

Thematic Content Analysis of Graduate Studies on K-12 Numbers: A Meta-Synthesis Study

Münise Başelmas^a, Adem Eroğlu^b and Nurullah Yazıcı^c

^aTurkish Ministry of National Education, Halil Rifat Paşa Middle School, Turkey (ORCID: 0000-0001-7609-9906)

^bGazi Osman Paşa University, Turkey (ORCID: 0000-0001-6609-5901)

^cGazi Osman Paşa University, Turkey (ORCID: 0000-0002-5594-8347)

Article History: Received: 4 February 2024; Accepted: 3 April 2024; Published online: 26 April 2024

Abstract: The aim of this study is to examine the contents, measured features and results of graduate theses conducted at preschool, primary, secondary and high school levels on numbers in mathematics education. The research consists of 136 theses that were accessed by scanning using the keyword "numbers" in the database of the National Thesis Center of the Council of Higher Education between 1987-2023. The research is a meta-synthesis study and content analysis technique was used in the analysis of the data and descriptive statistics were used in the presentation. According to the findings of the research, it has been determined that the most studied number sets trend is rational numbers. It has been observed that the least studied set of numbers is complex numbers. It was observed that the studies were mostly at the secondary school level. When the studies conducted at the K-12 level are examined, it is seen that the studies are mostly carried out to investigate the effects of new methods and approaches on the teaching process and the result that new approaches and methods are more successful than traditional methods are concentrated. Another result obtained from the research was the abundance of misconceptions and errors, and the inadequacy of student skills and the need for improvement. In order to contribute to the field in the research, it is recommended to increase the studies carried out in the pre-school period, where concrete concepts are gained to support the development of abstract concepts in the studies on numbers, and to carry out various studies to correct misconceptions and errors, especially in high school studies, starting from the pre-school period to the end of high school.

Keywords: Preschool, K-12, Graduate thesis, Numbers, Meta-synthesis

Öz: Bu çalışmanın amacı; matematik eğitiminde sayılar konusunda okul öncesi, ilkökul, ortaokul ve lise düzeyinde çalışılmış lisansüstü tezlerin içerikleri, ölçtüğü özellikleri ile sonuçları bağlamında incelenmesidir. Araştırma 1987-2023 yılları arasında Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Ulusal Tez Merkezi veri tabanında bulunan "sayılar" anahtar kelimesi kullanılarak tarama yapılmış 136 adet tezden oluşmaktadır. Yapılan araştırma bir meta-sentez çalışması olup verilerin analizinde içerik analizi tekniği, sunumunda ise betimsel istatistiklerden yararlanılmıştır. Araştırma bulgularına göre en çok çalışılan sayı kümeleri eğiliminin rasyonel sayılar olduğu tespit edilmiştir. En az çalışılan sayı kümesinin ise kompleks sayılar olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmaların yoğunlukla ortaokul düzeyinde olduğu görülmüştür. Okul öncesi ve K-12 düzeyinde yapılan çalışmalara bakıldığında en fazla yeni yöntem ve yaklaşımların öğretim sürecine etkilerinin araştırılması amacı ile çalışmaların yapıldığı ve yeni yaklaşım ve yöntemlerin geleneksel yöntemlere göre daha başarılı olduğu sonucunda yoğunlaşıldığı görülmüştür. Araştırmadan elde edilen bir diğer sonuç ise; kavram yanlışları ve hatalarının çokluğu ile öğrenci becerilerinin yetersizliği ve geliştirilmesi gerektiği olmuştur. Araştırmada alana katkı sağlaması açısından sayılar konusundaki çalışmalarda soyut kavramların gelişimini destekleyecek somut kavramların kazandırıldığı okul öncesi dönemde yapılan çalışmaların artırılması, okul öncesi dönemden başlayıp lise bitene kadar olan kısımda özellikle lise düzeyindeki çalışmalarda kavram yanlışları ve hataların düzeltilmesi için çeşitli çalışmalar yapılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Okul öncesi, K-12, Lisansüstü tez, Sayılar, Meta-sentez

[Türkçe sürüm için tıklayınız](#)

1. Introduction

Although the answer to the question "What is mathematics?" cannot be given definitively, mathematics can be defined as a science based on procedural and conceptual knowledge, where there is a certain order and logical order (Baki, 2008; Kandal, 2021; Şener & Bulut, 2015; van De Walle, Karp, & Bay Williams, 2012). Mathematical competence, which is one of the competencies in the mathematics curriculum, is explained as the process of applying and regaining mathematical thinking skills at different stages, emphasizing the importance of working and knowing on a solid arithmetic foundation in solving problems in daily life (Kandal, 2021). In order to provide students with a successful mathematics education with these competencies, it is necessary to prioritize numbers, which are the basis of learning, rather than teaching abstract or higher-level concepts in mathematics in the process from pre-school education to secondary education (Christou & Vosniadou, 2012; Vlassis, 2004). In this respect, numbers and number perception are the main subjects of mathematics education (Baki, 2008; Güler, 2017).

The history of numbers goes back to about 30000 years BC in ancient times. At that time, people counted by the lines they threw on stones. It is accepted that the first writing was found around 5000 BC. In other words,

Corresponding Author: Münise Başelmas  **email:** munisebaselmas@gmail.com

Citation Information: Başelmas, M., Eroğlu, A., & Yazıcı, N. (2024). Thematic content analysis of graduate studies on K-12 numbers: A meta-synthesis study. *Turkish Journal of Mathematics Education*, 5(1), 42-65.

when people did not know how to write, they started to discover numbers with the lines they threw on the stones (Boyer, 1991; Caliskan Dedeoğlu, 2017). People gradually became settled and began to farm and raise livestock. As the number of animals began to increase in the steppes, people had to use numbers (Çalışkan Dedeoğlu, 2017). The history of numbers is very similar to the history of letters. The letters are taken from the cave walls, as well as the numbers taken from the hieroglyphs and pictures on the cave walls (Tuncay, 2012). It is known that the first numbers in the world began to be used by the Sumerians around 3200 BC. Greek mathematics (Pythagoras, Euclid, Archimedes, Apollonius) and Indian mathematics (Brahmagupta, Aryabhata) are of great importance in the emergence of numbers. Chinese mathematics contributed to the use of the place value system and negative numbers. The main developments in the formation and classification of numbers emerged in Islamic mathematics with Khârizmî, who made the first systematic algebra study (Boyer, 1991; Burton, 1997). In summary, when it comes to mathematics, the first thing that comes to mind is numbers and numbers (Bayazit, 2010). When we look at the history of numbers from past to present, we go back to the invention of writing. However, counting was needed long before numbers were invented, and it can be said that numbers have a history dating back to 3500 BC.

1.1. The Place of Numbers in Mathematics Curriculum

In this section, information will be given about the place of number in the mathematics curriculum. In this context, the issue of number in pre-school, primary, secondary and secondary education will be addressed.

The acquisition of the concept of number occurs between the ages of 5 and 8, depending on age (Bisanz et al., 1995). The teaching of the concept of numbers should be started with groups of numbers less than five and less than five, and first with concrete objects, then with pictures. After completing the numbers to five, the teacher can place a varying number of objects on the table and ask the children to count each group and say how many there are. In short, when teaching numbers, the teacher must first match a set of objects to the numbers belonging to that set of objects. Teaching in this way needs to be done for all digits from one to ten. When teaching numbers to children, verbal expressions should be used first, and then it is necessary to combine them with written symbols (Reys et al., 1989). Since "zero" and "ten" are special numbers, these numbers need to be taught after the others (Busbridge & Womack, 1991).

The development of the concept of numbers and the acquisition of counting skills are completely interdependent. Counting requires knowing the order of number names and is a cognitive activity that requires hand-eye coordination and verbal skills (Wilkinson, 1984). According to the Primary School Mathematics Curriculum [PSMC] (Ministry of National Education [MoNE], 2018), the primary school mathematics curriculum consists of four learning areas. These; numbers and operations, geometry, measurement and data processing; The secondary school mathematics curriculum consists of five learning areas. These are numbers and operations, algebra, geometry and measurement, data processing, and probability. In the elementary school curriculum, all learning areas are included in all grade levels, while in the middle school mathematics curriculum, the algebra learning area is included in all grade levels starting from the 6th grade, and the probability learning area is only in the 8th grade.

When we look at the curriculum of secondary school mathematics course; 5th grade students are expected to be able to read and write natural numbers, perform four operations with natural numbers, and solve problems related to natural numbers involving four operations. However, in the fractions sub-learning area, students are primarily expected to be able to understand integers and compound fractions and convert between them. In the 6th grade, concepts related to quantity, the meaning and order of integers, the priority of operations in natural numbers, factors and multiples of natural numbers are covered. Students are expected to comprehend the concept of ratio with sorting, addition and subtraction operations in fractions, as well as multiplication and division operations and decimal representation analysis, which is the continuation of the 5th grade in the fractional and fractional operations subsection. In the 7th grade numbers and operations learning area, students are first asked to solve four operations with integers, recognizing rational numbers, sorting and four operations with rational numbers, the concept of ratio, percentages and problems that require these skills. Finally, the goals expected of students in grade 8 include solving problems related to factors and multiples, exponential and radical expressions, recognizing real numbers, and understanding the relationship between rational and irrational numbers (Kandal, 2021; MEB, 2018). In the area of learning numbers and operations, students are generally expected to learn the concept of numbers and the relationship between numbers in elementary school and to develop basic arithmetic skills that will increase the functionality of various sub-learning areas in secondary school.

When the curriculum of the high school mathematics course is examined, it is seen that in the 9th grade, number sets are used as a sub-learning area in the learning area of numbers and algebra, and in the 10th grade. In the classroom, it is seen that complex numbers are given in the same sub-learning area. It is seen that in the Mathematics Lesson Curriculum [MLC] (MoNE, 2018), there is a single common program for the 9th and 10th grades, and two different alternative programs for the 11th and 12th grades. The program is prepared as Elective

Mathematics selected in line with the higher education programs that students will prefer and Elective Basic Mathematics for students who do not choose a mathematics-based program.

In order to know mathematics, individuals must have knowledge and skills about numbers and operations (Gülbağcı Dede, 2015). Numbers have been classified with their development (counting numbers, natural numbers, integers, rational and irrational numbers, complex numbers). Hope (1989) stated that mathematical reasoning about the different uses of numbers is the most effective way of calculating and recognizing the relationships between numbers. The concept of number expresses the objects themselves for preschool children. These concepts become more entrenched in primary school. However, a student who has reached secondary school is now acquainted with the abstract concepts of mathematics and expands the concept of numbers. It creates and makes sense of concepts with new number sets. The knowledge acquired by associating with concrete and abstract concepts progresses with wider and new number sets as they reach higher age groups. In other words, it is necessary to systematically put certain structures and concepts on top of each other from the very beginning. Numbers are a concept that starts with preschool education and progresses by learning new number sets until the end of secondary education and forms the basis of mathematics. Therefore, it is necessary to realize how this concept should be taught or comprehended, how important the numbers in our lives are, not only mathematically but also semantically. For this reason, there is a need to look at the nature of the studies on this subject (Kandır & Yazıcı, 2011).

The research included in the research is mainly related to the field of learning numbers, the success of new approaches and techniques (İpek, 2003; Bearded, 2011; Tinas, 2021), misconceptions and misconceptions of students and teachers (Bulut, 2021; Dogan, 2002), student skills (Hasar, 2019; Usta, 2018), beliefs and practices related to the field (Bulut, 2021), relationships between numbers (Göktürk, 2013; Tekin, 2019; Yurtçu, 2013), developing valid and reliable scales (Fidan, 2013; Özal, 2011), teachers' pedagogical knowledge of numbers (Ak Beyath, 2019; Orman, 2020), mathematics education programs and textbooks (Arik, 2007; Keser, 2021). When the studies included in the research on numbers were examined, it was seen that the number of studies for the preschool period was not sufficient. When the most research is examined at the primary education level, it is seen that 21 studies in primary school, 90 studies in secondary school, 6 studies in primary and secondary school together, and a total of 117 studies are at this level.

This research is a study that will contribute to the field in terms of presenting factors such as which studies are concentrated on and the inadequacy of the number of studies carried out. With this study, findings that can be a guide in terms of revealing the current situation in terms of numbers have been reached. It is also important in terms of contributing to the field that it is a study that will enable to see the part of the graduate studies on the subject from the first study to the present day as a whole.

In order for mathematics education to be more efficient and effective, it is important to determine the tendency and content of research on numbers. Studies on the subject; It is thought that evaluating it in terms of purpose, tendency, diversity and usefulness will contribute to the better identification of deficiencies and misconceptions of teachers, students and researchers. When graduate studies are examined, it is seen that descriptive content analysis and meta-synthesis studies on numbers in a holistic way are missing in the academic literature. It is thought that the study will contribute to the literature in this respect and fill the gap in the literature. In addition, it is important in terms of setting an example in the literature of mathematics education, its feedback and findings.

The importance of this study reveals the importance of this study as a guiding study on issues such as what are the objectives of the studies on numbers, what is achieved as a result, which sample is focused on, and which number sets are studied more. As a result of this study, identifying the missing places in the researches on numbers will be a reference for future studies. In this study; Since the graduate theses published in the Databases of National Thesis Center of the Council of Higher Education between 1987-2023 and allowed to be accessed are examined in detail in the context of study topics, sample types, study types, aims and results, they are important in terms of showing the place, distribution and tendency of the subject in the literature. The research includes a total of 136 graduate thesis studies on numbers between 1987-2023. In addition, it is thought that researchers who want to work on this subject should see the subject as a whole and will guide the determination of the areas to be studied. In this context, it is thought that it can facilitate the detection of areas that have been studied less, where studies are insufficient or have not been studied at all, and prevent cumulative studies on the same subject.

In his study, Kandal (2021) examined the articles for preschool, primary and secondary school levels in the field of learning numbers and operations. Kandal's (2021) study in this research; It is the closest study to the subject. The difference between this research and the closest study is that the study includes a total of 136 graduate thesis studies conducted until 2024, starting with the first thesis from 1987, which was the oldest published. In terms of scope, preschool and K-12 levels were targeted, and all studies carried out within this framework were created within certain criteria. In addition, only preschool and K-12 student groups were not limited as the sample group, and the entire sample group including the subject limitation was included. In the

determination of the graduate theses to be examined, "numbers" and "zero" were considered among the keywords, and education and training and mathematics were considered as subject limitations. According to the inclusion and exclusion criteria in the study, preschool and graduate theses that do not include numbers at the K-12 level were eliminated.

Graduate theses are important in determining the academic development levels of countries. So much so that the master's and doctoral theses studied are effective in determining the future fields of study of academicians and researchers. Today, the subject of numbers, which forms the basis of mathematics education, has an important place in education starting from preschool. This research is of great importance in terms of determining the current status of the use of numbers in mathematics education and the extent to which today's innovations and developments in research in this field are integrated into the mathematics education process. As a result of this research, the purposes for which numbers studies are carried out in mathematics education, which approaches are used, which sample is handled, how conclusions are drawn and what kind of studies are needed are examined in detail and results and suggestions are reached with a holistic understanding of numbers.

1.2. Purpose of the Research

This study is about revealing the data obtained by examining the graduate theses on the concept of number in mathematics education and making inferences about it. Therefore, in this study, it is aimed to make a detailed analysis of the thesis studies on numbers at the K-12 level, to reveal the deficiencies and needs and to examine the studies on numbers. In this study, an answer is sought to the question "What is the scope and content of postgraduate studies on the numbers published and accessible by the Databases of National Thesis Center of the Council of Higher Education from 1987, when the first study was carried out, until 2024?" In this context, the sub-problems related to the research are as follows:

- 1) What is the distribution of the theses examined according to master's and doctorate types?
- 2) What is the distribution of the examined theses according to the number sets they work with?
- 3) What is the distribution of the examined theses according to the sample type?
- 4) What is the distribution of the examined theses according to their aims?
- 5) What is the distribution of the examined theses according to their results?

2. Method

2.1. Research Model

This research was carried out using descriptive content analysis and meta-synthesis method, which are qualitative research models, in terms of data collection and analysis processes. Meta-synthesis is a research method that involves the comparison and interpretation of the findings of qualitative studies together (Noblit & Hare, 1988). In this study, the analysis results of qualitative and mixed studies on numbers at the K-12 level in the field of mathematics education were examined, and the meta-synthesis study was used to interpret the findings about the trend in terms of similarities and differences. Due to the meta-synthesis form, quantitative studies were not included.

2.2. Data Collection Tool

The research data were collected through the "Classification Form of Graduate Theses on K-12 Level Numbers" by renewing the form developed by Sözbilir and Kutu (2008). This form is divided into categories: thesis type, number sets, sample type, purpose, and conclusion. Within the scope of the inclusion and exclusion criteria, the studies on numbers were separated from the theses published between 1987-2023.

2.3. Data Collection

The data collection process was carried out based on literature review from the Databases of National Thesis Center of the Council of Higher Education. Within the scope of the research, the following steps were followed while determining the theses included in the research. On the Databases of National Thesis Center of the Council of Higher Education homepage, "numbers" and theses with access permission are written in the search term section. Without any year limitation, a scan was made to include the time period from the past to December 29, 2023, when the research was conducted. As a result of the screening, 751 theses were reached. "Education-training" was written as a subject filtering and a total of 146 theses were reached. When "mathematics" was written in the subject filtering, a total of 299 theses were reached. All of the theses reached by filtering both subjects were examined one by one, and one of the common theses (in the form of education-training = mathematics) was taken. In addition, theses that did not include the subject of numbers at preschool and K-12 level were eliminated and excluded, and the remaining 134 thesis studies were included in the study. Afterwards, considering that it is included in all number sets and does not contain the word number, the words to be searched on the Databases of National Thesis Center of the Council of Higher Education homepage are searched by

writing "zero" and theses that are allowed to be accessed. With this scan, 314 theses were listed. In the subject filtering, "mathematics" was written, but it was seen that the studies in this section were studies that included only mathematics. Later, "education" was written and two studies were reached. Theses that do not include the subject of numbers at the K-12 level were excluded from the study and two theses were included in the study. As a result of all these screening processes, it was decided to include 136 graduate studies in the research. Within the scope of inclusion and exclusion criteria, all graduate studies published in English and Turkish are included. The theses included in the research were marked on the Graduate Theses Classification Form on Numbers at the K-12 Level and analyzed in detail. When we look at the working years of the theses from the past, it is seen that the oldest study was done in 1987. Therefore, the study was limited to the years 1987-2023.

Between 1987 and 2023, theses on numbers in the field of mathematics education were included in the study, while others were excluded. As a result of the studies determined according to the inclusion and exclusion criteria, a total of 136 studies, 15 of which were doctoral and 121 of which were master's, were included in the meta-synthesis.

2.4. Analysis of Data

The data obtained in the research were filed and data documents were created. Content analysis was used in the analysis of these qualitative data, and descriptive analysis was used for the representation of the tables. The content and themes of the studies included in the research were examined in detail and noted. After the analysis, various codes were created by marking the repetitive concepts for each research problem. Then, the relationships of the codes obtained by using expert opinion were discovered, transformed and arranged, the similar and different aspects of the obtained data were determined and themes and sub-themes were created with descriptive content analysis. In the thesis studies, in cases where similar concepts represent the same concept, coding was done under the same theme. The content of the data was examined objectively and systematically, and the findings were interpreted by organizing codes and themes into the data. Within the scope of the research questions, especially the summary, purpose, method, findings and conclusions of the studies were examined in detail. The data obtained as a result of all the operations were visualized with tables; Thus, it is aimed to obtain general information about the studies of numbers and to reveal the similarities and differences.

2.5. Research Ethics

The paper does not require an ethical approval since no human subjects are included.

3. Findings

In this section, the findings of the sub-problem situations related to the research are included.

3.1 Findings and interpretations of the first sub-problem

Table 1 shows the distribution of the results of the examination according to the types of graduate studies as frequency (f) and percentage (%).

Table 1. Distribution of graduate studies by genre

Types	Studies	f	%
Doctorate	T5, T8, T44, T57, T69, T74, T79, T80, T82, T95, T122, T127, T128, T134, T136	15	11%
Master	T1, T2, T3, T4, T6, T7, T9, T10, T11, T12, T13, T14, T15, T16, T17, T18, T19, T20, T21, T22, T23, T24, T25, T26, T27, T28, T29, T30, T31, T32, T33, T34, T35, T36, T37, T38, T39, T40, T41, T42, T43, T45, T46, T47, T48, T49, T50, T51, T52, T53, T54, T55, T56, T58, T59, T60, T61, T62, T63, T64, T65, T66, T67, T68, T70, T71, T72, T73, T75, T76, T77, T78, T81, T83, T84, T85, T86, T87, T88, T89, T90, T91, T92, T93, T94, T96, T97, T98, T99, T100, T101, T102, T103, T104, T105, T106, T107, T108, T109, T110, T111, T112, T113, T114, T115, T116, T117, T118, T119, T120, T121, T123, T124, T125, T126, T129, T130, T131, T132, T133, T135	121	89%
Total		136	100%

When the graduate theses are examined according to their types; It was seen that 121 of the studies were master's studies and 15 of them were doctoral studies. When the doctoral studies are examined from the thesis tags, while they followed a variable course in the previous years, they tended to increase by conducting two theses in 2014 and 2019, three in 2022 and two in 2023.

3.2. Findings and interpretations of the second sub-problem

The findings regarding the distribution of the examined theses according to the number sets they work on are presented in Table 2. In this context, in the theses examined on numbers, it was seen that there were mainly rational numbers with 37 theses among the number sets studied. These studies were followed by integers (f=34) and only numbers (f=24), respectively.

Table 2.Distribution of graduate theses according to the number sets studied

Number Sets	Studies	f	%
Natural numbers	T3, T9, T13, T26, T27, T33, T52, T53, T66, T75, T78, T79, T81, T92, T105, T120, T126, T128, T134, T136	20	15%
Integers	T6, T12, T14, T16, T20, T21, T28, T35, T43, T48, T54, T56, T61, T62, T64, T65, T69, T70, T71, T72, T73, T84, T93, T97, T99, T106, T108, T109, T110, T117, T121, T124, T131, T132	34	25%
Rational numbers	T1, T7, T8, T11, T15, T18, T23, T24, T30, T32, T36, T37, T38, T41, T42, T47, T50, T51, T59, T80, T82, T85, T87, T88, T89, T90, T98, T101, T102, T104, T107, T111, T118, T119, T125, T129, T130	37	27%
Real numbers	T17, T31, T39, T40, T68, T77, T83, T91, T95, T112, T114, T116	12	8%
Complex numbers	T2, T4, T5, T22, T44, T60, T67, T100, T115	9	7%
General (numbers only)	T10, T19, T25, T29, T34, T45, T46, T49, T55, T57, T58, T63, T74, T76, T86, T94, T96, T103, T113, T122, T123, T127, T133, T135	24	18%
Total		136	100%

When the number sets studied in the theses are examined, it is seen in Table 2 that the rational numbers are the most and the complex numbers are the least.

3.3. Findings and interpretations of the third sub-problem

Table 3 shows the distribution of the studies examined according to sample types.

Table 3.Distribution of the examined studies by sample type

Sample Type (student and/or teacher)	Studies	f	%
Preschool	T10	1	1%
Primary school	T3, T9, T13, T19, T25, T26, T30, T34, T45, T49, T55, T74, T79, T81, T92, T101, T105, T117, T120, T128, T136	21	15%
Secondary school	T1, T6, T7, T8, T11, T12, T14, T15, T16, T18, T20, T21, T23, T24, T27, T28, T31, T32, T33, T35, T36, T37, T38, T39, T40, T41, T42, T43, T46, T47, T48, T50, T51, T52, T54, T56, T57, T58, T59, T61, T62, T64, T65, T66, T67, T69, T70, T71, T73, T75, T77, T78, T80, T84, T85, T86, T87, T88, T89, T90, T93, T96, T97, T98, T99, T102, T103, T104, T106, T107, T108, T109, T110, T111, T112, T114, T116, T118, T119, T121, T122, T123, T124, T125, T126, T127, T129, T130, T131, T132, T134, T135	90	66%
High school	T2, T4, T29, T44, T53, T60, T76, T83, T91, T95, T100	11	8%
Primary and secondary education	T17, T63, T68, T72, T94, T133	6	5%
University	T5, T22, T77, T82, T100, T113, T115	7	5%
Total		136	100%

As can be seen in Table 3, 66% of the studies consisted of secondary school, 15% primary school, 8% high school, 5% primary and secondary education levels, 5% university and approximately 1% preschool sample group. In this respect, it is seen that very few studies have been conducted on the subject of numbers in preschool education.

3.4. Findings and interpretations of the fourth sub-problem

When we look at the aims of the studies in general, it is seen that the main theme focuses on the themes of comprehending numbers in general, applying new methods and approaches, and eliminating the misconceptions of students and teachers about numbers. In this context, the studies have been categorized with sub-themes and codes in line with these main themes. Table 4 below shows the sub-themes of the studies and the descriptions of the theses.

Table 4. Distribution of the Examined Studies According to Their Purposes

Themes	Sub-Themes		f	%
Comprehension of Numbers	The subject of numbers, historical development, determination of the most used rules, use of mathematical representations, comprehension of numbers, understanding the conceptual meaning of numbers, determination and classification of concept image, sementatic examination of concepts, association between numbers, comparison of past and present mathematics education programs	T1, T2, T13, T20, T58, T61, T96, T100, T110, T126, T127, T131	12	9%
Application of New Methods and Approaches	Traditional teaching methods and new techniques and approaches (visualization approach, singapore model method-solved examples method, concept maps, use of animation and cartoons, activity-based teaching methods and materials, modeling activities, 5E model, lesson study, large mathematics education program for young children, simultaneous cue teaching CCC (close-copy-compare) teaching method, use of history of mathematics, effective learning model, computer supported models, virtual manipulatives, active teaching method, portfolio, STEM, flipped classroom model, games, writing activity for learning purposes (poster work), drama, etc..) compare, determine their impact	T4, T5, T7, T10, T11, T15, T16, T18, T19, T23, T24, T25, T27, T29, T31, T35, T36, T37, T39, T41, T42, T46, T47, T48, T51, T52, T54, T57, T62, T65, T66, T69, T73, T74, T79, T80, T81, T85, T86, T93, T101, T102, T106, T109, T111, T117, T118, T120, T122, T124, T125, T129, T132, T136	54	40%
Elimination of Students' and Teachers' Misconceptions and Problems About Numbers	Evaluation of students' problem-solving skills, identification of the most used contexts in problem solving, detection of errors, elimination of misconceptions, examination of metacognitive skills of students with different levels, examination of educational processes and creation of a valid course design, association between numbers, creation of successful reliable tests, transfer of numbers to daily life	T3, T6, T12, T14, T17, T21, T26, T28, T30, T32, T33, T34, T38, T43, T44, T49, T50, T53, T56, T59, T60, T70, T72, T75, T76, T77, T78, T83, T84, T87, T88, T89, T90, T91, T92, T97, T98, T99, T104, T105, T107, T108, T112, T114, T115, T116, T119, T121, T128, T130, T134	51	40%
	To examine the teacher's pedagogical knowledge of numbers (IPU) and subject area (KAB), their quantitative reasoning, to investigate their beliefs about mathematics and the interaction between them, to establish the relationships between numbers, to identify simulations and analogies in the use of numbers, to determine the teacher's misconceptions and errors, to determine the readiness of pre-service teachers about numbers.	T8, T22, T40, T64, T67, T68, T71, T82, T95, T113	10	7%

Table 4 continued

Analysis of Studies on Numbers	Analysis of the context and cognitive needs characteristics of the processes in the textbooks, development of the content, comparison with different curricula, comparison of the questions in the books according to the cognitive levels of the Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS), examination of problem solving strategies in the textbooks, determination of the suitability of two children's books for the curriculum content and the typology of the book	T9, T45, T55, T63, T103, T123, T135	7	5%
	To examine the trends and results of studies in the field of numbers and operations	T94, T133	2	1%
Total			136	100%

There are 54 thesis studies under the main theme of the application of new techniques and approaches, which are among the aims of the graduate thesis studies, and 61 thesis studies under the main theme of eliminating the misconceptions and problems of students and teachers about numbers.

3.5. Findings and interpretations of the fifth sub-problem

Table 5 includes information on the frequency and percentage values showing the distribution according to the results of the studies examined.

Table 5. Distribution according to the results of the studies examined

Themes	Sub-Themes	f	%	
New Approaches and Methods Are More Successful Than Traditional Methods	The effect of Mathematical Representations on the development of cognitive level was determined and the development of teaching, it was understood that realistic representations, symbolic and linguistic representations and rule-oriented teaching were made, new approaches were proposed instead of preferring rules, the new learning to be designed was benefited by using realistic mathematics education, and the past and present representations of numbers were compared.	T1, T13, T20, T61, T128, T131	6	5%
	Concept images, maps and cartoons, 5E model based on constructivist approach, visualization approach, Realistic Mathematics Education (GME), activity-based teaching method, modeling for learning writing activity (poster work), history of mathematics based model (MEAs) activity, including methods that support the professional development of the teacher and increase student success accordingly, CCC teaching and simultaneous hint in English writing of numbers Success and motivation have increased by using teaching methods, games, computer-aided models, use of virtual manipulatives, STEM areas, flipped classroom model, active learning model, portfolio, drama, games, animation and cartoons, etc., and computer-aided education has been effective in eliminating misconceptions in students with different perceptual learning styles.	T2, T4, T5, T6, T7, T10, T11, T12, T16, T18, T19, T23, T24, T25, T27, T29, T31, T35, T36, T37, T39, T41, T42, T46, T47, T48, T51, T52, T54, T57, T62, T65, T66, T69, T70, T73, T74, T79, T80, T81, T85, T86, T93, T101, T102, T106, T109, T111, T117, T118, T120, T123, T125, T129, T132, T136	56	41%

Table 5 continued

Lack of Student Skills and the Need to Improve	It was suggested that the development of students' mathematical process skills such as high-level cognitive thinking, problem solving, problem solving, reasoning, association and communication was low, they had difficulty in learning, textbooks should be developed, reinforcement and classroom activities should be done, concept images were classified, and it was seen that students in the same class had the same type of misconception. It has been observed that the solved examples method is more successful in solving verbal problems than the Singapore model solution. Meaningful learning must occur in order for footers to be comprehended.	T9, T14, T15, T26, T33, T44, T58, T59, T76, T78, T90, T100, T104, T105, T108, T116, T121, T122,	18	13%
	Misconceptions and types of errors related to the comprehension of numbers were identified and suggestions were made to eliminate them (e.g., concept cartoons). It has been found that teachers have misconceptions similar to those of students.	T3, T17, T21, T28, T30, T32, T43, T49, T50, T53, T60, T72, T75, T77, T83, T84, T87, T88, T89, T91, T98, T99, T107, T112, T114, T115, T119, T131	28	21%
Finding Interaction Between Belief and Practice	It was observed that the participants mostly tended to teach through direct narration, and there was a direct or indirect interaction between beliefs and IPU.	T8	1	1%
Establishing Relationships Between Numbers, Transfer of Numbers to Daily Life, Understanding Their Conceptual Meaning	In mathematics education, a relationship has been found between the forms and products of numbers, logical quantitative interpretation, structural classification has been made, the level of transfer of numbers to daily life has been determined, the understanding of the meaning of numbers, and the conceptual meaning has been stated to be effective in mathematics teaching in terms of semantics.	T22, T38, T63, T67, T96, T97, T126, T127	8	6%
Valid and Reliable Test Development	Sufficient valid and reliable achievement tests have been obtained.	T34, T56	2	1%
Teachers' Pedagogical Area (IPU) and Subject Area (KAB) Knowledge and Quantitative Reasoning on Numbers	It has been understood that the field knowledge of the teachers is not sufficient, that the teachers with a master's degree and more professional experience have a better level of pedagogical field knowledge in terms of numbers compared to other teachers, and that it is important for them to apply to graduate programs. Teachers were able to produce more original analogies than pre-service teachers.	T40, T64, T68, T71, T82, T95, T113	7	6%
Importance, Presence of Simulations and Analogies in the Use of Numbers, Finding Misconceptions and Misconceptions, Determining the Candidates' Readiness for New Topics	It is seen that the primary school mathematics course numbers are approximately 60 percent ready for the learning area content of the primary school mathematics course.			

Table 5 continued

The mathematics education program should overlap with different learning areas, the content of the textbooks should be developed and a constructivist system should be used.	It has been determined that the achievements of the Mathematics Course Curriculum (IMDÖP) overlap with the achievements of the Singapore Mathematics Course Curriculum (SIMDÖP), renaming and standard/non-proportional representation dimensions should be included in the textbooks, the problem solving strategies used in the textbooks should be diversified, the number of questions in the textbooks should be increased in order for Turkish students to be more successful in the field of TIMSS mathematics and the cognitive willfulness level of the students It has been suggested that he be allowed to face higher questions.	T45, T55, T103, T110, T123	5	4%
Comparison of Student Achievements and Abilities	It has been understood that there is a difference in four operations and problem solving achievements in numbers between students who know chess and those who do not, and it has been determined that problem-solving skills independent of numbers differ according to the cognitive level at upper, middle and lower student levels.	T92, T134	2	1%
Accessing Data on the Trends and Results of the Studies in the Field of Numbers and Transactions	It has been observed that there are conceptual difficulties in problem setting for fractions, problem posing and problem solving skill levels for operations with fractions and natural numbers are low, and the focus of the studies is on skill studies in the form of level/situation determination for fractions, misconception/error/difficulty/difficulties or problem-solving skills, mental calculation/arithmetic processing skills. A comparison of secondary and high school studies on misconceptions was made. The least studies were conducted with 5th grades at the middle school level and 11th grades at the high school level. Mostly studies have been conducted at the secondary school level, most of the studies have been conducted to identify misconceptions and it has been concluded that very few studies have been conducted aimed at eliminating these misconceptions.	T94, T133, T135	3	2%
Total			136	100%

When Table 5 is examined, it is revealed that the theses discussed to determine the level in the field of numbers are that the new approaches and methods are more successful than the traditional methods (f=62), the inadequacy of student skills and the need to improve them (f=46), the comparison of student achievements and abilities (f=2), and the interaction between belief and practice (f=1).

4. Conclusion and Discussion

When the studies are examined according to their types, 121 of the studies are master's studies and 15 of them are doctoral studies. Doctoral studies were carried out in 1993, 1998, 2003, 2016, 2018 and 2021, two in 2014 and 2019 and 2023, and three in 2022. Doctoral studies have tended to increase in recent years. Kandal (2021), in his study examining the articles published in the field of numbers and transactions in Turkey, found that the most publications in the field of numbers took place in 2019 and then in 2017. He also pointed out that the number of publications in this field has increased over the years. In this context, this study reached similar conclusions about the year 2019 and the increase in the number of publications.

Looking at the distribution of the studied studies according to number sets, the number sets studied mostly focus on rational numbers. Some of these studies are related to integers or general (numbers only) numbers. The sub-fields of the works produced and published in the field of numbers differ at the primary, secondary and high school levels. The samples of the graduate studies examined differ according to the school level. In the researches, the sample group at the secondary school level was mostly used. This was followed by elementary and high school. There is a case study for preschool education. In this context, it is seen that very few studies have been done on numbers in preschool education.

Kılıçkaya (2017), in her study with 77 children aged 61-72 months who attend kindergartens and show normal development, investigated the implementation of "Big Mathematics for Young Children" activity plans using Preschool Mathematics Skills and the effect of the ANOMAT scale on children's ability to understand numbers in preschool education. In this study; Among the theses examined, it was seen that it was the only study on the preschool period. Ericek (2020), rational numbers with middle school students; Bulut (2021) and Doğan (2002) studied natural numbers with primary school students. When all the studies are examined, it confirms the research that the studies conducted with secondary and primary school students are in the majority, and that this level of students focuses on rational numbers and natural numbers.

The main theme of the application of new methods and approaches, which is one of the aims of graduate studies, has been covered more than other studies with 54 thesis studies. Studies conducted in this context show that the aim of applying new methods and approaches in learning numbers is more successful than traditional methods. It is seen that 40% of the theses studied for this purpose are compatible with these aims and sub-themes. With a total of 61 studies and a percentage of 45%, both sub-themes are aimed at eliminating the misconceptions and problems of students and teachers about numbers, and have become the most intense theme in the field of numbers in research. In this context, almost half of the theses examined aim to eliminate the misconceptions and problems of students and teachers about numbers.

Bulut (2021) investigated secondary school mathematics teachers' knowledge of Pedagogical Domain Knowledge (IPU) on rational numbers, their beliefs about mathematics, and possible interactions between them. According to the results of the research, it has been determined that there are few studies for this purpose. Similarly, Doğan's (2002) thesis examines the types of errors that primary school students make in four operations with natural numbers.

Among the results obtained from the studies, it was determined that the new approaches and methods were more successful than the traditional methods and represented the results of 46% of the studies. In his thesis, Sakallı (2011) states that complex applications with the 5E model positively affect students' academic success and permanence. The successful results obtained with the 5E model, which is one of the new approaches and methods, are similar to the results of this study, which shows that new approaches and methods are more successful than traditional methods in terms of comparison with traditional methods and the result it reaches. Likewise, Yürekli (2020) states in his study that the applications made with concept cartoons give successful results in eliminating the misconceptions of secondary school students in the field of integers.

5.Recommendations

In line with the results obtained from the research, the following suggestions can be made;

In order to contribute to the field, the number of researches conducted at the preschool level, where the foundations of many mathematical concepts are laid in studies on numbers, can be increased.

Starting from preschool, various activities, methods, etc. can be included in mathematics education for the importance of numbers, comprehension, and elimination of misconceptions.

As a result of the examination of graduate theses, few studies on the history of mathematics were found. For this reason, different studies on the history of mathematics can be included. Including studies on the history of mathematics can be evaluated in terms of popularizing mathematics.

In the theses examined, it is seen that they mostly focus on the areas aimed at determining the effects of new methods and approaches related to numbers, the level of misconceptions and errors experienced, and experimental, phenomenology, relational, etc. studies can be included in new studies to be carried out based on these points.

In parallel with this study, which is carried out within the scope of the field of numbers, studies at different levels and in different learning areas in mathematics can be included. Considering the number of studies carried out together in high school, primary and secondary education, it is seen that studies at this level are insufficient. Studies at this level can also be emphasized.

Acknowledgements: This article is derived from the first author's master's thesis under the supervision of the second author.

Ethical Statement: In this study, all the rules specified in the "Directive on Scientific Research and Publication Ethics of Higher Education Institutions" were followed. None of the actions specified under the second section of the regulation, "Actions Contrary to Scientific Research and Publication Ethics", were carried out.

Funding: No funding was reported for this study.

Declaration of interest: The author declares no conflict of interest.

K-12 Düzeyinde Sayılar Konusunda Yapılmış Lisansüstü Çalışmaların Tematik İçerik Analizi: Bir Meta-Sentez Çalışması

1. Giriş

Matematik nedir? sorusunun cevabı kesin olarak verilememekle birlikte, matematik belirli bir düzen ve mantıksal sıranın olduğu, prosedürel ve kavramsal bilgiye dayalı bir bilim olarak tanımlanabilir (Baki, 2008; Kandal, 2021; Şener ve Bulut, 2015; van De Walle, Karp ve Bay Williams, 2012). Matematik dersi öğretim programında yer alan yeterliklerden biri olan matematiksel yeterlik, günlük yaşamdaki problemlerin çözümünde sağlam bir aritmetik temel üzerinde çalışmanın ve bilmenin önemini vurgulayarak, matematiksel düşünme becerilerini farklı aşamalarda uygulama ve geri kazanma süreci olarak açıklanmaktadır (Kandal, 2021). Öğrencilere bu yeterliklerle başarılı bir matematik eğitimi verebilmek için, okul öncesi eğitimden ortaöğretime kadar olan süreçte matematikte soyut veya üst düzey kavramların öğretiminden ziyade öğrenmenin temeli olan sayıların ön planda tutulması gerekmektedir (Christou ve Vosniadou, 2012; Vlassis, 2004). Bu bakımdan, sayılar ve sayı algısı matematik eğitiminin temel konusudur (Baki, 2008; Güler, 2017).

Sayıların tarihi, çok eski zamanlarda yaklaşık milattan önce 30000 yıl öncesine kadar gitmektedir. O zamanlar, insanlar taşlara attıkları çizgilerle saymışlardır. İlk yazının M.Ö. 5000 yıllarında bulunduğu kabul edilmektedir. Yani insanlar yazmayı bilmezken taşların üzerine attıkları çizgilerle sayıları keşfetmeye başlamışlardır (Boyer, 1991; Çalışkan Dedeoğlu, 2017). İnsanlar yavaş yavaş yerleşik hale gelmiş ve çiftçilik ile birlikte hayvancılık yapmaya başlamıştır. Bozkırlarda hayvanların sayısı artmaya başladıkça da insanlar sayıları kullanmak zorunda kalmıştır (Çalışkan Dedeoğlu, 2017). Sayıların tarihi, harflerin tarihine çok benzemektedir. Harfler mağara duvarlarından alındığı gibi, mağara duvarlarındaki hiyeroglif ve resimlerden alınan rakamlar da bulunmaktadır (Tuncay, 2012). Dünyadaki ilk rakamların Sümerler tarafından M.Ö. 3200 yıllarında kullanılmaya başlandığı bilinmektedir. Yunan matematiği (Pisagor, Öklid, Arşimet, Apollonius) ve Hint matematiği (Brahmagupta, Aryabhata) sayıların ortaya çıkmasında büyük öneme sahiptir. Çin matematiği, basamak değeri sistemi ve negatif sayıların kullanımına katkı sağlamıştır. Sayıların oluşumu ve sınıflandırılması konusunda asıl gelişmeler ise ilk sistematik cebir çalışması yapan Hârizmî ile birlikte İslam matematiğinde ortaya çıkmıştır (Boyer, 1991; Burton, 1997).

Matematik denince akla ilk gelen rakamlar ve sayılardır (Bayazıt, 2010). Sayıların geçmişten günümüze tarihine bakıldığında, yazının icadına kadar gidilmektedir. Ancak sayılar icat edilmeden çok daha önceleri de sayma işlemine gereksinim duyulmuş olup, sayıların milattan önce 3500'lü yıllara dayanan bir geçmişe sahip olduğu söylenebilir.

1.1. Matematik Dersi Öğretim Programlarında Sayıların Yeri

Bu bölümde matematik dersi öğretim programı içerisinde sayı konusunun yeri hakkında bilgiler verilecektir. Bu kapsamda okul öncesi, ilkököl, ortaokul ve ortaöğretim eğitiminde sayı konusuna değinilecektir.

Sayı kavramının kazanılması, yaşa bağlı olarak 5 ile 8 yaş arasında gerçekleşir (Bisanz ve diğerleri, 1995). Sayı kavramının öğretimine beş ve beşten küçük sayı gruplarıyla ve önce somut nesnelere, ardından resimler ile başlanmalıdır. Sayıları beşe tamamladıktan sonra, öğretmen masanın üzerine değişen sayıda nesne yerleştirebilir ve çocuklardan her grubu saymalarını ve kaç tane olduğunu söylemelerini isteyebilir. Kısacası, öğretmenin sayıları öğretirken öncelikle bir nesne kümesini o nesne kümesine ait sayılarla eşleştirmesi gerekir. Bu şekildeki öğretimin, birden ona kadar olan tüm rakamlar için yapılması gerekir. Çocuklara sayılar öğretilirken önce sözlü ifadeler kullanılmalı, sonra bunları yazılı sembollerle birleştirmek gerekir (Reys ve diğerleri, 1989). Sıfır ve on özel sayılar olduğu için bu sayıların diğerlerinden sonra öğretilmesi gerekir (Busbridge ve Womack, 1991).

Sayı kavramının gelişimi ve sayma becerilerinin kazanılması tamamen birbirine bağlıdır. Sayma, sayı adlarının sırasını bilmeyi gerektirir ve el-göz koordinasyonu ve sözel beceriler gerektiren bilişsel bir etkinliktir (Wilkinson, 1984).

İlkokul Matematik Dersi Öğretim Programı'na [MÖP] (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018) göre, ilkököl matematik dersi öğretim programı dört öğrenme alanından oluşmaktadır. Bunlar; sayılar ve işlemler, geometri, ölçme ve veri işleme alanları iken; ortaöğretim matematik dersi öğretim programı; beş öğrenme alanından oluşur. Bunlar; sayılar ve işlemler, cebir, geometri ve ölçme, veri işleme ve olasılıktır. İlkokul müfredatında tüm öğrenme alanları tüm sınıf düzeylerinde yer alırken, ortaokul matematik dersi müfredatında cebir öğrenme alanı 6. sınıftan başlayarak tüm sınıf düzeylerinde ve olasılık öğrenme alanı ise yalnızca 8. sınıfta yer almaktadır.

Ortaokul matematik dersi müfredatına bakıldığında; 5. sınıf öğrencilerinin doğal sayıları okuyup yazabilmeleri, doğal sayılarla dört işlem yapabilmeleri ve dört işlem içeren doğal sayılarla ilgili problemleri çözebilmeleri beklenmektedir. Bununla birlikte, kesirler alt öğrenme alanında, öğrencilerin öncelikle tam sayıları ve bileşik kesirleri anlayabilmeleri ve bunlar arasında dönüşüm yapabilmeleri beklenir. 6. sınıfta nicelik, tam sayıların anlamı ve sırası, doğal sayılarda işlemlerin önceliği, doğal sayıların çarpanları ve katları ile ilgili

kavramlar işlenir. Kesirli ve kesirli işlemler alt bölümündeki 5. sınıfın devamı olan kesirlerde sıralama, toplama ve çıkarma işlemlerinin yanı sıra çarpma ve bölme işlemleri ve ondalık gösterim analizi ile öğrencilerin oran kavramını kavramaları beklenmektedir. 7. sınıf sayılar ve işlemler öğrenme alanında öğrencilerden öncelikle tam sayılarla dört işlem, rasyonel sayıları tanıma, sıralama ve rasyonel sayılarla dört işlem, oran kavramı, yüzdeler ve bu becerileri gerektiren problemleri çözmeleri istenmektedir. Son olarak 8. sınıfta öğrencilerden beklenen hedefler arasında çarpanlar ve katlarla ilgili problemleri çözme, üstel ve köklü ifadeler, gerçek sayıları tanıma ve rasyonel ve irrasyonel sayılar arasındaki ilişkiyi anlama yer alır (Kandal, 2021; MEB, 2018).

Sayılar ve işlemler öğrenme alanında, öğrencilerin genellikle ilkokulda sayı kavramını ve sayılar arasındaki ilişkiyi öğrenmeleri ve ortaokulda çeşitli alt öğrenme alanlarının işlevselliğini arttıracak temel aritmetik becerileri geliştirmeleri beklenir.

Lise matematik dersi müfredatı incelendiğinde; 9. sınıfta sayılar ve cebir öğrenme alanında alt öğrenme alanı olarak sayı kümelerinin, 10. Sınıfta ise aynı alt öğrenme alanında karmaşık sayıların verildiği görülmektedir. Matematik Dersi Öğretim programında [MÖP] (MEB, 2018); 9. ve 10. sınıflar için tek bir ortak programın, 11. ve 12. sınıflar için ise iki farklı seçenek programın olduğu görülmektedir. Program, öğrencilerin tercih edecekleri yükseköğretim programları doğrultusunda seçilen Seçmeli Matematik ve matematik ağırlıklı bir programı seçmeyen öğrenciler için Seçmeli Temel Matematik olacak şekilde hazırlanmıştır.

Matematiği bilmek için bireylerin sayı ve işlemlere dair bilgi ve becerilere sahip olmaları gerekmektedir (Gülbağcı Dede, 2015). Sayılar gelişimleriyle birlikte sınıflandırmaya (sayma sayıları, doğal sayılar, tam sayılar, rasyonel ve irrasyonel sayılar, karmaşık sayılar) tutulmuştur. Hope (1989), sayıların farklı kullanım alanları ile ilgili matematiksel muhakeme yapabilmenin, sayılar arasındaki ilişkileri fark edebilmenin en etkili hesap yolu olduğunu ifade etmiştir. Sayı kavramı okul öncesi çocuklar için nesnelerin birebir kendisini ifade etmektedir. Bu kavramlar ilkokulda daha da yerleşik bir hal almaktadır. Ancak ortaokula gelmiş bir öğrenci artık matematiğin soyut kavramlarıyla tanışmakta ve sayı kavramını iyice genişletmektedir. Yeni sayı kümeleri ile kavramlar oluşturmada ve anlamlandırmaktadır. Somut ve soyut kavramlarla ilişki kurarak edinilmiş bilgiler daha üst yaş gruplarına çıkıldıkça daha geniş ve yeni sayı kümeleriyle ilerlemektedir. Yani en başından sistemik olarak belli yapı ve kavramları üst üste koymak gerekmektedir. Sayılar okul öncesi eğitimle başlayıp ortaöğretimin sonuna kadar yeni sayı kümeleri öğrenilerek ilerleyen ve matematiğin temelini oluşturan bir kavramdır. Dolayısıyla bu kavramın nasıl öğretilmesi ya da kavranması gerektiği, hayatımızın içinde yer alan sayıların aslında ne kadar önemli olduğu, sadece matematiksel olarak değil de anlamsal olarak da çok önemli olduğunun farkına varılması gerekir. Bu nedenle bu konu üzerine yapılan çalışmaların mahiyetine bakılma ihtiyacı duyulmaktadır (Kandır ve Yazıcı, 2011).

Araştırmaya dahil edilen, sayılar öğrenme alanıyla ilgili araştırmalar ağırlıklı olarak yeni yaklaşım ve tekniklerin başarısı (İpek, 2003; Sakallı, 2011; Tinas, 2021), öğrenci ve öğretmenlerin kavram hataları ve yanlışları (Bulut, 2021; Doğan, 2002), öğrenci becerileri (Hasar, 2019; Usta, 2018), alana dair inanış ve uygulamalar (Bulut, 2021), sayılar arasındaki ilişkiler (Göktürk, 2013; Tekin, 2019; Yurtçu, 2013), geçerli ve güvenilir ölçekler geliştirilmesi (Fidan, 2013; Özal, 2011), öğretmenlerin sayılar konusunda pedagojik alan bilgileri (Ak Beyatlı, 2019; Orman, 2020), matematik eğitim-öğretim programları ve ders kitapları (Arık, 2007; Keser, 2021) üzerine yoğunlaşmıştır.

Sayılar konusunda araştırmaya dahil olan çalışmalar incelendiğinde, okul öncesi döneme yönelik çalışmaların sayısının yeterli olmadığı görülmüştür. En fazla araştırmanın ise ilköğretim düzeyinde; ilkokulda 21, ortaokulda 90, ilkokul ve ortaokul birlikte ele alındığı 6 çalışma ile toplamda 117 çalışmanın bu düzeyde olduğu görülmektedir.

Yapılan bu araştırma, hangi çalışmalarda yoğunlaşıldığı ve üzerinde yapılan çalışma sayısının yetersizliği gibi faktörleri sunması açısından alana katkı sağlayacak bir çalışmadır. Bu çalışma ile sayılar konusunda mevcut durumu ortaya koyması açısından yol gösterici olabilecek bulgulara ulaşılmıştır. Araştırmada konu ile ilgili lisansüstü çalışmaların, yapılan ilk çalışmadan günümüze kadar olan kısmını bütüncül olarak görmeyi sağlayacak bir çalışma olması da alana katkı sağlaması açısından önemlidir.

Matematik eğitiminin daha verimli ve etkili olabilmesinde sayılar konusundaki araştırmaların eğilim ve içeriğinin tespit edilmesi önem arz etmektedir. Konuya ilişkin yapılan çalışmaların; amaç, eğilim, çeşitlilik ve yararlılığı açısından değerlendirilmesi öğretmenlerin, öğrencilerin, araştırmacıların eksiklik ve yanlışlarını daha iyi tespit edebilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Lisansüstü çalışmalar incelendiğinde, sayılar konusunda bütüncül bir şekilde betimsel içerik analizi ve meta-sentez çalışmasının, akademik literatürde eksik bir durum olduğu görülmektedir. Çalışmanın, bu yönüyle alan yazına katkı sağlayacağı ve literatürdeki boşluğu dolduracağı düşünülmektedir. Ayrıca matematik eğitimi alan yazınında örnek teşkil etmesi, dönütleri ve elde edilen bulguları açısından önem arz etmektedir.

Sayılar konusunda yapılan çalışmaların amaçlarının neler olduğu, sonucunda nelere ulaşıldığı, hangi örneklem üzerinde yoğunlaşıldığı, hangi sayı kümelerinde daha çok çalışıldığı gibi konularda yol gösterici bir çalışma olması bu çalışmanın önemini ortaya koymaktadır. Bu çalışmanın sonucunda sayılar konusunda çalışılan

araştırmalarda eksik kalan yerlerin tespit edilmesi daha sonra yapılacak çalışmalar için bir referans olacaktır. Bu çalışmada; 1987-2023 yılları arasında YÖKTEZ’de yayınlanmış ve erişime izinli lisansüstü tezleri çalışma konuları, örneklem türleri, çalışma türleri, amaçları ve sonuçları bağlamında detaylı olarak incelendiği için konunun alan yazındaki yerini, dağılımını ve eğilimini göstermesi açısından önem arz etmektedir. Araştırma, sayılar konusunda 1987-2023 arasında toplamda 136 lisansüstü tez çalışmasını içermektedir. Ayrıca bu konuda çalışma yapmak isteyen araştırmacıların da konuyu bütün olarak görmelerini ve çalışılacak alanların tespit edilmesinde yol gösterici olacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda üzerinde az çalışılmış, çalışmaların yetersiz kaldığı ya da üzerinde hiç çalışılmamış alanların tespitini kolaylaştırıp aynı konuda yığılmalı çalışmalarında önüne geçebileceği düşünülmüştür.

Kandal (2021), çalışmasında sayılar ve işlemler öğrenme alanında okul öncesi, ilkökul ve ortaokul düzeyine yönelik makalelerin incelemesini yapmıştır. Kandal’ın (2021) çalışması bu araştırmada; konuya en yakın yapılmış çalışmadır. Bu araştırmacının en yakın çalışma ile arasındaki fark, çalışmanın en eski yayımlanmış 1987 yılına ait ilk tezdten başlamak üzere 2024 yılına kadar yapılmış toplamda 136 lisansüstü tez çalışmasını içeriyor olmasıdır. Kapsam olarak okul öncesi ve K-12 düzeyi hedef alınmış bu çerçevede yapılmış tüm çalışmalar belirli kriterler dahilinde oluşturulmuştur. Ayrıca örneklem grubu olarak sadece okul öncesi ve K-12 öğrenci kitlesi sınırlaması yapılmamış ve konu sınırlamasını içine alan tüm örneklem grubu dahil edilmiştir. İncelenen lisansüstü tezlerin tespit edilmesinde anahtar kelimeler dahilinde “sayılar”, “sıfır”, konu sınırlaması olarak da eğitim ve öğretim ile matematik ele alınarak tarama yapılmıştır. Çalışmada dahil edilme ve hariç tutulma kriterlerine göre okul öncesi ve K-12 düzeyinde sayılar konusunu içermeyen lisansüstü tezlerde eleme yapılmıştır.

Lisansüstü tezler, ülkelerin akademik anlamda gelişmişlik düzeylerinin belirlenmesinde önemlidir. Öyle ki, çalışılan yüksek lisans ve doktora tezleri akademisyenlerin ve araştırmacıların gelecekteki çalışma alanlarını belirlemede etkilidir. Günümüzde matematik eğitiminin temelini oluşturan sayılar konusu, okul öncesinden başlayarak eğitimde önemli bir yer edinmektedir. Bu araştırma, matematik eğitiminde sayıların kullanımının mevcut durumunu ve bu alandaki araştırmalarda günümüz yenilik ve gelişmelerinin matematik eğitimi sürecine ne derece bütünleştirildiğinin saptanması açısından büyük önem arz etmektedir. Bu araştırma sonucunda; matematik eğitiminde sayılar çalışmalarının hangi amaçlarla yürütüldüğü, hangi yaklaşımların kullanıldığı, hangi örneklem ele alındığı, nasıl sonuçlar çıkarıldığı ve ne tür çalışmalara gereksinim olduğu detaylı bir şekilde incelenerek sayılar konusunda bütüncül bir anlayışla sonuçlara ve önerilere ulaşılmaktadır.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu çalışma, matematik eğitiminde sayı kavramına yönelik yapılan lisansüstü tezlerin incelenmesiyle elde edilen verilerin ortaya konulmasını ve buna yönelik çıkarımlarda bulunulmasını konu edinmektedir. Dolayısıyla yapılan bu çalışmada K-12 seviyesinde sayılarla ilgili tez çalışmalarının detaylı bir analizi yapılarak; eksiklerin ve ihtiyaçların ortaya konulması ve sayılar konusundaki çalışmaların incelenmesi amaçlanmaktadır. Bu çalışmada; konuyla ilgili ilk çalışmanın yapıldığı 1987 yılından 2024 yılına kadar Yükseköğretim Kurulu Yayın ve Dokümantasyon Dairesi Başkanlığı Ulusal Tez Merkezi (YÖKTEZ)’nde yayınlanan ve erişime izinli olan “sayılar” konusunda yapılmış lisansüstü çalışmaların kapsamı ve içeriği nasıldır? sorusuna cevap aranmaktadır. Bu bağlamda, araştırmaya ilişkin alt problemler ise şunlardır:

- 1) İncelenen tezlerin yüksek lisans ve doktora türlerine göre dağılımı nasıldır?
- 2) İncelenen tezlerin çalıştıkları sayı kümelerine göre dağılımı nasıldır?
- 3) İncelenen tezlerin örneklem türüne göre dağılımı nasıldır?
- 4) İncelenen tezlerin amaçlarına göre dağılımı nasıldır?
- 5) İncelenen tezlerin sonuçlarına göre dağılımı nasıldır?

2. Yöntem

2.1. Araştırma Modeli

Bu araştırma, veri toplama ve elde edilen verilerin çözümlenmesi süreçlerini ele alış biçimi açısından nitel araştırma modellerinden betimsel içerik analizi ve meta-sentez yöntemi kullanılarak yürütülmüştür. Meta-sentez; nitel çalışmaların bulgularının bir arada karşılaştırılması ve yorumlanmasını içeren bir araştırma yöntemidir (Noblit ve Hare, 1988). Bu çalışmada matematik eğitimi alanında K-12 düzeyinde sayılar konusunda yapılan nitel ve karma çalışmaların analiz sonuçları incelenmiş, benzerlik ve farklılıklar bakımından nasıl bir eğilim izlendiğine dair bulguların yorumlanmasında meta-sentez çalışmasından faydalanılmıştır. Meta- sentez biçimi gereği, nicel çalışmalara yer verilmemiştir.

2.2. Veri Toplama Aracı

Araştırma verileri, Sözbilir ve Kutu (2008) tarafından geliştirilen formun revize edilmesiyle “K-12 Düzeyinde Sayılar Konusunda Yapılmış Lisansüstü Tezleri Sınıflandırma Formu” aracılığı ile toplanmıştır. Bu form; tez türü, sayı kümeleri, örneklem türü, amaç ve sonuç olmak üzere kategorilere ayrılmıştır. Dahil edilme ve hariç tutulma kriterleri dahilinde 1987-2023 yılları içerisinde yayınlanan tezlerden sayılar konusunda gerçekleştirilmiş çalışmalar ayrıştırılmıştır.

2.3. Verilerin Toplanması

Verilerin toplanması süreci YÖK veritabanından literatür tarama esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın kapsamında araştırmaya dahil olan tezleri belirlerken aşağıdaki basamaklar izlenmiştir. YÖKTEZ ana sayfasında; tarama terimi bölümüne, “sayılar” ve erişime izinli tezler yazılmıştır. Yıl sınırlaması yapılmaksızın geçmişten araştırmanın yapıldığı 29 Aralık 2023 tarihine kadar olan zaman dilimini içine alacak şekilde tarama yaptırılmıştır. Tarama sonucunda 751 teze ulaşılmıştır. Konu filtrelemesi olarak “eğitim-öğretim” yazılmış ve toplamda 146 teze ulaşılmıştır. Konu filtrelemesine “matematik” yazıldığında ise toplamda 299 teze ulaşılmıştır. Her iki konu filtrelemesiyle ulaşılan tezlerin tamamı teker teker incelenmiş ortak olarak bulunan (eğitim-öğretim=matematik şeklinde) tezlerin birer tanesi alınmıştır. Ayrıca okul öncesi ve K-12 düzeyinde sayılar konusunu içermeyen tezler elenerek hariç tutulmuş geriye kalan 134 tez çalışması araştırmaya dahil edilmiştir. Daha sonrasında, tüm sayı kümelerinde yer aldığı düşünülerek ve sayı kelimesini içermemesinden dolayı, YÖKTEZ ana sayfasında aranacak kelimelere “sıfır” ve erişime izinli olan tezler yazılarak tarama yaptırılmıştır. Bu tarama ile 314 tez listelenmiştir. Konu filtrelemesinde “matematik” yazılmış ancak bu kısımdaki çalışmaların salt matematik konusunu içeren çalışmalar olduğu görülmüştür. Daha sonra “eğitim-öğretim” yazılmış ve 2 çalışmaya ulaşılmıştır. K-12 düzeyinde sayılar konusunu içermeyen tezler çalışma dışında tutularak 2 tez araştırmaya dahil edilmiştir. Tüm bu tarama işlemleri sonucunda araştırma kapsamında 136 tane lisansüstü çalışmanın araştırmaya dahil edilmesine karar verilmiştir. Çalışma kapsamına dahil edilme ve hariç tutulma kriterleri dahilinde tam metnine ulaşılan İngilizce ve Türkçe yayınlanmış lisansüstü çalışmaların tümü girmektedir. Araştırmaya dahil edilen tezler K-12 Düzeyinde Sayılar Konusunda Yapılmış Lisansüstü Tezleri Sınıflandırma Formu üzerinde işaretlenerek ayrıntılı analizi yapılmıştır. Tezlerin geçmişten itibaren çalışma yıllarına bakıldığında en eski çalışmanın 1987 tarihinde yapıldığı görülmüştür. Bu nedenle çalışma 1987-2023 yılları arasında sınırlandırılmıştır.

1987-2023 yılları arasında matematik eğitimi alanındaki sayılar konulu tezler araştırmaya dahil edilirken, diğerleri hariç tutulmuştur. Dâhil edilme ve hariç tutma kriterlerine göre belirlenen çalışmalar sonucu 15 tanesi doktora, 121 tanesi yüksek lisans olmak üzere toplam 136 çalışma meta-senteze dahil edilmiştir.

2.4. Verilerin Analizi

Araştırmada elde edilen veriler dosyalanarak veri dokümanları oluşturulmuştur. Elde edilen bu nitel verilerin analizinde içerik analizi, tabloların temsili için betimsel analiz kullanılmıştır. Araştırmaya dâhil edilen çalışmaların içerik ve temaları detaylı bir şekilde incelenerek not edilmiştir. Yapılan çözümlenmeler sonrasında, her bir araştırma problemi için tekrar eden kavramlar işaretlenerek çeşitli kodlar oluşturulmuştur. Daha sonra, uzman görüşünden yararlanılarak elde edilen kodların birbirleriyle ilişkileri keşfedilmiş, dönüşümü ve düzenlemesi yapılmış, elde edilen verilerin benzer ve farklı yönleri belirlenerek betimsel içerik analizi ile birlikte tema ve alt temaları oluşturulmuştur. Tez çalışmalarında benzer kavramların aynı kavramı temsil ettiği durumlarda aynı tema altında kodlama yapılmıştır. Verilerin içeriği objektif ve sistematik şekilde incelenmiş, verilere kodlar ve temalar organize edilerek bulgular yorumlanmıştır. Araştırma soruları kapsamında özellikle çalışmaların özet, amaç, yöntem, bulgular ve sonuçlar kısmı detaylıca incelenmiştir. Yapılan tüm işlemler sonucunda elde edilen veriler tablolar ile görselleştirilmiş; böylelikle sayılar çalışmaları hakkında genel bilgi elde edilmesi, benzerliklerin ve farklılıkların ortaya konulması amaçlanmıştır.

2.5. Araştırmanın Etik İzinleri

Çalışma derleme olup, Etik İzni gerektiren çalışmalar grubuna dâhil değildir. Bu nedenle etik kurul izni açıklanmamıştır.

3. Bulgular

Bu bölümde; araştırmaya ilişkin alt problem durumlarına ait bulgulara yer verilmiştir.

3.1 Birinci alt probleme ilişkin bulgular ve yorumlar

Tablo 1’de lisansüstü çalışmaların türlerine göre inceleme sonuçlarının frekans (f) ve yüzde (%) olarak dağılımına yer verilmiştir.

Tablo 1.Lisansüstü çalışmaların türlere göre dağılımı

Türler	Çalışmalar	f	%
Doktora	T5, T8, T44, T57, T69, T74, T79, T80, T82, T95, T122, T127, T128, T134, T136	15	%11
Yüksek Lisans	T1, T2, T3, T4, T6, T7, T9, T10, T11, T12, T13, T14, T15, T16, T17, T18, T19, T20, T21, T22, T23, T24, T25, T26, T27, T28, T29, T30, T31, T32, T33, T34, T35, T36, T37, T38, T39, T40, T41, T42, T43, T45, T46, T47, T48, T49, T50, T51, T52, T53, T54, T55, T56, T58, T59, T60, T61, T62, T63, T64, T65, T66, T67, T68, T70, T71, T72, T73, T75, T76, T77, T78, T81, T83, T84, T85, T86, T87, T88, T89, T90, T91, T92, T93, T94, T96, T97, T98, T99, T100, T101, T102, T103, T104, T105, T106, T107, T108, T109, T110, T111, T112, T113, T114, T115, T116, T117, T118, T119, T120, T121, T123, T124, T125, T126, T129, T130, T131, T132, T133, T135	121	%89
Toplam		136	%100

Yapılan lisansüstü tezler türlerine göre incelendiğinde; çalışmaların içerisinde 121 tanesinin yüksek lisans çalışması, 15 tanesinin de doktora çalışması olduğu görülmüştür. Yapılan doktora çalışmaları tez künyelerinden incelendiğinde, önceki yıllarda değişken bir seyir izlerken 2014 ve 2019 yıllarında ikişer tez, 2022 yılında üç ve 2023 yılında ise iki tez çalışması yapılarak artış gösterme eğiliminde olmuştur.

3.2. İkinci alt probleme ilişkin bulgular ve yorumlar

İncelen tezlerin çalıştıkları sayı kümelerine göre dağılımına ilişkin bulgular Tablo 2’de sunulmaktadır. Bu kapsamda sayılar konusunda incelenen tezlerde, çalışılan sayı kümeleri içerisinde ağırlıklı olarak 37 tez ile rasyonel sayılar olduğu görülmüştür. Bu çalışmaları sırasıyla tam sayılar (f=34) ve sadece sayılar konusu (f=24) takip etmiştir.

Tablo 2.Lisansüstü tezlerin çalışılan sayı kümelerine göre dağılımı

Sayı Kümeleri	Çalışmalar	f	%
Doğal sayılar	T3, T9, T13, T26, T27, T33, T52, T53, T66, T75, T78, T79, T81, T92, T105, T120, T126, T128, T134, T136	20	%15
Tam sayılar	T6, T12, T14, T16, T20, T21, T28, T35, T43, T48, T54, T56, T61, T62, T64, T65, T69, T70, T71, T72, T73, T84, T93, T97, T99, T106, T108, T109, T110, T117, T121, T124, T131, T132	34	%25
Rasyonel sayılar	T1, T7, T8, T11, T15, T18, T23, T24, T30, T32, T36, T37, T38, T41, T42, T47, T50, T51, T59, T80, T82, T85, T87, T88, T89, T90, T98, T101, T102, T104, T107, T111, T118, T119, T125, T129, T130	37	%27
Gerçek sayılar	T17, T31, T39, T40, T68, T77, T83, T91, T95, T112, T114, T116	12	%8
Kompleks sayılar	T2, T4, T5, T22, T44, T60, T67, T100, T115	9	%7
Genel (sadece sayılar)	T10, T19, T25, T29, T34, T45, T46, T49, T55, T57, T58, T63, T74, T76, T86, T94, T96, T103, T113, T122, T123, T127, T133, T135	24	%18
Toplam		136	%100

Tezlerde çalışılan sayı kümeleri incelendiğinde, en fazla rasyonel sayıların, en az ise kompleks sayıların çalışıldığı Tablo 2’de görülmektedir.

3.3. Üçüncü alt probleme ilişkin bulgular ve yorumlar

Tablo 3’de incelenen çalışmaların örneklem türlerine göre dağılımı verilmiştir.

Tablo 3.İncelenen çalışmaların örneklem türüne göre dağılımı

Örneklem Türü (öğrenci ve/veya öğretmen)	Çalışmalar	f	%
Okul öncesi	T10	1	%1
İlkokul	T3, T9, T13, T19, T25, T26, T30, T34, T45, T49, T55, T74, T79, T81, T92, T101, T105, T117, T120, T128, T136	21	%15
Ortaokul	T1, T6, T7, T8, T11, T12, T14, T15, T16, T18, T20, T21, T23, T24, T27, T28, T31, T32, T33, T35, T36, T37, T38, T39, T40, T41, T42, T43, T46, T47, T48, T50, T51, T52, T54, T56, T57, T58, T59, T61, T62, T64, T65, T66, T67, T69, T70, T71, T73, T75, T77, T78, T80, T84, T85, T86, T87, T88, T89, T90, T93, T96, T97, T98, T99, T102, T103, T104, T106, T107, T108, T109, T110, T111, T112, T114, T116, T118, T119, T121, T122, T123, T124, T125, T126, T127, T129, T130, T131, T132, T134, T135	90	%66

Tablo 3'ün devamı

Lise	T2, T4, T29, T44, T53, T60, T76, T83, T91, T95, T100	11	%8
İlköğretim ve ortaöğretim	T17, T63, T68, T72, T94, T133	6	%5
Üniversite	T5, T22, T77, T82, T100, T113, T115	7	%5
Toplam		136	%100

Tablo 3'te görüldüğü üzere incelenen çalışmalarda, çalışmaların %66'sı ortaokul, %15'i ilköğretim, %8'i lise, %5'i ilköğretim ve ortaöğretim kademeleri birlikte olacak şekilde, %5'i üniversite ve yaklaşık %1'i okul öncesi örneklem grubundan oluşmaktadır. Bu bakımdan, okul öncesi eğitiminde sayılar konusu üzerine çok az sayıda çalışma yapıldığı görülmektedir.

3.4. Dördüncü alt probleme ilişkin bulgular ve yorumlar

Yapılan çalışmaların amaçlarına genel olarak bakıldığında, ana temanın genel olarak sayıların kavranması, yeni yöntem ve yaklaşımların uygulanması, öğrenci ve öğretmenlerin sayılar konusundaki yanlışlarının giderilmesi temaları üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Bu kapsamda, yapılan çalışmalar bu ana temalar doğrultusunda alt temalar ve kodlarla kategorize edilmiştir. Aşağıda Tablo 4'de çalışmaların alt temaları ve tezlerin betimlemeleri gösterilmektedir.

Tablo 4.İncelenen Çalışmaların Amaçlarına Göre Dağılımı

Temalar	Alt Temalar	f	%
Sayıların Kavranması	Sayılar konusu, tarihsel gelişimi, en çok kullanılan kuralların belirlenmesi, matematiksel temsillerin kullanma durumları, sayıların kavranması, sayıların kavramsal manasının anlaşılması, kavram imajının belirlenmesi ve sınıflandırılması, kavramların semantatik açıdan incelenmesi, sayılar arasında ilişkilendirme, geçmiş ve günümüz matematik eğitim programı karşılaştırması	T1, T2, T13, T20, T58, T61, T96, T100, T110, T126, T127, T131	12 %9
Yeni Yöntem ve Yaklaşımların Uygulanması	Geleneksel öğretim yöntemleri ile yeni teknik ve yaklaşımları (görselleştirme yaklaşımı, singapur model metot-çözülmüş örnekler metodu, kavram haritaları, animasyon ve karikatür kullanımı, etkinlik temelli öğretim yöntemi ve materyalleri, modelleme etkinlikleri, 5E modeli, ders imecesi (lesson study), küçük çocuklar için büyük matematik eğitim programı, eşzamanlı ipucuyla öğretim CCC (kapat-kopyala-karşılaştır) öğretim yöntemi, matematik tarihi kullanımı, etkin öğrenme modeli, bilgisayar destekli modeller, sanal manipülatifler, aktif öğretim yöntemi, portfolyo, FeTeMM, ters-yüz sınıf modeli, oyunlar, öğrenme amaçlı yazma etkinliği (poster çalışması), drama vb..) karşılaştırmak, etkilerini belirlemek	T4, T5, T7, T10, T11, T15, T16, T18, T19, T23, T24, T25, T27, T29, T31, T35, T36, T37, T39, T41, T42, T46, T47, T48, T51, T52, T54, T57, T62, T65, T66, T69, T73, T74, T79, T80, T81, T85, T86, T93, T101, T102, T106, T109, T111, T117, T118, T120, T122, T124, T125, T129, T132, T136	54 %40
Öğrenci ve Öğretmenlerin Sayılar Konusundaki Yanlışlarının ve Sorunların Giderilmesi	Öğrencilerin problem çözme becerilerinin değerlendirilmesi, problem çözümede en çok kullanılan bağlamların tespiti, hataların tespit edilmesi, kavram yanlışlarının giderilmesi, farklı düzeylere sahip öğrencilerin üst bilişsel becerilerinin incelenmesi, eğitim süreçlerinin incelenmesi ve geçerli bir ders tasarımının oluşturulması, sayılar arasında ilişkilendirme, başarılı güvenilir testler oluşturulması, sayıların günlük hayata transferi	T3, T6, T12, T14, T17, T21, T26, T28, T30, T32, T33, T34, T38, T43, T44, T49, T50, T53, T56, T59, T60, T70, T72, T75, T76, T77, T78, T83, T84, T87, T88, T89, T90, T91, T92, T97, T98, T99, T104, T105, T107, T108, T112, T114, T115, T116, T119, T121, T128, T130, T134	51 %40

Tablo 4'ün devamı

	Öğretmenin sayılar konusundaki pedagojik alan (PAB) ve konu alan bilgilerini (KAB), nicel muhakemelerini incelemek, matematikle ilgili inanışlarını ve arasındaki etkileşimi araştırmak, sayılar arasındaki ilişkileri kurmak, sayıların kullanımında benzetim ve analogileri tespit etmek, öğretmenin kavram yanılığı ve hatalarını belirlemek, öğretmen adaylarının sayılar konusunda hazır bulunuşluğunu tespit etmek	T8, T22, T40, T64, T67, T68, T71, T82, T95, T113	10	%7
Sayılar Konusunda Yapılan Çalışmaların Analizi	Ders kitaplarındaki işlemlerin bağlamı ve bilişsel gereksinim özelliklerinin analizi, içeriğin geliştirilmesi, farklı müfredatlarla karşılaştırma, kitaplardaki soruların Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması (Trends in International Mathematics and Science Study) (TIMSS) bilişsel düzeylerine göre karşılaştırılması, ders kitaplarındaki problem çözme stratejilerinin incelenmesi, iki çocuk kitabının içerik olarak müfredat içeriğine uygunluğunun ve kitabın tipolojisinin belirlenmesi	T9, T45, T55, T63, T103, T123, T135	7	%5
	Sayılar ve işlemler alanında yapılan çalışmaların eğilimlerini ve sonuçlarını incelemek	T94, T133	2	%1
Toplam			136	%100

Yapılan lisansüstü tez çalışmalarının amaçları arasında yer alan yeni teknik ve yaklaşımların uygulanması ana teması altında 54 tez çalışması, öğrenci ve öğretmenlerin sayılar konusundaki yanlışlarının ve sorunların giderilmesi ana teması altında 61 tez çalışması bulunmaktadır.

3.5. Beşinci alt probleme ilişkin bulgular ve yorumlar

Tablo 5'de incelenen çalışmaların sonuçlarına göre dağılımını gösteren frekans ve yüzde değerlerine ait bilgilere yer verilmiştir.

Tablo 5. İncelenen çalışmaların sonuçlarına göre dağılımı

Temalar	Alt Temalar	f	%
	Matematiksel Temsillerin bilişsel düzey gelişimine etkisi tespit edilerek öğretimin geliştirilmesi, Gerçekçi temsillerin, sembolik ve dilbilimsel temsillerin ve kural odaklı öğretimin yapıldığı anlaşılmış, kuralların tercih edilmesi yerine yeni yaklaşımlar önerilmiş, tasarlanacak yeni öğrenmenin gerçekçi matematik eğitimden faydalanılarak yarar elde edilmesi, sayıların geçmiş ile şimdiki gösterimleri karşılaştırılmıştır.	T1, T13, T20, T61, T128, T131	6 %5
Yeni Yaklaşım ve Yöntemlerin Geleneksel Yöntemlere Göre Daha Başarılı Olması	Kavram imgeleri, haritaları ve karikatürleri, yapılandırmacı yaklaşıma dayalı 5E modeli, görselleştirmeye yaklaşımı, Gerçekçi Matematik Eğitimi (GME), etkinlik temelli öğretim yöntemi, öğrenme amaçlı yazma etkinliği (poster çalışması) modelleme, matematik tarihi temelli model (MEAs) etkinliği, ders imecesi (lesson study) ile öğretmenin mesleki gelişimini destekleyen ve buna bağlı olarak öğrenci başarısını arttıran yöntemlere yer verilmesi, sayıların İngilizce yazımında CCC öğretim ve eşzamanlı ipucu öğretim yöntemi, oyun, bilgisayar destekli model, sanal manipülatiflerin kullanımı, FeTeMM alanları, ters-yüz sınıf modeli, etkin öğrenme modeli, portfolyo, drama, oyun, animasyon ve karikatür vb. kullanılarak başarı ve motivasyon artmış, kavram yanlışlarının giderilmesinde bilgisayar destekli eğitim, farklı algısal öğrenme stiline sahip olan öğrencilerde etkili olmuştur.	T2, T4, T5, T6, T7, T10, T11, T12, T16, T18, T19, T23, T24, T25, T27, T29, T31, T35, T36, T37, T39, T41, T42, T46, T47, T48, T51, T52, T54, T57, T62, T65, T66, T69, T70, T73, T74, T79, T80, T81, T85, T86, T93, T101, T102, T106, T109, T111, T117, T118, T120, T123, T125, T129, T132, T136	56 %41

Tablo 5'in devamı

Öğrenci Becerilerinin Yetersizliği ve Geliştirilmesi Gerekliği	Öğrencilerin üst düzey bilişsel düşünme, problem çözme, problem kurma, akıl yürütme, ilişkilendirme ve iletişim gibi matematiksel süreç becerilerinin gelişiminin düşük olduğu, öğrenmede zorluk yaşadığı, ders kitaplarının geliştirilmesi, pekiştirme ve sınıf içi etkinliklerinin yapılması gerektiği önerilmiş, kavram imajları sınıflandırılmış, aynı sınıfta yer alan öğrencilerin aynı tip kavram yanlışlığına sahip olduğu görülmüştür. Sözel problemlerin çözümünde çözülmüş örnekler metodunun Singapur model çözümüne göre daha başarılı olduğu görülmüştür. Alt bilgilerin kavranabilmesi için anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesi gerekir.	T9, T14, T15, T26, T33, T44, T58, T59, T76, T78, T90, T100, T104, T105, T108, T116, T121, T122,	18	%13
	Sayıların kavranmasıyla ilgili yanlışlar ve hata türleri tespit edilerek gidermeye yönelik önerilerde bulunulmuştur (Ör; kavram karikatürleri). Öğretmenlerin de öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlığına benzer yanlışlıklara sahip olduğuna ulaşılmıştır.	T3, T17, T21, T28, T30, T32, T43, T49, T50, T53, T60, T72, T75, T77, T83, T84, T87, T88, T89, T91, T98, T99, T107, T112, T114, T115, T119, T131	28	%21
İnanış ve Uygulama Arasında Etkileşim Bulunması	Katılımcıların çoğunlukla düz anlatım yoluyla öğretim yapma eğiliminde oldukları, inanışlar ile PAB arasında direk veya dolaylı bir etkileşim olduğu görülmüştür.	T8	1	%1
Sayılar Arasında İlişkilerin Kurulması, Sayıların Günlük Hayata Transferi, Kavramsal Manasının Anlaşılması	Matematik eğitiminde sayıların formları ve çarpımları arasında ilişki bulunmuş, mantıkalı nicel anlamlandırma, yapısal sınıflandırma yapılmış, sayıların günlük hayata transfer düzeyi belirlenmiş, sayıların manasının kavranması, kavramsal mananın semantik açıdan matematik öğretiminde etkili olduğu belirtilmiştir.	T22, T38, T63, T67, T96, T97, T126, T127	8	%6
Geçerli ve Güvenilir Test Geliştirme	Yeterli düzeyde geçerli ve güvenilir başarı testleri elde edilmiştir.	T34, T56	2	%1
Öğretmenlerin Sayılar Konusunda Pedagojik Alan (PAB) ve Konu Alan (KAB) Bilgilerinin ve Nicel Muhakemelerinin Önemli Olduğu, Sayıların Kullanımında Benzetim ve Analogilerin Varlığı, Kavram Hatalarının ve Yanlışlarının Bulunması, Adayların Yeni Konulara Hazır Bulunuşluk Düzeylerinin Tespiti	Öğretmenlerin alan bilgilerinin yeterli olmadığı, yüksek lisans mezunu ve mesleki deneyimi fazla olan öğretmenlerin diğer öğretmenlere göre sayılar konusunda pedagojik alan bilgilerinin daha iyi düzeyde olduğu, lisansüstü programlara başvurularının önem taşıdığı anlaşılmıştır. Öğretmenler, öğretmen adaylarına göre daha fazla özgün analogi üretebilmişlerdir. Sınıf öğretmeni adaylarının ilköğretim matematik dersi sayılar öğrenme alanı içeriğine yaklaşık yüzde 60 oranda hazır bulunduğu görülmektedir.	T40, T64, T68, T71, T82, T95, T113	7	%6

Tablo 5'in devamı

Matematik Eğitim Programının Farklı Öğrenme Alanlarıyla Örtüşmesi, Ders Kitapları İçeriğinin Geliştirilmesi ve Yapılandırıcı Sistem Kullanılması Gerekliği	Matematik Dersi Öğretim Programı (İMDÖP) kazanımlarının, Singapur Matematik Dersi Öğretim Programı (SİMDÖP) kazanımları ile örtüşmesi belirlenmiş, yeniden adlandırma ve standart/orantılı olmayan temsil boyutlarının ders kitaplarında yer verilmesi gerektiği, ders kitaplarında kullanılan problem çözme stratejilerinin çeşitlendirilmesi, Türk öğrencilerin TIMSS matematik alanında daha başarılı olabilmeleri için ders kitaplarındaki soru sayısının artırılması ve öğrencilerin bilişsel istem düzeyi daha yüksek sorularla karşılaşmasına olanak sağlanması önerilmiştir.	T45, T55, T103, T110, T123	5	%4
Öğrenci Başarılarının ve Yeteneklerinin Karşılaştırması	Satranç bilen ve bilmeyen öğrenciler arasında sayılarda dört işlem ve problem çözme başarılarının farklılık gösterdiği anlaşılmıştır, üst, orta, düşük öğrenci düzeylerinde sayılardan bağımsız problem çözme becerilerinin bilişsel düzeye göre farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir.	T92, T134	2	%1
Sayılar ve İşlemler Alanında Yapılan Çalışmaların Eğilimlerine ve Sonuçlarına İlişkin Verilere Ulaşılmaması	Kesirlere yönelik problem kurmada kavramsal boyutta güçlükler yaşandığı, kesirler ve doğal sayılarla işlemlere yönelik problem kurma ve problem çözme beceri düzeylerinin düşük olduğu, çalışmaların odağının kesirlere yönelik düzey/durum belirleme, kavram yanlışlığı/hata/zorluk/güçlükler veya problem kurma becerisi, zihinsel hesaplama/aritmetik işlem becerisi şeklindeki beceri çalışmaları olduğu görülmüştür. Kavram yanlışlığı ile ilgili ortaokul ve lise düzeyindeki çalışmaların karşılaştırması yapılmıştır. En az çalışma ortaokul düzeyinde 5. sınıflarla, lise düzeyinde 11.sınıflarla yapılmıştır. Çoğunlukla ortaokul kademesinde çalışma yapılmıştır, çalışmaların çoğu kavram yanlışlıklarını belirlemek üzere yapılarak bu kavram yanlışlıklarının ortadan kaldırılmasını hedef alan çok az sayıda çalışma yapıldığı sonucuna varılmıştır.	T94, T133, T135	3	%2
Toplam			136	%100

Tablo 5 incelendiğinde, sayılar alanında düzeyi belirlemeye yönelik ele alınan tezlerin yeni yaklaşım ve yöntemlerin geleneksel yöntemlere göre daha başarılı olması ($f=62$), öğrenci becerilerinin yetersizliği ve geliştirilmesi gerektiği ($f=46$), öğrenci başarılarının ve yeteneklerinin karşılaştırması ($f=2$), inanış ve uygulama arasında etkileşim bulunması ($f=1$) şeklinde ortaya çıkmıştır.

4. Sonuç ve Tartışma

Çalışmalar türlerine göre incelendiğinde çalışmaların 121'i yüksek lisans ve 15'i doktora çalışmasıdır. Doktora çalışmaları 1993, 1998, 2003, 2016, 2018 ve 2021 yıllarında birer, 2014 ve 2019 ve 2023 yıllarında ikişer, 2022 yılında ise üç doktora çalışması yapılmıştır. Doktora çalışmaları, son yıllarda artış gösterme eğiliminde olmuştur. Kandal (2021), Türkiye'de sayılar ve işlemler alanında yayınlanan makaleleri incelediği çalışmasında, sayılar alanında en çok yayının 2019 ve daha sonra da 2017 yıllarında gerçekleştiğini tespit etmiştir. Bu alandaki yayınların sayısının ise yıllar içinde arttığına da dikkat çekmiştir. Bu bağlamda, bu çalışma 2019 yılı ve yayın sayısındaki artış ile ilgili benzer sonuçlara ulaşmıştır..

İncelenen çalışmaların sayı kümelerine göre dağılımına bakıldığında, çalışılan sayı kümeleri çoğunlukla rasyonel sayılar üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bu çalışmaların bir kısmı tam sayılarla veya genel (sadece sayılar) sayılarla ilgilidir. Sayılar alanında üretilen ve yayınlanan eserlerin alt alanları ilkökul, ortaokul ve lise düzeyinde farklılıklar göstermektedir. İncelenen lisansüstü çalışmaların örneklemi okul düzeyine göre farklılık göstermektedir. Araştırmalarda en çok ortaokul düzeyindeki örneklem grubu kullanılmıştır. Bunu ilkökul ve lise izlemiştir. Okul öncesi eğitim için ise bir örnek çalışma bulunmaktadır. Bu bağlamda okul öncesi eğitimde sayılar konusunda çok az çalışmanın yapıldığı görülmektedir.

Kılıçkaya (2017), anasınıflarına devam eden ve normal gelişim gösteren 61-72 aylık 77 çocukla yaptığı çalışmada, Okul Öncesi Matematik Becerisini kullanarak "Küçük Çocuklar İçin Büyük Matematik" etkinlik

planlarının uygulanmasını ve ANOMAT ölçeğiyle okul öncesi dönem eğitiminde çocuklarının sayıları anlama becerilerine etkisini araştırmıştır. Bu çalışmanın; incelenen tezler arasında okul öncesi dönemle ilgili tek çalışma olduğu görülmüştür. Ericek (2020), ortaokul öğrencileri ile rasyonel sayılar; Bulut (2021) ve Doğan (2002) ilkokula giden öğrencilerle doğal sayılar çalışmıştır. Yapılan tüm çalışmalar incelendiğinde; ortaokul ve ilkokul öğrencileri ile yapılan çalışmaların çoğunlukta olduğu, bu düzey öğrencilerde rasyonel sayılar ve doğal sayılar konusunda yoğunlaştığı araştırmayı doğrulamaktadır.

Lisansüstü çalışmaların amaçlarından biri olan yeni yöntem ve yaklaşımların uygulanması ana teması 54 tez çalışmasıyla ile diğer çalışmalara göre daha fazla işlenmiştir. Bu kapsamda yapılan çalışmalar sayıların öğrenilmesinde yeni yöntem ve yaklaşımların uygulanması amacının geleneksel yöntemlere göre daha başarılı olduğunu göstermektedir. Bu amaçla çalışılan tezlerin %40'ının bu amaç ve alt temalarla uyumlu olduğu görülmektedir. Toplam 61 çalışma ve %45 yüzde ile her iki alt tema da öğrenci ve öğretmenlerin sayılarla ilgili kavram yanlışlarını ve sorunlarını gidermeye yönelik olup, araştırmalarda sayılar alanında en yoğun tema haline gelmiştir. Bu kapsamda incelenen tezlerin neredeyse yarısı öğrenci ve öğretmenlerin sayılarla ilgili kavram yanlışlarını ve sorunlarını giderme amacına sahiptir.

Bulut (2021), ortaöğretim matematik öğretmenlerinin rasyonel sayılar konusunda Pedagojik Alan Bilgisi (PAB) hakkındaki bilgilerini, matematik hakkındaki inançlarını ve aralarındaki olası etkileşimleri araştırmıştır. Araştırma sonuçlarına göre bu amaçla yapılan çalışmaların az olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde Doğan'ın (2002) tezi de ilkokul öğrencilerinin doğal sayılarla dört işlemde yaptıkları hata türlerini incelemektedir.

Çalışmalardan elde edilen sonuçlar arasında; yeni yaklaşım ve yöntemlerin geleneksel yöntemlere göre daha başarılı olduğu ve çalışmaların %46'sının sonucunu temsil ettiği tespit edilmiştir. Sakallı (2011) yaptığı tez çalışmasında 5E modeli ile karmaşık sayılardaki uygulamaların öğrencilerin akademik başarılarını ve kalıcılıklarını olumlu yönde etkilediğini belirtmektedir. Yeni yaklaşım ve yöntemlerden olan 5E modeli ile elde edilen başarılı sonuçlar, geleneksel yöntemlerle kıyaslama açısından ve ulaştığı sonuç bakımından yeni yaklaşım ve yöntemlerin geleneksel yöntemlere göre daha başarılı olduğunu gösteren bu çalışma sonuçlarına benzerdir. Yine aynı şekilde Yürekli (2020) yaptığı çalışmada kavram karikatürleri ile yapılan uygulamaların ortaokul öğrencilerinin tamsayılar alanındaki kavram yanlışlarını gidermede başarılı sonuçlar verdiğini belirtmektedir.

5.Öneriler

Araştırmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda aşağıdaki önerilerde bulunulabilir;

Alana katkı sağlaması açısından sayılar konusundaki çalışmalarda birçok matematiksel kavramın temellerinin atıldığı okul öncesi düzeyinde yapılan araştırmaların sayısı artırılabilir.

Okul öncesinden başlayarak matematik eğitiminde sayıların önemine, kavranmasına, kavram yanlışlarının giderilmesine yönelik çeşitli etkinlik, yöntem vb. çalışmalara yer verilebilir.

Yapılan lisansüstü tezlerin incelenmesi sonucunda matematik tarihi ile ilgili az sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Bu nedenle matematik tarihini konu alan farklı çalışmalara yer verilebilir. Matematik tarihini içine alan çalışmalara yer verilmesi matematiğin sevdirmesi açısından değerlendirilebilir.

İncelenen tezlerde daha çok sayılarla ilgili yeni yöntem ve yaklaşımların etkilerini, yaşanan kavram yanlışları ve hataların düzeyini belirlemeye yönelik alanlarda yoğunlaştığı görülmekte olup, bu noktalardan hareketle yapılacak yeni çalışmalarda buna yönelik deneysel, olgubilim, ilişkisel vb. çalışmalarına yer verilebilir.

Sayılar alanı kapsamında gerçekleştirilen bu çalışmaya paralel olarak matematikte farklı düzeylerde ve farklı öğrenme alanlarında çalışmalara yer verilebilir.

Lise, ilköğretim ve ortaöğretim birlikte yapılan çalışmaların sayısı göz önünde bulundurulacak olursa bu düzeydeki çalışmaların yetersiz olduğu görülmektedir. Bu düzeydeki çalışmalara da ağırlık verilebilir.

Kaynaklar / References

- Ak Beyatlı, M. (2019). Ortaokul matematik öğretmenlerinin tam sayılarla toplama ve çıkarma işlemlerine yönelik konu alan bilgilerinin incelenmesi (Tez No. 608511) [Yüksek lisans tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü - Rize]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Arık, G. (2007). İlköğretim matematik dersi öğretim programı 3-5. sınıf sayılar öğrenme alanı kazanımlarının NCTM standartları ve Singapur kazanımlarına göre değerlendirilmesi (Tez No. 226896) [Yüksek lisans tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü – Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Baki, A. (2008). *Kuramdan uygulamaya matematik eğitimi* (Genişletilmiş 4. Basım). Ankara: Harf Eğitim Yayıncılığı.
- Bayazıt, İ. (2010). Fonksiyonlar konusunun öğreniminde karşılaşılan zorluklar ve çözüm önerileri. M. F. Özmantar, E. Bingölbali & H. Akkoç (Eds.), *Matematiksel kavram yanlışları ve çözüm önerileri* içinde (s. 91-120). Pegem Akademi: Ankara.

- Bisanz, J., Morrison, F. J. & Dunn, M. (1995). Effects of age and schooling on the acquisition of elementary quantitative skills. *Developmental Psychology*, 31 (2), 221.
- Boyer, C. B. (1991). *A history of mathematics* (2. basım). New York: Wiley.
- Bulut, A. (2021). The interaction between middle school mathematics teachers' beliefs and pedagogical content knowledge regarding rational numbers (Tez No. 681526) [Master's thesis. ODTÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü – Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Burton, D. M. (1997). *The history of mathematics: An introduction*. McGraw Hill.
- Busbridge, J. & Womack, D. (1991). *Effective maths teaching. A guide to teaching basic mathematical concepts*. England: Stanley Thornes Ltd.
- Christou, K. P. & Vosniadou, S. (2012). What kinds of numbers do students assign to literal symbols? Aspects of the transition from arithmetic to algebra. *Mathematical Thinking and Learning*, 14(1), 1-27.
- Çalışkan Dedeoğlu, N. (2017). *Sayıların kısa tarihçesi ve sayı sistemleri*. <https://docplayer.biz.tr/41361030-Sayıların-kısa-tarihçesi-ve-sayı-sistemleri-nuray-caliskan-dedeoglu-ilkogretim-matematik-egitimi.html> adresinden alınmıştır.
- Doğan, A. (2002). Doğal sayılarla ilgili dört işlemde ilköğretim I. kademe öğrencilerinin yaptıkları hata türleri (Tez No. 113261) [Yüksek lisans tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü – Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Ericek, A. (2020). Gerçekçi matematik eğitimi (GME) etkinlikleri ile tasarlanan öğretim sürecinde ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin tam sayılarda problem çözme becerilerinin değerlendirilmesi (Tez No. 662370) [Yüksek lisans tezi. Dicle Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü - Diyarbakır]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Fidan, E. (2013). İlkokul öğrencileri için matematik dersi sayılar öğrenme alanında başarı testi geliştirilmesi (Tez No. 342475) [Yüksek lisans tezi. Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü – Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Göktürk, F. (2013). Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin rasyonel sayılar konusunu günlük hayat problemlerinin çözümüne olan transfer düzeylerinin incelenmesi (Tez No. 333852) [Yüksek lisans tezi. Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü – Elazığ]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Gülbağcı Dede, H. (2015). İlköğretim ve ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının sayı hissini incelenmesi (Tez No. 381751) [Doktora tezi. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü – İstanbul]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Güler, G. (2017). Matematik öğretmenlerinin irrasyonel sayılara yönelik kavram bilgilerinin incelenmesi. *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry*, 8(2), 186-215. <https://doi.org/10.17569/tojqi.266133>
- Hasar, B. (2019). Farklı matematiksel motivasyon düzeylerine sahip 6. sınıf öğrencilerinin tam sayılar alt öğrenme alanındaki bilgiyi oluşturma süreçlerinin incelenmesi (Tez No. 561480) [Yüksek lisans tezi. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü – Balıkesir]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Hope, J. (1989). Promoting number sense in school. *The Arithmetic Teacher*, 36(6), 12-16.
- İpek, A. S. (2003). Kompleks sayılarla ilgili kavramların anlaşılmasında görselleştirme yaklaşımının etkinliğinin incelenmesi (Tez No. 131564) [Doktora tezi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü - Erzurum]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Kandal, R. (2021). Türkiye’de yayımlanan sayılar ve işlemler öğrenme alanı temalı makalelere yönelik bir içerik analizi (Tez No. 704735) [Yüksek lisans tezi. Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü - Erzincan]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Kandır, A. & Yazıcı, E. (2011). Development of literacy skills in early childhood. Kandır, A., Uyanık, Ö. V & Yazıcı, E. (Eds.), *Preparation to Literacy With Funny Activities* (pp-1-31). Ankara: Efil Yayınevi.
- Keser, H. (2021). İlkokul matematik ders kitaplarında yer alan doğal sayılarda basamak değeri kavramının farklı boyutlarda incelenmesi (Tez No. 698776) [Yüksek lisans tezi. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü - Nevşehir]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Kılıçkaya, A. (2017). Küçük çocuklar için büyük matematik” eğitim programının okul öncesi dönem çocuklarının sayıları anlama becerilerine etkisi (Tez No. 463323) [Yüksek lisans tezi. İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü – Malatya]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- MEB (Milli Eğitim Bakanlığı). (2018). Matematik dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. sınıflar). Milli Eğitim Bakanlığı. <https://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201813017165445-MATEMAT%C4%B0K%20%C3%96%C4%9ERET%C4%B0M%20PROGRAMI%202018v.pdf>
- MEB (Milli Eğitim Bakanlığı). (2018). Ortaöğretim matematik dersi (9, 10, 11 ve 12. Sınıflar) öğretim programı. Milli Eğitim Bakanlığı. <https://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201821102727101-OGM%20MATEMAT%C4%B0K%20PRG%2020.01.2018.pdf>
- Noblit, G. W. & Hare, R. D. (1988). *Meta-ethnography: Synthesizing qualitative studies*. SAGE Publications.
- Orman, F. (2020). Ortaokul matematik öğretmenlerinin kareköklü sayılar konusuna yönelik pedagojik alan bilgilerinin incelenmesi (Tez No. 640105) [Yüksek lisans tezi. Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü – Kayseri]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.

- Öcal, İ. Ü. (2011). İlköğretim 6. sınıf matematik dersi sayılar öğrenme alanı için bilişsel hazırbulunuşluk testinin geliştirilmesi (Tez No. 302022) [Yüksek lisans tezi. Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü – Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Reys, R. E., et. al. (1998). *Helping children learn mathematic* (5th ed.). Needham Hwight: Allyn & Bacon.
- Sakallı, A. F. (2011). Karmaşık sayılar konusunun öğretiminde yapılandırmacı 5e modelinin öğrencilerin akademik başarılarına ve tutumlarına etkisi (Tez No. 284473) [Yüksek lisans tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü - Kahramanmaraş]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Sözbilir, M. & Kutu, H. (2008) "Türkiye'de Fen Eğitimi Araştırmalarının Gelişimi ve Güncel Durumu", *Eğitimde Denemeler*: Cilt. 24: Sayı. 1, Madde 3.
- Şener, Z. T. & Bulut, N. (2015). 8. sınıf öğrencilerinin matematik derslerinde problem çözme sürecinde karşılaştıkları güçlükler. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(3), 637-661.
- Tekin, D. (2019). A Model For Developing the Multiplication of Complex Numbers (Tez No. 597960) [Yüksek lisans tezi. Boğaziçi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü – İstanbul]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Tınas, A. (2021). 7. sınıf rasyonel sayılar konusunun etkinlik temelli öğretim materyalleri ile işlenmesinin öğrencilerin akademik başarıları ve matematik dersine karşı tutumlarına etkisi (Tez No. 655783) [Yüksek lisans tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü – Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Tuncay, N. (2012). İnsanlar ve sayılar. [Tezsiz yüksek lisans dönem projesi. Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin].
- Usta, A. (2018). İlkokul matematik ders kitaplarındaki doğal sayılarla çarpma ve bölme işlemleriyle ilgili problemlerin incelenmesi (Tez No. 532543) [Yüksek lisans tezi. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü – Rize]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Van De Walle, J. A., Karp, K. S. & Bay-Williams, J. M. (2012). *İlkokul ve ortaokul matematiği: Gelişimsel yaklaşımla öğretim* (Çev. S. Durmuş). Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Vlassis, J., (2004). Making sense of the minus sign or becoming flexible in “negativity”, *Learning and Instruction*, 14(5), 469-484.
- Vural, E. (2019). İlkokul 4. sınıf düzeyinde doğal sayılarla ilgili rutin ve rutin olmayan problemlerin öğrenim ve öğretim durumları (Tez No. 565321) [Yüksek lisans tezi. Trabzon Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü – Trabzon]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Wilkinson, J. D. (1984). SoundOFF: The computer - A tool for instruction? *The Mathematics Teacher*, 77 (6), 404-490.
- Yazıcılar, Ü. ve Bumen, N. T. (2017). 2005, 2011 ve 2013 yıllarında uygulamaya koyulan lise matematik dersi öğretim programları üzerine bir analiz. *Pegem Atıf İndeksi*, 139-166.
- Yurtçu, M. (2013). İlkokul-ortaokul matematik ders ve çalışma kitaplarının sayılar öğrenme alanındaki problemlerin incelenmesi ve problemlere yönelik öğretmen görüşleri (Tez No. 345294) [Yüksek lisans tezi. Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü – Erzurum]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Yürekli, A. (2020). Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin tam sayılar konusundaki işlemlere ait kavram yanılgılarının belirlenmesi ve kavram karikatürleri ile desteklenmesi (Tez No. 632343) [Yüksek lisans tezi. Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü – Kırıkkale]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.