. It is seen that the game is concluded more quickly in games in which number sense strategies are used. At the advanced levels of the games, the effectiveness of using the number sense strategy in large numbers was determined. When the students used the strategy of decomposing and composing numbers while finding the factors of the number 96 in the kendoku game, they quickly ended the game and became the winner of the game. Students who did not use strategy took longer to finish the game. In class discussions, it has been observed that kendoku game encourages the use of number sense compared to other games and arouses the desire to solve the problem in the classroom environment.

One of the most important results of the research is that the students in Group 2 use number sense strategies in mind games, even though their number sense test average score is low. This may indicate that mind games are an effective context in the use of the number sense strategy. It is thought that the fact that the games consist

of objectives in the field of learning numbers and operations also causes this result. This situation is in line with the finding that Akkaya et al. (2022) analyzed the mind games in terms of primary school mathematics lesson objectives, and found that 32 board games mostly matched with the objectives in the learning areas of numbers and operations and geometry. In the literature, when routine problems in mathematics lessons are compared with the use of mind games, it is emphasized that mind games improve students' problem solving, communication and reasoning skills (Saygı & Alkaş Ulusoy, 2019; Taş & Yöndemli, 2018; Yılmaz, 2019). In addition to the results mentioned in the literature, it is thought that the fact that the mind games played in the lessons are related to the mathematics lesson objectives in line with the results of this research supports the students' use of number sense strategies. For example; it was observed that five of the seven groups in the kendoku game and four of the seven groups in the kakuro game finished the games using number sense strategies.

It is important for teachers to benefit from mind games in learning mathematical concepts. Demirel and Yılmaz (2016) adapted mind games to the mathematics lesson topics of 6th grade students in their study. In line with the opinions of the students and teachers, the positive contributions of this adaptation such as the development of mathematical thinking skills and the increase in academic success were mentioned. However, it is thought that it is necessary for the teacher to know which mind game to play and how to play and the details of the game. In addition, the numbers used in mind games are also important. These numbers can be differentiated according to the learning area and grade level in the mathematics curriculum. For example; it is thought that using fractions in futoshiki game and asking the factors of large numbers in kendoku game are important in revealing number sense strategies. This situation coincides with the studies in the literature (Can, 2017). The fact that even the students in Group 2, who had low number sense, benefited from number sense strategies, confirms this result.

While there are studies in the literature about the views of teachers and students about mind games, (Demirel & Yılmaz, 2016; Devocioğlu & Karadağ, 2014; Sadıkoğlu, 2017; Yılmaz, 2019) no study has been found in which number sense strategies are investigated in the context of mind games. The inclusion of only the games from the reasoning and operation games unit and the selection of the games created with the objectives in the field of learning numbers and operations constitute the limitation of the research. In other studies, a larger study group can contribute to the literature by examining the number senses and strategies of students in different types of mind games. Based on the results of the research, it is recommended for teachers to use number systems that will encourage the use of strategies such as close to half and close to 1, which will keep students away from equating the denominator in the comparison of fractions in the classroom in the context of mind games.

Akıl Yürütme ve İşlem Oyunlarında 7. Sınıf Öğrencilerinin Kullandıkları Sayı Duyusu Stratejileri

Sayı duyusu, sayılarla işlemlerde pratik düşünme, sayıları esnek bir biçimde kullanma, sayılar arasındaki ilişkileri görebilme, etkili stratejileri kullanma ve duruma uygun standart olmayan yolları belirleme olarak tanımlanmaktadır (Yang ve Huang, 2004). Sayı duyusuna sahip bir öğrenci 25×48 işlemini uzun çarpma algoritmasını kullanmak yerine 25 sayısını $100/4$ gibi düşünerek önce 48'i 4'e bölüp, sonra 100 ile kısa yoldan çarpma işlemini yaparak 1200 sonucunu bulur (Greeno, 1991). Sayı duyusu yüksek bir kişinin sayıları temsil etmenin yollarını fark edebildiğini, sayılar ve sayı sistemleri arasındaki ilişkileri anladığını, mantıklı tahminler yapabildiğini, hızlı ve doğru bir şekilde çözebildiğini ve zihinden esnek bir şekilde hesaplama yapabildiği söylenebilir. Gersten ve Chard (1999) sayı duyusunu, okumanın temeli olarak görülen fonolojik (ses bilimsel) farkındalık analojisinden (benzetiminden) yararlanarak tanımlamaya çalışmışlardır. Nasıl ki fonolojik (ses bilimsel) farkındalık akıcı okuma ve okuduğunu anlamada gerekli ise sayı duyusu da matematik için aynı öneme sahiptir. Bu analojiden yola çıkarak sayı duyusunu, bir çocuğun sayılarla esnek ve akıcı bir şekilde çalışması, sayının ne anlama geldiğini hissetmesi ve zihinden matematik yapma becerisi şeklinde tanımlamışlardır.

Reys ve Yang (1998) öğrencilerin sayı ve işlem ile ilgili duyularını, tahmin ve hesaplamalardaki esnekliği ve işleme uygun yolları seçme ve etkin stratejiler geliştirmeyi sayı duyusu becerileri olarak belirtmişlerdir. Markovits ve Sowder (1994) sayı duyusunu; hesaplamalarda sayıları esnek kullanabilme, tahmin yapabilme, sayı büyüklüklerini ya da işlemlerin sonuçlarının nedenlerini muhakeme edebilme, farklı sayısal gösterimleri kullanabilme, sayılar, semboller ve işlemler arasında ilişki kurma becerisi olarak tanımlanmıştır. Berch (2005) ise sayı duyusunu, sayıların anlamlarına ait duyu, farkındalık, sezgi, tanıma, bilgi, beceri, yetenek, süreç, kavramsal yapı ve zihinsel etkinlikler biçiminde tanımlamıştır. Araştırmalarda sayı duyusunun tanımlanmasının yanı sıra, hangi özelliklerin (becerilerin) bu yapıya dâhil edilmesi gerektiğine ilişkin sorulara da cevap aranmıştır. Bu amaçla sayı duyusu bileşenleri, sayı duyusunun temel özellikleri, göstergeleri ve bu yapıları ölçen görevler belirlenmiştir. Örneğin, sayı duyusu bileşenleri Greeno (1991) tarafından esnek sayısal hesaplama, sayısal tahmin ve niceliksel muhakeme ve çıkarım olarak; McIntosh ve diğ. (1992) tarafından sayılarla ilgili bilgi ve yetenek, işlemlerle ilgili bilgi ve yetenek, sayılar ve işlemlerle ilgili bilgi ve yeteneği uygulayabilme olarak; Markovits ve Sowder (1994) tarafından sayıları zihinden hesaplarken esnek bir şekilde kullanma, sayıların büyüklüğü ve işlemlerin sonuçlarının uygunluğunu yorumlama olarak; Reys ve Yang (1998) tarafından sayıların çoklu temsilleri, sayısal büyüklükleri fark etme, referans noktası seçme, sayıları ayırıştırıp-birleştirme, sayılar üzerinde işlemlerin etkilerini fark etme, zihinsel hesap ve tahmindeki esneklik ve uygunluk olarak tanımlanmıştır. Yapılan tanımlar ve bileşenler farklı olmasına karşın, sayı duyusu olarak tanımlanan bileşenlerin ölçülmesinde kullanılan görevler benzerlik göstermektedir.

Ulusal Matematik Öğretmenler Konseyi'nde (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]) belirtildiği üzere matematik dersinde sayılar ve işlemler öğrenme alanında ortaokul öğrencilerinden; işlemleri ve çeşitli işlemler arasındaki ilişkileri, sayılar arasındaki ilişkilerle birlikte sayıların farklı temsil etme biçimlerini anlayabilmeleri, işlem sonucuna yakın doğru tahminlerde bulunmaları ve kendilerinden emin hesap yapmaları istenmektedir (NCTM, 2000). Türkiye'deki ortaokul matematik dersi öğretim programında da sayı duygusu vurgusu yapılmamasına karşın öğrencilerin sayılar ve işlemler öğrenme alanında toplama, çıkarma, çarpma ve bölme işlemlerinin sonuçlarını tahmin edebilme, zihinden çarpma ve bölme işlemlerinde etkili stratejiyi kullanabilme, kesirlerle yapılan işlemlerin sonuçlarını tahmin etme, toplama ve çıkarma işlemlerinde esnek stratejileri kullanma gibi sayı duygusunun önemli bileşenleri ile ilişkili becerileri geliştirmeleri beklenmektedir (Acar ve Peker, 2021; Karabey ve diğ., 2019; MEB, 2018).

NCTM ve ortaokul matematik öğretim programında belirtildiği üzere öğrencilerin sayılar arasındaki ilişkileri anlamlandırmaları ve esnek stratejileri kullanabilmeleri sayı duygusunun gelişimi için önemlidir. Alanyazındaki çalışmalar incelendiği zaman öğrencilerin sayı duygularının oldukça düşük olduğu görülmektedir (Dede ve Şengül, 2016; Filiz ve Morali, 2020; Kayhan Altay ve Umay 2011; Reys ve Yang, 1998; Reys ve diğ., 1999; Şengül ve Gülbağcı, 2012; Tsao, 2005; Yang ve Huang, 2004; Yang, 2005; Yapıcı ve Kayhan Altay, 2017). Sayı duygusunun düşük olmasının nedeni olarak alanyazında öğrencilerin bilinen çözüm yapılarını seçmeleri ve algoritmalara dayalı bir öğretimin yapılması gibi nedenler belirtilmektedir (Filiz ve Morali, 2020; Reys ve Yang, 1998; Reys ve diğ., 1999; Şengül ve Gülbağcı, 2012; Tsao, 2005; Yang ve Huang, 2004; Yang, 2005; Yapıcı ve Kayhan Altay, 2017).

Sayı duygusu stratejileri ile ilgili yapılan araştırmalar incelendiğinde genellikle ortaokul öğrencilerinin veya öğretmen adaylarının kural odaklı stratejileri kullandıkları saptanmıştır (Can, 2017; Er ve Dinç Artut, 2017; Filiz ve Morali, 2020; Şengül, 2013; Yang, 1995; Yang, 2005; Yang, 2007; Yang ve diğ., 2009; Yenilmez ve Yıldız, 2018). Örneğin Yang ve diğ. (2009) çalışmalarında sınıf öğretmeni adaylarının matematik problemlerinde kullandıkları sayı duygusu stratejilerini incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda referans noktası kullanımı ve sayı büyüklüğü gibi sayı duygusu stratejilerini kullanan öğretmen adaylarının sayısının oldukça az olduğu, çoğunluğun ise kural temelli yöntemleri kullandıkları ortaya çıkmıştır. Şengül'ün (2013) çalışmasında sınıf öğretmeni adaylarının sayı duygusu testinde çoğunlukla kural odaklı stratejileri kullandıkları görülmektedir. Benzer şekilde Er ve Dinç Artut'un (2017) çalışmalarında da 8.sınıf öğrencilerinin sayı duygusu problemlerini kural odaklı stratejilerle çözdükleri belirtilmiştir. Yenilmez ve Yıldız'ın (2018) çalışmalarında 7. sınıf öğrencilerindeki rasyonel sayılar konusunda sayı duygusu stratejileri incelenmiş ve araştırmanın sonucunda kural temelli yöntemlerin kullanıldığı saptanmıştır. Ayrıca araştırmada öğrencilerin sayı duyguları bileşenler temelinde incelenmiş ve öğrencilerin işlemlerin sayılar üzerinde etkisi bileşeninde daha çok başarılı oldukları bulunmuştur. Can'ın (2017) çalışmasında ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin bağlam içeren ve içermeyen problemlerde sayı duygusu

kullanımları incelenmiş ve çoğunluğun kural odaklı çözümleri kullandığı saptanmıştır. Fakat bağlam temelli problemlerin birkaç sorusunda alternatif çözüm yolları bulmaları istendiğinde öğrencilerin sayı duyusu kullanımlarının olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmaların sonuçları incelendiğinde öğrencilerin farklı konular ve bağlamlarda sayı duyusu stratejilerinin değişebildiği görülmektedir.

Alanyazın incelediğinde zekâ oyunları bağlamında sayı duyusu stratejisi kullanımı ve değişimine yönelik bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu anlamda öğrencilerin kullandıkları stratejilerin zekâ oyunları dersi bağlamında incelenmesinin sayı duyusu stratejisi kullanımı ve zekâ oyunları dersinin planlanması ve uygulanması sırasında öğretmenlere ipucu sunması açısından alana katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

Millî Eğitim Bakanlığının zekâ oyunları dersine ilişkin öğretim programının (MEB, 2013) amaçları incelendiğinde, öğrencilerin hafızalarını geliştirmeleri ve farklı yapıdaki problemlerin çözümünde alışılmışın dışında çözüm yolları geliştirmelerinin beklendiği görülmektedir. Ayrıca öğrencilerin doğru ve hızlı bir şekilde sonuca ulaşabilmeleri, analitik düşünebilmeye sahip olmaları ve oyun oynadıkları sırada hem bireysel hem de grup içinde çalışma becerisi geliştirmeleri istenmektedir. Programın özel amaçlarına bakıldığında ise öğrencilerin akıl yürütme, iletişim ve problem çözme becerilerini geliştirebilmeleri istenmektedir. Akıl yürütebilme becerilerinin geliştirilmesine ait önemli noktalar bulunmaktadır. Bunlar sayılar aracılığıyla işlemsel teknikler geliştirme, akla uygun fikirleri ortaya çıkarma, işlemsel ve ölçmeye ait tahmin becerilerini oluşturmaktır (MEB, 2013). Bu beceriler aynı zamanda sayı duyusu gelişimi için de önemlidir. Zekâ oyunları dersi basamaklı öğretim programı esas alınarak işlenmektedir. Öğrencilere basamaklı öğretim programı ile kolay sorulardan zor sorulara, yakından uzağa, somut durumlardan soyut durumlara, bilinen şeylerden bilinmeyenlere, basitten karmaşığa aşamalı ilişki gösteren elverişli öğrenme durumları sağlanmaktadır. Basamaklı öğretim programı üç düzey içermektedir. Bunlardan başlangıç düzeyi, oyundaki temel ilkeleri kullanarak öğrenmeyi amaçlamaktadır. Orta düzeyde mantıksal çıkarımlar yapmayı, ileri düzeyde ise yaratıcı düşünebilme ve oyuna ait özgün (orijinal) taktikler oluşturmayı içermektedir. Zekâ oyunları altı farklı üniteyi içermektedir. Bu ünitelerde bulunan oyunlar zekâ soruları, akıl yürütme ve işlem oyunları, geometrik-mekanik oyunlar, hafıza oyunları, sözel oyunlar ve strateji oyunlarıdır (MEB, 2013).

Demirel ve Yılmaz'ın (2016) araştırmalarında Türkçe ve matematik derslerinde zekâ oyunlarının kullanılmasının öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirdiği belirtilmiştir. Ayrıca yapılan çalışmalarda ortaokul öğretmenleri ve öğretmen adayları zekâ oyunlarının akıl yürütme, problem çözme gibi becerilere ve sayı duyusuna olumlu etkisi olduğunu düşünmektedirler (Alkaş Ulusoy ve diğ., 2017; Bottino ve diğ., 2013; Foster ve diğ., 2011; Reiter ve diğ., 2014). Bu araştırmada zekâ oyunlarının ortaokul matematik öğretmenlerinin dile getirdiği gibi sayı duyusu stratejisi kullanımı için olumlu bir etki yaratıp yaratmadığı incelenmek istenmiştir. Sayı duyusunun matematik derslerini anlamlı bir şekilde öğrenmeye etkisi birçok

çalışmada vurgulanmıştır (NCTM, 2000; Yang, 2003; Yang, 2005; Yang, 2007; Yang ve diğ., 2009). Zekâ oyunlarının öğrencilerin uzamsal yetenek, problem çözme ve akıl yürütme gibi becerileri geliştirdiği vurgulanmaktadır (Alkaş Ulusoy ve diğ., 2017; Bottino ve diğ., 2013; Demirel ve Yılmaz, 2016; Demirkaya ve Masal, 2017; Kurbal, 2015; Sargın ve Taşdemir, 2020; Olkun, 2003; Zeybek ve Saygı, 2018). Zekâ oyunlarının ve sayı duyusunun matematik dersine olumlu etkisi göz önüne alındığında sayı duyusu stratejilerini zekâ oyunları bağlamında incelemenin anlamlı olacağı düşünülmektedir.

Bu amaçla sayı duyusu stratejileri zekâ oyunları dersi bağlamında incelenmiş ve 7. sınıf öğrencilerinin akıl yürütme ve işlem oyunlarında sayı duyusu temelli stratejileri kullanımı nasıldır? problemine yanıt aranmıştır.

Yöntem

Bu başlık altında araştırmada kullanılan araştırma deseni, çalışma grubu, veri toplama aracı, bağlam ve verilerin analizleri sunulmuştur.

Araştırmanın Deseni

Yapılan araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden biri olan durum çalışması modeli kullanılmıştır. Araştırmada durum çalışması desenlerinden tek bir analiz birimi olan bütüncül tek durum deseni kullanılmıştır. Bütüncül tek bir durum olarak araştırmada zekâ oyunları dersinde 7. sınıf öğrencileri bulunmaktadır. Araştırmada toplanan veriler genelleme yapmanın aksine değerlendirme yapmak için kullanılmıştır (Fraenkel ve diğ., 2012). Bu araştırmada araştırılacak olan durum akıl yürütme ve işlem oyunlarının oynatıldığı zekâ oyunları dersidir. Analiz birimi olarak 7. sınıf öğrencilerinin akıl yürütme ve işlem oyunları oynanırken kullandıkları sayı duyusu stratejileridir. Araştırmada 7. sınıf öğrencilerinin farklı akıl yürütme ve işlem oyunlarında sayı duyusu temelli stratejilerinin derinlemesine incelenmesi ve açıklanması amaçlandığından durum çalışması deseninin kullanılmasına karar verilmiştir.

Çalışma Grubu

Amaçlı örnekleme yöntemi ile belirlenen araştırmanın çalışma grubu, Ankara'daki bir devlet ortaokulunda bulunan ve seçmeli zekâ oyunları dersini almakta olan 14 yedinci sınıf öğrencisidir. Araştırma için gerekli olan etik kurul ve uygulama için Milli Eğitim Bakanlığı izinleri alınmış ve gönüllü katılım sağlanmıştır. 14 kişilik sınıfa uygulama öncesinde Kayhan Altay ve Umay tarafından 2013 yılında geliştirilen 17 soruluk sayı duyusu ölçeği uygulanmıştır. Testte alınacak en yüksek puan 17'dir. Testteki soruları sayı duyusu stratejilerini kullanarak çözenlere 1, standart algoritma ile çözenlere ise 0 puan verilmiştir. Öğrenciler sayı duyusu ölçeği sonunda farklı sayı duyusu performanslarında toplam 7 grup olacak şekilde istedikleri kişilerle ikişer kişilik gruplara ayrılmıştır. Bu sayede gruplar uygulamalar sırasında rahatça kendilerini ifade edip, oyunlar üzerinde çalışabilmislerdir. Gruplardaki öğrencilerin gerçek isimleri harflerle temsil edilmiştir. Örneğin, Grup 1 (G1) Öğrenci M (ÖM) ve

Öğrenci Y (ÖY); Grup 2 (G2) Öğrenci Z (ÖZ) ve Öğrenci T (ÖT) şeklinde oluşmaktadır.

Öğrencilerin aldıkları sayı duyusu testi ortalama puanları şu şekildedir: M ve Y öğrencilerinden oluşan G1 7 puan; Z ve T öğrencilerinden oluşan G2 3.5 puan; P ve R öğrencilerinden oluşan G3 10 puan; S ve V öğrencilerinden oluşan G4 7.5 puan; J ve Ş öğrencilerinden oluşan G5 7.5 puan; I ve U öğrencilerinden oluşan G6 7 puan; İ ve Ü öğrencilerinden oluşan G7 4 puan almıştır. Öğrencilerin sayı duyusu testinden aldıkları puanlara bakıldığında sayı duyularının düşük olduğu saptanmıştır.

Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada zekâ oyunları dersinde uygulamalar sırasında yapılan ders gözlemi, ses kayıtları ve öğrenci dokümanları veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Ders gözlemi birinci araştırmacı tarafından katılımcıların oyun oynarken sayı duyusu stratejilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Ses kayıtları katılımcıların oyun sırasındaki ifadelerinden sayı duyusu stratejilerini saptamak amacıyla alınmıştır. Öğrenci dokümanları ise katılımcıların sayı duyusu stratejilerini saptamada diğer veri kaynaklarını doğrulamak amacıyla toplanmıştır.

Akıl Yürütme ve İşlem Oyunlarını Geliştirme ve Uygulama Süreci

Oyunların geliştirilmesinde zekâ oyunları dersi kitabı (Ortaokul ve İmam Hatip Ortaokulu Zekâ Oyunları 5, 6, 7 ve 8. sınıflar, 2016) ve zekâ oyunlarının öğretim programından (MEB, 2013) yararlanılmıştır. Oyunlarda kullanılan sayılar matematik dersi öğretim programındaki kazanımlar dikkate alınarak düzenlenmiştir. Kendoku, işlem karesi, kakuro ve futoşiki oyunu için materyaller araştırmacılar tarafından hazırlanmıştır. Araştırmanın geçerliği için kendoku, kakuro, işlem karesi ve futoşiki oyunlarında kullanılan sayıların düzenlenmesinde zekâ oyunları ile ilgili eğitimi olan ve matematik eğitiminde çalışmaları bulunan toplam dört alan uzmanının görüşlerine başvurulmuştur. Aynı zamanda öğrencilere ait çözüm kâğıtları, araştırmacının yaptığı gözlem ve öğrenciler oyun oynarken kayıt altına alınan videolar gibi veri toplama araçları veri çeşitlemesi için kullanılmıştır. Araştırmacılar tarafından kendoku, kakuro, işlem karesi ve futoşiki oyunlarının seçilmesinin nedeni bu oyunlarda matematiksel işlem ve karşılaştırmalar içermeleri ve sayı duyusu stratejilerinin kullanımı açısından daha zengin bilgi sunmalarıdır. Geometrik-mekanik içerikli oyunlar, strateji içeren oyunlar ve sözel içerikli oyunlar yapısı gereği sayı duyusu kullanımı açısından uygun bulunmadığından araştırmaya dâhil edilmemiştir. Araştırmada kullanılan her bir oyundan 7'şer oyun oynatılmıştır. Oyunlar; başlangıç düzeyinden 3, orta düzeyden 2 ve ileri düzeyden 2 oyun oynatılacak şekilde düzenlenmiştir. Oyunların içeriği ve oyunlarda kullanılan sayılar pilot çalışma sonucunda tekrar düzenlenmiş ve uygulamanın iki kişilik gruplar olarak yapılmasına karar verilmiştir. Oyunların iki kişilik gruplar biçiminde oynatılmasında amaç, sayı duyusu stratejilerini ortaya çıkarmaktır.

Pilot çalışma sonrasında zekâ oyunları dersinde öğrencilere kakuro, kendoku, futoşiki ve işlem karesi gibi akıl yürütme ve işlem oyunları oynatılmıştır. Oyunun

kuralına göre kendoku oyununda öğrencilerin 1, 2 ve 3 sayılarını satırda ve dikey sütunda sadece bir kez uygulamaları ve işlemden elde edilen sonuca göre rakamları uygun şekilde yerleştirmeleri istenmektedir. Bu oyunda orta düzeyde bir, iki, üç ve dört sayılarını satır ve sütunda yalnız bir kez kullanmaları ve elde ettikleri sonuçlar ile sayıların yerleşimini yapmaları beklenmektedir. Bu bağlamda kendoku oyununa başlangıç düzeyinden örnek bir oyun Şekil 1’de verilmiştir.

Şekil 1

Kendoku Oyununa Başlangıç Düzeyinden Örnek Bir Oyun

3	2x	
8+		
		3

Şekil 1’de verilen 2x yazılan etrafı siyah kalın çizgiyle verilen (kafeste) kısımda “üç sayının çarpımının sonucu 2 olduğuna göre bu üç sayı neler olabilir?” şeklinde düşünülmesi, 8+ yazılan kısımda hangi dört sayının toplamının 8 olacağına düşünülmesi istenmektedir. 3 gibi yanında hiçbir matematiksel işlem olmayan rakamların ise bulunduğu kafese o rakamın yazılması beklenmektedir.

İşlem karesi oyunu 1’den 9’a kadar rakamların verilen boşluklara işlem sonucuna ve matematiksel işlem önceliğine dikkat ederek yerleştirilmesi kuralını içermektedir. İşlem karesi oyununa başlangıç düzeyinden örnek bir oyun Şekil 2’de verilmiştir.

Şekil 2

İşlem Karesi Oyununa Başlangıç Düzeyinden Örnek Bir Oyun

	÷		=	3
-		-		
	x		=	8
=		=		
1		-3		

Şekil 2’de ilk satırda iki sayı birbirine bölünmüş ve sonuç 3 ise bu iki sayının neler olduğunun bulunması beklenmektedir. Bu iki sayı yazılırken sütundaki işlemlere de dikkat edilmesi gereklidir.

Kakuro oyunu; bir hücrede bulunan köşegenin altındaki sayı, o sayının altındaki sıralı karelerde bulunmakta olan sayıların toplamını; köşegenin sağındaki sayının ise, o sayının sağındaki ardışık karelerde bulunan sayıların toplamını verdiği, ardışık karelere 1'den 9'a kadar olan sayıların kullanıldığı oyundur. Şekil 3'te kakuro oyununa başlangıç düzeyinden örnek bir oyun gösterilmiştir.

Şekil 3

Kakuro Oyununa Başlangıç Düzeyinden Örnek Bir Oyun

	4	8		
3			6	
6				6
	12			
		3		

Şekil 3'te köşegenin sol altındaki 4 yazılı hücrede, altındaki iki beyaz hücrede yazılan sayının toplamının 4 olması beklenmektedir.

Futoşiki oyunu; 1, 2, 3 ve 4 rakamlarının bir kez yazılması zorunlu olan ve büyüktür (>) ve küçüktür (<) simgelerinin yardımıyla sayıların uygun yerlere konulduğu oyundur. Şekil 4'te futoşiki oyununa başlangıç düzeyinden örnek bir oyun verilmiştir.

Şekil 4

Futoşiki Oyununa Başlangıç Düzeyinden Örnek Bir Oyun

1			<	3
				2
3				

Futoşiki oyununun kolay düzeyinde öğrencilerden 1, 2, 3 ve 4 sayılarını sütun ve satırında yalnız bir kez kullanmaları ve rakamların büyük ve küçük olma durumlarını göz önüne alarak oyunu oynamaları istenmektedir.

Akıl yürütme işlem oyunları hazırlanırken çeşitli sayı sistemlerinden yararlanılmıştır. Kendoku ve kakuro oyunlarının tüm düzeylerinde doğal sayılar kullanılmıştır. Futoşiki oyununun başlangıç ve orta düzeylerinde kural olarak bulunan bir, iki, üç ve dört sayıları yer almıştır. İleri düzeyinde ise kesirler kullanılmıştır. İşlem karesi oyununda başlangıç düzeyinde doğal sayılar; orta ve ileri düzeylerde tam sayılar ve doğal sayılardan yararlanılmıştır.

Bağlam

Kendoku, işlem karesi, futoşiki ve kakuro akıl yürütme işlem oyunları 7. sınıf öğrencilerine altı hafta boyunca uygulanmıştır. Öğrenciler iki kişilik gruplar halinde oyunu oynamıştır. Oyunların her biri iki ders saatinde (80 dakikada) uygulanmıştır. İlk derste öğrencilere oyunlar oynatılmadan önce araştırmacı tarafından oyunun kuralları açıklanmıştır. Oyunun başlangıç düzeyi de ilk ders oynatılıp, ikinci derste ise ileri düzeyleri oynatılmıştır. Oyunun başlangıç düzeyinden oyunun ileri düzeyine dek oynanan oyunlar ikişer kişiden oluşan gruplarla oynatılacak biçimde düzenlenmiştir. Her oyun sonunda galip gelen grup oyunda kullandıkları stratejilerini anlatmıştır. Araştırmacılar zekâ oyunlarının geliştirilmesinde, sınıf ortamında uygulanmasında, video kaydının alınmasında ve gözlem yapılmasında sorumlu kişilerdir. Uygulama, seçmeli zekâ oyunları dersinde gerçekleştirilmiştir. Sınıfın öğretmeni seçmeli zekâ oyunları dersi öğretmeni olup, uygulama sırasında sınıfın düzeninin sağlanmasında araştırmacılara yardımcı olmuştur.

Etik Kurul Kararı

Bu araştırma Hacettepe Üniversitesi Etik Kurul'unun 19.03.2019 tarihli ve 51944218-300/00000511344 sayılı kararı ile uygun bulunmuştur.

Verilerin Analizi

Nitel analiz yöntemlerine göre video kayıtlarının yazılı biçime getirilmesi (transkriptleri), öğrencilerin yazılı dokümanları ve araştırmacının gözlemleri toplanarak çözümlenmiştir. Video kayıtlarının yazılı biçime getirilmesinde (transkriptlerinde) destek amacıyla gözlemden yararlanılmış; nitel analiz yöntemlerinden betimsel analiz tekniği uygulanmıştır.

Öğrencilerin oynadıkları her oyun sırasında kullandıkları stratejiler farklılık ve benzerliklerine göre analiz edilmiştir. Öğrencilerin video kaydı sırasındaki sözel ifadeleri ve yazılı dokümanları incelenmiştir. Öğrencilerin kullandıkları sayı duygusu stratejilerine ait ilgili kodların adları alanyazında bulunan isimlendirmelerden yararlanılarak iki araştırmacı tarafından birbirlerinden bağımsız olarak değerlendirilmiştir. Araştırmanın güvenilirliğini gerçekleştirmek amacıyla, veriler iki araştırmacı tarafından incelenerek kod ve temalar arasındaki uyumu belirlemek amacıyla uzlaşma yüzdesi [$\text{Görüş Birliği} / (\text{Görüş Birliği} + \text{Görüş Ayrılığı}) \times 100$] formülü ile hesaplanmıştır (Miles ve Huberman, 1994). Bu hesaplama sonucunda iki değerlendirici arası tutarlık %93 olarak saptanmış ve araştırma güvenilir kabul edilmiştir.

Ortaya çıkan kodlar; sayı eş değer formlarını kullanabilme (McIntosh ve diğ., 1992), sayıların ayrıştırılıp birleştirilmesi (McIntosh ve diğ., 1992), işlemlerin sayılardaki etkisini fark etme (Yang ve Tsai, 2010) ve yarıma yakın olma stratejisidir. Belirlenen sayı duyusu stratejileri araştırmacılar tarafından alanyazında daha önce tanımlanan bileşenler altında toplanmıştır. Sayıların ayrıştırılıp birleştirilmesi, işlemlerin sayılardaki etkisinin farkında olma ve sayı eş değer formlarını kullanabilme stratejisi hesaplamada esnek olma sayı duyusu bileşeni altında toplanmıştır. Referans noktası kullanımının sayı duyusu bileşeni ile tanımlanmakta olan strateji ise yarıma yakın değildir. Sayıların ayrıştırılıp birleştirilmesi stratejisi sayıların farklı gösterim biçimlerini çeşitli matematiksel işlemlerde hesaplamayı kolaylaştırıcı şekilde seçme (Yang, 2005); işlemlerin sayılardaki etkilerini fark edebilme, çeşitli matematiksel işlemlerin hesaplamalarında işlemin ve herhangi bir sayının değeri değiştiğinde sonucun değişiminin anlaşılması (Reys ve Yang, 1998; Yang ve Tsai, 2010); sayı eş değer formları kullanabilme stratejisi sayıların farklı gösterildiği türlerin uygun olan yerlerde kullanımı (McIntosh ve diğ., 1992) ve yarıma yakın olma stratejisi ise ölçüt olarak yarımın ele alınmasıyla sayının büyüklüğüne karar verme (McIntosh ve diğ., 1992) olarak tanımlanmıştır.

Sayı duyusunda kullanılan stratejilerin kodları alanyazında bulunan sayı duyusu bileşenlerinden yararlanılması ile belirlenmiştir. Örneğin, öğrencilerin kendoku oyunu sırasında $36 = 9 \times 4$ ve $36 = 3 \times 3 \times 4$ veya $96 = 4 \times 2 \times 2 \times 6$ şeklinde 96 ve 36'nın çarpanlarının ne olacağını bulmaya çalışmaları veya kakuro oyununda $13 = 2 + 6 + 5$, $13 = 1 + 7 + 5$ ve $13 = 3 + 6 + 4$ olarak 13 sayısının hangi sayıların toplamından oluşacağını düşünmeleri sayıların ayrıştırılıp birleştirilmesi stratejisi adı verilen kod altında belirtilmiştir. Futoşiki oyunu sırasında $16/80$ kesrinin $1/5$ şeklinde, $27/54$ kesrinin $1/2$ ve $21/84$ kesrinin $1/4$ şeklinde söylenmesi sayı eş değer formlarını kullanabilme stratejisi kodu ile belirtilmiştir. Futoşiki oyunu sırasında öğrencilerin “ $27/54$ kesri $21/84$ kesrinden büyüktür” gibi söylemleri yarıma yakın olma stratejisi şeklinde tayin edilmiştir. İşlem karesi oyunu sırasında 1, 9 ve 4 sayıları kullanılarak hangi işlemler aracılığıyla -35 sayısı oluşur? sorusuna öğrencilerin $1 - (9 \times 4) = -35$ şeklinde cevap vermeleri ve $13 = (9 \div 1) + 4$ ve $13 = (8 \div 1) + 5$ şeklinde 13 sayısını meydana getiren sayıları bulmaları işlemlerin sayılardaki etkisini fark edebilme kodu altında bir araya getirilmiştir.

Bulgular

Yedinci sınıf öğrencilerinin akıl yürütme ve işlem oyunları sırasında kullandıkları sayı duyusu stratejileri her oyun için ayrı başlıklar altında belirtilmiştir.

Kendoku Oyununda Kullanılan Sayı Duyusu Stratejileri

Kendoku oyununda gruplar tarafından kullanılan stratejiler Tablo 1’de ayrıntılı olarak verilmiştir.

Tablo 1*Kendoku Oyununda Grupların Kullandığı Sayı Duyusu Stratejileri*

Kendoku Oyunu	Oyun Grupları						
	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5	Grup 6	Grup 7
SDTS Sayıların ayrıştırılıp birleştirilmesi	√	√	√	√	√		

SDTS: Sayı Duyusu Temelli Stratejiler

Kendoku oyununda Grup 1, Grup 2, Grup 3, Grup 4 ve Grup 5'in sayıları ayrıştırıp birleştirme stratejisini kullandıkları gözlenmiştir. Tablo 1'den de görüldüğü üzere yedi gruptan beşinin sayı duyusu stratejisi kullandıkları saptanmıştır. Şekil 5'te de Grup 2'nin oyun materyali verilmiştir.

Şekil 5*Grup 2'nin Kendoku Oyun Materyali*

Kendoku oyununun orta düzeyinde dört sayının çarpım sonucunun 36 olduğu haneye ($36 \times$) gelebilecek olan sayılar tahmin edilmektedir (Şekil 5). Grup 2'deki öğrenci Z "12 ile 3'ü çarptığımızda 36 yapar. 4, 3, 3 ve 1'i kullanmak istiyorum" biçiminde bir açıklama yaparak öncelikle 36 sayısını 12 ile 3'ün çarpımı sonra 4, 3, 3 ve 1 şeklinde belirtmesi ($36 = 12 \times 3$ ve $36 = 4 \times 3 \times 3 \times 1$) sayıların ayrıştırılıp birleştirilme stratejisine örnek olarak gösterilebilir. Burada Grup 2'deki öğrencilerin standart algoritmayı kullanmadıkları zihinden tahmin ettikleri gözlem verileriyle de örtüşmektedir. Öğrenci Z pratik bir şekilde 36 sayısını 4, 3, 3 ve 1 olarak belirtmiştir. Grup 2'nin sayı duyusu testinden aldığı puan düşük olmasına karşın kendoku oyununun orta düzeyinde sayıları ayrıştırıp birleştirme stratejisini kullandıkları gözlenmiştir.

Kendoku oyununun ilk düzeylerinde bazı öğrencilerin yazılı bir işlem yapmadıkları sadece sudoku mantığında sayıları yerleştirdiği de görülmüştür. Oyunda sayılar büyüdükçe bu ilişkileri görmek zorlaşmaktadır. Ancak bazı grupların oyunun orta ve ileri düzeylerinde sayılar büyüdükçe sayı duyularını kullanarak oyunu daha hızlı ve doğru bir şekilde bitirdikleri gözlemlenmiştir.

Kakuro Oyununda Kullanılan Sayı Duyusu Stratejileri

Kakuro oyununda gruplar tarafından kullanılan stratejiler Tablo 2’de ayrıntılı olarak verilmiştir.

Tablo 2

Kakuro Oyununda Grupların Kullandığı Sayı Duyusu Stratejileri

Kakuro Oyunu	Oyun Grupları						
	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5	Grup 6	Grup 7
SDTS Sayıların ayrıştırılıp birleştirilmesi	√		√	√	√		

SDTS: Sayı Duyusu Temelli Stratejiler

Kakuro oyununda Grup 1, Grup 3, Grup 4 ve Grup 5’in sayıları ayrıştırıp birleştirme stratejisini kullandıkları gözlenmiştir. Yedi gruptan dördünün sayı duyusu stratejisi kullandıkları Tablo 2’de görülmektedir. Diğer gruplar deneme yanılma yaparak sayıları yerleştirmeye çalışmışlardır, fakat sayı duyusu stratejisi kullanan gruplar oyunun galibi olmuşlardır. Şekil 6’da Grup 4’ün kakuro oyun materyali görülmektedir.

Şekil 6

Grup 4’ün Kakuro Oyun Materyali



Şekil 6’da sayıların ayrıştırılıp birleştirilmesi stratejisine örnek olarak verilen Grup 4’teki öğrencilerin kakuro oyunu sırasındaki iletişimi şöyledir:

ÖS: Direk 16 gözlemlerim. Aaa 17’de bulunuyor tamamdır. 9 ve 7, 16 oldu. 9 ve 8, 17 oldu. İkisinin kesişimi 9 olacak zaten.

ÖV: 20’ye bakıyorum. 7’yi denedim. 7, 9, 4 olur. 7, 8, 5 olur. Sayılar zaten farklı olmalı.

Öğrencilerin “ $16 = 9+7$ ve $17 = 9+8$ ” ve “ $20 = 7+9+4$ ve $20 = 7+8+5$ olur.” tarzında işlemlerin sonuçlarının verilip sayıların kolaylıkla bulunabilmesi sayıları ayırıştırıp birleştirebildiklerini göstermektedir.

İşlem Karesi Oyununda Kullanılan Sayı Duyusu Stratejileri

İşlem karesi oyununda gruplar tarafından kullanılan stratejiler Tablo 3’te ayrıntılı olarak verilmiştir.

Tablo 3

İşlem Karesi Oyununda Grupların Kullandığı Sayı Duyusu Stratejileri

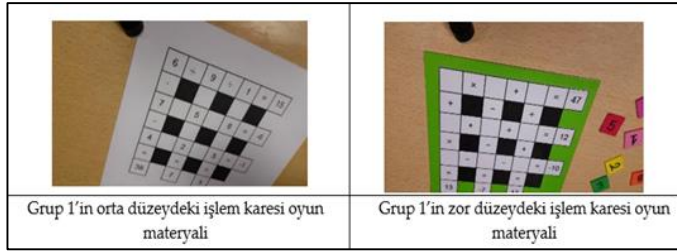
İşlem karesi Oyunu	Oyun Grupları							
	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5	Grup 6	Grup 7	
SDTS	Sayıların ayırıştırılıp birleştirilmesi	√						
	İşlemlerin sayılardaki etkilerini fark etme	√						

SDTS: Sayı Duyusu Temelli Stratejiler

İşlem karesi oyununun orta ve zor düzeylerinde sadece Grup 1’in sayıları ayırıştırıp birleştirme ve işlemlerin sayılardaki etkilerini fark etme stratejisi kullandığı gözlenmiştir. Diğer oyun grupları standart hesaplama algoritmasını kullanarak başlangıç düzeyini geçmişlerdir. Fakat orta ve zor düzeylerdeki oyunları bitirmede zorlanmışlardır. Şekil 7’de Grup 1’in işlem karesi oyun materyalleri verilmiştir.

Şekil 7

Grup 1’in İşlem Karesi Oyun Materyalleri



Şekil 7’ye göre Grup 1 orta düzeydeki işlem karesi oyununda 6, 7 ve 4 sayılarını kullanarak 38 sayısını elde etmiştir. Grup 1’deki ÖM’nin “6 kere 7, 42 yapar. 42 – 4 = 38. (6x7) -4=38. Çarpı ve eksi simgeleri gelecektir” şeklindeki ifadesi, ivedilikle boşluklara çarpma ve çıkarma işlemlerinin geleceğini elde etmesi hesaplamada esnek olma sayı duyusu bileşenine ait işlemlerin sayılardaki etkisini fark edebilme

stratejisine örnek olarak gösterilebilir. ÖM'nin sayıların büyüklüğüne ve işlemlere dikkat ettiği gözlemlenmiştir. Ayrıca öğrenciler yazılı doküman kullanmamışlardır. Bu stratejide öğrencinin ilk olarak işlemin sonucuna bakması ve daha sonra hangi sayıların kendi aralarında çarpılmasıyla bu sayıya daha çok yaklaşacağını belirtmesi, işlemlerin sayılardaki etkilerini fark edebilme olarak nitelendirilmiştir. Öğrencilerden işlem karesi oyununun zor düzeyinde (Şekil 7) işlemin sonucunun verilip bu sonuca uygun sayıların yerleştirilmesi istenmektedir. Öğrenci M ve Öğrenci Y'nin oyundaki konuşmaları şöyledir: ÖM: 9 kere 5, 45. $45 + 2 = 47$ oluyor. Sonra 8 kere 5, 40 eder 7 eklersek, 47 olur. ÖM işlemin sonucunun 47 olduğu kısma gelebilecek sayıları bulmaya çalışmaktadır. 47 sayısının hangi sayılardan oluştuğunu belirlemeye çalışırken sözel olarak açıklayarak " $47 = (8 \times 5) + 7$ ve $47 = (9 \times 5) + 2$ " gibi denemeler yapmışlardır.

Futoşiki Oyununda Kullanılan Sayı Duyusu Stratejileri

Futoşiki oyununda gruplar tarafından kullanılan stratejiler Tablo 4'te ayrıntılı olarak verilmiştir.

Tablo 4

Futoşiki Oyununda Grupların Kullandığı Sayı Duyusu Stratejileri

Futoşiki Oyunu	Oyun Grupları						
	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5	Grup 6	Grup 7
SDTS	Sayı eş değer formlarını kullanma		√	√		√	
	Yarıma yakın olma					√	

SDTS: Sayı Duyusu Temelli Stratejiler

Futoşiki oyununun orta ve zor düzeylerinde Grup 3, Grup 4 ve Grup 6'nın sayı eş değer formlarını kullanma ve Grup 6'nın yarıma yakın olma stratejisi kullandıkları saptanmıştır. Yedi gruptan üç grubun sayı duyusu stratejisi kullandıkları Tablo 4'ten gözlenmektedir. Şekil 8'de Grup 6'nın futoşiki oyun materyali görülmektedir.

Şekil 8

Grup 6'nın Futoşiki Oyun Materyali



Sayı eşdeğer formlarını kullanabilme stratejisi futoşiki oyunu sırasında ortaya çıkmıştır. Oyunun ileriki düzeylerinde $21/84$, $16/80$, $22/66$ ve $27/54$ kesirlerinin yerleştirilirken ilgili kısımda yatayda ve dikeyde sadece bir kez yazılması ve büyüktür ve küçüktür simgelerinin önemsenmesi gerekmektedir. Öğrenci I ve Öğrenci U'dan oluşan Grup 6'nın futoşiki oyununun zor düzeyi sırasındaki konuşmaları şöyledir:

Öİ: Büyüklük ve küçüklük işaretlerine bakmadan buradaki kesirlere bakalım.

ÖÜ: Tabi.

Öİ: $21/84$ kesri dörtte bir demektir. $16/80$ kesri beşte bir demektir.

ÖÜ: $1/4$ ve $1/5$ demektir onlarda zaten.

Öğrenci I'nın " $21/84$ kesri 'dörtte bir demektir' $16/80$ kesri ise 'beşte bir demektir'" görüşleri sayı eş değer formlarını kullanabilme stratejisine örnek verilebilir. Burada Öğrenci I yazılı doküman kullanmadan zihninde kesirleri sadeleştirip belirtmiştir. Sayı eş değer formlarını kullanma stratejisi sayıların farklı gösterimlerini etkili bir şekilde belirtmek olarak açıklanmaktadır. Diğer oyun grupları orta ve zor düzeylerde ilk olarak payda eşitleme yoluna gitmişlerdir. Örneğin Grup 2 aynı oyunda $27/54$ ve $22/66$ 'nın paydalarını 54 ile 66'nın çarpımında eşitlemeye çalışmış; "Hocam kesirler büyük, zorlandık" biçiminde açıklamalar yapmışlardır.

Futoşiki oyunu sırasında ortaya çıkan bir diğer strateji yarıma yakın olma stratejisidir. Grup 6'daki Öğrenci I futoşiki oyunu sırasında " $22/66$ kesrinin yarımdan küçük olduğundan" gibi bir ifade kullanmış; iki kesri ($22/66$ ve $27/54$) kolay bir şekilde karşılaştırmıştır (Şekil 8). Öğrenci I'nın futoşiki oyunu sırasında kesirleri karşılaştırırken iki kesri kolayca karşılaştırabilmesi referans noktasını kullanabilme sayı duyusuna ait yarıma yakın olma stratejisi için örnek gösterilebilir.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Yedinci sınıf öğrencilerinin zekâ oyunları dersinde oynanan oyunlarda kullandıkları sayı duyusu temelli stratejilerini incelemek amacıyla yapılan bu araştırmada diğer oyunlara kıyasla kendoku ve kakuro oyunlarında birçok öğrenci grubunun sayıların ayrıştırılıp birleştirilmesi ve işlemlerin sayılardaki etkisini fark etme gibi sayı duyusu temelli stratejileri kullandıkları saptanmıştır. 2018 yılı ortaokul

matematik dersi öğretim programında sayı duyusu ve bileşenlerinin incelendiği çalışmada en fazla kazanımın sayıların anlamı bileşenine ait olduğu saptanmıştır (Acar ve Peker, 2021). Türkiye’deki belirli yıllara ait öğretim programlarındaki sayı duyusu bileşenlerinin karşılaştırıldığı diğer bir çalışmada ise en fazla kullanıldığı düşünülen sayı duyusu bileşeninin sayıları ayırıştırma ve yeniden birleştirme olduğu bulunmuştur (Karabey ve diğ., 2019). Öğretim programında sayıları ayırıştırma ve yeniden birleştirme stratejisine yapılan bu vurgu, öğrencilerin bu stratejiyi daha fazla kullanmalarına neden olmuş olabilir. Ayrıca bu stratejilerin kullanımının ortaya çıkmasında oyunların kurallarının, oyunlarda kullanılan sayıların yapısının ve özelliklerinin etkili olabileceği düşünülmektedir. Örneğin kakuro oyununda toplama işleminin sonucunun verilir boşluklara hangi sayıların geleceğinin sorulması ve kendoku oyununda ise çarpma işleminin sonucunun verilir bu sonucun hangi sayılarla elde edilebileceğinin sorulması sayıların ayırıştırılıp birleştirilmesi stratejisinin kullanımına olanak sağlamış olabilir.

Kakuro, işlem karesi ve kendoku oyunlarında işlemlerin sayılardaki etkisini fark edebilme stratejisinin kullanıldığı görülmüştür. İşlemlerin sayılardaki etkisini fark edebilme stratejisinin daha fazla kullanımı durumu Dinç Artut ve Er’in (2022) çalışmalarının sonuçlarıyla örtüşmektedir. Özel yetenekli 5. sınıf öğrencileri ile yürüttükleri çalışmada öğrencilerin en çok işlemlerin sayılardaki etkisini fark edebilme ile ilgili soru maddelerinde sayı duyusu temelli stratejileri kullandıklarını bulmuşlardır. Kakuro, işlem karesi ve kendoku oyunlarında işlemlerin sayılardaki etkisini fark edebilme stratejisinin kullanılmasının nedeni problemin yapısında kullanılan sayıların bu stratejinin kullanımına uygun görülmesi olarak düşünülebilir. Bu stratejinin kullanımında oyunlar arasında farklılıklar görülmüştür. Gruplardaki öğrencilerin işlem karesi oyununun ileri düzeylerinde bu stratejiden yararlısalar bile zorlandıkları görülmüştür. Bu stratejiyi kendoku oyununda daha rahat uyguladıkları saptanmıştır. Örneğin öğrencilerden işlem karesi oyununda çarpma ve toplama işleminin beraber kullanılması ile sonucun 41 olduğu satıra getirilebilecek sayıları bulmaları beklenmektedir. Öğrenciler $(8 \times 5) + 1$ ve $(9 \times 4) + 5$ şeklinde yaparak 41 sayısını elde etmişlerdir. Bu kullanılan stratejinin kendoku oyununda işlem karesi oyununa göre daha kolay kullanmalarının nedeni kendoku oyununda çarpmanın, işlem karesinde ise hem toplama hem de çarpmanın bulunması olabilir.

Farklı sayıların kullanıldığı, işleme ait sonucun ortaya çıktığı ve bu sayıların oluşturduğu sayıların neler olduğunun bulunduğu oyun işlem karesi oyunudur. İşlem karesi oyunundaki ileri düzeylerde oyunu hızlı bitiren Grup 1’in işlemlerin sayılardaki etkisini fark etme stratejilerini kullandığı, diğer gruplarda ise bu düzeyde oyunu bitirmekte zorlandıkları görülmüştür. İşlem karesi oyununda işlemin sonucunun büyük bir sayı olması ve birbirinden farklı işlemlerin kullanılmasının bunun nedeni olduğu tahmin edilmektedir.

Sayı eş değer formlarını kullanma stratejisi, sadece ilk düzeylerinde doğal sayıların, zor düzeylerinde kesirlerin karşılaştırmasına dayanan futoşiki oyununda kullanılmıştır. Bu stratejiyi kullanan öğrencilerin üstünlüğü, oyunu hızlı

bitirmeleridir. Futoşiki oyununda kesirleri karşılaştırırken öğrencilerin çoğunun zorlandığı görülmektedir. Futoşiki oyununda yedi gruptan dördü standart algoritma olan payda eşitleme yapmış, üç grup sayıların eş değer formunu kullanmıştır. Alanyazına bakıldığında öğrencilerin kesirleri karşılaştırırken zorlandığından ve genel olarak payda eşitledikleri belirtilmiştir (Dede ve Şengül, 2016; İymen ve Duatepe Paksu, 2015; Kayhan Altay ve Umay, 2013; Yang ve diğ., 2009).

Yarıma yakın olma stratejisi diğer oyunlara göre daha az kullanılmıştır. Sadece futoşiki oyununda bu stratejinin kullanıldığı gözlemlenmiştir. Yarıma yakın olma stratejisini kullanmayan öğrenciler kesirlerde karşılaştırma yaparken payda eşitleme yoluna gitmeye çalışmışlardır. Fakat sayılar büyüdükçe payda eşitleme işlemi de kısa sürede yapılamamıştır. Yarıma yakın olma stratejisini kullanan grubun oyunu daha kısa sürede bitirdiği gözlemlenmiştir. Bu stratejiyi açığa çıkaracak sayılar seçilerek stratejinin kullanımı konusunda öğrenciler cesaretlendirilebilir. Oyun oynatıldığı sırada öğretmenin öğrencilere yönelttiği sorular da ayrıca önem taşımaktadır. Örneğin futoşiki oyunu oynarken öğrenciye yöneltilen “Yarımdan büyük olmasını nasıl fark ettin?” gibi sorularla sayı duygusu stratejilerinin ortaya çıkmasına yardımcı olunabilir. Yarıma yakın olma stratejisinin öğrenciler tarafından tercih edilmemesi Reys ve diğ. (1999), Şengül (2013), Takır (2016), Yang ve diğ. (2009) ve Kayhan Altay ve Umay’ın (2013) araştırmalarının sonucuyla paralellik göstermektedir. Nitekim Yapar Söğüt ve Yazgan’ın (2018) çalışmalarında da 7. sınıf öğrencilerinin kesirleri karşılaştırırken kullandıkları stratejileri incelediklerinde birçok öğrencinin ilk olarak payda eşitlediği diğerlerinin ise 1’e yakınlık, yarıma yakınlık, şekil çizme gibi stratejileri kullandıkları vurgulanmıştır.

Zekâ oyunlarında hız ve hamle, oyunun galibi açısından önemlidir. Sayı duygusu stratejilerinin kullanıldığı oyunlarda oyunun daha çabuk sonuçlandığı görülmektedir. Oyunların daha ileriki düzeylerinde araştırmacıların belirlediği büyük sayılarda sayı duygusu stratejisi kullanımının etkililiği saptanmıştır. Öğrenciler kendoku oyunundaki 96 sayısının çarpanlarını bulurken sayıları ayrıştırıp birleştirme stratejisi kullandıklarında çabuk bir şekilde oyunu sonlandırıp oyunun galibi olmuşlardır. Strateji kullanmayan öğrencilerin oyunu bitirmeleri daha uzun sürmüştür. Sınıf tartışmalarında kendoku oyununun diğer oyunlara göre sayı duygusunun kullanımını teşvik ettiği ve sınıf ortamında problemin çözülme isteği uyandırdığı gözlenmiştir.

Grup 2’de bulunan öğrencilerin sayı duygusu testi puan ortalamaları düşük olmasına karşın zekâ oyunlarında sayı duygusu stratejilerini kullanmaları araştırmanın en önemli sonuçlarından biridir. Bu durum sayı duygusu stratejisinin kullanımında zekâ oyunlarının etkin bir bağlam olduğunu gösterebilir. Oyunların sayılar ve işlemler öğrenme alanındaki kazanımlardan oluşmasının da bu sonuca neden olduğu düşünülmektedir. Bu durum Akkaya ve diğ. (2022) zekâ oyunları eğitici eğitiminde kullanılan zekâ oyunlarının ilköğretim (1.,2.,3. ve 4.sınıf) matematik dersi kazanımları açısından analizinin yapıldığı çalışmada da 32 kutu oyununun en çok sayılar ve işlemler ile geometri öğrenme alanlarındaki kazanımlar ile eşleştiğinin saptanmasıyla uyusmaktadır. Alanyazında matematik derslerinde rutin problemler ile

zekâ oyunları kullanımı karşılaştırıldığında zekâ oyunlarının öğrencilerin problem çözüme, iletişim ve akıl yürütme becerilerini geliştirdiği vurgulanmaktadır (Saygı ve Alkaş Ulusoy, 2019; Taş ve Yöndemli, 2018; Yılmaz, 2019). Alanyazında belirtilen bu sonuçlara ek olarak bu araştırmanın sonuçları doğrultusunda derslerde oynatılan zekâ oyunlarının matematik dersi kazanımları ile bağlantılı olmasının öğrencilerin sayı duyusu stratejileri kullanmalarını desteklediği tahmin edilmektedir. Örneğin; kendoku oyununda yedi gruptan beşinin ve kakuro oyununda yedi gruptan dördünün sayı duyusu stratejileri kullanarak oyunları bitirdikleri gözlenmiştir.

Matematik kavramlarının öğrenilmesinde öğretmenlerin zekâ oyunlarından yararlanmaları önemlidir. Demirel ve Yılmaz (2016) çalışmalarında zekâ oyunlarını 6. sınıf öğrencilerinin matematik dersi konularına uyarlamışlardır. Öğrencilerin ve öğretmenlerin görüşleri doğrultusunda da bu uyarılmanın matematiksel düşünme becerilerinin gelişimi ve akademik başarının artışı gibi olumlu katkılarından söz edilmiştir. Fakat öğretmenin derste hangi zekâ oyununu nasıl oynatacağını ve oyunun ayrıntılarını bilmesinin gerekli olduğu düşünülmektedir. Ayrıca zekâ oyunlarında kullanılan sayılar da önemlidir. Bu sayılar matematik öğretim programındaki öğrenme alanı ve sınıf düzeyine göre farklılaştırılabilir. Örneğin; futoşiki oyununda kesirlerin kullanılmasının ve kendoku oyununda büyük sayıların çarpanlarının sorulmasının sayı duyusu stratejilerini açığa çıkarmada önemli olduğu düşünülmektedir. Bu durum alanyazındaki araştırmalarla da örtüşmektedir (Can, 2017). Sayı duyusu düşük olan Grup 2'deki öğrencilerin bile sayı duyusu stratejilerinden yararlanmaları bu sonucu doğrulamaktadır.

Alanyazında öğretmen ve öğrencilerin zekâ oyunları ile ilgili fikirlerinin bulunduğu araştırmalar varken (Demirel ve Yılmaz, 2016; Devocioğlu ve Karadağ, 2014; Sadıkoğlu, 2017; Yılmaz, 2019) sayı duyusu stratejilerinin zekâ oyunları bağlamında araştırıldığı çalışmaya rastlanılmamıştır. Sadece akıl yürütme ve işlem oyunları ünitesinden olan oyunların dâhil edilmesi ile sayılar ve işlemler öğrenme alanındaki kazanımlarla oluşturulan oyunların seçilmesi araştırmanın sınırlılığını oluşturmaktadır. Diğer çalışmalarda daha geniş bir çalışma grubu ile farklı zekâ oyun türlerinde öğrencilerin sayı duyularının ve stratejilerinin incelenerek alan yazına katkı sağlanabilir. Araştırmanın sonuçlarından yola çıkarak öğretmenlere zekâ oyunları bağlamında sınıf içerisinde kesirlerin karşılaştırılmasında öğrencileri payda eşitlemeden uzaklaştıracak yarıma yakınlık ve 1'e yakınlık gibi stratejilerin kullanımına teşvik edecek sayı sistemlerinin uygulanması önerilmektedir.

References

- Acar, S., & Peker, B. (2021). 2018 ortaokul matematik dersi öğretim programının sayı hissi bileşenlerine göre incelenmesi. [An analysis of 2018 secondary school mathematics curriculum according to number sense components]. *International Journal of Education and New Approaches*, 4(2), 114-128. <https://doi.org/10.52974/jena.952589>
- Akkaya, S., Kılınç, E., & Kapıdere, M. (2022). Name of article analysis of mind and intelligence games for primary school mathematics curriculum learning

- outcomes, *Kastamonu Education Journal*, 30(3), 576-586.
<https://doi.org/10.24106/kefdergi.926990>
- Alkaş Ulusoy, Ç. (2020). Sayı duygusu temelli öğretimin altıncı sınıf öğrencilerinin özyeterliklerine ve performanslarına etkisi. [Effects of number sense-based instruction on sixth-grade students' self-efficacy and performance]. *Eğitim ve Bilim*, 45(202), 417-439. <http://hdl.handle.net/11655/4019>
- Alkaş Ulusoy, Ç., Saygı, E., & Umay, A. (2017). Views of elementary mathematics teachers about mental games course. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (Hacettepe University Journal of Education)* 32(2), 280-294. <https://doi.org/10.16986/HUJE.2016018494>
- Berch, D. B. (2005). Making sense of number sense: Implications for children with mathematical disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 38(4), 333-339. <https://doi.org/10.1177/00222194050380040901>
- Bottino, R. M., Ott, M., & Tavella, M. (2013). Investigating the relationship between school performance and the abilities to play mind games. *European Conference on Games Based Learning*, 62-71.
- Can, D. (2017). *İlkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin sayı duyularının bağlam temelli ve bağlam temelli olmayan problem durumlarında incelenmesi. [Examination Of Fourth Grade Elementary School Students' Number Sense In Contextbased And Noncontext-Based Problems]. [Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi].* <http://www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080/xmlui/handle/11655/3519?locale-attribute=tr>
- Dede, G. H., & Şengül, S. (2016). İlköğretim ve ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının sayı hissini incelenmesi. [An investigation of pre-service elementary and secondary mathematics teachers' number sense]. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 7(2), 285-303. <https://doi.org/10.16949/turcomat.96275>
- Demirel, T., & Yılmaz, T. K. (2016, 3 Şubat- 5 Mart). *Akıl oyunlarının matematik ve Türkçe derslerinde kullanılması: geliştirme süreci ve öğretmen-öğrenci görüşleri.* [Incorporating mind games in mathematics and Turkish courses: development process and views of teachers and students]. Akademik Bilişim Konferansı, Aydın. <https://ab.org.tr/ab16/bildiri/80.pdf>
- Demirkaya, C., & Masal, M. (2017). Geometrik-mekanik oyunlar temelli etkinliklerin ortaokul öğrencilerinin uzamsal düşünme becerilerine etkisi. [The effect of geometric-mechanic games based activities on the spatial skills of secondary school students]. *Sakarya University Journal of Education*, 7(3), 600-610. <https://doi.org/10.19126/suje.340730>
- Devecioğlu, Y., & Karadağ, Z. (2014). Amaç, beklenti ve öneriler bağlamında zekâ oyunları dersinin değerlendirilmesi. [Evaluation of mind puzzle course at the

- context of goals, expectations and recommendations]. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(1), 41-61. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/befdergi/issue/23139/247172>
- Dinç Artut, P., & Er, Z. (2022, February). *Investigation of number sense strategies used by 5th grade gifted students in turkey*. In Twelfth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME12), Bozen-Bolzano, Italy. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03748416v1/document>
- Er, Z., & Dinç Artut, P. (2017). Sekizinci sınıf öğrencilerinin doğal sayı, ondalıklı sayı, kesirler ve yüzde konularında kullandıkları sayı duyusu stratejilerinin incelenmesi. [Investigation of number sense strategies used by eight grade on the subject of natural numbers, decimal numbers, fractions, percentages of eight grade students]. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 3(1), 218-229. <https://doi.org/10.24289/ijsser.270497>
- Filiz, A., & Moralı, H. S. (2020). Öğrencilerin sayı duyusu stratejilerinin sınıf düzeyi ve sayı duyusu bileşenlerine göre analizi. [An analysis of students' number sense strategies in terms of their grades and number sense components]. *Manisa Celal Bayar University Journal of the Faculty of Education*, 8(2), 39-62. <https://dergipark.org.tr/en/pub/mcbuefd/issue/58149/754491>
- Foster, A., Katz-Buonincontro, J., & Shah, M. (2011). *Designing a game-based learning course: K-12 integration and pedagogical model*. In Society for Information Technology & Teacher Education International Conference (pp. 1477-1483). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education* (Vol. 7, p. 429). McGraw-hill.
- Gersten, R., & Chard, D. (1999). Number sense: Rethinking arithmetic instruction for students with mathematical disabilities. *The Journal of special education*, 33(1), 18-28. <https://doi.org/10.1177/002246699903300102>
- Greeno, J. G. (1991). Number sense as situated knowing in a conceptual domain source. *Journal for Research in Mathematics Education*, 22(3), 170-218. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.22.3.0170>
- İymen, E., & Duatepe-Paksu, A. (2015). Analysis of 8th grade students' number sense related to the exponents in terms of number sense components. *Education & Science*, 40(177), 109-125. <http://dx.doi.org/10.15390/EB.2015.2710>
- Karabey, B., Tunalı, C., Olkun, S., & Ergut, G. (2019). 2009-2013-2017 Ortaokul matematik öğretim programlarının sayı duyusu bileşenlerine göre karşılaştırılması. [A comparison of secondary school mathematics curricula of 2009-2013-2017 by using number sense components]. *Abant İzzet Baysal*

- Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19 (4), 1760-1774.
<https://doi.org/10.17240/aibuefd.2019..-585457>
- Kayhan Altay M., & Umay, A. (2011). Sınıf öğretmeni adaylarının hesaplama becerileri ve sayı duyuları arasındaki ilişkinin incelenmesi. [An investigation of the relationship between calculation ability and number sense of prospective elementary teachers]. *New World Sciences Academy*, 6(1), 1277-1283.
<https://dergipark.org.tr/en/pub/nwsaedu/issue/19821/212210>
- Kayhan Altay M., & Umay, A. (2013). İlköğretim ikinci kademe öğrencilerine yönelik sayı duygusu ölçeğinin geliştirilmesi. [The development of number sense scale towards middle grade students]. *Eğitim ve Bilim*, 38(167), 241-255.
<http://egitimvebilim.ted.org.tr/index.php/EB/article/view/1762/480>
- Kurbal, M. S. (2015). *An investigation of sixth grade students' problem solving strategies and underlying reasoning in the context of a course on general puzzles and games*. [Master Dissertation, Middle East Technical University].
<https://etd.lib.metu.edu.tr/upload/12618983/index.pdf>.
- Markovits, Z., & Sowder, J. (1994). Developing number sense: An intervention study in grade 7. *Journal for Research in Mathematics Education*, 25(1), 4-29.
<https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.25.1.0004>
- McIntosh, A., Reys, R., & Reys, B. (1992). A proposed framework for examining basic number sense. *For the Learning of Mathematics*, 12(3), 2-8.
<https://www.jstor.org/stable/40248053>
- Milli Eğitim Bakanlığı, (2018). *Matematik dersi öğretim programı (İlkokul ve Ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. [Curriculum of mathematics lesson (Primary and Middle School Grades 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 and 8)]. Ankara: Milli Eğitim Basımevi.
- Milli Eğitim Bakanlığı, (2013). *Ortaokul ve İmam Hatip Ortaokulu Zekâ Oyunları Dersi (5, 6, 7, 8. Sınıflar) Öğretim Programı*. [Curriculum of middle and imam hatip middle mind games lesson (Grades 5, 6, 7,8)]. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Sage.
- National Council of Teachers of Mathematics, (2000). *Principles and Standards For School Mathematics*. NCTM.
- Olkun, S. (2003). Comparing computer versus concrete manipulatives in learning 2D geometry. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 22(1), 43-46. <https://www.learntechlib.org/primary/p/17806/>

- Reiter, H. B., Thornton, J., & Vennebush, G. P. (2014). Using kenken to build reasoning skills. *Mathematics Teacher*, 107(5), 341-347. <https://doi.org/10.5951/mathteacher.107.5.0341>
- Reys, B. J., Kim, O. K., & Bay, J. M. (1999). Establishing fraction benchmarks. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 4(8), 530-532. <https://doi.org/10.5951/MTMS.4.8.0530>
- Reys, R., Reys, B., Emanuelsson, G., Johansson, B., McIntosh, A., & Yang, D. C. (1999). Assessing number sense of students in Australia, Sweden, Taiwan, and the United States. *School Science and Mathematics*, 99(2), 61-70. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1999.tb17449.x>
- Reys, R. E., & Yang, D. C. (1998). Relationship between computational performance and number sense among sixth- and eighth- grade students in Taiwan. *Journal for Research in Mathematics Education*, 29(2), 225-237. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.29.2.0225>
- Sadıkoglu, A. (2017). *Zekâ ve akıl oyunları dersinin değerler eğitimindeki rolünün öğretmen görüşlerine göre değerlendirilmesi [Evaluation of the role of intelligence and mind games in value education according to teacher's opinions, Yüksek lisans tezi, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi]*. <https://hdl.handle.net/20.500.12436/673>
- Sargın, M., & Taşdemir, M. (2020). Seçmeli zekâ oyunları dersi öğretim programının öğretmenler tarafından değerlendirilmesi (Bir Durum Çalışması). [Assessment of elective intelligence games course curriculum by teachers (A Case Study)]. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(75), 1444-1460. <https://doi.org/10.17755/esosder.653817>
- Saygı, E., & Alkaş Ulusoy, Ç. (2019). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının hafıza oyunları ile hafıza oyunlarının matematik öğretimine katkısına ilişkin görüşleri. [Views of the pre-service elementary mathematics teachers about memory games and contribution of memory games to mathematics teaching]. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(1), 331-345. <https://doi.org/10.17240/aibuefd.2019.19.43815-446550>
- Şengül, S., & Gülbağcı, H. (2012). Evaluation of number sense on the subject of decimal numbers of the secondary stage students in Turkey. *International Online Journal of Educational Sciences*, 4(2), 296-310. <https://www.ajindex.com/dosyalar/makale/acarindex-1423904306.pdf>
- Şengül, S. (2013). Sınıf öğretmeni adaylarının kullandıkları sayı duyusu stratejilerinin belirlenmesi. [Identification of number sense strategies used by pre-service elementary teachers]. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 13(3), 1951-1974.

- Takır, A. (2016). Ortaokul Öğrencilerinin Sayı Duyusu Becerilerinin Sınıf Düzeyi, Cinsiyet ve Matematik Öz-yeterlik Algı Düzeyi Değişkenleri ile İlişkisinin İncelenmesi. [Investigating the relations number sense ability of 6th, 7th and 8th grade students between their grade level, gender and mathematics self-efficiency level]. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, (29), 305-315 . <https://doi.org/10.14582/DUZGEF.738>
- Taş, İ. D., & Yöndemli, E. N. (2018). Zekâ oyunlarının ortaokul düzeyindeki öğrencilerde matematiksel muhakeme yeteneğine olan etkisi [The effect of intelligence games on secondary school students' mathematical reasoning skills]. *Turkish Journal of Primary Education*, 3(2), 46-62. <https://dergipark.org.tr/en/pub/tujped/issue/42070/497233>
- Tsao, Y. L. (2005). The number sense of pre-service elementary school teachers. *College Student Journal*, 39(4), 647-679.
- Yang, D. C. (1995). *Number sense performance and strategies possessed by sixth-and eighth-grade students in Taiwan* [Doctoral dissertation, University of Missouri-Columbia].
- Yang, D. C. (2003). Teaching and learning number sense—an intervention study of fifth grade students in Taiwan. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1(1), 115-134. <https://doi.org/10.1023/A:1026164808929>
- Yang, D. C. (2005). Number sense strategies used by 6th-grade students in Taiwan. *Educational Studies*, 31(3), 317-333. <https://doi.org/10.1080/03055690500236845>
- Yang, D. C., & Huang F. Y. (2004). Relationships among computational performance, pictorial representation, symbolic representation and number sense of sixth-grade students in Taiwan. *Educational Studies*, 30(4), 373-389. <https://doi.org/10.1080/0305569042000310318>
- Yang, D. C. (2007). Investigating the strategies used by pre-service teachers in Taiwan when responding to number sense questions. *School Science and Mathematics*, 107(7), 293-301. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2007.tb17790.x>
- Yang, D. C., Reys, R. E., & Reys, B. J. (2009). Number sense strategies used by pre-service teachers in Taiwan. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(2), 383-403. <https://doi.org/10.1007/s10763-007-9124-5>
- Yang, D. C., & Tsai, Y. F. (2010). Promoting sixth graders' number sense and learning attitudes via technology-based environment. *Educational Technology & Society*, 13(4), 112–125. <https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.13.4.112>
- Yapar Söğüt, G., & Yazgan, Y. (2018). 7. sınıf öğrencilerinin kesirleri karşılaştırırken kullandıkları referans noktası stratejileri [Reference point strategies used by 7th

graders while comparing fractions]. *Kastamonu Education Journal*, 26(3), 823-832. doi:10.24106/kefdergi.413380

Yapıcı, A., & Kayhan Altay, M. (2017). Ortaokul öğrencilerinin yüzdeler konusunda sayı duyularının incelenmesi [An investigation of middle school students' number sense regarding percent]. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17 (4), 2221-2243. <https://doi.org/10.17240/aibuefd.2017..-337984>

Yenilmez, K., & Yıldız, Ş. (2018). 7. sınıf öğrencilerinin rasyonel sayılar konusunda kullandıkları sayı duyusu stratejilerinin incelenmesi [Investigation of number sense strategies of 7th grade students on rational numbers]. *Journal of Theoretical Educational Science*, 11(3), 457-485. <https://doi.org/10.30831/akukeg.349650>

Yılmaz, Ş. (2019). *Seçmeli zekâ oyunları dersine ilişkin öğretmen görüşleri* [Teachers' opinion about elective mental games course, Yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi]. <https://hdl.handle.net/20.500.12462/6156>

Zeybek, N., & Saygı, E. (2018). Apartmanlar oyununun ortaokul matematik öğretmen adaylarının uzamsal görselleştirme yeteneklerine olan etkisi [The effect of skyscrapers game on the spatial visualization ability of prospective middle school mathematics teachers]. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(4), 2541-2559. <https://doi.org/10.17240/aibuefd.2018.18.41844-504903>

Ethical Declaration and Committee Approval

In this research, the principles of scientific research and publication ethics were followed.

Ethical consent was obtained from Hacettepe University Ethical Committee, No: 51944218-300/00000511344, Date: 19.03.2019

Hacettepe Üniversitesi Etik Komisyon'undan 29.06.2021 tarihinde, E-35853172-600-00001636019 sayılı yazı ile alınmıştır.

Proportion of Author's Contribution

All authors have sufficiently contributed to the study, and agreed with the results and conclusions. The first author contributed 50% and the second author contributed 50%.