

## The Impact of Mathematical Reasoning on Mathematics Achievement: A Study on Middle School Students

### Matematiksel Akıl Yürütmenin Matematik Başarısı Üzerindeki Etkisi: Ortaokul Öğrencileri Üzerine Bir Çalışma

Rümeysa BEYAZHANÇER

Dr. ♦ Bursa Uludağ Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik Eğitimi ♦ rumeysahan@hotmail.com ♦

ORCID: 0000-0001-5061-8835

#### Abstract

This study aims to examine the relationship between middle school students' mathematical reasoning skills and their mathematics achievement. Mathematical reasoning is a critical process that develops students' problem-solving, analytical thinking, and logical reasoning skills. Determining the relationship between these skills and academic achievement is important for developing effective teaching strategies in education. The research was conducted with the relational survey model, one of the quantitative research methods. In the study, 210 students selected by purposive sampling methods from middle schools in the Marmara region participated during the 2023–2024 academic year. Data were collected using the end-of-year mathematics grades and the Mathematical Reasoning Skills Assessment Scale. The data were analyzed using descriptive statistics, independent samples t-test, and Pearson correlation analysis. The findings revealed that students' mathematical reasoning skills were generally at an intermediate level, but they performed poorly in the sub-dimensions of recognizing different representations of the same data, questioning the correctness of the solution path, and developing logical ways to solve problems. Male students were more successful in certain sub-dimensions, and 8th graders had higher reasoning skills than 7th graders. In addition, a significant positive relationship was found between mathematical reasoning skills and mathematics achievement. These results suggest that problem-based learning, metacognitive strategies, and non-routine problem-solving activities should be included more in educational programs. Future studies are recommended to examine the effect of long-term instructional interventions and the role of socioeconomic factors on reasoning skills.

**Keywords:** Mathematical reasoning, Mathematics achievement, Problem solving, Middle school students

#### Özet

Bu çalışmanın amacı ortaokul öğrencilerinin matematiksel akıl yürütme becerileri ile matematik başarıları arasındaki ilişkiyi incelemektir. Matematiksel akıl yürütme, öğrencilerin problem çözme, analitik düşünme ve mantıksal akıl yürütme becerilerini geliştiren kritik bir süreçtir. Bu beceriler ile akademik başarı arasındaki ilişkinin belirlenmesi eğitimde etkili öğretim stratejilerinin geliştirilmesi açısından önemlidir. Araştırma nicel araştırma yöntemlerinden ilişkisel tarama modeli ile yürütülmüştür. Bu çalışmaya, 2023–2024 eğitim-öğretim yılında Marmara Bölgesi'ndeki ortaokullardan amaçlı örnekleme yöntemiyle seçilen 210 öğrenci katılmıştır. Veriler yıl sonu matematik notları ve Matematiksel Akıl Yürütme Becerileri Değerlendirme Ölçeği kullanılarak toplanmıştır. Veriler betimsel istatistikler, bağımsız örneklem için t-testi ve Pearson korelasyon analizi kullanılarak analiz edilmiştir. Bulgular, öğrencilerin matematiksel akıl yürütme becerilerinin genel olarak orta düzeyde olduğunu, ancak aynı verinin farklı temsillerini tanıma, çözüm yolunun doğruluğunu sorgulama ve problemleri çözmek için mantıklı yollar geliştirme alt boyutlarında düşük performans gösterdiklerini ortaya koymuştur. Erkek öğrencilerin bazı alt boyutlarda daha başarılı olduğu ve 8. sınıf öğrencilerinin 7. sınıf öğrencilerine göre daha yüksek akıl yürütme becerisine sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca matematiksel akıl yürütme becerileri ile matematik başarıları arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Bu sonuçlar, probleme dayalı öğrenme, üstbilişsel stratejiler ve rutin olmayan problem çözme etkinliklerine eğitim programlarında daha fazla yer verilmesi gerektiğini göstermektedir. Gelecek çalışmaların

uzun süreli öğretimsel müdahalelerin etkisini ve sosyoekonomik faktörlerin akıl yürütme becerileri üzerindeki rolünü incelemesi önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Matematiksel akıl yürütme, Matematik başarısı, Problem çözme, Ortaokul öğrencileri

## 1. Introduction

Mathematical reasoning is a critical process that develops students' problem-solving, analytical thinking, and logical reasoning skills. Mathematics education aims to increase the academic achievement of individuals by supporting these skills. However, there are still uncertainties about the extent to which students develop reasoning skills and how exactly these skills shape academic achievement. Although the existing literature addresses the contribution of mathematical reasoning to the learning process in general, comprehensive and comparative research on the impact of specific sub-dimensions on academic performance is limited. This study aims to fill this gap in the literature by examining in detail the relationship between mathematical reasoning skills and mathematics achievement of middle school students.

Mathematics stands out as a fundamental discipline that develops individuals' problem solving, analytical thinking, and logical inference skills. Mathematical reasoning skill plays a critical role in the process of individuals making sense of mathematical concepts, applying these concepts in various situations and developing solutions (Kilpatrick et al., 2001; Schoenfeld, 2013). Mathematical reasoning not only enables individuals to perform mathematical operations correctly, but also supports them in questioning these operations, evaluating their accuracy, and developing more creative solutions (National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), 2000). In this context, a clear theoretical framework is required to understand how mathematical reasoning operates as both a cognitive and instructional process. In line with the NCTM standards, reasoning is not only a competence to be acquired, but a foundational element of learning and teaching mathematics.

Mathematical reasoning refers to a complex set of cognitive skills consisting of sub-dimensions such as estimating, generalizing, recognizing patterns, developing logical solutions, and questioning the accuracy of solutions (Çoban & Tezci, 2020). These sub-dimensions allow individuals to analyze problem situations, develop mathematical solutions, and critically evaluate the appropriateness of these solutions. Polya's four-stage problem solving model (understanding the problem, planning, implementing the plan, and checking the result) is an important guide for the development of mathematical reasoning skills (Polya, 1945). This model supports individuals to both understand and apply mathematical concepts creatively. (NCTM, 2000) identified the development of mathematical reasoning skills as one of the main goals of mathematics education. The NCTM standards emphasize the importance of developing individuals' ability to understand mathematical ideas, evaluate solutions, and adapt them to new problems.

International assessment programs such as the Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) and the Programme for International Student Assessment (PISA) frequently emphasize that mathematical reasoning skills are among the most important factors predicting students' academic performance (İncebacak & Ersoy, 2016; OECD, 2019). Stacey (2010), Callingham & Siemon (2021), Yeşildere & Türnüklü (2007), and other researchers have proven that problem solving and reasoning activities especially support students' higher order thinking skills.

Although research on mathematical reasoning skills has been conducted on different groups, most studies focus on students at primary and secondary school levels (Arslan, 2007; Chukwuyenum, 2013; Çoban, 2019; Çoban & Tezci, 2020; Özaydın et al., 2024, Poğan et al., 2017). Similarly,

Chukwuyenum (2013), Herbert et al. (2023), Herbert and Williams (2023), Sukirwan et al. (2018), and Firdausy and Indriati (2021) emphasized that critical thinking skills support students' mathematical reasoning skills and increase their academic achievement. Altun and Memnun (2008) stated that non-routine problems significantly improve middle school students' mathematical reasoning skills.

Arslan (2007) examined the development of reasoning and proof thinking in primary school students and emphasized the importance of supporting these skills at an early age. He offers guidance for understanding students' mathematical thinking processes in depth and designing appropriate activities for these processes. Similarly, Özaydın et al. (2024), Jäder et al. (2017), and Hasanah et al. (2019) evaluated the mathematical reasoning competencies of middle school students and found that students performed worse on non-routine problems. These findings emphasize that problem types should be diversified in the teaching process, and especially, non-routine problems should be included more (İncebacak & Ersoy, 2018; Yeşildere & Türnüklü, 2007). Poçan et al. (2017), and Jazby and Widjaja (2019) examined the mathematical reasoning skills of 7th and 8th grade middle school students in terms of variables such as gender, grade level, parental education level, and number of siblings. The findings showed that these skills were at an intermediate level and that the level of parental education had a determining effect. It is emphasized that education programs should be enriched with activities that support reasoning skills (Callingham & Siemon, 2021; Herbert et al., 2022).

The Mathematical Reasoning Skills Assessment Scale developed by Çoban and Tezci (2020) has taken its place in the literature as a reliable and valid measurement tool that includes seven subdimensions of mathematical reasoning. In addition, the doctoral study conducted by Çoban (2019) examined the effect of differentiated instructional design on students' mathematical reasoning skills. The findings of the study showed that the differentiated instruction method improved students' reasoning skills and emphasized the importance of instructional designs in this field (Buchbinder & McCrone, 2023; Erdem & Gürbüz, 2015).

Studies on pre-service mathematics teachers show that developing their mathematical reasoning skills will make significant contributions to their future classroom practices (Ball & Bass, 2000; Beyazhançer et al., 2024; Beyazhançer & Demir, 2024; Dünder & Yaman, 2014; Kramarski & Mevarech, 2003; Mevarech & Kramarski, 1997; Russell, 1999). Dünder and Yaman (2014) found that pre-service teachers used reasoning skills more effectively when working with concrete data such as interpreting tables and graphs. In addition, Beyazhançer et al. (2024) stated that pre-service mathematics teachers' cognitive structures towards reasoning directly affect their processes of developing effective reasoning skills in classroom practices. In another study, Beyazhançer and Demir (2024) emphasized that pre-service mathematics teachers' self-efficacy in teaching reasoning skills is a critical factor in teaching these skills. Kramarski and Mevarech (2003) showed that metacognitive strategies such as the IMPROVE model are highly effective in supporting pre-service teachers' reasoning skills. Moreover, how teachers use mathematical reasoning skills in the classroom plays a critical role in transferring these skills to students. Ball and Bass (2000) emphasized that teachers' effective use of mathematical reasoning processes directly affects students' understanding of mathematical concepts. Mevarech and Kramarski (1997) stated that metacognitive strategy programs can support teachers' classroom reasoning practices. Finally, the impact of socioeconomic factors on mathematical reasoning skills is also a crucial area of research. It has been noted that people from low socioeconomic backgrounds have difficulty in these skills, but these differences can be reduced with effective teaching methods (Smit et al., 2023; Loong et al., 2013).

Mathematical reasoning skills play a fundamental role in students' understanding of mathematical concepts, the development of alternative strategies in the problem-solving process, and

the strengthening of their critical thinking skills (Kilpatrick et al., 2001; Schoenfeld, 2013; NCTM, 2000). Although there are studies in the literature focusing on the levels of individuals' mathematical reasoning skills (Poçan et al. 2019; Özeydin et al. 2024) and the effects of these skills on different age levels (Arslan, 2007; Chukwuyenum, 2013; Özeydin, Arslan & Yıldız, 2024), studies that compare these skills and predict individuals' academic achievement are limited (Lesh & Doerr, 2003; Stacey, 2010). The main point that distinguishes this study from the others is that it examines the sub-dimensions of mathematical reasoning skills (such as estimation, generalization, pattern recognition) in detail and reveals the relationship between these sub-dimensions and mathematics achievement.

In light of all this literature, the necessity of this study becomes clear. Although significant research has been conducted on mathematical reasoning at both national and international levels, there are a limited number of studies that examine in detail the sub-dimensions of reasoning, evaluate the predictive power of these sub-dimensions on academic achievement, and explore how these vary according to students' demographic characteristics. Furthermore, some recent or unpublished studies addressing this relationship may not yet be widely accessible. However, despite a comprehensive literature review, the absence of such detailed and multifaceted investigations highlights an important research gap. Therefore, this study aims not only to fill this gap but also to provide empirical data that will guide educational practices and future research.

This study aims to examine the relationship between mathematical reasoning skills and mathematics achievement of middle school students, and how these skills differ according to demographic variables such as gender and grade level. In line with this purpose, the following problems have been identified:

1. What are the levels of mathematical reasoning skills and the scores in sub-dimensions of middle school students?
2. Do secondary school students' mathematical reasoning skills and sub-dimension scores differ according to demographic variables?
3. Is there a relationship between mathematical reasoning skills and sub-dimension scores of middle school students and their mathematics achievement?

## **2. Method**

### **2.1. Research Design**

In this study, descriptive relational survey model, one of the quantitative research approaches, was used. A descriptive survey is a type of research conducted by describing the situations and experiences of existing subjects or phenomena (Karakaya, 2012). A relational survey, on the other hand, is a research model that shows the relationship, effect, and degree of the variables that are associated with a given phenomenon (Kaya et al., 2012). This method was chosen because it allows for determining the current level of students' mathematical reasoning skills and examining their relationship with mathematics achievement without manipulating variables.

### **2.2. Study Group**

The study was conducted during the 2023–2024 academic year with 210 middle school students from schools in the Marmara region. Participants were selected through convenience sampling, one of the purposive sampling methods, and participation was based on voluntary consent. Among the participants, 44.3% were female ( $n=93$ ) and 55.7% were male ( $n=117$ ). Of these students, 47.1% were in 7th grade ( $n=99$ ) and 52.9% were in 8th grade ( $n=111$ ). The scale used in the study was

specifically developed to consider the cognitive developmental levels of 7th and 8th grade students. Therefore, it is not appropriate for administration for students in 5th and 6th grades. For this reason, 5th and 6th grade students were deliberately excluded from the sample, not due to a lack of volunteers, but because the measurement tool was not designed for those grade levels. The target population of the study was defined based on the validity and reliability evidence of the instrument, and data collection was limited to students for whom the scale was developmentally appropriate.

### 2.3. Data Collection Tools

In the data collection phase, two data collection tools were used: end-of-year grades for mathematics exam achievement and the mathematical reasoning skills assessment scale to measure reasoning skills.

#### ***Mathematical Reasoning Skills Assessment Scale***

It was developed by Çoban and Tezci (2020) to determine students' mathematical reasoning skills. The scale consists of a total of 23 items in two parts: 11 multiple-choice questions and 12 short-answer questions. These questions include 7 sub-dimensions of mathematical reasoning. The first part consists of multiple-choice questions, while the second part consists of questions that provide an opportunity to reveal mathematical thinking processes. The sub-dimensions of the scale were determined as estimation, recognizing different representations of the same data, recognizing patterns, deciding the correctness of the solution and the result, generalization, solving non-routine problems, and developing logical ways to solve problems. The KR-20 reliability coefficient of the scale was calculated as 0.81 for 23 items. During the scoring of the application results, correct answers were scored as 1 and incorrect answers 0. The highest score that can be obtained from this scale is 23, and the lowest score is 0. Permission to use the scale was obtained from the original developers prior to the implementation of the study.

**Table 1.** *Mathematical reasoning skills assessment scale score classification*

<i>Sub-dimensions</i>	<i>Number of items</i>	<i>Low</i>	<i>Middle</i>	<i>High</i>
Forecasting	2	between 0-1	between 1-2	2
Recognize different representations of the same data	3	between 0-1	between 1-2	between 2-3
Recognizing patterns	3	between 0-1	between 1-2	between 2-3
Deciding on the correctness of the solution and the outcome	3	between 0-1	between 1-2	between 2-3
Do not generalize	3	between 0-1	between 1-2	between 2-3
Solving non-routine problems	3	between 0-1	between 1-2	between 2-3
Developing logical pathways to solutions	6	between 0-2	between 2-4	between 4-6
General	23	between 0-7	between 8-15	between 16-23

Table 1 describes the score ranges and categories of the subscales in the mathematical reasoning skills assessment scale. For each sub-dimension, the number of items and the score ranges corresponding to low, medium, and high levels were determined. The category "General" represents the total score ranges of all sub-dimensions.

### ***Year-end grade point averages in mathematics (mathematics achievement)***

In the 2023-2024 academic year, the end-of-semester mathematics report card grades of 7th and 8th grade students in all branches were evaluated.

## **2.4. Data Analysis**

The data collected in the study were analyzed using detailed statistical methods. Within the scope of descriptive statistical analysis, basic statistics such as the mean and standard deviation of the data set were calculated. Descriptive statistical techniques were also used to calculate skewness and kurtosis values for normality tests. Among the inferential statistical methods, the t-test was used for comparisons between groups, and correlation analysis was used to determine the relationships between variables. Statistical analyses were performed using the SPSS 27 program. In this study, Cronbach's Alpha reliability value was found to be 0.714.

## **2.5. Ethics**

This research was conducted in accordance with the ethics committee permission granted by the decision of the Kocaeli University Social and Human Sciences Ethics Committee dated 21/03/2025 and numbered 40 in the meeting numbered 2025/03 and the scientific, ethical and citation rules specified to be followed within the scope of the "Higher Education Institutions Scientific Research and Publication Ethics Directive".

## **3. Findings**

In this part of the study, first descriptive statistics are given, then it is examined whether the differences in mathematical reasoning skills between gender and grades show statistically significant differences, and finally the relationship between mathematical reasoning skills and mathematics achievement is analyzed

The score classification in Table 1 was used to address the sub-problem: 'At what level are the mathematical reasoning skills and sub-dimension scores of middle school students?'

**Table.2** *Descriptive statistics values for the sub-dimensions of the mathematical reasoning skills assessment test and mathematics achievement*

<i>Sub-dimensions</i>	<i>N</i>	<i><math>\bar{X}</math></i>	<i>S</i>	<i>Skewness</i>	<i>Kurtosis</i>	<i>Level</i>		
Forecasting	210	1,46	0,655	-,816	,167	-,396	,333	Middle
Recognize different representations of the same data	210	0,70	0,653	,387	,167	-,728	,333	Low
Recognizing patterns	210	1,40	0,756	-,254	,167	-,459	,333	Middle
Deciding on the correctness of the solution and the outcome	210	0,46	0,579	,788	,167	-,364	,333	Low
Do not generalize	210	1,27	0,701	-,360	,167	-,752	,333	Middle
Solving non-routine problems	210	1,08	1,016	,911	,167	,551	,333	Middle
Developing logical pathways to solutions	210	1,69	1,358	,479	,167	-,952	,333	Low
Mathematical reasoning skills total	210	8,08	3,516	,458	,167	-,286	,333	Middle
Mathematics achievement	210	56,0	5,143	-,077	,167	-,965	,333	Middle

When Table 2 was examined, it was observed that the skewness and kurtosis values of the variables were between +2 and -2 (George & Mallery, 2010), and the assumption of normal distribution was met. According to Table 2, it is seen, that the mathematical reasoning skill levels of middle school students are in the medium category in all dimensions and in the total test, except for the sub-

dimensions of recognizing different representations of the same data, assessing the accuracy of the solution path and result, and developing logical ways for the solution, which are at a low level.

The findings of the t-test conducted to answer the question "Do middle school students' mathematical reasoning skills and sub-dimension scores differ according to demographic variables?" are presented in Table 3 and Table 4.

**Table 3.** Independent samples t test results for mathematical reasoning skills and sub- dimensions according to gender variable

Sub Dimensions		N	$\bar{X}$	ss	t	p
Forecasting	Female	93	1,37	,688	-1,928	0,055
	Male	117	1,54	,609		
Recognize different representations of the same data	Female	93	0,63	,610	-2,141	0,033*
	Male	117	0,79	,676		
Recognizing patterns	Female	93	1,35	,744	-0,968	0,334
	Male	117	1,44	,748		
Deciding on the correctness of the solution and the outcome	Female	93	0,46	,522	-0,335	0,738
	Male	117	0,48	,624		
Do not generalize	Female	93	1,20	,716	-1,519	0,130
	Male	117	1,32	,674		
Solving non-routine problems	Female	93	0,95	1,057	-1,722	0,087
	Male	117	1,17	,973		
Developing logical pathways to solutions	Female	93	1,36	1,129	-3,402	0,001*
	Male	117	1,99	1,468		
Total	Female	93	7,28	3,341	-3,513	0,002*
	Male	117	8,78	3,482		

\*p<0.05

The findings in Table 3 revealed that the mathematical reasoning skills of middle school students showed a statistically significant difference in the sub-dimensions of "recognizing different representations of the same data", "developing logical ways for solution", and "mathematical reasoning skills total score" according to the gender variable [ $t=-2.141$ ,  $p=.033$ ;  $t=-3.402$ ,  $p=.001$ ; and  $t=-3.513$ ,  $p=.002$ ]. When the averages were analyzed, it was found that male students had higher mathematical reasoning skills.



**Table 4.** Independent samples t-test results for mathematical reasoning skills and sub-dimensions according to grade variable

Sub Dimensions		N	$\bar{X}$	ss	t	p
Forecasting	7.th grade	99	1,34	,608	-2,649	0,009*
	8.th grade	111	1,57	,667		
Recognize different representations of the same data	7.th grade	99	0,64	,662	-1,489	0,138
	8.th grade	111	0,78	,640		
Recognizing patterns	7.th grade	99	1,31	,738	-1,713	0,088
	8.th grade	111	1,48	,747		
Deciding on the correctness of the solution and the outcome	7.th grade	99	0,51	,630	1,018	0,310
	8.th grade	111	0,43	,532		
Do not generalize	7.th grade	99	1,03	,680	-5,036	0,000*
	8.th grade	111	1,49	,644		
Solving non-routine problems	7.th grade	99	0,67	,871	-5,922	0,000*
	8.th grade	111	1,45	1,003		
Developing logical pathways to solutions	7.th grade	99	1,31	1,009	-4,072	0,000*
	8.th grade	111	2,04	1,527		
Total	7.th grade	99	6,81	2,670	-5,369	0,000*
	8.th grade	111	9,24	3,730		

The findings in Table 4 show that the mathematical reasoning skills of middle school students according to the grade variable [ $t = -2.649$ ,  $p = .009$ ,  $t = -5.036$ ,  $p = .000$ ,  $t = -5.922$ ,  $p = .000$ ,  $t = -4.072$ ,  $p = .000$ , and  $t = -5.369$ ,  $p = .000$ ], including sub-dimensions such as "estimation", "generalization", "solving non-routine problems", "developing logical ways for solution", and "mathematical reasoning skills total score" showed a statistically significant difference. When the averages were analyzed, it was found that 8th-grade students had higher mathematical reasoning skills.

In order to answer the question "Is there a relationship between mathematical reasoning skills and mathematics achievement of secondary school students?" the Pearson correlation coefficient was calculated and shown in Table 5.

Table 5 shows that there is a statistically significant positive relationship at low to medium levels ( $r = .345$ ,  $r = .336$ ,  $r = .198$ ,  $r = .198$ ,  $r = .195$ ,  $r = .310$ ,  $r = .345$ ,  $r = .462$ ,  $r = .543$ ,  $r = .610$ ,  $p < .01$ ), between middle school students' mathematics achievement and their mathematical reasoning skills and scores in sub-dimensions. In other words, as mathematical reasoning skill level increases, mathematics achievement also increases.



**Table 5.** Relationship between mathematical reasoning skills and their sub-dimensions and mathematics achievement

		Forecasting	Recognize different representations of the same data	Recognizing patterns	Deciding on the correctness of the solution and the outcome	Do not generalize	Solving non-routine problems	Developing logical pathways to solutions	Mathematical reasoning skills total
Mathematics achievement	<i>r</i>	,345**	,336**	,198**	,195**	,310**	,462**	,543**	,610**
	<i>p</i>	,000	,000	,004	,004	,000	0,000	,000	,000

#### 4. Discussion & Conclusion

This study examined the relationship between mathematical reasoning skills and mathematics achievement of middle school students, and the differences in these skills according to demographic variables. The findings of the study revealed that reasoning skills play a critical role in students' mathematics achievement and that these skills show significant differences according to gender and grade level. Although these findings point toward the potential influence of individual differences and skill development levels in mathematics education, further research is needed to draw stronger conclusions.

The findings of the study showed that students' mathematical reasoning skills were generally at a moderate level; however, they exhibited low performance in some sub-dimensions. Especially in the sub-dimensions of "recognizing different representations of the same data", "deciding on the correctness of the solution and the result" and "developing logical ways for the solution", low levels of achievement were noteworthy. This indicates a potential gap in students' ability to engage with problems that require flexible thinking and metacognitive reflection—skills increasingly emphasized in 21st-century mathematics education (Kozlowski et al., 2022). However, it is worth noting that in one of these sub-dimensions (deciding on the correctness of the solution and the outcome), 7th graders outperformed 8th graders on average, even though this result was not statistically significant. This unexpected pattern suggests that reasoning development may not always follow a linear trajectory with grade level, and it requires further investigation. This situation reveals that students have deficiencies in using alternative representations and critical thinking skills in problem-solving processes. Stacey (2010) and Schoenfeld (2013) emphasize that such deficiencies prevent students from understanding mathematical concepts in depth. These results also point to Hiebert and Carpenter's (1992) "meaningful mathematics learning" model. According to this model, students should be more involved in problem solving, the use of representations, and reasoning to develop their mathematical reasoning skills. In the sub-dimension "Deciding on the correctness of the solution and the outcome," 7th graders scored higher than 8th graders. This unexpected result suggests that reasoning skills may not develop linearly with grade level. Factors such as task complexity, motivation, or instructional differences could explain this. Further research is needed to clarify these findings. In

the literature, constructivist approaches such as Polya's (1945) problem-solving steps and NCTM (2000) standards are suggested to develop these skills.

In the study, it was observed that male students performed better than female students in mathematical reasoning skills. This difference was especially evident in the sub-dimensions of "developing logical paths to solutions" and "recognizing different representations of the same data". Hyde and Linn's (2006) meta-analysis suggests that male students generally have an advantage in spatial thinking and mathematical representation skills, and that these differences may also be related to cultural norms and self-efficacy perceptions. Karaduman (2018) concluded that the reasoning levels of female students were higher than those of male students. These contrasting findings in the literature indicate that gender-related differences in reasoning may be context-dependent and shaped by instructional practices or task design.

Considering the grade level variable, it was found that 8th grade students scored higher in reasoning skills than 7th grade students. This can be explained by the fact that students are involved in more complex problem-solving processes as their age and experience increase (Sfard, 1991). Mevarech and Kramarski (1997) and Kramarski et al. (2001) also reached similar findings in their studies with middle school students. Carpenter, Franke, and Levi (2003) emphasize that problem-solving experience gained with age supports higher-level reasoning skills such as generalization and abstract thinking. Dündar and Yaman (2014) stated that mathematical reasoning skills of pre-service teachers differed significantly across different grade levels. To develop mathematical reasoning skills, appropriate curriculum arrangements can be implemented according to the grade level, and activities that foster problem-solving and generalization skills can be emphasized in the upper grades of secondary school. However, future studies should also investigate possible plateaus or regressions in sub-skills, as the superiority of older students was not consistent across all reasoning dimensions.

The positive correlation between mathematics achievement and mathematical reasoning skills indicates that mathematical reasoning is a factor that directly affects students' academic performance. This relationship is consistent with Kilpatrick et al.'s (2001) mathematical competence model. In particular, the fact that the sub-dimension of "developing logical ways for solution" has the highest correlation with mathematics achievement reveals that both abstract and critical thinking skills of students are effective in understanding and applying mathematical concepts. Many studies show a significant relationship between students' mathematics achievement and their critical thinking skills, which are related to reasoning (Chukwuyenum, 2013). On the other hand, it is possible that high-achieving students have had more opportunities to practice reasoning-rich tasks, suggesting a reciprocal relationship that warrants experimental exploration. These findings are consistent with the literature suggesting that students should be supported with activities for non-routine problems (Lesh & Doerr, 2003). In particular, the problem-based learning approach stands out as an effective strategy for developing students' reasoning skills (Hmelo-Silver, 2004).

This study suggests that more comprehensive interventions are needed to improve students' mathematical reasoning skills. Future research could include longitudinal studies examining the impact of long-term interventions on mathematical reasoning skills. How reasoning skills differ among various socioeconomic and cultural groups can be investigated. The contribution of technology-supported learning environments to reasoning skills can be examined in detail.

## References

- Altun, M., & Memnun, D. S. (2008). Mathematics teacher trainees' skills and opinions on solving non-routine mathematical problems. *Journal of Theory and Practice in Education*, 4(2), 213-238
- Arslan, Ç. (2007). *İlköğretim öğrencilerinde muhakeme etme ve ispatlama düşüncesinin gelişimi* (Yayın No. 210145) [Doktora tezi, Uludağ Üniversitesi]. YÖK. <https://tez.yok.gov.tr>
- Ball, D. L., & Bass, H. (2000). *Interweaving content and pedagogy in teaching and learning to teach: Knowing and using mathematics*. In J. Boaler (Ed.), *Multiple perspectives on mathematics teaching and learning* (pp. 83-104). Ablex Publishing.
- Beyazhançer, R., & Demir, B. (2024). Matematik öğretmen adaylarının muhakeme becerileri öğretimi öz-yeterlikleri. *Ekev Akademi Dergisi*, 99, 349–362. <https://doi.org/10.17753/sosekev.1478232>
- Beyazhançer, R., Demir, B., Gezer, İ., & Özdemir, E. (2024). Matematik öğretmen adaylarının akıl yürütmeye yönelik bilişsel yapıları. *Kocaeli Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 7(2), 513-541. <https://doi.org/10.33400/kuje.1508724>
- Buchbinder, O., & McCrone, S. (2023). Preparing prospective secondary teachers to teach mathematical reasoning and proof: the case of the role of examples in proving. *ZDM—Mathematics Education*, 55(4), 779-792. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01493-4>
- Callingham, R., & Siemon, D. (2021). Connecting multiplicative thinking and mathematical reasoning in the middle years. *The Journal of Mathematical Behavior*, 61, 100837. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2020.100837>
- Chukwuyenum, A. N. (2013). Impact of critical thinking on performance in mathematics among senior secondary school students in Lagos State. *IOSR Journal of Research & Method in Education*, 3(5), 18-25. <http://dx.doi.org/10.9790/7388-0351825>
- Çoban, H. (2019). *Farklılaştırılmış öğretim tasarımının öğrencilerin matematiksel muhakeme becerilerine, bilişötesi öğrenme stratejilerini kullanma düzeylerine ve problem çözme becerilerine etkisi* (Yayın No. 580371) [Doktora tezi, Balıkesir Üniversitesi]. YÖK. <https://tez.yok.gov.tr>
- Çoban, H., & Tezci, E. (2020). Matematiksel muhakeme becerileri değerlendirme ölçeğinin geliştirilmesi. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 15(24), 2805-2837. <https://doi.org/10.26466/opus.610197>
- Dündar, S., & Yaman, H. (2014). Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel muhakeme becerilerine göre tablo ve grafikleri yorumlama başarılarının incelenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 23(4), 1695-1710.
- Erdem, E., & Gürbüz, R. (2015). An analysis of seventh-grade students' mathematical reasoning. *Cukurova University Faculty of Education Journal*, 44(1), 123-142. <http://dx.doi.org/10.14812/cufej.2015.007>
- Firdausy, A. R., Triyanto, & Indriati, D. (2021). Mathematical reasoning abilities of high school students in solving contextual problems. *International Journal of Science and Society*, 3(1), 201-211. <https://doi.org/10.54783/ijssoc.v3i1.285>
- George, D., & Mallery, P. (2010). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference*. Pearson Education.

- Hasanah, S. I., Tafrilyanto, C. F., & Aini, Y. (2019). *Mathematical Reasoning: The characteristics of students' mathematical abilities in problem solving*. In Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing.
- Herbert, S., & Williams, G. (2023). Eliciting mathematical reasoning during early primary problem solving. *Mathematics Education Research Journal*, 35(1), 77-103. <https://doi.org/10.1007/s13394-021-00376-9>
- Herbert, S., Vale, C., White, P., & Bragg, L. A. (2022). Engagement with a formative assessment rubric: A case of mathematical reasoning. *International Journal of Educational Research*, 111, 101899. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2021.101899>
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn?. *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266.
- İncebacak, B. B., & Ersoy, E. (2016). 7. Sınıf öğrencilerinin matematiksel muhakeme becerilerinin TIMSS'e göre analizi. *Journal of International Social Research*, 9(46), 474-481. <http://dx.doi.org/10.17719/jisr.20164622615>
- İncebacak, B. B., & Ersoy, E. (2018). Ortaokul öğrencilerinin PISA soruları karşısında muhakeme etme becerileri. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(2), 269-292. <https://doi.org/10.17679/inuefd.346509>
- Jäder, J., Sidenvall, J., & Sumpter, L. (2017). Students' mathematical reasoning and beliefs in non-routine task solving. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(4), 759-776. <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9712-3>
- Jazby, D. & Widjaja, W. (2019). Teacher noticing of primary students' mathematical reasoning in a problem-solving task. *Mathematics Education Research Group of Australasia*, 380-387. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED604495.pdf>
- Karaduman, B. (2018). *Ortaokul 6.,7. ve 8. sınıf öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerilerini ve matematik dersine yönelik tutumlarının bazı değişkenler açısından incelenmesi: Cinsiyet ve sınıf düzeyi perspektifi*. (Yayın No. 534992) [Yüksek lisans tezi, Başkent Üniversitesi]. YÖK. <https://tez.yok.gov.tr>
- Karakaya, I. (2012). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Pegem Akademi Yayıncılık.
- Kaya, Y., Çelik, E., & Güler, G. (2012). *Eğitim araştırmalarında yöntem*. Nobel Yayıncılık.
- Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. National Academy Press.
- Kramarski, B., & Mevarech, Z. R. (2003). Enhancing mathematical reasoning in the classroom: The IMPROVE method. *Journal of Educational Research*, 97(2), 142-155.
- Kramarski, B., Mevarech, Z. R., & Lieberman, A. (2001). Effects of multilevel versus unilevel metacognitive training on mathematical reasoning. *The Journal of Educational Research*, 94(5), 292-300.
- Lesh, R., & Doerr, H. (2003). *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching*. Routledge.

- Loong, E., Vale, C., Bragg, L., & Herbert, S. (2013). Primary school teachers' perceptions of mathematical reasoning. *Proceedings of the Thirty-Sixth Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*, 466-473. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED572932.pdf>
- Mevarech, Z. R., & Kramarski, B. (1997). IMPROVE: A multidimensional method for teaching mathematics in heterogeneous classrooms. *American Educational Research Journal*, 34(3), 365-394.
- NCTM. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics.
- Özaydın, Z., Arslan, Ç., & Yıldız, H. (2024). Ortaokul öğrencilerinde matematiksel muhakeme etme yeterliğinin değerlendirilmesi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 365-387. <https://doi.org/10.17679/inuefd.1225147>
- Poçan, S., Yaşaroğlu, C., & İlhan, A. (2017). Ortaokul 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin matematiksel akıl yürütme beceri düzeylerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*. 10(53), 808-818. <http://dx.doi.org/10.17719/jisr.2017.1937>
- Polya, G. (1945). *How to solve it*. Princeton University Press.
- Russell, S. J. (1999). *Mathematical reasoning in the middle grades*. In L. V. Stiff and F.R. Curcio (Eds.), *Developing mathematical reasoning in grades K-12* (pp. 1–12). National Council of Teachers of Mathematics.
- Schoenfeld, A. H. (2013). Reflections on curricular changes in the USA. *ZDM—Mathematics Education*, 45(7), 925–934. <https://doi.org/10.1007/s11858-013-0530-3>
- Sfard, A. (1991). On the dual nature of mathematical conceptions: Reflections on processes and objects as different sides of the same coin. *Educational Studies in Mathematics*, 22(1), 1-36.
- Smit, R., Dober, H., Hess, K., Bachmann, P., & Birri, T. (2023). Supporting primary students' mathematical reasoning practice: the effects of formative feedback and the mediating role of self-efficacy. *Research in Mathematics Education*, 25(3), 277-300. <https://doi.org/10.1080/14794802.2022.2062780>
- Stacey, K. (2010). Mathematical and scientific literacy around the world. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*, 33(1), 1-16.
- Sukirwan, Darhim., & Herman, T. (2018). *Analysis of students' mathematical reasoning*. In *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing. <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/948/1/012036>
- Yeşildere, S. & Türnüklü, E. (2007). Examination of students' mathematical thinking and reasoning processes. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences (JFES)*, 40(1), 1-33. [https://doi.org/10.1501/Egifak\\_00000000156](https://doi.org/10.1501/Egifak_00000000156)

## Geniş Özet

### Giriş

Matematiksel akıl yürütme, öğrencilerin problem çözme, analitik düşünme ve mantıksal çıkarım becerilerini geliştiren temel bir bilişsel süreçtir (Kilpatrick, Swafford & Findell, 2001; Schoenfeld, 2013). Matematik eğitiminin temel amaçlarından biri, bireylerin bu becerilerini destekleyerek onların akademik başarılarını artırmaktır. Ancak, öğrencilerin akıl yürütme becerilerini ne düzeyde geliştirdikleri ve bu becerilerin akademik başarı üzerindeki etkisinin ne olduğu hâlâ araştırılması gereken bir alandır. Özellikle, bu becerilerin alt boyutlarının (örneğin tahmin, desen tanıma, genelleme, çözüm yolları üretme gibi) başarıya katkısı konusunda yapılan kapsamlı ve karşılaştırmalı çalışmalar sınırlıdır (Çoban & Tezci, 2020; Stacey, 2010).

Uluslararası değerlendirme programları olan PISA ve TIMSS, matematiksel akıl yürütme becerilerinin öğrencilerin matematik başarısını önemli ölçüde yordadığını vurgulamaktadır (İncebacak & Ersoy, 2016; OECD, 2019). Bu bağlamda, matematik eğitiminde akıl yürütmeye dayalı öğretim yaklaşımları ön plana çıkmaktadır. Özellikle problem temelli öğrenme yönteminin bu becerileri geliştirmede etkili olduğu literatürde sıklıkla belirtilmektedir (Chukwuyenum, 2013). Ayrıca, öğrencilerin rutin olmayan problemlerle karşılaşmalarının akıl yürütme düzeylerini önemli ölçüde artırdığı da çeşitli araştırmalarla ortaya konmuştur (Altun & Memnun, 2008).

Matematiksel akıl yürütme becerileri, tahmin etme, farklı temsilleri tanıma, desen oluşturma, genelleme yapma ve çözüm yolları üretme gibi çeşitli alt boyutlardan oluşan karmaşık bilişsel süreçleri kapsar (Polya, 1945; Russell, 1999). Polya'nın dört aşamalı problem çözme modeli (problemi anlama, plan yapma, planı uygulama ve sonucu kontrol etme) matematiksel akıl yürütmenin gelişiminde önemli bir yol haritası sunar. Bu model, bireylerin hem matematiksel kavramları anlamasını hem de bu kavramları yaratıcı biçimde kullanmasını destekler (NCTM, 2000).

Yerli literatürde ise Çoban ve Tezci (2020) tarafından geliştirilen Matematiksel Akıl Yürütme Becerileri Ölçeği, bu becerileri ölçmek üzere kapsamlı ve geçerli bir araç olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, Çoban'ın (2019) doktora çalışması, farklılaştırılmış öğretimin öğrencilerin akıl yürütme becerilerine olumlu katkı sağladığını göstermiştir. Beyazhançer ve Demir'in (2024) yaptığı çalışmalarda ise öğretmen adaylarının öz-yeterliliklerinin ve bilişsel yapılarına ilişkin farkındalıklarının, bu becerileri sınıf ortamında etkili şekilde kullanmalarında belirleyici rol oynadığı belirtilmiştir. Son olarak, öğrencilerin akıl yürütme becerileri üzerinde sosyoekonomik değişkenlerin de etkili olabileceği ifade edilmektedir. Bazı araştırmalar, düşük sosyoekonomik düzeydeki öğrencilerin bu becerileri geliştirmekte daha fazla zorluk yaşadığını, ancak etkili öğretim stratejileri ile bu farkların azaltılabileceğini vurgulamıştır (Loong vd., 2013; Smit vd., 2023).

Bu çalışmanın amacı, ortaokul öğrencilerinin matematiksel akıl yürütme becerileri ile matematik başarıları arasındaki ilişkiyi incelemek, bu becerilerin cinsiyet ve sınıf düzeyine göre farklılaşıp farklılaşmadığını ortaya koymaktır. Aynı zamanda, bu becerilerin alt boyutlarının matematik başarıları üzerindeki yordayıcı etkisi de araştırılmıştır.

### Yöntem

Bu araştırma, nicel araştırma desenlerinden ilişkisel tarama modeli ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın çalışma grubunu, 2023-2024 eğitim-öğretim yılında Bursa ilindeki ortaokullardan amaçlı örnekleme yöntemiyle seçilen ve gönüllülük esasına göre belirlenen 210 öğrenci oluşturmaktadır. Katılımcıların %44,3'ü kız (n=93), %55,7'si erkek (n=117); %47,1'i 7. sınıf (n=99), %52,9'u 8. sınıf (n=111) öğrencisidir.



Veri toplama araçları olarak iki ölçek kullanılmıştır: öğrencilerin dönem sonu matematik ders notları ve Çoban ve Tezci (2020) tarafından geliştirilen Matematiksel Akıl Yürütme Becerileri Değerlendirme Ölçeği. Bu ölçek, 23 maddeden oluşmakta olup 7 alt boyutu kapsamaktadır: tahmin, verilerin farklı temsillerini tanıma, desen tanıma, çözümün doğruluğuna karar verme, genelleme, rutin olmayan problemleri çözme ve çözüm için mantıklı yollar geliştirme. Ölçekten alınabilecek en yüksek puan 23, en düşük puan ise 0'dır. Verilerin analizinde SPSS 27 programı ile betimsel istatistikler, bağımsız örneklem için t-testi ve Pearson korelasyon analizinden yararlanılmıştır.

## Bulgular

Bulgular, ortaokul öğrencilerinin matematiksel muhakeme becerilerinin, cinsiyet değişkenine göre "aynı verinin farklı temsil biçimlerini tanıma", "çözüm için mantıklı yöntemler geliştirme" ve "matematiksel muhakeme becerileri toplam puanı" alt boyutlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gösterdiğini ortaya koymuştur [ $t=-2,141$ ,  $p=.033$ ;  $t=-3.402$ ,  $p=.001$ ; ve  $t=-3.513$ ,  $p=.002$ ]. Ortalamalar analiz edildiğinde, erkek öğrencilerin matematiksel muhakeme becerilerinin daha yüksek olduğu görülmüştür.

Bulgular, sınıf değişkenine göre ortaokul öğrencilerinin matematiksel muhakeme becerilerinin [ $t=-2,649$ ,  $p=.009$ ,  $t=-5,036$ ,  $p=.000$ ,  $t=-5,922$ ,  $p=.000$ ,  $t=-4,072$ ,  $p=.000$  ve  $t=-5,369$ ,  $p=.000$ ] "tahmin", "genelleme", "rutin olmayan problemleri çözme", "çözüm için mantıksal yollar geliştirme" ve "matematiksel muhakeme becerileri toplam puanı" gibi alt boyutlar dahil olmak üzere istatistiksel olarak anlamlı bir fark gösterdiği görülmüştür. Ortalamalar analiz edildiğinde, 8. sınıf öğrencilerinin matematiksel akıl yürütme becerilerinin daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Ortaokul öğrencilerinin matematik başarıları ile matematiksel akıl yürütme becerileri ve alt boyutlardaki puanları arasında düşük ve orta düzeyde istatistiksel olarak anlamlı pozitif bir ilişki vardır ( $r = 345$ ,  $r = 336$ ,  $r = 198$ ,  $r = 198$ ,  $r = 195$ ,  $r = 310$ ,  $r = 345$ ,  $r = 462$ ,  $r = 543$ ,  $r = 610$ ,  $p<.01$ ) ortaokul öğrencilerinin matematik başarıları ile matematiksel muhakeme becerileri ve alt boyutlardaki puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir pozitif ilişki olduğunu göstermektedir. Diğer bir deyişle, matematiksel muhakeme becerisi seviyesi arttıkça, matematik başarıları da artmaktadır.

## Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma, ortaokul öğrencilerinin matematiksel muhakeme becerileri ile matematik başarıları arasındaki ilişkiyi ve bu becerilerdeki demografik değişkenlere göre farklılıkları incelemiştir. Çalışmanın bulguları, muhakeme becerilerinin öğrencilerin matematik başarılarında kritik bir rol oynadığını ve bu becerilerin cinsiyet ve sınıf düzeyine göre önemli farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu bulgular, matematik eğitiminde bireysel farklılıkların ve beceri geliştirme düzeylerinin potansiyel etkisine işaret etse de, daha güçlü sonuçlara varmak için daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir.

Çalışmanın bulguları, öğrencilerin matematiksel muhakeme becerilerinin genel olarak orta düzeyde olduğunu, ancak bazı alt boyutlarda düşük performans gösterdiklerini ortaya koymuştur. Özellikle "aynı verinin farklı temsil biçimlerini tanıma", "çözümün ve sonucun doğruluğuna karar verme" ve "çözüm için mantıklı yollar geliştirme" alt boyutlarında düşük başarı düzeyleri dikkat çekiciydi. Bu, öğrencilerin esnek düşünme ve üstbilişsel yansıtma gerektiren problemlerle ilgilenme becerilerinde potansiyel bir boşluk olduğunu göstermektedir. Bu beceriler, 21. yüzyıl matematik eğitiminde giderek daha fazla vurgulanmaktadır (Kozlowski ve ark., 2022). Bununla birlikte, bu alt boyutlardan birinde (çözümün ve sonucun doğruluğuna karar verme), 7. sınıf öğrencileri 8. sınıf öğrencilerinden ortalama olarak daha iyi performans göstermiştir, ancak bu sonuç istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bu beklenmedik örüntü, muhakeme becerisinin gelişiminin her zaman sınıf seviyesine



göre doğrusal bir seyir izlemediğini ve daha fazla araştırma gerektirdiğini göstermektedir. Bu durum, öğrencilerin problem çözme süreçlerinde alternatif temsil ve eleştirel düşünme becerilerini kullanma konusunda eksiklikleri olduğunu ortaya koymaktadır. Stacey (2010) ve Schoenfeld (2013), bu tür eksikliklerin öğrencilerin matematik kavramlarını derinlemesine anlamalarını engellediğini vurgulamaktadır. Bu sonuçlar aynı zamanda Hiebert ve Carpenter'ın (1992) “anlamli matematik öğrenimi” modeline de işaret etmektedir. Bu modele göre, öğrenciler matematiksel muhakeme becerilerini geliştirmek için problem çözme, temsil kullanma ve muhakeme süreçlerine daha fazla dahil olmalıdır. “Çözümün ve sonucun doğruluğuna karar verme” alt boyutunda, 7. sınıf öğrencileri 8. sınıf öğrencilerinden daha yüksek puan almıştır. Bu beklenmedik sonuç, muhakeme becerilerinin sınıf seviyesine göre doğrusal olarak gelişmeyebileceğini göstermektedir. Görev karmaşıklığı, motivasyon veya öğretim farklılıkları gibi faktörler bunu açıklayabilir. Bu bulguları netleştirmek için daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir. Literatürde, bu becerileri geliştirmek için Polya'nın (1945) problem çözme adımları ve NCTM (2000) standartları gibi yapılandırmacı yaklaşımlar önerilmektedir.

Çalışmada, erkek öğrencilerin matematiksel akıl yürütme becerilerinde kız öğrencilerden daha iyi performans gösterdikleri gözlemlenmiştir. Bu fark, özellikle “çözümlere mantıksal yollar geliştirme” ve “aynı verilerin farklı temsillerini tanıma” alt boyutlarında belirgindi. Hyde ve Linn'in (2006) meta-analizi, erkek öğrencilerin genellikle uzamsal düşünme ve matematiksel temsil becerilerinde avantajlı olduğunu ve bu farklılıkların kültürel normlar ve öz yeterlilik algıları ile de ilişkili olabileceğini göstermektedir. Karaduman (2018), kız öğrencilerin muhakeme düzeylerinin erkek öğrencilerinkinden daha yüksek olduğu sonucuna varmıştır. Literatürdeki bu zıt bulgular, muhakemede cinsiyetle ilgili farklılıkların bağlama bağlı olabileceğini ve öğretim uygulamaları veya görev tasarımı tarafından şekillendirilebileceğini göstermektedir.

Sınıf seviyesi değişkeni dikkate alındığında, 8. sınıf öğrencilerinin 7. sınıf öğrencilerine göre muhakeme becerilerinde daha yüksek puan aldıkları görülmüştür. Bu, öğrencilerin yaşları ve deneyimleri arttıkça daha karmaşık problem çözme süreçlerine dahil olmalarıyla açıklanabilir (Sfard, 1991). Mevarech ve Kramarski (1997) ile Kramarski ve arkadaşları (2001) de ortaokul öğrencileriyle yaptıkları çalışmalarda benzer sonuçlara ulaşmışlardır. Carpenter, Franke ve Levi (2003), yaşla birlikte kazanılan problem çözme deneyiminin genelleme ve soyut düşünme gibi üst düzey akıl yürütme becerilerini desteklediğini vurgulamaktadır. Dündar ve Yaman (2014), öğretmen adaylarının matematiksel akıl yürütme becerilerinin farklı sınıf seviyelerinde önemli ölçüde farklılık gösterdiğini belirtmiştir. Matematiksel muhakeme becerilerini geliştirmek için, sınıf seviyesine göre uygun müfredat düzenlemeleri yapılabilir ve ortaokulun üst sınıflarında problem çözme ve genelleme becerilerini geliştiren etkinliklere ağırlık verilebilir. Ancak, daha büyük öğrencilerin üstünlüğü tüm muhakeme boyutlarında tutarlı olmadığı için, gelecekteki çalışmalar alt becerilerde olası duraklamaları veya gerilemeleri de araştırmalıdır.

Matematik başarıları ile matematiksel muhakeme becerileri arasındaki pozitif korelasyon, matematiksel muhakemenin öğrencilerin akademik performansını doğrudan etkileyen bir faktör olduğunu göstermektedir. Bu ilişki, Kilpatrick ve arkadaşlarının (2001) matematiksel yeterlilik modeliyle tutarlıdır. Özellikle, “çözüm için mantıklı yollar geliştirme” alt boyutunun matematik başarıları ile en yüksek korelasyona sahip olması, öğrencilerin hem soyut hem de eleştirel düşünme becerilerinin matematiksel kavramları anlamada ve uygulamada etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Birçok çalışma, öğrencilerin matematik başarıları ile akıl yürütmeyle ilgili eleştirel düşünme becerileri arasında önemli bir ilişki olduğunu göstermektedir (Chukwuyenum, 2013). Öte yandan, yüksek başarı gösteren öğrencilerin akıl yürütme becerilerini geliştirecek görevleri uygulama fırsatı daha fazla olmuş olabilir, bu da deneysel araştırmayı gerektiren karşılıklı bir ilişki olduğunu düşündürmektedir. Bu bulgular,

öğrencilerin rutin olmayan problemler için etkinliklerle desteklenmesi gerektiğini öne süren literatürle tutarlıdır (Lesh & Doerr, 2003). Özellikle, problem tabanlı öğrenme yaklaşımı, öğrencilerin akıl yürütme becerilerini geliştirmek için etkili bir strateji olarak öne çıkmaktadır (Hmelo-Silver, 2004).

Bu çalışma, öğrencilerin matematiksel akıl yürütme becerilerini geliştirmek için daha kapsamlı müdahalelerin gerekli olduğunu göstermektedir. Gelecekteki araştırmalar, uzun vadeli müdahalelerin matematiksel akıl yürütme becerileri üzerindeki etkisini inceleyen uzunlamasına çalışmalar içerebilir. Akıl yürütme becerilerinin çeşitli sosyoekonomik ve kültürel gruplar arasında nasıl farklılık gösterdiği araştırılabilir. Teknoloji destekli öğrenme ortamlarının akıl yürütme becerilerine katkısı ayrıntılı olarak incelenebilir.

#### **Yayın Etiği Beyanı**

Bu araştırma, Kocaeli Üniversitesi araştırma ve yayın etik kurulu tarafından 21.03.2025 tarihinde 2025-03 sayılı kararıyla verilen etik kurul izni ile Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması belirtilen bilimsel, etik ve alıntı kurallarına uyulmuştur. Bu araştırmanın planlanmasından, uygulanmasına, verilerin toplanmasından verilerin analizine kadar olan tüm süreçte “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin ikinci bölümü olan “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbiri gerçekleştirilmemiştir. Bu araştırmanın yazım sürecinde bilimsel, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamıştır. Bu çalışma herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiştir.

#### **Çatışma Beyanı**

Araştırmanın yazarı olarak herhangi bir çıkar/çatışma beyanım olmadığını ifade ederim.



Bu eser Creative Commons Atıf-GayriTicari 4.0 Uluslararası Lisansı ile lisanslanmıştır.