Cumhuriyet International Journal of Education, 15(1): 440-455, 2026
DOI: https://dx.doi.org/10.30703/cije.1712205

Cumhuriyet International Journal of Education

| cije.cumhuriyet.edu.tr | Founded: 2011 | ISSN: 2147-1606 | Publisher: Sivas Cumhuriyet University

The Contribution of Technology-Assisted Game-Based Teaching to Middle School Mathematics Achievement[#]

Sefa Ardahan [1,a], Yunus Yumak [2,b,*]

[1] Ministry of Education, Şehit Ömer Halisdemir İHO, Konya, Türkiye
[2] Faculty of Education, Selcuk University, Konya, Türkiye
***Corresponding author e-mail adress: yunusyumak@selcuk.edu.tr**

Research Article

History
Received: 03.06.2025
Accepted: 01.04.2026

Acknowledgment
[#]This study is a part of master's thesis.

This paper was checked for plagiarism using iThenticate during the preview process and before publication.

This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0)

ABSTRACT

This study aims to investigate the impact of technology-supported game-based learning on the mathematical achievement of middle school students. The research was conducted using a quasi-experimental design with a post-test control group. The study group consisted of 142 students (72 female, 70 male) attending a public middle school in Hakkâri. In the experimental group, interactive games designed on the GeoGebra platform were implemented, while the control group followed traditional instructional methods. Data were collected through a mathematics achievement test, customized according to grade levels (12 items for 5th grade; 13 items for 6th grade), with its content validity confirmed by expert opinions. The gender variable was included in the study to determine whether the use of technology in education provides equal opportunities for both genders. Regarding statistical analysis, the Kolmogorov-Smirnov test was used for normality, the independent samples t-test for between-group comparisons, and the Mann-Whitney U test to determine whether the impact of the methods differed by gender. The results revealed that technology-supported game-based learning significantly increased mathematical achievement compared to traditional methods ($p < 0.05$). Furthermore, it was determined that gender did not create a statistically significant difference in the success of the implemented method ($p > 0.05$). These findings suggest that GeoGebra-based games can be integrated into the mathematics curriculum as a gender-neutral and effective tool.

Keywords: *Game-based learning, Mathematics achievement, Technology-assisted learning*

Teknoloji Destekli Oyun Tabanlı Öğretimin Ortaokul Matematik Başarısına Katkısı[#]

Araştırma Makalesi

Süreç
Geliş: 03.06.2025
Kabul: 01.04.2026

Bilgi
[#]Bu çalışma, yüksek lisans tezinin bir parçasıdır.
**Sorumlu yazar*

Bu çalışma ön inceleme sürecinde ve yayımlanmadan önce iThenticate yazılımı ile taranmıştır.

ÖZ

Bu çalışma, teknoloji destekli oyun tabanlı öğretimin ortaokul öğrencilerinin matematik başarısı üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırma, son test kontrol gruplu yarı deneysel desen modeline göre yürütülmüştür. Çalışma grubunu, Hakkâri ilindeki bir devlet ortaokulunda öğrenim gören 142 öğrenci (72 kız, 70 erkek) oluşturmaktadır. Deney grubunda GeoGebra platformu üzerinden tasarlanan etkileşimli oyunlar uygulanırken, kontrol grubunda geleneksel yöntemlere devam edilmiştir. Veriler, kapsam geçerliliği uzman görüşleriyle onaylanan ve sınıf seviyelerine göre özelleştirilmiş (5. sınıf: 12 soru; 6. sınıf: 13 soru) matematik başarı testi ile toplanmıştır. Eğitimde teknoloji kullanımının cinsiyetler arası fırsat eşitliği sunup sunmadığını belirlemek amacıyla araştırmaya cinsiyet değişkeni dahil edilmiştir. İstatistiksel analizlerde normallik dağılımı için Kolmogorov-Smirnov, gruplar arası karşılaştırmalar için bağımsız örneklem t-testi ve yöntemlerin cinsiyet üzerindeki etkisinin farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek amacıyla Mann-Whitney U testi uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, teknoloji destekli oyun tabanlı öğretimin matematik başarısını geleneksel yöntemlere kıyasla anlamlı düzeyde artırdığı saptanmıştır ($p < 0.05$). Bununla birlikte, uygulanan yöntemin başarısı üzerinde cinsiyetin istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yaratmadığı belirlenmiştir ($p > 0.05$). Bu bulgular, GeoGebra tabanlı oyunların matematik öğretiminde cinsiyetten bağımsız, etkili bir araç olarak müfredata entegre edilebileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: *Matematik başarısı, Oyun tabanlı öğrenme, Teknoloji destekli öğretim*

a 0000-0002-3361-1823 b 0000-0002-7309-9430

How to Cite: Ardahan, S., & Yumak, Y. (2026). Teknoloji destekli oyun tabanlı öğretimin ortaokul matematik başarısına katkısı. *Cumhuriyet International Journal of Education, 15*(1), 440-455. https://dx.doi.org/10.30703/cije.1712205

1. Introduction

The rapid advancement of science and technology has underscored the necessity for individuals in information societies to enhance their digital competencies and competitive capacities (Amable & Verspagen, 1995). In this regard, education systems aim to foster students' 21st-century skills through the integration of technology (Ünal et al., 2004). Mathematics education plays a pivotal role in lifelong learning by supporting skills such as problem-solving, critical thinking, and logical reasoning (Baydar & Bulut, 2002). However, students' anxiety toward mathematics, lack of motivation, and difficulties in comprehending abstract concepts can negatively impact their learning processes (Middleton & Spanias, 1999; Muijs & Reynolds, 2000; Ashcraft, 2002). These challenges are particularly evident for students in socio-economically disadvantaged regions. For instance, in provinces such as Hakkâri, low incomes and limited educational infrastructure adversely affect students' academic success (TÜİK, 2019). The PISA 2015 results indicate that Turkish students from low socio-economic backgrounds performed approximately 68 points below the OECD average in science literacy (OECD, 2016). Consequently, the need for innovative teaching approaches in such regions becomes evident.

Technology-assisted instruction is widely recognized as a transformative approach in mathematics education. Game-based learning, in particular, can enhance student motivation, making the learning process more engaging and meaningful (Boyle et al., 2014). Games allow for the visualization of mathematical concepts, potentially reducing student anxiety and encouraging classroom participation (Umay, 2002). Digital platforms like GeoGebra further strengthen this process by providing dynamic and interactive learning environments (Cheung & Slavin, 2013). However, the impact of technology-assisted game-based learning remains underexplored in Turkey, especially in socio-economically disadvantaged regions like Hakkâri. In light of this, the present study aims to examine the effect of technology-assisted game-based learning on middle school students' mathematics achievement.

The central research question of the study is: 'What is the effect of teaching selected topics from the 5th and 6th-grade mathematics curriculum through technology-assisted games on students' mathematics achievement?' This question seeks to evaluate an approach designed to overcome the limitations of traditional teaching methods by enhancing students' conceptual understanding and motivation. Specifically, the study examines the impact of GeoGebra-based games in teaching abstract topics such as fractions, decimals, and basic geometric concepts.

1.1 Sub-Problems

1. Is there a statistically significant difference in mathematics achievement scores between the experimental and control groups?

2. Do the achievement scores of the experimental group students vary significantly by gender?

This study aims to contribute both theoretically and practically to mathematics education in Turkey, particularly in disadvantaged regions, by demonstrating the applicability and effectiveness of technology-assisted innovative approaches. The findings may guide curriculum development, teacher training, and digital content design processes.

1.2 Literature Review

Mathematics education aims to foster students' comprehension of abstract concepts, develop their problem-solving skills, and enhance their critical thinking competencies (NCTM, 1989). However, traditional teaching methods often prove insufficient in maintaining student motivation and contextualizing abstract mathematical concepts (Dursun & Dede, 2004). These limitations are particularly evident in the instruction of abstract topics such as fractions, decimals, and algebraic expressions. Consequently, game-based learning is posited as an effective alternative to address these challenges. Umay (2002) suggests that educational games enhance classroom motivation and contribute to the acquisition of mathematical concepts. Furthermore, Altun (2013) highlights that games foster problem-solving skills, while Boyle et al. (2014) note their role in supporting critical thinking and collaborative abilities.

Technology-assisted game-based learning enhances the effectiveness of mathematics education by leveraging the interactive and dynamic environments provided by digital platforms such as GeoGebra. Cheung and Slavin (2013) conducted a meta-analysis revealing that technology-assisted instructional applications improve mathematics achievement. Similarly, Wouters et al. (2013) offered a comprehensive review highlighting the positive effects of game-based learning on academic success. A more recent meta-analysis by Tokac et al. (2019) reports that game-based learning has a significant impact on mathematics education, with this effect being particularly pronounced at the middle school level. Tools like GeoGebra facilitate the visualization of mathematical concepts, thereby strengthening students' conceptual understanding. Consistent with these findings, Kösa and Karakuş (2010) demonstrated that dynamic software specifically enhances students' ability to comprehend complex structures through interactive visualization. This supports the premise that dynamic digital environments are essential for bridging the gap between abstract mathematical theories and concrete cognitive understanding.

The significance of game-based learning within the context of STEM education is gaining increasing prominence. Hwang and Chang (2021) demonstrate that technology-assisted games enhance students' abilities to solve real-world problems and boost motivation in STEM fields. However, the literature frequently warns that the

gaming elements should not overshadow the mathematical content (Altun, 2013). Accordingly, the pedagogical design of games, their alignment with the curriculum, and their suitability for students' cognitive levels are pivotal factors underpinning their effectiveness.

Gender is a commonly examined variable in studies investigating the effects of game-based learning; however, empirical findings remain inconclusive. Some studies report that male students outperform female students in mathematics achievement (Reyes, 1984; Hyde et al., 1990; Ayvaz, 2014), whereas others suggest that female students perform better or that no significant gender-based differences emerge (Qian & Clark, 2016; Ergül & Doğan, 2022; Efe Kendüzler, 2023). In the Turkish context, PISA (2015, 2018) and TIMSS (2015, 2019) reports indicate minimal to no significant differences in mathematics performance between male and female students (Akyüz & Pala, 2010). These discrepancies can be attributed to cultural factors, the gender-sensitive design of games, or specific sample characteristics. For instance, the visual or competitive elements of games may influence different gender groups in distinctive ways (Tokac et al., 2019).

In Turkey, research on game-based learning has expanded significantly, particularly in the context of technology integration initiatives such as the FATİH project and the EBA platform. However, the vast majority of these studies have been conducted in major metropolitan areas, with limited empirical applications in socio-economically disadvantaged regions like Hakkâri. Consequently, while the existing literature suggests that technology-assisted game-based learning can enhance mathematics achievement, the influence of gender and regional factors on this outcome requires further exploration.

This study aims to contribute to the literature by examining the impact of technology-assisted game-based learning, specifically GeoGebra-based games, on middle school mathematics achievement. By considering the gender variable, the study evaluates the effectiveness of game-based learning across different student groups.

1.3 Theoretical Framework

This study is theoretically underpinned by constructivist learning theory, Dienes' principles of mathematics instruction, and Self-Determination Theory. Constructivist learning theory contends that students actively construct knowledge through exploration and experience rather than passively receiving information (Dewey, 1916). Within the pedagogical framework of mathematics education, this theory suggests that students require interactive and meaningful learning environments to internalize abstract concepts. Game-based learning aligns with the constructivist approach by empowering students to construct mathematical concepts through problem-solving, reasoning, and exploration. Digital platforms like GeoGebra further catalyze this process by offering dynamic visualizations and interactive tools that facilitate students' active exploration of mathematical concepts.

Dienes' principles of mathematics instruction emphasize the conceptualization of mathematical ideas through dynamic, interactive, and multiple representations. Dienes advocates for a scaffolded progression that transitions from concrete materials to abstract symbols to facilitate the internalisation of abstract concepts. In this study, GeoGebra-based games were designed in alignment with these principles. For example, games involving fractions utilized GeoGebra's sliders and visual tools to seamlessly integrate numerical, graphical, and geometric representations, thereby supporting the Mathematical Variability Principle (multiple representations). The dynamic representation principle allows students to observe real-time outcomes by manipulating parameters, such as the numerator and denominator, during gameplay. This process deepens students' conceptual understanding of fractions, decimals, and geometric properties by bridging the gap between manipulation and abstraction.

To explain the motivational effects of game-based learning, Self-Determination Theory (Deci & Ryan, 2000) is integrated into this framework. Self-Determination Theory posits that individuals' motivation is contingent upon the satisfaction of three basic psychological needs: autonomy, competence, and relatedness. GeoGebra-based games foster autonomy by allowing students to exercise agency during gameplay, enhance competence as they experience success in solving mathematical problems, and support relatedness through collaborative group activities. For instance, in a game involving algebraic expressions, students utilize GeoGebra's interactive graphs to explore solutions via guided trial and error, thereby reinforcing their sense of competence. These motivational constructs elucidate the underlying mechanisms through which game-based learning enhances mathematics achievement.

This theoretical framework synthesizes the pedagogical suitability of technology-assisted game-based learning and its efficacy in supporting mathematics learning processes. Specifically, constructivist learning theory elucidates the role of games in promoting active student engagement; Dienes' principles validate the effectiveness of games in representing mathematical concepts; and Self-Determination Theory explains the psychological mechanisms underpinning the motivational benefits of games. GeoGebra-based games converge these theoretical foundations, offering an innovative approach to teaching abstract topics such as fractions, decimals, and geometry. Accordingly, the present study aims to empirically test this framework by examining its impact on middle school students' mathematics achievement.

2. Method

2.1 Research Model

This study was conducted using a quasi-experimental design with a post-test control group. To ensure baseline comparability between the groups, classes were matched based on the students' mathematics achievement scores from the previous academic year. Specifically, classes exhibiting similar mean scores and standard deviations were identified and then randomly assigned to either the experimental group (technology-assisted game-based learning) or the control group (traditional instructional methods). This procedure ensured the initial equivalence of the groups, thereby enhancing the study's internal validity by minimizing the potential for selection bias.

2.2 Study Group

The study involved 142 students (72 female, 70 male) from the 5th and 6th grades of a middle school in Hakkâri, Turkey, during the 2021–2022 academic year. The experimental and control groups each consisted of 71 students. The study group was selected from a school located in a socio-economically disadvantaged region. The distribution of students by gender and grade is presented in Table 1.

Table 1. Distribution of the Study Group by Gender and Grade

Group	Female (5th Grade)	Female (6th Grade)	Male (5th Grade)	Male (6th Grade)	Total
Experimental	10	21	25	15	71
Control	21	20	14	16	71
Total	31	41	39	31	142

2.3 Data Collection Tools

Data were collected using two separate achievement tests developed by the researcher for the 5th and 6th-grade levels. The 5th-grade achievement test consisted of 12 items (4 multiple-choice and 8 open-ended), while the 6th-grade achievement test comprised 13 items (6 multiple-choice and 7 open-ended). To ensure the tests' content validity, a detailed table of specifications was prepared based on the Turkish Ministry of National Education (MEB) curriculum outcomes, and the items were reviewed by two mathematics education PhDs and one assessment specialist.

A pilot study was conducted with 30 students to evaluate the tests' psychometric properties. For the 5th-grade achievement test, item difficulty indices ranged between 0.42 and 0.81, and item discrimination indices were above 0.35 for all items. Similar results were obtained for the 6th-grade achievement test, and minor linguistic revisions were made to two items with low discrimination indices based on expert feedback. Since the tests included open-ended items requiring subjective evaluation, inter-rater reliability was employed instead of internal consistency coefficients. Student responses were independently scored by two mathematics teachers using a structured rating rubric developed by researchers and experts. Inter-rater reliability analysis revealed a high level of agreement (90%) for both grade levels.

To illustrate the direct alignment between the GeoGebra-based games and the assessment, representative items were included. For instance, a 5th-grade item linked to the 'Direction Finding' game asks students to: 'Point A is 3 units to the right and 2 units above point B. Represent this situation by drawing on squared paper.' Correspondingly, a 6th-grade item related to the 'Algebraic Expression Wheel' requires students to: 'Write the algebraic expression for the statement: 5 more than 3 times a number'.

2.3.1 Game Design

The instructional games implemented in the experimental group were custom-designed using GeoGebra Classic 5 and informed by Dienes' principles of mathematics instruction. A total of five games were developed, specifically targeting fractions, decimals, basic geometric concepts, and algebraic expressions. These games were engineered to cultivate students' problem-solving, critical thinking, and collaborative skills. For instance, a game on fractions leveraged dynamic sliders to visualize the comparison and addition of fractions through manipulative activities, providing students with immediate visual feedback. Similarly, a game on geometric concepts required students to construct basic shapes within the GeoGebra environment and calculate their area and perimeter through interactive exploration.

The pedagogical appropriateness of the games was evaluated by one Turkish language teacher, three mathematics teachers, and one academic. Each game was designed as a 20–30-minute activity and integrated into lesson plans over a 6-week period, with one 40-minute class session per week. The games were typically played in pairs or small groups to encourage collaborative learning. The distribution of game content by grade and topic is presented in Table 2.

Table 2. Distribution of Game Content by Grade and Topic

Grades	Unit	Topics
5 & 6	Unit 3	M.5.1.3. Fractions M.6.1.5. Operations with Fractions
5 & 6	Unit 3	M.5.1.5. Decimal Notation M.6.1.6. Decimal Notation
5	Unit 4	M.5.2.1. Basic Geometric Concepts and Drawings
6	Unit 4	M.6.2.1. Algebraic Expressions

2.3.2. Implementation Process

We conducted lessons for the experimental group using smartboards equipped with GeoGebra. In the 5th grade, lessons for both the experimental and control groups were delivered by the researcher, while in the 6th

grade, they were taught by a mathematics teacher with three years of experience. To mitigate the potential teacher effect and ensure pedagogical standardization, both the researcher and the teacher followed identical, structured lesson plans and implementation guidelines developed by the researcher. Prior to the study, the 6th-grade teacher received technical training on GeoGebra and the game-based instruction protocols. The researcher also monitored the 6th-grade lessons to ensure adherence to the experimental procedure. Control group lessons in both grades followed traditional methods, including whiteboard use and textbook activities. The implementation spanned 6 weeks, with both groups covering the same curriculum outcomes. In the experimental group, the topic was introduced in the first half of the lesson, followed by game-based activities. Student engagement during these games was monitored through observation notes, revealing high levels of participation.

The ethical process in the study was as follows:

- Ethics committee approval was obtained from the Scientific Ethics Committee of the Faculty of Education, Selcuk University (Approval date: 13.01.2022; Approval number: 18; Decision number: E.213672; Document date: 17.01.2022)
- Informed consent has been obtained from the participants.

2.4 Data Analysis

We coded achievement test scores as 'E-1, E-2, …, E-71' for the experimental group and 'C-1, C-2, …, C-71' for the control group. Data were analyzed using statistical software. Normality was assessed using the Kolmogorov-Smirnov test, with skewness and kurtosis values checked within the [-1, +1] range. Group comparisons were conducted using the independent samples t-test, and gender analyses were performed using the Mann-Whitney U test. Effect sizes were calculated using Cohen's d. All analyses were evaluated at a 95% confidence level ($p < 0.05$).

In addition to quantitative measures, qualitative data in the form of observation notes were collected during the implementation process to provide a deeper understanding of student engagement and conceptual development. These observation notes were analyzed using descriptive analysis, focusing on identifying specific cognitive shifts and behavioral patterns that quantitative tests might not fully capture. This qualitative analysis aimed to triangulate the data and explain the underlying reasons for the differences observed between the experimental and control groups.

2.5 Limitations

Several limitations should be acknowledged when interpreting the findings of this study. First, since the research utilized a convenience sample from a single public middle school in the Derecik district of Hakkâri, the generalizability of the results to diverse socio-economic or geographical contexts remains limited. Second, although pedagogical standardization was strictly maintained through shared lesson plans and researcher-led training, the use of different instructors for the 5th and 6th-grade levels may have introduced a potential teacher effect.

Furthermore, the study focused exclusively on academic achievement through a post-test design, meaning the long-term retention of the mathematical concepts and the affective impacts of the games (such as math anxiety or attitude) were not longitudinally measured. Finally, while the school's technological infrastructure was sufficient for GeoGebra integration via smartboards, the effectiveness of this approach in schools with limited digital resources remains a subject for future research. These factors should be taken into account when evaluating the scalability of the proposed game-based model.

3. Results

This section presents the analysis of the impact of technology-assisted game-based learning on middle school students' mathematics achievement, based on the achievement test scores of the experimental and control groups. The findings include normality analysis, group comparisons, gender analysis, and item-based achievement analysis.

3.1 Normality Analysis

The normality of the achievement test scores for the experimental and control groups was assessed using the Kolmogorov-Smirnov test. Skewness and kurtosis values fell within the [-1, +1] range, supporting normality. The results are presented in Tables 3 and 4.

Table 3. Normality Analysis of the 5th Grade Achievement Test

Group	N	Kolmogorov-Smirnov	p	Skewness	Kurtosis
Experimental	35	0.145	0.060	0.321	-0.154
Control	35	0.128	0.158	0.287	-0.209

Table 4. Normality Analysis of the 6th Grade Achievement Test

Group	N	Kolmogorov-Smirnov	p	Skewness	Kurtosis
Experimental	36	0.081	0.200	0.198	-0.321
Control	36	0.138	0.082	0.254	-0.176

As shown in Tables 3 and 4, the data for both grade levels exhibit normal distribution ($p > 0.05$). Skewness and kurtosis values within the [-1, +1] range further confirm normality.

3.2. Group Comparisons

The achievement test scores of the experimental and control groups were compared using the independent samples t-test. The results are presented in Tables 5 and 6.

Table 5. T-Test Results for 5th Grade Achievement Test

Group	N	Mean (X̄)	SD	t	p	Cohen's d
Experimental	35	73.37	17.859	4.305	0.000	1.02
Control	35	53.97	19.793			

Table 6. T-Test Results for 6th Grade Achievement Test

Group	N	Mean (X̄)	SD	t	p	Cohen's d
Experimental	36	71.91	14.116	5.149	0.000	1.24
Control	36	52.80	17.225			

As indicated in Tables 5 and 6, the experimental group's achievement scores were significantly higher than those of the control group ($p < 0.05$). Cohen's d values indicate a large effect size for the technology-assisted approach (5th grade: $d = 1.02$; 6th grade: $d = 1.24$).

3.3 Gender Analysis

Recent studies have provided evidence to elucidate the relationship between mathematics performance and gender, supporting the findings of the present study. Turkey's PISA (2015, 2018) reports, as noted herein, found no notable differences in mathematics performance between male and female students. Similarly, TIMSS (2015, 2019) data indicate no significant gender-based differences in mathematics performance among Turkish students, aligning with the current results. Research examining gender variables in mathematics achievement has produced varied outcomes. Earlier studies (Reyes, 1984; Peterson & Fennema, 1985; Hyde et al., 1990; Duru, 2002; Duru & Savaş, 2005; Ayvaz, 2014) reported that male students outperformed female students in mathematics. While some studies have found male students to perform better, others have reported superior performance by female students. Consistent with the present findings, some research has found no difference in mathematics performance between the two groups. In summary, the ability to consistently link gender to mathematics performance has not been conclusively demonstrated in prior studies.

The effect of gender on achievement was examined using the Mann-Whitney U test, as the normality assumption was not met for some gender subgroups (particularly 5th-grade male students), possibly due to small sample sizes or heterogeneity in data distribution. The results are presented in Tables 7 and 8.

Table 7. Gender Analysis for 5th Grade (Mann-Whitney U Test)

Group	N	Mean Rank	Sum of Ranks	U	p
Female	30	32.05	961.50	496.500	0.219
Male	40	38.09	1523.50		

Table 8. Gender Analysis for 6th Grade (Mann-Whitney U Test)

Group	N	Mean Rank	Sum of Ranks	U	p
Female	40	36.59	1463.50	636.500	0.968
Male	32	36.39	1164.50		

As shown in Tables 7 and 8, the effect of gender on achievement was not statistically significant ($p > 0.05$). This suggests that game-based learning has a similar impact on both female and male students.

3.4 Item-Based Achievement Analysis

An item-based analysis was conducted to examine performance across the topics covered in the achievement test, including fractions, decimals, basic geometric concepts (5th grade), and algebraic expressions (6th grade). The experimental group demonstrated higher success rates than the control group, particularly in questions related to abstract concepts. For example, in the 5th grade, the correct response rate for fraction-related questions was 82% in the experimental group compared to 58% in the control group.

To elucidate the reasons behind this performance gap, teacher observation notes recorded during the implementation were integrated into the analysis. Observations revealed that the games specifically addressed deep-seated misconceptions. In the 5th-grade fractions unit, students in the control group frequently made errors when representing fractions on a number line, often failing to perceive the "spatial distance" between points. In contrast, students in the experimental group, through the 'Direction Finding' game, practiced visualizing fractions as dynamic distances rather than static symbols. This spatial visualization allowed them to make significantly fewer errors in ordering and comparing fractions.

Similarly, in the 6th grade, the experimental group outperformed the control group in algebraic expression questions (75% versus 50%). Teacher observations during the 'Algebraic Expression Wheel' game noted a critical shift in students' understanding of variables. While control group students often confused variables with constant terms, the game mechanics in the experimental group required students to categorize terms correctly to earn points and progress. This immediate feedback loop in a

game-based environment helped students overcome the confusion between variables and constants, leading to fewer procedural errors in the post-test. These findings indicate that GeoGebra-based games are particularly effective in facilitating the visualization of abstract concepts by providing a bridge between symbolic rules and conceptual logic.

4. Discussion

The results revealed that the experimental group's achievement scores (5th grade: $\bar{X}$ = 73.37, SD = 17.86; 6th grade: $\bar{X}$ = 71.91, SD = 14.12) were significantly higher than those of the control group, which received traditional instruction (5th grade: $\bar{X}$ = 53.97, SD = 19.79; 6th grade: $\bar{X}$ = 52.80, SD = 17.23) ($p < 0.05$). The substantial effect sizes (5th grade: Cohen's d = 1.02; 6th grade: d = 1.24) demonstrate that GeoGebra-based games have a profound and transformative impact on mathematics learning. Notably, the experimental group exhibited higher success rates in abstract topics such as fractions and decimals (e.g., fractions: experimental group 82%, control group 58%). These findings align with the studies of Cheung and Slavin (2013) and Boyle et al. (2014), which report that technology-assisted instruction enhances academic achievement.

The theoretical success of this intervention can be explained through Dual Coding Theory (Paivio, 1990) and Cognitive Load Theory (Sweller, 1988). GeoGebra's dynamic visualizations provided a learning environment consistent with constructivist theory, allowing students to process abstract mathematical concepts through both visual and verbal channels simultaneously. By providing dynamic representations of topics like fractions and decimals, the software reduced extraneous cognitive load, enabling students to focus on the essential cognitive processing required for conceptual understanding. Specifically, the manipulation of sliders and dynamic objects in GeoGebra allowed students to observe the immediate consequences of mathematical changes. This simultaneity meant that students did not have to expend mental energy on mentally animating static textbook images, thereby redirecting their cognitive resources toward understanding the underlying mathematical relationships.

Furthermore, consistent with Vygotsky's Zone of Proximal Development (Vygotsky & Cole, 1978), the interactive nature of these games acted as a digital scaffold, providing immediate feedback that allowed students to master complex mathematical tasks that they might have struggled with in a static, traditional environment. In traditional settings, a single teacher cannot provide instantaneous, personalized scaffolding for every student at the exact moment of a misconception. However, the game-based environment established a digital feedback loop that addressed individual student needs in real-time. By providing hints and corrective feedback during gameplay, the software functioned as a "more knowledgeable other," bridging the gap between what students could do independently and what they could achieve with expert digital support.

This personalized digital support was clearly reflected in the students' heightened engagement levels. While traditional methods in the control group were observed to sustain student interest for only the first ten minutes before leading to boredom and off-task behaviors, the experimental group maintained a remarkably dynamic learning environment. Teachers reported that students requested to play the games repeatedly, remained significantly more active, and displayed improved attitudes toward the subject. This engagement was not merely behavioral but was deeply rooted in the 'constructivist discovery' process; rather than being passive recipients of formulas, students acted as active agents building their own mathematical knowledge through game-based tasks.

Specifically, observations revealed that the games directly addressed persistent misconceptions. For instance, in the 5th-grade fractions unit, students initially struggled with the spatial representation of fractions on a number line. However, during the "Direction Finding" game, students began to visualize fractions as spatial distances, which significantly reduced errors in ordering fractions compared to the control group. In 6th grade, while students frequently confused variables and constants, observations during the "Algebraic Expression Wheel" game showed that the game mechanics forced students to categorize terms correctly to progress, leading to fewer procedural errors and a deeper understanding of algebraic structures. The game mechanics effectively translated abstract algorithmic rules into logical necessities for success within the game world.

The absence of a significant gender effect on achievement ($p > 0.05$) indicates that game-based learning yields equitable outcomes for both female and male students. This finding aligns with studies indicating gender-neutral effects in game-based mathematics learning (Qian & Clark, 2016; Ergül & Doğan, 2022; Efe Kendüzler, 2023). However, some studies, such as Ayvaz (2014), have reported male students' superiority in mathematics. The gender neutrality observed here may be attributed to the interactive nature of GeoGebra, which appeals to diverse learning styles regardless of gender, and the socio-cultural context of Hakkâri, where gender roles may have a limited influence on current academic competition.

A critical pedagogical gap was identified in the examination of middle school mathematics textbooks, revealing a sharp decline in games as grade levels progress (from 22 activities in 5th grade to zero in 8th grade). This reduction may potentially be linked to the intensified focus on the High School Entrance Exam (LGS). Given that gamification reduces mathematics anxiety (Yaftian & Abdi, 2021), this study argues that the transition to exam preparation should not necessitate a move away from gamified instruction. On the contrary, digital games represent a vital bridge for maintaining engagement.

5. Conclusion and Recommendations

This study evaluated the contribution of technology-assisted game-based learning to the mathematics achievement of middle school students. Based on these results, several multi-dimensional recommendations are proposed for researchers, educators, and policymakers. Theoretically, the integration of digital games should align with Dienes' principle of multiple representations (Dienes, 1963), fostering conceptual learning. Practically, it is recommended that the Ministry of National Education (MEB) enrich the EBA platform with GeoGebra-based games to provide accessible, high-quality digital resources.

Regarding national assessments, a potential policy shift could be considered in which the LGS incorporates skill-based questions that utilize game mechanics. Presenting complex geometry or probability problems within a digital or paper-based game scenario might help foster higher-order thinking while potentially reducing exam-related anxiety. Furthermore, to possibly address the "technological fear" or "pedagogical exhaustion" some teachers experience, it is suggested that comprehensive in-service training focused on game design principles and technical infrastructure could be provided. These training sessions might be designed as hybrid (face-to-face or distance) models tailored to different target audiences.

To promote long-term sustainability, it could be beneficial to consider including "Educational Games and Gamification" as a comprehensive course within the Faculty of Education curricula. Such an integration might help ensure that pre-service teachers begin their professional careers with the necessary competencies to implement technology-supported learning more effectively. Additionally, schools might explore the possibility of establishing skill-based and technology-supported "Game Workshops." In such environments, students could potentially participate in the game design process and develop their own educational games under expert guidance, which may further enrich their mathematical understanding.

Finally, a collaborative effort between academics and ministry officials could be initiated to create comprehensive activity guidebooks for every grade level, detailing various technology-supported game activities. Such resources might not only support professional development but could also potentially create systemic awareness among teachers across all state schools. While international and domestic literature confirms the contribution of digital games to mathematical processing, current platforms like EBA appear to remain limited in content. Strengthening EBA with new games designed specifically for challenging curriculum outcomes could be considered a significant step in the digital transformation of mathematics education. Future research might benefit from involving larger and more diverse samples to investigate the long-term retention and affective contributions of these game-based approaches across different educational levels.

Türkçe Metin

1. Giriş

Bilim ve teknolojideki hızlı ilerleme, bilgi toplumlarındaki bireylerin dijital yetkinliklerini ve rekabet kapasitelerini geliştirmeleri gerekliliğini ortaya koymuştur (Amable & Verspagen, 1995). Bu doğrultuda eğitim sistemleri, teknolojinin entegrasyonu yoluyla öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini geliştirmeyi amaçlamaktadır (Ünal ve ark., 2004). Matematik eğitimi; problem çözme, eleştirel düşünme ve mantıksal akıl yürütme gibi becerileri destekleyerek yaşam boyu öğrenmede temel bir rol oynamaktadır (Baydar & Bulut, 2002). Ancak, öğrencilerin matematiğe yönelik kaygıları, motivasyon eksiklikleri ve soyut kavramları anlamlandırmada yaşadıkları zorluklar, öğrenme süreçlerini olumsuz etkileyebilmektedir (Middleton & Spanias, 1999; Muijs & Reynolds, 2000; Ashcraft, 2002). Bu zorluklar, özellikle sosyo-ekonomik açıdan dezavantajlı bölgelerdeki öğrenciler için daha belirgindir. Örneğin, Hakkâri gibi illerde düşük gelir düzeyi ve sınırlı eğitim altyapısı, öğrencilerin akademik başarısını olumsuz yönde etkilemektedir (TÜİK, 2019). PISA 2015 sonuçları, Türkiye'deki düşük sosyo-ekonomik düzeyden gelen öğrencilerin fen okuryazarlığında OECD ortalamasının yaklaşık 68 puan altında performans sergilediğini göstermektedir (OECD, 2016). Sonuç olarak, bu tür bölgelerde yenilikçi öğretim yaklaşımlarına duyulan ihtiyaç açıkça görülmektedir.

Teknoloji destekli öğretim, matematik eğitiminde dönüştürücü bir yaklaşım olarak yaygın bir kabul görmektedir. Özellikle oyun tabanlı öğrenme, öğrencilerin motivasyonunu artırarak öğrenme sürecini daha ilgi çekici ve anlamlı hale getirebilmektedir (Boyle ve ark., 2014). Oyunlar, matematiksel kavramların görselleştirilmesine olanak tanıyarak öğrenci kaygısını potansiyel olarak azaltmakta ve sınıf içi katılımı teşvik etmektedir (Umay, 2002). GeoGebra gibi dijital platformlar, dinamik ve etkileşimli öğrenme ortamları sunarak bu süreci daha da güçlendirmektedir (Cheung & Slavin, 2013). Bununla birlikte, teknoloji destekli oyun tabanlı öğrenmenin etkisi, Türkiye'de ve özellikle Hakkâri gibi sosyo-ekonomik açıdan dezavantajlı bölgelerde henüz yeterince araştırılmamıştır. Bu bağlamda mevcut çalışma, teknoloji destekli oyun tabanlı öğrenmenin ortaokul öğrencilerinin matematik başarısı üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamaktadır.

Çalışmanın temel araştırma sorusu şudur: "5. ve 6. sınıf matematik müfredatından seçilen konuların teknoloji destekli oyunlarla öğretilmesinin öğrencilerin matematik başarısı üzerindeki etkisi nedir?" Bu soru; öğrencilerin kavramsal anlamalarını ve motivasyonlarını artırarak geleneksel öğretim yöntemlerinin sınırlılıklarını aşmak için tasarlanmış bir yaklaşımı değerlendirmeyi hedeflemektedir. Çalışma özelinde; kesirler, ondalık gösterimler ve temel geometrik kavramlar gibi soyut konuların öğretiminde GeoGebra tabanlı oyunların etkisi incelenmektedir.

1.1. Alt Problemler

1. Deney ve kontrol gruplarının matematik başarı puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?

2. Deney grubundaki öğrencilerin başarı puanları cinsiyete göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?

Bu çalışma; teknoloji destekli yenilikçi yaklaşımların uygulanabilirliğini ve etkililiğini ortaya koyarak, Türkiye'de ve özellikle dezavantajlı bölgelerde matematik eğitimine hem teorik hem de pratik açıdan katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Elde edilen bulgular; müfredat geliştirme, öğretmen eğitimi ve dijital içerik tasarım süreçlerine rehberlik edebilir.

1.2. Literatür Taraması

Matematik eğitimi; öğrencilerin soyut kavramları anlamlandırmalarını, problem çözme becerilerini geliştirmelerini ve eleştirel düşünme yetkinliklerini artırmalarını amaçlamaktadır (NCTM, 1989). Ancak geleneksel öğretim yöntemleri, öğrenci motivasyonunu korumada ve soyut matematiksel kavramları bağlamsallaştırmada sıklıkla yetersiz kalmaktadır (Dursun & Dede, 2004). Bu sınırlılıklar; kesirler, ondalık gösterimler ve cebirsel ifadeler gibi soyut konuların öğretiminde özellikle belirgindir. Bu zorlukların aşılmasında oyun tabanlı öğrenme etkili bir alternatif olarak sunulmaktadır. Umay (2002), eğitsel oyunların sınıf içi motivasyonu artırdığını ve matematiksel kavramların kazanılmasına katkı sağladığını belirtmektedir. Ayrıca Altun (2013) oyunların problem çözme becerilerini geliştirdiğini, Boyle ve ark. (2014) ise eleştirel düşünme ve iş birliği yeteneklerini desteklediğini vurgulamaktadır.

Teknoloji destekli oyun tabanlı öğrenme, GeoGebra gibi dijital platformların sunduğu etkileşimli ve dinamik ortamlardan yararlanarak matematik eğitiminin etkililiğini artırmaktadır. Cheung ve Slavin (2013) tarafından gerçekleştirilen bir meta-analiz çalışması, teknoloji destekli öğretim uygulamalarının matematik başarısını artırdığını ortaya koymuştur. Benzer şekilde Wouters ve ark. (2013), oyun tabanlı öğrenmenin akademik başarı üzerindeki olumlu etkilerini vurgulayan kapsamlı bir inceleme sunmuştur. Tokaç ve ark. (2019) tarafından yapılan daha güncel bir meta-analiz çalışması ise oyun tabanlı öğrenmenin matematik eğitimi üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğunu ve bu etkinin özellikle ortaokul düzeyinde belirginleştiğini rapor etmektedir. GeoGebra gibi araçlar, matematiksel kavramların görselleştirilmesini kolaylaştırarak öğrencilerin kavramsal anlamalarını

güçlendirmektedir. Bu bulgularla uyumlu olarak Kösa ve Karakuş (2010), dinamik yazılımların etkileşimli görselleştirme yoluyla öğrencilerin karmaşık yapıları anlama becerilerini özellikle geliştirdiğini göstermiştir. Bu durum, soyut matematiksel teoriler ile somut bilişsel anlama arasındaki boşluğun kapatılmasında dinamik dijital ortamların temel bir gereklilik olduğu varsayımını desteklemektedir.

STEM eğitimi bağlamında oyun tabanlı öğrenmenin önemi giderek artmaktadır. Hwang ve Chang (2021), teknoloji destekli oyunların öğrencilerin gerçek dünya problemlerini çözme becerilerini geliştirdiğini ve STEM alanlarındaki motivasyonlarını artırdığını göstermektedir. Bununla birlikte, alan yazında oyun öğelerinin matematiksel içeriğin önüne geçmemesi gerektiği konusunda sıklıkla uyarılar yapılmaktadır (Altun, 2013). Bu doğrultuda; oyunların pedagojik tasarımı, müfredatla uyumu ve öğrencilerin bilişsel seviyelerine uygunluğu, etkililiklerini belirleyen temel faktörlerdir.

Cinsiyet, oyun tabanlı öğrenmenin etkilerini inceleyen çalışmalarda sıklıkla ele alınan bir değişken olsa da ampirik bulgular henüz kesin bir sonuca ulaşmamıştır. Bazı çalışmalar erkek öğrencilerin matematik başarısında kız öğrencilerden daha yüksek performans sergilediğini rapor ederken (Reyes, 1984; Hyde ve ark., 1990; Ayvaz, 2014), diğerleri kız öğrencilerin daha başarılı olduğunu veya cinsiyete dayalı anlamlı bir fark oluşmadığını öne sürmektedir (Qian & Clark, 2016; Ergül & Doğan, 2022; Efe Kendüzler, 2023). Türkiye bağlamında, PISA (2015, 2018) ve TIMSS (2015, 2019) raporları, erkek ve kız öğrencilerin matematik performansları arasında anlamlı bir fark olmadığını veya bu farkın oldukça düşük olduğunu göstermektedir (Akyüz & Pala, 2010). Bu çelişkili sonuçlar; kültürel faktörlere, oyunların cinsiyet duyarlı tasarımına veya örneklem özelliklerine bağlanabilir. Örneğin, oyunların görsel veya rekabetçi öğeleri farklı cinsiyet gruplarını farklı şekillerde etkileyebilir (Tokaç ve ark., 2019).

Türkiye'de oyun tabanlı öğrenme üzerine yapılan araştırmalar, özellikle FATİH Projesi ve EBA platformu gibi teknoloji entegrasyonu girişimleriyle birlikte önemli bir ivme kazanmıştır. Ancak bu çalışmaların büyük bir çoğunluğu büyük metropollerde yürütülmüş olup Hakkâri gibi sosyoekonomik açıdan dezavantajlı bölgelerde sınırlı sayıda ampirik uygulama yapılmıştır. Sonuç olarak, mevcut alan yazın teknoloji destekli oyun tabanlı öğrenmenin matematik başarısını artırabileceğini öne sürse de cinsiyet ve bölgesel faktörlerin bu sonuç üzerindeki etkisi daha fazla araştırılmaya ihtiyaç duymaktadır.

Bu çalışma, teknoloji destekli oyun tabanlı öğrenmenin (özellikle GeoGebra tabanlı oyunların) ortaokul matematik başarısı üzerindeki etkisini inceleyerek alan yazına katkıda bulunmayı amaçlamaktadır. Çalışma, cinsiyet değişkenini de göz önünde bulundurarak oyun tabanlı öğrenmenin farklı öğrenci grupları üzerindeki etkililiğini değerlendirmektedir.

1.3. Kuramsal Çerçeve

Bu çalışma teorik olarak yapılandırmacı öğrenme kuramı, Dienes'in matematik öğretimi ilkeleri ve Öz-Belirleme Kuramı (Self-Determination Theory) üzerine temellendirilmiştir. Yapılandırmacı öğrenme kuramı, öğrencilerin bilgiyi pasif bir şekilde almaktan ziyade keşif ve deneyim yoluyla aktif olarak inşa ettiklerini savunur (Dewey, 1916). Matematik eğitiminin pedagojik çerçevesi içinde bu kuram, öğrencilerin soyut kavramları içselleştirebilmeleri için etkileşimli ve anlamlı öğrenme ortamlarına ihtiyaç duyduklarını öne sürer. Oyun tabanlı öğrenme; öğrencilere problem çözme, akıl yürütme ve keşfetme yoluyla matematiksel kavramları yapılandırma olanağı tanıyarak yapılandırmacı yaklaşımla örtüşmektedir. GeoGebra gibi dijital platformlar ise öğrencilerin matematiksel kavramları aktif bir şekilde keşfetmelerini kolaylaştıran dinamik görselleştirmeler ve etkileşimli araçlar sunarak bu süreci hızlandırmaktadır.

Dienes'in matematik öğretimi ilkeleri, matematiksel fikirlerin dinamik, etkileşimli ve çoklu temsil yoluyla kavramsallaştırılmasını vurgular. Dienes, soyut kavramların içselleştirilmesini kolaylaştırmak için somut materyallerden soyut sembollere geçiş yapan iskeleli bir ilerlemeyi savunur. Bu çalışmada, GeoGebra tabanlı oyunlar bu ilkelerle uyumlu olarak tasarlanmıştır. Örneğin, kesirlerle ilgili oyunlarda; sayısal, grafiksel ve geometrik temsilleri kesintisiz bir şekilde bütünleştirmek için GeoGebra'nın sürgüleri ve görsel araçları kullanılmış, böylece Matematiksel Değişkenlik İlkesi desteklenmiştir. Dinamik temsil ilkesi ise öğrencilerin oyun sırasında pay ve payda gibi parametreleri değiştirerek gerçek zamanlı sonuçları gözlemlemelerine olanak tanır. Bu süreç, manipülasyon ile soyutlama arasındaki boşluğu doldurarak öğrencilerin kesirler, ondalık gösterimler ve geometrik özelliklere ilişkin kavramsal anlamalarını derinleştirmektedir.

Oyun tabanlı öğrenmenin motivasyonel etkilerini açıklamak amacıyla Öz-Belirleme Kuramı (Deci & Ryan, 2000) bu çerçeveye dahil edilmiştir. Öz-Belirleme Kuramı, bireylerin motivasyonunun üç temel psikolojik ihtiyacın karşılanmasına bağlı olduğunu öne sürer: özerklik, yetkinlik ve ilişkili olma. GeoGebra tabanlı oyunlar, öğrencilere oyun sırasında kendi kararlarını verme imkânı sunarak özerkliği, matematik problemlerini çözerken başarıyı deneyimlemelerini sağlayarak yetkinliği ve işbirlikli grup etkinlikleri aracılığıyla ilişkili olma ihtiyacını desteklemektedir. Örneğin, cebirsel ifadeleri içeren bir oyunda öğrenciler, GeoGebra'nın etkileşimli grafiklerini kullanarak rehberli deneme-yanılma yoluyla çözümleri keşfetmekte ve bu durum yetkinlik duygularını güçlendirmektedir. Bu motivasyonel yapılar, oyun tabanlı öğrenmenin matematik başarısını artırdığı temel mekanizmaları açıklamaktadır.

Bu kuramsal çerçeve, teknoloji destekli oyun tabanlı öğrenmenin pedagojik uygunluğunu ve matematik öğrenme süreçlerini desteklemedeki etkililiğini sentezlemektedir. Spesifik olarak; yapılandırmacı öğrenme kuramı oyunların öğrenci katılımını teşvik etmedeki rolünü açıklar, Dienes'in ilkeleri oyunların

matematiksel kavramları temsil etmedeki etkililiğini doğrular ve Öz-Belirleme Kuramı oyunların motivasyonel faydalarının temelindeki psikolojik mekanizmaları açıklar. GeoGebra tabanlı oyunlar bu teorik temelleri bir araya getirerek kesirler, ondalık gösterimler ve geometri gibi soyut konuların öğretiminde yenilikçi bir yaklaşım sunmaktadır. Bu doğrultuda mevcut çalışma, söz konusu çerçeveyi ortaokul öğrencilerinin matematik başarısı üzerindeki etkisini inceleyerek ampirik olarak test etmeyi amaçlamaktadır.

2. Yöntem

2.1 Araştırma Modeli

Bu çalışma, son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılarak yürütülmüştür. Gruplar arasındaki başlangıç denkliğini sağlamak amacıyla sınıflar, öğrencilerin bir önceki akademik yıla ait matematik başarı puanlarına göre eşleştirilmiştir. Spesifik olarak; benzer aritmetik ortalama ve standart sapma değerlerine sahip sınıflar belirlenmiş ve ardından bu sınıflar rastgele bir şekilde deney grubu (teknoloji destekli oyun tabanlı öğrenme) veya kontrol grubu (geleneksel öğretim yöntemleri) olarak atanmıştır. Bu prosedür, grupların başlangıçtaki denkliğini sağlayarak seçilim yanlılığı olasılığını en aza indirmiş ve böylece çalışmanın iç geçerliğini artırmıştır.

2.2 Çalışma Grubu

Araştırma, 2021–2022 eğitim-öğretim yılında Türkiye'nin Hakkâri ilindeki bir ortaokulun 5. ve 6. sınıflarında öğrenim gören 142 öğrenci (72 kız, 70 erkek) ile yürütülmüştür. Deney ve kontrol gruplarının her biri 71 öğrenciden oluşmaktadır. Çalışma grubu, sosyoekonomik açıdan dezavantajlı bir bölgede yer alan bir okuldan seçilmiştir. Öğrencilerin cinsiyet ve sınıf düzeyine göre dağılımı Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Çalışma Grubunun Cinsiyet ve Sınıf Düzeyine Göre Dağılımı

Grup	Kız (5. Sınıf)	Kız (6. Sınıf)	Erkek (5. Sınıf)	Erkek (6. Sınıf)	Toplam
Deney	10	21	25	15	71
Kontrol	21	20	14	16	71
Toplam	31	41	39	31	142

2.3 Veri Toplama Araçları

Araştırmanın verileri, araştırmacı tarafından 5. ve 6. sınıf düzeyleri için geliştirilen iki ayrı başarı testi aracılığıyla toplanmıştır. 5. sınıf başarı testi 12 maddeden (4 çoktan seçmeli ve 8 açık uçlu), 6. sınıf başarı testi ise 13 maddeden (6 çoktan seçmeli ve 7 açık uçlu) oluşmaktadır. Testlerin kapsam geçerliğini sağlamak amacıyla, Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) müfredat kazanımları esas alınarak ayrıntılı bir belirtke tablosu hazırlanmış ve maddeler matematik eğitimi alanında doktora derecesine sahip iki uzman ile bir ölçme ve değerlendirme uzmanı tarafından incelenmiştir.

Testlerin psikometrik özelliklerini değerlendirmek amacıyla 30 öğrenci ile bir pilot çalışma yürütülmüştür. 5. sınıf başarı testi için madde güçlük indekslerinin 0,42 ile 0,81 arasında değiştiği, madde ayırt edicilik indekslerinin ise tüm maddeler için 0,35'in üzerinde olduğu belirlenmiştir. 6. sınıf başarı testi için de benzer sonuçlar elde edilmiş; uzman görüşleri doğrultusunda, ayırt edicilik indeksi düşük olan iki maddede küçük dilsel revizyonlar yapılmıştır. Testler, öznel değerlendirme gerektiren açık uçlu maddeler içerdiğinden, iç tutarlık katsayıları yerine puanlayıcılar arası güvenirlik yöntemi kullanılmıştır. Öğrenci yanıtları, araştırmacılar ve uzmanlar tarafından geliştirilen yapılandırılmış bir dereceli puanlama anahtarı (rubrik) kullanılarak iki matematik öğretmeni tarafından bağımsız olarak puanlanmıştır. Puanlayıcılar arası güvenirlik analizi, her iki sınıf düzeyi için de yüksek düzeyde bir uyum (%90) olduğunu ortaya koymuştur.

GeoGebra tabanlı oyunlar ile ölçme araçları arasındaki doğrudan uyumu örneklendirmek adına testlerden temsilî maddelere yer verilmiştir. Örneğin, 5. sınıf "Yön Bulma" oyunuyla ilişkili bir maddede öğrencilerden şu istenmektedir: "A noktası, B noktasının 3 birim sağında ve 2 birim yukarısındadır. Bu durumu kareli kağıt üzerinde çizerek gösteriniz." Benzer şekilde, 6. sınıf "Cebirsel İfade Çarkı" ile ilgili bir madde, öğrencilerin şu ifadeyi yazmasını gerektirmektedir: "Bir sayının 3 katının 5 fazlası ifadesine karşılık gelen cebirsel ifadeyi yazınız."

2.3.1. Oyun Tasarımı

Deney grubunda uygulanan öğretim amaçlı oyunlar, GeoGebra Classic 5 yazılımı kullanılarak araştırmacı tarafından özel olarak tasarlanmış ve Dienes'in matematik öğretimi ilkeleri temel alınarak yapılandırılmıştır. Kesirler, ondalık gösterimler, temel geometrik kavramlar ve cebirsel ifadeleri hedefleyen toplam beş oyun geliştirilmiştir. Bu oyunlar; öğrencilerin problem çözme, eleştirel düşünme ve iş birliği becerilerini geliştirmek üzere kurgulanmıştır. Örneğin, kesirlerle ilgili bir oyunda, dinamik sürgüler aracılığıyla kesirlerin karşılaştırılması ve toplanması manipülatif etkinliklerle görselleştirilmiş ve öğrencilere anlık görsel dönüt sağlanmıştır. Benzer şekilde, geometrik kavramlarla ilgili bir oyun, öğrencilerin GeoGebra ortamında temel şekilleri oluşturmalarını ve etkileşimli keşif yoluyla bu şekillerin alan ve çevrelerini hesaplamalarını gerektirmiştir.

Oyunların pedagojik uygunluğu bir Türkçe öğretmeni, üç matematik öğretmeni ve bir akademisyen tarafından değerlendirilmiştir. Her bir oyun 20-30 dakikalık bir etkinlik olarak tasarlanmış; 6 haftalık bir süreçte, haftada bir ders saati (40 dakika) olacak şekilde ders planlarına entegre edilmiştir. Oyunlar, iş birliğine dayalı öğrenmeyi teşvik etmek amacıyla genellikle ikili veya küçük gruplar halinde oynatılmıştır. Oyun içeriklerinin sınıf düzeyi ve konu başlıklarına göre dağılımı Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Oyun İçeriklerinin Sınıf Düzeyi ve Konu Başlıklarına Göre Dağılımı

Sınıflar	Ünite	Konular
5 ve 6	3. Ünite	M.5.1.3. Kesirler M.6.1.5. Kesirlerle İşlemler
5 ve 6	3. Ünite	M.5.1.5. Ondalık Gösterim M.6.1.6. Ondalık Gösterim
5	4. Ünite	M.5.2.1. Temel Geometrik Kavramlar ve Çizimler
6	4. Ünite	M.6.2.1. Cebirsel İfadeler

2.3.2. Uygulama Süreci

Deney grubundaki dersler, GeoGebra yazılımı yüklü akıllı tahtalar kullanılarak yürütülmüştür. 5. sınıf düzeyinde hem deney hem de kontrol grubunun dersleri araştırmacı tarafından yürütülürken; 6. sınıf düzeyinde dersler, üç yıllık deneyime sahip bir matematik öğretmeni tarafından işlenmiştir. Olası öğretmen etkisini azaltmak ve pedagojik standardizasyonu sağlamak amacıyla hem araştırmacı hem de öğretmen, araştırmacı tarafından geliştirilen yapılandırılmış ve özdeş ders planları ile uygulama yönergelerini takip etmiştir. Uygulama öncesinde, 6. sınıf öğretmenine GeoGebra yazılımı ve oyun tabanlı öğretim protokolleri hakkında teknik eğitim verilmiştir. Ayrıca araştırmacı, deneysel prosedüre bağlılığı doğrulamak amacıyla 6. sınıf derslerini gözlemlemiştir. Her iki sınıf düzeyindeki kontrol grubu dersleri; beyaz tahta kullanımı ve ders kitabı etkinliklerini içeren geleneksel yöntemlerle işlenmiştir. Uygulama, her iki grubun da aynı müfredat kazanımlarını kapsadığı 6 haftalık bir süreci kapsamıştır. Deney grubunda dersin ilk yarısında konu anlatımı yapılmış, ardından oyun tabanlı etkinliklere geçilmiştir. Oyunlar sırasındaki öğrenci katılımı gözlem notları aracılığıyla takip edilmiş ve katılım düzeyinin yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çalışmanın etik süreci şu şekilde yürütülmüştür:

- Araştırma için Selçuk Üniversitesi Eğitim Fakültesi Bilimsel Etik Kurulu'ndan etik kurul onayı alınmıştır (Onay tarihi: 13.01.2022; Onay numarası: 18; Karar numarası: E.213672; Belge tarihi: 17.01.2022).
- Katılımcılardan bilgilendirilmiş onam (aydınlatılmış onam) alınmıştır.

2.4 Veri Analizi

Başarı testi puanları; deney grubu için "D-1, D-2, …, D-71", kontrol grubu için ise "K-1, K-2, …, K-71" şeklinde kodlanmıştır. Veriler, istatistiksel analiz yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediği Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirilmiş; çarpıklık ve basıklık değerlerinin [-1, +1] aralığında olduğu kontrol edilmiştir. Gruplar arası karşılaştırmalarda bağımsız örneklemler t-testi, cinsiyete dayalı analizlerde ise Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Etki büyüklükleri Cohen's d katsayısı ile hesaplanmıştır. Tüm analizler %95 güven düzeyinde ($p < 0,05$) değerlendirilmiştir. Nicel ölçümlerin yanı sıra, öğrencilerin katılım düzeylerini ve kavramsal gelişimlerini daha derinlemesine anlamlandırmak amacıyla uygulama sürecinde gözlem notları şeklinde nitel veriler toplanmıştır. Bu gözlem notları; nicel testlerin tam olarak yakalayamayabileceği belirli bilişsel değişimleri ve davranışsal örüntüleri belirlemeye odaklanarak betimsel analiz yöntemiyle incelenmiştir. Bu nitel analiz ile verilerin çeşitlendirilmesi ve deney ile kontrol grupları arasında gözlemlenen farkların altında yatan nedenlerin açıklanması amaçlanmıştır.

2.5. Sınırlılıklar

Bu çalışmanın bulguları yorumlanırken bazı sınırlılıkların göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Birincisi, araştırma Hakkâri'nin Derecik ilçesindeki tek bir devlet ortaokulundan seçilen bir uygun örneklem ile yürütüldüğünden, sonuçların farklı sosyoekonomik veya coğrafi bağlamlara genellenebilirliği sınırlıdır. İkincisi; ortak ders planları ve araştırmacı liderliğindeki eğitimler aracılığıyla pedagojik standardizasyon titizlikle korunmuş olsa da 5. ve 6. sınıf düzeylerinde farklı öğreticilerin görev alması, potansiyel bir öğretmen etkisine yol açmış olabilir. Ayrıca bu çalışma, son test deseni aracılığıyla yalnızca akademik başarıya odaklanmıştır; bu durum, matematiksel kavramların uzun süreli kalıcılığının ve oyunların duyuşsal etkilerinin (matematik kaygısı veya tutumu gibi) boylamsal olarak ölçülmediği anlamına gelmektedir. Son olarak; okulun teknolojik altyapısı, akıllı tahtalar aracılığıyla GeoGebra entegrasyonu için yeterli olsa da, bu yaklaşımın dijital kaynakları sınırlı olan okullardaki etkililiği gelecek araştırmaların konusudur. Önerilen oyun tabanlı modelin ölçeklenebilirliği değerlendirilirken bu faktörler dikkate alınmalıdır.

3. Bulgular

Bu bölümde; deney ve kontrol gruplarının başarı testi puanlarına dayalı olarak, teknoloji destekli oyun tabanlı öğrenmenin ortaokul öğrencilerinin matematik başarısı üzerindeki etkisine ilişkin analizler sunulmaktadır. Bulgular; normallik analizi, gruplar arası karşılaştırmalar, cinsiyet analizi ve madde bazlı başarı analizini kapsamaktadır.

3.1. Normallik Analizi

Deney ve kontrol gruplarının başarı testi puanlarının normalliği Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirilmiştir. Çarpıklık ve basıklık değerlerinin [-1, +1] aralığında olduğu belirlenmiş ve bu durum verilerin normal dağılım gösterdiğini desteklemiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 3 ve Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 3. 5. Sınıf Başarı Testi Puanlarının Normallik Analizi

Grup	N	Kolmogorov-Smirnov	p	Çarpıklık	Basıklık
Deney	35	0.145	0.060	0.321	-0.154
Kontrol	35	0.128	0.158	0.287	-0.209

Tablo 4. 6. Sınıf Başarı Testi Puanlarının Normallik Analizi

Grup	N	Kolmogorov-Smirnov	p	Çarpıklık	Basıklık
Deney	36	0.081	0.200	0.198	-0.321
Kontrol	36	0.138	0.082	0.254	-0.176

Tablo 3 ve 4'te görüldüğü üzere, her iki sınıf düzeyine ait veriler normal dağılım sergilemektedir ($p > 0,05$). Çarpıklık ve basıklık değerlerinin [-1, +1] aralığında olması da normallik varsayımını doğrulamaktadır.

3.2. Gruplar Arası Karşılaştırmalar

Deney ve kontrol gruplarının başarı testi puanları, bağımsız örneklemler t-testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 5 ve Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 5. 5. Sınıf Başarı Testi Puanlarına İlişkin t-Testi Sonuçları

Grup	N	Ortalama ($\bar{X}$)	SS	t	p	Cohen's d
Deney	35	73.37	17.859	4.305	0.000	1.02
Kontrol	35	53.97	19.793			

Tablo 6. 6. Sınıf Başarı Testi Puanlarına İlişkin t-Testi Sonuçları

Grup	N	Ortalama ($\bar{X}$)	SS	t	p	Cohen's d
Deney	36	71.91	14.116	5.149	0.000	1.24
Kontrol	36	52.80	17.225			

Tablo 5 ve 6'da belirtildiği üzere, deney grubunun başarı puanları kontrol grubuna kıyasla anlamlı derecede yüksektir ($p < 0,05$). Cohen's d değerleri, teknoloji destekli yaklaşımın etki büyüklüğünün yüksek olduğunu göstermektedir (5. sınıf: d = 1,02; 6. sınıf: d = 1,24).

3.3. Cinsiyet Analizi

Güncel çalışmalar, matematik performansı ile cinsiyet arasındaki ilişkiyi açıklığa kavuşturan kanıtlar sunarak bu çalışmanın bulgularını desteklemektedir. Daha önce de belirtildiği üzere, Türkiye'nin PISA (2015, 2018) raporları erkek ve kız öğrencilerin matematik performansları arasında dikkate değer bir fark bulmamıştır. Benzer şekilde TIMSS (2015, 2019) verileri de mevcut sonuçlarla uyumlu olarak, Türk öğrenciler arasında matematik performansında cinsiyete dayalı anlamlı bir farklılık olmadığını göstermektedir. Matematik başarısında cinsiyet değişkenini inceleyen araştırmalar ise çeşitli sonuçlar ortaya koymuştur. Önceki bazı çalışmalar (Reyes, 1984; Peterson & Fennema, 1985; Hyde ve ark., 1990; Duru, 2002; Duru & Savaş, 2005; Ayvaz, 2014), erkek öğrencilerin matematik dersinde kız öğrencilerden daha başarılı olduğunu rapor etmiştir. Bazı araştırmalar erkek öğrencilerin daha iyi performans sergilediğini bulurken, diğerleri kız öğrencilerin performansının daha üstün olduğunu rapor etmiştir. Mevcut bulgularla tutarlı olarak, bazı araştırmalar ise iki grup arasında matematik performansı açısından bir fark bulmamıştır. Özetle, önceki çalışmalarda cinsiyet ile matematik performansı arasında tutarlı bir ilişki olduğu kesin olarak kanıtlanamamıştır.

Cinsiyetin başarı üzerindeki etkisi Mann-Whitney U testi kullanılarak incelenmiştir; zira muhtemelen küçük örneklem boyutları veya veri dağılımındaki heterojenlik nedeniyle, bazı cinsiyet alt gruplarında (özellikle 5. sınıf erkek öğrencilerde) normallik varsayımı karşılanmamıştır. Sonuçlar Tablo 7 ve Tablo 8'de sunulmuştur.

Tablo 7. 5. Sınıf Düzeyi Cinsiyet Analizi (Mann-Whitney U Testi)

Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Kız	30	32.05	961.50	496.500	0.219
Erkek	40	38.09	1523.50		

Tablo 8. 6. Sınıf Düzeyi Cinsiyet Analizi (Mann-Whitney U Testi)

Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Kız	40	36.59	1463.50	636.500	0.968
Erkek	32	36.39	1164.50		

Tablo 7 ve 8'de görüldüğü üzere, cinsiyetin başarı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0,05$). Bu durum, oyun tabanlı öğrenmenin hem kız hem de erkek öğrenciler üzerinde benzer bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

3.4. Madde Bazlı Başarı Analizi

Başarı testinde yer alan kesirler, ondalık gösterimler, temel geometrik kavramlar (5. sınıf) ve cebirsel ifadeler (6. sınıf) konularındaki performansı incelemek amacıyla madde bazlı bir analiz yapılmıştır. Deney grubunun, özellikle soyut kavramlarla ilgili sorularda kontrol grubuna göre daha yüksek başarı oranları sergilediği görülmüştür. Örneğin; 5. sınıf düzeyinde kesirlerle ilgili sorularda doğru

cevaplanma oranı deney grubunda %82 iken, kontrol grubunda bu oran %58'de kalmıştır.

Bu performans farkının nedenlerini açıklığa kavuşturmak amacıyla, uygulama sürecinde tutulan öğretmen gözlem notları analize dahil edilmiştir. Gözlemler, oyunların özellikle kökleşmiş kavram yanılgılarını gidermede etkili olduğunu ortaya koymuştur. 5. sınıf kesirler ünitesinde, kontrol grubundaki öğrencilerin kesirleri sayı doğrusu üzerinde gösterirken sıklıkla hata yaptıkları ve noktalar arasındaki "uzamsal mesafeyi" algılamada başarısız oldukları görülmüştür. Buna karşın, deney grubundaki öğrenciler "Yön Bulma" oyunu aracılığıyla kesirleri statik semboller yerine dinamik mesafeler olarak görselleştirme pratiği yapmışlardır. Bu uzamsal görselleştirme, öğrencilerin kesirleri sıralama ve karşılaştırma konularında anlamlı derecede daha az hata yapmalarını sağlamıştır.

Benzer şekilde, 6. sınıf düzeyinde deney grubu, cebirsel ifadelerle ilgili sorularda kontrol grubundan daha üstün bir performans sergilemiştir (%75'e karşılık %50). "Cebirsel İfade Çarkı" oyunu sırasındaki öğretmen gözlemleri, öğrencilerin değişkenleri anlama biçimlerinde kritik bir değişim olduğunu kaydetmiştir. Kontrol grubu öğrencileri değişkenleri sıklıkla sabit terimlerle karıştırırken, deney grubundaki oyun mekaniği, öğrencilerin puan kazanmak ve ilerlemek için terimleri doğru şekilde kategorize etmelerini gerektirmiştir. Oyun tabanlı ortamdaki bu anlık dönüt döngüsü, öğrencilerin değişkenler ve sabitler arasındaki kafa karışıklığını aşmalarına yardımcı olmuş ve son testteki işlem hatalarının azalmasını sağlamıştır. Bu bulgular, GeoGebra tabanlı oyunların sembolik kurallar ile kavramsal mantık arasında bir köprü kurarak soyut kavramların görselleştirilmesini kolaylaştırmada özellikle etkili olduğunu göstermektedir.

4. Tartışma

Bu çalışma, teknoloji destekli oyun tabanlı öğrenmenin ortaokul öğrencilerinin matematik başarısına katkısını değerlendirmiştir. Sonuçlar, deney grubunun başarı puanlarının (5. sınıf: $\bar{X}$ = 73.37, SS = 17.86; 6. sınıf: $\bar{X}$ = 71.91, SS = 14.12), geleneksel öğretim alan kontrol grubundan (5. sınıf: $\bar{X}$ = 53.97, SS = 19.79; 6. sınıf: $\bar{X}$ = 52.80, SS = 17.23) anlamlı derecede yüksek olduğunu ortaya koymuştur ($p < 0.05$). Büyük etki büyüklükleri (5. sınıf: Cohen's d = 1.02; 6. sınıf: d = 1.24), GeoGebra tabanlı oyunların matematik öğrenimi üzerinde derin ve dönüştürücü bir etkiye sahip olduğunu kanıtlamaktadır. Özellikle deney grubu; kesirler ve ondalık sayılar gibi soyut konularda daha yüksek başarı oranları sergilemiştir (örneğin, kesirler: deney grubu %82, kontrol grubu %58). Bu bulgular, teknoloji destekli öğretimin akademik başarıyı artırdığını bildiren Cheung ve Slavin (2013) ile Boyle ve arkadaşlarının (2014) çalışmalarıyla örtüşmektedir.

Bu müdahalenin teorik başarısı, İkili Kodlama Kuramı (Paivio, 1990) ve Bilişsel Yük Kuramı (Sweller, 1988) ile açıklanabilir. GeoGebra'nın dinamik görselleştirmeleri, yapılandırmacı kuramla uyumlu bir öğrenme ortamı sağlayarak öğrencilerin soyut matematiksel kavramları hem görsel hem de sözel kanallar aracılığıyla eş zamanlı olarak işlemesine olanak tanımıştır. Yazılım, kesirler ve ondalık sayılar gibi konuların dinamik temsilini sunarak gereksiz bilişsel yükü azaltmış ve öğrencilerin kavramsal anlama için gerekli olan esas bilişsel sürece odaklanmalarını sağlamıştır. Özellikle, GeoGebra'daki sürgülerin ve dinamik nesnelerin manipülasyonu, öğrencilerin matematiksel değişikliklerin anlık sonuçlarını gözlemlemelerine izin vermiştir. Bu eş zamanlılık, öğrencilerin ders kitabındaki statik görselleri zihinlerinde canlandırmak için zihinsel enerji harcamak zorunda kalmadıkları, dolayısıyla bilişsel kaynaklarını temel matematiksel ilişkileri anlamaya yönlendirdikleri anlamına gelmektedir.

Ayrıca, Vygotsky'nin Yakınsal Gelişim Alanı (Vygotsky & Cole, 1978) ile uyumlu olarak, bu oyunların etkileşimli doğası dijital bir iskele görevi görmüş; öğrencilerin statik ve geleneksel bir ortamda zorlanabilecekleri karmaşık matematiksel görevlerde ustalaşmalarını sağlayan anlık geri bildirimler sunmuştur. Geleneksel ortamlarda, tek bir öğretmen her öğrenci için bir kavram yanılgısının oluştuğu tam o anda anlık ve kişiselleştirilmiş bir destek sağlayamaz. Ancak oyun tabanlı ortam, bireysel öğrenci ihtiyaçlarını gerçek zamanlı olarak karşılayan dijital bir geri bildirim döngüsü oluşturmuştur. Yazılım, oyun sırasında ipuçları ve düzeltici geri bildirimler sağlayarak "daha bilgili bir diğeri" işlevi görmüş; öğrencilerin bağımsız olarak yapabilecekleri ile uzman dijital desteğiyle başarabilecekleri arasındaki boşluğu doldurmuştur.

Bu kişiselleştirilmiş dijital destek, öğrencilerin artan bağlılık düzeylerine net bir şekilde yansımıştır. Kontrol grubundaki geleneksel yöntemlerin öğrenci ilgisini yalnızca ilk on dakika sürdürebildiği, sonrasında ise sıkılma ve görev dışı davranışlara yol açtığı gözlemlenirken; deney grubu dikkat çekici derecede dinamik bir öğrenme ortamını korumuştur. Öğretmenler, öğrencilerin oyunları tekrar tekrar oynamayı talep ettiklerini, önemli ölçüde daha aktif kaldıklarını ve derse karşı olumlu tutum sergilediklerini belirtmişlerdir. Bu bağlılık yalnızca davranışsal değil, kökleri 'yapılandırmacı keşif' sürecine dayanan derin bir bağlılıktır; öğrenciler formüllerin pasif alıcıları olmak yerine, oyun tabanlı görevler aracılığıyla kendi matematiksel bilgilerini inşa eden aktif özneler olarak hareket etmişlerdir.

Spesifik olarak gözlemler, oyunların kalıcı kavram yanılgılarını doğrudan ele aldığını ortaya koymuştur. Örneğin, 5. sınıf kesirler ünitesinde öğrenciler başlangıçta kesirlerin sayı doğrusu üzerindeki uzamsal temsiliyle ilgili zorluk yaşamışlardır. Ancak "Yön Bulma" oyunu sırasında öğrenciler kesirleri uzamsal mesafeler olarak görselleştirmeye başlamış, bu da kontrol grubuna kıyasla kesirleri sıralama hatalarını önemli ölçüde azaltmıştır. 6. sınıfta ise öğrenciler sıklıkla değişkenleri ve sabitleri birbirine karıştırırken, "Cebirsel İfade Çarkı" oyunu sırasındaki gözlemler, oyun mekaniğinin öğrencileri ilerlemek için terimleri doğru şekilde kategorize etmeye

zorladığını; bunun da daha az işlem hatasına ve cebirsel yapıların daha derinlemesine anlaşılmasına yol açtığını göstermiştir. Oyun mekaniği, soyut algoritmik kuralları oyun dünyası içinde başarı için mantıksal gerekliliklere etkili bir şekilde dönüştürmüştür.

Başarı üzerinde cinsiyetin anlamlı bir etkisinin olmaması ($p > 0.05$), oyun tabanlı öğrenmenin hem kız hem de erkek öğrenciler için hakkaniyetli sonuçlar verdiğini göstermektedir. Bu bulgu, oyun tabanlı matematik öğreniminde cinsiyetten bağımsız etkiler olduğunu belirten çalışmalarla (Qian & Clark, 2016; Ergül & Doğan, 2022; Efe Kendüzler, 2023) uyumludur. Ancak Ayvaz (2014) gibi bazı çalışmalar, erkek öğrencilerin matematikteki üstünlüğünü rapor etmiştir. Burada gözlemlenen cinsiyet tarafsızlığı, GeoGebra'nın cinsiyetten bağımsız olarak farklı öğrenme stillerine hitap eden etkileşimli doğasına ve cinsiyet rollerinin mevcut akademik rekabet üzerinde sınırlı bir etkiye sahip olabileceği Hakkâri'nin sosyo-kültürel bağlamına bağlanabilir.

Ortaokul matematik ders kitaplarının incelenmesiyle kritik bir pedagojik boşluk tespit edilmiş ve sınıf seviyesi ilerledikçe oyun sayısında keskin bir düşüş (5. sınıfta 22 etkinlikten 8. sınıfta sıfıra) olduğu görülmüştür. Bu azalma, potansiyel olarak Liselere Geçiş Sistemi (LGS) sınavına yönelik yoğunlaşan odakla bağlantılı olabilir. Oyunlaştırmanın matematik kaygısını azalttığı göz önüne alındığında (Yaftian & Abdi, 2021), bu çalışma sınav hazırlığına geçişin oyunlaştırılmış öğretimden uzaklaşmayı gerektirmemesi gerektiğini savunmaktadır. Aksine, dijital oyunlar katılımı sürdürmek için hayati bir köprü temsil etmektedir.

5. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma, teknoloji destekli oyun tabanlı öğrenmenin ortaokul öğrencilerinin matematik başarısına katkısını değerlendirmiştir. Bu sonuçlara dayanarak; araştırmacılar, eğitimciler ve politika yapıcılar için çok boyutlu öneriler sunulmaktadır. Teorik olarak, dijital oyunların entegrasyonu Dienes'in çoklu temsil ilkesi (Dienes, 1963) ile uyumlu olmalı ve kavramsal öğrenmeyi teşvik etmelidir. Uygulamada ise Milli Eğitim Bakanlığı'nın (MEB), erişilebilir ve yüksek kaliteli dijital kaynaklar sağlamak amacıyla EBA platformunu GeoGebra tabanlı oyunlarla zenginleştirmesi önerilmektedir.

Ulusal değerlendirmelerle ilgili olarak, LGS'nin oyun mekaniğini kullanan beceri temelli soruları dahil ettiği potansiyel bir politika değişikliği düşünülebilir. Karmaşık geometri veya olasılık problemlerinin dijital veya kağıt tabanlı bir oyun senaryosu içinde sunulması, üst düzey düşünmeyi teşvik ederken sınavla ilgili kaygıyı da potansiyel olarak azaltabilir. Ayrıca, bazı öğretmenlerin yaşadığı "teknolojik korku" veya "pedagojik tükenmişliği" gidermek için, oyun tasarım ilkeleri ve teknik altyapıya odaklanan kapsamlı hizmet içi eğitimlerin verilmesi önerilmektedir. Bu eğitim seansları, farklı hedef kitlelere göre uyarlanmış hibrit (yüz yüze veya uzaktan) modeller olarak tasarlanabilir.

Uzun vadeli sürdürülebilirliği teşvik etmek amacıyla, Eğitim Fakültesi müfredatlarına kapsamlı bir ders olarak "Eğitsel Oyunlar ve Oyunlaştırma" konusunun dahil edilmesi faydalı olabilir. Böyle bir entegrasyon, öğretmen adaylarının mesleki kariyerlerine teknoloji destekli öğrenmeyi daha etkili bir şekilde uygulamak için gerekli yeterliliklerle başlamalarını sağlayabilir. Ek olarak okullar, beceri temelli ve teknoloji destekli "Oyun Atölyeleri" kurma olasılığını keşfedebilirler. Bu tür ortamlarda öğrenciler, uzman rehberliğinde oyun tasarım sürecine potansiyel olarak katılabilir ve kendi eğitsel oyunlarını geliştirebilirler; bu da matematiksel anlayışlarını daha da zenginleştirebilir.

Son olarak, her sınıf düzeyi için çeşitli teknoloji destekli oyun etkinliklerini detaylandıran kapsamlı etkinlik kılavuz kitapları oluşturmak amacıyla akademisyenler ve bakanlık yetkilileri arasında iş birliği başlatılabilir. Bu tür kaynaklar yalnızca mesleki gelişimi desteklemekle kalmayıp, aynı zamanda tüm devlet okullarındaki öğretmenler arasında sistemik bir farkındalık yaratabilir. Uluslararası ve yerel literatür dijital oyunların matematiksel işlemeye katkısını doğrulamasına rağmen, EBA gibi mevcut platformların içerik açısından sınırlı kaldığı görülmektedir. EBA'nın zorlayıcı müfredat kazanımları için özel olarak tasarlanmış yeni oyunlarla güçlendirilmesi, matematik eğitiminin dijital dönüşümünde önemli bir adım olarak değerlendirilebilir. Gelecekteki araştırmalar, bu oyun tabanlı yaklaşımların farklı eğitim seviyelerindeki uzun vadeli kalıcılığını ve duyuşsal katkılarını incelemek için daha büyük ve çeşitli örneklemleri dahil etmekten fayda sağlayabilir.

Ethics Committee Approval: Ethics committee approval was obtained from the Scientific Ethics Committee of the Faculty of Education, Selcuk University (Approval date: 13.01.2022; Approval number: 18; Decision number: E.213672; Document date: 17.01.2022)
Informed Consent: Written informed consent was obtained from the legal guardians/parents of the middle school students who participated in this study.
Peer-review: Externally peer-reviewed.
Author Contributions: Concept-YY; Design-YY; Supervision-YY; Resources-SA; Data Collection and/or Processing-SA; Analysis and/or Interpretation-SA; Literature Search-SA; Writing Manuscript-YY; Critical Review-YY;
Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.
Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.
Use of Artificial Intelligence: Artificial intelligence was used in text editing and English translations.

References

Akyüz, G., & Pala, N. M. (2010). The effect of student and class characteristics on mathematics literacy and problem solving in PISA 2003. *Elementary Education Online, 9*(2), 668–678.

Altun, M. (2013). *A study over the problem solving ability of 11-12 years old children regularly playing educational games* (Publication No. 349040) [Master's thesis, Gazi University-Ankara].Council of Higher Education National Thesis Centre.

Amable, B., & Verspagen, B. (1995). The role of technology in market shares dynamics. *Applied Economics, 27*(2), 197–204. https://doi.org/10.1080/00036849500000023

Ashcraft, M. H. (2002). Math anxiety: Personal, educational, and cognitive consequences. *Current Directions in Psychological Science, 11*(5), 181–185. https://doi.org/10.1111/1467-8721.00196

Ayvaz, Ü. (2014). *Gender differences in mathematical ability of 6th graders: The EPTS(ÜYEP) case* (Publication No. 361720) [Master's thesis, Anadolu University-Eskişehir].Council of Higher Education National Thesis Centre.

Baydar, C., & Bulut, S. (2002). The importance of teachers' beliefs about the nature and teaching of mathematics in mathematics education. *Hacettepe University Journal of Education, 23*, 62–66.

Boyle, E. A., MacArthur, E. W., Connolly, T. M., Hainey, T., Manea, M., Kärki, A., & Van Rosmalen, P. (2014). A narrative literature review of games, animations and simulations to teach research methods and statistics. *Computers & Education, 74*, 1–14. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.01.004

Cheung, A. C. K., & Slavin, R. E. (2013). The effectiveness of educational technology applications for enhancing mathematics achievement in K-12 classrooms: A meta-analysis. *Educational Research Review, 9*, 88–113. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2013.01.001

Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry, 11*(4), 227–268. https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01

Dewey, J. (1916). *Democracy and education*. New York: Macmillan.

Dienes, Z. P. (1963). *An experimental study of mathematics-learning*.

Dursun, Ş., & Dede, Y. (2004). Factors affecting students' success in mathematics: From the perspective of mathematics teachers. *Gazi University Journal of Gazi Education Faculty, 24(*2), 217–230.

Duru, A., & Savaş, E. (2005). Gender differences in mathematics teaching. *Erzincan Education Faculty Journal, 7*(1), 35–46.

Ergül, E., & Doğan, M. (2022). The Effect of Game-Based Approach on Student Achievement in Primary School Mathematics Instruction. *Journal of National Education, 51*(235), 1935-1960.

Efe Kendüzler, S. (2023). *The effects of educational play, play in math center and digital play on the mathematics and self-regulated learning skills of children*. (Publication No. 814399) [Doctorate thesis, Pamukkale University-Denizli]. Council of Higher Education National Thesis Centre.

Hwang, G. J., & Chang, S. C. (2021). Facilitating knowledge construction in mobile learning contexts: A bi-directional peer-assessment approach. *British Journal of Educational Technology, 52*(1), 337–357.

Hyde, J. S., Fennema, E., & Lamon, S. J. (1990). Gender differences in mathematics performance: A meta-analysis. *Psychological Bulletin, 107*(2), 139–155.

Kösa, T., & Karakuş, F. (2010). Using dynamic geometry software Cabri 3D for teaching analytic geometry. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *2*(2), 1385-1389.

Middleton, J. A., & Spanias, P. A. (1999). Motivation for achievement in mathematics: Findings, generalizations, and criticisms of the research. *Journal for Research in Mathematics Education, 30*(1), 65–88. https://doi.org/10.2307/749629

Muijs, D., & Reynolds, D. (2000). School effectiveness and teacher effectiveness in mathematics: Some preliminary findings from the evaluation of the mathematics enhancement programme (primary). *School Effectiveness and School Improvement, 11*(3), 273–303. https://doi.org/10.1076/0924-3453(200009)11:3;1-G;FT273

National Council of Teachers of Mathematics. NCTM. (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*.

Paivio, A. (1990). *Mental representations: A dual coding approach*. Oxford university press.

Peterson, P., & Fennema, E. (1985). Effective teaching, student engagement in classroom activities, and sex-related differences in learning mathematics. *American Educational Research Journal, 22*(3), 309–335.

Reyes, L. H. (1984). Affective variables and mathematics education. *The Elementary School Journal, 84*(5), 558–580.

Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive science*, *12*(2), 257-285.

Organisation for Economic Co-operation and Development. OECD. (2016). *PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education*. OECD.

Qian, M., & Clark, K. R. (2016). Game-based learning and 21st century skills: A review of recent research. *Computers in Human Behavior, 63*, 50–58. https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.05.023

Tokac, U., Novak, E., & Thompson, C. G. (2019). Effects of game-based learning on students' mathematics achievement: *A meta-analysis. Journal of Computer Assisted Learning, 35*(3), 407–420.

Turkish Statistical Institute. TÜİK. (2019). *Income and Living Conditions Survey Regional Results, 2019*.

Umay, A. (2002). The other mathematics. *Hacettepe University Journal of Education, 23*, 45–50.

Vygotsky, L. S., & Cole, M. (1978). *Mind in society: Development of higher psychological processes*. Harvard university press.

Wouters, P., Van Nimwegen, C., Van Oostendorp, H., & Van Der Spek, E. D. (2013). A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games. *Journal of Educational Psychology, 105(*2), 249–265.

Yaftian, N., & Abdi, H. (2021). The effect of gamification training on mathematical anxiety and mathematical motivation of ninth grade students. *Research in School and Virtual Learning, 9*(1), 39–52.