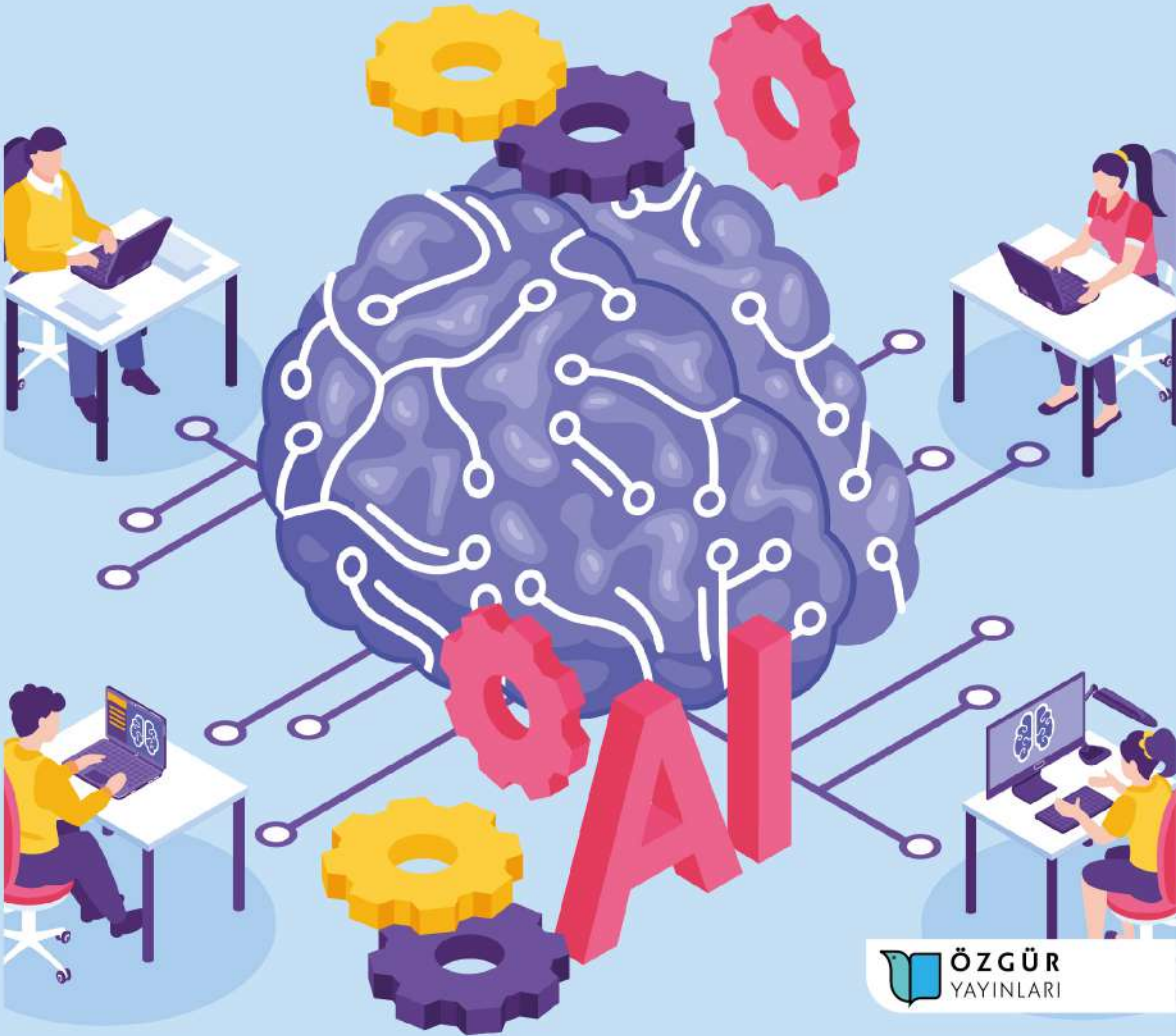


Eğitimde Güncel Araştırmalar - VI

Current Research in Education - VI

Editr: Doç. Dr. nder Baltacı



Eğitimde Güncel Araştırmalar - VI

Editr:

Doç. Dr. nder Baltacı



Published by

Özgür Yayın-Dağıtım Co. Ltd.

Certificate Number: 45503

📍 15 Temmuz Mah. 148136. Sk. No: 9 Şehitkamil/Gaziantep

☎ +90.850 260 09 97

📞 +90.532 289 82 15

🌐 www.ozgurayinlari.com

✉ info@ozgurayinlari.com

Eğitimde Güncel Araştırmalar - VI

Current Research in Education - VI

Editor: Doç. Dr. Önder Baltacı

Language: Turkish-English

Publication Date: 2023

Cover design by Mehmet Çakır

Cover design and image licensed under CC BY-NC 4.0

Print and digital versions typeset by Çizgi Medya Co. Ltd.

ISBN (PDF): 978-975-447-838-9

DOI: <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub383>



This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0). To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

This license allows for copying any part of the work for personal use, not commercial use, providing author attribution is clearly stated.

Suggested citation:

Baltacı, Ö. (ed) (2023). *Eğitimde Güncel Araştırmalar - VI*. Özgür Publications.

DOI: <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub383>. License: CC-BY-NC 4.0

The full text of this book has been peer-reviewed to ensure high academic standards. For full review policies, see <https://www.ozgurayinlari.com/>



Ön Söz

Bu kitap, eğitim bilimleri ve öğretmen yetiştirme temel alanına özgü alt disiplin alanları ile ilgili çalışmaları bir araya getirerek, bilim insanlarının güncel araştırmalarını sunmayı amaçlamaktadır. Bu alanın akademisyenleri tarafından gelen yoğun talebi doğrultusunda oluşturduğumuz “Eğitim Bilimleri Araştırmaları” serimiz beş kitap ile tamamladık. Yeni serimize “Eğitimde Güncel Araştırmalar” adını verdik.

Kitabımız, özellikle eğitim bilimleri ve öğretmen yetiştirme alanında araştırma yapmak isteyen akademisyenlere ilham kaynağı olmayı hedeflemektedir. Ayrıca, okurlar için faydalı bir kaynak olarak da kullanılabileceğini düşünüyoruz. Kitabın ortaya çıkmasında yazılarıyla katkı sunan yazarlara ve hazırlanmasında emeği geçen herkese teşekkür ederiz.

Preface

This book aims to present the current researches of scientists by bringing together studies related to sub-disciplinary areas specific to the basic field of educational sciences and teacher training. We have completed our “Educational Sciences Research” series, which we have created in line with the intense demand from the academicians of this field, with five books. We named our new series “Current Research in Education”.

Our book aims to be a source of inspiration for academicians who want to do research especially in the field of educational sciences and teacher training. We also think that it can be used as a useful resource for readers. We would like to thank the authors who contributed to the book and everyone who contributed to its preparation.

İçindekiler

Ön Söz	iii
Preface	iv

Bölüm 1

Holistic Education	1
<i>Sultan Güçlü</i>	

Bölüm 2

The Introduction of Formative Assessment Probes for Teaching the Mole Concept in Chemistry: A Small Study With High School Students	9
<i>Mızrap Bulunuz</i>	
<i>Betül Kuralay</i>	

Bölüm 3

The Role of Technology in Modern Science Education	35
<i>Özkan Yılmaz</i>	

Bölüm 4

Mathematical and Spatial Intelligence in Turkish Teaching	61
<i>Abdulkadir Kırbas</i>	
<i>Abdulkerim Çiftci</i>	

Bölüm 5

Matematiksel Modellemeye Dayalı Yaratıcı Drama Etkinliklerinin 6. Sınıf Öğrencileri Üzerine Etkilerinin İncelenmesi	91
<i>Alper Çiltaş</i>	
<i>Raziye Mehtap Köroğlu</i>	

Bölüm 6

Matematik Eğitiminde Matematiksel Modelleme 131

Sibel Bilgili

Alper Çiltaş

Bölüm 7

Uzamsal Kavramların Öğretiminde İşbirlikli Artırılmış Gerçeklik Ortamları 163

Bilal Özçakır

Bölüm 8

Geometri Öğretiminde Manipülatif Kullanımı 183

Yasemin Katrançı

Sena Yıldız

Bölüm 9

Biyoloji Öğretmenlerinin Web 2.0 Araçları Kullanımı Yetkinliğinin İncelenmesi 207

Merve Adıgüzel Ulutaş

Canan Bilgili

Mehmet Yılmaz

Bölüm 10

Matematik Öğretmenlerinin Kapalı Fonksiyonun Türevine Yönelik Hataya Yaklaşımları 221

Murat Duran

Abdullah Kaplan

Bölüm 11

21. Yüzyılda Matematik Okuryazarlığının Önemi 285

Zeynep Körkuyu Özdemir

Ümit İzgi Onbaşılı

Bölüm 12

- Somut Olmayan Bir Kültürel Miras: Matematiğe Uyarlanan Geleneksel Çocuk Oyunları 305
Mihriban Hacısalihoğlu Karadeniz

Bölüm 13

- Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Muhakemeye Yönelik Öz-Yeterlik Algılarının Bazı Değişkenlere Göre İncelenmesi 335
Mutlu Pişkin Tunç
Cansu Kaya

Bölüm 14

- Etkinlik Temelli Fen Öğretiminin Teknoloji Destekli Fen Öğretimi ile Karşılaştırılması: Nitel Bir Araştırma 351
Nagihan Tanık Önal
Nezih Önal

Bölüm 15

- Eğitim Bilimleri Alanında Yapay Zekâ Teknolojisinin Kullanımına Genel Bir Bakış 373
Semih Dikmen
Ferhat Bahçeci

Bölüm 16

- Sosyal Sermaye Olarak Ebeveynlerin Eğitime Katılımının Öğrenci Akademik Başarısı Üzerine Etkisi 397
Aslı Yeşil

Bölüm 17

- Türkiye’de Halk Eğitimi Alanında Yapılan Önemli Girişimler 407
İsmail Özer

Sağlarlık Teorisi (Affordance Theory) ve Mobil Cihazların Eğitimsel
Sağlarlığı

435

Tuğba Mutlu

Holistic Education

Sultan Güçlü¹

Abstract

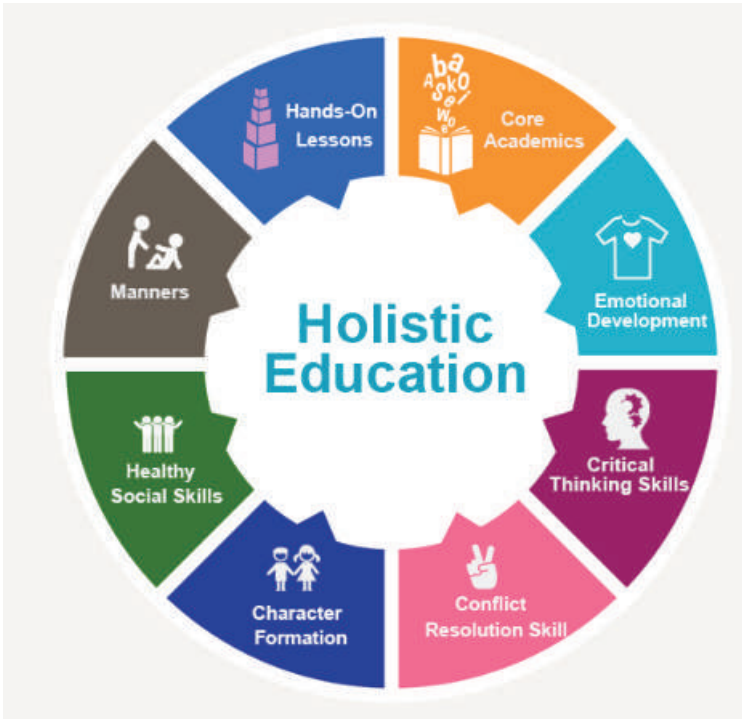
The holistic approach emphasizes the development of active relationships at all levels. This relationship can be between individuals, between peer groups or between the individual and society. Recent research on holistic education and learning shows that the holistic approach has begun beginning to be emphasized. The holistic approach is usually focused on values education and management. The holistic approach entered the literature in the 1980s when Canadian scholar John P. Miller published “The holistic curriculum”. It can therefore be concluded that the holistic approach is based on the fact that the knowledge and skills to be acquired are related to others in the integrity of life, both in terms of content and design, and that the individual perceives the whole earlier and more easily.

Introduction

Human beings are thinking, feeling and intuitive beings. Students are individuals who need to be educated intellectually, emotionally, socially, psychologically, physically, morally and spiritually (Johnson, 2009). According to the holistic perspective, the individual should be educated in all aspects and should be seen as a whole. An educational approach that focuses only on academic achievement and standardized tests cannot ensure the holistic development of the individual (Forbes, 2003).

The holistic approach emphasizes the development of active relationships at all levels. This relationship can be between individuals, between peer groups or between the individual and society (Miller, 1991). Robin Ann Martin (2003) describes holistic education: *“At its most general level, what distinguishes holistic education from other forms of education are its aims, its attention to experiential learning and the significance it gives to primary human relationships and values in the learning environment.”*

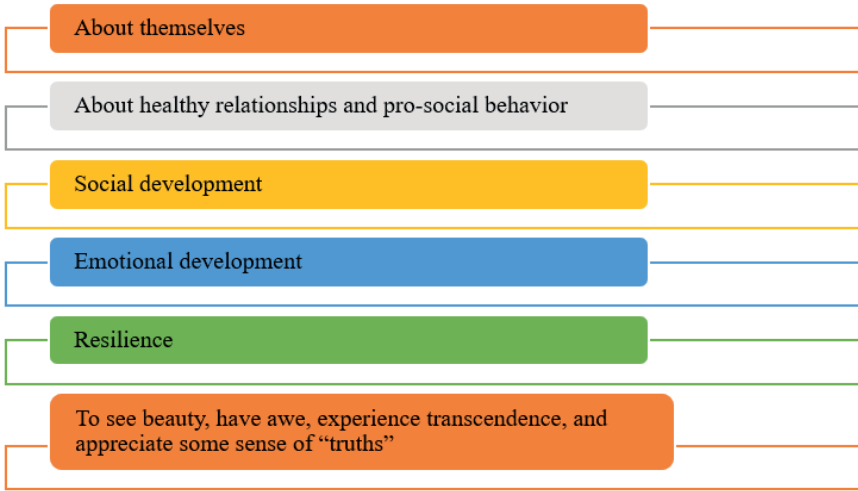
1 Prof., Kütahya Health Sciences University, Health Sciences Faculty, Social Work, Kütahya, Türkiye. sultan.guclu@ksbu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-2469-1032



<https://licet.ac.in/holistic-education/>

Hare (2010) draws attention to both cognitive and affective development of students in holistic education approach. The aim of holistic education is to prepare students for a fulfilling and productive life in which they can continuously improve their skills and qualities (Mahmoudi, Jafari, Nasrabadi & Liaghatdar, 2012).

Holistic education believes it is important for young people to learn:



<https://licet.ac.in/holistic-education/>

The Importance of Holism in Education

In order for living things to survive, they need to adapt successfully to the changes in their environment. Effective adaptation can only be possible through learning. From the beginning of their lives, people are constantly learning something. Today, a lot of scientific research is being done to increase the permanence of learning. The fact that the concept of learning has gained such a central place in the work of educators has led to a focus on the characteristics of individuals who will realize learning. This has led to a rethinking of ideas and approaches to learning within the framework of deduction and induction. Today, the approaches adopted to the concept of learning are based on individual differences.

These approaches are based on deduction in planning, experiencing and evaluating the learning process. It is known that the emphasis on the whole and deduction of gestalt psychology and holistic approach, especially constructivism, was effective in the process of renewing the curricula in our country (Şimşek, 2008).

Review of the relevant research in education shows that, gestalt psychology was the first to process deduction. Here, it was emphasized that individuals' perception processes of the sensations they receive from the outside world are holistic. In Gestalt psychology, it is argued that the working principles of the mind are holism, parallelism and self-regulation.

According to this approach, perception is a whole. The whole is different and more than the sum of its parts. According to Gestalt psychology, human beings tend to perceive similar substances by dividing them into groups where color, texture, shape, gender and similar features are together.

Two other approaches that emphasize holistic education are constructivism and holistic thinking. The holistic approach deals with the planning, implementation and evaluation of both the content and the acquisition process of knowledge and skills as a whole in order to realize the act of learning. There are two justifications for a holistic approach in the learning process. One of them is related to the nature of knowledge. The other is the thesis that the individual perceives the world holistically. The characteristics of holistic science can be listed as follows:

Recent research on holistic education and learning shows that the holistic approach has begun beginning to be emphasized. The holistic approach is usually focused on values education and management. The holistic approach entered the literature in the 1980s when Canadian scholar John P. Miller published “The holistic curriculum” (1988). Miller aimed to inspire children with creativity, compassion, self-knowledge, social skills and emotional health. Therefore, holistic education means nurturing the whole personality and helping individuals to live more consciously within their communities and natural environments (Şimşek, 2008). Montessori, Steiner, Krishnamurti, Dewey, Ferrer and Neill can be considered within this holistic education with their practical methods and radical theories that challenge basic assumptions about schooling, teaching and learning (Miller, 2005).

Especially in holistic education, which became institutionalized in the 19th and 20th centuries, the educational methods developed and put into practice by the pioneers of the theory and the techniques, tactics and strategies they adopted in this context vary greatly. For example, Montessori proposed a ‘prepared environment’ model that allowed children to learn at their own pace in response to certain sensory and intellectual stimuli, often with specialized materials that they could use independently. Rudolf Steiner designed the Waldorf approach, which his followers described as ‘intuitively insightful, clairvoyant and knowing’, based on an intuitive understanding and grasp of the spiritual need that arises at each stage of personal development.

Therefore, children in Waldorf schools are classified according to their age. They spend most of their time learning new things in group activities that are meticulously prepared and implemented by teachers who have an intuitive grasp of their individual characteristics and immediate needs. As can be seen, whereas Waldorf schools strongly oppose the realization of

literacy, especially in children under the age of seven, and emphasize the development of imagination and artistic expression, Montessori education emphasizes empirical learning by focusing on real objects in the environment and encourages literacy at an early age.

In contrast, some holistic approaches (e.g. Quaker schools or ‘neo-humanist’ education) embrace meditation, periods of quiet reflection and daily life accounting, yoga and other focusing practices. The vanguard of other holistic approaches, such as Reggio Emilia, places great emphasis on artistic expression and creativity. Krishnamurti, on the other hand, advised against such methods. He suggests that a caring, open and non-authoritarian relationship between people can lead to real learning and even to the awakening of a vision that many parents and radical educators who have participated in the ‘unschooling’ or ‘unschooling’ education movements agree on, by establishing collective learning centers in many places instead of rigidly run schools. Given the richness and diversity of methods, techniques and strategies that exist in the holistic education system, it is almost impossible to speak of a school structure that is similar in all its content and equipment. Likewise, one cannot speak of a holistic curriculum that applies to all schools. For these various reasons, despite the observed differences in holistic education, almost every holistic educator has adopted a similar attitude and approach in terms of language, style, concept, subject matter and goal in describing a successful educational life.

By coalescing around the same basic concepts and arguments, they have pioneered the growth and development of a holistic understanding of education and contributed to the formation of a solid and permanent ground for the continuation of the process.

Characteristics of Learners according to the Holistic Approach

Holistic (global) learners see the big picture and pay little attention to the details. They have characteristics such as seeing the whole picture, looking for relationships, cooperation in group work, reading between the lines (capturing the overall meaning), seeing many options, a sense of honesty, multitasking, reading body language, wanting others to be involved.

Holistic learners are sensitive to the feelings of others, flexible, go with the flow, learn through discussion and working with others, seek motivation and support, are open to all criticism, avoid individual competition, avoid conflict, may skip steps and details. They dislike explaining themselves analytically, not knowing the meaning of what they are doing, going step by step without knowing where they are going, not being able to connect what

they have learned, not being rewarded for their efforts, not being sensitive to the feelings of others.

This should be considered the most important reason for meaningful learning. But does everyone have a tendency towards holistic learning? Or is it something that is learned later on? Although developmental psychologists report that the ability to think analytically can be realized from the stage of abstract thinking, we can feel a holistic learning tendency in every period of our lives. In this, of course, it can be said that the style of education given to individuals over time is effective in the formation of their learning styles. Individuals' learning styles are also closely related to the style offered to them.

According to Rita Dunn, the inventor of the learning styles approach; 40 years of research has shown that most children learn holistically (global), tactile and kinesthetic. However, when teachers were analyzed according to the research, it was seen that most of them had an analytical, auditory and sometimes visual approach (Dunn, 2023).

This table reveals a contradiction and the tendency of individuals towards holistic learning despite teachers. This is because children who learn in a tactile, kinesthetic, holistic style cannot be taught new information in a theoretical, analytical way, or it may be difficult to teach. At the end of this process, the child who has difficulties or fails may begin to doubt himself/herself and lose self-confidence. Individuals can only hear what they are told. Besides, it is difficult to prevent them from forgetting in a short time. However, creating a creative learning environment and enabling students to make some gains and inferences based on examples can turn into meaningful learning as it can create a holistic learning opportunity.

Conclusion

It can therefore be concluded that the holistic approach is based on the fact that the knowledge and skills to be acquired are related to others in the integrity of life, both in terms of content and design, and that the individual perceives the whole earlier and more easily.

REFERENCES

- Dunn, R. (2023). Prof. Dr. Rita Dunn Diyor ki, Erişim: <https://www.atabey.k12.tr/ortaokul/ortaokul-rehberlik/ogrenme-stilleri/prof-dr-rita-dunn-diyor-ki>
- Forbes, S. H. (2003). *Holistic education: An analysis of its ideas and nature*. Brandon, VT: Foundation for Educational Renewal.
- Hare, J. (2010). Holistic education: An interpretation for teachers in the IB programmes. *IB Position Paper*, International Baccalaureate Organization.
- Johnson, A. P. (2009). *Making connections in elementary and middle school, social studies*. SAGE Publications.
- Mahmoudi, S., Jafari, E., Nasrabadi, H. A. & Liaghatdar, M. J. (2012). Holistic education: An approach for 21 century. *International Education Studies*, 5(2), 178-186.
- Miller, R. (1991). Introduction. In: Miller, R. (ed). *New Directions in Education* (pp. 1–3), Brandon, VT: Holistic Education Press.
- Miller, R. (2005). “Bütünsel eğitimin felsefi kaynakları”, *Değerler Eğitimi Dergisi*, 3 (10), 33–40.
- Miller, R. (2006). Educating the Child’s Inner Power, <https://www.education-revolution.org/blog/education-the-childs-inner-power/>
- Şimşek, A. (2008). Tarih derslerinde bütünsel öğrenme: Gestaltçı yaklaşımdan holistik yaklaşıma bir bakış denemesi, *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 5 (2).

The Introduction of Formative Assessment Probes for Teaching the Mole Concept in Chemistry: A Small Study With High School Students

Mızrap Bulunuz¹

Betül Kuralay²

Abstract

Mole, molar mass and the Avogadro number are used constantly to measure the amount of substance in chemical changes. However, students have difficulty in understanding these concepts because they are not familiar with measuring very small amounts of matter that cannot be seen and weighed in daily life, like atoms. The mole concept was developed to make the invisible and immeasurable atom visible and weighable. This research has three purposes: 1) To introduce the formative assesment probes on the teaching of the mole concept, 2) To evaluate the contribution of formative assessment techniques to understanding of the mole concept, 3) To reveal the students' knowledge about the application of the mole concept to problem solutions. The sample of the study consisted of 23 high school students. Four formative assessment probes were developed by the researchers. They were used as data collection tools. A formative assessment teaching technique “the agreement ring” was used for the teaching the mole concept. Students' answers to the formative assessment probes were analyzed by using the four-point scale. As a result of the study, it was found that formative assessment practices positively contributed to the conceptual understanding of high school students. In order to provide conceptual understanding in the teaching of the chemistry course, studies should be carried out to generalize formative assessment techniques and formative assessment probes.

1 Bursa Uludağ Üniversitesi, mizrap@uludag.edu.tr

2 Yenidoğan Anadolu Lisesi, Chemistry Teacher, kuralaybetul@gmail.com

Introduction

In the teaching process, it is important to ensure that students learn meaningfully without having to memorize the basic science concepts (National Science Education Standards, 1996; Ministry of Education [MEB], 2018). In the Chemistry Curriculum (MEB, 2018), it is emphasized that measurement and evaluation practices are an integral part of teaching, that individual differences should be observed during the education process, and that measurement and evaluation practices should be carried out with the active participation of teachers and students. Teaching without taking into consideration the prior knowledge of students may prevent them from grasping new concepts or may cause them to return to their prior knowledge level (National Research Council [NRC], 1999). Formative assessment is defined as a process in which feedback is provided to students by teachers in order to increase student achievement towards curriculum attainment (Black & Wiliam, 1998a; McManus, 2008; Sadler, 1989). The nature of formative assessment is quite different from that of summative assessment. Summative assesment is used to measure and document students achievements; simply summing the results. Formative assessment isn't just a grading system, it's also a kind of assessment fused with teaching feeding back information into the teaching process (Black & Wiliam, 1998b; Keeley, 2008). Formative assessment is used in order to learn the information that students have, or do not have, and to teach accordingly (Black, Harrison, Lee, Marshall, & Wiliam, 2004; Won, Krabbe, Ley, Treagust, & Fischer, 2017). In an effective formative assessment process, data should be collected on how the learning process proceeds (Keeley, 2008). Thus, necessary educational arrangements should be made in order to close the gap between the students' current understanding and the desired objectives (McManus, 2008; Shepard, 2000). When formative assessment is not used in teaching, there is always a gap between teaching and learning outcomes. For example, this gap emerges in summative assessments such as PISA and TIMM tests, in which nationally and internationally students' achievement levels are determined (Bulunuz & Bulunuz, 2013).

Formative assessment allows students to develop cognitive and deep thinking skills, as well as providing feedback and shaping instruction (Keeley, 2008). Formative assessment helps teachers to teach in depth by focusing on conceptual understanding. Many books have been published about formative assessment probes that teachers can use to uncover students' prior knowledge during the lesson (Keeley, 2008, 2011, 2013; Keeley, Eberle, & Farrin, 2005; Keeley & Harrington, 2014; Keeley & Tugel, 2009). There are also guidebooks for formative assessment classroom techniques and

their use in the teaching process (Keeley, 2008; Wiliam, 2011; Wiliam & Leahy, 2015). Formative assessment techniques enable the teacher to plan, monitor the teaching speed, identify possible misconceptions, become a “trampoline” for obstacles in the way of learning, and spend more time addressing students’ ideas (Keeley, 2008). The nine benefits of using formative assessment techniques in the teaching process are listed as follows: 1) Students open up to each other and their teachers about their ideas, 2) It becomes an encourager for scientific discussions, 3) It also encourages students to ask better questions and give thoughtful answers, 4) It becomes the starting point for students to develop ideas and research, 5) It encourages the use of scientific language in science teaching, 6) It gives feedback and uses feedback in the learning process (between student-teacher, teacher-student, student-student), 7) It develops self-evaluation and peer assessment skills, 8) It enables thinking and engages the student in learning, 9) It contributes to concept development and transference (Keeley, 2008).

Black and Wiliam’s (1998b) *Inside The Black Box: Raising Standards Through Classroom Assessment* is one of the leading studies on formative assessment. In this study, the characteristics of formative assessment in general and the positive effect of students on their conceptual understanding levels and attitudes towards the course are mentioned. International studies reveal that formative assessment contributes to students’ conceptual understanding (Martinez-Gudapakkam, Mutch-Jones & Hicks, 2017; Trauth-Nare & Buck, 2011; Treagust, Jacobowitz, Gallagher & Parker, 2001; Yin, Tomita & Shavelson, 2013). The studies’ results indicated that formative assessment may be important for increasing the academic achievement of students who fail level-determining examinations. Despite the interest in formative assessment internationally, in Turkey the lack of research that includes formative assessment examples is evident, especially in chemistry teaching. It is seen that researches are mostly aimed at introducing formative assessment probes in middle school science education (Bulunuz & Bulunuz, 2013; 2016), determining the level of conceptual understanding of students in various subjects by using formative assessment probes (Bulunuz & Bulunuz, 2017; Ayvacı & Candaş, 2017), and examining the effect of formative assessment-based teaching practices on student outcomes (Bulunuz, Kıryak, Tomaç, Karagöz, & Reçepoğlu, 2017; Aydeniz & Pabuccu, 2011; Bala, 2013; Ozan, 2017; Yalaki, 2010).

In chemistry teaching literature, out of all the concepts that students have difficulty in understanding, the mole concept is the most difficult one (Özmen & Demircioğlu, 2003; Siswaningsih et al., 2017). Because an atom is not only invisible to the eye, but there is also not a scale precise enough

to weigh it on Earth. The mass of an atom is now determined by mass spectrometry. The mole concept makes the atom visible and weighable, in a sense. Mole is the basic unit of measurement for the amount of material. The mole concept is defined by the IUPAC (2007) as the amount of matter of a system containing as many particles as the number of atoms in of 0,012 kilograms of the isotope carbon-12 (14th CGPM, 1971). The particle mentioned herein could be an; atom, ion, molecule or electron, so the particle must be specified. However, research has shown that the definition of moles in textbooks and most chemistry texts is not correct (Furió, Azcona, Guisasola, & Ratcliffe, 2000). In order to understand the mole concept, which is expressed as a unit of substance quantity, it is emphasized in the studies that “substance quantity” needs to be stated in a more understandable way. In their studies, Furió and his colleagues stated that the “amount of matter” does not have a clear meaning for students or teachers (Furió, Azcona, Guisasola, & Mujika, 1993; Furió et al., 2000). When the literature is examined, it is seen that students generally refer to the mole concept as mass, particle number, volume, or the Avogadro number (Furió, Azcona, & Guisasola, 2002; Staver & Lumpe, 1995; Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994).

In recent years, much research has been done to learn and teach the mole concept, which is one of the basic concepts in chemistry (Dierks, 1981; Furió et al., 2000, 2002; Larson, 1997; Padilla & Furió-Mas, 2008; Staver & Lumpe, 1995). In the studies, it was determined that students had alternative concepts related to mole, had difficulties in learning the mole concept, and also had various problems performing stoichiometric problem solutions (Özer, 2009). For example, a study in which high school students’ level of understanding of basic chemistry concepts showed that the lowest correct to incorrect answer ratio related to the mole concept questions (Özmen & Demircioğlu, 2003). In a study on mole, molecule, solutions, solubility balance, acid-base, and redox, found that university students’ success in solving conceptual problems was lower than their success in solving algorithmic problems (Morgil, Yılmaz & Özyalçın, 2002). According to Özer (2009), the mole concept serves as a bridge in defining concepts and solving algorithmic questions in many topics such as chemical reactions, stoichiometric calculations, and solution chemistry. Therefore, misconceptions about the mole concept can indirectly lead to students’ difficulty in understanding or creating alternative concepts in other topics of chemistry. For example, in a study, it was found that the primary factor affecting students’ failure to solve concentration problems was the superficial understanding of the mole concept (Chong, 2016). In addition,

it has been stated that when the mole concept is not fully grasped, this leads to students trying to memorize formulas. The results of this research show that students have serious difficulties in conceptually internalizing the mole concept. However, there is a gap in the literature regarding studies about the meaningful teaching of the mole concept. In particular, no study was conducted to teach the mole concept in chemistry by using formative assessment classroom techniques and probes. This research has three purposes. The first one is to introduce the planned formative assessment probes related to the mole concept. The second is to reveal the knowledge of the fourth year high school students about mole and to examine the effects of formative assessment techniques on conceptual understanding. And, the third is to reveal students' knowledge about the application of the mole concept to real problem solutions. This study sought to answer the following questions:

- 1) What is the prior knowledge of high school fourth year students about mole?
- 2) Out of all the formative assessment practices, what is the effect of the agreement ring technique on students' conceptual understanding of mole?
- 3) What is the level of students' ability to explain a chemistry question from daily life using the mole concept?

Method

Research Model

This study is aimed at improving the teaching practices in the school. In this study, a practitioner and a researcher identified a possible problem areas in practice and possible causes and possible solutions to these problems (Cooper-Twamley, 2009; Yıldırım & Şimşek, 2013; Yuladur & Doğan, 2009). The study was conducted in four stages. The first stage examined literature on the science teaching approach based on the mole concept and on formative assessment. In the second stage, formative assessment probes about mole and colligative properties were prepared in line with the 12th grade curriculum of the Chemistry course. Then, the formative assesment probes were developed and used to the students. The research problems were determined based on the obtained data. The third stage used lesson plans based on the Formative Assesment Classroom Techniques in class. The last stage analyzed the data obtained from the teaching practice.

Study Group

The research study group consisted of 23, 12th grade high school students studying in the city center. The school where the research is conducted is an Anatolian High School which is in the list of secondary education institutions that accept students by the central examination of the Ministry of National Education. In general, the students' academic achievement is above average. Twelve of the students were female and 11 were male. In the study, the convenience sampling method was used in the selection of the group. This sample group was close and easy to access (Yıldırım & Şimşek, 2016). Due to the intensity of the students' program, only one class was allowed and only one formative assessment probe could be practiced as a pre- and post-test. The research was carried out in chemistry class with the necessary school administration permission.

Instructional Intervention Practices

In the study, the objectives related to “mole and colligative properties” were determined by examining 12th graders' chemistry curriculum. Four formative assessment probes were developed by researchers in line with the objectives. The first, second and third assessment probes related to the mole concept; the fourth was about the explanation of the freezing point depression in solutions that requires application of the mole concept to a real world problems. The second and third formative assessment probes are similar questions regarding the Avogadro's number. Feedback was received from a 24-year-old chemistry teacher for the formative assessment probes. The teacher stated that he liked the formative assessment probes developed and would be useful in teaching the mole concept. He also stated that students had a lot of problems with learning mole concept and that this problems caused prejudice against learning topics such as solution chemistry and equilibrium. He said that the formative assessment probes were about the chemistry concept that students confused very often, and they would probably give the wrong answer. He stated that the vast majority of students do not understand the mole concept and that this concept prevents them from loving chemistry courses because of the fact that it is mentioned in many chemistry topics.

While formative assessment probes were developed for the mole concept, pilot studies were also conducted with 11th grade students in a high school. Based on pilot data collected from the students, the questions were revised again in terms of content and grammar. The lesson plan was developed considering analysis of the students' answers. The formative assessment

probes were practiced as pre-tests to reveal the 12th grade students' prior knowledge one week before the instruction.

One of the Formative Assessment Classroom Techniques (FACTs), the Agreement Circles, was used (Keeley, 2008). The agreement ring technique allows students to develop a critical perspective on their own learning by enabling them to discover and understand their ideas and to change their minds (Keeley, 2008). In this technique, students formed a large circle facing each other. The teacher started to read the statements in sequence and gave the students 5-10 seconds to think after reading. Some examples of the statements are presented below.

- The masses of different element atoms with equal moles are different from each other.
- 1 mole of H_2O molecules, contains 2 H atoms.

Then, she asked the students who didn't agree to remain in place, and those who did agree with the statement read, to take a step into the circle. Then, the teacher formed small groups of 3-4 people by matching the people who agreed and the ones who didn't. The students were given 2-3 minutes to express their ideas about the statement and to defend their own ideas. While students were discussing, the teacher observed through the groups and noted their ideas. It took about 10-15 minutes for the ideas of the students to surface. Then the teacher re-read the statement and asked the students to change their position in the circle depending on whether or not their ideas changed. Again, those who agreed with the statement remained inside of the circle and those who did not agree stayed outside. All changes in the process were noted by the teacher. Then, the students were re-formed and the same process was repeated for the other expressions. For the implementation of the agreement ring technique, researchers first developed conceptually correct and incorrect statements. While developing false expressions, researchers examined literature to find student misconceptions. Some of the probes' false expressions are taken from common misconceptions and some from pilot practices. In order to determine students' conceptual understanding of mole after the teaching instruction, only the third formative assessment probe (see below) could be used as a post-test 2-3 weeks later. The intensity of the school program did not allow to implement all the questions. This was a limitation for research.

Planned-Formative Assessment Probes about Mole Concept

In this study, planned formative assessment probes for the mole concept were developed. The first tier of questions was multiple-choice and the

second tier was open-ended. In the first tier, there were different opinions about a question or proposed information. This stage aimed at revealing the knowledge and experience of the students, so students were asked to choose the opinion they agreed with. In the second tier, students were expected to explain the reasons for their selection in the first tier. In addition, a visual aid was added to each question to attract students' attention and interest to the subject. Three formative assessment probes for understanding the mole concept and one formative assessment probe about using mole concepts to solve chemistry questions from daily life are presented below.

Formative Assessment Probe 1

WHICH ONES' MASS IS HIGHER?



A group of students in the chemistry laboratory used iron (Fe) and naphthalene ($C_{10}H_8$) for experiments. There has been a discussion among students about whether 1 mole of iron or 1 mole of naphthalene has a higher mass. The students' views on this subject are as follows:

Aslı: "The mass of 1 mole of iron is higher. "

Deniz: "The mass of 1 mole of naphthalene is higher."

İpek: " Since both are 1 mole, their mass is equal."

Which student do you agree with? Explain your answer scientifically.

The Correct Answer and Its Explanation: The answer given by Deniz, "1 mole of naphthalene has a higher mass," is correct. The molar mass is the mass of 1 mole of the compound in the molecular structure, 1 mole of the ionic compound as written in the formula, or one mole of the element (atom or molecule). The molar mass of iron atoms is 56 g/mole. In this case,

when 1 mole of an iron atoms is taken, the mass will be 56 grams. Using the molar mass of the carbon and hydrogen atom, the molar-mass of the naphthalene molecule is calculated as $(10 \times 12 \text{ g/mol}) + (8 \times 1 \text{ g/mol}) = 128 \text{ g/mole}$. Thus, the mass of one mole of naphthalene molecules is higher than the mass of one mole of iron atoms. One mole is defined as the amount of substance of the system containing the same number of particles as the number of atoms in the isotope carbon-12 that weighs 0.012 kilograms ($= 12 \text{ grams}$). The number of atoms of 1 gram-mole of carbon-12 isotope was determined as 6.02×10^{23} . Accordingly, 1 gram-mole of iron atoms and 1 gram-mole of naphthalene molecules both contain 6.02×10^{23} particles. However, since the mass of 1 naphthalene molecule is higher than the mass of 1 Fe atom, the naphthalene mass will be higher.

Formative Assessment Probe 2

WHICH ONE CONTAINS MORE ATOMS?

The chemistry teacher says that, 1 mole of copper (Cu) weighs 63,5 grams; 1 mole of gold (Au) weighs 197 grams. In this case, he asks the students questions about their opinions on the atomic numbers of gold and copper. After discussing for a while, the students' opinions are collected in three groups.

First Group: "Copper contains more atoms"

Second Group: "Gold contains more atoms"

Third Group: "Both of them contain the same number of atoms"

Which group do you agree with? Explain your answer scientifically.



The Correct Answer and Its Explanation: The third group's answer, "Both contain the same number of atoms," is correct. In daily life, we sometimes use units like dozens, decks and pairs to make counting things easier. Dozens always represent 12. But not every dozen has the same mass. For example, the masses of a dozen eggs and a dozen grapes are not equal. The same logic applies to the mole concept. In this case, 1 mole of copper atoms and 1 mole of gold atoms both contain 6.02×10^{23} particles. Students may think that the one with the bigger mass should have the higher number of particles. However, different element atoms are different from each other, so their masses are different. Accordingly, when the atomic elements are taken into consideration, although 1 mole of the different elements contain

the same number of atoms, the mass of 1 mole from each will also be different due to the fact that the masses of one atom from each are different.

A dozen grapes

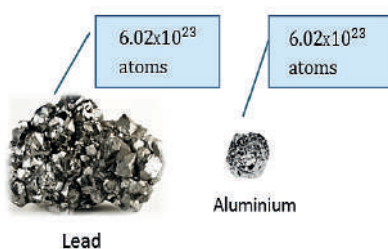


A dozen eggs



Formative Assessment Probe 3

MOLAR MASS



The teacher tells the students “The molar mass of lead (Pb) is 207 grams and aluminium’s (Al) is 27 grams”. “When we take the molar mass of these two elements, does it make sense that they contain the same number of atoms (6.02x10²³)? Students’ answers are as follows.

Elif: “No, because lead (Pb) has a higher number of particles”

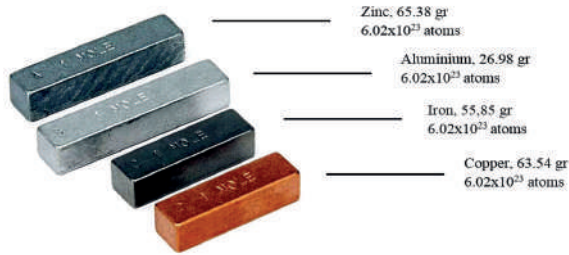
Aydan: “Yes it makes sense because 1 mole was taken from each one.”

Özlem: “No, since the distance between molecules in each element is different, so is the number of atoms. ”

Which students’ opinion do you agree with? Explain your answer scientifically.

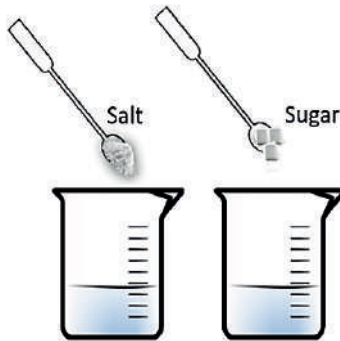
The Correct Answer and Its Explanation: Aydan’s answer, “Yes, it makes sense because one mole was taken from each element.” is correct. Because, considering the atomic structures of elements, the masses of different element atoms with equal mole numbers are different from each other. Because the masses of each atom of different elements are different, the mass of 1 mole of different elements will also be different. However,

one mole of both has the same number of particles and contains 6.02×10^{23} atoms. Mole can be thought of as a dozen units in daily life. This can be likened to a dozen oranges and a dozen watermelons being the same in number but different in mass. Below is an image of one mole taken from different element atoms.



Formative Assessment Probe 4

WHICH ONE'S FREEZING POINT IS LOWER?



Two beakers containing the same amount of water are mixed by adding 4 moles of sugar to one and 4 moles of salt to the other. Student views on the freezing points of the prepared solutions are as follows.

Ayse: “The freezing point of saltwater is lower.”

Mehmet: “The freezing point of sugar solution is lower”

Ali: “The freezing points of the two solutions are equal.”

Which students' opinion do you agree with? Explain your answer scientifically.

The Correct Answer and Its Explanation: Ayse’s answer, “The freezing point of salt water is lower,” is correct. In a solution, properties that vary depending on the total number of particles per unit volume of the solution, which are not dependent on the chemical structure of the solute, are called colligative properties. When the saltwater solution and the glucose solution taken at the same concentration are compared, the saltwater solution freezes at a lower temperature. Because the salt solution contains more particles than the sugar solution. It should be noted that salt is ionically soluble and sugar is molecularly soluble. When 4 mols of salt are dissolved in water, it ionizes into sodium and chloride ions. That is, it contains a total of 8 moles of particles (ions). When 4 moles of glucose are dissolved in water, 4 moles of molecules are formed because of molecular solubility. The number of particles in sugar solution is less than salt solution. Therefore, the salt solution freezes at a lower temperature than the sugar solution.



While the formative assessment probes and the agreement ring management were applied, the following information was also used in the feedback given about the mole issue at the end of each question application. The information in question is presented below, adapted from the Heath Science 3 book (Carle et al., 1996). The focus is on what is produced and how much is produced in chemical reactions. To calculate how much of a substance is produced, the number of atoms must be known. The Avogadro number (6.02×10^{23}) is used to express the number of atoms. Due to his work in the field, this number was named after the Italian chemist Amadeo Avogadro. The most important difficulty in understanding the mole concept is that the atoms are very small and the Avogadro number is very large. Because students do not have the experience of counting extremely small things that cannot be seen in daily life and using huge numbers such as Avogadro’s, they have great difficulty in understanding / intuiting them. Instead of counting many things one by one in daily life, we count them by grouping them: dozens of pens (12), eggs in viol (30), paper in packages (500). These units are quite useful in daily life to specify quantity. While people use concepts such as packages, dozens, and viols for shopping, chemists use the mole to count atoms, molecules, ions and electrons. But because an atom is so small, it is impossible to see or count a dozen or a pack. The Avogadro number is very large. In order for students to understand this number, they may need to associate it with something they know from everyday life. For example; if a grain of rice is 1.75×10^{-5} kg what is the mass of a one mole rice? When the

mass of a grain of rice is multiplied by the Avogadro number ($1.75 \times 10^{-5} \text{ kg} \times 6.02 \times 10^{23}$), the result is $1.05 \times 10^{19} \text{ kg} / \text{moles}$. In order to relate this number to something more familiar, students may be asked the following question. How many cars would the mass of this much brass equal to? Assuming the average mass of a car is 1800 kg ($1.05 \times 10^{19} \text{ kg} : 1800 \text{ kg}$), the result is equal to 5.9×10^{15} cars. If this number is divided by (7.632,819,325) the total human population of the world, that means 800,000 cars per person. In other words, 6.02×10^{23} grains of rice mean 0.8 million cars for every woman, man and child in the world. Since 6.02×10^{23} is a very large number to count individually, the mass of the same number of atoms is determined by measuring. For example; payment for aluminium cans in recycling is made per box. However, the boxes are not counted individually. The mass of the aluminium cans is measured, then divided by the weight of the cans to calculate how many. This is called mass counting. A similar method is used to count very large atoms. The periodic table specifies the atomic mass units of atoms. For example aluminium is 26.98 akb. But since it is easier to measure the mass with scales, it is useful to know how to compare akb to grams. Since $1 \text{ akb} = 1.66 \times 10^{-23} \text{ g}$, the mass of an aluminium atom is $20.98 \text{ akb} \times 1.66 \times 10^{-23} = 4.48 \times 10^{-23} \text{ g}$ Assuming that we have 26.98 g of aluminium, the number of atoms in it can be found by applying the method in the aluminium box calculation $20,98 \text{ g Al} \times 1 \text{ atom Al} / 4.48 \times 10^{-23} \text{ g Al} = 6,02 \times 10^{23}$ Aluminium atoms. As you can see, this number is equal to the Avogadro number. This indicates that the mass of 1 mol (6.02×10^{23}) aluminium is 26.98 g. The mass of a mole in grams is the molar mass per element. The molar mass of aluminium is 26.98 g and the mass of one atom is 26.98 akb. The two numbers are equal. This relationship applies to all elements. Because of this relationship we use the periodic table not only to learn the mass (akb) of an atom, but also to learn the value in grams of the mass of a mole atom (Carle et al., 1996).

Data Analysis

The scoring key developed by Karataş, Köse and Coştu (2003) was used for the analysis of the formative assesment probes. In the first tier, students' predictions about the multiple choice part of the probe being correct or incorrect are assessed; and, in the second tier, the explanations of the students "right justification, partially right justification, wrong justification and empty" were categorized. Below is the evaluation scale for the two-tired questions.

Table 1. Evaluation scale for two-tiered open-ended questions

Comprehension Levels	Explanation	Evaluation Criteria	Points
The Correct Justification	Answers containing all aspects of the valid justification	Correct Answer- The Right Justification (D.C.-D.G.)	3
Partially correct justification	Answers not containing all aspects of the valid justification	Correct Answer- Partially Correct Justification (D.C.-K.D.G.)	2
The Wrong Justification	Answers containing false information	Wrong Answer- The Right Justification (Y.C.-D.G.)	2
Blank	Irrelevant, unclear answer or blank	Correct Answer-The Wrong Justification (D.C.-Y.G.)	1
		Wrong Answer- The Wrong Justification (Y.C.-Y.G.)	0

A researcher and a chemistry teacher created evaluation criteria for the open-ended part of the questions. The answer key generated used in the evaluation was examined by the lecturer specialized in science education. The students' answers to the formative assessment probes were examined. The findings were presented in tables. In addition, students' answers before and after the intervention were examined and misconceptions were identified. Students' answers before and after the teaching were analyzed by the second author and a researcher who is a doctoral student. When the results of the two analyzes were compared, it was found that there was a 65% agreement before the teaching and 70% compliance after the teaching. Researchers came together to do an evaluation, and the answers they could not reach a consensus on were examined again. As a result, the percentages of inter-rater reliabilities agreement before and after the teaching increased to 86.90% and 82.60%.

Results

The research had two purposes. The first one was to reveal high school 12th grade students' knowledge about the mole concept by using planned formative assessment probes. The second one is to evaluate students' ability to apply their mole computations in solving a chemistry problem from daily life (colligative properties). Finally, to evaluate the students' conceptual development on mole, a training intervention was planned and practiced based on the data obtained from students. The findings are presented below.

Evaluation of high school students' conceptual understanding of the mole concept

Three formative assessment probes were used to reveal the students' knowledge of the mole concept. The mass, mole, and particle-number relationships were questioned. Student views on three formative assessment probes were analyzed using a graded scoring key (Karataş, Köse & Coştu, 2003). The results of the analysis are presented in Table 2 by specifying the percentage and frequency values.

Table 2. Students' knowledge of the mole concept (N=23)

Category	First Question		Second Question		Third Question	
	f	%	f	%	f	%
Correct Answer (C.A.)-Right Justification (R.J.)	3	13,04	3	13.04	21	8.70
Correct Answer (C.A.)-Partially Correct Answer (P.R.J.)	6	26,09	5	21.74	5	21.74
Correct Answer (C.A.) -Wrong Justification (W.J.)	4	17,39	3	13,04	3	13.04
Wrong Answer (W.A.) - Wrong Justification (W.J.)	10	43,48	12	52,17	15	56,52

As shown in Table 2, approximately half of the students gave incorrect answers to the formative assessment probe related to the mole concept. For example, it is seen that most of the students ($f = 10$, 43.48%) answered the first question in the W.A.- WJ category. A small proportion of the students ($f = 3$, 13.04%) were found to be answering questions in the C.A – R.J. category, while some of them were answering questions in the C.A -P.R.J. ($f = 6$, 26.09%) and the C.A- WJ. category ($f = 4$, 17.39%). Examples of students' explanations are presented below.

“Since 1 mole was taken from both of them, their masses should be equal.”

“Iron is heavier because it's a metal.”

“Naphthalene has a higher mass because it contains more atoms.”

When the comprehension levels of the students were examined according to the second formative assessment probe which questioned the mole concept, results were very close to those of the first question. It is seen that most of the students ($f = 12$, 52.17%) gave answers in the W.A.- WJ category. A small proportion of the students who answered correctly, in the

C.A – R.J. category (f = 3, 13.04%), while the majority of the respondents were C.A -P.R.J. (f = 5, 21.74%) and 3 students (13,04%) were in the C.A. W.J. category. The prominent statements of the students are listed below.

“191 g of gold, 63,5 g of copper was taken. Therefore, gold has more atoms.”

“There is no right proportion between the mass of the matter and the number of atoms it has.”

“The difference in molar masses results from the intramolecular gap. The number of atoms is the same, but the mass increases with the gap.”

“The matter with the higher mass has the higher number of particles.”

On the other hand, it is seen that a higher proportion of students answered the third question in the W.A.- W.J category (f = 13, 56.52%). Only two (8.70%) of the students who answered correctly were in the C.A – R.J. It was seen that the majority of the students who answered correctly (f = 5, 21.74%) made explanations in the C.A.- P.R.J. category and three of the students (13.04%) responded appropriately to the C.A.-R.J. category. Examples of wrong answers that students wrote were as follows:

“Atomic structures and subatomic particles have different weights because of their structural differences.”

“One mole represents the Avogadro number; it's not related to it's grams.”

“It is related to the formula $d = m / v$, which we have seen in physics before. As the distance between molecules increases, the volume increases, the density remains constant, so the mass increases too.”

“Even though the number of atoms is the same, the molar masses of these two elements are different because the gap between atoms causes mass and volume differences.”

When the reasons given by the students to the open-ended part of the questions are examined, it is seen that they have a lot of incorrect preliminary information or misconceptions about the mole concept.

The effect of the formative assessment-based teaching practice on students' conceptual understanding of the mole concept

Instruction was implemented using The Agreement Circle Technique and the formative assessment probe. Then, students' views on the third formative assessment probe were analyzed in accordance with the rubric. Findings related to before and after instruction are presented in the frequency table in Table 3.

Category	First Practice			Second Practice		
	Student	Frequency	%	Student	Frequency	%
C.A.-R.J.	Ö20, Ö22	2	8.70	Ö1,Ö6,Ö14,Ö17, Ö20,Ö22	6	26.09
C.A.-P.R.J.	Ö1, Ö10, Ö17, Ö18, Ö19	5	21.74	Ö3,Ö8,Ö10,Ö11, Ö15,Ö18,Ö19,Ö21	8	34.78
C.A.-W.J.	Ö2, Ö3,Ö4	3	13.04	Ö2, Ö4,Ö13	3	13.04
W.A.-W.J.	Ö5,Ö6,Ö7,Ö8,Ö9, Ö11,Ö12,Ö13, Ö14,Ö15,Ö16, Ö21,Ö23	13	56.52	Ö5,Ö7,Ö9,Ö12, Ö16,Ö23	6	26.09

When the pre- and post- scores were compared, it was found that 8.70% of the students answered the question in the C.A.-R. J. category before teaching. In addition, 21.74% of the students answered the question at the C.A.-P.R.J. category, while this percentage increased to 34.78% after teaching. The percentage of students who responded in the C.A.-W.J. category fell from 56.52% to 26.09%.

The answers given by the student with the S6 code before and after formative assessment practices are presented below.

“One mole represents the Avogadro number; it’s not related to it’s grams” the answer in the W.A.-W.J. category.

“The masses of atoms with equal moles are different from each other. Because they are different atoms and therefore have different atomic weights.” the answer in the C.A.-R.J category.

S14 coded students gave the following answer before and after the teaching. The answer in the W.A.-W.J category: *“Although they have the same number of moles, their masses can be different.”* The answer in the C.A.-R.J. category: *“The number of atoms they contain are the same, but since the mass of each atom is different from each other, lead and aluminum have different masses at the same moles.”*

The level of students’ ability to explain a chemistry question from daily life using the concept of mole

This exercise tried to evaluate the students’ skills for explaining a question about daily life by using the mole concept. Students were asked about the freezing point depression effect on solvents, such as water, when salt (ionic bound) and sugar (covalently bound) are dissolved in the solvent. Responses

were analyzed by using the rubric. Percentage and frequency values of the findings are presented in Table 4.

Table 4. The percentage and frequency values of the study group students' answers to the fourth formative assessment probe "Which Ones' Freezing Temperature is Lower?"

Evaluation Criteria	f	%
Correct Answer -Wrong Justification	2	8.70
Correct Answer -Partially Correct Justification	10	43.50
Correct Answer -Wrong Justification	7	30.40
Wrong Answer - Wrong Justification	4	17.40

As can be seen in Table 4, the large group of students ($f = 10$, 43.48%) answered questions in the C.A.- P.R.J. category. It was seen that a small portion of the students who answered correctly ($f = 2$, 8.70%) were in the C.A. – R.J. category, the one-third of the students ($f = 7$, 30.43%) made statements in the C.A.-W.J. category and 4 students answered questions appropriate to the (17.39%) W.A.-W.J. category.

The students' explanations about answers are presented below:

"Salt, lowers the boiling point of water."

"When sugar dissolves in water, it ionizes. When the salt dissolves in water, the amount of ions formed is less than that of sugar. "

"The covalent bond is stronger than the ionic bond, therefore saltwater has a lower freezing point. "

Discussion and Conclusion

In this study, the conceptual comprehension levels of high school 12th grade students about the mole were examined by using three formative assessment probes. Students has been found that there are great deficiencies in their conceptual understanding levels. The majority of students prior to the teaching practice answered questions in the W.A.-W.J. category. It was seen that the students who made the right guess generally had difficulty in explaining the concept scientifically. The written explanations remained partially acceptable. This shows that the students do not reach a sufficient level of conceptual understanding in the lessons. The answers given to the open-ended part of the formative assessment probes show that the students have very serious misunderstandings or misconceptions about the mole concept. It was revealed that some of the students were wrong to define

the concept of mole with Avogadro number and used synonyms rather than a unit. These results correspond to the research results that Tullberg and the others got (1994). Some students think that the mole concept corresponds to the mass concept, while others try to explain it by making a false connection with the density concept. This may be due to the fact that the terms molar mass and density all refer to the amount of matter in their definitions. In their 1993 study, Furió and his friends stated that the amount of substance had no clear meaning for either students or teachers. Similarly, studies by Furió et al (2002) and Staver & Lumpe (1995) showed that students expressed the term matter-quantity as the mass of the matter. Some of the students stated that the Avogadro number was the reason why particle numbers of substances that have different masses were the same. But he couldn't present a conceptually correct justification. This situation coincides with the inability to understand the mole concept, leading students to memorize formulas (Chong, 2016).

In the question about the effect of solute on the freezing point of water, more than half of the students were able to predict the correct option. However, the rate of students' scientific explanation of their predictions is below 10%. This is where the critical importance of formative assessment emerges. Because, skills such as being able to explain, giving examples, solving questions and establishing a connection with everyday life are necessary for conceptual understanding. If this question was asked as multiple choice, it would be accepted that the vast majority of students understood this topic conceptually, considering their correct predictions. However, when the explanation part of the problem was examined, it was determined that the students made the correct prediction, but there were important deficiencies in their explanations. For example, a student who estimated that sugar will lower the freezing point of the water more, wrote that the amount of ions in salt water is less than that of sugar as explanation. In addition, there are explanations such as *"sugar will ionize when dissolved in water"*; *"the covalent bond is stronger than the ionic bond and therefore the freezing point of the salt is low."* Misconceptions about the ionization of sugar in water have been revealed in many studies in the literature (Coştu, Ayas, Açıkkar & Çalık, 2007; Eyceyurt Türk, Akkuş, & Tuzun Nur, 2014)

After teaching the mole concept by using the formative assessment technique "The Agreement Circle", students' conceptual understanding levels were analyzed. As a result, the number of students giving correct answers and explanations increased. In addition to the increase in the number of correct answers, more meaningful explanations were obtained from the students. For example; Before teaching a student said, *"The*

number of Avagadro is the same for each atom and the atoms contain as many atoms as the number of Avagadro. This is also related to the mole. If the mole number is the same, they contain atoms in the same Avagadro number. But mass can be different.” After the instruction, he wrote, *“Although the number of moles is the same, since the atomic masses are different, the masses are different. But the number of particles is the same.”* In the students’ explanations, there were fewer misconceptions after the instruction. The formative assessment technique called Agreement Circle has been successful in improving students’ understanding of moles, one of the basic concepts of chemistry. This result supports the results of other research showing that formative assesment supports conceptual understanding (Bulunuz & Bulunuz, 2017; Aydeniz & Pabuccu, 2011; Decristan et al., 2015; Yalaki, 2010). This study has two important limitations. The first is the small number of students, and the other is it had to be done in a limited time period. For these reasons, only one formative assessment probe regarding mole could be compared before and after intervention. Due to the busy schedule of the study school, the final test was given 2-3 weeks later. This increases the likelihood that students will remember the correct answers after the first test. By using the rest of the formative assesment probes further research can be conducted. For example, longer-lasting studies involving different grade levels can be conducted using these formative assesments probes.

Suggestions

Chemistry courses mainly include abstract concepts and topics. The content of the chemistry courses includes many algorithmic problem solutions related to these topics and concepts. The concept of moles is key in these algorithmic problem calculations. In order to save chemistry teaching from rote memorization, it is necessary to start from the concept of mole. In this context, formative assessment probes designed to teach the concept of moles should be disseminated. In the literature there are few formative assesment probes developed in the field of chemistry. Formative probes developed in this study can be inserted into chemistry textbooks. These questions can be videotaped and made available on Youtube and social media. Formative assessment techniques and probes can be disseminated by including chemistry teachers in in-service training. In today’s education system, students usually take summative assessment and receive grades. While the applications of this research were being carried out, it was observed that the sample students expressed grade anxiety. Formative assessment practices go beyond grading and fuse assessment with teaching. This approach will also help reduce students’ anxiety. In the study, it was seen that students

generally had difficulty in justifying their correct answers. Formative assessment classroom techniques focus on exposing students' ideas to each other and their teachers. In this way, more opportunities can be provided for students to have the courage to think, create their own ideas, and share these ideas. This teaching can contribute to the development of students' explanation skills over time.

References

- Aydeniz, M., & Pabuccu, A. (2011). Understanding the impact of formative assessment strategies on first year university students' conceptual understanding of chemical concepts. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 5(2), 18–41.
- Ayvacı, H. Ş., & Candaş, B. (2017). Students' understanding of light reflection from different educational level. *Journal of Computer and Education Research*, 5(10).
- Bala, V. G. (2013). *Influence of Formative Assessment Applications on the Learning of Nature of Science in the Integration of Nature of Science in Science Content* [Unpublished master's thesis]. Hacettepe University.
- Black, P., Harrison, C., Lee, C., Marshall, B., & Wiliam, D. (2004). Working Inside the Black Box: Assessment for Learning in the Classroom. *Phi Delta Kappan*, 86(1), 8–21. <https://doi.org/10.1177/003172170408600105>
- Black, P., & Wiliam, D. (1998a). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5(1), 7-74. <https://doi.org/10.1080/0969595980050102>
- Bulunuz, M., & Bulunuz, N. (2013). Introduction of formative assessment and effective application examples in science teaching. *Journal of Turkish Science Education*, 10(4), 119–135.
- Bulunuz, M., & Bulunuz, N. (2016). Evaluation of the teaching of inaction to high school students by using formative assessment question. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi (ATED)*, 6(2), 50–62.
- Bulunuz, M., Kırşak, Z., Tomaş, B., Karagöz, F., & Receptoğlu, B. (2017). Evaluation of Formative Assessment-Based Teaching Practices: An Action Research. *Turkish Journal of Teacher Education*, 6(2).
- Chong, S. H. (2016). Wither the Concepts of Mole and Concentration: Conceptual Confusion in applying $M_1V_1 = M_2V_2$. *Universal Journal of Educational Research*, 4(5), 1158–1162. <https://doi.org/10.13189/ujer.2016.040527>
- Coştu, B., Ayas, A., Açıkkar, E., & Çalık, M. (2007). At Which Level are Concepts about Solubility Topic Understood?. *Boğaziçi University Journal of Education*, 24(2), 13–28.
- Dierks, W. (1981). Teaching the Mole. *European Journal of Science Education*, 3(2), 145–158. <https://doi.org/10.1080/0140528810030205>
- Decristan, J., Klieme, E., Kunter, M., Hochweber, J., Büttner, G., Fauth, B., Hondrich, A. L., Rieser, S., Hertel, S. & Hardy, I. (2015). Embedded formative assessment and classroom process quality: How do they interact in promoting science understanding. *American Educational Research Journal*, 52(6), 1133-1159.

- Eyceyurt Türk, G., Akkuş, H., & Tüzün Nur, Ü. (2014). Pre-Service Science Teachers' Images about Dissolution. *Erzincan University Journal of Education Faculty*, 16(2), 65–84.
- Furió, C., Azcona, R., Guisasola, G., & Mujika, E. (1993). Concepciones de los estudiantes sobre una magnitud “olvidada” en la enseñanza de la Química: la cantidad de sustancia. *Enseñanza de Las Ciencias*, 11(2), 107–114.
- Furió, C., Azcona, R., & Guisasola, J. (2002). The learning and teaching of the concepts “amount of substance” and “mole”: a review of the literature. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 3(3), 277–292. <https://doi.org/10.1039/B2RP90023H>
- Furió, C., Azcona, R., Guisasola, J., & Ratcliffe, M. (2000). Difficulties in teaching the concepts of “amount of substance” and “mole.” *International Journal of Science Education*, 22(12), 1285–1304. <https://doi.org/10.1080/095006900750036262>
- IUPAC. (2007). *Green Book, Quantities, units and symbols in physical chemistry*. RSC Publishing.
- Keeley, P. (2008). *Science formative assessment: 75 practical strategies for linking assessment, instruction, and learning*. California: Corwin Press & NSTA Press.
- Keeley, P. (2011). *Uncovering student ideas in life science, vol. 1: 25 new formative assessment probes*. Arlington, Virginia: NSTA Press.
- Keeley, P. (2013). *Uncovering student ideas in primary science, vol. 1: 25 new formative assessment probes for grades K-2*. Arlington, Virginia: NSTA Press.
- Keeley, P., Eberle, E., & Farrin, L. (2005). *Uncovering student ideas in science, vol. 1: 25 Formative Assessment Probes*. California, Corwin: NSTA Press.
- Keeley, P., & Harrington, R. (2014). *Uncovering student ideas in physical science, vol.2: 39 new electricity and magnetism formative assessment probes*. Arlington, Virginia: NSTA Press.
- Keeley, P., & Tugel, J. (2009). *Uncovering student ideas in science, volume 4: 25 new formative assessment probes*. Arlington, Virginia: NSTA Press.
- Larson, J. (1997). *Constructing understandings of the mole concept: interactions of chemistry text, teacher and learners. Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*. (Technical/ Research Report No. ED405211). ERIC.
- McManus, S. (2008). *Attributes of effective formative assessment. A work product coordinated by Sarah McManus, NC Department of Instruction, for the Formative Assessment for Students and Teachers (EAST) Collaborative*. Washington, DC: Council of Chief State School Officers.

- Ministry Of National Education (MEB). (2018). Secondary Chemistry Lesson (9,10,11 and 12 grades) Curriculum, Board of Education.<http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=347>
- Morgil, İ., Yılmaz, A., & Özyalçın, Ö. (2002, September 16-18). *Relationship between students' understanding of concepts and their success in solving numerical problems in basic chemistry course*. National Science and Mathematics Education, Ankara, Turkey.
- National Research Council (NRC). (1999). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/6160>.
- National Science Education Standards (1996). National Academy Press Washington, DC. <https://www.csun.edu/science/ref/curriculum/reforms/nses/nses-complete.pdf>
- Ozan, C. (2017). *The effects of formative assessment to students' academic achievement, attitude and self-regulation skills* [Unpublished doctoral dissertation]. Atatürk University.
- Özer, G. (2009). *Investigating the effect of scientific argumentation based instruction approach on students' conceptual change and success concerning the concept of mole* [Unpublished master's thesis]. Gazi University.
- Özmen, H., & Demircioğlu, G. (2003). Determining the levels of high school students' understanding of some basic chemistry concepts in the curriculum. *Çukurova University Faculty of Education Journal*, 2, 79–89.
- Padilla, K., & Furió-Más, C. (2008). The importance of history and philosophy of science in correcting distorted views of “amount of substance” and “mole” concepts in chemistry teaching. *Science and Education*, 17(4), 403–424. <https://doi.org/10.1007/s11191-007-9098-2>
- Sadler, D. R. (1989). Formative assessment and the design of instructional systems. *Instructional Science*, 18, 119–144. <https://doi.org/10.1007/BF00117714>
- Shepard, L. A. (2000). *The role of classroom assessment in teaching and learning*. (CSE Technical Report No. 517). CRESST.
- Siswaningsih W., Firman, H., Zackiyah, & Khoirunnisa, A. (2017). Development of two-tier diagnostic test pictorial-based for identifying high school students misconceptions on the mole concept. *Journal of Physics: Conference Series*, 812(1), 012117. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/812/1/012117>
- Staver, J. R., & Lumpe, A. T. (1995). Two investigations of students' understanding of the mole concept and its use in problem solving. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(2), 177–193. <https://doi.org/10.1002/tea.3660320207>
- Treagust, D.F., Jacobowitz, R., Gallagher, J.L. and Parker, J. (2001). Using assessment as a guide in teaching for understanding: A case study of a

- middle school science class learning about sound. *Science Education*, 85(2): 137-157.
- Tullberg, A., Strömdahl, H., & Lybeck, L. (1994). Students' conceptions of 1 mol and educators' conceptions of how they teach 'the mole.' *International Journal of Science Education*, 16(2), 145–156. <https://doi.org/10.1080/0950069940160204>
- United Nations Population Fund (UNFPA), (2019). World Population Dashboard, Total population in millions, 2019. <https://www.unfpa.org/data/world-population-dashboard#>
- Wiliam, D. (2011). *Embedded Formative Assessment*. Bloomington, IN: Solution Tree Press
- Wiliam, D., Leahy S. (2015). *Embedding formative assessment: Practical techniques for K-12 classrooms*. Learning Sciences International.
- Won, M., Krabbe, H., Ley, S. L., Treagust, D. F., & Fischer, H. E. (2017). Science teachers' use of a concept map marking guide as a formative assessment tool for the concept of energy, *Educational Assessment*, 22(2), 95-110. <https://doi.org/10.1080/10627197.2017.1309277>
- Yalaki, Y. (2010). Simple formative assessment, high learning gains in college general chemistry. *Eurasian Journal of Educational Research (EJER)*, 40, 223–241.
- Yin, Y., Tomita, M. K., & Shavelson, R. J. (2013). Using formal embedded formative assessments aligned with a short-term learning progression to promote conceptual change and achievement in science. *International Journal of Science Education*, 36(4), 531–552. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.787556>
- Yıldırım, A., & Şimşek, A. (2013). *Qualitative research methods in the social sciences*. Seçkin Press.

The Role of Technology in Modern Science Education

Özkan Yılmaz¹

Abstract

The evolution of technology usage in science education, moving from simple tools to advanced applications, forms the focus of this study. An analysis of the positive impacts and challenges faced with current technology in science teaching is conducted. Innovations like virtual learning environments, robotic tools, 3D printing, and AI provide a rich array of options to enhance instruction. Despite the numerous benefits, significant obstacles persist, including the rapid pace of tech advances, unequal access, potential over-reliance on these tools, and privacy and security concerns. The effective use of these technologies necessitates considerable financial and infrastructural support, along with comprehensive teacher training. The research concludes by emphasizing a balanced and critical approach to technology integration, where traditional teaching isn't overshadowed. Future research must focus on equitable tech accessibility, data protection, and adaptability to continuous technological progression for a comprehensive, high-efficiency learning experience.

Introduction

The use of technology in teaching science has evolved significantly over the years. From the early days of basic calculators and overhead projectors to the modern use of virtual reality, artificial intelligence, and online resources, technology has transformed the way science is taught and learned in the classroom. Today, teachers have access to a wide range of technological tools and resources that can enhance their science teaching practices. By incorporating these technologies into their lessons, teachers can create more engaging and interactive learning experiences for their students. These

¹ Doç. Dr., Erzincan Binali, Yıldırım Üniversitesi, ozkanyilmaz@erzincan.edu.tr,
ORCID ID: 0000-0001-8963-3354

tools facilitate the exploration and understanding of scientific concepts while promoting critical thinking, problem-solving skills, and collaboration among students. Overall, the use of technology in teaching science has revolutionized the way educators present information and engage students, leading to more effective and immersive learning experiences.

This research aims to examine the influence of modern technologies on science education, specifically focusing on the specific technologies currently being used. By exploring both the benefits and challenges associated with integrating these technologies, this study seeks to provide a comprehensive understanding of how technological innovations are impacting teaching and learning in science education.

1. What are the current technologies in science education?

Technology has become a transformative force in education, reshaping the way students engage with and understand scientific concepts. The integration of current technologies in science education provides educators and learners with innovative tools to explore, experiment, and comprehend the intricacies of the natural world (Doyan, Makhrus, & Zamrizal, 2021; Goumas, Symeonidis, & Salonidis, 2016). The dynamic combination of science and technology not only closes traditional accessibility gaps but also introduces a range of engaging experiences that cater to various learning styles. As we delve into the examination of current technologies in science education, we embark on a journey to uncover the digital, interactive, and virtual aspects shaping the future of how we teach and learn about sciences (Luckin & Holmes, 2016). From augmented reality to online simulations, these technologies have the potential to transform science education by promoting curiosity, critical thinking, and a deeper understanding of the scientific principles that form the basis of our comprehension of the world (Kim, Hannafin, & Bryan, 2007; Mishra, 2017). Technology in science education has come a long way and continues to evolve, providing new opportunities for teachers and students alike. The integration of technology in science education is crucial to prepare students for the demands of the modern world. Technology continues to evolve and has become increasingly important in the field of science education, offering a range of tools for teaching and learning. Here are some commonly utilized technologies in science education:

1.1. Interactive Whiteboards and Smartboards

These tools not only facilitate dynamic presentations but also provide teachers with interactive ways to engage students in discussions related

to science concepts. By incorporating digital content and utilizing these tools, educators can create a more engaging learning environment for their students.

(1) This study demonstrates that science teachers widely incorporate smart boards into their teaching practices. The utilization of smart boards is most commonly seen during specific units, such as 'Living Organisms and Life,' and teachers often acquire the necessary skills through in-service training. Among the popular applications of smart board technology are accessing online resources and utilizing the Education Information Network. Additionally, teachers frequently employ smart boards for assessment purposes. These findings highlight the valuable role that technology plays in education and how effectively it is integrated by teachers (Soylu & Bozdoğan, 2019).

(2) This study aimed to assess the influence of utilizing smart boards on student motivation in secondary school science classes. Based on survey responses, students reported that the integration of smart boards improved their engagement with the lesson, increased their attentiveness and active participation, made the lesson more engaging and captivating, and positively impacted their overall motivation. These results imply that technology can be successfully employed as a means to enhance student motivation and comprehension, particularly in educational settings where intricate and abstract concepts are taught in subjects like science. The integration of smart boards in science education has proven to have significant benefits for both teachers and students (Yiğit, Yılmaz, & Karakaş, 2017)

Interactive Whiteboards and Smartboards significantly enhance teaching science concepts by promoting engagement, enabling multimedia presentations, and fostering interactive learning sessions (Gündüz & Kutluca, 2019; Karadag, Koc, & Kalkan, 2017; Perinpasingam, Arumugam, Subramaniam, & Mylvaganam, 2014). However, it's essential to ensure they are used effectively to aid, not replace, traditional teaching methods. The technology's success depends on strategic implementation, teacher adaptation, and addressing potential disadvantages such as required training and associated costs.

1.2. Online Simulations and Virtual Labs

Digital simulations and virtual laboratory exercises have emerged as highly effective pedagogical tools in science education, offering students interactive and captivating learning opportunities (Haleem, Javaid, Qadri, & Suman, 2022). These technological resources create a dynamic and immersive

environment where students can actively explore scientific concepts, conduct experiments, and observe outcomes within a virtual realm. A notable benefit is the ability to reproduce experiments that may be challenging or costly to perform in a traditional lab setting. This accessibility empowers students to engage directly with scientific principles, thereby fostering enhanced comprehension of intricate ideas. Moreover, virtual simulations available online offer a level of engagement and critical thinking that is often lacking in traditional teaching methods. These tools also provide flexibility as students can repeat experiments, learn from mistakes without any real-world consequences, and study at their preferred pace (Efe & Efe, 2011; Valdez, Ferreira, Martins, & Barbosa, 2014). In summary, the integration of online simulations and virtual labs significantly enhances science education by providing an interactive, accessible, and customizable learning experience for students.

(1) This study aimed to evaluate the efficacy of using online instruction and virtual laboratories in teaching the topic of hemostasis. The findings showed that students achieved significantly better outcomes on exams when exposed to online instruction compared to traditional face-to-face education. However, there was no noticeable difference in their performance on certification exams or clinical preceptor assessments between the two groups. Students also expressed satisfaction with the ability to review exercises at their own pace, which enhanced their learning and understanding of course material (Conway-Klaassen, Wiesner, Desens, Trcka, & Swinehart, 2012).

(2) Virtual laboratories have been found to be highly effective in science, technology, and engineering education. They offer a cost-effective alternative to traditional labs while still providing students with a realistic laboratory experience. However, it is important that virtual laboratories meet certain criteria in order to ensure an optimal learning environment. The study also highlights the importance of pedagogical design and creating engaging learning experiences for students. Additionally, virtual labs have the potential to reduce the reliance on physical lab facilities in the future (Potkonjak et al., 2016).

(3) This study presents a novel approach to incorporating digital technology into nano education. The researchers have developed a model within Wayne State University's Nanoengineer Certificate Program that utilizes virtual laboratories and molecular simulation applications. By using these tools, students can learn the use of advanced research instruments and gain a deeper understanding of complex biophysical concepts related to nanoscale science and engineering. This innovative approach has the

potential to be implemented in multiple institutions, benefiting both teaching and community service initiatives (Kilani, Torabi, & Mao, 2018).

1.3. Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR):

Augmented Reality is a technology that superimposes digital content such as graphics, text, or 3D models onto the real-world environment (Dargan, Bansal, Kumar, Mittal, & Kumar, 2023). By seamlessly integrating computer-generated elements with the physical world, AR enhances the user's perception and immersive experience. AR enhances the user's real-world experience by incorporating digital content into their environment. It allows users to interact with both physical and digital elements in real-time. AR applications typically require devices such as smartphones, tablets, or AR glasses to overlay digital information onto the user's view. Virtual Reality is a technology that transports users into a fully digital environment, effectively isolating them from the physical world. This immersive experience usually requires the use of headsets to create a simulated reality in which users can engage and interact.

Immersive Experience: Virtual Reality offers a heightened sense of presence, immersing users in computer-generated environments.

Isolation: VR experiences provide complete engagement by isolating users from the real world during their immersion.

Dependency on Headsets: Specialized headsets like Oculus Rift or HTC Vive are typically necessary for delivering an immersive VR environment.

The use of augmented reality and virtual reality in teaching science allows for a more interactive and engaging learning experience (Veide & Strozheva, 2021). Students can explore and manipulate virtual objects, conduct experiments in a simulated environment, and visualize abstract concepts more tangibly.

This innovative approach not only enhances students' understanding of complex scientific concepts but also promotes critical thinking, problem-solving skills, and collaboration. Additionally, AR and VR can bridge the gap between theoretical knowledge and practical application by providing students with hands-on experiences in a safe and controlled environment (Yılmaz, 2021). Furthermore, AR and VR can also be used to address the challenges of accessibility and inclusivity in science education. These technologies have the potential to provide equal opportunities for students with disabilities or limitations, as they can create customized learning experiences tailored to individual needs.

In conclusion, the use of augmented reality and virtual reality in teaching science can revolutionize the way students learn and engage with scientific concepts.

(1) The objective of this study was to develop and evaluate an application called “AugWare” that utilizes Augmented Reality technology to enhance vocational education. Through the use of AR, students are provided with learning materials, simulations, and assessments through the Android-based application. The assessment of media experts indicated that the developed application is highly suitable for educational purposes. These findings suggest that integrating AR technology into vocational education can be beneficial in terms of providing flexible learning opportunities for students at their convenience. This research provides valuable insights into incorporating AR technology into the learning process (Herlandy, Al Amien, Pahmi, & Satria, 2019).

(2) The objective of this research is to create an Augmented Reality module for teaching students about Changes in States of Matter. The study proposes the use of augmented reality to educate students on changes in states of matter, particularly focusing on the freezing process. This involves implementing an eight-stage instructional plan that includes a chemistry-related project, such as making homemade ice cream, which allows students to explore how molecular particles are arranged and apply their knowledge. Evaluation results suggest that this AR module can effectively assist students in achieving specific learning objectives. Additionally, it has the potential to enhance conceptual understanding by enabling visualizations of abstract concepts in chemistry classrooms (Mahanan, Ibrahim, Surif, & Nee, 2021).

(2) This study explores the application of augmented reality in science education at the university level. It investigates the impact of AR on student learning experiences in a chemistry course through a survey. The results reveal that AR is highly beneficial for teaching abstract concepts that cannot be easily observed or examined in science education. Students also have favorable opinions about implementing AR in other courses within the field. However, there is a need to enhance the software interfaces of AR tools to better support instructional materials (Yilmaz, 2021).

AR and VR have shown great potential in revolutionizing science education, offering immersive and engaging learning experiences that can make complex science concepts more understandable and appealing. Despite these advantages, it is also important to consider potential challenges such as cost, technical issues, and the need for specialized training. Furthermore,

as these technologies continue to develop, ongoing research is crucial to understand their full implications in the context of science education.

1.4. Educational Apps and Games Use in Science Education

There are numerous mobile applications and games available that aim to enhance science learning by making it more interactive and enjoyable. These tools provide gamified experiences, allowing students to engage with scientific concepts in a fun and immersive way.

(1) According to the findings of this research, integrating Gamification and Artificial Intelligence Education techniques effectively improves anatomical learning. Students expressed satisfaction with the use of gamified components and achieved higher scores, indicating that these elements contribute to acquiring knowledge in anatomy. Furthermore, an AI-powered virtual assistant assisted students in identifying areas of anatomy that required further study. However, the study also acknowledged the potential for additional personalization and feedback provision using these technologies and highlighted the importance of exploring such advancements in future studies (Castellano et al., 2023)

(2) The effectiveness of the educational game in teaching the digestive system material was examined in this study. The game received positive feedback from content and media experts, as well as teachers and students. However, it was found that the impact on procedural knowledge was relatively low due to factors such as limited levels, a short trial duration, and students' lack of familiarity with educational games. To address these limitations, it is suggested to further incorporate educational games into the learning process and explore opportunities for developing enhanced versions in 3D or virtual laboratory formats (Indrata, Adita, & Nofiana, 2020).

(3) In this article, a game-based learning environment is designed to teach high school students about artificial intelligence. The design caters to the specific needs of three student categories: Artificial Intelligence Consumer, Operator, and Developer. It also maintains a balance between teaching content and progressing through the narrative and tasks of the game. However, it is important to assess and test this approach among a wider range of student demographics and educational settings for more comprehensive results (Leitner, Greenwald, Wang, Montgomery, & Merchant, 2023).

(4) This study discovered that while gamification did not significantly enhance the motivation of medical students in anatomy education, it was found to promote active learning and improve exam results compared to

the overall student group. An interesting finding is a decrease in teacher feedback scores in classes where gamification was utilized. These findings suggest that gamification has the potential to introduce a new approach to anatomy education, but its implementation should be approached with caution and adequate teacher preparation (Ang, Chan, Gopal, & Li Shia, 2018).

(5) This study emphasizes the advantages of incorporating gamification into medical education. Specifically, virtual patient simulations offer numerous benefits such as facilitating remote learning, providing real-world applications and clinical decision-making scenarios, offering rapid feedback and learning analytics, and encouraging engagement and collaboration. However, further research is necessary to thoroughly evaluate the effectiveness of these techniques and ensure they are well-designed for optimal educational outcomes (Krishnamurthy et al., 2022).

(6) This research demonstrates the effectiveness of using gamification and artificial intelligence to enhance the learning of human-specific anatomy for medical students. The incorporation of interactive elements like “tournaments” and “rankings” contributed to an engaging learning experience. Additionally, a virtual assistant provided personalized recommendations on prioritizing specific anatomy sections. However, some aspects of gamification, such as the “community” component, were not adequately supported with guidelines for effective utilization in supporting student learning (Castellano et al.).

1.5. 3D Printing

The utilization of 3D printing technology, augmented reality, and gamification strategies empower students to construct tangible replicas of scientific structures. This approach enriches their comprehension of intricate concepts in fields such as physics, biology, and chemistry by creating interactive learning experiences that combine virtual elements with hands-on experimentation (Yang, Chen, & Hsieh, 2019).

Students can significantly enhance their understanding and retention of complex scientific concepts by utilizing 3D printing technology to create physical models (Chatzikyrkou, Manavis, Minaoglou, & Efkolidis, 2020; Francés et al., 2021). This hands-on, tactile learning experience provides a more immersive educational approach that engages multiple senses. It allows students to interact with the subject matter tangibly, promoting deeper comprehension and retention of information. In addition, this innovative approach fosters creativity and problem-solving skills as students

design and manufacture their own three-dimensional representations of scientific structures or phenomena. Overall, incorporating 3D printing into science education offers an exciting opportunity to revolutionize traditional teaching methods and empower students with new ways to learn (Alzoubi, Aljabali, & Tambuwala, 2023).

The use of 3D printing allows for the production of precise and realistic physical models that visually depict intricate structures, such as molecules, cells, or anatomical components (Park, Shin, Kim, & Clayton, 2022). This visual representation assists students in comprehending abstract concepts that may be difficult to grasp using conventional instructional approaches. Additionally, incorporating gamification elements into these 3D models can further enhance student engagement and motivation in learning anatomy.

The utilization of 3D printing expands the possibilities for an engaging and cooperative learning environment (Zaman, Mokhtar, Ibrahim, Huddin, & Beng, 2020). Students can actively participate in designing and creating models, fostering teamwork abilities and communication skills. This collaborative approach encourages peer-to-peer education and nurtures a culture of shared learning experiences.

Having knowledge and experience in 3D printing technology can provide students with valuable skills that are highly sought after in STEM-related professions. As the use of 3D printing continues to grow across a range of industries, students who are familiar with this technology may have a competitive edge in future STEM fields (Chatzikyrkou et al., 2020; Lin, Hsiao, Chang, Chien, & Wu, 2018). This advantage is evident as studies have shown how gamification has been used successfully in educational environments to enhance student engagement and apply learned concepts effectively. By incorporating gamified elements into 3D printing education, educators can create interactive learning experiences that not only teach technical skills but also foster problem-solving abilities and critical thinking.

(1) The research explores an educational strategy that utilizes 3D printing technology to enhance learning outcomes in a mechanical component design course. Initial survey results revealed student skepticism regarding the effectiveness of both the course and 3D printing in improving their mechanical component design skills. However, as the course progressed, there was a noticeable improvement in students' ability to articulate and demonstrate mechanism functions during transitions between virtual and real environments (Yan & Hsieh, 2019).

(2) This study has shown that incorporating 3D printing technology into computer-aided design and engineering courses improves students' exposure to advanced technologies and helps them develop the skills needed to apply these technologies in practical settings. Additionally, this integration fosters critical thinking and psychomotor abilities among students, equipping them with the necessary knowledge for future challenges while also promoting an understanding of Industry 4.0 and the United Nations Sustainable Development Goals (Zaman et al., 2020)

(3) This study has demonstrated that 3D modeling technology effectively meets learning objectives and significantly elevates students' levels of knowledge. Medical students, through a multimodal e-learning course, particularly using 3D models, have successfully learned and understood complex concepts, responding positively to the course content (Stunden, Zakani, Martin, Moodley, & Jacob, 2021). However, the number of students facing technical challenges indicates that such interactive 3D models may not be accessible to everyone. These findings underscore the necessity to investigate how 3D modeling and e-learning materials can be best integrated and how technical issues can be overcome to ensure equal benefit for all students.

3D printing has vast potential in the context of science education by providing hands-on exploration, promoting creativity, and facilitating understanding of complex concepts. Despite these benefits, it's crucial to consider the resources needed for acquiring and maintaining 3D printers, as well as the requirement for skilled personnel to manage these tools. Moving forward, it's essential to keep exploring ways to maximize the educational benefits of this innovation while managing associated challenges effectively.

1.6. Robotic

Engaging in practical activities involving robotics kits and programming allows students to actively apply scientific principles in a hands-on manner (Şişman & Küçük, 2018; Verner, Perez, & Lavi, 2022). Incorporating robotics kits into educational settings provides students with an interactive learning experience, allowing them to actively participate in hands-on activities and engage with the materials and components. This tactile approach not only enhances their understanding of scientific principles but also improves retention and memory.

The process of designing and programming robots frequently requires students to tackle obstacles and find solutions. Through troubleshooting, optimizing designs, and debugging code, students develop critical thinking

skills to ensure the effective functionality of their robots. Activities in the field of robotics often involve programming robots to perform specific tasks. Through these activities, students can develop important skills such as coding, logical reasoning, and algorithmic thinking. These skills not only benefit them in the realm of robotics but also have applications across a wide range of fields and industries.

Engaging in robotics fosters creativity as students are involved in the design and construction processes of their robots. This hands-on approach allows them to explore and experiment with various solutions, cultivating a mindset that values innovation and creative thinking. Robotics serves as a conduit between abstract classroom concepts and their practical implementation in various fields. Students gain firsthand knowledge of how scientific principles are applied in real-world sectors like manufacturing, healthcare, and space exploration

(1) This research investigates the effects of implementing the STEAM-Robotics approach in science education on 7th-grade middle school students' problem-solving. The study utilized an experimental design with 81 participants, dividing them into two groups - an experimental group receiving robotic-based STEAM education and a control group receiving standard education. Findings indicate that the implementation of the STEAM-Robotics approach through problem-based learning has resulted in improved problem-solving skills, increased interest in science topics, and enhanced creative thinking abilities among students (Khikmiyah, Rusijono, & Arianto, 2021).

(2) The present study conducted a comprehensive analysis of student involvement in robotics courses at the high school level. The researchers categorized student engagements into different participation structures based on their behaviors and tendencies. The results unveiled noteworthy variations among students' tendencies and modes of participation. These substantial differences between the two groups of students yielded valuable insights that can aid educators in gaining a deeper understanding of individual needs and behavioral patterns. Moreover, this comprehension provides teachers with valuable guidance on how to tailor educational programs and approaches more effectively for distinct student cohorts (Veide & Strozheva, 2021; Verner et al., 2022).

(3) A study was conducted to develop and implement a STEM module and a low-cost robot prototype to enhance student interest and abilities in STEM subject. The module was designed based on Kolb's experiential learning theory, which encourages active, hands-on experiences. Research

findings indicated that students showed a high level of commitment to these activities, leading to improved learning outcomes. These results emphasize the importance of incorporating technology and interactive experiences in promoting student engagement and interest in STEM education. Furthermore, the affordability of the robot prototypes makes them accessible to students from diverse backgrounds, including those in rural areas (Zainal, Din, Abd Majid, Nasrudin, & Abd Rahman, 2018).

The incorporation of robotics in science education fosters creativity, critical thinking, and hands-on learning, making science more engaging and relevant for students. However, the implementation of robotics in classrooms is not without its challenges, including the need for teacher training, equipment costs, and equity in access. As advancements in technology continue, it is crucial to find ways to make robotics more accessible to all learners and ensure teachers are adequately prepared to use these tools effectively.

1.7. Artificial Intelligence (AI)

AI-powered tools have the potential to provide customized learning experiences by adapting the content and pace to meet individual student needs. This personalized approach has been shown to enhance the overall effectiveness of the learning process.

(1) The study conducted aimed to investigate the level of awareness among teacher candidates regarding the utilization of artificial intelligence in science education. Through a combination of quantitative and qualitative data collection methods, this mixed-methods research uncovered a limited understanding among the candidates. The results highlight a general lack of awareness among teacher candidates about the potential applications of artificial intelligence in education. Furthermore, it suggests that there is a need to enhance educational programs by integrating artificial intelligence and its use within education practices (AlKanaan, 2022).

(2) The study findings reveal the positive impact of integrating VR technologies, 3D animation, and AI in medical education. It suggests that this integration enhances the learning process by providing students with increased interaction and collaboration opportunities within virtual classroom environments. Furthermore, factors like teacher quality, timely feedback, and well-designed lessons contribute to higher levels of student satisfaction and improved performance. Thus, implementing a virtual classroom model that incorporates these elements can create a more accessible, user-friendly, and interactive educational environment. As a result of these insights, the

study encourages broader adoption of VR and AI technologies in medical education (Kumar et al., 2022).

(3) The systemic examination of literature emphasizes the significant impact that artificial intelligence has on education. Various applications, that prioritize student achievement, make use of machine learning and deep learning algorithms. This underscores AI's capacity to handle intricate tasks like evaluating student performance and forecasting success. AI technologies in teaching enhance the learning experience for students while increasing teacher efficiency. For example, AI is used in game-based learning environments to promote higher levels of student engagement. Although there is a significant amount of research focused on the implementation of AI in high school education, further investigation is needed to understand its impact at the elementary and middle school levels (Zafari, Bazargani, Sadeghi-Niaraki, & Choi, 2022). Overall, AI presents an opportunity to enhance student performance and improve teaching experiences, highlighting the importance of continued inquiry in this field.

(4) This study has produced important findings regarding the effective utilization of an artificial intelligence chatbot in science education. The results indicate that the use of a chatbot fosters personalized learning and enables teachers to provide individualized feedback to multiple groups simultaneously, surpassing what can be achieved by human instructors alone. However, the study also points out the technical limitations of chatbots and identifies pedagogical challenges that should be addressed. For example, there is a tendency for decreased interaction with the chatbot over time, potentially leading to less interactive learning experiences where students simply click buttons to provide predefined responses (Chang, Park, & Park, 2023).

(5) The present study investigates the research patterns of Artificial Intelligence in Science Education from 2013 to 2023, indicating a notable growth. The majority of studies concentrate on middle school education. Educational robots are frequently employed as AI tools, and there is also evidence of the use of technologies like genetic algorithms and Bayesian networks. These technologies have generally demonstrated positive impacts on students' emotional perception, learning outcomes, and higher-order thinking skills. However, specific situations might give rise to complex results. In conclusion, the incorporation of AI in science education is attracting more attention and offering prospects for future research endeavors (Jia, Sun, & Looi, 2023).

AI has transformative potential in science education, offering personalized learning experiences, automating administrative tasks and fostering learning capacity. Yet, it's important to consider challenges associated with AI, including ethical concerns, data privacy, and the need for skilled personnel to manage and implement AI technology effectively. As AI continues to evolve, ongoing research is required to leverage AI's full potential in science education and address associated challenges.

2. Exploring the Utility and Challenges of Technology in Science Education

Technology serves as a double-edged sword in the realm of science education. On one hand, it offers a myriad of benefits such as improved problem-solving skills, increased engagement, informed individual learning experiences, and efficient teaching methods. From STEAM-Robotics to AI-powered tools, technology provides the means to touch upon various aspects of science in an immersive, interactive manner. On the other hand, this progression is not without its drawbacks. Issues related to accessibility, teacher preparedness, technical glitches, over-reliance, and privacy concerns pose significant challenges. This section will explore the advantages and disadvantages of incorporating technology into science teaching, offering a comprehensive perspective on its integration into contemporary educational systems.

2.1. Advantages of Using Technology in Science Education

The integration of technology in science teaching has proven to have multiple advantages. The implementation of approaches like STEAM-Robotics enhances problem-solving skills, nurtures creative thinking, and boosts students' interest in science. High-tech robotics courses stimulate student involvement, while cost-effective robot prototypes foster engagement and accessibility in STEM subjects. AI-powered tools also play a critical role by offering personalized learning experiences that adapt to each student's unique needs (van der Vorst & Jelcic, 2019). This enhances the learning process by making it more effective and tailored. Medical education has also seen advancements with the use of VR technologies, 3D animation, and AI, enhancing interactivity and collaboration. Another key benefit is the use of AI chatbots in education, which enable personalized learning (Chang et al., 2023). Lastly, AI technologies, including educational robots, genetic algorithms, and Bayesian networks, enhance emotional perception, learning outcomes, and higher-order thinking skills. Following this overview, each of these points will be further elaborated upon.

2.1.1. Engagement and Interactivity

Technology has revolutionized the way we approach science education by offering interactive and immersive learning experiences. Through virtual simulations, interactive software, and multimedia presentations, students are captivated and engaged in a way that traditional teaching methods cannot achieve. These tools not only capture their attention but also stimulate their curiosity by presenting complex scientific concepts in an accessible and exciting manner. By incorporating technology into science lessons, educators can create a dynamic learning environment that fosters exploration and deepens understanding (Daaif et al., 2019; Hockicko, 2010).

2.1.2. Visualization of Complex Concepts

Technology integration in education has revolutionized the way abstract and complex scientific concepts are taught. By utilizing tools such as animations, simulations, and virtual reality, educators can provide students with dynamic and visual representations that enhance their understanding of challenging topics (Elmalı & Kızılcı, 2022; Harbali, 2016). These innovative approaches allow for a more engaging and interactive learning experience, enabling students to grasp difficult concepts that may be otherwise hard to comprehend through traditional teaching methods.

2.1.3. Access to Resources

The internet and digital platforms have revolutionized education, offering students and teachers a wealth of educational resources at their fingertips. With just a few clicks, students can access articles, videos, research papers, and more to delve deeper into specific scientific topics. Online databases and educational websites provide an interactive platform for research and exploration that enhances the learning experience. Students now can explore various perspectives on a subject matter with ease, fostering critical thinking skills and encouraging them to engage in independent inquiry. Furthermore, these online resources offer up-to-date information that is constantly evolving as discoveries are made in the scientific field. In this way, technology integration has paved the way for educators to create dynamic learning environments that promote curiosity and facilitate a deep understanding of complex concepts.

2.1.4. Collaborative Learning

Technology plays a crucial role in fostering collaborative learning environments, providing students with opportunities to collaborate

on projects, share information, and engage in meaningful discussions (Altowairiki, 2021). Online platforms and communication tools not only facilitate collaboration within the classroom but also open doors for global connections, allowing students to interact and work together with peers from different parts of the world.

2.1.5. Personalized Learning

The integration of technology in education has opened up new possibilities for personalized learning experiences. With the help of adaptive learning platforms, students can benefit from tailored instruction that caters to their individual needs and pacing (Srinivasa, Kurni, & Saritha, 2022). These platforms can adjust the difficulty of tasks based on student's progress, ensuring that each student receives targeted support throughout their learning journey.

2.1.6. Real-world Connections

Technology plays a crucial role in bridging the gap between classroom learning and real-world applications of science. It offers various tools such as virtual field trips, video conferences with scientists, and access to real-time data that enhance students' understanding of scientific principles by providing them with more authentic and practical experiences (Rapanta, Botturi, Goodyear, Guàrdia, & Koole, 2020; Scanlon, Morris, Di Paolo, & Cooper, 2002).

2.1.7. Assessment and Feedback

Technology provides a wide range of tools that allow teachers to assess students' understanding and progress in real-time. With the use of online quizzes, interactive assessments, and automated feedback mechanisms, educators can easily identify areas where students may require additional support (Ala-Mutka, 2005; Gaytan & McEwen, 2007). These innovative methods not only save time but also ensure that every student's needs are met effectively.

2.1.8. Preparation for the Future

Integrating technology in science education goes beyond preparing students for the digital age; it paves the way for enhanced digital literacy skills that are crucial in today's world. By exposing students to technology in the classroom, they not only develop essential STEM-related skills but also gain a competitive edge for their future careers in science, technology, engineering, and mathematics fields.

2.1.9. Flexibility and Accessibility

The integration of technology in education offers a range of advantages, including increased flexibility in both the timing and location of learning. This enhanced accessibility allows for greater inclusivity among students with varying learning styles and needs (Borgman & Dockter, 2018; Pashler, McDaniel, Rohrer, & Bjork, 2008). Through online resources and digital platforms, learners have the opportunity to review material at their own preferred pace, fostering self-directed learning experiences.

2.1.10. Cost-Efficiency

Integrating technology in the classroom can be a cost-effective solution, despite initial implementation costs. By reducing the need for physical resources and streamlining educational processes, technology enhances efficiency and offers long-term savings (Alshwaier, Youssef, & Emam, 2012; Niaz, 2022).

Technology offers significant advantages in science teaching by facilitating interactive, engaging, and personalized learning experiences. It enhances students' understanding of complex science concepts, promotes critical thinking and problem-solving skills, and prepares students for a technology-driven future. Despite these advantages, it's vital to use technology strategically and ensure it complements rather than substitutes traditional teaching methods. Benefits must be balanced against potential challenges such as financial costs, inequity in access, and risks of overreliance. A measured, mindful approach to technology integration can lead to enriched science education and improved student outcomes.

2.2. Issues Arising from the Application of Technology in Science Education

While not specifically identified in the document, some potential challenges of using technology in science classrooms may include accessibility and equity issues - not all students have equal access to technological resources. There could also be difficulties in teacher training and preparedness to adopt technological teaching methods effectively. Technical issues such as software glitches or hardware malfunctions could also impact lessons. There's also the risk of over-reliance on technology, potentially reducing critical thinking or problem-solving skills when technology is used as a crutch rather than a tool. Additionally, privacy and security concerns with online platforms used could present challenges. Further research is needed to fully understand these challenges and devise strategies to overcome them.

2.2.1. Cost

Integrating and sustaining technology in the classroom can be a costly endeavor. Educational institutions may encounter difficulties in obtaining the essential hardware, software, and infrastructure needed for technological advancements, particularly in financially constrained educational environments.

2.2.2. Technical Issues

Technical problems such as glitches, connectivity issues, or equipment malfunctions can disrupt the learning process and create frustration for both students and teachers. These challenges not only hinder seamless communication but also impede the smooth flow of educational content delivery.

2.2.3. Lack of Training and Support

Integration of technology in science teaching has become increasingly important in today's education system. The successful integration and use of technology in the classroom is dependent on the teachers' level of training and support. Without adequate training, teachers may struggle to effectively utilize technology, limiting its potential impact on student learning. Providing additional training opportunities for teachers can help them develop the necessary skills needed to incorporate technology into their teaching practices more effectively. By addressing this issue, we can ensure that technology is used optimally to enhance student learning experiences.

2.2.4. Dependency and Distraction

Over-reliance on technology can create a dependence on devices, which may impede students' capacity for critical thinking and problem-solving without technological aid. Additionally, devices pose the risk of becoming distractions, tempting students to engage in non-educational activities during class.

2.2.5. Inequity and Access Disparities

The digital divide, which refers to unequal access to technology among students, poses a significant challenge in education. This disparity can potentially exacerbate existing educational inequalities and limit learning opportunities for certain students.

2.2.6. Loss of Personal Connection

While technology-mediated learning has its benefits, it is important to acknowledge that it may result in reduced face-to-face interactions between students and teachers. This could potentially diminish the personal connection and mentorship opportunities that are often fostered in traditional classroom settings. Teachers must find a balance between incorporating technology in the classroom and maintaining the essential human element of education.

2.2.7. Security and Privacy Concerns

The integration of technology in education not only offers numerous benefits but also raises important concerns regarding the security and privacy of student data. To address these concerns, schools must prioritize the implementation of reliable and robust security measures to ensure the protection of sensitive information.

2.2.8. Overemphasis on Assessment

While technology has undoubtedly brought numerous benefits to education, it is crucial to recognize that its integration can have unintended consequences. One potential pitfall is the overemphasis on assessment and measurable outcomes, which may overshadow other essential elements of the learning experience. By solely focusing on quantifiable results, there is a risk of neglecting critical thinking skills and stifling creativity among students. Educators need to strike a balance between utilizing technology as a valuable tool while also nurturing holistic development in learners.

2.2.9. Limited Hands-On Experience

While simulations and virtual experiments can provide valuable learning opportunities, it is crucial to acknowledge that they cannot fully replicate the hands-on laboratory experiences. While these technological tools have benefits in promoting a deeper understanding of scientific concepts, it is important to recognize that certain sensory and tactile aspects of traditional lab work cannot be completely replicated virtually. Hence, educators should strive for a balance between integrating technology for enhanced learning outcomes and ensuring students have access to hands-on experiences whenever feasible.

2.2.10. Rapid Technological Obsolescence

As technology continues to advance at a rapid pace, educational institutions may find it challenging to keep up with the latest advancements.

This can result in the rapid obsolescence of hardware and software, necessitating ongoing investments to stay current and provide students with effective learning tools.

2.2.11. Screen Time Concerns

While there is ongoing debate about the impact of excessive screen time on students' health, it is important to consider potential negative effects such as eye strain, sleep disturbances, and a sedentary lifestyle. Additionally, integrating technology into educational environments can provide numerous benefits in terms of teaching ideas and concepts in exciting and efficient ways. However, it is crucial to acknowledge the financial expenses and time required when bringing computers into classrooms. Furthermore, educators are faced with the challenge of learning and implementing these technological tools effectively. Despite this challenge, many argue that the benefits outweigh the costs as internet technology has shown its ability to support learning. The objective should be to facilitate educators in utilizing these technologies more easily while taking into account diverse student populations studying globally across different timelines and skill levels.

2.2.12. Loss of Traditional Skills

The rapid integration of technology in education has brought about changes that have both positive and negative implications. While the use of technology in classrooms can enhance learning experiences, it is important to consider its potential impact on traditional skills. As educators embrace new technological tools, there is a risk of neglecting essential skills like handwriting and manual calculation that still hold significance in various contexts.

While technology has substantial potential to enhance science teaching, various challenges need to be addressed. These include financial and infrastructural constraints, frequent technological obsolescence, demand for teacher training, potential loss of traditional skills, and concerns about security, privacy, and over-reliance on technology. Future efforts should focus on devising strategies to mitigate these issues, ensuring that technology integration is both effective and equitable. It's important to balance the use of technology with traditional teaching methods to ensure a holistic educational experience.

Conclusion

The integration of technology in science education presents both remarkable opportunities and formidable challenges. The potential benefits of increased student engagement, enhanced understanding of complex scientific concepts, and individualized learning experiences are significant. Tools such as online simulations, virtual labs, augmented and virtual reality, educational apps, robotics, 3D printing, and AI have opened new avenues for educators to make science more relatable, exciting, and impactful.

However, these advancements are not without challenges. There are concerns about the rapid obsolescence of technology, equity and access disparities, over-reliance on technology, potential loss of traditional skills, excessive screen time, and issues related to security and privacy. Additionally, the successful implementation of these technologies depends on adequate funding and infrastructural support, as well as the provision of necessary training for teachers.

In conclusion, while the incorporation of technology in science education is promising, it is important to be mindful of its drawbacks. A balanced approach that seamlessly combines technology with conventional teaching methodologies should be employed. Future efforts should focus on ensuring equitable access to technology, safeguarding student data, and continuously adapting to advances in technology for a holistic and effective learning experience for students.

References

- Ala-Mutka, K. M. (2005). A survey of automated assessment approaches for programming assignments. *Computer science education, 15*(2), 83-102.
- AlKanaan, H. M. N. (2022). Awareness Regarding the Implication of Artificial Intelligence in Science Education among Pre-Service Science Teachers. *International Journal of Instruction, 15*(3), 895-912.
- Alshwaier, A., Youssef, A., & Emam, A. (2012). A new trend for e-learning in KSA using educational clouds. *Advanced Computing, 3*(1), 81.
- Altowairiki, N. (2021). Online Collaborative Learning: Analyzing the Process through Living the Experience. *International Journal of Technology in Education, 4*(3), 413-427.
- Alzoubi, L., Aljabali, A. A. A., & Tambuwala, M. M. (2023). Empowering Precision Medicine: The Impact of 3D Printing on Personalized Therapeutic. *AAPS PharmSciTech, 24*(8), 228. doi:10.1208/s12249-023-02682-w
- Ang, E. T., Chan, J. M., Gopal, V., & Li Shia, N. (2018). Gamifying anatomy education. *Clinical Anatomy, 31*(7), 997-1005. doi:https://doi.org/10.1002/ca.23249
- Borgman, J., & Dockter, J. (2018). Considerations of access and design in the online writing classroom. *Computers and Composition, 49*, 94-105.
- Castellano, M. S., Contreras-McKay, I., Neyem, A., Farfán, E., Inzunza, O., Ottone, N. E., . . . Tubbs, R. S. Empowering human anatomy education through gamification and artificial intelligence: An innovative approach to knowledge appropriation. *Clinical Anatomy, n/a*(n/a). doi:https://doi.org/10.1002/ca.24074
- Castellano, M. S., Contreras-McKay, I., Neyem, A., Farfán, E., Inzunza, O., Ottone, N. E., . . . Tubbs, R. S. (2023). Empowering human anatomy education through gamification and artificial intelligence: An innovative approach to knowledge appropriation. *Clinical Anatomy, n/a*(n/a). doi:https://doi.org/10.1002/ca.24074
- Chang, J., Park, J., & Park, J. (2023). Using an Artificial Intelligence Chatbot in Scientific Inquiry: Focusing on a Guided-Inquiry Activity Using Inquirybot. *Asia-Pacific Science Education, 9*(1), 44-74. doi:https://doi.org/10.1163/23641177-bja10062
- Chatzikyrkou, M., Manavis, A., Minaoglou, P., & Efkolidis, N. (2020). *A Pedagogical Methodology for Introducing CAD Modeling Tools and 3D Printing Technologies to Adult Trainees*. Paper presented at the MATEC Web of Conferences.
- Conway-Klaassen, J. M., Wiesner, S. M., Desens, C., Trcka, P., & Swinchart, C. (2012). Using Online Instruction and Virtual Laboratories to Teach Hemostasis in a Medical Laboratory Science Program. *American Society for Clinical Laboratory Science, 25*(4), 224-229. doi:10.29074/ascls.25.4.224

- Daaf, J., Zain, S., Zerraf, S., Tridane, M., Khyati, A., Benmokhtar, S., & Belaouad, S. (2019). Progress of Digital Learning Resources: Development and Pedagogical Integration of a Virtual Environment Laboratory for the Practical Experiments in Chemistry. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8(11), 4239-4245.
- Dargan, S., Bansal, S., Kumar, M., Mittal, A., & Kumar, K. (2023). Augmented Reality: A Comprehensive Review. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 30(2), 1057-1080. doi:10.1007/s11831-022-09831-7
- Doyan, A., Makhrus, M., & Zamrizal, W. (2021). *Development of Modern Physics Learning Devices Using Inquiry Learning Model Assisted with Virtual Media to Improve Student Cognitive Learning Result*. Paper presented at the 5th Asian Education Symposium 2020 (AES 2020).
- Efe, H. A., & Efe, R. (2011). Evaluating the effect of computer simulations on secondary biology instruction: An application of Bloom's taxonomy. *Scientific Research and Essays*, 6(10), 2137-2146.
- Elmalı, Ş., & Kıyıcı, F. B. (2022). Technology-based professional development program: Experiences of science teachers. *Journal of Educational Technology and Online Learning*, 5(2), 297-315.
- Francés, J., Navarro-Fuster, V., Marini, S., Bleda, S., María Calzado, E., Puerto, D., & Gallego, S. (2021). Estimation of the speed of sound waves using a modular 3D printed Helmholtz resonator. *Physics Education*, 56(5), 055039. doi:10.1088/1361-6552/ac152b
- Gaytan, J., & McEwen, B. C. (2007). Effective online instructional and assessment strategies. *The American journal of distance education*, 21(3), 117-132.
- Goumas, S., Symeonidis, S., & Salonidis, M. (2016). Greek Nursery School Teachers' Thoughts and Self-Efficacy on using ICT in Relation to Their School Unit Position: The Case of Kavala. *Interdisciplinary Journal of E-Learning & Learning Objects*, 12.
- Gündüz, S., & Kutluca, T. (2019). Matematik ve fen bilimleri öğretiminde akıllı tahta kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına etkisi üzerine bir meta-analiz çalışması. *Journal of Computer and Education Research*, 7(13), 183-204.
- Haleem, A., Javaid, M., Qadri, M. A., & Suman, R. (2022). Understanding the role of digital technologies in education: A review. *Sustainable Operations and Computers*, 3, 275-285.
- Harbali, A. (2016). The Impact of Inquiry-based Virtual Labs on 11th Grade Lebanese Students' Achievement in a Biotechnology Unit. *International Journal of Science and Research (IJSR)*.
- Herlandy, P. B., Al Amien, J., Pahmi, P., & Satria, A. (2019). A Virtual Laboratory Application for Vocational Productive Learning Using Augmented Reality. 2019, 25(2), 10. doi:10.21831/jptk.v25i2.26504

- Hockicko, P. (2010). Nontraditional Approach to Studying Science and Technology. *Communications - Scientific Letters of the University of Zilina*, 12(3), 66-71. doi:10.26552/com.C.2010.3.66-71
- Indrata, D., Adita, A., & Nofiana, M. (2020). Science educational game: Increase procedural knowledge? *JURNAL BIOEDUKATIKA*, 8(3), 157-166. doi:http://dx.doi.org/10.26555/bioedukatika.v8i3.15063
- Jia, E., Sun, D., & Looi, C.-k. (2023). Artificial Intelligence in Science Education (2013–2023): Research Trends in Ten Years. *Journal of Science Education and Technology*. doi:10.1007/s10956-023-10077-6
- Karadag, M., Koc, A., & Kalkan, U. (2017). The impact of smart board usage on class management.
- Khikmiyah, R., Rusijono, R., & Arianto, F. (2021). The Effect of STEAM-Robotics on Science Subjects on Students' Ability to Solve Problems. *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan*, 13(3), 3061-3070.
- Kilani, M., Torabi, K., & Mao, G. (2018). Application of virtual laboratories and molecular simulations in teaching nanoengineering to undergraduate students. *Computer Applications in Engineering Education*, 26(5), 1527-1538. doi:https://doi.org/10.1002/cae.21940
- Kim, M. C., Hannafin, M. J., & Bryan, L. A. (2007). Technology-enhanced inquiry tools in science education: An emerging pedagogical framework for classroom practice. *Science Education*, 91(6), 1010-1030. doi:https://doi.org/10.1002/sce.20219
- Krishnamurthy, K., Selvaraj, N., Gupta, P., Cyriac, B., Dhurairaj, P., Abdullah, A., . . . Ang, E.-T. (2022). Benefits of gamification in medical education. *Clinical Anatomy*, 35(6), 795-807. doi:https://doi.org/10.1002/ca.23916
- Kumar, A., Jilani Saudagar, A. K., AlKhathami, M., Alsamani, B., Abul Hasanat, M. H., Khan, M. B., . . . Singh, K. U. (2022). AIAVRT: 5.0 Transformation in Medical Education with Next Generation AI-3D Animation and VR Integrated Computer Graphics Imagery. *Traitement du Signal*, 39(5).
- Leitner, M., Greenwald, E., Wang, N., Montgomery, R., & Merchant, C. (2023). Designing Game-Based Learning for High School Artificial Intelligence Education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 33(2), 384-398. doi:10.1007/s40593-022-00327-w
- Lin, K.-Y., Hsiao, H.-S., Chang, Y.-S., Chien, Y.-H., & Wu, Y.-T. (2018). The effectiveness of using 3D printing technology in STEM project-based learning activities. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(12), em1633.
- Luckin, R., & Holmes, W. (2016). Intelligence unleashed: An argument for AI in education.

- Mahanan, M. S., Ibrahim, N. H., Surif, J., & Nee, C. K. (2021). AR Module for Learning Changes of Matter in Chemistry. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 15(23).
- Mishra, B. (2017). Research trends in science education. *International Journal of Advanced Research*, 5(6), 296-300. doi:https://doi.org/10.21474/ijar01/4412
- Niaz, M. (2022). Revolutionizing Inventory Planning: Harnessing Digital Supply Data through Digitization to Optimize Storage Efficiency Pre- and Post-Pandemic. *BULLET: Jurnal Multidisiplin Ilmu*, 1(03).
- Park, S., Shin, C., Kim, Y., & Clayton, R. W. (2022). Seismic wave simulation using a 3D printed model of the Los Angeles Basin. *Scientific Reports*, 12(1), 4613. doi:10.1038/s41598-022-08732-w
- Pashler, H., McDaniel, M., Rohrer, D., & Bjork, R. (2008). Learning styles: Concepts and evidence. *Psychological science in the public interest*, 9(3), 105-119.
- Perinparingam, P. T. S., Arumugam, N., Subramaniam, S., & Mylvaganam, G. (2014). Development of a Science module through Interactive Whiteboard. *Rev. Eur. Stud.*, 6, 31.
- Potkonjak, V., Gardner, M., Callaghan, V., Mattila, P., Guetl, C., Petrovic, V. M., & Jovanovic, K. (2016). Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. *Computers & Education*, 95, 309-327. doi:10.1016/j.compedu.2016.02.002
- Rapanta, C., Botturi, L., Goodyear, P., Guàrdia, L., & Koole, M. (2020). On-line university teaching during and after the Covid-19 crisis: Refocusing teacher presence and learning activity. *Postdigital science and education*, 2, 923-945.
- Scanlon, E., Morris, E., Di Paolo, T., & Cooper, M. (2002). Contemporary approaches to learning science: technologically-mediated practical work.
- Soylu, Ü. İ., & Bozdoğan, A. E. (2019). Fen bilimleri öğretmenlerinin akıllı tahta kullanım durumlarının belirlenmesi: Tokat ili örneği. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2019(13), 15-29.
- Srinivasa, K., Kurni, M., & Saritha, K. (2022). Adaptive Teaching/Learning. In *Learning, Teaching, and Assessment Methods for Contemporary Learners: Pedagogy for the Digital Generation* (pp. 201-240): Springer.
- Stunden, C., Zakani, S., Martin, A., Moodley, S., & Jacob, J. (2021). Replicating Anatomical Teaching Specimens Using 3D Modeling Embedded Within a Multimodal e-Learning Course: Pre-Post Study Exploring the Impact on Medical Education During COVID-19. *JMIR Med Educ*, 7(4), e30533. doi:10.2196/30533
- Şişman, B., & Küçük, S. (2018). Ortaokul öğrencilerine yönelik türkçe robotik tutum ölçeğinin geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Ege Eğitim Dergisi*, 19(1), 284-299.

- Valdez, M. T., Ferreira, C. M., Martins, M. J. M., & Barbosa, F. P. M. (2014, 30 May-1 June 2014). *Asynchronous software systems projected to support teaching and learning in higher education*. Paper presented at the 2014 25th EAEEIE Annual Conference (EAEEIE).
- van der Vorst, T., & Jelacic, N. (2019). *Artificial Intelligence in Education: Can AI bring the full potential of personalized learning to education?* Paper presented at the 30th European Conference of the International Telecommunications Society (ITS): “Towards a Connected and Automated Society”, Helsinki, Finland.
- Veide, Z., & Strozheva, V. (2021). *Use of different techniques of visualizations in the training of engineering specialists: Needs versus approaches*. Paper presented at the Society. Integration. Education. Proceedings of the International Scientific Conference.
- Verner, I. M., Perez, H., & Lavi, R. (2022). Characteristics of student engagement in high-school robotics courses. *International Journal of Technology and Design Education*, 32(4), 2129-2150. doi:10.1007/s10798-021-09688-0
- Yan, C., Chen, S., & Hsieh, R. (2019). *To Improve learning effect in mechanical component design by 3d printing—assistive device design as an example*. Paper presented at the Educational Innovations and Applications.
- Yang, C.-J., Chen, S.-J., & Hsieh, R.-M. (2019). *To improve learning effect in mechanical component design by 3D printing—Assistive device design as an example*. Paper presented at the 2nd Eurasian Conference on Educational Innovation.
- Yiğit, D., Yılmaz, Ö., & Karakaş, E. (2017). Ortaöğretim Fen Derslerinde Akıllı Tahta Kullanımının Derse Yönelik Öğrenci Motivasyonuna Etkisi: Öğrenci Görüşleri. *Kesit Akademi Dergisi*, 3(11), 657-672.
- Yilmaz, O. (2021). Augmented Reality in Science Education: An Application in Higher Education. *Shanlax International Journal of Education*, 9(3), 136-148.
- Zafari, M., Bazargani, J. S., Sadeghi-Niaraki, A., & Choi, S. M. (2022). Artificial Intelligence Applications in K-12 Education: A Systematic Literature Review. *IEEE Access*, 10, 61905-61921. doi:10.1109/ACCESS.2022.3179356
- Zainal, N. F. A., Din, R., Abd Majid, N. A., Nasrudin, M. F., & Abd Rahman, A. H. (2018). Primary and secondary school students perspective on Kolb-based STEM module and robotic prototype. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 8(4-2), 1394-1401.
- Zaman, M. H. M., Mokhtar, M. H. H., Ibrahim, M. F., Huddin, A. B., & Beng, G. K. (2020). Integration of 3D Printing in Computer-Aided Design and Engineering Course. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 9(4), 934-938.

Mathematical and Spatial Intelligence in Turkish Teaching

Abdulkadir Kırbaş¹

Abdulkerim Çiftci²

Abstract

Individual differences need to be taken into account in today's educational environment to meet curriculum goals effectively. Students who receive instruction in different settings have unique characteristics that necessitate applying various strategies and tactics. The dominating intelligence kinds among students are the most significant of these individual variances. Recent theories—most notably Howard Gardner's "Multiple Intelligence Theory"—have made it clear that intelligence is not best described as a single dimension. Consequently, many forms of intelligence were brought up. Language intelligence, mathematical intelligence, spatial intelligence, musical intelligence, kinesthetic intelligence, social intelligence, intrapersonal intelligence, and natural intelligence are the eight categories of intelligence that Gardner listed in his theory. Among these several levels of intelligence, the study focuses on mathematical and spatial intelligence types. Like with all other intelligence domains, mathematical and spatial intelligence regions benefit greatly from instructional activities as well as the application of various strategies and tactics. First and foremost, this study highlighted the many forms of intelligence and discussed the roles that mathematical and spatial intelligence play in language instruction. Following the completion of the theoretical framework, mathematical and spatial intelligence were considered in the 2019 Turkish Curriculum and the Turkish textbooks utilized in the language teaching process. The test led to a classification of the accomplishments in the Turkish curriculum for 2019 according to their eligibility for the domains of mathematical and spatial intelligence. The

1 Assoc. Prof. Dr., Atatürk University, Kâzım Karabekir Faculty of Education, Turkey, akadirkirbas@atauni.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-9846-0256>

2 Arş. Gör., Kafkas University Faculty of Education, Turkey, abdulkerim.ciftci@kafkas.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-1421-6211>

mathematical and spatial intelligence components of the activities in the Turkish textbook were analyzed, and the activities in the textbooks for these intelligence domains were then demonstrated. Following the assessments, several recommendations were put forth concerning the inclusion of mathematical and spatial intelligence domains in the context of teaching language to Turkish learners.

1. INTRODUCTION

The definition of intelligence may vary depending on the field of science studied or the types of research targeted. The “What is intelligence?” question is one of the most controversial and most researched concepts of psychology, and thousands of research articles on intelligence are published every year (Çuhadar, 2017, p.2). Intelligence is an extremely complex trait that can be viewed and interpreted in a variety of ways. Traditional definitions, often linked to academic ability, have expanded over time. Contemporary psychological theories such as Howard Gardner’s “Multiple Intelligence Theory” argue that intelligence cannot be collected in a single dimension but consists of various forms (Gardner, 1983). At the core of Gardner’s theory of multiple intelligences is the idea that people do not have a single type of intelligence, but rather that each individual has a range of intelligence types, each of which is associated with specific abilities and skills. The concept of Multiple Intelligences, which started with Howard Gardner’s work “Frames of Mind” published in 1983 and peaked in 1993, finds a wide range of applications in every field today. Various articles and books are published regarding this theory, conferences are held and tests based on this approach are developed. In addition, projects are carried out in schools, programs are developed by this theory, and teaching activities are continued. This theory of Gardner, which emphasizes different dimensions of intelligence, has significantly impacted education and psychology (Altan, 1999). Intelligence is an individual’s ability to understand and use information based on unique abilities and skills. Gardner’s “Multiple Intelligence Theory” allows evaluating individuals’ abilities and potentials in a broader context by considering the wide diversity of intelligence. This means they can receive more support during the education process and express themselves better.

1.1. Multiple Intelligence Theory

In his groundbreaking work “Frames of the Mind: A Theory of Multiple Intelligences,” Gardner rejected the traditional view of intelligence as a single general ability, proposing that human intelligence consists of a variety of modalities, each associated with specific skills or forms of knowledge. (Gürel

& Tat, 2010). Gardner's theory, which suggests that intelligence consists of more than one part, believes that biological and cultural components are the basis of intelligence. This theory explains that different types of learning occur in different parts of the brain. It suggests that intelligence has cultural components in addition to biological factors and that the types of intelligence and behavioral patterns that cultures appreciate are more likely to emerge. Gardner put forward four criteria for a feature to be considered intelligence: the presence of symbols, the value of culture, the capacity to create goods or services, and the capacity to solve problems (Bellenka, 1997). Gardner's model provided a broader framework for the question of what intelligence is. Gardner acknowledged that the traditional understanding of intelligence provides an advantage in terms of the ease of evaluating a student based on a common criterion. However, he stated that it was insufficient to determine the student's strengths and weaknesses. Stating that there are eight different and independent intelligence components, Gardner emphasized that an activity is the result of several intelligence components working together (Başaran, 2004).

Gardner (1993) describes eight different types of intelligence in his Multiple Intelligence Theory. Types of intelligence include verbal-linguistic intelligence, mathematical-logical intelligence, visual-spatial intelligence, musical intelligence, bodily-kinesthetic intelligence, naturalistic intelligence, social-interpersonal intelligence, and intrapersonal intelligence. Each individual has a certain potential in each of these eight types of intelligence (Yalmançı, 2011). Each individual may generally have one or more specific types of intelligence that are more prominent than others. However, if an individual's less developed types of intelligence are allowed to develop, these types may become the person's prominent intelligence type over time. Therefore, every human being is born with various types of intelligence to varying degrees, but these types of intelligence can be developed throughout life with appropriate education, an enriched environment, and strong support. In particular, factors such as culture, genetics, beliefs, social environment, and personal qualities are of great importance in the development of intelligence (Güneş and Gökçek, 2010). For students' intelligence development to occur effectively, approaches appropriate to the characteristics of intelligence should be developed in educational environments.

1.3. Linguistic/Verbal Intelligence

Linguistic/verbal intelligence relates to the ability to use language effectively, whether spoken or written. It requires sensitivity to the sounds, meanings, and rhythms of words (Smith, 2002). People with high linguistic

intelligence often excel in activities such as writing, reading, and public speaking. Individuals with advanced linguistic/verbal intelligence abilities generally have very strong listening, analyzing, and remembering capacities. It is seen that these people have high-level communication skills and are more talented than other individuals, especially in the field of verbal communication. For this reason, the most productive learning environment for these individuals is interactive areas where they can express their thoughts freely. Considering the type of verbal/linguistic intelligence, the frontal and temporal lobes located in the left hemisphere of the brain are considered to be neurologically dominant regions. From a professional perspective, people with high linguistic/verbal intelligence abilities are seen to be successful in politics, literature, law, linguistics, art, and communication sectors. For this reason, political leaders, novelists, poets, lawyers, linguists, theater actors, television presenters, editors, and journalists are among the individuals who achieve success thanks to their advanced linguistic/verbal intelligence skills (Gürel and Tat, 2010).

1.4. Logical-Mathematical Intelligence

This type of intelligence is related to the ability to analyze problems logically, perform mathematical operations, and investigate topics scientifically (Gardner, 1983). People with high logical-mathematical intelligence often excel in mathematics and other numerical disciplines. Typical tasks of logical-mathematical intelligence include predicting, thinking critically, identifying contrasts, constructing logical arguments, classifying, sorting, and categorizing. This type of intelligence plays an important role in several critical aspects of life, such as resolving interpersonal conflicts, overcoming psychological problems, happiness, success at work, making the right decisions, and critical thinking (Yilmaz, 2010).

1.5. Visual/Spatial Intelligence

Visual/spatial intelligence relates to the potential to recognize and manipulate patterns in large areas (such as finding one's way in an unknown city) or in limited areas (this is important for architects, artists, and engineers (Gardner, 2006). Visual/ spatial intelligence is about the ability of an object to It is understood as the ability to visualize its three-dimensional form and image and therefore to comprehend the world accurately and express these perceptions. Individuals with this type of intelligence can see an object from different angles and think in shapes or pictures. Visual thinking, such as coloring and shaping Visual/spatial intelligence, which includes actions, is

associated with the back part of the right hemisphere of the brain (Gürel and Tat, 2010).

1.6. Musical Intelligence

Musical intelligence is about the ability to recognize, create, recreate, and think about music. It is seen in composers, conductors, musicians, and sensitive listeners (Gardner, 1983). Factors that define musical intelligence include the ability to easily distinguish and memorize various elements of music, namely sound, rhythm, tempo, nuance, harmony, and musical forms, high success in playing an instrument or singing, and the ability to compose and think about various events. in a musical language. There is a tendency to interpret and express. These factors are considered qualities that can be determined and measured in similar ways, such as questions or expected performances in exams for music education around the world (Çuhadar, 2017).

1.7. Bodily-Kinesthetic Intelligence

This type of intelligence relates to the potential to use the whole body or parts of the body to solve problems or create products. It is common among athletes, dancers, surgeons, and artisans (Gardner, 2006). Kinesthetic intelligence is about moving in a balanced way and directly understanding the movements of others. Students with this type of intelligence are generally unable to fully meet their needs in traditional education systems where auditory learning is dominant, and this negatively affects their success. Therefore, it is important to include activities that provide students with movement opportunities in lessons. Actors, clowns, and pantomime actors demonstrate the dominance of this type of intelligence by making the best use of the body's ability to understand, comprehend, and communicate (Gürses, 2011).

1.8. Social intelligence

Social intelligence reflects the ability to understand others and interact with them effectively. It includes effective verbal and nonverbal communication, sensitivity to the moods and temperaments of others, and the ability to have multiple perspectives (Smith, 2002). Social intelligence is based on the ability to understand differences between individuals, especially differences in psychological states, temperaments, motivations, and intentions. More advanced levels of this type of intelligence provide an adult with the ability to understand the goals and desires of others, even if this information is confidential (Şen, 2006). Awareness of internal emotional states, intentions,

motivations, potentials, temperaments, and desires allows one to access and symbolize one's own emotional experiences and use these understandings in one's personal life (Argıç, 2022).

1.9. Inner Intelligence

Intrapersonal intelligence refers to the capacity to understand oneself, and one's own emotions, fears, and motivations. It includes self-awareness, self-regulation, and self-motivation (Gardner, 1983). People who develop their intrapersonal intelligence capacity are more capable of planning and managing their learning processes. This makes it easier for them to understand more deeply the areas in which they aim to achieve success. Painters, therapists, and shamans are among the prominent professionals in this field of intelligence (Babacan and Dilci, 2012).

1.10. Nature Intelligence

Natural intelligence relates to the ability to recognize, classify, and draw on certain features of the environment. He was added to Gardner's initial list in 1995. It is seen among botanists, chefs, and some people who interact closely with nature (Gardner, 2006). Natural intelligence refers to the ability to distinguish living and non-living entities in the natural world. Individuals with strong natural intelligence generally like to communicate with animals and tend to have ecological awareness. Organizing trips to natural environments and using these environments as learning spaces creates effective learning options for such students. These students show a natural interest in events such as clouds, rock formations, and natural processes (Ayhan, 2016).

Recognizing these various forms of intelligence can have a significant impact on our education system. Instead of a one-size-fits-all solution, educators can adapt teaching methods to fit each student's dominant intelligence type (Armstrong, 2009). Additionally, understanding types of intelligence can also inform career choices and personal development strategies. Gardner's "Theory of Multiple Intelligences" offers an inclusive view of intelligence that recognizes diverse human potentials. Although his theory has been criticized for its lack of sufficient empirical evidence, it has a profound impact on our understanding of education and human capacities.

2. Language Teaching And Mathematical Intelligence

Mathematical intelligence is the capacity to think about numbers, calculate, conclude, establish logical connections, produce hypotheses, solve

problems, think critically, recognize the abstract nature of numbers and geometric shapes, and establish relationships between pieces of information (Köksal, 2006). Mathematical intelligence is a fundamental aspect of human intelligence that is fundamentally associated with the ability to perform mathematical operations, recognize patterns, and solve problems logically. In the context of language teaching, it is often overlooked. The ability to use and understand language is a distinctive feature of human intelligence. In this context, mathematical intelligence can play an important role. Mathematical intelligence provides the structure and logic required to understand and use language effectively (Gardner, 1983). Transferring mathematical intelligence to language teaching can offer students new ways to understand and use language, improve their communication skills, and increase their confidence in language use.

Mathematical intelligence is one of the cognitive abilities that best explains intelligence today (Talu, 199, p.166). It includes the capacity to analyze problems logically, perform mathematical operations, and investigate topics scientifically. It can also be associated with a type of mental discipline that encourages precise, logical thinking. In language learning, this can be translated into systematically approaching grammar, syntax, and vocabulary, thus strengthening language proficiency. Additionally, the pattern recognition aspect of mathematical intelligence can help students distinguish language patterns and understand and make predictions about language rules and structures. Mathematical reasoning can improve problem-solving skills, especially when dealing with complex language problems such as language translation or interpretation. Integrating mathematical intelligence into language teaching involves creating a bridge between abstract mathematical concepts and language learning tasks. It may be helpful to use puzzles and problem-solving tasks that include both mathematical and grammatical elements. These tasks encourage mathematical thinking, require the use of language to be completed, and thus encourage a holistic cognitive approach to language learning. Additionally, the use of mathematical metaphors and analogies in language teaching can help students understand complex language concepts. By comparing language structures to mathematical concepts, teachers can make abstract language principles more concrete and understandable to students (Cook, 2001). Individuals who have a command of logical/mathematical intelligence generally turn to scientific thinking, make impartial observations, make inferences based on data, make evaluations, and create hypotheses (Kaleli & Turan, 2021). Additionally, these individuals define concepts and like to work with numbers, geometric forms, and abstract symbols. For example, a game called “My hand is on

you” can be used to repeat and reinforce numbers in a foreign language. This game is suitable for students of all age groups. During the game, each student in the class is given a consecutive number. Student number one first says his or her number and then the number of the student he or she wants to pass the turn to, for example, “one-nine.” In this case, the turn passes to student number nine. The game continues in this way. Then, the activity of keeping rhythm with the students’ hands is added to the process of saying the numbers. Students who make mistakes are excluded from the game and the winner of the game is determined in this way. In this way, the game turns into a social activity, and a musical atmosphere is created by keeping the rhythm (Aydın, 2014).

Integrating mathematical intelligence into language teaching may present some difficulties. These may include resistance from students who do not immediately see the connection between mathematics and language or from teachers who are unprepared for this type of interdisciplinary approach. Providing professional development to teachers and clearly explaining to students the benefits of such integration can help overcome these challenges. The integration of mathematical intelligence into language teaching provides a potentially powerful tool to enhance language learning. By leveraging the structure, logic, and problem-solving skills inherent in mathematical intelligence, language teachers can offer students new and potentially more effective ways to understand and use language. More research is needed to discover and develop effective strategies for this integration and to overcome the challenges that may arise in this process.

2.1. Language Teaching and Visual/Spatial Intelligence

Visual intelligence is perceiving, understanding, and interpreting visual information around us; It is defined as the capacity to think, perceive, and discuss three-dimensional objects with images, graphics, shapes, and lines (Vural, 2005). Visual intelligence is the ability of an individual to objectively observe, perceive, and evaluate his/her environment and to express the visual and spatial ideas he/she acquires from his/her external environment with graphics based on the data he/she obtains (Saban, 2010). It has gained increasing interest in the field of language learning and teaching. Since humans are mostly visual beings, the use of visual intelligence in language teaching can be an effective strategy to increase language comprehension and acquisition (Arnheim, 1969). Visual intelligence plays an important role in language learning. When students encounter new language structures, visual cues such as pictures, diagrams, videos, or even gestures can help them understand and remember these structures. Visual intelligence helps

students organize and structure information in their minds, so they can better remember and apply what they have learned (Paivio, 1986). Additionally, visual materials such as infographics, visual aids, graphic organizers, and visual-based technology tools such as video and multimedia presentations can support the language learning process. It can simplify complex language structures, provide context to new vocabulary, and help students relate language to real-world situations (Mayer, 2001).

Integrating visual intelligence into language teaching brings with it some challenges. These may include resistance from students whose learning styles are more auditory or kinesthetic, and teachers not receiving adequate training in using visual tools effectively. Continuous teacher professional development and clear communication of the benefits of such integration to students can overcome these barriers (Kress & van Leeuwen, 2001).

A faster and more effective development of the individual in the reading-writing phase, which takes place at the beginning of the language teaching process, can be increased by the use of visual materials. Presenting visual materials to language learners through various tools can make all stages of the reading and writing process easier, from the beginning to the end. At this stage, the learner's visual/spatial intelligence emerges. Activities aimed at visual/spatial intelligence should both ensure effective use of this field of intelligence and develop this field of intelligence. Many different activities and materials for visual/spatial intelligence can be used in the language teaching process. With their spatial intelligence, language learners can go beyond visual elements such as texts, images, and letters and use this information to decipher more complex elements of language. Learning strategies based on visual/spatial intelligence help students process information intellectually and understand the visual aspect of language. Graphic organizers provide students with the opportunity to organize and comprehend complex language structures visually. These organizers can help students understand the relationships between words, expressions, and language structures. Particularly in the writing process, these visual tools can give students the ability to organize and express their thoughts and ideas. Another strategy used in language teaching using visual/spatial intelligence is text-based activities. Such activities can improve students' skills in visually organizing and making sense of information in texts. After reading a story or listening to a story, students may be asked to draw the story's plot or map the relationships between characters and events. Such visual representations provide students with the opportunity to understand and interpret the text in depth (Mayer, 2001).

Individuals with visual intelligence are sensitive to colors and show sensitivity to colors. Therefore, it is recommended to use colorful materials in the teaching process. During teaching, methods such as writing on the board with colored pencils, writing words on colored papers or pieces of cardboard organizing various activities (for example, creating sentences by grammatical rules using these words), and using various picture cards such as flashcards can be effective. Additionally, photographic cards can be used to help students learn the names of different objects and actions. Through stick figure pictures, adjectives such as “tall”, and “short” and verbs such as “run” and “swim” can be taught. Pictures of various facial expressions can be used to recognize different expressions and emotional states. Additionally, various pictures can be used in teaching words related to age and gender. Using pictures taken from newspapers and magazines can also be useful in teaching vocabulary. These pictures are hung on the board during the lesson and students are asked various questions about these pictures.

2.3. European Qualifications Framework and Turkey

The European Qualifications Framework (EQF) is a robust and comprehensive system launched by the European Union to promote worker and learner mobility between member countries. This framework, implemented in 2008, serves as a translation tool that facilitates the recognition of qualifications between different national systems. It functions as a reference point that links national qualifications systems, sectors, and organizations to a common European reference framework (Cedefop, 2015). The EQF improves the transparency and portability of citizens' qualifications by increasing understanding of the level and nature of qualifications across countries (Young, 2005). In Europe, the need to create a standard has been emphasized to make the education system more understandable and comparable, as well as to increase mobility and quality levels. For this purpose, the European Qualifications Framework was implemented (Baykal, 2017). Various references are included within this framework.

The EQF is designed around eight reference levels defined in terms of learning outcomes. Levels are defined by parameters of knowledge, skills, and abilities. These parameters are then divided into “autonomy and responsibility”, “complexity and unpredictability”, “context”, “knowledge” and “skills”. The framework ranges from basic (Level 1) to advanced (Level 8) qualifications. The EQF does not aim to replace national qualification systems but complements them by serving as a common reference structure. By linking national qualification systems to the EQF, countries can compare

national qualification levels against EQF levels, thus gaining a clearer idea of qualification levels across Europe (Europass, n.d.).

EQF is a transformative tool for European education and training environments. It provides a clear and consistent structure that improves understanding and comparison of qualifications across European countries (Allais, 2014). By doing so, it supports the mobility of learners and workers, creating a more integrated and inclusive European labor market and education area (Markowitsch and Luomi-Messerer, 2008). While there are challenges to consider, the potential benefits of the EQF outweigh its limitations. The EQF offers an innovative approach to the recognition of qualifications, promoting a culture of lifelong learning, mobility, and quality assurance.

Within the framework of the recommendations put forward within the scope of AYÇ, a parallel qualifications framework has been created in Turkey. Turkish Qualifications Framework (TQF) was designed in compliance with the AYF and was officially put into practice by being published by the Council of Ministers on 19 November 2015 (Baykal, 2017). The background report on the Education Monitoring Report prepared in the 2015-2016 period explains the development of the Turkish Qualifications Framework in detail. This framework was first implemented in 2001 at the higher education level, in parallel with the European Union (EU) education policies. The Lisbon Strategy, declared by the EU in 2000, and the objectives of the Bologna Process, in which Turkey was included, undertook the task of developing the national qualification framework until 2010. Countries participating in the Bologna Process have made significant contributions to the evolution of national qualification framework studies with their initiatives to increase transparency, recognition of qualifications, and mobility (Baykal, 2017). Both TQF and EQF contain eight separate levels that include knowledge, skills, and competence elements. These levels are used to determine the adequacy of a particular program. In addition, within the framework of TQF, certain categories have been defined so that qualifications can be evaluated from various perspectives (Özgül, 2011). Along with these categories, certain competencies have been placed in the AYÇ. These competencies are also reflected in the curriculum. The key competencies included in the Turkish curriculum are as follows (MEB, 2019, p.4-5):

- * Communication in mother tongue,
- * Communication in foreign languages,
- * Mathematical competence and basic competencies in science/technology,

- * Digital competence,
- * Learning to learn,
- * Social and civic competencies,
- * Taking initiative and entrepreneurship,
- * Cultural awareness and expression

2.4. Mathematical and Spatial Intelligence in the 2019 Turkish Lesson Curriculum

The Turkish teaching program has certain specific objectives. Among these objectives, “developing the skills of researching, discovering, interpreting and structuring information in the mind” and “enabling them to understand and question what they read from a critical perspective” are mathematical intelligence, “realizing and adopting aesthetic and artistic values through works of Turkish and world culture and art”. We can consider the purpose of “providing” among the purposes related to the meaning of spatial intelligence. (MEB, 2019). When we examine the text types that may differ according to the grade levels of the students in the 2019 Turkish curriculum, we can see types that can provide the use and development of mathematical and spatial intelligence. Among these, we can consider ephemera, brochures, postcards, comics, and cartoons as genres that can be presented within the field of spatial intelligence and aim to develop this field of intelligence. In the field of mathematical intelligence, “article” type texts that include a deep analysis and synthesis process come to the fore. We can also evaluate the “essay”, “interview” and “joke” types of texts, which are included in the 2019 Turkish curriculum in addition to the article type, within the field of mathematical intelligence, also known as analytical intelligence (MEB, 2019).

2.5. Investigation of the Acquisitions in the 2019 Turkish Lesson Curriculum in Terms of Mathematical and Spatial Intelligence

Developed for contemporary teaching methods and techniques, the 2019 Turkish curriculum includes many achievements that may vary according to the grade levels of students in different skills and intelligence areas. In this section, whether the relevant achievements are related to the field of mathematical and spatial intelligence will be examined.

When we look at the achievements in the field of listening skills at the 1st-grade level in the 2019 Turkish curriculum, we see “T.1.1.4. He makes predictions about the text he will listen to/watch based on the visual(s). We can evaluate the achievements within the achievements in the field of

spatial intelligence. 4. When we look at other achievements in the field of listening skills at the grade level, some achievements can be evaluated within the mathematical intelligence stream.

Among the achievements for listening skills at the 4th-grade level, “T.4.1.1. “He guesses the subject of the text he will listen to/watch based on the visual(s).” We can include the achievement of spatial intelligence among the achievements of spatial intelligence (MEB, 2019).

The achievements that can be addressed in the field of mathematical intelligence for listening skills from the 4th-grade level are as follows (MEB, 2019):

“T.4.1.2. Makes predictions about the development and outcome of events when they listen/watch.

T.4.1.3. Explains the text he listened to/watched in outline.

T.4.1.4. Guess the meaning of unfamiliar words when listening/watching.

T.4.1.5. Determines the subject of what you listen to/watch.

T.4.1.6. It determines the main idea/main emotion of what you listen to/watch.

T.4.1.7. Answers questions about what you listen/watch

T.4.1.8. He suggests different titles for what he listens/watches.

T.4.1.9. Expresses his/her opinions about what he/she listens/watches.

T.4.1.11. Evaluate the content of what you listen to/watch.

T.4.1.13. It comprehends the speaker’s non-verbal messages.”

When we look at the achievements of speaking skills at the 4th grade level, “T.4.2.5. Participates in discussions and conversations in the classroom.” We can evaluate the achievement within the field of mathematical intelligence (MEB, 2019).

Among the achievements in reading skills at the 4th-grade level, those that can be evaluated within the field of mathematical intelligence are as follows (MEB, 2019):

“T.4.3.10. Identifies literal, figurative, and literal words in the text he reads.

T.4.3.11. Understands the contribution of idioms and proverbs to the meaning of the text.

T.4.3.12. Guess the meaning of unfamiliar words and word groups by using the context.

T.4.3.16. Determines the subject of the text read.

T.4.3.17. It determines the main idea/main feeling of the text.

T.4.3.18. Answers questions about the text read.

T.4.3.19. Asks questions about the text.

T.4.3.20. Identifies the story elements in the texts he reads.

T.4.3.21. Determines a title appropriate to the content of the text read.

T.4.3.23. Distinguish text types.

T.4.3.24. Recognizes the elements that make up narrative and informative texts.

T.4.3.25. Understands the instructions.

T.4.3.26. Distinguishes real and imaginary elements in the text.

T.4.3.28. Makes inferences about what he reads.

T.4.3.33. Evaluates media texts.

T.4.3.35. Uses information sources effectively.

T.4.3.36. Questions about the reliability of information sources.

T.4.3.37. “He expresses his thoughts about the events in the text he reads.”

Among the achievements prepared for reading skills at the 4th-grade level, the following can be evaluated within the fields of both mathematical intelligence and spatial intelligence (MEB, 2019).

“T.4.3.22. Understands the meanings of shapes, symbols, and signs.

T.4.3.29. Associates visuals with the content of the text he reads.

T.4.3.34. Answers questions about graphs, tables, and charts.”

When the achievements for writing skills at the 4th grade level are examined, “T.4.4.2. Writes instructions regarding the process steps of a job.”, “T.4.4.3. Writes narrative text.”, “T.4.4.4. Writes informative text.” and “T.4.4.7. He determines the title appropriate to the content of what he writes.” We can see that their achievements are suitable for the field of mathematical intelligence. “T.4.4.6. It tells an event by associating images.” It

is an achievement that can be evaluated within the field of spatial intelligence at this level and skill (MEB, 2019).

Among the achievements in listening skills at the 5th-grade level, the achievements that can be evaluated within the field of mathematical intelligence are as follows (MEB, 2019):

“T.5.1.1. Makes predictions about the development and outcome of events when they listen/watch.

T.5.1.2. Guess the meaning of unfamiliar words when listening/watching.

T.5.1.3. Determines the subject of what you listen to/watch.

T.5.1.4. Identifies the main idea/main emotion of what you listen to/watch.

T.5.1.5. Summarizes what they listened to/watched.

T.5.1.6. Answers questions about what they listen/watch.

T.5.1.7. He suggests different titles for what he listens/watches.

T.5.1.9. Understand the speaker’s non-verbal messages.

T.5.1.10. Evaluate the content of what you listen to/watch.

T.5.1.11. He expresses his opinions about what he listens/watches.”

When we look at the achievements of speaking skills at the 5th grade level, “T.5.2.3. “He applies conversational strategies.” We can evaluate the achievement within the field of mathematical intelligence (MEB, 2019).

Among the achievements prepared for reading skills at the 5th-grade level, the following items can be evaluated within the field of mathematical intelligence (MEB, 2019).

“T.5.3.5. Guess the meaning of unfamiliar words and word groups by using the context.

T.5.3.12. Distinguish text types.

T.5.3.13. Summarizes what he read.

T.5.3.14. It determines the main idea/main feeling of the text.

T.5.3.15. It produces different solutions to the problems discussed in the text.

T.5.3.16. Determines the story elements in the text.

T.5.3.17. Interprets the text.

T.5.3.18. Asks questions about the text.

T.5.3.19. Answers questions about the text.

T.5.3.20. Determines the subject of the text.

T.5.3.24. Determines the title(s) appropriate to the content of the text read.

T.5.3.25. Evaluates media texts.

T.5.3.27. Makes comparisons between texts.

T.5.3.28. Uses information sources effectively.

T.5.3.29. Questions about the reliability of information sources.

T.5.3.31. “He makes inferences about what he reads.”

Among the achievements in reading skills at the 5th-grade level, the achievements that are suitable for spatial intelligence and also include mathematical intelligence are as follows (MEB, 2019):

“T.5.3.21. Guess the subject of the text he will read based on the images and the title.

T.5.3.22. Answers questions about images.

T.5.3.34. “Answers questions regarding information presented through graphs, tables, and charts.”

When the achievements created for writing skills at the 5th-grade level are examined, the achievements that can be evaluated within the field of mathematical intelligence are as follows (MEB, 2019):

“T.5.4.1. Writes poetry.

T.5.4.2. Writes informative text.

T.5.4.3. Writes narrative text.

T.5.4.6. Writes the steps of a job.

T.5.4.13. Fill out the forms according to the instructions.

T.5.4.14. Writes short texts.

T.5.4.15. He determines the title appropriate to the content of what he writes.”

Among the achievements in listening skills at the 6th-grade level, the achievements that can be evaluated in the field of mathematical intelligence are as follows (MEB, 2019):

“T.6.1.1. Makes predictions about the development and outcome of events when they listen/watch.

T.6.1.2. Guess the meaning of unfamiliar words when listening/watching.

T.6.1.3. Summarizes what they listened to/watched.

T.6.1.4. Answers questions about what they listen to/watch.

T.6.1.5. Determines the subject of what you listen to/watch.

T.6.1.6. Identifies the main idea/main emotion of what you listen to/watch.

T.6.1.7. He suggests different titles for what he listens/watches.

T.6.1.9. Understand the speaker’s non-verbal messages.

T.6.1.10. Evaluate the content of what you listen to/watch.

T.6.1.11. He expresses his opinions about what he listens/watches.”

When we look at the achievements of speaking skills at the 6th grade level, “T.6.2.3. “He applies conversational strategies.” We can evaluate the achievement within the field of mathematical intelligence (MEB, 2019).

Among the achievements in reading skills at the 6th-grade level, the achievements that are suitable for spatial intelligence and also include mathematical intelligence are as follows (MEB, 2019):

“T.6.3.15. Guess the subject of the text he will read based on the visual and title.

T.6.3.30. Answers questions about images.

T.6.3.35. It interprets the information presented through graphs, tables, and charts.”

Among the achievements prepared for reading skills at the 6th-grade level, the following items can be evaluated within the field of mathematical intelligence (MEB, 2019).

“T.6.3.16. Summarizes what he read.

T.6.3.17. Answers questions about the text.

T.6.3.18. Asks questions about the text.

T.6.3.19. Determines the subject of the text.

T.6.3.20. It determines the main idea/main feeling of the text.

T.6.3.21. Determines the title appropriate to the content of the text.

T.6.3.22. Determines the story elements in the text.

T.6.3.23. It produces different solutions to the problems discussed in the text.

T.6.3.24. Interprets the content of the text.

T.6.3.25. Makes comparisons between texts.

T.6.3.26. Distinguish text types.

T.6.3.28. Distinguishes real and fictional elements in the text.

T.6.3.29. Makes inferences about what he reads.

T.6.3.32. Evaluates media texts.

T.6.3.33. Uses information sources effectively.

T.6.3.34. It questions the reliability of information sources.”

When the achievements created for writing skills at the 6th-grade level are examined, the achievements that can be evaluated within the field of mathematical intelligence are as follows (MEB, 2019):

“T.6.4.1. He writes poetry.

T.6.4.2. Writes informative text.

T.6.4.3. Writes narrative text.

T.6.4.4. Applies writing strategies.

T.6.4.6. Write a job according to the process steps.

T.6.4.11. He shares what he wrote.

T.6.4.13. Fill out the forms by the instructions.”

“T.6.4.5”, which is among the achievements for writing skills at the 6th grade level. He uses graphs and tables when necessary to support his writings.” We can also evaluate the acquisition within the field of spatial intelligence (MEB, 2019).

Among the achievements in listening skills at the 7th-grade level, the achievements that can be evaluated in the field of mathematical intelligence are as follows (MEB, 2019):

“T.7.1.1. Makes predictions about the development and outcome of events when they listen/watch.

T.7.1.2. Guess the meaning of unfamiliar words when listening/watching.

T.7.1.3. Summarizes what they listened to/watched.

- T.7.1.4. Answers questions about what they listen to/watch.
- T.7.1.5. Determines the subject of what you listen to/watch.
- T.7.1.6. Identifies the main idea/main emotion of what you listen to/watch.
- T.7.1.7. He suggests different titles for what he listens/watches.
- T.7.1.9. Identify ways to improve thinking when listening/watching
- T.7.1.10. Questions consistency when listening/watching.
- T.7.1.11. Evaluate the content of what you listen to/watch.
- T.7.1.12. He expresses his opinions about what he listens/watches.”

When we look at the achievements of speaking skills at the 7th grade level, “T.7.2.3. “He applies conversational strategies.” We can evaluate the achievement within the field of mathematical intelligence (MEB, 2019).

Among the achievements prepared for reading skills at the 7th-grade level, the following items can be evaluated within the field of mathematical intelligence (MEB, 2019).

- “T.7.3.5. Guess the meaning of unfamiliar words and word groups based on context.
- T.7.3.6. Determines the contribution of idioms and proverbs to the text.
- T.7.3.15. Summarizes what he read.
- T.7.3.16. Determines the subject of the text.
- T.7.3.17. It determines the main idea/main feeling of the text.
- T.7.3.18. Identifies supporting ideas in the text.
- T.7.3.19. Answers questions about the text.
- T.7.3.20. Asks questions about the text.
- T.7.3.21. Determines the story elements in the text.
- T.7.3.22. Interprets the content of the text.
- T.7.3.23. Determines the title(s) appropriate to the content of the text.
- T.7.3.24. It produces different solutions to the problems discussed in the text.
- T.7.3.25. Makes comparisons between texts.
- T.7.3.26. Distinguishes real and fictional elements in the text.

T.7.3.27. Understands how important points are emphasized in the text.

T.7.3.28. Makes inferences about what he reads.

T.7.3.29. Distinguish text types.

T.7.3.23. Determines the title(s) appropriate to the content of the text.

T.7.3.24. It produces different solutions to the problems discussed in the text.

T.7.3.25. Makes comparisons between texts.

T.7.3.26. Distinguishes real and fictional elements in the text.

T.7.3.27. Understands how important points are emphasized in the text.

T.7.3.28. Makes inferences about what he reads.

T.7.3.29. Distinguish text types.

T.7.3.35. Compares written versions of texts with media presentations.

T.7.3.36. Determines the forms of expression in the text.

T.7.3.37. Determines the ways of developing the thought used in the text.

T.7.3.38. Understands the work and process steps in the text.”

“T.7.3.30”, which was created for reading skills at the 7th grade level. Answers questions about images.”, “T.7.3.34. It interprets the information presented through graphs, tables, and charts.” and “T.7.3.14. “He guesses the subject of the text he will read based on the images and the title.” achievements can be evaluated within the scope of spatial intelligence and mathematical intelligence (MEB, 2019).

When the achievements created for writing skills at the 7th-grade level are examined, the achievements that can be evaluated within the field of mathematical intelligence are as follows (MEB, 2019):

“T.7.4.2. Writes informative text.

T.7.4.3. Writes narrative text.

T.7.4.4. Applies writing strategies.

T.7.4.6. Write a job according to the process steps.

T.7.4.10. Fill out the forms according to the instructions.

T.7.4.11. Writes short texts.

T.7.4.12. Determines a title appropriate to the content of what you write.

T.7.4.14. He presents the results of his research in writing.”

3. Mathematical and Spatial Intelligence In Turkish Course Books

There are many achievements regarding mathematical and spatial intelligence in the 2019 Turkish curriculum. To achieve these gains, there must be qualified activities that must be offered to students. Another type of activity that combines mathematical and spatial intelligence aims to develop reasoning skills. Students are expected to analyze various situations and events in the texts sequentially and to understand the relationships between events and the cause-effect relationship. Turkish textbooks contain qualified activities to obtain the relevant gains for the use and development of these intelligence areas. Turkish curriculum and textbooks offer a wide range of opportunities for students to develop their mathematical and spatial intelligence. These activities not only provide students with the opportunity to improve their language skills but also develop a range of important skills such as problem-solving, analysis, and understanding concepts. When Turkish textbooks are examined, it can be seen that there are many activities designed for both mathematical intelligence and spatial intelligence. Below are examples of these activities.

When we look at the 3rd activity in the text titled “I Want a Homeland” in the 5th Grade Turkish Coursebook, it can be seen that it is aimed at mathematical intelligence. In the event, students read Cahit Sıtkı Tarancı’s poem “I Want a Homeland” and were asked to answer analytical questions about the text (apraz Baran & Diren, 2019). In this respect, we can evaluate the activity as prepared for the field of mathematical intelligence.

In the 7th activity in the text titled “I Want a Homeland” in the 5th Grade Turkish Coursebook, Cahit Sıtkı Tarancı’s poem “I Want a Homeland” was read to the students, and the students were asked to find images related to the text (apraz Baran & Diren, 2019). This activity can be considered as an activity related to spatial intelligence.

“T.7.4.5,” which is among the achievements for writing skills at the 7th grade level. It uses graphs and tables to support the narrative.” We can also evaluate the acquisition within the field of spatial intelligence (MEB, 2019).

Among the achievements for listening skills at the 8th-grade level, the achievements that can be considered for the field of mathematical intelligence are as follows (MEB, 2019):

“T.8.1.1. Makes predictions about the development and outcome of events when they listen/watch.

- T.8.1.3. Summarizes what they listened to/watched.
- T.8.1.4. Answers questions about what they listen to/watch.
- T.8.1.5. Identifies the subject of what they listen to/watch.
- T.8.1.6. Identifies the main idea/main emotion of what you listen/watch.
- T.8.1.7. He suggests different titles for what he listens/watches.
- T.8.1.9. Questions consistency when listening/watching.
- T.8.1.10. Expresses his/her opinions about what he/she listens/watches.
- T.8.1.11. Evaluate the media texts they listen to/watch.
- T.8.1.12. Identifies ways to improve thinking when listening/watching.
- T.8.1.13. Understand the speaker's non-verbal messages.
- T.8.1.14. Applies listening strategies.”

When we look at the achievements of speaking skills at the 8th grade level, “T.8.2.3. “He applies conversational strategies.” We can evaluate the achievement within the field of mathematical intelligence (MEB, 2019).

Among the achievements prepared for reading skills at the 8th-grade level, the following items can be evaluated within the field of mathematical intelligence (MEB, 2019).

“T.8.3.5. Guess the meaning of unfamiliar words and word groups by using the context.

T.8.3.6. Determines the contribution of idioms, proverbs, and sayings to the text.

- T.8.3.13. Summarizes what he read.
- T.8.3.14. Answers questions about the text.
- T.8.3.15. Asks questions about the text.
- T.8.3.16. Determines the subject of the text.
- T.8.3.17. It determines the main idea/main feeling of the text.
- T.8.3.18. Identifies supporting ideas in the text.
- T.8.3.19. Determines the title(s) appropriate to the content of the text.
- T.8.3.20. Identifies the story elements in the texts he reads.
- T.8.3.21. Interprets the content of the text.

T.8.3.22. It produces different solutions to the problems discussed in the text.

T.8.3.23. Makes comparisons between texts.

T.8.3.24. Distinguishes real and fictional elements in the text.

T.8.3.25. Makes inferences about what he reads.

T.8.3.29. Analyzes media texts.

T.8.3.30. Uses information sources effectively.

T.8.3.31. Questions about the reliability of information sources.

T.8.3.33. Compares the written text of the literary work with its media presentation.

T.8.3.34. Determines the ways of developing thinking used in reading.

T.8.3.35. Understands the work and process steps in the text.”

The following achievements created for reading skills at the 8th-grade level are related to the field of spatial intelligence (MEB, 2019).

“T.8.3.12. Guess the subject of the text he will read based on the visual and title.

T.8.3.27. Answers questions about images.

T.8.3.32. It interprets the information presented through graphs, tables, and charts.”

When the achievements created for writing skills at the 8th-grade level are examined, the achievements that can be evaluated within the field of mathematical intelligence are as follows (MEB, 2019):

“T.7.4.2. Writes informative text.

T.7.4.3. Writes narrative text.

T.7.4.4. Applies writing strategies.

T.7.4.6. Write a job according to the process steps.

T.7.4.11. Fill out the forms according to the instructions.

T.7.4.12. Writes short texts.

T.7.4.13. Determines a title appropriate to the content of what you write.

T.7.4.14. He presents the results of his research in writing.”

“T.8.4.5”, which is among the achievements for writing skills at the 8th grade level. It uses graphs and tables to support the narrative.” We can also evaluate the acquisition within the field of spatial intelligence (MEB, 2019).

When we look at this list of achievements arranged according to grade levels in the 2019 Turkish Course Curriculum, we see that some achievements remain the same even as the grade level increases, but they change in content. In addition to such achievements, as the class level increases, different achievements are also added to improve the skills of the students. Traces of mathematics, also known as analytical intelligence, can be seen in many of these achievements. The most frequently used intelligence field in the process of obtaining the above-mentioned achievements is mathematical intelligence. While the student is evaluating a text, distinguishing different meanings in the text, trying to find a title for the text, etc. will need to use the field of mathematical intelligence in many activity processes. Another part of this process is the field of spatial intelligence, also known as visual intelligence. In the list of achievements divided by grade levels, many achievements require the use of spatial intelligence and will affect the development of this intelligence field. Another feature of these achievements is that they are not only limited to the field of spatial intelligence but also include the field of mathematical intelligence. In general, the 2019 Turkish curriculum includes many achievements in the fields of mathematical and spatial intelligence. In our age, where the use of these intelligence areas is of great importance, the fact that the gains are in this direction can be considered a positive aspect.

When the 6th activity in the 5th Grade Turkish Coursebook “Goodbye, Goodbye” is examined, it can be seen that there are analytical questions regarding the user guide (Çapraz Baran & Diren, 2019). In this case, the activity requires the use of mathematical intelligence.

6th Grade Turkish Textbook text called “From Finland” – In the 5th activity, students were asked to analyze and classify the sentences in the text (Sariboyacı, 2021). This activity can also be considered among the activities that appeal to the field of mathematical intelligence.

8th Grade Turkish Textbook “On Optimism and Pessimism” - In the 5th activity, students were asked to analyze the subject, main idea, and supporting ideas of the text they read (Eselioğlu et al., 2019). This activity, which includes the analysis and interpretation process, can be considered an activity that appeals to mathematical intelligence.

6th Grade Turkish Coursebook “Text from Finland” - In the 8th activity, two visuals were given to the students and they were asked to analyze these

visuals and answer the questions (Sariboyacı, 2021). When examined internally, it can be seen that the activity contains qualities related to both mathematical intelligence and spatial intelligence. Students will use their spatial intelligence when examining visuals and use their mathematical intelligence when analyzing and interpreting what they observe.

CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

It is of great importance to organize educational programs in educational environments by taking the “Multiple Intelligence Theory” into consideration. When we look at the key competencies in the 2019 Turkish curriculum, it can be seen that there are titles for different intelligence areas. In addition, the common achievements and activities of mathematical and spatial intelligence are frequently seen in Turkish textbooks and the 2019 Turkish curriculum.

The achievements in the 2019 Turkish Curriculum and the activities in the Turkish textbooks include content related to mathematical and spatial intelligence areas. However, activities offered for different intelligence areas during the education process should not be limited to textbooks only. Various tools developed to increase the effectiveness of teaching and address different intelligence areas should be used.

There are many Web 2.0 tools created to make educational environments richer and for different intelligence areas. These Web 2.0 tools can be used to diversify activities and applications for both mathematical intelligence and spatial intelligence.

Teachers’ competence is needed in the effective use of Web 2.0 tools. In this sense, training can be organized for teachers. The introduction and use of various applications developed in the field of language teaching can be expanded.

To diversify activities in the field of mathematical intelligence, project studies in which students face certain problem situations can be carried out. Various applications developed for language teaching should be used in this project work.

During the language teaching process, different studies can be conducted to reveal the relationship between students’ intelligence types and language learning processes. These studies may be useful in revealing the relationship between mathematical and spatial intelligence fields and language teaching/learning.

REFERENCES

- Allais, S. (2014). *Selling out education: national qualifications frameworks and the neglect of knowledge*. Rotterdam: Sense Publishers. <https://www.libgen.is/book/index.php?md5=F2D15EE4058968297AF1D5A8126EC937>
- Altan, M. Z., (1999). Çoklu zekâ kuramı. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 17(17), 105-117.
- Arğış, T. (2022). *İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin çoklu zekâ alanları ile girişimcilik eğilimleri arasındaki ilişkinin incelenmesi* [Yayımlanmamış Yüksek lisans tezi]. , Afyon Kocatepe Üniversitesi.
- Armstrong, T. (2009). *Multiple intelligences in the classroom*. Ascd. <https://www.libgen.is/book/index.php?md5=68B77A13C7D88329BC706FB6504E467D>
- Arnheim, R. (1969). *Visual Thinking*, University of California Press. Berkeley and Los Angeles. <https://www.libgen.is/book/index.php?md5=D637F94B8384C4A727336736D48AB28C>
- Aydın, T. (2014). Dil öğretimi ve oyun-çoklu zekâ teorisi ışığında. *Dinbilimleri Akademik Araştırma Dergisi*, 14(1), 71-83. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/52191>
- Ayhan, A. (2016). *Müzik öğretmenlerinin çoklu zekâ kuramını uygulama durumlarının incelenmesi (Sakarya ili örneği)* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Babacan, T., & Dilci, T. (2012). Çoklu zekâ ölçeği'nin Türkçeye uyarlama çalışmaları. *Education Sciences*, 7(3), 969-982. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/185432>
- Başaran, B. I. (2004). Etkili öğrenme ve çoklu zekâ kuramı: bir inceleme. *Eğitimi Dergisi*, 5, 8-9. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/57102>
- Baykal, M. (2017). Türkiye yeterlilikler çerçevesi (TYÇ)'nin öğrenci değerlendirme programı (PISA) açısından değerlendirilmesi. *Edu 7: Yeditepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(8), 69-79. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/edu7/issue/36504/414111>
- Cedefop. (2015). *National qualifications framework developments in Europe: Anniversary Edition*. Publications office of the European Union. https://www.cedefop.europa.eu/files/4190_en.pdf
- Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2011). E-learning and the science of instruction: proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning. Pfeiffer. <https://www.libgen.is/book/index.php?md5=AF0BBB9C69D63DAA1E5B4D6C7C15366B>

- Cook, V. (2001). Using the first language in the classroom. *Canadian Modern Language Review*, 57(3), 402-423. <https://doi.org/10.3138/cmlr.57.H3.402>
- Çapraz Baran, Ş. ve Diren, E. (2019). *Ortaokul ve imam hatip ortaokulu Türkçe 5. sınıf ders kitabı*. Ankara: Anıttepe.
- Çuhadar, C. H. (2017). Müziksel zekâ. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 26(3), 1-12. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/388341>
- Dolunay, S. K., & Savaş, Ö. (2018). Çoklu zekâ kuramı destekli dil bilgisi öğretimi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(3), 1433-1455. <https://doi.org/10.17240/aibuefd.2018.18.39790-471138>
- Eselioğlu, H., Set, S. ve Yücel, A. (2019). *Ortaokul ve imam hatip ortaokulu Türkçe 8 ders kitabı*. Millî Eğitim Bakanlığı.
- Europass. (t.y.). *Avrupa Yeterlilikler Çerçevesi (AYÇ)*. Europass. <https://europa.eu/europass/tr/europass-araclari/avrupa-yeterlilikler-cercevesi> (01.10.2023 tarihinde erişilmiştir).
- Gardner, H. (1983). *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*. New York: Basic Books. <https://www.libgen.is/book/index.php?md5=9DF7C98D69979B9D896FC727473DCB83>
- Gardner, H. (2000). *Intelligence Reframed: Multiple Intelligences for the 21st Century*. New York: Basic Books <https://www.libgen.is/book/index.php?md5=B7429811EB3B4945D8491C782916F40A>
- Güneş, G., & Gökçek, T. (2010). Lisansüstü öğrencilerin çoklu zekâ türleri üzerine özel durum çalışması. *İlköğretim Online*, 9(2), 459-473. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/90753>
- Gürel, E., ve Tat, M. (2010). Çoklu zekâ kuramı: tekli zekâ anlayışından çoklu zekâ yaklaşımına. *Journal of International Social Research*, 3(11). <https://research.ebsco.com/c/f57n4n/viewer/pdf/671tfs73rr>
- Gürses, A. B. (2011). *İlköğretim öğrencilerinin çoklu zekâ gelişim düzeylerine ilişkin alguları ve İngilizce öğretmenlerinin çoklu zekâyâ yönelik uygulamaları* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans tezi]. Fırat Üniversitesi.
- Kaleli M.C., & Turan A.Z., “İTisarım eğitiminde stüdyo derslerini alan farklı zeka tiplerindeki öğrencilere yönelik bir araştırma” *Int. J. of 3D Printing Tech. Dig. Ind.*, 5(3): 535-549, (2021). <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1875882>
- Köksal, M. S. (2006). Kavram öğretimi ve çoklu zekâ teorisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 14(2), 473-480. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/819125>
- Kress, G., & Van Leeuwen, T. (2001) *Multimodal discourse: the modes and media of contemporary communication*. Oxford University Press. <https://www.libgen.is/book/index.php?md5=A4EA44D4607540682791C1F309B8A62B>

- Markowitsch, J., & Luomi-Messerer, K. (2008). Development and Interpretation of Descriptors of the European Qualifications Framework. *European journal of vocational training*, 42(1), 33-58. <https://files.eric.ed.gov/full-text/EJ790998.pdf>
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2nd ed.). Cambridge: Cambridge University Press. <https://www.libgen.is/book/index.php?md5=DFA084ECC828BDA261A6ECC1014CBC58>
- Mesleki Yeterlilik Kurumu (MYK) (2021). Avrupa yeterlilikler çerçevesi. 24-11-2023 tarihinde <https://www.myk.gov.tr/index.php/tr/avrupa-yeterlilikler-ercevesi>
- Özgül, İ. (2021). Müzik dersi öğretim programının Avrupa yeterlilikler çerçevesi ve Türkiye yeterlilikler çerçevesi açısından incelenmesi. *OPUS-Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 18(43), 6806-6838. <https://doi.org/10.26466/opus.962013>
- Paivio, A. (1986). *Mental Representations: A Dual Coding Approach*. Oxford University Press. <https://www.libgen.is/book/index.php?md5=0A6F491291111770848F24F7951D5BF1>
- Saban, A. (2010). *Çoklu zeka kuramı ve türk eğitim sistemine yansması*. Ankara: Nobel
- Sarıboyacı, M. O. (2021). *Ortaokul ve İmam Hatip Ortaokulu Türkçe 6 Ders Kitabı*. Ankara: Ata.
- Smith, M. K. (2002). Howard Gardner and Multiple Intelligences, *The Encyclopedia of Informal Education*. <https://infed.org/mobi/howard-gardner-multiple-intelligences-and-education/>
- Şen, M. (2006). *Çoklu Zekâ Kuramı'na göre yapılan İngilizce derslerinin öğrencilerin güdülenmesi, benlik saygısı, özgüveni ve çoklu zekâları üzerindeki etkisi* (Tez No. 191346). [Ankara Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Talu, N. (1999). Çoklu zekâ kuramı ve eğitime yansmaları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(15)164-172. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/88078>
- Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi (TYÇ). 24-06-2021 tarihinde <https://tyc.gov.tr/yazilar/tyc-2020-faaliyet-raporu-ve-2021-faaliyet-planionaylandi-i-9c6748f3-1a04-4314-a9ff-b30c4b5d2598.html>.adresinden erişim sağlanmıştır.
- Uçgun, D. (2006). Yabancılar Türkçe öğretiminde sözcük dağarcığını geliştirme teknikleri. *Türklük Bilimi Araştırmaları*, (20), 217-227. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/156887>
- Vural, B. (2005). *Öğrenci Merkezli Eğitim ve Çoklu Zekâ*. (Üçüncü Baskı). İstanbul: Hayat

- Yalmanç, S. G. (2011). Çoklu zekâ türleri ile öğretmen adaylarının öğrenim gördükleri bölümler arasındaki ilişki. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 8(1), 1269-1289. <https://core.ac.uk/download/pdf/268072395.pdf>
- Yılmaz, E. B. (2010). *Zekâ türleri ile psikolojik belirtiler arasındaki ilişki* (Tez no. 273069). [Sakarya Üniversitesi – Sakarya]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Young, M. (2005). *National qualifications frameworks: Their feasibility for effective implementation in developing countries*. International Labour Office-Geneva. https://www.ilo.org/public/libdoc/ilo/2005/105B09_95_engl.pdf

Matematiksel Modellemeye Dayalı Yaratıcı Drama Etkinliklerinin 6. Sınıf Öğrencileri Üzerine Etkilerinin İncelenmesi¹

Alper Çiltaş²

Raziye Mehtap Köroğlu³

Özet

Bu araştırma da matematiksel modellemeye dayalı yaratıcı drama etkinliklerinin 6.sınıf öğrencilerinin 21. yüzyıl becerilerine ve matematik tutumlarına etkisini incelenmek amaçlanmıştır. Literatürde var olan matematiksel modelleme etkinlikleri yaratıcı drama etkinliklerine dönüştürülerek hazırlanan ders planları öğrencilere uygulanmıştır. Bu araştırma nicel araştırma yöntemlerinden tek gruplu ön test-son test zayıf deneysel desen kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın çalışma grubunu Erzurum ilindeki bir devlet okulunda öğrenim gören toplam 12, 6.sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Bu çalışmada öğrencilere araştırmacının hazırlamış olduğu yaratıcı drama ders planları uygulanmıştır. Veriler 21. yüzyıl becerileri ölçeği ve matematik tutum ölçeğinden elde edilmiş ve SPSS paket programı ile analizler yapılmıştır. Araştırmadan elde edilen verilerin analizinde Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi uygulanmıştır. Öğrencilere uygulanan 21. yüzyıl beceri ölçeği ve matematik tutum ölçeği sonucunda 21. yüzyıl beceri alt boyutlarında (bilişsel, duyuşsal, sosyokültürel) ve matematiğe yönelik tutumlarında anlamlı farklılık bulunmuştur. Uygulama döneminde öğrenciler, matematiksel modelleme problemlerinin başlangıçta çok zor, anlaşılmaz, çözülemez olduklarını düşünseler de, problemler ilerledikçe çözüm üretip yorum yapabildikleri gözlemlenmiştir. Ayrıca uygulama sürecinde öğrencilerin matematiksel modelleme sorularının anlama basamağını daha hızlı geçtiğini ve daha fazla değişken ile model oluşturdukları gözlemlenmiştir. Elde edilen bulgular ışığında yaratıcı drama yönteminin, öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerine ve matematiğe yönelik tutumlarında olumlu yönde değişme olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

1 Bu çalışma ikinci yazarın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

2 Profesör, Atatürk Üniversitesi, alperciltas@atauni.edu.tr, 0000-0003-1024-5055

3 Öğretmen, Milli Eğitim Bakanlığı, rmg.05@hotmail.com, 0000-0002-8861-5362

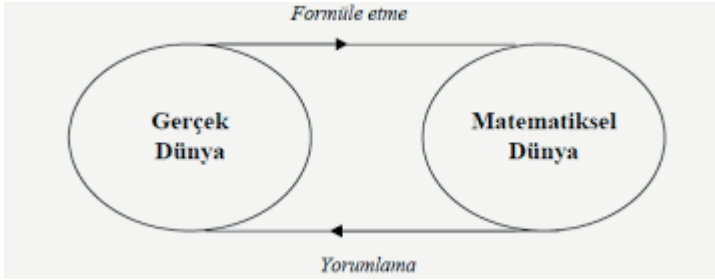
1. GİRİŞ

Çağımızda yaşanan hızlı gelişmeler bilim ve teknolojiye, beraberinde insanlardan beklenen yeterliliklerin ve becerilerin değişiklik göstermesine sebep olmaktadır. İnsanların iyi iletişim kurabilen, iş birliği yapabilen, eleştirel düşünebilen, yaratıcı, yenilikçi, problem çözebilen, girişken ve üretken bireyler olarak yetişmesi beklenmektedir (P21, 2007). Bilim ve teknolojiye yaşanan gelişmeler ile birlikte matematik eğitiminde de farklılaşmalar başlamıştır. Örneğin önceden matematik eğitiminde kâğıtla, kalemle yapılan uzun hesaplamalara önem verilirken günümüzde; teknolojiyi kullanabilmeye, tahmin edebilmeye, zihinden hesap yapabilmeye, farklı problem çözme teknikleri oluşturabilmeye ve bununla beraber matematiksel iletişim kurabilmeye daha çok önem verilmektedir. Öğrenilen bilgiyi aynı şekilde aktaran bireylere değil, bilgiyi anlamlandırarak kullanabilen ve ihtiyaç duyulduğunda yeni bilgilere dönüştürebilen bireylere gereksinim duyulmaktadır (Olkun & Toluk Uçar, 2006). Günlük yaşamda bireylerin ihtiyaç duydukları problem çözme, ilişki kurma, problemi anlayıp yorumlama, çözümler üretme, analitik, eleştirel, yaratıcı, özgün düşünme gibi beceriler matematik eğitimiyle kazandırılabilir (Baki, 2006; Çömlekoğlu, 2001; Karaca, 2004; NCTM, 1989). Artık yirmi birinci yüzyılda toplumlar, bireylerin temel becerilerinin ötesinde yeni beceriler kazanmalarına ihtiyaç duymaktadır. Gelişen teknoloji, gelişen toplum ve bireyler günümüzde öğrenme ve öğretim yöntemlerinde yenilikçi yaklaşımların ele alınmasını zorunlu kılmaktadır. Klasik öğretim yöntemleri hem öğrenen hem de öğretmenler için yetersiz kalmaktadır. Artık öğreneni merkeze alan yaklaşımların ön planda olduğu, yaparak yaşayarak öğrenmenin esas olduğu beceri odaklı öğretim uygulamalarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Günümüzde eğitimin en önemli becerilerden biri gerçek hayatta karşılaştıkları problemleri çözebilen bireyler yetiştirmektir. Matematik günlük yaşamdaki sorunlara yenilikçi, yaratıcı çözüm yaklaşımları geliştirmede önemli bir role sahiptir. Dolayısıyla matematik eğitimcileri öğrencilerinin günlük yaşamlarında matematiği kullanabilen bireyler olarak yetiştirebilmek için çeşitli yaklaşımlar geliştirmektedir. Bu yaklaşımlardan biri de matematiksel modellemedir. Matematiksel modelleme bilim insanları tarafından incelenmiş ve çeşitli tanımlamalar yapılmıştır.

- Lesh ve Doerr (2003), matematiksel modellemeyi var olan sistemlerin ve modellerin kullanıldığı, çeşitli yönlerden yapılandırılarak geliştirildiği ve yeni modellerin oluşturulduğu bir süreç olarak tanımlamaktadırlar.

- Swetz ve Hartzler (1991) matematiksel modellemeyi, gerçek yaşamdan alınan bir problem durumunda bireyin analiz, sentez, yorumlama gibi üst düzey bilişsel becerileri kazandığı veya kullandığı bir süreç olarak tanımlamaktadırlar.
- Gerçek hayattan bir sürecin matematiksel yöntemler kullanılarak analiz edilmesine matematiksel modelleme denir (Erbaş vd., 2014).
- Kapur'a (2005) göre matematiksel modelleme probleme ait uygun değişkenlerin seçildiği ve aralarındaki bağıntılardan yola çıkarak modelin ortaya konulduğu ve sonunda test edildiği bir süreçtir.
- Gerçek hayat problemlerini çözmek için kullanılan adımlar bir süreci oluşturur, bu süreç matematiksel modelleme olarak ifade edilir (Türker Biber & Yetkin Özdemir, 2015).
- Matematiksel modelleme, problem teşkil eden bir gerçek yaşam durumunun matematiksel olarak ifade edilmesi veya matematiksel modeller yardımıyla ifade edilme sürecidir (Berry & Houston, 1995). Şekil 1'de matematiksel modelleme bir görselleştirme ile kısaca özetlenebilir.



Şekil 1. Matematiksel Modelleme Sürecinin Basit Bir Görünümü (Berry & Houston, 1995)

Matematiksel modellemede temel amaç matematiği kullanarak bir gerçek yaşam problemini anlamlandırmak ve ona uygun bir çözüm sunmaktır. Bu sebeple araştırmacılar hem de eğitimciler matematiksel modellemenin bütün öğrenim düzeylerinde yer alması gerektiğini savunurlar (Common Core State Standards for Mathematics, 2011; Curriculum Corporation, 2006; National Council of Teachers Of Mathematics, 2010; The National Assessment of Educational Progress, 2019). Örneğin, matematik yapmanın önemli pratiği olarak belirtilen matematiksel modellemeyi NAEP, modellemeyi problemi anlamlandırma, çözülmesi gereken problemi belirleme, verilen problemi

matematikselleştirme ve bu matematikselleştirmeyi çözüme ulaştırmak için matematiksel işlemleri ve süreçleri uygulama ve çözümün uygulanabilirliğini bağlamsal ve matematiksel olarak kontrol etmeyi içeren bir süreç olarak tanımlar. Belirtilen problem açık uçlu bir gerçek yaşam durumunu belirtir ve öğrencilerin varsayımlardan yola çıkarak bu duruma matematiksel bir çözüm yolu sunmalarını gerektirir. Bundan dolayı modelleme etkinlikleri öğrencilerin kendi seçimlerini içerdiğinden öğrenciyi matematik yapmanın merkezine koymaktadır. Matematiksel modelleme öğrencilerin yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme, problem çözme tutumlarını geliştirmekle birlikte öğrencilere günümüzde veya meslek yaşantılarında modelleme yapabilme yeterliliğini kazandırabilmektedir.

Özdemir (2021), matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerinin inançlarını ve matematik tutumlarını olumlu yönde etkilediğini, Delikanlı (2019), matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulanmasının öğrencilerin matematik dersindeki başarısına, matematiğe yönelik tutumuna ve kalıcılığına olumlu yönde etkisi olmakla birlikte matematiksel modelleme etkinlikleriyle ders işleyişinin matematiği daha iyi öğrenmelerine, daha çok sevmelerine sebep olduğunu görmüştür. Bilen ve Çiltaş (2015), öğrencilerin matematik dersine yönelik ilgi ve motivasyon düzeylerinin matematiksel modelleme yönteminin kullanılması ile olumlu yönde gelişim gösterdiğini ve bu doğrultuda öğrenmeye istendik şekilde katkı sağladığı görmüşlerdir. Öğrencilerin matematik dersinde elde ettikleri kazanımları günlük yaşam sürecine transfer edebilme düzeylerine olan etkisini inceleyen Doruk (2010), matematiksel modelleme etkinliklerinin tercih edildiği sınıf gruplarında akademik başarı yönünde ileri düzeyde oldukları sonucuna ulaşmıştır. Türkiye’de ki alan yazın bu şekilde incelendiğinde özetle matematiksel modelleme öğrencilerde eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, problem çözme ve karar verme, üstbilgi, öğrenmeyi öğrenme, bilgi okuryazarlığı, iş birliği, bilgi iletişim teknolojileri okuryazarlığı gibi bir çok yeterlilik noktasında katkı sağladığı görülmektedir.

Uluslararası Matematik Öğretimi Komisyonu (ICMI-14, 2002) raporunda matematiksel modelleme ile öğrencilerin; matematiksel kavramları ve ilişkileri daha iyi anlamalarına, özgün problemlere çözüm geliştirmelerine, yaratıcı ve eleştirel düşünme becerilerinin farkına varmalarına, matematiğe yönelik olumlu tutum geliştirmelerine destek olduğu ifade edilmektedir (Blum vd., 2002). Türkiye’de bu amaç ulaşma noktasında birçok etkili olabilecek yöntem ve teknikler bulunmaktadır. Matematiksel modelleme ile benzer süreçleri olması ve yaparak yaşayarak öğrenmeyi de destekleyen yaratıcı drama yönteminin de öğrencilerde birçok beceriyi kazandırması dikkat çekmektedir. Odağında insan ve insani bakış açısı olan drama günlük

yaşamdan kaynak bulurken modelleme problemleri de günlük hayattan kaynağını bulmaktadır (Keklik, 2019).

San (1990) yaratıcı dramayı bir soyut kavramı, bir olayı, bir fikri, bir davranışı veya bir yaşantıyı grup çalışması içinde doğaçlama, rol oynama, tiyatro veya yaratıcı drama tekniklerinden kullanarak, önceki bilişsel örüntülerin yeniden yapılandırması ile duygu, düşünce, gözlem ve deneyimlerin dikkate alındığı oyunsu etkinlikler süreci olarak tanımlamaktadır. Drama, yaşam durumlarını oyunda olan 'kurallar içindeki özgürlük' ifadesini kullanarak yaratıcı süreçlere dönüştürerek; bireylere kendini tanıma, kendini fark etme, empati yapma gibi fırsat ve olanaklarını vermektedir (Üstündağ, 2002). Yaratıcı drama kavramı, literatürde drama, eğitimde drama, eğitimde yaratıcı drama veya eğitsel drama gibi kavramlarla ifade edilmektedir. Genellikle kullanılan ifadelerin amaçlarının, niteliklerinin ve kapsamlarının aynı olduğu söylenebilir (Adıgüzel, 2015). Drama, bireylere yaparak, yaşayarak ve eğlenerek öğrenme imkânı sunduğundan özeldir. Drama süreçlerinde yapılan serbest yürüyüşler, oyunlar, uyum-güven çalışmaları gibi hazırlık çalışmalarının sonrasında doğaçlama ve rol oynama vb. tekniklerden faydalanılarak canlandırmalar yapılmakta olup, süreç sonunda bireylerin duygu ve düşünceleri, elde ettiği kazanımlar paylaşılmaktadır (Oğuz, 2019). Kendi duygularımızı iletişim yoluyla ortaya çıkardığımız önemli yollar, rol oynama ve oyundur (Bell, 2008).

Yaratıcı dramanın bileşenlerini; lider/öğretmen/eğitmen, katılımcılar/grup, çalışma ortamı ve konu oluşturmaktadır. Dramanın gerçekleştirilebilmesi için öncelikle bir gruba, drama alanına ve konuya hâkim lidere veya öğretmene, grubun rahat kullanabileceği bir mekâna ve canlandırma yapabilecekleri fikirlere gereksinim vardır (Adıgüzel, 2015). Doğaçlama tekniğinden hareketle yaratıcı drama süreçleri oluşturulur. Yazılmış, belirli olan bir metin yoktur. Grubun lideri çalışmanın alanını belirler. Uygulamalarda amaç bütünü oluşturmaya yönelik olsa da gösteriye dönüştürmek grubun isteğine bağlıdır. Katılımcıların istekli, yeni düşüncelere açık olması gerekir. Yaratıcı drama da geçirilen yaşantılar ve süreç, ortaya çıkan üründen daha önemlidir (Öztürk, 2001).

Drama veya yaratıcı drama öğrenmede duyuşsal, bilişsel ve devinişsel gelişim alanlarını geliştirmektedir. Öğrenmeyi sağlayacak özelliklere sahip olmakla birlikte öğrenmeyi kolaylaştırır, öğrenmeyi yaşantısal hale dönüştüren uygulamalardan oluşur (Adıgüzel, 2015). Etkililiği farklı alanlarda birçok kez ispatlanmış bir yöntem olan yaratıcı drama aynı zamanda bir disiplindir (Keklik, 2019). Adıgüzel (2015), yaratıcı dramanın önemli özelliklerini şu şekilde ifade etmiştir:

- Grup etkinliğidir.
- Bireyi merkeze almakla birlikte bireyin deneyimlerine dayalıdır.
- Canlandırmaya odaklı, –miş gibi yapmaya, spontaniteye, kurguya, rol oynama ve doğaçlamaya dayalıdır.
- Uygulamaları “şimdi ve burada” olgusu ile gerçekleşir.
- Süreç odaklı uygulamadır, sonuç odaklı değildir.
- Yaratıcı drama uygulamaları, yaratıcı dramayı bilen, uygulamaları planlayan, uygulayan, değerlendiren eğitmen/liderin veya yöntem olarak kullanacak bir öğretmenin yönlendirmesi ile gerçekleştirilebilir.
- Yaratıcı drama uygulamaları, uygulamaya katılmak isteyen ve dramanın kurallarını yerine getiren gönüllü herkesle yürütülebilir.
- Yaratıcı drama disiplinler arası bir alandır, doğrudan yararlandığı iki temel alan eğitim ve tiyatrodur.
- Yaratıcı drama tiyatro yapmakla aynı anlama gelmez, ancak tiyatrodan da devamlı beslenen bir alandır.
- Yaratıcı drama uygulamaları, dramanın gerekli özelliklerine sahip belli bir mekânda veya uygun hale getirilmiş farklı mekânlarda yapılabilir.
- Yaratıcı drama oyunların genel özelliklerinden faydalanır.
- Yaratıcı drama oyunculuk mesleğinin gerektirdiği kadar oyunculuk becerisi gerektirmez.
- Yaratıcı drama yalnız ısınma ve etkileşim oyunlarından oluşmaz, mutlaka dramatik kurgu içinde bulunduran canlandırma süreçleri içermelidir.
- Yaratıcı dramanın hem araç hem de amaç gibi kullanım alanları ve boyutları vardır.
- Yaratıcı drama bir düzene göre, sistematik biçimde ilişkili olan aşamalara göre uygulanır.
- Psikodrama gibi bir tedavi, iyileştirmek amaçlı bireyin kendi yaşantısını odak alan çalışmalar yapmak değildir.

Yaratıcı drama da uygulamalar planlı ve aynı zamanda büyük ihtimalle spontaniteye, doğaçlamaya dayandığı için yaratıcılık ön plana çıkmaktadır. Bireyler hayal gücü ile düşündükleri fikirleri ortaya koyarlar ve bir ürün elde edilir. Aslında birbiriyle alakasız gibi görünen birçok sözcük, cümle, resim veya durum arasında bağlantılar kurulabilir. Bu oturumlarda birey,

kendini ve grup arkadaşlarını daha iyi tanıyabilir. Belki de bu durum bireylere sosyalleşme, duygu ve düşüncelerini paylaşma fırsatı sunacaktır. Yapılan uygulamalar iletişim ve etkileşim odaklı olduğu için süreç içerisinde iletişim kurma becerileri de gelişecektir. Bu süreçte liderin hoşgörülü olması ve bireylere karşı tutumu önem taşımaktadır. Süreç içerisinde bireyler birbirine karşı saygılı davranmayı öğrenebilir, her bireye eşit davranıldığı için demokratik davranış da geliştirebilmektedirler. Yapılan çalışmalar da grupların rastlantısal oluşturulması, iş birliği içinde çalışmayı desteklemektedir. Bunun gibi birçok kazanım drama süreçlerinde kazanılabilmektedir (Oğuz, 2019).

Adıgüzel (2015) yaratıcı dramının amaçlarını şu şekilde sıralamıştır:

- Hayal gücünü ve yaratıcılığı geliştirmek
- Kendini tanıma, gerçekleştirme ve iletişim becerisini geliştirme
- Demokratik tutum ve davranış geliştirme
- Estetik davranışlar geliştirme
- Eleştirel ve bağımsız düşünebilme becerisi geliştirme
- Birlikte çalışma becerisi geliştirme
- Sosyal duyarlılık kazanma
- Duygunun sağlıklı bir biçimde ifade edilmesi ve kontrolü
- Sözel ve sözel olmayan ifade becerisini geliştirme, dil gelişimi

Yaratıcı dramının amaçları her bireyde farklı düzeyde gözükmesinin yanı sıra bu amaçlara göre de çalışmalar yapılabilir. Bütün yaş seviyelerine göre düzenlenebilen çalışmalardır. Ayrıca yaratıcı dramının temel amaçlarından biri de oyun pedagojisi içinde bulunan duygu, düşünce, bilgi ve tecrübelerin, çağrışımların özgürleştiği ortam sağlamaktır (Adıgüzel, 2015). Desailly (2012) yaratıcı drama kullanımının faydalarını şu şekilde ifade etmiştir:

- Konuya, çocuklar daha heyecanlı adapte olabilirler.
- Konunun öğrenimi pratik ve fiziksel yollarla desteklenir.
- Okuma ve yazma becerilerinde zorluk çeken öğrencilerin öğrenmesini ve öğrendiklerini sunmasına fırsat verebilir.
- Çocuklar, farklı görüşleri veya tepkileri, diğerleri ile güvenli bir ortamda etkileşimde bulunmayı deneyimleyebilir.
- Öğrenme de kalıcılık sağlanabilir.
- Öz güven ve sunuş becerileri kazandırılabilir.

Bu açıklamalarda da olduğu gibi yaratıcı drama kullanımının konuya dikkat çekmede, farklı yollarla öğrenmeyi desteklemede, kalıcı öğrenme sağlamada, farklı görüşleri güvenli bir ortamda deneyimlemede etkili olduğu belirtilmektedir (Oğuz, 2019). Üstündağ'a (1994) göre de eğitimde yaratıcı dramaya yer vermenin öncelikle yararı, eğitimin hedeflerinden biri olan bireyin kendini gerçekleştirme için işbirliği içinde çalışma ve aldığı sorumlulukları paylaşma fırsatı vermesi bununla birlikte matematiksel modellemede olduğu gibi eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, problem çözme ve karar verme, üstbilgi, öğrenmeyi öğrenme, yaşam ve kariyer becerileri, empati, bilgi okuryazarlığı, bilgi iletişim teknolojileri okuryazarlığı, vatandaşlık, kültürel farkındalık gibi birçok yeterlilik noktasında faydaları bulunmaktadır.

Yaratıcı drama süreci belli aşamalara göre planlanmakta ve uygulanmaktadır. Yaratıcı drama çalışmalarında ne, nasıl, niçin, ne zaman, nerede, kim, kime(kimlerle) gibi sorulara verilecek yanıtlar, bu sürecin oluşmasını sağlayan aşamalar zincirini oluşturmaktadır (Adıgüzel, 2015). Bu süreçteki aşamalar, "giriş, gelişme ve sonuç" etkinlikleri formatında ve öğretim etkinlikleri ile genel öğrenme süreçlerine koşul olarak düzenlenmektedir. Bu düzenlemenin tüm aşamalarında öğretmenin ve öğrencilerin katılımlarını sağlamak, temel ilke olarak yaratıcılığı kabul etmek, doğaçlama, canlandırma veya oyunlaştırmaları araç olarak kullanmak söz konusudur (Üstündağ, 2009). Adıgüzel (2015) yaratıcı drama aşamalarını üç aşama da yapılandırmıştır. Yaratıcı drama ve matematiksel modelleme etkinliklerinin süreçleri ve süreçleri oluşturan aşamalar benzer olduğundan yaratıcı drama süreçleri bu benzerlikler doğrultusunda aşağıdaki gibi açıklanabilir.

I. Isınma/Hazırlık

Bu aşamada ki temel amaç, hem grup motivasyonunu sağlamak hem de diğer aşamaya hazırlanmaktır. Hazırlık çalışmaları bireylerin dikkatlerinin yoğunlaşmasını sağlamaktadır. Bu aşamadaki çalışmalar, bedeninin harekete geçtiği veya hareket halinde olduğu çalışmalardır. Çocuk oyunları veya üretilmiş oyunlar ısınma aşamasında etkin olarak kullanılabilir. Oynanan oyunlar, liderin ve grupların hem birbirlerine alışmalarını hem de uygulamaya hazırlanmalarını kolaylaştırır. Drama çalışmalarına yeni başlayan bireylerde özellikle ısınma etkinliklerinde lider olabildiğince etkin olmalıdır. Bu aşamada, grupları oluşturma, grupların süreç ile ilgili hazırlıkları, rolleri belirlemeleri ve kullanılacak materyalleri seçmeleri söz konusu olmaktadır (Adıgüzel, 2015).

Matematiksel modelleme süreçlerinde de ısınma etkinliği olarak ele alınan bu aşamanın temel amacı soru hakkında araştırma yapma, soruyu tanımlama olarak ele alınmaktadır. Yaratıcı drama etkinliklerinde de bu aşamanın aynı

şekilde yapılması süreç odaklı olan bu iki çalışmanın ortak noktasıdır. Diğer önemli bir husus ise ısınma aşamasının her iki sürecinde en önemli aşaması olmasıdır. Bu aşamanın matematiksel modelleme sürecinde bulunan “Gerçek Dünya” ve “Tanımlama” aşamalarını içerdiği düşünülebilir. Çünkü bu aşamada problem durumu öğrencilere hissettirilmeli ve anlamlandırmanın temeli atılmalıdır. Sonrasında problem durumunu gerçek ve kurgulayacağı dünyada tasarlamasının temelleri atılmalıdır (Keklik, 2019).

II. Canlandırma

Canlandırma aşaması, bir durumun veya olayın süreç içinde yapılandırıldığı ve diğer bireylere sunulduğu tüm oluşumları içermektedir. Canlandırılacak durum veya olay bağlamında doğaçlama, rol oynama vb. diğer tekniklerin kullanılacağı aşama canlandırma aşamasıdır (Adıgüzel, 2015). Bütün aşamalarda olduğu gibi bu aşamada da bireylerin özellikleri dikkate alınarak bazen bir konu bazen de bir tema belirlenerek başlanır, kimi zamanda belirlenen bir hedefe doğru planlamalar yaparak aşamalar gerçekleştirilir (Üstündağ, 2002).

Bu aşama matematiksel modelleme sürecinde bulunan “Tanımlama” , “Model Dünya” “Manipüle Etme” ve “Yorumlama” aşamalarını içerdiği düşünülebilir. Çünkü bu aşamada probleme yönelik günlük yaşam durumları ele alınır ve uygun canlandırmalar yapılır. Sonrasında belirlenen durumlar doğru işlemler silsilesi ile önce kendi grupları sonra tüm gruplara aktarımı sağlanır (Keklik, 2019).

III. Değerlendirme/Tartışma

Ortaya çıkan oluşumlar bağlamında duygu ve düşüncelerin paylaşılması, sürecin önemi, kazanımların istişaresi bu aşamada gerçekleşir. Değerlendirme, fikir alışverişleri veya tartışma şeklinde olabileceği gibi rol sırasında gazete çıkarma, mektup yazma veya afiş hazırlama gibi rol dışında farklı yazma çalışmalarıyla da yapılabilir. Bununla birlikte düşünce, tutum ve deneyimler paylaşılabilir (Adıgüzel, 2015). Bu aşama matematiksel modelleme sürecinde tanımlanan “Yorumlama” ya da “Gerçek Dünya” ya geçiş yaparak tekrar değerlendirmelerin yapılabileceği aşama olarak kabul edilebilir.

Yaratıcı drama öğrencilerin olay ve olguları kavrayabilmesi, çok boyutlu olarak görmesini, tartışabilmelerini sağlayan yaklaşımdır. Drama da öğrenciler mutlaka bir uzmanın rolünü (Matematikçi, Mühendis, Doktor, Bilim Adamı, vb.) almalı ve yaklaşım problem odaklı olmalıdır. Uzman rolü yaklaşımının özünü, öğrencilerin gerçek hayat problemini çözmeye çalışırken sorumluluk ve yetki sahibi olmaları veya uzman olarak role girmeleri oluşturmaktadır (Akar Vural & Somers, 2012, Özsoy, 2017).

Dorothy Heatcote uzman rolü yaklaşımında dikkat edilmesi gereken kulları şu şekilde sıralamıştır (Akt., Özsoy, 2017).

- Çocuklara uzman rolü verilerek, problemi farkına varma ve sorumluluk alma sağlanmalıdır.
- Gerekli olan tüm bilgiler yapılarak hazırlanmalıdır.
- Tüm bilgiler bu yapı içinde yer almalıdır.
- Öğretmen açıklamaları rol içinde verilmelidir.
- Disiplin, drama yapılandırılması yoluyla sağlanmalıdır.
- Tüm drama çalışmaları okulun program hedeflerine ve içeriğine uygun olmalıdır.
- Tüm çocuklar etkin olmalıdır.

Dünya da hızla gelişen bilgi ve iletişim teknolojilerine ayak uydurma ihtiyacı, yaşanan çağın şartları, uluslararası ekonomiyi anlama, ekonomiyle baş etme gerekliliği insanların yaşamında anlama, öğrenme ve çalışma şekillerinde devamlı dönüşümü kaçınılmaz kılmıştır (Voogt & Roblin, 2012). Bu noktada dönüşüm sürecinin parçası olarak bulunduğumuz yüzyılda öğrencilerin başarılı olabilmeleri için 21. yüzyıl becerilerine sahip olmaları beklenmektedir. Van Laar vd. (2020), 21. yüzyıl becerilerini yaşanan dönemde eğitim, ekonomi ve iş yeri ilgili beceriler olarak tanımlarken, Anagün (2018), Voogt ve Roblin (2012) bu becerileri bireylerin yaşadığımız yüzyılın gerçeklerine, yaşam şartlarına uyum içinde olabilmeleri ve etkin birer birey olarak bilgi toplumuna fayda da bulunabilmeleri için gereksinim duydukları beceriler olarak ifade etmektedirler. Bu tanımlar doğrultusunda alanyazın incelendiğinde 21. yüzyıl becerileri için ortak bir tanım bulunmamaktadır (Joynes vd., 2019). Farklı tanımlamalardan, 21. yüzyıl becerilerinin temel beceriler ve bu becerilerle ilişkili alt becerileri kapsayan bir beceri seti olduğu görülmektedir (MEB, 2023).

Eğitim sistemleri bireyleri bilişsel becerileri (matematik, okuryazarlık vb.) ile birlikte düşünme ve öğrenme yollarını geliştirmek, yaşam kalitesini arttırmak ve çalışma koşullarını iyileştirmek için öğrenilebilen, öğretilen 21. yüzyıl becerileri ile donatmayı hedef almaktadır (Orhan-Göksun, 2016). 21. yüzyıl becerileri içerisinde; eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, problem çözme ve karar verme, üstbilgi, öğrenmeyi öğrenme, yaşam ve kariyer becerileri, empati, bilgi okuryazarlığı, iş birliği, bilgi iletişim teknolojileri okuryazarlığı, vatandaşlık, kültürel farkındalık ve yeterlilik ifade edilmektedir (GPE, 2020). Bu becerilerin gelişimi ile akademik bilgilerin gelişimi birbirinden bağımsız değildir. 21.yüzyıl becerilerinin gelişimi ile akademik

başarının artışı arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (örn. Köşer, 2022). Bundan dolayı hem okullarda hem de farklı tüm öğrenme ortamlarında 21. yüzyıl becerilerinin gelişimi desteklenmelidir (MEB, 2023).

Literatürde, çeşitli araştırmacılar tarafından geliştirilmiş 21. yüzyıl becerilerini ifade etmeye ve sınıflandırmaya yönelik bir çok teorik çerçeve yer almaktadır (Binkley vd., 2012). 21. yüzyıl becerilerini inceleyen sistematik araştırmalarda (örn. Binkley vd., 2012; Chalkiadaki, 2018; Dede, 2010; Heller, 2013; Voogt & Roblin, 2012), bu becerileri kavramsallaştıran, tanımlayan, sınıflayan ve sistemleştiren tüm dünyada kabul gören ortak bir teorik çerçeve bulunmamaktadır. Fakat literatürde var olan teorik çerçevelerden bazıları daha ön plana çıkmış ve daha fazla benimsenmiştir. Araştırmacılar “The Partnership for 21st Century Learning” tarafından geliştirilmiş “P21 Çerçevesini (The P21 Framework for 21st Century Learning)”, 21. yüzyıl gerçek yaşam durumlarına ve ihtiyaçlarına cevap verecek uygunluğa sahip olması ve iyi biçimlendirilmiş olması nedeniyle daha çok benimsemiştir (Anagün, 2018; Battelle for Kids, 2019).

P21 Çerçevesi, 21. yüzyıl becerilerini üç temel kategoride sınıflandırmış ve bu kategorilere bağlı 12 farklı beceri türünü alt kategorilerde belirtmiştir. Bu çerçevede temel kategoriler yaşam ve kariyer becerileri, öğrenme ve yenilenme becerileri, bilgi, medya ve teknoloji becerileri oluşturmaktadır. Bu kategorilere bağlı alt kategorilerde ise;

- *Yaşam ve kariyer becerileri:* kendi kendini motive etme, esneklik, inisiyatif alma, yönetme ve yönlendirme, liderlik ve sorumluluk, sosyokültürel beceriler, üretkenlik ve hesap verilebilirlik,
- *Öğrenme ve yenilik becerileri:* eleştirel düşünme, yaratıcılık ve yenilik, problem çözme, iletişim ve iş birliği
- *Bilgi, medya ve teknoloji becerileri:* bilgi ve iletişim teknolojileri okuryazarlığı, bilgi okuryazarlığı, medya okuryazarlığıdır.



Şekil 2. 21. Yüzyıl İçin P21 Çerçevesi (Partnership for 21st century Learning, 2007)

Literatürde ön plana çıkan diğer bir çerçeve uluslararası araştırma organizasyonu “Assessment and Teaching of 21st Century Skills (ATC21S, 2010)” tarafından yapılandırılmıştır. Sınıflarda bu çerçeve ile 21. yüzyıl becerilerinin açık, anlaşılır ve uygulanabilir tanımlarının oluşturulması, bu becerilerin yenilikçi değerlendirme araçları ile ölçülmesi hedeflenmiştir (Binkley vd., 2012). ATC21S Çerçevesi, 21. Yüzyıl becerilerini dört temel kategoride sınıflandırmış ve bu kategorilere bağlı 10 farklı beceri türünü alt kategorilerde belirtmiştir. Kategoriler ve bu kategorilere bağlı beceri türleri ise;

- *Düşünme yolları:* eleştirel düşünme, yaratıcılık ve yenilik (buluş), problem çözme ve karar verme, üst biliş ve öğrenmeyi öğrenme
- *Çalışma yolları:* takım çalışması, iletişim, iş birliği
- *Çalışma araçları:* bilgi ve iletişim teknoloji okuryazarlığı, bilgi okuryazarlığı,
- *Dünyada yaşam:* vatandaşlık, yaşam ve kariyer becerileri, kişisel ve sosyal sorumluluklar.

Ekonomik Kalkınma ve İş birliği Örgütü (OECD)’nin oluşturduğu teorik çerçevede ise 21. yüzyıl becerilerini;

- Bilgi (kaynak ve ürün olarak),
- İletişim (yazılı, sözlü, sanal, sanat, iş birliği, Bilgi, iletişim ve teknoloji kullanma),
- Etik ve sosyal etki (sosyal sorumluluk, eleştirel düşünme, kararlar/yargılama ve sosyal farkındalık) becerileri olarak yapılandırmıştır (MEB, 2023).

Öğrencilerin tek başına 21. yüzyıl becerilerini kazanması mümkün olmayabilir. Bundan dolayı okulda akademik eğitimin yanında bu becerilerin eğitimi de verilmelidir. Öğrencilere problem çözme becerisi, iletişim ve işbirliği becerisi, aktif öğrenme becerisi ve öğrenmeyi öğrenme becerilerinin kazandırılması 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılması ve sürekliliği açısından önemlidir (Gülen, 2013). Problem çözme becerisi öğrencinin karşılaştığı bir sorunu veya durumu çözüme ulaştırmak için önceki yaşantılarına ya da deneyimlerine başvurarak yeni çözüm yolları ortaya çıkarma becerisidir (Korkut, 2002). İletişim becerisi bireylerin bilgi, duygu, düşünce ve deneyimlerini birbirine aktarması iken iş birliği becerisi ortak amaç için bireylerin birlikte çalışma becerisi olarak ifade edilmektedir (Eryılmaz & Uluç, 2015). Aktif öğrenme becerisi, bireyin öğrenme sürecinde bireysel, sosyal, kültürel ve fiziksel yetenekleri ile aktif bir şekilde sürece dâhil olup etkin olma becerisi olarak ifade edilmektedir (Gülen, 2013). Bireyin farklı kaynaklardan elde ettiği bilgiyi değerlendirerek kullanabilme becerisi, öğrenmeyi öğrenme becerisi olarak ifade edilmektedir (Demirel, 2009).

21. yüzyıl becerileri bilişsel alan, duyuşsal alan ve sosyokültürel alan olmak üzere üç boyutta sınıflandırılmıştır (Karakaş, 2015).

Tablo 1. 21.Yüzyıl Beceri Boyutları

Alan	Alt Alan	Alt Alanların Tanımı
Bilişsel	Bilgi Yönetim Becerisi	Araç kullanımı, kaynakların kullanımı, sorgulama becerisi
	Bilgi Yapılandırma Yeteneği	Bilgiyi işleme, eleştirel düşünme akıl yürütme becerileri
	Bilgi Kullanımı Yeteneği	Analitik beceriler, çözüm üretme, yargılama ve değerlendirme,
	Problem Çözme Yeteneği	Üstbiliş, yaratıcı düşünme becerileri
Duyuşsal	Öz kimlik	Kendini algılama, özsaygı, benlik saygısı
	Öz değer	Farkındalık, güvenilirlik, dürüstlük
	Kendi Kendini Yönetme	Hedef belirleme, Öz yeterlik, yükümlülük (sorumluluk)
	Öz sorumluluk	Girişkenlik, sorumluluk direnme (ısrar),
Sosyokültürel	Sosyal Üyelik	Toplumsal değer sistemi, küresel vatandaşlık, topluluk duygusu,
	Sosyal hassasiyet	Kültürler arası anlayış, farklılıklara hoşgörü
	Sosyalleşme yeteneği	Dil akıcılığı, kültürler arası iletişim becerileri, iletişim becerileri
	Sosyal İfa (yerine getirme)	Takım çalışması ve sosyal hizmetleri yerine getirme, liderlik

Matematik soyut kavramlar içeren bir ders olduğundan öğretim programında belirtilen becerilerin kazandırılmasında bazı zorluklar yaşanabilmektedir. Matematik öğretmeni, öğrencilerin matematiksel bilgileri anlamlandıracağı, yapılandıracağı öğrenme ortamları oluşturmalıdır. Bunun yanı sıra öğrencilere öğretim programında yer alan 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılması hedef olarak konulmalıdır. Yaratıcı drama yönteminin kullanıldığı öğrenme ortamlarında da öğrenci bilgiyi kendisi oluşturduğundan, bu yöntem matematik konularının anlamlı ve kalıcı öğrenilmesinde kullanılabilir (Şahin, 2018). Bu araştırma da matematiksel modellemeye dayalı yaratıcı drama etkinliklerinin 6. sınıf öğrencilerinin 21. yüzyıl becerilerine ve matematik tutumlarına etkisini incelenmek amaçlanmıştır. Literatürde var olan matematiksel modelleme etkinlikleri yaratıcı drama etkinliklerine dönüştürülerek hazırlanan ders planları öğrencilere uygulanmıştır. Uygulanan ders planları ile öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerinin belirlenmesi ile birlikte matematik tutumları incelenmeye ve değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Araştırmanın amacı doğrultusunda araştırmanın problem cümlesi aşağıdaki gibi ifade edilmiştir.

- Matematiksel modellemeye dayalı yaratıcı drama etkinliklerinin 6.sınıf öğrencileri üzerine etkisi nedir?

1. Matematiksel modellemeye dayalı yaratıcı drama etkinliklerinin 6.sınıf öğrencilerinin 21. yüzyıl becerilerine etkisi nedir?

1.1. Matematiksel modellemeye dayalı yaratıcı drama etkinliklerinin 6.sınıf öğrencileri 21. yüzyıl bilişsel becerilerine etkisi nedir?

1.2. Matematiksel modellemeye dayalı yaratıcı drama etkinliklerinin 6.sınıf öğrencileri 21. yüzyıl duyuşsal becerilerine etkisi nedir?

1.3. Matematiksel modellemeye dayalı yaratıcı drama etkinliklerinin 6.sınıf öğrencileri 21. yüzyıl sosyokültürel becerilerine etkisi nedir?

2. Matematiksel modellemeye dayalı yaratıcı drama etkinliklerinin 6.sınıf öğrencilerinin matematiğe yönelik tutumuna etkisi nedir?

YÖNTEM

Araştırma Yöntemi

Bu araştırma nicel araştırma yöntemlerinden tek gruplu ön test-son test zayıf deneysel desen kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Deneysel desenler değişkenler arasındaki sebep-sonuç ilişkisini analiz etmek için kullanılır. Araştırmacılar deneysel desenin kullanıldığı çalışmalarda bağımsız değişkenin

bir ya da daha fazla bağımlı değişken üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlarlar. Bu araştırmada önce gruba ölçek uygulanır sonra tek gruplu ön test-son test zayıf deneysel desende öğrenci grubuna bağımsız değişken uygulanır, sonra gruba tekrar ölçek uygulanır. Ölçekler uygulandıktan sonra ön test ve son test ortalamaları arasındaki fark bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisini gösterir (Fraenkel vd., 2012).

Araştırmanın Çalışma Grubu

Bu araştırma 2022-2023 eğitim öğretim yılı ikinci döneminde Erzurum ili Aşkale ilçesinde bulunan bir devlet okulunun 6. sınıf öğrencileri ile yapılmıştır. Araştırmaya gönüllü 6 erkek ve 6 kız öğrenci olmak üzere toplam 12 öğrenci katılmıştır. Araştırmanın yapıldığı okul köy olduğundan dolayı öğrencilerin sosyoekonomik düzeyleri alt seviyededir.

Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama amacı ile iki farklı veri toplama aracı kullanılmıştır. Bunlar; “21.Yüzyıl Becerileri Ölçeği” ve “Matematik Tutum Ölçeği” dir.

21. Yüzyıl Becerileri Ölçeği

Araştırmaya katılan 6.sınıf öğrencilerinin 21. yüzyıl beceri düzeylerini belirlemek için Kang, Kim, Kim ve You (2012) tarafından geliştirilen ve Karakaş (2015) tarafından Türkçe’ ye uyarlanan 21. yüzyıl becerileri ölçeği kullanılmıştır. 33 maddeden oluşan ölçeğin orijinal halinden Türkçeye uyarlama çalışmasında bir maddesi çıkarılmış, son durumda ölçekte 32 madde bulunmaktadır. Bu maddeler 3 temel boyuttan (bilişsel, duyuşsal ve sosyokültürel) oluşmaktadır. Ölçeğin maddeleri 5’li likert tipinde düzenlenmiştir. Öğrenciler tarafında ‘Kesinlikle katılmıyorum’ (1), ‘Katılmıyorum’ (2), ‘Fikrim yok’ (3), ‘Katılıyorum’ (4), ‘Kesinlikle katılıyorum’ (5) seçeneklerinden biri seçilerek değerlendirilmiştir.

Tablo 2. Ölçek Sorularının Alt Alanları ve Maddeleri

Alan	Alt Alan	Alt alana ait ölçek maddeleri
Bilişsel	Bilgi Yönetim Becerisi	1, 2, 3, 4
	Bilgi Yapılandırma Yeteneği	5, 6, 7, 8
	Bilgi Kullanımı Yeteneği	9, 10
	Problem Çözme Yeteneği	11, 12, 13
Duyuşsal	Öz kimlik	14, 15
	Öz değer	16, 17, 18
	Kendi Kendini Yönetme	19, 20
	Öz sorumluluk	21, 22, 23
Sosyokültürel	Sosyal Üyelik	24, 25
	Sosyal hassasiyet	26, 27, 28
	Sosyalleşme yeteneği	29, 30
	Sosyal İfa (yerine getirme)	31, 32

Karakaş (2015) tarafından uygulanan Doğrulamalı Faktör Analizi sonrasında alt boyutların güvenilirlik katsayıları hesaplanmış ve Cronbach Alfa katsayıları; bilişsel alan için 0.77; duyuşsal alan için 0.70 ve sosyokültürel alan için 0.67 olarak hesaplanmıştır.

Bu çalışmada 21. Yüzyıl becerileri ölçeğinin ‘Bilişsel alan’ alt boyutu için güvenilirlik katsayısı (Cronbach’s Alfa) $\alpha=0.719$; ‘Duyuşsal alan’ alt boyutu için güvenilirlik katsayısı (Cronbach’s Alfa) $\alpha=0.876$; ‘Sosyokültürel alan’ alt boyutu için güvenilirlik katsayısı (Cronbach’s Alfa) $\alpha=0.897$ olarak bulunmuştur. Yapılan bu çalışmada ölçeğin 32 maddesi birlikte analiz edildiğinde genel güvenilirlik katsayısı (Cronbach’s Alfa) $\alpha=0.911$ bulunmuştur. Bu da 21. yüzyıl becerileri ölçeğinin geçerlik güvenilirlik düzeyinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Matematik Tutum Ölçeği

Bu araştırma da Gülburnu ve Yıldırım (2015) tarafından geliştirilen matematik tutum ölçeği, 6. sınıf öğrencilerinin matematiğe yönelik tutumlarını belirlemek amacı ile kullanılmıştır. 5’li likert tipinde hazırlanan ölçek, 27 maddeden oluşmaktadır. Ölçeğin maddeleri 5’li likert tipinde düzenlenmiştir. Öğrenciler tarafında ‘Kesinlikle katılmıyorum’ (1), ‘Katılmıyorum’ (2), ‘Fikrim yok’ (3), ‘Katılıyorum’ (4), ‘Kesinlikle katılıyorum’ (5) seçeneklerinden biri seçilerek değerlendirilmiştir.

Ölçeğin güvenirlik katsayısı (Cronbach's Alfa) değeri $\alpha=0.88$ olduğu görülmüştür. Dolayısıyla ölçeğin geçerlik ve güvenirlik düzeyinin güvenilir bir yapıya sahip olduğu görülmektedir. Bu çalışma da ölçeğin tüm maddeleri analiz edildiğinde güvenirlik katsayısı (Cronbach's Alfa) $\alpha=0.811$ bulunmuştur. Bu değer Matematik Tutum Ölçeğinin güvenirlik düzeyinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Uygulama

6. sınıf öğrencileri ile yapılan bu çalışmanın amacı matematiksel modelleme etkinliklerinin yaratıcı drama etkinliklerine dönüştürülerek uygulanmasının öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerine ve matematik tutumlarına etkisini incelemektir. Çalışmanın yapılabilmesi için gerekli olan izinler alındıktan sonra veriler, 2022-2023 eğitim öğretim yılı bahar döneminde Erzurum ilinde bir devlet ortaokulunun 6.sınıf kademesinde öğrenim gören öğrencilerden elde edilmiştir. Yaratıcı drama ders planlarını uygulayan araştırmacının kendisidir. Uygulama süreci;

1. Hafta: Ön test yapılmadan önce görüşmeler yapılmıştır ve sonrasında ön test olarak '21. yüzyıl becerileri ölçeği' ve 'matematik tutum ölçeği' uygulanmıştır.

2. Hafta: Öğrencilere yaratıcı dramının nasıl yapılabileceğini, canlandırma kurallarını öğretme çalışmaları yapılmıştır.

3. Hafta: "Kalp Atışı" adlı ders planı uygulanmıştır. Matematiksel modelleme etkinliği çözülmüştür.

4. Hafta: "Tatile Gidelim" adlı ders planı uygulanmıştır. Matematiksel modelleme etkinliği çözülmüştür.

5. Hafta: "Obezite Problemi" adlı ders planı uygulanmıştır. Matematiksel modelleme etkinliği çözülmüştür.

6. Hafta: "Süper Kahraman" adlı ders planı uygulanmıştır. Matematiksel modelleme etkinliği çözülmüştür.

7.Hafta: "Evimizi Boyamak" adlı ders planı uygulanmıştır. Matematiksel modelleme etkinliği çözülmüştür.

8.Hafta: "Spor Parkı" adlı ders planı uygulanmıştır. Matematiksel modelleme etkinliği çözülmüştür.

9.Hafta: "Tasarruflu Ampuller" adlı ders planı uygulanmıştır. Matematiksel modelleme etkinliği çözülmüştür.

10.Hafta: “Okulda Zaman Problemi” adlı ders planı uygulanmıştır. Matematiksel modelleme etkinliği çözülmüştür.

11.Hafta: Son test uygulamaları ‘21. yüzyıl becerileri ölçeği’ ve ‘matematik tutum ölçeği’ uygulanmıştır.

Uygulama süreci 11 hafta sürmüştür. Ön test öncesi görüşmelerde atölye süreçlerinde yapılan uygulamaların not ile değerlendirilmeyeceği belirtilmiştir. Uygulamaya katılan 12 öğrenci akademik seviyelerine göre homojen olarak uygulama öncesinde gruplandırılmıştır. Uygulama sürecinde öğrencilerin grupça yaptıkları bütün kâğıtlar toplanmış ve çalışmada kullanılması için arşivlenmiştir.

Yaratıcı Drama Ders Planları

Araştırmada matematiksel modellemeye dayalı yaratıcı drama etkinliklerinin uygulanması için araştırmacı tarafından ders planları hazırlanmıştır. Ders planları oluşturulurken Milli Eğitim Bakanlığı tarafından hazırlanan matematik uygulamaları 1-2 kitapları ve literatürde ki matematiksel modelleme problemleri kullanılmıştır.

Bu doğrultuda belirlenen matematiksel modelleme problemleri yaratıcı dramının aşamalarına uygun olarak “Hazırlık-Isınma, Canlandırma, Değerlendirme” yaratıcı drama etkinliklerine dönüştürülmüştür. Ders planlarının hazırlık sürecinde bir matematik uzmanı ve bir yaratıcı drama uzmanının görüşleri alınmıştır.

“Süper Kahraman” adlı ders planı şu şekildedir:

SÜPER KAHRAMAN

Dersin Adı: Matematik

Öğrenme Alanı: Sayılar ve İşlemler

Alt Öğrenme Alanı: Oran

Sınıf: 6

Kazanım: Aynı veya farklı birimlerdeki iki çokluğun birbirine oranını belirler.

Yöntem ve Teknikler: Yaratıcı Drama (doğaçlama, rol oynama)

Araç- Gereçler: Kâğıt, kalem, cetvel, metre

HAZIRLIK /ISINMA

1.Etkinlik

Öğrencilerin 4'erli grup olmaları istenir. Ardından her gruba önceden hazırlanmış materyaller (farklı uzunluklardaki kitaplar, silgiler, tahta parçaları vs.) verilerek, ilk önce bunların boylarını bireysel tahmin etmeleri istenir. Ardından, önceden hazırlanmış kartonlarda, tahminleri için ayrılmış sütunlara, bireysel olarak tahminlerini yazmaları istenir. Tahminlerini yaparken kullandıkları birimlere de dikkat etmeleri gerektiği hatırlatılır. Grupça tahminlerine göz atmaları istenerek, gruplara verilen mezuralar yardımı ile ölçüm yapmaları söylenir. Sonra buldukları ölçüm sonuçlarını az önceki tahmin sonuçlarının altına yazmaları söylenir.

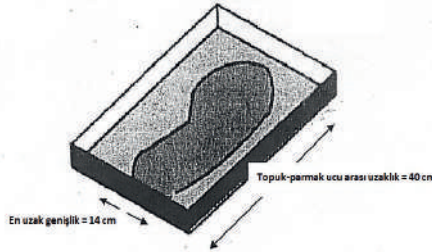
Ara Değerlendirme: Kimlerin tahminin, ölçüm sonucuna yaklaştığı sorulur ve sonuçlar hakkında konuşulur.

CANLANDIRMA

2.Etkinlik

Aşağıdaki durum lider tarafından öğrencilere okunur.

Bir kış günü sabah okula gelen öğrenciler hiç de beklemedikleri bir durumla karşılaşurlar. Okulun bahçesinde polis ve olay yeri inceleme ekibinin bulunduğu görürler. Polis, dün gece bazı insanların okulun bahçesine çok sayıda kitap bıraktığını belirlemiştir. Okul yönetimi ve öğrenciler bunu yapan insanlara teşekkür etmek isterler fakat hiç kimse bunu kimin yaptığını görmemiştir. Polis olay yerinde birçok ayak izine rastlar. Ayak izlerinin birisi aşağıda görülmektedir. Bu kişiyi ve arkadaşlarını bulmak için bu ayak izinin sahibinin boyunu belirlememiz faydalı olabilir.



Lider sizin göreviniz polise ayak izi bulunan kişinin boyunun uzunluğunu belirlemede kullanmak üzere bir yöntem geliştirmek ve bir mektupla bu yöntemin nasıl geliştirildiğini ve kullanıldığını polise anlatmak olduğunu

söyleyerek bu durumu nasıl çözeceklerini düşünüp, buldukları en uygun yöntemi canlandırmaları söylenir.

Ara Değerlendirme: Canlandırmaların ardından çember şeklinde oturarak izlenenlerin dışında başka ne gibi çözümler bulunabileceği üzerinde konuşulur.

DEĞERLENDİRME

3. Etkinlik

Öğrenciler üç gruba ayrılır. Lider gruplara bulduğunuz bu yöntemleri anlatarak rapor hazırlamalarını ister. Onun için öncelikle gruplar olarak yaptığımız işlemleri kontrol etmeleri istenir. Tüm gruplar kontrollerini bitirdikten sonra raporlarını sunar ve sunumlar dinlenir. Yukarıda verilen örnek ders planı hazırlanırken “Büyük Ayak Problemi” durum kartına uygun hale getirilerek planlamaya çalışılmıştır. Bu etkinlik öğrenciler kendilerini dedektifmiş gibi hissetmeleri üzerine tasarlanmıştır. Plan bir ayak izinden yola çıkarak ayak sahibinin boyunu, ayak ölçüsünü... vb. fiziksel özelliklerini ortaya çıkarmaya yönelik hazırlanmış bir problem durumudur.

Hazırlık/ısınma aşamasında öğrencilerin 4’erli grup olmaları istenir. Önceden belirlenen gruplar sınıfta belirlenen grup yerlerine yerleşirler. Her gruba önceden hazırlanmış farklı boyutlardaki materyaller verilir. Öğrencilere verilen kâğıtlara ellerindeki materyallerin tahmini uzunluklarını bireysel olarak yazmaları ve sonrasında grupça tahminlerini incelemeleri istenir. Öğrencilere verilen cetvel ve metre yardımıyla materyallerin gerçek ölçümlerini yapmaları söylenir. Ölçüm sonuçları da aynı kâğıda not edilir. Sonrasında lider/öğretmen kimlerin tahmininin ölçüm sonucuna yaklaştığını sorarak sonuçlar hakkında konuşulur.



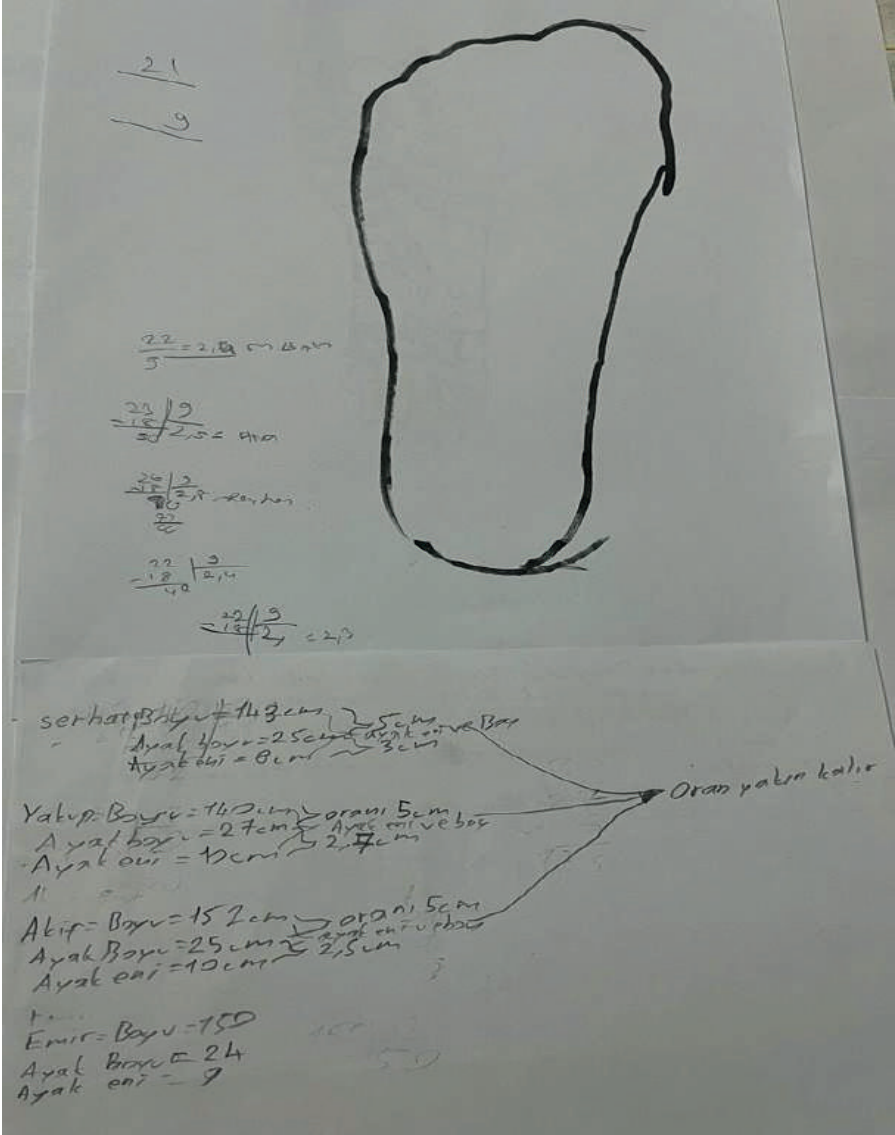
Şekil 3. 'Süper Kahraman' Ders Planının Hazırlık/Isınma Çalışmaları

Canlandırma aşamasında lider ders planında verilen durum kartı hakkında bilgilendirme yapar. Kartta verilen durumun öğrenciler tarafından canlandırılması beklenir.



Şekil 4. 'Süper Kahraman' Ders Planının Canlandırma Aşaması

Canlandırmaların ardından değerlendirme aşamasına geçilir. 3 grup oluşturan öğrenciler buldukları yöntemleri anlatan rapor hazırlarlar. Hazırlanan raporlar grup temsilcisi tarafından sunulur ve sunumlar dinlenir. Birinci grup öğrenciler ayak izi üzerinde hesaplamalar yapmışlar kendi boyları, ayak boyu ve ayak eni arasında ilişki kurmaya çalışmışlar ama bir sonuca ulaşıp rapor oluşturamamışlardır. İkinci grup ise ayak uzunluğu, ayak eni, ayakkabı numarası arasında ilişki kurmuşlardır. Rapor kısmında kurulan ilişkiler yazılmıştır. Üçüncü grupta ikinci grup gibi ayak uzunluğu, boy, ayak en uzunluğu ile ilişki kurmaya çalışmış ve rapor kısmında belirtilmiştir.



Şekil 5. 1. Grup Öğrencilerin Cevap Kağıdı

2. grup etkinliği çözmüş ve bazı sonuçları şöyle belirtmişlerdir:

Ö-6, "Erkeklerin ayak numaraları kızların ayak numaralarından fazladır."

Ö-8, "Ayak eninin ayak numarasına oranının ayak uzunluğu ile çarpımı kişinin boy uzunluğuna eşittir."

Ö-9, "Boy uzunluğunun ayak uzunluğuna oranı ile kişinin ayak uzunluğunun enine eşittir."

Ö-7, "Boy uzunluğu ile ayak uzunluğunun oranının iki katı yaklaşık ayak numarasına eşittir."

Erkek

Boy = $\frac{100}{18} = 6$ $\frac{25}{17.5} = 1.43$ ⓐ

Ayak uzunluğu = 18

Ayak eni = 6

Ayak numarası = 25

Er. Boy = 100

Kız

Boy = $\frac{98}{16} = 6$ $\frac{22}{15.5} = 1.42$ ⓑ

Ayak uzunluğu = 16

Ayak eni = 6

Ayak numarası = 22

Er. Boy = 98

Erkek

Boy = $\frac{132}{18} = 7.33$ $\frac{27}{18.5} = 1.46$ ⓐ

Ayak uzunluğu = 18

Ayak eni = 6

Ayak numarası = 27

Er. Boy = 132

Kız

Boy = $\frac{100}{14} = 7.14$ $\frac{24}{16.5} = 1.45$ ⓑ

Ayak uzunluğu = 14

Ayak eni = 6

Ayak numarası = 24

Er. Boy = 100

Erkek Kız

Erkek → 24cm Ayak boyu
10cm Ayak eni

* Erkeklerin ayak numaraları kızların ayak numaralarından fazladır.

* Erkeklerin ayak numarasına oranın ayak uzunluğu ile çarpımı kızların boy uzunluğuna eşittir.

* Ayak uzunluğunun kızların boyuna oranı ile ayak uzunluğu ile oranın çarpımı ile kızların boy uzunluğu bulunur.

* Boy uzunluğu ile ayak uzunluğunun oranının iki katı yaklaşık ayak numarasına eşittir.

* Boy uzunluğunun ayak uzunluğuna oranı ile kızların ayak enine eşittir.

Şekil 6. 2. Grup Öğrencilerin Cevap Kağıdı ve Raporu

Esmâ =

Ayak uzunluğu = 22 cm

Ayak enini uzunluğu = 9 cm

Ayak numarası = 33

Boy = 156

Muhammed Emin =

Ayak uzunluğu = 24 cm

Ayak enini uzunluğu = 9 cm

Ayak numarası = 36

Boy = 164

Peyman =

Ayak uzunluğu = 26 cm

Ayak enini uzunluğu = 9 cm

Ayak numarası = 38

Boy = 168

Uğra =

Ayak uzunluğu = 23 cm

Ayak enini uzunluğu = 9 cm

Ayak numarası = 36

Boy = 166

Handwritten calculations for each student are shown to the right of their respective data, including division and multiplication problems.

* Ayak uzunluğu ve ayak enini bölümlerinde çıkan sonuçler birbirine yakındır

* Boyu, ayak uzunluğuna bölümlerinde çıkan sonuçler yine birbirine yakındır

* Boyu, ayak uzunluğuna bölümlerinde çıkan sonucu ayak uzunluğuna karşılaştırmak yaklaşık olarak doğru buluruz

* Eteklerin, kıyafetlere göre, ayak numarası, ayak uzunluğu ve boyu farklı olabilir

* Ayak numarasını bulmak için boyu ayak uzunluğuna böleriz çıkan sonuçta da ayak uzunluğunu karşılarız.

Şekil 10. 3.Grup Öğrencilerin Cevap Kağıdı ve Raporu

3. grup etkinliği çözmüş ve bazı sonuçları şöyle belirtmişlerdir:

Ö-5, *“Ayak numarasını bulmak için boyu ayak uzunluğuna böleriz, çıkan sonuç ile ayak uzunluğunu çarpıyoruz.”*

Ö-3, *“Erkeklerin kızlara göre ayak numarası, ayak uzunluğu ve boyu farklı olabilir.”*

Ö-2, *“Boyu, ayak uzunluğuna böldüğümüzde çıkan sonucu ayak uzunluğuna çarparak boyunu yaklaşık olarak buluruz.”*

Veri Analizi

Uygulama sonucunda elde edilen verilerin analizini yapmak için SPSS 24 istatistik paket programı kullanılmıştır. “21.yüzyıl becerileri ölçeği” ve “Matematik Tutum Ölçeği” nden elde edilen veriler örneklem sayısı 15’den küçük olduğundan nonparametrik analiz yöntemlerinden Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılarak analiz edilmiştir.

Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi analizinde uygulanan yöntemin etkisini belirlemek için etki büyüklüğü (Eta kare değeri) hesaplanmıştır. Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi analizlerinde kullanılan Eta kare büyüklüğü değeri formülü;

$$\text{Eta kare} = t^2 / (t^2 + N-1)$$

η^2 değeri 0 ve 1 arasında değerler almaktadır:

- 0.01-0.09; *küçük*,
- 0.09-0.25; *orta*,
- 0.25 ve üzeri; *büyük* etki büyüklüğü olarak değerlendirilmektedir (Büyüköztük, 2016).

Araştırmacı Rolü

Uygulama süresince araştırmacının üstlendiği roller aşağıda sıralanmıştır.

- Çalışma, araştırmacı ve alan uzmanlarıyla birlikte yürütülmüştür.
- Araştırmacı yaratıcı drama konusunda uzman kişiden eğitim almıştır.
- Yaratıcı drama ders planları araştırmacı tarafından alan yazında bulunan matematiksel modelleme etkinlikleri kullanılarak hazırlanmıştır.
- Uygulama araştırmacı tarafından yapılmıştır.
- Araştırmacı tarafından uygulama sürecinde elde edilen veriler kayıt altına alınmıştır.
- Geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları araştırmacı tarafından sağlanmıştır.

- Elde edilen verilerin analizleri ve sonuçları araştırmacı tarafından yorumlanmıştır.

BULGULAR

Bu bölümde matematiksel modellemeye dayalı yaratıcı drama etkinliklerinin 6. sınıf öğrencilerinin 21. yüzyıl becerilerine ve matematik tutumlarına etkisini incelenmesi amacıyla elde edilen verilerin analizlerine yer verilmiştir.

Araştırmanın Birinci Alt Problemine İlişkin Bulgular

Araştırmanın birinci alt probleminde, matematiksel modellemeye dayalı yaratıcı drama etkinliklerinin 6. sınıf öğrencilerinin 21. yüzyıl becerilerine etkisi, 21. yüzyıl becerileri ölçeğindeki sorulara verdikleri cevaplar doğrultusunda belirlenmeye çalışılmıştır. 21. yüzyıl becerileri ölçeği üç ayrı boyuttan (bilişsel, duyuşsal, sosyokültürel) oluşmaktadır. Dolayısıyla analizler üç ayrı kategoride incelenecektir.

Bilişsel Becerilerine Etkisi

Araştırmanın alt problemini “*Matematiksel modellemeye dayalı yaratıcı drama etkinliklerinin 6. sınıf öğrencilerinin 21. yüzyıl bilişsel becerilerine etkisi nedir?*” ifadesi oluşturmaktadır. Öğrencilerin 21. yüzyıl beceri ölçeğindeki bilişsel beceri boyut maddeleri ön test son test puanları Wilcoxon İşaretli Sıralar testi ile analiz yapılmıştır.

Tablo 3. Öğrencilerin 21.Yüzyıl Bilişsel Becerileri Ön Test İle Son Test Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Analizi

Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
Negatif Sıra	0	0	0		0.002
Pozitif Sıra	12	6.50	78	-3.061	
Eşit	0				

Tablo incelendiğinde öğrencilerin 21. yüzyıl bilişsel beceri ön test-son test puanları arasında istatistiksel anlamlı bir fark vardır ($Z=-3.061$, $p<0.05$). Fark puanlarının sıra toplamları dikkate alındığında bu farkın pozitif sıralar, son test puan lehine olduğu görülmektedir. 21. yüzyıl duyuşsal beceri ön test-son test puanlarından elde edilen verilere göre hesaplanan etki büyüklüğü (Eta kare değeri) 0.76 büyük etki göstermektedir. Dolayısıyla matematiksel modellemeye dayalı yaratıcı drama etkinliklerinin öğrencilerin 21. yüzyıl bilişsel becerilerine olumlu yönde etki gösterdiği söylenebilir.

Duyuşsal Becerilerine Etkisi

Araştırmanın alt problemini “*Matematiksel modellemeye dayalı yaratıcı drama etkinliklerinin 6. sınıf öğrencilerinin 21. yüzyıl duyuşsal becerilerine etkisi nedir?*” ifadesi oluşturmaktadır. Öğrencilerin 21. yüzyıl beceri ölçęindeki duyuşsal beceri boyut maddeleri ön test son test puanları Wilcoxon İşaretli Sıralar testi ile analiz yapılmıştır.

Tablo 4. Öğrencilerin 21.Yüzyıl Duyuşsal Becerileri Ön Test İle Son Test Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Analizi

Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
Negatif Sıra	1	3	3		0.008
Pozitif Sıra	10	6.30	63	-2.669	
Eşit	1				

Tablo incelendiğinde öğrencilerin 21. yüzyıl duyuşsal beceri ön test-son test puanları arasında istatistiksel anlamlı bir fark vardır ($Z=-2.669$, $p<0.05$). Fark puanlarının sıra toplamları dikkate alındığında bu farkın pozitif sıralar, son test puan lehine olduğu görülmektedir. 21. yüzyıl duyuşsal beceri ön test-son test puanlarından elde edilen verilere göre hesaplanan etki büyüklüğü (Eta kare değeri) 0.55 büyük etki göstermektedir Dolayısıyla matematiksel modellemeye dayalı yaratıcı drama etkinliklerinin öğrencilerin 21.yüzyıl duyuşsal becerilerine olumlu yönde etki gösterdiği söylenebilir.

Sosyokültürel Becerilerine Etkisi

Araştırmanın alt problemini “*Matematiksel modellemeye dayalı yaratıcı drama etkinliklerinin 6.sınıf öğrencilerinin 21. yüzyıl sosyokültürel becerilerine etkisi nedir?*” ifadesi oluşturmaktadır. Öğrencilerin 21. yüzyıl beceri ölçęindeki sosyokültürel beceri boyut maddeleri ön test son test puanları Wilcoxon İşaretli Sıralar testi ile analiz yapılmıştır.

Tablo 5. Öğrencilerin 21.Yüzyıl Sosyokültürel Becerileri Ön Test İle Son Test Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Analizi

Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
Negatif Sıra	2	3	6	-2.593	0.010
Pozitif Sıra	10	7.20	72		
Eşit	0				

Tablo incelendiğinde öğrencilerin 21. yüzyıl sosyokültürel beceri ön test-son test puanları arasında istatistiksel anlamlı bir fark vardır ($Z=-2.593$, $p<0.05$). Fark puanlarının sıra toplamları dikkate alındığında bu farkın pozitif sıralar, son test puan lehine olduğu görülmektedir. 21. yüzyıl sosyokültürel beceri ön test- son test puanlarından elde edilen verilere göre hesaplanan etki büyüklüğü (Eta kare değeri) 0.52 büyük etki göstermektedir. Dolayısıyla matematiksel modellemeye dayalı yaratıcı drama etkinliklerinin öğrencilerin 21. yüzyıl sosyokültürel becerilerine olumlu yönde etki gösterdiği söylenebilir.

Araştırmanın İkinci Alt Problemine İlişkin Bulgular

Araştırmanın ikinci alt problemini, “*Matematiksel modellemeye dayalı yaratıcı drama etkinliklerinin 6.sınıf öğrencilerinin matematiğe yönelik tutumlarına etkisi nedir?*” ifadesi oluşturmaktadır. Öğrencilerin matematik tutum ölçeğindeki ön test son test puanları Wilcoxon İşaretli Sıralar testi ile analiz yapılmıştır.

Tablo 6. Öğrencilerin Matematik Tutumları Ön Test İle Son Test Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Analizi

Son Test-Ön Test	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
Negatif Sıra	2	2.75	5.50	-2.452	0.014
Pozitif Sıra	9	6.72	60.50		
Eşit	1				

Tablo incelendiğinde öğrencilerin matematik tutum ölçeği ön test-son test puanları arasında istatistiksel anlamlı bir fark vardır ($Z=-2.452$, $p<0.05$). Fark puanlarının sıra toplamları dikkate alındığında bu farkın pozitif sıralar, son test puan lehine olduğu görülmektedir. Matematik tutum ön test- son test puanlarından elde edilen verilere göre hesaplanan etki büyüklüğü (Eta kare değeri) 0.43 büyük etki göstermektedir. Dolayısıyla matematiksel modellemeye dayalı yaratıcı drama etkinliklerinin öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarına olumlu yönde etki gösterdiği söylenebilir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma matematiksel modellemeye dayalı yaratıcı drama etkinliklerinin 6. sınıf öğrencilerinin 21. yüzyıl becerilerine ve matematik tutumlarına etkisini araştırmak amacıyla yapılmıştır. Tek gruplu ön test son test yarı deneysel desen tekniği kullanılan araştırma gönüllü 6 erkek ve 6 kız olmak üzere 12 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma da 21. yüzyıl becerileri;

bilişsel alan, duyuşsal alan ve sosyokültürel alan olmak üzere üç boyutta değerlendirilmiştir. Araştırmanın verileri 21. yüzyıl beceri ölçeği ve matematik tutum ölçeği olmak üzere iki farklı veri toplama aracı ile elde edilmiştir. Elde edilen veriler nonparametrik analiz yöntemlerinden Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılarak analiz edilip yorumlanmıştır. Öğrencilerin 21. yüzyıl beceri ölçeğinde yer alan bilişsel beceri, duyuşsal beceri ve sosyokültürel beceri alt boyutlarında ön test son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark, öğrencilerin matematik tutum ölçeği ön test son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Araştırmada elde edilen bu bulgular doğrultusunda matematiksel modellemeye dayalı yaratıcı drama etkinliklerinin 6. sınıf öğrencilerinin 21. yüzyıl becerilerine ve matematik tutumlarına olumlu yönde etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Literatür incelendiğinde matematik öğretiminde yaratıcı dramayı yöntem olarak kullanan birçok çalışma mevcut iken matematiksel modelleme etkinliklerinin çözümünde yaratıcı dramayı yöntem olarak kullanan tek bir çalışmaya Keklik (2019) rastlanılmıştır. Keklik'e göre yöntem olarak yaratıcı dramanın kullanılması matematiksel modelleme etkinliklerinde daha fazla değişken ortaya koyma, sosyal becerileri geliştirme, problem çözme ve matematiği günlük yaşama aktarmada başarılı olmak gibi olumlu yönde etkilerinin olması araştırmanın sonucunu desteklemektedir.

Matematiksel modelleme çalışmalarında matematiksel modellemenin eğitim sisteminde olması gerektiğini Yiğit (2022), Özdemir (2021), Delikanlı (2019), Keklik (2019), Bilen ve Çiltaş (2015), Doruk (2010) çalışmalarında belirtmişlerdir. Ayrıca Çiltaş (2011) çalışmasında merak uyandırmak, matematiğe karşı olan korku veya kaygıyı azaltmak, matematik başarısını artırmak, motivasyonu arttırmak ve kalıcılığı arttırmak gibi bahsettiği günlük hayatla ilişkilendirilme yaratıcı drama yöntemi ile sağlanmıştır. Dolayısıyla günlük hayatla bağ kurarak problemin anlamlandırılmasını sağlayan araçlar öğrenme noktasında katkılar sağlamaktadır. Bununla birlikte yöntem olarak yaratıcı dramanın sürece dâhil edilmesi ile öğrencilerin yaratıcı dramayı daha eğlenceli bulduklarını ve öğrenmeyi kolaylaştırdığını Koçlar (2019), matematiğe karşı motivasyonlarının arttığı Çolak (2019), matematiğe yönelik olumlu tutum geliştirdikleri Altındal (2019), Ceylan (2014), Gümüş (2017), Soylu Makas (2017), Terzi (2019), matematiğe karşı olan korkularının azaldığı Ceylan (2014), matematik başarılarını artırdığı Altındal (2019), Gümüş (2017), matematik öğretiminde etkili bir yöntem Yıldız(2011) olduğu belirlenmiştir.

21. yüzyıl becerileri içerisinde; eleştirel düşünme, yaratıcılık ve yenilik, problem çözme ve karar verme, yaratıcılık ve yenilik, üst biliş, empati, bilgi

okuryazarlığı, yaşam ve kariyer becerileri, iş birliği, bilgi iletişim teknolojileri okuryazarlığı, öğrenmeyi öğrenme, vatandaşlık, kültürel farkındalık ve yeterlilik ifade edilmektedir (GPE, 2020). Yaratıcı drama yönteminin 21. yüzyıl becerilerine etkisini inceleyen Demirel (2023) sosyokültürel alt boyutunda olumlu yönde etki göstermesi bu çalışmanın sonucu ile benzerlik göstermekle birlikte yaratıcı drama yönteminin sosyokültürel becerileri geliştirdiği çalışmalar mevcuttur (Freeman, Sullivan & Fulton, 2003; Kaf, 1999; Kempe & Tissot, 2012; Namdar & Çamadan, 2016; Özgün, 2019). Yaratıcı drama yönteminin sosyal becerilerin öğretiminde kullanılmasının önemi vurgulanmaktadır (Önalın Akfırat, 2004). Genç (2003), eğitimde yaratıcı drama yönteminin kullanılmasının öğrencilerin kendilerinin farkına varmaları, toplumsal ilişkilerin düzenlenmesine olanak sağladığını belirtmiştir. Yaratıcı drama yöntemi sosyal açıdan yaparak yaşayarak öğrenme fırsatı sunduğu için sosyal becerilerin öğrencilere kazandırılmasında en uygun yöntemlerden biri olduğu ifade edilmektedir (Kara & Çam, 2007).

Yaratıcı drama yönteminin 21. yüzyıl becerileriyle birlikte bilişsel ve duyuşsal becerilerle ilişkili olduğu çalışmalar sonucunda, yaratıcı drama yöntemi, öğrencilerin bilişsel açıdan kendini tanımalarına, özgüven kazanmalarına, bilgi üretmelerine, eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmeye ve problem çözme becerilerinin gelişmesine olanak sağlayarak bu çalışmanın sonucunu desteklemektedir (Özgün, 2019). Yaratıcı dramanın eleştirel düşünme becerisi (Uzunöz & Demirhan, 2017; Yağmur, 2010), problem çözme becerisi (Arslan, 2015), bilgi düzeyindeki farklılığı ve duyuşsal özellikleri (İspir & Üstündağ, 2008), öz yönlendirme becerisi (Kosucu & Hursen, 2017), bilimsel süreç becerileri (Sedef, 2012; Taşkın-Can, 2013), okuduğunu anlama becerisi (Susar, 2007), iletişim becerisi (Gökçearslan-Çiftçi & Altunova, 2017; Kılıçaslan & Yayla, 2018), yazma becerileri (Çer, 2017), bilimsel yaratıcılık ve öz düzenleme becerileri (Sedef, 2012) gibi değişik alanlarda etkileri ile ilgili çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalar ile bu araştırma sonuçları birbirini destekler niteliktedir.

Atalay (2023) matematiksel probleme sorgulayıcı yaklaşmanın matematiksel bilgiler arasındaki ilişkileri analiz etmek, düşüncelerini yansıtmak, eleştirel düşünme becerisinin gelişmesine katkı sağlayacağını ifade etmektedir. Okulda matematik öğretiminde gerçek hayat problemleri ile çalışılması eleştirel düşünme, analitik düşünme ve karar verme gibi düşünce becerilerini geliştirdiğinden Uysal ve Dede (2019) matematiğin problem çözme, mantıksal düşünme, akıl yürütme, iletişim kurabilme, yaratıcılık becerilerini geliştiren bir ders olduğunu belirtmesi araştırmamızın sonucunu desteklemektedir.

Matematiğe yönelik tutumun gelişmesi kısa bir zamanda zor olmasına rağmen (Çepni, Taş & Köse, 2006) yaratıcı drama etkinlikleri öğrencilere matematiği yaparak yaşayarak öğrenme, yaratıcı drama aşamalarında öğrencilerin eğlenmeleri, matematiği eğlenceli bir ders olarak düşünmeleri katkı sağlamış olabilir. Dolayısıyla öğrencilerin önceki matematik tutumlarına ilişkin olumlu veya olumsuz düşüncelerini yaratıcı drama etkinliğiyle değiştirilebileceği sonucuna ulaşılmaktadır. Alan yazında yaratıcı drama yönteminin matematik öğretiminde kullanılması ile matematik tutumlarına olumlu etkisini olduğu Borlat (2018), Çolak (2019), Fleming, Merrell ve Tymms (2004), Gedik (2014), Yoğurtcu (2015) çalışmaları bu araştırmayı desteklerken Kairuki ve Humprey (2006) çalışmaları bu sonucu desteklememektedir.

Öneriler

- Tüm matematiksel modelleme problemleri yaratıcı drama etkinliklerine çevrilerek uygun olan tüm sınıf seviyelerine uygulanabilir.
- Araştırmacı tarafından oluşturulan yaratıcı drama ders planları farklı illerdeki 6.sınıf öğrencilerine uygulanabilir.
- Matematiksel modelleme etkinliklerinde soyut kavramların somutlaştırılmasında yaratıcı drama yönteminin ısınma süreci uygulanarak öğrencilerin öğrenme isteklerinin artmasına katkı sağlanabilir.
- Matematik derslerinde yaratıcı drama etkinliklerinden faydalanılabilmesi için seçmeli ders olarak yaratıcı drama programlara dâhil edilebilir.
- Öğrenciler yaratıcı drama atölyelerine yönlendirilmelidir.
- Uygulanan bu çalışma ile öğrencilerde hem 21.yüzyıl becerileri hem de matematiğe yönelik tutum olumlu yönde değişim gösterdiğinden dolayı yaratıcı drama yöntemi ile öğretim noktasında öğretmenlere destek eğitimleri verilmelidir.

KAYNAKÇA

- Adıgüzel, Ö. (2015). *Eğitimde yaratıcı drama* (7. baskı). Pegem Akademi.
- Akar Vural, R., & Somers, J. W. (2012). *Hümanist ilköğretim programları için ilköğretimde drama: kuram ve uygulama (2.basım)*. Pegem Akademi.
- Altındal, G. (2019). *İlkokul 3. sınıf matematik dersinde yaratıcı drama yönteminin öğrencilerin başarılarına, tutumlarına ve bilgilerinin kalıcılığına etkisi*. (Tez No. 568542) [Yüksek lisans tezi, Aksaray Üniversitesi-Aksaray]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Anagün, Ş. S. (2018). Teachers' perceptions about the relationship between 21st century skills and managing constructivist learning environments. *International Journal of Instruction*, 11(4), 825-840. <https://doi.org/10.12973/iji.2018.11452a>
- Arslan, S. (2015). Pre-service teachers' level of problem solving and its relation with creative drama education. *Education*, (4), 423. <http://ezproxy.leedsbeckett.ac.uk/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsggo&AN=edsgcl.418342193&site=eds-live&scope=site>
- Atalay, Y. (2023). *21.yüzyıl becerilerinin ortaokul matematik dersi sınıf içi uygulamalarına yansımaları* (Tez No. 785824) [Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi-İstanbul]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Baki, A. (2006). *Kuramdan uygulamaya matematik eğitimi* (3. baskı). Derya Kitabevi.
- Battelle for Kids. (2019). Partnership for 21st century learning: Framework for 21st century learning. P21_Framework_Brief.pdf
- Bell, E. (2008). *Theories of performance*. California: SAGE Publications.
- Berry, J., & Houston K. (1995). *Mathematical modelling*. Bristol: J. W. Arrowsmith Ltd.
- Bilen, N., & Çiltaş, A. (2015). Ortaokul matematik dersi beşinci sınıf öğretim programının öğretmen görüşlerine göre matematiksel model ve modelleme açısından incelemesi. *Kafkas Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 2(2), 40-54.
- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M., & Rumble, M. (2012). *Defining twenty-first century skills*. In P. Griffin, B. McGaw., & E. Care (Eds.), *Assessment and Teaching of 21st Century Skills*, Springer, 17-66. https://doi.org/10.1007/978-94-007-2324-5_2
- Blum, W., & Leiß, D. (2007). How do students and teachers deal with modelling problems *Mathematical modelling: Education, engineering and economics*, 222-231.
- Blum, W., & Ferri, B. R. (2009). Mathematical modeling: can it be taught and learnt? *Journal of Mathematical Modeling and Applications*, 1(1), 45-58.

- Blum, W., Galbraith, P., & Henn, H-W. (2002). ICMI Study 14: Applications and Modelling in Mathematics Education-Discussion Document. Educational Studies in Mathematics, *Education of JSTOR*, 5(1), 149–171.
- Borlat, G. (2018). *Yaratıcı drama yönteminin matematik kaygısı ve motivasyonuna etkisi* (Tez No. 524662) [Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale On sekiz Mart Üniversitesi-Çanakkale]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Büyüköztürk, Ş. , Kılıç Çakmak, E. , Erkan Akgün, Ö. , Demirel, F. (2016). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Pegem A Yayınları.
- Ceylan, S. (2014). *Ortaokul fen bilimleri dersindeki asitler ve bazlar konusunda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) yaklaşımı ile öğretim tasarımına yönelik bir çalışma* (Tez No.372224) [Doktora tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi- Bursa]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Chalkiadaki, A. (2018). A systematic literature review of 21st century skills and competencies in primary education. *International Journal of Instruction*, 11(3), 1-16. <https://doi.org/10.12973/iji.2018.1131a>
- Common Core State Standards Initiative. (2011). *Common core state standards for mathematics*. http://www.corestandards.org/assets/CCSSI_Math%20Standards.pdf
- Curriculum Corporation. (2006). *Statements of learning for mathematics*. http://www.curriculum.edu.au/verve/_resources/SOL_Mathematics_2006.pdf.
- Çepni, S, Taş, E., & Köse, S. (2006). The effects of computer-assisted material on students' cognitive levels, misconceptions and attitudes towards science. *Computers & Education*, 46(2), 192-205.
- Çer, E. (2017). İlköğretim öğrencilerinin yazma becerilerinin geliştirilmesinde yaratıcı dramının etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 42(190), 379-400. <https://doi.org/10.15390/EB.2017.7015>
- Çiftçi, E. G., & Altınova, H. H. (2017). Sosyal hizmet eğitiminde yaratıcı drama yöntemiyle iletişim becerisi geliştirme: Ders uygulaması örneği. *İlköğretim Online*, 16 (4), 1384–1394. <https://doi.org/10.17051/ilkonline.2017.342961>
- Çiltaş, A. (2011). *Dizi ve seriler konusunun matematiksel modelleme yoluyla öğretiminin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının öğrenme ve modelleme becerileri üzerine etkisi* (Tez No. 301126) [Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi-Erzurum]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Çolak, G. (2019). *1. sınıf öğrencilerine çıkarma işleminin öğretiminde drama yönteminin kullanımından yansımalar* (Tez No. 585985) [Yüksek Lisans Tezi, Trabzon Üniversitesi-Trabzon]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Çömlekoğlu, G. (2001). *Öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine hesap makinesinin etkisi* (Tez No. 112628) [Yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi-Balıkesir]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

- Dede, C. (2010). Comparing frameworks for 21st century skills. *21st century skills: Rethinking how students learn*, 20(2010)51-76.
- Delikanlı, D. S. (2019). *Matematiksel modelleme etkinliklerinin ilkökul dördüncü sınıf öğrencilerinin matematik başarı düzeylerine, tutumlarına ve kalıcılığına etkisi* (Tez No. 591948) [Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi-Adana]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Demirel, H. (2023). *Ters yüz sınıf modeliyle işlenen 8. sınıf fen bilimleri dersinde farklı öğretim yöntemlerinin öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerine etkisi* (Tez No. 805441) [Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi-Ordu]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Demirel, M. (2009). Yaşam boyu öğrenme ve teknoloji. *Paper presented at the 9th International Educational Technology Conference*, Ankara.
- Desai, J. (2012). Creativity in the primary classroom. *SAGE Publications*.
- Doruk, B. K. (2010). *Matematiği günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi* (Tez No. 265182) [Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Erbaş, A. K., Kertil, M., Çetinkaya, B., Çakıroğlu, E., Alacacı, C., & Baş, S. (2014). Matematik eğitiminde matematiksel modelleme: Temel kavramlar ve farklı yaklaşımlar. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(4), 1-21.
- Eryılmaz, S., & Uluyol, Ç. (2015). 21. yüzyıl becerileri ışığında Fatih projesi değerlendirmesi. *GEFAD/GUJGEE*, 35(2), 209-229. <http://gefad.gazi.edu.tr/article/view/5000140124/5000130692>
- Fleming, M., Merrell, C., & Tymms, P. (2004). The impact of drama on pupils' language, mathematics, and attitude in two primary schools. *Research in Drama Education*, 9(2), 177-197.
- Fraenkel vd., (2012). *How to design and evaluate research in education* (8th ed.). Mc Graw Hill Higher Education.
- Freeman, G. D., Sullivan, K., & Fulton, C. R. (2003). Effects of creative drama on self-concept, social skills, and problem behavior. *The Journal of Educational Research*, 96(3), 131- 138. <https://doi.org/10.1080/00220670309598801>
- Gedik, Ö. (2014). *Yaratıcı drama yönteminin matematik dersinde öğrencilerin farklı öğrenme düzeylerine ve öz - yeterlik algularına etkisi* (Tez No. 412190) [Yüksek lisans tezi, Muğla Sıtkı Kocaman Üniversitesi-Muğla]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Genç, H. N. (2003). Eğitimde yaratıcı dramının alınlanması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 196-205.
- GPE. (2020). 21st century skills: What potential role for the global partnership for education? A landscape review. *Global Partnership for Education*.

- Gümüş, H. G. (2017). *Matematik öğretiminde yaratıcı drama yönteminin öğrencilerin başarılarına, tutumlarına ve öğrenmenin kalıcılığına etkisi.* (Tez No. 498180) [Yüksek lisans tezi, Mersin Üniversitesi-Mersin]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Gülburnu, M., & Yıldırım, K. (2015). İlkokul ve ortaokul öğrencilerine yönelik matematik tutum ölçeği geliştirilmesi ve uygulanması. *VI. Uluslararası Türkiye Eğitim Araştırmaları Kongresi*, 568-581.
- Gülen, ř. B. (2013). *Ortaokul öğrencilerinin 21. yüzyıl öğrenme becerileri ve bilişim teknolojileri ile destekleme düzeylerinin cinsiyet ve sınıf seviyesine göre incelenmesi* (Tez No. 333476) [Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Heller, R. (2013). Sosyal-duygusal öğrenme. *Uygulamadan Politikaya* , 1 (1), 1-8.
- Heathcote, D., & Bolton, G. (1995). *Drama for learning: dorothy heathcote's mantle of the expert approach to education. dimensions of drama series.* Heinemann, 361 Hanover.
- İspir, E., & Üstündağ, T. (2008). Ortaöğretim 9.sınıf kimya dersi ve yaratıcı drama yöntemi. *Yaratıcı Drama Dergisi*, 3(6), 89-102.
- Joynes, C., Rossignoli, S., & Amonoo-Kuofi, E. F. (2019). 21st century skills: Evidence of issues in definition, demand and delivery for development contexts. *Institute of Development Studies.*
- KAF, Ö. G. Ö. (1999). Hayat bilgisi dersinde bazı sosyal becerilerin kazandırılmasında yaratıcı drama yönteminin etkisi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6(6).
- Kariuki, P. N., & Humphrey, S. G. (2006). The Effects of drama on the performance of atrisk elementary math students. *Online Submission.*
- Kapur, J. N. (2005). Mathematical modeling (Reprint). *New Delhi: New Age International (P) Limited, Publisher.*
- Kara, Y., & Çam, F. (2007). Yaratıcı drama yönteminin bazı sosyal becerilerin kazandırılmasına etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32(32), 145-155.
- Karaca, D. (2004). *Matematik öğretmen adaylarının matematik eğitiminde vee diyagramı kullanımı* (Tez No. 149900) [Yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi-Balıkesir]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Karakaş, M. M. (2015). *Ortaokul sekizinci sınıf öğrencilerinin fen bilimlerine yönelik 21.yüzyıl beceri düzeylerinin ölçülmesi* (Tez No. 391151) [Yüksek lisans tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi-Eskişehir]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Keklik, A. (2019). *Bir yöntem olarak yaratıcı dramanın matematiksel modelleme gerektiren problemlerde etkililiği* (Tez No. 579205) [Yüksek lisans tezi, Anadolu Üniversitesi-Eskişehir]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

- Kempe, A. & Tissot, C. (2012). The use of drama to teach social skills in a special school setting for students with autism. *Supportfor Learning*, 27(3), 97-102. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9604.2012.01526.x>
- Kılıçaslan, M. K., & Yayla, A. (2018). Yaratıcı drama yönteminin öğretmen adaylarının iletişim becerilerine etkisi. *Ulusal Eğitim Akademisi Dergisi*, 2(2), 1-13. <https://doi.org/10.32960/uead.406537>
- Koçlar, N. (2019). *Yaratıcı drama yöntemiyle cebirsel ifadelerin öğretimi* (Tez No. 564228) [Yüksek lisans tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi-Konya]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Korkut, F. (2002). Lise öğrencilerinin problem çözme becerileri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(23), 177-184.
- Kosucu, E., & Hursen, C. (2017). The effect of creative drama activities on candidate teachers' self-directed skills. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 12(3), 148- 156. <https://doi.org/10.18844/cjes.v12i3.2442>
- Köşer (2022). 21st century skills and academic success of the student. *The On-line Journal of New Horizons in Education*, 12(1), 1-4.
- Lesh R, & Caylor B. (2007). Introduction To Special Issue: Modeling As Application Versus Modeling As A Way To Create Mathematics. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 12(3), 173-194.
- Lesh, R. A., & Zawojewski, J. S. (2007). Second handbook of research on mathematics teaching and learning: *A project of the National Council of Teachers of Mathematics*.
- Lesh, R., & Yoon, C. (2007). What's distinctive in (our views about) models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning and teaching? *Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI study* 161-170
- Lesh, R., & Doerr, H. M. (2003). Foundations of a models and modeling perspective on mathematics teaching, learning, and problem solving. *Beyond constructivism*: 3-33
- Lesh, R., Hoover, M., Hole, B., Kelly, A. & Post, T. (2000). Principles for developing thought-revealing activities for students and teachers. *Handbook of research design in mathematics and science education*. 597-645.
- MEB, (2023). 21. yüzyıl becerileri ve değerlere yönelik araştırma raporu
- Namdar, A. O., & Çamadan, F. (2016). Yaratıcı drama uygulamalarının öğretmen adaylarının sosyal becerilerine etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36(3), 557-575.
- National Council of Teachers of Mathematics, (2010). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, Va: NCTM
- National Assessment Governing Board (2019). *Mathematics framework for the 2025 national assessment of educational progress*.

- Oğuz, A. (2019). *Drama. Okul öncesinden ilköğretime kuramdan uygulamaya*. Eğiten kitap
- Olkun, S., & Tolluk Uçar, Z. (2006). *İlköğretimde matematik öğretimine çağdaş yaklaşımlar*. Ekinoks yayınları.
- Önalın Akfırat, F. (2004). *Yaratıcı dramanın işitme engellilerin sosyal becerilerinin gelişimine etkisi* (Tez No. 141444) [Doktora tezi, Ankara Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Orhan Göksun, D. O. (2016). Öğretmen adaylarının 21. yy. öğrenen becerileri ve 21. yy. öğreten becerileri arasındaki ilişki. *Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*.
- Özdemir, A. (2021). *Matematiksel modelleme etkinliklerinin 7.sınıf öğrencilerinin duyuşsal özelliklerine etkisi* (Tez No. 701987) [Yüksek lisans tezi, Kocaeli Üniversitesi-Kocaeli]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Özgül, D. (2019). *Matematik dersinde yaratıcı drama yönteminin ilkokul 3. sınıf öğrencilerinin akademik başarı ve bilgilerinin kalıcılığına etkisi* (Tez No. 600049) [Yüksek lisans tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi-Muğla]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Özsoy, N. (2017). STEM ve yaratıcı drama. *Abi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*.
- Öztürk, A. (2001). Eğitim öğretimde yeni bir yaklaşım: *Yaratıcı Drama*. *Kurgu Dergisi*, 251-259
- Öztürk, A. (2007). *Dramada teknikler*. Ali Öztürk (Ed.). *İlköğretimde drama*. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Yayınları.
- P21. (2007). Framework for 21st Century Learning. https://static.battelleforkids.org/documents/p21/P21_Framework_Brief.pdf
- San, İ. (1990). Eğitimde yaratıcı drama. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 23(2), 573-583.
- Sedef, A. (2012). *Yaratıcı drama etkinliklerinin ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, bilimsel yaratıcılıklarına ve öz düzenlemelerine etkisi*. (Master's thesis, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Soylu, F. M. (2017). *Yaratıcı drama yönteminin dördüncü sınıf matematik dersinde başarı, tutum ve öğrenmenin kalıcılığına etkisi* (Tez No. 471955) [Yüksek lisans tezi, Uludağ Üniversitesi-Bura]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Susar, F. K. (2007). Yaratıcı drama yönteminin okuduğunu anlama başarısına etkisi ve yöntemle ilişkin öğrenci görüşleri. *Eurasian Journal of Educational Research*.
- Swetz, F. & Hartzler J. S. (1991). *Mathematical modeling in the secondary school curriculum (3rd ed.)*. USA: National Council of Teachers of Mathematics.

- Şahin, B. (2018) Yaratıcı drama ile matematik öğreniyorum. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi (ATED) / Journal of Inquiry Based Activities (JIBA)*, 8(1), 37-50.
- Şahin, N. (2014). *İlkokul 4.sınıf öğrencilerinin model oluşturma etkinlikleri üzerindeki düşünme süreçleri* (Tez No. 363181) [Yüksek lisans tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi-Samsun]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Şahin, N., & Eraslan, A. (2018). İlkokulda Model Oluşturma Etkinlikleri Nasıl Uygulanmalı? *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 99-117.
- Taşkın Can, B. (2013). The effects of using creative drama in science education on students achievements and scientific process skills. *İlköğretim Online*, 12(1).
- Terzi, İ. (2019). *Ortaokul 6.sınıf matematik dersinde yaratıcı dramanın bir yöntem olarak kullanılmasının matematiğe yönelik tutuma ve kaygıya etkisi* (Tez No. 587094) [Yüksek lisans tezi, Anadolu Üniversitesi-Eskişehir]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Türker Biber, B., & Yetkin Özdemir, İ.E. (2015). Matematik öğretiminde matematiksel modelleme yaklaşımları.
- Uysal, F., & Dede, Y. (2019). Matematik öğretmenlerinin cinsiyetlerine göre matematiksel inançları. *Ondokuz Mayıs University Journal of Education Faculty*, 38(1), 215-237.
- Uzunöz, F. S., & Demirhan, G. (2017). The effect of creative drama on critical thinking in preservice physical education teachers. *Thinking Skills and Creativity*, 24, 164- 174. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2017.02.018>
- Üstündağ, T. (2002). Yaratıcı drama eğitim programının öğeleri. *Eğitim ve Bilim*, 22(107).
- Üstündağ, T.(1994). Günümüz eğitiminde dramanın yeri. *Yaşadıkça Eğitim Dergisi*, 37, 7-10.
- Üstündağ, T. (2009). *Yaratıcı drama öğretmenimin günlüğü*. Pegem Akademi.
- Van Laar, E., Van Deursen, A. J., Van Dijk, J. A., & de Haan, J. (2020). Determinants of 21st-century skills and 21st-century digital skills for workers: A systematic literature review. *Sage Open*, 10(1), 2158244019900176. <https://doi.org/10.1177/2158244019900176>
- Voogt, J., & Roblin, N. (2012). Teaching and learning in the 21st century. A comparative analysis of international frameworks. *Journal of Curriculum Studies*, 44, 299-321.
- Yağmur, E. (2010). 7. sınıf fen ve teknoloji dersinin yaratıcı drama destekli işlenmesinin eleştirel düşünme becerisi ve başarı üzerine etkisi.
- Yıldız, E. (2011). *Yaratıcı dramayı matematik öğretiminde yöntem olarak kullanan öğretmenlerin ve öğretim elemanlarının yönetime ilişkin görüşlerinin değerlendirilmesi*

- dirilmesi* (Tez No. 302027) [Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Yiğit, B. (2022). *Kırsal kesimde 5.sınıf öğrencilerine uygulanan matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme, motivasyon ve tutumlarına etkisi* (Tez No. 754449) [Yüksek lisans tezi, Yüziüncü Yıl Üniversitesi-Van]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Yoğurtcu, M. (2015). *Ortaokul din kültürü ve ahlak bilgisi dersinde uygulanan yaratıcı drama yönteminin öğrencilerin din kültürü ve ahlak bilgisi dersine karşı tutumlarına etkisi* (Tez No. 419328) [Yüksek lisans tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi-Kahramanmaraş]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

Matematik Eğitiminde Matematiksel Modelleme¹

Sibel Bilgili²

Alper Çiltaş³

Özet

Matematiksel modelleme alanındaki akademik çalışmalarda son yıllarda görülen artış matematik derslerinde matematiksel modellemenin kullanımına olan ilgi ve ihtiyacı artırmıştır. Dolayısıyla matematiksel modellemenin öğrenme ortamına etkili bir şekilde taşınması, bireylerin gerçek yaşam durumlarını matematiksel olarak ele almaları ve çözümler üretmeleri adına, matematiksel modellemenin ne şekilde ele alındığını bilmek önem arz etmektedir. Matematiksel modellemenin ele alınışı sürecinde farklı perspektifler ve benimsenen yaklaşımlar, matematik öğretimine de farklı yansımaktadır. Farklı bakış açıları, matematiksel modelin tanımını, matematiksel modellemenin hedeflerini, modelleme etkinliklerini, araştırma odaklarını ve matematiksel modellemeyi kullanma amaçlarını da farklılaştırmaktadır. Bu bölümde öğrenme ortamlarında matematiksel modellemenin hangi amaçla kullanıldığı, kullanım amacına uygun olarak matematiksel modelleme yeterliklerine etkisi, bu amaca uygun olarak oluşturulan öğrenme ortamında matematiksel modelleme yeterliklerinin nasıl değerlendirileceği ve öğrenme ortamlarında bulunması gereken özellikler farklı çalışmalardan derlenerek sunulmuştur. Ayrıca matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmeye yönelik öğrenme ortamı hazırlanırken bu zorlukların üstesinden gelebilmek adına, önceden bilinmesi öğrenci ve öğretmenler açısından istenen hedeflere ulaşabilmek adına faydalı olacaktır. Karşılaşılabilecek bu zorluklar alanyazına dayalı olarak sunulmuştur.

1 Bu çalışma sorumlu yazarın doktora tezinden üretilmiştir.

2 Dr.Arş.Gör., Atatürk Üniversitesi, sibel.bilgili@atauni.edu.tr, 0000-0003-3611-0482

3 Prof., Atatürk Üniversitesi, alperciltas@atauni.edu.tr, 0000-0003-1024-5055

Matematiksel Modelleme Yaklaşımları

Türkiye’de yürürlükte olan mevcut ilkököl, ortaokul ve lise matematik dersi öğretim programı kapsamında matematik adına, 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılması önem arz etmekte ve bu kapsamda öğrenme sürecindeki öğrenci ve öğretmen rolleri de değişiklik göstermektedir. OECD (2013) bu becerileri yıllara göre kıyasladığında ise karmaşık günlük yaşam sorunlarını çözenin ilk sırada olduğunu belirtmektedir. Bu sebeple öğretmenlerin öğrencilere günlük yaşam sorunlarını içeren problemleri sunması ve birlikte çözmeleri önem taşımaktadır.

Baykul’a (2003) göre matematik, bilimde olduğu kadar günlük hayattaki sorun ve problemlerin çözülmesinde kullanılan önemli araçlardan biridir. Bu öneminden dolayı matematik, okul öncesinden yükseköğretime kadar her aşamada yer almaktadır ancak öğrenciler tarafından sadece okulda öğretilen bir ders olarak düşünülmektedir. Bu sebeple matematik eğitiminin en önemli amacının “öğrencilerin günlük yaşamdaki problemlere matematiksel bir tutum geliştirmeleri” olmalıdır (Doruk, 2010). Çünkü matematiği birileri tarafından yapılandırılmış, önceden hesaplanmış bir ders olarak vermektense, matematiği bir günlük yaşam etkinliği olarak göstermek onu daha başarılı kılacaktır (Van Amerom, 2002). Yani günlük hayatta karşılaşılan durumları matematikselleştirmek, matematiği okuldaki ders olmaktan çıkarıp matematiğin daha işlevsel bir hal almasını sağlayacaktır. Gravemeijer ve Doorman’a (1999) göre matematikselleştirme, kişilerin günlük yaşam deneyimleri ile matematik arasında kopukluk olmadığını anlamalarını sağlayacak; Arcavi’ye (2002) göre de günlük ve akademik matematik arasında bir köprü olarak kullanabilecektir. Günlük hayat durumlarını matematikselleştirme ifadesi ise matematiksel modelleme kavramını akla getirmektedir.

Matematiksel modelleme gerçek dünya ile matematik dünyası arasında çift yönlü bir dönüşüm sürecidir (Blum & Borromeo Ferri, 2009). Bu dönüşüm sürecinde gerçek yaşamdaki karmaşık bir durum incelenir ve modelleme etkinlikleriyle de gerçek yaşam ile matematik arasında bir köprü oluşturulur (Berry & Houston, 1995; Bukova-Güzel, 2015; Hıdıroğlu, 2012; Lingefjärd, 2006). Yani matematiksel modelleme, gerçek yaşamla bağlantılı bir problem durumunun matematiksel terimlere ve matematiksel bir çözüme çevrilip yine gerçek yaşamda yorumlandığı bir süreçtir (Blum & Leib, 2007; Kaiser & Schwartz, 2006; Lesh & Doerr, 2003). Bu sebeple matematik öğretmenlerinin, gerçek dünya içinde yerleştirilmiş matematiği görüp öğrencilerinin çevrelerine ait unsurları matematiksel modelleme etkinlikleri için birer problem durumuna dönüştürebilmeleri önemlidir.

(Bonotto, 2001; Ramos-Rodriguez, Fernandez-Ahumada & Morales-Sato, 2022). Bu süreç temel alınarak matematik eğitiminde matematiksel modelleme kullanımı farklı bakış açıları ile ele alınmıştır (Blomhøj, 2009; Greer, 1997; Gravemeijer, 1999; Lesh, Doerr, Carmona & Hjalmarsen, 2003; Kaiser & Sriraman, 2006). Bu bakış açılarından matematiksel modellemeye araç olarak yaklaşıma (Örneğin; Cınıslıoğlu, 2017; Çıltaş, 2011; Işık, 2016; Lesh & Doerr, 2003; Sağırılı, 2010) ve amaç olarak yaklaşıma (Örneğin; Aydın-Güç, 2015; Biccard & Wessels, 2011; Blum & Borromeo Ferri, 2009; Blum & Leif, 2007; Borromeo-Ferri, 2006; Çakmak-Gürel, 2018; Galbraith & Stillman, 2006; Maaß, 2006; Şen-Zeytun, 2013) uygun çalışmalar çok sayıdadır. Matematiksel modellemeyi matematiği öğretmek için bir araç olarak ele alan bakış açısına göre; matematiksel modelleme süreci, öğrencilerin kendi matematiksel bilgi ve modellerini oluşturup geliştirmek için kullanılabilir bir öğretim aracıdır (Erbaş vd., 2014). Bunun için önemli matematiksel kavramlar ve fikirler, sezgiselden formele doğru, tarihsel gelişimine de uygun bir şekilde oluşturulan problemler ve gerçek yaşam durumları aracılığıyla öğretilmelidir (Lesh & Doerr, 2003). Matematiksel modelleme amaç olarak yaklaşan yani, matematik öğretiminin amacının öğrencilerin gerçek yaşam durumları ile ilgili problemleri çözmek için ihtiyacı olan modelleme becerilerini elde etmesini ve bu becerileri kullanabilmesini sağlamak olarak ele alan çalışmalar da mevcuttur (Örneğin; Aydın- Güç, 2015; Blomhøj & Jensen, 2007; Blum, 2002; Crouch & Haines, 2004; Çakmak-Gürel, 2018; Galbraith & Stillman, 2006, Haines & Crouch, 2001; Izard, Haines, Crouch, Houston & Neill, 2003; Lingefjard, 2002; Lingefjard & Holmquist, 2005; Şen-Zeytun, 2013).

Her iki bakış açısı da matematiksel modellemeyi formüleleştirme, matematikselleştirme, çözüm oluşturma, yorumlama ve değerlendirme gibi döngüsel durumları ele alan bir süreç olarak ele alır (Stillman, 2012). Bu anlamda her iki yaklaşım için de matematiksel modelleme süreci önemlidir. Bu sebeple ilk olarak matematiksel modelleme sürecinde bireylere yaşatılması gereken süreçler ve bu süreçlerin gerçekleşmesi için gerekli yeterlikler belirlenmelidir. Tablo 1’de matematiksel modelleme yeterlikleri ile matematiksel modelleme sürecinin birlikte ele alınması verilmiştir.

Tablo 1. Matematiksel Modelleme Süreci ve Yeterlikleri

Matematiksel Modelleme Süreci (Bilgili, 2022)	Matematiksel Modelleme Yeterlikleri (Blum & Kaiser, 1997, akt. Maaß, 2006)
1. Problemi analiz etme basamağı	A. Gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği
2. Kavramsal model oluşturma basamağı	
3. Matematikselleştirme basamağı; matematiksel model oluşturma basamağı	B. Gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliği
4. Modelin geçerliliği basamağı; matematiksel çözüm geliştirme basamağı	C. Oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözüme yeterliği
5. Modeli doğrulama basamağı; yorumlama ve iletişim basamağı	D. Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği
6. Yansıma	E. Çözümü doğrulama yeterliği

Maaß (2006) çalışmasında matematiksel modelleme sürecinin olumlu gerçekleşmesi ve bireylerin süreçlerdeki geçişleri sağlayabilmeleri için, bazı yeterlik ve alt yeterliklerin olması gerektiğini belirtmiştir. Blum ve Kaiser (1997) ise matematiksel modelleme süreçleri arasındaki geçişler için matematiksel modelleme yeterliklerini ortaya koymuşlardır (akt. Maaß, 2006). Bunlar;

- Gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği,
- Gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliği,
- Oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözüme yeterliği,
- Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği,
- Çözümü doğrulama yeterliği

şekindedir. Bu yeterliklerin yaşatılması durumunda matematiksel modelleme sürecinin de iyi şekilde tamamlanacağını ifade eden Aydın-Güç (2015), bu yeterliklerin geliştirilmesi için öğrenme ortamlarının uygun hale getirilmesini de dile getirmiştir.

Henning ve Keune (2007), matematiksel modelleme sürecinin uygulanıp, yeterliklerin nasıl geliştirileceğine yönelik farklı görüşler olduğunu belirtmiştir. Bu konuyu bütüncül yaklaşımla ele alan çalışmalar olduğu gibi (Blomhøj & Jensen, 2007), bu konuya mikro-düzeyde bakan araştırmacılar da mevcuttur (Crouch & Haines, 2004; Erbaş, Kertil, Çetinkaya, Çakıroğlu, Alacacı & Baş, 2014).

Mikro-düzeydeki yaklaşımda öğrenme ortamı bazı alt yeterliklere göre oluşturulurken; bütüncül yaklaşımda öğrenme ortamı tüm yeterliklere göre düzenlenir. Ayrıca alan yazında, her iki yaklaşımın aynı anda bir öğrenme ortamında kullanıldığı karma yaklaşımdan da söz edilmektedir (Aydın-Güç, 2015; Aydın-Güç & Baki, 2016; Blomhøj & Jensen, 2003; Blomhøj, 2007; Çakmak-Gürel, 2018).

Bütüncül yaklaşımda bütünün, parçaların toplamına eşit olmadığı kabul edilmekte ve bireyin, bilgileri parça parça edinmesinin ötesinde resmi bütün olarak görmeleri gerektiğine odaklanılmaktadır (Babacan, 2014). Bu sebeple bütüncül ortamlarda matematiksel modelleme durumları verilip bireylerin tüm yeterliklere yönelik deneyim kazanmaları ve tüm yeterliklerini geliştirmeleri amaçlanmaktadır. Yani bütüncül yaklaşıma göre bir matematiksel modelleme etkinliği boyunca modelleme sürecinin tamamının yaşanması ve modelleme yeterliklerinin tamamının işe koşulması gerekmektedir (Aydın-Güç, 2015).

Mikro-düzeyde yaklaşım sergileyen çalışmalarda, oluşturulan öğrenme ortamlarında matematiksel modelleme yeterlikleri tek tek ele alınmaktadır. Yani, verilen matematiksel modelleme durumu ile belli yeterlik ve alt yeterliklerin geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Şöyle ki, verilen etkinlik ile modelleme durumuna dair tüm yeterliklerin değil, örneğin değişkenlerin belirlenmesi alt yeterliğin geliştirilmesi isteniyorsa sadece değişkenleri belirlemeleri beklenmektedir. Dolayısıyla, her bir yeterlik ayrı ayrı etkinliklerle ele alınarak geliştirilmektedir. Bu yaklaşımda tüm yeterlikleri ayrı ayrı deneyimleyerek kazanmış bireylerin, bu yeterlikleri bütün haline getirerek matematiksel modelleme sürecini tamamlamada kullanması beklenmektedir (Aydın-Güç, 2015; Aydın-Güç & Baki, 2016). Crouch ve Haines (2004), matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi için mikro-düzey yaklaşımın gerekli olduğuna; örneğin gerçek modelden matematiksel modele geçiş yeterliğini ele alan bir öğrenme ortamında kişilerin bu yeterliklerini geliştirebileceklerini ifade etmektedir. Uluslararası alan yazında mikro-düzey yaklaşımı benimseyen çalışmalar genellikle aynı araştırmacılar tarafından yapılmaktadır (Crouch & Haines, 2004; Haines & Crouch, 2001; Izard vd, 2003). Bu araştırmacıların dışında Tong, Loc, Uyen ve Giang (2019), bir lisenin 10.sınıfında öğrenim gören 46 öğrenci ile mikro-düzeyde hazırlanmış bir öğrenme ortamında sinüs ve kosinüs teoremlerini 6 adet matematiksel modelleme etkinlikleri ile öğretmiş ve öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerinde ilerleme yaşandığını kaydetmiştir. Etkinlik uygulama sürecinin grup çalışması şeklinde ilerlediği ve üç aşamada gerçekleştirildiği bu çalışmada, ilk olarak,

- Gerçek yaşam sorunundaki farklı değişkenler belirlenir ve arasında sözel ilişkiler kurulur.
- Gerçek yaşam problemleri matematiksel problemlere çevrilir.
- Sorunları gidermek için matematiksel problemler çözülür.

İkinci olarak,

- Grup içerisinde çözüm değerlendirilir ve tartışılır.

Son olarak ise,

- Gruplar çözümlerini birer temsilci ile ifade eder.
- Öğretmen (rehber) gerekli dönütleri verir.
- Bu son aşama ile bilgi genelleştirilir ve modelleme yeterlikleri kademeli olarak geliştirilir.

Etkinlik uygulama sürecinin tamamlanmasının ardından öğrencilerin sinüs ve kosinüs teoremlerini mikro-düzeyde hazırlanan öğrenme ortamında kademeli olarak öğrendikleri ve buna bağlı olarak da matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştiği görülmüştür.

Türkiye'deki alan yazında ise mikro-düzey yaklaşımı benimseyerek öğrenme ortamı oluşturup, öğrencilerin modelleme yeterliklerini geliştirmeye yönelik bir çalışma Bal ve Doğanay (2014) tarafından yapılmıştır. Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerini belirlemiş; değişkenlerin belirlenmesi, modelin oluşturulması ve modelin çözülmesi durumlarında yetersiz olduklarını tespit etmişlerdir. Ardından üç aşamalı eylem planı oluşturularak matematiksel modelleme basamaklarını ayrı ayrı ele almışlardır. Mikro-düzey yaklaşımı benimseyerek oluşturdukları öğrenme ortamında eylem planlarının tamamlanmasının ardından, öğretmen adaylarının değişkenlerin belirlenmesi, modelin oluşturulması ve modelin çözülmesindeki başarılarının arttığı görülmüştür.

Bütüncül yaklaşımla oluşturulan öğrenme ortamlarında amaç, bireylerin matematiksel modelleme sürecinin tüm basamaklarından geçmesine imkan sağlamaktır. Buna rağmen oluşturulan öğrenme ortamları birbirlerinden farklılık göstermektedir. Alan yazın incelendiğinde bütüncül yaklaşıma uygun olarak hazırlanan öğrenme ortamının,

- Teorik bilgi odaklı,
- Matematiksel modelleme basamaklarını takip etme odaklı,
- Serbest matematiksel modelleme etkinlikleri odaklı

olarak üç farklı şekilde tasarlandığı görülmektedir (Aydın-Güç & Baki, 2016). Öncelikle teorik bilgi odaklı oluşturulan öğrenme ortamları birçok araştırmacı tarafından oluşturulmuş ve genel olarak bu öğrenme ortamları serbest matematiksel modelleme etkinlikleri şeklinde desteklenmiştir. Bazen de teorik bilgi odaklı oluşturulan öğrenme ortamları, matematiksel modelleme basamaklarını takip etme odaklı şeklinde desteklenmiş veya herhangi bir teorik bilgi verilmeden sadece ya matematiksel modelleme basamaklarını takip etme odaklı ya da serbest matematiksel modelleme etkinlikleri odaklı ortamlar oluşturulmuştur. Oluşturulan bu öğrenme ortamlarının tamamında matematiksel modelleme sürecinin başarıyla tamamlandığı ve matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimine olumlu katkısı olduğu sonucuna varılmıştır (Ata-Baran, 2019; Aydoğan-Yenmez, 2017; Blum & Borromeo-Ferri, 2009; Bukova-Güzel, 2011; Çıltaş, 2015; Deniz, 2014; Deniz & Akgün, 2018; Galbraith & Clatworthy, 1990; Huang, 2011; İncikabı, 2020; Kaiser & Maaß, 2007; Korkmaz, 2014; Maaß, 2006; Özdemir & Üzel, 2013; Perk, 2019; Stillman, Galbraith, Brown & Edwards, 2007; Tekin-Dede & Yılmaz, 2013).

Brand (2014) çalışmasında, bütüncül ve mikro-düzey yaklaşımların matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimine olan etkisini incelemiştir. 377 dokuzuncu sınıf öğrencisinin yer aldığı projede öğrencilerin bir kısmı bütüncül yaklaşıma uygun eğitim almış; diğer kısmı da mikro-düzey yaklaşıma uygun eğitim almıştır. Yeterliklere tek tek bakıldığında basitleştirme/matematikselleştirme alt yeterliği için, bütüncül yaklaşıma uygun eğitim alan grubun mikro-düzey yaklaşıma göre eğitim alan gruptan anlamlı düzeyde daha başarılı oldukları ortaya konmuştur. Çalışma sonucunda her iki yaklaşımında zayıf ve güçlü yönleri olduğu ancak, bütüncül yaklaşıma uygun olarak oluşturulan öğrenme ortamının öğrenciler üzerinde daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Bütüncül ve mikro-düzeydeki yaklaşıma göre tasarlanan bir matematiksel modelleme durumu Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Matematiksel Modelleme Etkinliğinde Bütüncül ve Mikro-Düzy Yaklaşım Arasındaki Fark

SALINCAK PROBLEMİ (Hıdroğlu, 2012)	
Bütüncül Yaklaşım	Mikro-düzy Yaklaşım
Salıncakta sallanan bir insanın sallanırken ki potansiyel enerjisindeki değişimi matematiksel olarak ifade ederek açıklayınız. Video ve animasyonlardan istediğiniz ölçüde faydalanarak sallanırken ki hareketin ortaya çıkardığı sonuçları gerekçeleriniz ile birlikte ayrıntılı bir şekilde ifade ediniz. (Problemlerle birlikte probleme ilişkin birer tane animasyon ve video verilmiştir)	Salıncakta sallanan bir insanın sallanırken ki potansiyel enerjisindeki değişimi etkileyen unsurlar nelerdir? Bunları en etkiliden en etkisize doğru sıralayınız ve bunu gerekçelendiriniz. (Problemlerle birlikte probleme ilişkin birer tane animasyon ve video verilmiştir)

Tablo 2 incelendiğinde, bütüncül yaklaşıma göre tasarlanan problem durumunda, tüm modelleme sürecini ve dolayısıyla da tüm modelleme yeterliklerini ortaya koyacak bir çözüm süreci oluşturulmak istenmiştir. Mikro-düzy yaklaşımda ise parçalı (kısmi) bir anlayış ile problem durumu oluşturulmuştur. Modelleme etkinliğinin çözüm süreci için de bütün yeterliklerden ziyade, daha çok “gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği” dikkate alınmıştır.

Alan yazında bütüncül ve mikro-düzy yaklaşımlar için negatif ve pozitif yönlerin mevcut olduğu yer almaktadır (Brand, 2014). Mikro-düzy yaklaşım için geleneksel öğrenme yöntemleri ile benzerlik göstermesi sebebiyle yetersiz olduğuna özellikle dikkat çekilmektedir (Blomhøj & Jensen, 2003; Çakmak-Gürel, 2018). Bütüncül yaklaşımın tüm yeterlikleri dahil ederek süreci tamamlaması, mikro-düzy yaklaşımın ise belli yeterlikleri ele alarak daha geleneksel bir tavır sergilemesi, bütüncül yaklaşımı daha değerli kılmaktadır (Çakmak-Gürel, 2018). Ancak bütüncül yaklaşımın negatif yönü ise; kişilerin modeli çözerken sayısal bir sonuca ulaşınca süreci bitirme eğiliminde olmalarıdır (Çakmak-Gürel, 2018). Bu sebeple alan yazında her ne kadar bütüncül yaklaşımın daha etkili olduğu belirtilse de, her iki yaklaşımın da öğrenme ortamına dahil edilip, aralarında denge kurulmasını öneren görüşler de mevcuttur (Blomhøj & Jensen, 2003; Çakmak-Gürel, 2018; Aydın-Güç, 2015; Aydın-Güç & Baki, 2016). Bununla birlikte her iki yaklaşımı ele alarak kısmi destekli bütüncül yaklaşımla bir öğrenme ortamı tasarlayan Çakmak-Gürel (2018) ise özellikle doğrulama yeterliği için olumlu bir etki elde edilmediği sonucuna ulaşmıştır. Kaiser ve Brand (2015) ise bütüncül yaklaşım ile tasarlanan öğrenme ortamının öğrencilerin

tüm modelleme yeterliklerinin geliştirmesinin yanı sıra Çakmak-Gürel'in (2018) aksine özellikle yorumlama ve doğrulama yeterliğinde büyük bir farklılık meydana getirdiğini belirlemiştir. Brand'ın (2014) çalışmasında özellikle basitleştirme/matematikselleştirme alt yeterliğinde bütüncül yaklaşımla eğitim alan grubun kısmi yaklaşımla eğitim alan gruptan anlamlı şekilde daha başarılı oldukları tespit edilmiştir.

Bütüncül yaklaşım dikkate alınarak oluşturulan öğrenme ortamlarına ait çalışmaların sonuçları incelendiğinde, bu ortamlarda genel olarak matematiksel modellemenin gerektirdiği tüm zorluklarla mücadele ederek tüm yeterliklerin teşvik edildiği dolayısıyla bu bağlamda en etkili öğrenme ortamlarının bütüncül yaklaşımla sağlanabileceği varsayılmaktadır (Grünwald, 2012).

Mikro-düzey ve bütüncül yaklaşımla tasarlanan öğrenme ortamlarının sonuçları incelendiğinde, her iki yaklaşıma göre tasarlanan öğrenme ortamlarında da öğrencilerin matematiksel modellemeye yönelik bazı zorluklar yaşadıkları ve bazı yeterliklerinin de beklenen düzeyde gelişmediği vurgulanmaktadır. Bu sebeple matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmeye yönelik öğrenme ortamı hazırlanırken bu zorlukların üstesinden gelebilmek adına, önceden bilinmesi önem arz etmektedir.

Matematiksel Modelleme Sürecinde Karşılaşılan Zorluklar

Matematiksel modelleme sürecinde yaşanan zorlukları belirlemeye yönelik yapılan çalışmalar incelendiğinde Blum (1996), bu zorlukları üç kategoriye ayırmış ve bunların “öğrenci kaynaklı, öğretmen kaynaklı ve materyal kaynaklı” olduğunu ifade etmiştir.

- Öğrenci kaynaklı zorluklar: Öğrenciler için matematiksel modelleme problemleri standart hesaplamalardan farklı olduğundan, hem çözümü hem yorumlaması zorlayıcı olarak değerlendirilir (Blum & Niss, 1991).
- Öğretmen kaynaklı zorluklar: Öğretmenlerin matematiksel modellemeye bakış açıları, onları matematiksel modellemeyi uygulama konusunda isteksiz kılmaktadır (Törner, 2002). Şöyle ki, değişen öğretim programları, ders süresinin kısıtlı oluşu, matematiksel modellemenin hem oluşturulmasının hem de uygulanmasının zaman alıcı oluşu, öğrenci profili ve beklentileri, matematiksel modellemeyi gerekli görmedikleri şeklindeki etkenler, öğretmen kaynaklı zorluklar olarak ele alınmaktadır. Schmidt (2011) ise bu zorluklar içerisinde yer alan modellemeye yönelik inançlar ve zaman sorunu için, verilen bir yıllık eğitimin dahi önemli ölçüde etki etmediğini ifade ederek,

matematiksel modellemenin kullanılabilirliği için en önemli faktörün öğretmen eğitimleri olduğunu belirtmiştir.

- Materyal kaynaklı zorluklar: Genel olarak dersin amacına uygun etkinliğin belirlenememesi veya oluşturulamaması gibi etkenler materyal ile ilgili zorluklar olarak ele alınmaktadır (Schmidt, 2011).

Blum (1991), matematiksel modellemenin öğrenme ortamına entegrasyonuna yönelik zorluklar olduğunu ifade etmiş ve bu zorlukları gidermeye yönelik çözüm önerileri oluşturmuştur. Matematik öğretimin başlı başına yoğun olduğunu, matematiksel modelleme için yeterli zaman olmadığını ifade eden Blum (1991), zaten matematiksel modellemenin matematiğin içinde olma zorunluluğu olmadığını ve farklı disiplinlerde (örneğin, sosyal bilimler, spor konuları gibi) ele alınabileceğini belirtmiştir. Öğrenciler açısından ise matematiksel modellemenin karmaşık ve zorlu yapıda olması ve sonuçların yorumlanması gerekliliği, modellemeyi daha az öngörülebilir kılmaktadır. Bunun çözümü olarak da sadece belirli zor konular için (türev gibi) değil, günlük yaşamda daha kullanılabilir problem örneklerinin (büyüme hızı, oranı veya vergi oranları gibi) seçilmesinin öğrenci açısından daha olumlu olacağını söylemektedir.

Maaf (2007), düşük başarılı öğrenciler için matematiksel modelleme problemleri geliştirmiş ve öğrencilerin problemleri çözerken matematiksel modelleme basamaklarına yönelik zorluklar yaşadıklarını belirtmiştir. Bu zorluklar ise,

- Durumu anlama: Öğrenciler problemde yazılanları anlamadı veya anlayamayacak kadar hızlı okudu.
- Model oluşturma: Öğrenciler ilgili değişkenleri belirleyemedi veya arasındaki ilişkiyi belirleyip bir model kuramadı.
- Matematiksel modelde çalışma: Öğrenciler yeterli matematik bilgisine sahip olmadığından, bazı problemler çözülemedi.
- Yorumlama: (Interpretation mistakes) Öğrenciler araştırmacı tarafından ifade edildiğinde, daha kolay problemlerin sonuçlarını yorumladı.
- Doğrulama: Öğrenciler sonuçları çoğunlukla doğrulamadı.
- Yön duygusu: Öğrencilerin bazıları, amaçsızca ne yapacağını bilmeden işlem yaptı.
- Tartışma: Öğrenciler, matematikte bunu yapmaya alışkın olmadıklarından dolayı kendi yöntem ve cevaplarını ifade etmede zorlandı.

- Tahmin etme: Öğrencilerin bazıları gerçeğe uygun olmayan veya çok basit tahminlerle problemi çözmeye çalıştı.
- Vazgeçme: Öğrencilerin bazıları problemi çözerken zorlandıklarında hemen çözmeyi bıraktı.

Son iki zorluğun araştırmacı desteği ile aşıldığını ifade eden Maaß (2007), modellemenin öğretim sürecine entegrasyonu ve belirlenen zorlukların göz önünde bulundurulması ile başarılı öğrencilerin yanı sıra, düşük başarılı öğrencilerin de matematiksel modelleme problemlerini çözebileceğini göstermiştir.

Bilgili ve Çıltaş (2019), ortaokul ve lise matematik öğretmenlerinin matematiksel modellemeye yönelik görüşlerini aldıkları çalışmalarında matematiksel modellemenin derslerde kullanılabilirliği ile ilgili yönelttikleri soruya, ilköğretim matematik öğretmenleri, matematiksel modellemenin bireysel ilgi gerektirdiğini ancak kalabalık sınıfların buna imkan vermediğini ifade etmişlerdir. Ayrıca modeli somut materyal olarak düşündüklerinden dolayı, okullarında yeterince matematiksel model bulunmadığını da dile getirmişlerdir. Ortaöğretim matematik öğretmenleri ise, matematiksel modelleme etkinliğini uygularken çok fazla zaman harcadıklarını ancak öğretim programının yoğunluğunun buna yeterince imkan vermediğini belirtmişlerdir. Ayrıca uygulanan etkinliğin kimi zaman derslerini daha karmaşık bir hale getirdiğini ve öğrencilerin anlamada zorlandıklarını söylemişlerdir. Bu bulgular ise Akgün, Çıltaş, Deniz, Çiftçi ve Işık'ın (2013) ilköğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme ile ilgili farkındalıklarını tespit etmek amacıyla yaptıkları çalışma bulguları ile benzerlik göstermektedir. Bu çalışmada ilköğretim matematik öğretmenleri ile görüşmeler ve gözlemler yapılmış, çalışma bulgularında ise öğretmenlerin, öğretim programının yoğun olmasından dolayı zaman sıkıntısı yaşadıkları ve matematiksel modellemenin de zaman alıcı olmasından dolayı derslerinde kullanamadıkları ortaya konulmuştur.

Bazı araştırmalarda öğrenci, öğretmen adayı veya öğretmenlerin matematiksel modelleme basamaklarındaki geçişlerde zorluklar yaşadıkları görülmektedir. Alan yazında yer alan çalışmaların bazılarında (Biccard & Wessels, 2011; Galbraith & Stillman, 2006; Özdemir & Üzel, 2013) problemi anlama, değişkenleri belirleme, matematikselleştirme, matematiksel çözüm oluşturma, yorumlama ve doğrulama gibi matematiksel modelleme basamaklarının hemen hepsinde zorluklar yaşandığı belirlenmiştir. Bazı çalışmalarda ise öğrenci veya öğretmen adaylarının, problem durumunu anlama ve değişkenleri belirlemede zorluk yaşamadığı (Bukova-Güzel, 2011; Ji, 2012) model oluşturma, modeli çözmeye, çözümleri yorumlama

ve doğrulama basamaklarında zorluk yaşadıkları (Biccard & Wessels, 2011; Bukova-Güzel, 2011; Ji, 2012; Kertil, 2008; Türker vd., 2010) tespit edilmiştir.

Eric vd. (2012), ilköğretim 5.sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerini belirlemeye çalıştıkları araştırmalarında, gerçek yaşam problemini varsayımlarla matematiksel bir probleme dönüştürmede zorluklar yaşadıklarına, bunun giderilmesinin de öğretmen eğitimi ile mümkün olacağına dikkat çekmektedirler. Benzer şekilde Bukova-Güzel (2011) de matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme etkinlikleri oluşturma ve çözme yaklaşımlarını tespit etmeyi amaçladığı araştırmasının bulgularında, öğretmen adaylarının problemi anlama basamağında başarılı olduklarını fakat yorumlama ve doğrulama basamaklarında zorluklar yaşadıklarını ortaya koymuştur. Kotze (2018) ise, 50 kişiden oluşan biyomedikal öğrencileri ile matematiksel modelleme problemi çözmüş ve problemi anlama basamağı dışında diğer basamaklarda zorluklar yaşadıklarını ifade etmiştir. Biembengut ve Hein (2013), 105 öğretmene matematiksel modelleme kursu vermiş ve süreçte yaşadıkları zorlukları belirlemişlerdir. Temel zorluğun deneyim eksikliği olduğu belirtilen çalışmada, öğretmenlerin yorumlama ve doğrulama basamaklarında da zorluklar yaşadıkları belirtilmiştir.

Mischo ve Maaß (2012), 6.sınıfta öğrenim gören 959 öğrenci ile gerçekleştirdikleri araştırmalarında, kişisel faktörleri de ele alarak matematiksel modelleme zorluklarını belirlemişlerdir. Bu zorluklar ise bu araştırmada ortaya konulan matematiksel modelleme basamakları ile ilişkilendirilerek Tablo 3’de sunulmuştur.

Tablo 3. Matematiksel Modelleme Basamakları ile Mischo ve Maaß (2012)’in Oluşturduğu Kişisel Faktörlere Bağlı Olarak Tespit Edilen Zorluklar Arası İlişki

Matematiksel modelleme basamakları	Kişisel faktörlere bağlı olarak tespit edilen zorluklar
1. Problemi analiz etme	Kelime anlama
2. Kavramsal model oluşturma	Genel bilgi
3. Matematikselleştirme ve matematiksel model oluşturma	Matematiksel yeterlik
4. Modelin geçerliği ve çözme	Matematiksel yeterlik
5. Modeli doğrulama	Matematiksel yeterlik, kelime anlama
6. Yorumlama ve iletişim	Matematiksel yeterlik

Tablo 3’de yer alan kişisel faktörlere bağlı olarak tespit edilen zorluklar aşağıdaki gibi açıklanmıştır.

- Kelime anlama: Modelleme probleminde sunulan talimatı veya durumu anlayabilmelidir.
- Genel bilgi: Modelleme probleminde genel olarak gerekli tüm bilgiler yer almaz. Bu sebeple bireyler, sunulan durumu basitleştirmeli, genel bilgileri ile eksik bilgileri tahmin edebilmelidir.
- Matematiksel yeterlik: Matematiksel değişkenler ve sayısal ilişkilerle elde edilen modeli, alana özgü bir yeterlik ile matematiksel modele dönüştürebilmeli ve bu matematiksel modeli çözüp, yorumlayabilmelidir.

Mischo ve Maaß’ın (2012) belirlediği zorluklar incelendiğinde, bireylerin matematiksel modelleme basamaklarından geçebilmesi için yani, matematiksel modelleme problemini çözebilmesi için; problemde ifade edilen durumu anlayabilmesi, tahminlerde bulunabilecek düzeyde genel bilgi sahibi olması ve matematikselleştirme yapabilmek, model oluşturup çözebilmek ve çözümü yorumlayabilecek matematiksel bilgisinin olması gerektiği görülmektedir.

Araştırmalardan da görüldüğü gibi matematiksel modelleme öğretimine yönelik oluşturulacak öğrenme ortamlarında, matematiksel modellemenin öğrenme ortamlarına entegre edilmesindeki zorlukların ve matematiksel modelleme basamaklarındaki geçişlerde yaşanan zorlukların göz önünde bulundurulması, matematiksel modelleme sürecinin başarıyla tamamlanabilmesi açısından önem arz etmektedir. Şöyle ki, matematiksel modelleme yaklaşımına uygun olarak oluşturulan öğrenme ortamı için süreçte yaşanması olası zorlukları bilmek, öğrenme ortamının daha verimli hazırlanabilmesi açısından önemlidir.

Hazırlanan öğrenme ortamının değerlendirilmesinde nelere dikkat edilmesi gerektiğinin belirlenmesi de gerekli görülmektedir. Bu sebeple farklı çalışmalarda matematiksel modelleme yeterliklerinin nasıl değerlendirildiği incelenmiştir.

Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Değerlendirilmesi

Matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesi ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde genel olarak *mikro-düzeyde yaklaşım* ve *bütüncül yaklaşım* olmak üzere iki değerlendirme yaklaşımı olduğu görülmektedir.

Crouch, Davis, Haines, Izard, Houston, Neill gibi araştırmacılar mikro-düzeyde yaklaşıma dayalı olarak hazırlanan öğrenme ortamlarında matematiksel modelleme yeterliklerini değerlendirmişlerdir. Bu araştırmacılar çoktan seçmeli bir test hazırlayarak, 1991 yılından 2005 yılına kadar geçen sürede geçerlik ve güvenilirlik çalışmalarını tamamlamışlardır. Bu testin Türkçeye uyarlaması ise Kertil (2008) yapmıştır. Yurt dışında ve yurt içinde birçok araştırmacı (Ör: Frejd & Ärleback, 2011; Fu & Xie, 2013; Kaiser, 2007; Kertil, 2008) bu testi kullanarak, öğrencilerin modelleme yeterliklerinin seviyesini mikro-düzey yaklaşımı temel alarak ortaya koymuştur (Çakmak-Gürel, 2018). Kertil (2008), öğretmen adayları ile yaptığı çalışmasında matematiksel modelleme etkinlikleri çözüm sürecini nitel olarak ele almış ve aynı zaman da matematiksel modelleme yeterliklerini değerlendirme testi ile de nicel olarak değerlendirme yapmıştır. Çalışma sonucunda matematiksel modelleme yeterliklerinden hedefi belirginleştirme, formülleştirme ve gerçek yaşam durumu ile karşılaştırarak kontrol etme yeterliklerinin gözlemler ve testten elde edilen sonuçlarla farklı olduğu, diğer yeterliklere yönelik sonuçların ise her iki değerlendirme yönteminde de paralel olduğu tespit edilmiştir. Öğretmen adayları testten bu yeterliklere yönelik puan almalarına rağmen, etkinlik çözümlerinde bu yeterlikler gözlemlenememiştir.

Bütüncül yaklaşıma dayalı olarak oluşturulan öğrenme ortamlarında matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesinde tüm alt yeterlikler aynı anda ele alınmaktadır. Dolayısıyla matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesinde de bu süreçte kazanılan yeterliklerin tamamının ele alınması söz konusudur. Bu sebeple bütüncül yaklaşımla oluşturulan öğrenme ortamlarında bireylerin tüm matematiksel modelleme sürecinden geçmesini sağlayacak matematiksel modelleme etkinlikleri üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmalar (Plath, Leiss & Schwippert, 2014; Schwarz & Kaiser, 2007; Sekerak, 2010) değerlendirilmektedir.

Matematiksel modelleme yeterlikleri değerlendirilirken matematiksel modelleme basamaklarında beklenen durumu ne ölçüde gerçekleştirebildikleri, bazen de alt yeterliklerin ne kadarını sergiledikleri üzerinde durulmuştur (Aydın-Güç, 2015; Bal & Doğanay, 2014; Biccand, 2010; Bukova-Güzel & Uğurel, 2010; Bukova-Güzel, 2011; Hıdıroğlu vd., 2014). Örneğin, Bukova-Güzel ve Uğurel (2010), öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerini, matematiksel modelleme etkinliklerine verdikleri yazılı çözümler ile incelemişlerdir. Değerlendirme sürecinde “*problemi anlama, değişkenleri ve değişkenler arasındaki ilişkilere yönelik matematiksel kavramları ortaya çıkarma, matematikselleştirme, matematiksel model oluşturma ve çözüme, çözüm sonuçlarını yorumlama ve gerçek yaşama uyarlama*” şeklinde olan matematiksel modelleme basamakları ele alınmıştır. Öğrenci cevapları

matematiksel modelleme sürecinde yer alan her basamak için 0-3 arası dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilmiştir. Hıdıroğlu vd. (2014) ise araştırmalarında, öğrencilerin verilen bir matematiksel modelleme etkinliğine çözüm yaklaşımlarını Borromeo-Ferri (2006) ve Berry ve Houston (1995) tarafından ifade edilen matematiksel modelleme basamaklarını dikkate alarak üç düzeyli puanlama anahtarı oluşturmuş ve buna göre değerlendirmiştir. Aydın-Güç (2015) de, matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimine yönelik yaptığı araştırmada bütüncül öğrenme ortamları tasarlamış, öğretmen adaylarının grup çalışması yaparak modelleme problemlerini çözmelerini istemiştir. 14 haftalık süreçte öğretmen adaylarının gelişimleri izlenmiş ve çalışma sonucunda ise öğretmen adaylarının modellemeye ilişkin yeterlik ve alt yeterliklerinin gelişiminde öğrenme ortamının olumlu etkisi olduğu belirlenmiştir.

Matematiksel modelleme yeterliklerini değerlendirmeye yönelik, Ludwig ve Xu (2008) ve Huang (2011) düzey değerlendirmesini tanımlamışlardır. Bunun için öğrencilerin matematiksel modelleme etkinlikleri üzerinde yapmış oldukları çalışmaları gözlemlemiş ve bu bağlamda hangi düzeyde olduklarını belirlemişlerdir. Ludwig ve Xu (2008), modelleme yeterliklerini altı düzeyde ele almıştır (akt. Bukova-Güzel, 2015):

- Düzey 0: Öğrenci problem durumunu anlamamış ve probleme ilişkin herhangi bir şey yazmamıştır.
- Düzey 1: Öğrenci sadece verilen gerçek durumu anlamış ama durumu anlamlandıramamış ya da herhangi bir matematiksel fikirle ilişkilendirememiştir.
- Düzey 2: Problem durumunu anlamlandıran öğrenci yapılandırma veya sadeleştirme ile gerçek bir model oluşturmuş ama matematiksel bir probleme transfer edememiştir.
- Düzey 3: Öğrenci oluşturduğu modeli, matematiksel bir probleme dönüştürebilmiş ancak matematik dünyası içerisinde çalışmamıştır.
- Düzey 4: Matematiksel bir probleme dönüştürdüğü modeli, matematik dünyası içerisinde çalışmış ve sonuçlara ulaşabilmiştir.
- Düzey 5: Matematiksel modelleme sürecini tamamlayan öğrenci, matematik probleminin çözümünü verilen durum ile ilişkilendirmiş ve doğrulayabilmiştir.

Matematiksel modelleme yeterliklerini, alt yeterlikler kapsamında değil de bir bütün olarak ele alan Ludwig ve Xu'nun (2008) belirlediği düzeyler birçok çalışmada kullanılmış ve cinsiyet, sınıf ve farklı ülkeler gibi

değişkenlere bağlı olarak öğrencilerin matematiksel modelleme yeterlik düzeyleri karşılaştırılmıştır.

Henning ve Keune (2007) da, bütüncül yaklaşımla ele aldıkları matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimine yönelik seviye odaklı bir açıklama yapmış ve “yeterlik düzey modeli” olarak tanımlamışlardır. Bu modelde,

- Seviye 1: Matematiksel modellemeyi tanıma ve anlama,
- Seviye 2: Bağımsız modelleme,
- Seviye 3: Matematiksel modellemeye üst-yansıtma

şeklinde üç seviyeyi ele almışlardır. Bu yaklaşımla, öğrencilerin modelleme yeterliklerinin düzeyi belirlenmiştir. Bu değerlendirme ise matematiksel modelleme yeterliğinin değerlendirilmesinde veya tanımlanan yeterliklerin düzeyinin belirlenmeye çalışıldığı araştırmalarda kullanılmıştır. Ayrıca Henning ve Keune (2007), aynı çalışmasında öğrencilerin modelleme sürecindeki davranışlarını, beceri, tutum ve yeteneklerini de tanımlamayı amaçlamıştır.

Matematiksel modelleme yeterlikleri değerlendirilirken, daha çok matematiksel modellemenin bilişsel boyutu üzerinde durulmuştur. Ancak matematiksel modelleme farklı duyuşsal etkenleri de içerir. Matematiksel modellemenin en önemli özelliği, rutin problemlerden daha fazla günlük hayat ilişkisi oluşturması ve matematik ile gerçek yaşam arasında bir köprü kurmasıdır. Bu sayede matematiksel modelleme etkinlikleri bireyleri matematik öğrenmeye motive eder ve gerçekleştirdiği çözümün günlük hayatta işe yarar olduğunu görmesi ise matematiğe yönelik ilgisinin artmasını sağlar (Dost, 2019). Bu anlamda örneğin Biccard (2010), 7.sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimlerini bilişsel yeterlikler (anlama, basitleştirme, matematiksel çalışma, doğrulama, yorumlama, sunma ve tartışma), meta-bilişsel yeterlikler (resmi olmayan bilgiyi kullanma, planlama ve izleme, yön duygusu) ve duyuşsal yeterlikler (matematik hakkındaki inançlar) olmak üzere üç boyutta incelemiştir. Çalışma sonucunda duyuşsal yeterlikler kapsamında, matematiğin doğası, kullanılabilirliği, öğretmenin rolü gibi durumlarda olumlu yönde değişiklik olduğu; meta-bilişsel yeterlikler kapsamında, etkinliğe iki farklı bakış açısının olduğu tespit edilmiştir. Bunlar, çözüm sürecindeyken bir sonraki adımda ne yapması gerektiğini bilenler ve çözüme ulaşmak için her yolu deneyenler şeklindedir. Bilişsel yeterlikler kapsamında ise, ilk etkinlikten itibaren hemen hemen bütün öğrencilerin yeterliklerinin gelişim gösterdiği ifade edilmiştir. Ayrıca Biccard ve Wessels (2011), matematiksel modelleme etkinliği ile

çalışma yapan öğrencilerin matematiğe olan inançlarının geliştiğini; Maaf (2006) ise matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencileri motive ettiğini belirtmiştir. Matematiksel modelleme bilişsel yeterlik ve duyuşsal yeterliklerin yanı sıra grup içinde kendini ifade etme, tartışma, matematiksel iletişim kurma gibi sosyal yeterliklerin gelişimini de sağlar. Kaiser (2007), öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerini çözerken özellikle grup içerisinde çalışma becerisi ve tartışarak karar almaları, kararlara bağlı olarak çözümler oluşturmaları ve matematiği kullanarak iletişim kurmaları gibi beceriler elde ederek sosyal yeterliklerini geliştireceklerini ifade etmektedir. Rutin problemlerden farklı olarak, matematiksel modelleme problemlerinde çözüme ulaşmaları yeterli olmayıp, çözümü sunarak çözümlerin tartışılması gerekmektedir. Dolayısıyla bireylerin tartışma yeterlikleri de gelişme gösterecektir (Kaiser, Schwarz & Tiedemann, 2010). Sevinç ve Melek (2020) ise, matematik öğretmen adaylarının modelleme etkinliği çözerken bireysel ve grup olarak gelişimlerini incelemiş ve matematiksel modelleme etkinliklerinin 21.yüzyıl becerileri içerisinde yer alan ekip çalışması ve ortak ürün geliştirme becerisini olumlu etkilediği sonucuna varmıştır. Doerr ve Årlebäck (2015) da benzer şekilde çalışmalarında “akıl birliğinin” hem grup hem de bireysel yeterliklerin gelişimine önemli katkı sağladığını öne sürmüştür.

Bütün bu çalışmalar göz önüne alındığında matematiksel modelleme yeterliklerini tek boyutlu olarak ele almanın, onun karmaşık yapısına uygun olmadığını savunan çalışmalar olduğu görülmektedir (Örn., Blomhoj & Kjeldsen, 2010; Stillman, Blum & Biembengut, 2015; Rensaa, 2011). Ancak bu çalışmada öğretmenlerin geliştirilmesi amaçlanan matematiksel modelleme yeterlikleri, bilişsel yeterlikler olup süreçte bilişsel yeterliklerin değerlendirilmesi yapılmıştır.

Stillman, Blum ve Biembengut (2015), matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesine yönelik yapılan çalışmaları incelemiş ve bütüncül ve analitik olmak üzere iki düzeyde sınıflandırmıştır. Bu sınıflandırmada bütüncül yaklaşım, çok boyutlu bir çerçevede puanlama şeklinde, analitik yaklaşım ise yeterlik seviyelerinin belirlenmesi, yeterlik davranışlarının tanımlanması ve nitel tanımlanma şeklinde belirlenmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Sınıflandırılması

Yaklaşım	Özellikler	Ölçütler	Örnek çalışmalar
Bütüncül	1. Sekiz bağımlı matematik yeterliğinden biri olan modelleme yeterliği	Bir yeterliliğin kalitesi üç boyutlu bir yaklaşımla değerlendirilir (kapsam derecesi, etki yarıçapı, teknik seviye)	Niss (2003), Blomhøj & Jensen (2006), Niss & Højgaard (2011).
	2. Yeterlik göstergelerinin tanımlanması - öğrencilerin modelleme döngüsünde geçişlerle ilgili alt yeterlikler açısından modelleme davranışlarının tanımlanması	Her alt-yeterliğe ait çoktan seçmeli sorular	Haines & Izard (1995), Haines vd. (2001), Houston & Neil (2003), Izard vd. (2003)
Analitik	3. Süreç ve sosyal odaklı alt yeterlikler dahil olmak üzere modelleme döngüsüne bağlı alt yeterliklerle, ayrıntılı bir modelleme yeterlik konseptinin geliştirilmesi	Yeterlik seviyesi	Maaß (2006), Kaiser (2007), Henning & Keune (2007), Blum (2011)
	4. Üst biliş ile modelleme yeterliklerinin birleşimi	Nitel tanımlama	Stillman & Galbraith (1998), Stillman (2004), Galbraith vd. (2007), Stillman vd. (2010)

Alanyazında yapılan bu çalışmalar göz önüne alındığında, öğrencilerin matematiksel modelleme döngüsünün tüm basamaklarında genel olarak başarısız oldukları ve matematiksel modelleme yeterliklerine sahip olmadıkları görülmektedir. Bu durumda bahsi geçen modelleme yeterliklerin geliştirilmesi için öğrenme ortamında bulunması gereken özellikler tespit edilmiştir.

Öğrenme Ortamında Bulunması Gereken Özellikler

Eğitimin teknolojiden, teknolojinin eğitimden etkilendiği mevcut sistemde, öğrenme ortamına taşınmayan ve teknolojiden uzak kalmış öğretim

algısının başarıyı olumsuz etkileyeceği gerçeği (Erdemir, Bakırcı & Eydurana, 2009) de göz önüne alınmış ve öğrenme ortamında teknoloji desteği olması gerektiği düşünülmüştür. Zaten Schönbrodt, Wohak ve Frank (2022) matematiksel modelleme için dijital araçlarla ilgili yaptıkları çalışmalarında öğrenme ortamında teknolojik araçların kullanımının, öğrencilere tanıtılacak etkinlik sayısının çokluğunu sağlamasının yanı sıra, günümüz sorunlarına erişim için de kaçınılmaz olduğunu ortaya koymuştur.

Eğitimde bilgisayar ve teknolojinin kullanımının zorunlu olduğu günümüzde başlangıçta sadece sınıf ortamında kullanılan araç gereçle sınırlı olan eğitim teknolojisi, bugün teknolojik sistem, askeri eğitim, tıp, öğrenci yetiştirme gibi birçok alandaki eğitimi kapsamaktadır. Zaten bilimde, endüstride ve araştırmada gerçek dünya sorunları teknolojilerin yardımı ile ele alınır ve çözülür. Bu nedenle dijital araçlardan yararlanarak günlük hayat probleminin çözümünün gerçekleştirilmesi çözüm ile günlük hayat arasındaki ilişkinin yorumlanmasında bütünlüğü sağlar (Siller & Greefrath, 2010). Bu anlamda, son zamanlarda yeni ve modern teknolojiyle birlikte gündeme gelen sanal gerçeklik (virtual reality), artırılmış gerçeklik (augmented reality) gibi uygulamalar, eğitim yöntemlerine farklı bir bakış açısı getirmiştir.

Son yıllarda teknolojik gelişmelerin eğitim ortamlarına entegrasyonu ile ilgili çalışmalar yoğunluk kazanmış ve öğretim teknolojilerinin öğrenme ortamlarındaki yeri de giderek artmıştır (Akkuş & Özhan, 2017; Alkan, 2005). Öğrenme ortamlarında birden fazla öğretim yöntemi ile ders yapılmasına ek olarak materyal kullanımı; dolayısıyla da dijital araç ve gereç kullanımı kaçınılmaz bir hal almıştır (Seferoğlu, 2006). Akpınar'a (2003) göre, öğrenme ortamında kullanılacak resim, animasyon ve videolar, öğrencilerin bilgiyi keşfetme konusunda uygun stratejiler geliştirmesini, birbirleriyle etkileşim kurmasını (tartışma ortamı şeklinde), değişkenler arasındaki ilişkilerin anlaşılmasını sağlayarak modellemeyi kolaylaştırabilecek ve somut ve soyut ifadelerin ilişkilendirilmesine yardımcı olabilecektir (Hıdıroğlu & Hıdıroğlu, 2016). Etkileşim düzeyi yüksek olan dijital araç ve gereçler ise, öğrencilere problem oluşturma, çözme, durumları yeniden tanımlama, model oluşturma, ilişkileri yeniden keşfetme gibi fırsatlar sunmaktadır (Baki, 2002).

Günümüz matematik öğretim programı “Matematiksel yetkinlik ve bilim/teknolojide temel yetkinlikler” ve “Dijital yetkinlik” ile öğrencilerin iş bilgi iletişim teknolojilerini güvenli ve eleştirel şekilde kullanma bilgi, beceri ve davranışlara sahip yetkin bireyler yetiştirmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca “bilgiyi problem çözme sürecinde kullanabilen, farklı disiplinlere uygulayabilen, varsayımda bulunabilen, genelleme yapabilen, analitik düşünebilen,

karşılaşılan problemleri matematiksel akıl yürütme ile modelleyebilen, modelleri sözel ve matematiksel ifadelerle ilişkilendirebilen” insana ihtiyaç duyulmaya başlandığı da açıkça ifade edilmektedir. Bu ihtiyaçlara binaen 2004 yılından itibaren öncelikle ilköğretimde, ardından da ortaöğretimde yapılandırmacılığa dayalı öğretime geçilmiştir. Yapılandırmacı yaklaşım için en uygun pedagojik etkinlikler deney, tartışma, proje gerçekleştirme, gerçek yaşam problemlerini çözme gibi faaliyetlerdir. Bu faaliyetlerin gerçekleştirilmesinde aktif öğrenci katılımının yer alması, öğrencilerin bireysel veya grup olarak varsayımlarda bulunması ve sonuçlara ulaşması ise öğrencileri isteklendirmektedir (Erbaş & Demirer, 2015). Ayrıca yapılandırmacı yaklaşımda etkili bir öğrenme ortamının oluşturulabilmesi için teknolojik imkanların bu ortama dahil edilmesi gerekmektedir (Jonassen, Carr & Hsiu-Ping, 1998). Bu teknolojik imkanlardan olan sanal gerçekliğin ve artırılmış gerçekliğin müfredatın beklentisi doğrultusunda öğrenciye aktif katılım, yaparak yaşayarak öğrenme gibi fırsatlar sunmasından dolayı, önemi hızla artmaktadır.

Sanal gerçeklik, gerçek dünyanın dijital ortama taşındığı, üç boyutlu gerçek modellerden oluşan ve birey etkileşimine dayalı olarak tasarlanan ortamlardır. Sanal öğrenme ortamları bireylere gerçek dünyada ulaşılması veya yapılması zor durumlar için deneyim elde etme fırsatı verirken, soyut kavramların da somutlaştırılmasını sağlamaktadır (Bakas & Mikropoulos, 2003). Artırılmış gerçeklik ise sanal gerçekliğin bir türevi olarak ifade edilmekte (Azuma, 1997) ve gerçek dünyada bulunan nesnelerin, sanal nesnelerle etkileşime girdiği bir sanal ortam olarak tanımlanmaktadır (Zhu, Owen Li & Lee, 2004).

Sanal gerçekliğin eğitimde kullanımına yönelik yapılan çalışmalar incelendiğinde daha çok Kimya eğitimi, Coğrafya eğitimi gibi alanlarda yoğunlaştığı görülmektedir (Manseur, 2005). Ayrıca öğrenme ortamlarında kullanımının motivasyonu, sosyal beceri ve iletişimi artırdığına ve öğrenmeyi olumlu etkilediğine yönelik çalışmalar (Çavaş, Huyugüzel-Çavaş & Taşkın-Can, 2004; Halvorson, Ewing & Windisch, 2011; Harris & Rea, 2009; Heid & Kretschmer, 2009; Holmberg, 1997; Mishra, 2009; Özdiç, 2010) bulunmaktadır.

Çavaş vd. (2004) eğitimde kullanılan sanal gerçeklik ortamlarını incelemiş ve gruplandırmıştır:

- Etkileşim: Sanal gerçeklik ortamlarında öğrenci nesnelerle etkileşim içerisinde ve onları çeşitli açılardan inceleme ve gözlemleme şansına sahiptir.

- Öğrencinin dikkatini toplama: Yapılan çalışmalar incelendiğinde sanal gerçeklik ortamlarında öğrenciler, öğrenilmesi beklenen konuya tamamen odaklanabilmişlerdir.
- Öyküsel esneklik: Sanal gerçeklik ortamlarında problem durumları öyküsel bir özellik taşımaktadır.
- Deneysel oluşu: Sanal gerçeklik ortamlarında öğrenciler gerçekleştirdikleri etkinlikler sayesinde deneyim kazanabilmektedir.
- Duyulara önem vermesi: Sanal gerçeklik ortamlarında bulunan ses, ışık, görüntü, etkileşim gibi durumlardan dolayı öğrencilerin birden fazla duyusunu harekete geçirerek kalıcılığı artırmaktadır.

Artırılmış gerçeklik ile sınıf içerisinde kullanılan geleneksel yöntemleri karşılaştırma şeklinde yapılan çalışmalar (Freitas & Campos, 2008; Kerawalla, Luckin, Seljeflot & Woolard, 2006; Lave & Wenger, 1991; Pérez-López & Contero, 2013; Squire & Jan, 2007) artırılmış gerçekliğin öğrencilerin öğrenmelerini kolaylaştırdığını ve daha fazla dikkatlerini çektiklerini ortaya koymuştur. Ayrıca artırılmış gerçeklik çalışmalarının eğitim alanındaki uygulamaları incelendiğinde; genel olarak teknolojinin günlük hayatla ilişkilendirildiği etkinlikler öne çıkmaktadır (Quarles vd., 2008 akt. Karal & Abdüsselam, 2015).

Alanyazın incelemesi sonucunda, matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmeye yönelik oluşturulacak öğrenme ortamının da şu özellikleri sağlaması gerektiği düşünülmektedir:

- Matematiksel modelleme yeterliklerinin bütüncül yaklaşımla ele alınması gerektiği düşünüldüğünden dolayı, öğrenme ortamında bu yeterlikleri ortaya çıkarmayı sağlayacak yönergelerle öğretmenlerde bu bilişsel sürecin oluşması sağlanmalıdır.
- Matematiksel modelleme etkinlikleri seçilirken bütüncül yaklaşımdan dolayı etkinliklerin bütün yeterlikleri ortaya çıkarmaya elverişli olması gerektiği düşünülmektedir. Ayrıca matematiksel modelleme ile ilk defa tanışacak bireyler olması göz önünde bulundurularak etkinlikler, basitten karmaşığa doğru sıralanmalıdır.
- Gerçek yaşam ile matematik dünyası arasında köprü kurulmasına olanak sağlayacak sınıf dışı uygulamaları içeren etkinlikler de öğrenme ortamında yer almalıdır.
- Matematiksel modellemenin öğrenme ortamına taşınması ile ilgili zorluklarda yer alan “matematiksel modelleme etkinliklerinin karmaşık yapıda olması” onu daha az kullanılabilir kılmaktadır. Bu sebeple

seçilen etkinliklerin karmaşıklığından ziyade açık ve farklı kademelerde kullanılabilir yapıda olması gerekmektedir. Ayrıca alanyazında bireylerin matematiksel modelleme basamakları arasındaki geçişlerde zorluklar yaşadıkları ifade edilmektedir. Dolayısıyla bireylere matematiksel modelleme süreçlerine yönelik deneyimler yaşatmak önemlidir. Böylece her alt süreç için belirlenen zorlukların ortadan kaldırılmasına olanak sağlanacağı düşünülmektedir.

- Öğrencilerin motivasyon ve ilgilerini artırmak için etkinlerle birlikte günlük hayata dair senaryo, video, haber gibi durumlara ek olarak somut materyal kullanımı ile öğrenme ortamı dikkat çekici bir hale getirilmelidir. Ayrıca günümüz teknolojisini de dahil ederek birden çok duyu organını öğrenme sürecine katmanın kalıcılığın yanı sıra derse olan ilgiyi de artıracığı düşünülmektedir.
- Matematiksel modelleme etkinliklerinin çözüm süreçlerinde bireysel ve grup çalışmalarının olmasına, çalışma sonuçlarının sunulmasına, oluşturulan modellerin tartışılmasına öğrenme ortamında yer verilmelidir.

KAYNAKÇA

- Akgün, L., Çıltaş, A., Deniz, D., Çiftçi, Z., & Işık, A. (2013). İlköğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme ile ilgili farkındalıkları. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12, 1-33.
- Akkuş, İ., & Özhan, U. (2017). Augmented reality applications in mathematics and geometry education. *Inonu University Journal of the Graduate School of Education*, 4(8), 19-33.
- Akpınar, Y.(2003). Öğretmenlerin yeni bilgi teknolojileri kullanımında yükseköğretimin etkisi: İstanbul okulları örneği, *The Turkish Online Journal of Educational Technology (TOJET)*, 2(2), 79-96.
- Alkan, C. (2005). *Eğitim teknolojisi*: Anı Yayıncılık.
- Arcavi, A. (2002). The everyday and the academic in mathematics. Brenner, M.E. and Moschkovich, J.N. (Ed.). *Everyday and Academic Mathematics in the Classroom*, (s. 12-29). Virginia: National Council of Teacher of Mathematics. <https://doi.org/10.2307/749962>
- Ata-Baran, A. (2019). *Matematiksel modellemeye dayalı bir öğretim deneyinde sekizinci sınıf öğrencilerinin matematiksel iletişim becerilerinin, matematik okuryazarlıklarının ve duyuşsal alan özelliklerinin incelenmesi*. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 544416).
- Aydın-Güç, F. (2015). *Matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik tasarlanan öğrenme ortamlarında öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesi* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 381105).
- Aydın-Güç, F., & Baki, A. (2016). Matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirme ve değerlendirme yaklaşımlarının sınıflandırılması. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 7(3), 621-645.
- Aydoğan-Yenmez, A. (2017). Teknolojinin matematiksel modelleme sürecine etkileri. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (26), 602-646.
- Azuma, R. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6, 355-385.
- Babacan (2014). *Dokuzuncu sınıf İngilizce dersi öğretim programının bütüncül eğitime göre değerlendirilmesi* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 431417).
- Bakas, C. & Mikropoulos, T. A. (2003). Design of virtual environments for the comprehension of planetary phenomena based on students' ideas. *International Journal of Science Education*, 25, 949-467.
- Baki, A. (2002). *Öğrenen ve öğretmenler için bilgisayar destekli matematik*. İstanbul: BİTAV-Ceren Yayın Dağıtım.

- Bal, A. P., & Doğanay, A. (2014). Sınıf öğretmenliği adaylarının matematiksel modelleme sürecini anlamalarını geliştirmeye yönelik bir eylem araştırması. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14 (4), 1363-1384.
- Baykul, Y. (2003). *İlköğretimde Matematik Öğretimi: 1-5 Sınıflar için*. Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Berry, J., & Houston K. (1995). *Mathematical Modelling*. Bristol: J. W. Arrowsmith Ltd.
- Biccard, P. (2010). *An investigation into the development of mathematical modelling competencies of grade 7 learners*. Unpublished Master Thesis, Stellenbosh University, Stellenbosh.
- Biccard, P., & Wessels D. C. J. (2011). Documenting the development of modelling competencies of grade 7 mathematics students. In G. Kaiser, W. Blum, R. B. Ferri & G. Stillman (Eds.), *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling* (pp. 375- 383). New York: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0910-2_37.
- Biembengut, M.S., & Hein, N. (2013). Mathematical modeling: Implications for teaching. *Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies*. 481-490
- Bilgili, S. (2022). *Matematik Öğretmenlerinin Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Geliştirilmesi*. (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 765372)
- Bilgili, S., & Çiltaş, A. (2019). Similarity and differences in visuals in mathematical modeling of primary and secondary mathematics teachers. *International Journal of Eurasia Social Sciences*. 10(35). 334-353.
- Blomhøj, M. (2007). Developing mathematical modelling competency through problem based project work - experiences from roskilde university. *Philosophy and Science Teaching Conference*.
- Blomhøj, M. (2009). Different perspectives in research on the teaching and learning mathematical modelling - Categorising the TSG21 papers. In M. Blomhøj & S. Carreira (Eds.), *Mathematical Applications and Modelling in The Teaching and Learning of Mathematics*. 1-17. Roskilde University: Department of Science, Systems and Models, IMFUFA.
- Blomhøj, M., & Jensen, T. H. (2003). Developing mathematical modelling competence: Conceptual clarification and educational planning. *Teaching Mathematics and Its Applications*, 22(3), 123-139. <https://doi.org/10.1093/teamat/22.3.123>.
- Blomhøj, M., & Jensen, T. H. (2007). What's all the fuss about competencies? Experiences with using a competence perspective on mathematics education to develop the teaching of mathematical modelling. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn, and M. Niss (Eds.), *Modelling and Applica-*

- tions in *Mathematics Education*. 45-56. New York: Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-29822-1_3
- Blum, W. (1991). Applications and modelling in mathematics teaching - A review of arguments and instructional aspects. In M. Niss, W. Blum, and I. Huntley (Eds.), *Teaching of Mathematical Modelling and Applications* (ss. 10-29). England: Ellis Horwood.
- Blum, W. (1996). Anwendungsbezüge im mathematikunterricht – trends und perspektiven. *Schriftenreihe Didaktik der Mathematik*, 23, 15-38
- Blum, W. (2002). Applications and modelling in mathematics education - Discussion document. ICMI Study 14: *Educational Studies in Mathematics*, 51, 149-171. <https://doi.org/10.1023/A:1022435827400>
- Blum, W., & Borromeo Ferri, R. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt? *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(1) 45-58.
- Blum, W., & Leiß, D. (2007). How do teachers deal with modeling problems? In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum & S. Khan (Eds.), *Mathematical modeling (ICTMA 12): Education, Engineering and Economics*. 222–231. Chichester: Horwood Publishing. <https://doi.org/10.1533/9780857099419.5.221>
- Blum, W., & Niss, M. (1991). Applied Mathematical Problem Solving, Modelling, Applications, and Links to Other Subjects. State, *Trends and Issues in Mathematics Instruction. Educational Studies in Mathematics*, 22, 37-68. <https://doi.org/10.1007/BF00302716>
- Bonotto, C. (2001). How to connect school Mathematics with students' cut-of-school knowledge. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 33(3), 75-84. <https://doi.org/10.1007/BF02655698>
- Borromeo-Ferri, R. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modeling process. *ZDM, The International Journal on Mathematics Education*, 38(2), 86 – 95. <https://doi.org/10.1007/BF02655883>
- Brand, S. (2014). Effects of a holistic versus an atomistic modelling approach on students' mathematical modelling competencies. In C. Nicol, P. Liljedahl, S. Oesterle, & D. Allan (Eds.), *Proceedings of The Joint Meeting of PME 38 And PME-NA 36*, Vol. 2 (pp. 185-191). Vancouver, Canada: PME.
- Bukova Güzel, E. (2011). An examination of pre-service mathematics teachers' approaches to construct and solve mathematical modeling problems. *Teaching Mathematics and Its Applications*, 30(1), 19-36. <https://doi.org/10.1093/teamat/hrq015>
- Bukova- Güzel, E. (2015). *Matematik Eğitiminde Matematiksel Modelleme*. (1.baskı). Ankara: Pegem.

- Cinislioglu, B. (2017). *Matematiksel modelleme yöntemi ile doğrusal denklemler konusunun öğretiminin ortaokul üçüncü sınıf öğrencilerinin akademik başarısına etkisi* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 480360)
- Crouch, R., & Haines, C. (2004). Mathematical modelling: Transitions between the real world and mathematical model. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 35(2), 197-206. <https://doi.org/10.1080/00207390310001638322>
- Çakmak-Gürel, Z. (2018). Matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme süreçlerinin bilişsel açıdan incelenmesi. Doktora Tezi.
- Çavaş, B., Huyugüzel Çavaş, P., & Taşkın Can, B. (2004). Eğitimde sanal gerçeklik. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 3(4), 110-116.
- Çiltaş, A. (2011). *Dizi ve seriler konusunun matematiksel modelleme yoluyla öğretiminin ilköğretim matematik öğretmenleri adaylarının öğrenme ve modelleme becerileri üzerine etkisi* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 301126)
- Çiltaş, A. (2015). Ortaokul matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme etkinliği oluşturma süreçlerinin incelenmesi. *Route Educational and Social Science Journal*, 2(4), 332-344. <https://doi.org/10.17121/ressjournal.415>
- Deniz, D. & Akgün, L. (2018). Matematiksel modellemenin matematik öğretmeni adaylarının matematik, matematiğin öğretimi ve öğrenimine yönelik inançları üzerindeki etkisinin incelenmesi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(18). 19-25.
- Doerr, H., & Ärleback, J. B. (2015) Fostering students' independence in modelling activities. *CERME 9 - Ninth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Charles University in Prague, Faculty of Education; ERME*, pp.855-861.
- Doruk, B. K. (2012). İletişim Becerisinin Gelişimi İçin Etkili Bir Araç: Matematiksel Modelleme Etkinlikleri . *MATDER Matematik Eğitimi Dergisi* , 1(1) , 1-12 .
- Dost, Ş. (2019). *Matematik Eğitiminde Modelleme Etkinlikleri*. (1. Baskı) Ankara: Pegem
- Erbaş, A. K., Kertil, M., Çetinkaya, B., Çakıroğlu, E., Alacacı, C., & Baş, S. (2014). Matematik eğitiminde matematiksel modelleme: Temel kavramlar ve farklı yaklaşımlar. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(4), 1-21.
- Erbaş, Ç., & Demirel, V. (2015). Mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarının incelenmesi ve eğitimsel açıdan değerlendirilmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(3), 802-813.

- Erdemir, N., Bakırcı, H. ve Eyduran, E. (2009). Öğretmen adaylarının eğitimde teknolojiyi kullanabilme özgüvenlerinin tespiti. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 6(3), 99-108.
- Eric, C. C., Dawn, N. K., Wanty, W., and Seto, C. (2012). Assessment of primary 5 students' mathematical modelling competencies. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*, 35(2), 146-178.
- Freitas, R., & Campos, P. (2008). SMART: a System of Augmented Reality for Teaching 2 nd grade students. In *Proceedings of the 22nd British HCI Group Annual Conference on People and Computers: Culture, Creativity, Interaction*, 2, 27-30. British Computer Society.
- Frejd, P., & Ärlebäck, J. B. (2011). First results from a study investigating Swedish upper secondary students' mathematical modelling competencies. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri & G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling* (pp. 407–416). Springer: New York.
- Fu, J., & Xie, J. (2013). Comparison of mathematical modelling skills of secondary and tertiary students. In G. A. Stillman, G. Kaiser, W. Blum & J. P. Brown (Eds.), *Teaching mathematical modelling: connecting to research and practice. international perspectives on the teaching and learning of mathematical modelling* (pp. 165-173). New York: Springer. doi: 10.1007/978-94-007-6540-5_14
- Galbraith, P., & Clatworthy, N. J. (1990). Beyond standard models – Meeting the challenge of modelling. *Educational Studies in Mathematics*, 21(2), 137-163.
- Galbraith, P., & Stillman, G. (2006). A framework for identifying student blockages during transitions in the modelling process. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik-ZDM*. 38(2), 143-162. <https://doi.org/10.1007/BF02655886>.
- Gravemeijer, K. (1999). How emergent models may foster the constitution of formal mathematics. *Mathematical Thinking and Learning*. 1(2), 155-177. https://doi.org/10.1207/s15327833mtl0102_4
- Gravemeijer, K., & Doorman, M. (1999). Context Problems in Realistic Mathematics Education: A Calculus Course as an Example. *Educational Studies in Mathematics*, 39, 111-129. <https://doi.org/10.1023/A:1003749919816>
- Greer, B. (1997). Modelling reality in mathematics classroom: The case of word problems. *Learning and Instruction*, 7, 293- 307. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(97\)00006-6](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(97)00006-6)
- Grünewald, S. (2012). Acquirement of modelling competencies – First results of an empirical comparison of the effectiveness of o holistic respectively an atomistic approach to the development of (metacognition) modelling

- competencies of students. *12th International Congress on Mathematical Education Program*. COEX, Seoul, Korea.
- Haines, C., & Crouch, R. (2001). Recognizing constructs within mathematical modelling. *Teaching Mathematics and Its Applications*, 20(3), 129-138. <https://doi.org/10.1093/teamat/20.3.129>
- Halvorson, W., Ewing, M., & Windisch, L. (2011). Using Second Life to teach about marketing in Second Life. *Journal of Marketing Education*, 33, 217-228.
- Harris, L. and Rea, A. (2009) Social networks: The future of marketing for small business. *Journal of Business Strategy*, 30, 24-31.
- Heid, S., & Kretschmer, T. (2009). LLL3D's contribution to teaching and learning with 3-D MUVES in higher education. *British Journal of Educational Technology*, 40(3), 568-571.
- Henning, H., & Keune, M. (2007). Levels of modelling competencies. In W. Blum, P.L. Galbraith, H. W. Henn & M. Niss (Eds.), *Modeling and applications in mathematics education (ICMI 14)* (pp. 225–232). New York: Springer.
- Hidroğlu, Ç. N. (2012). *Teknoloji destekli ortamda matematiksel modelleme problemlerinin çözüm süreçlerinin analiz edilmesi: Yaklaşım ve Düşünme Süreçleri Üzerine Bir Açıklama*. Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Hidroğlu, Ç. N., & Özkan Hidroğlu, Y. (2016). *Modelleme yaklaşımlarına bütüncül bir bakış ve yeni bir öğrenme modeli önerisi: HTTM modeli ve kuramsal temeli*. Ö. Demirel & S. Dinçer (Eds), Eğitim bilimlerinde yenilik ve nitelik arayışı, (ss. 1109-1142) içinde. Ankara: Pegem Akademi.
- Holmberg, B. (1997). Distance education theory again. *Open Learning: The Journal of Open, Distance and e-Learning*, 12(1), 31-39.
- Huang, C. H. (2011). Assessing the modelling competencies of engineering students. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 9(3), 172-177.
- Işık, N. (2016). *Matematiksel modelleme etkinliklerinin ilkökul 4. sınıfta sayılar öğrenme alanına ilişkin zorluk algısı ve başarıya etkisi* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 430676)
- Izard, J., Haines, C., Crouch, R., Houston, K., & Neil, N. (2003). Assessing the impact of teachings mathematical modeling: Some implications. In S. J. Lamon, W. A. Parker, and K. Houston (Eds.), *Mathematical Modelling: A Way of Life*. 165-177. Chichester: UK:Horwood Publishing. <https://doi.org/10.1533/9780857099549.4.165>
- İncikabı, S. (2020). *Matematiksel modelleme etkinliklerinin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerine ve öğretim deneyimlerine yansımalarının araştırılması*. (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 625340).

- Ji, X. (2012, July). A quasi-experimental study of high school students' mathematics modelling competence. *12. International Congress on Mathematical Education*. Korea: Seoul.
- Kaiser, G. (2007). Modelling and modelling competencies in school. In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, and S. Khan (Eds.), *Mathematical Modelling Education, Engineering And Economics*. 110-119. Chichester: Horwood. <https://doi.org/10.1533/9780857099419.3.110>
- Kaiser, G., & Maaß, K. (2007). Modelling in lower secondary mathematics classroom problems and opportunities. *New ICMI studies series*, 10, 99.
- Kaiser, G., & Schwartz, B. (2006) Mathematical modeling as a bridge between school and university. *ZDM, The International Journal on Mathematics Education*, 38(2), 196 – 208. <https://doi.org/10.1007/BF02655889>
- Kaiser, G., & Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38(3), 302-310. doi: 10.1007/BF02652813
- Kaiser, G., Schwarz, B., & Tiedemann, S. (2010). Future teachers' professional knowledge on modeling. In R. Lesh, P. L. Galbraith, C. R. Haines & A. Hurford (Eds.), *Modeling students' mathematical modeling competencies* (pp. 433- 444). New York: Springer. doi: 10.1007/978-1-4419-0561-1_37.
- Karal, H., & Abdüsselam, S.M. (2015) *Artırılmış Gerçeklik* (Ed. Akkoyunlu, B. İşman, A. Odabaşı, F. H.). Eğitim Teknolojileri, Ankara, 150-174
- Kerawalla, L., Luckin, R., Seljeflot, S., & Woolard, A. (2006). "Making it real": exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual Reality*, 10(3-4), 163-174
- Kertil, M. (2008). *Matematik öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin modelleme sürecinde incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 221516).
- Korkmaz, H. (2014). *An investigatoin of prospective secondary mathematics teachers' thinking about mathematical modeling and pedagogy of modeling throughout a modeling course*. Doktora Tezi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Kotze, H. (2018). Competencies in mathematical modelling tasks: An error analysis. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(8). 1-12.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. NY: Cambridge University Press.
- Lesh, R. A., & Doerr, H. (2003). Foundations of model and modelling perspectives on mathematic teaching and learning. In R. A. Lesh & H. Doerr (Eds.), *Beyond Constructivism: A Models and Modelling Perspectives on Mathematics Teaching, Learning and Problem Solving*. 3-33. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

- Lesh, R., Doerr, H. M., Carmona, G., & Hjalmarson, M. (2003). Beyond constructivism. *Mathematical Thinking and Learning*, 5(2-3), 211–233. <https://doi.org/10.1080/10986065.2003.9680000>
- Lingefjård, T. (2002). Mathematical modeling for preservice teachers: a problem from anesthesiology, *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 7, 117-143. <https://doi.org/10.1023/A:1021122431218>
- Lingefjård, T. (2006). Faces of mathematical modeling. *ZDM- Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*. 38(2), 96-112. <https://doi.org/10.1007/BF02655884>
- Lingefjård, T., & Holmquist, M. (2005). To assess students' attitudes, skills and competencies in mathematical modeling. *Teaching Mathematics and its Applications*, 24(2-3), 123-133. <https://doi.org/10.1093/teamat/hri021>
- Ludwig, M., & Xu, B. (2010). A comparative study of modelling competencies among chinese and german students. *Journal for Didactics of Mathematics*, 31 (1), 77-97.
- Maaß, K. (2006). What are modelling competencies? *Zentralblatt Für Didactik Der Mathematic*, 38(2), 113-142. <https://doi.org/10.1007/BF02655885>
- Maaß, K. (2007). Modelling tasks for low achieving students – first results of an empirical study. In D. Pitta-Pantazi, and G. Philippou (Eds.), *Proceedings of The Fifth Congress of The European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 2120-2129).
- Manseur, R., 2005, Virtual reality in science and engineering education, *35th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*, Indianapolis.
- Mischo, C., & Maaß, K. (2012). Which personal factors affect mathematical modelling? The effect of abilities, domain specific and cross domain-competences and beliefs on performance in mathematical modelling. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(7), 3-19
- Mishra, S. (2009). *Virtual worlds*. In S. Mishra (Ed.), *E-Learning* (pp. 110-113). New Delhi: Indira Gandhi National Open University.
- Özdemir, E., & Üzel, D. (2013). A case study on teacher instructional practices in mathematical modeling. *The Online Journal of New Horizons in Education*, 3(1), 1-14.
- Özdingç, F. (2010). *Üç boyutlu çok kullanıcı sanal ortamların oryantasyon amaçlı kullanılması*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara
- Perez-López, D. P., & Contero, P. (2013). Delivering educational multimedia contents through an augmented reality application: A case study on its impact on knowledge acquisition and retention. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 12(4), 19-28
- Perk, E. (2019). Fonksiyonlar konusunun öğretiminde matematiksel modelleme yönteminin meslek lisesindeki öğrenci başarısına etkisi. (Yüksek lisans

- tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 556108).
- Plath, J., Leiss, D., & Schwippert, K. (2014). Characteristics of comprehension processes in mathematical modelling. In S. Oesterle, C. Nicol, P. Liljedahl, and D. Allan (Eds.), *Proceedings of the 38th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education and the 36th Conference of the North American Chapter of the Psychology of Mathematics Education* (6, pp. 198). Vancouver, Canada: PME.
- Ramos-Rodríguez, E., Fernández-Ahumada, E., & Morales-Soto, A. (2022). Effective teacher professional development programs. A case study focusing on the development of mathematical modeling skills. *Education Science*. 12(2). <https://doi.org/10.3390/educsci12010002>
- Rensaa, R. J. (2011). A task based two-dimensional view of mathematical competency used to analyse a modelling task. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 19 (2), 37-50.
- Sağırılı, M. Ö. (2010). *Türev konusunda matematiksel modelleme yönteminin orta-öğretim öğrencilerinin akademik başarıları ve öz-düzenleme becerilerine etkisi* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 279272).
- Schmidt S. J. (2011) From objects to processes: A proposal to rewrite radical constructivism. *Constructivist Foundations* 7(1), 1–9 & 37–47. <http://constructivist.info/7/1/001>
- Schönbrodt, S., Wohak, K., & Frank, M. (2022). Herramientas digitales para la modelización matemática colaborativa en línea. *Modeling in Science Education and Learning*. 15(1), 151-174.
- Schwarz, B., & Kaiser, G. (2007). Mathematical modelling in school-experiences from a project integrating school and university. In D. Pitta-Pantazi, and G. Philippou (Eds.), *Proceedings of the Fifth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 2180-2189).
- Seferoğlu, S.S. (2006). *Öğretim Teknolojileri ve Materyal Tasarımı* (1.baskı). Ankara: Pegem.
- Sekerak, J. (2010). Phases of mathematical modelling and competence of high school students. *The Teaching of Mathematics*, 13(2), 105-112.
- Sevinç, Ş., & Melek, Z. (2020). Investigation of individual and group development of prospective mathematics teachers in modeling activity. *Başkent University Journal Of Education*. 7(1), 1-19.
- Siller, H. S., & Greefrath, G. (2010). *Mathematical modelling in class regarding to technology*. In Durand-Guerrier, V., Soury-Lavergne, S. and Arzarello, F. (Eds.), *Proceedings of the sixth congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 2136-2145). France: Lyon.

- Squire, K. D., & Jan, M. (2007). Mad city mystery: Developing scientific argumentation skills with a place-based augmented reality game on handheld computers. *Journal of Science Education and Technology*, 16(1), 5-29.
- Stillman, G. (2012). Applications and modelling research in secondary classrooms: What have we learnt? *12th International Congress on Mathematical Education Program*. COEX, Seoul, Korea. https://www.mathunion.org/fileadmin/ICMI/Conferences/ICME/ICME12/www.icme12.org/upload/submission/1923_F.pdf sayfasından 10.01.2022 tarihinde edinilmiştir.
- Stillman, G., Galbraith, P., Brown, J., & Edwards, I. (2007). A framework for success in implementing mathematical modelling in the secondary classroom. In J. Watson & K. Beswick, (Eds.). *Mathematics: Essential research, essential practice* (pp. 691-700). Australia: Merga.
- Şen-Zeytun, A. (2013). *An investigation of prospective teachers' mathematical modelling processes and their views about factors affecting these processes* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 341056).
- Tekin-Dede, A., & Yılmaz, S. (2013). İlköğretim matematik öğretmenleri adaylarının modelleme yeterliklerinin incelenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 4(3), 185-206.
- Tong, D. H., Loc, N. P., Uyen, B. P., & Giang, L. T. (2019). Developing the competency of mathematical modelling: A case study of teaching the cosine and sine theorems. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 18(11), 18-37
- Törner, G. (2002). Mathematical beliefs - a search for a common ground. In G. C. Leder, E. Pehkonen, & G. Törner (Eds.), *Beliefs: A hidden variable in mathematics education?* 73-94. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Türker, B., Sağlam, Y., & Umay, A. (2010). Preservice teachers' performances at mathematical modeling process and views on mathematical modeling. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 4622-4628. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.740>
- Van Amerom, B. (2002) *Reinvention of early algebra* - Developmental research on the transition from arithmetic to algebra. Utrecht: CD-b Pres.
- Zhu, W., Owen, C., Li, H. & Lee, J.-H. (2004). Personalized in-store e-commerce with PromoPad: an augmented reality shopping assistant. *Electronic Journal for E-commerce Tools and Applications*, 1(3), 1-19.

Uzamsal Kavramların Öğretiminde İşbirlikli Artırılmış Gerçeklik Ortamları

Bilal Özçakır¹

Özet

Bu bölüm, uzamsal yetenek ve matematik öğreniminde artırılmış gerçeklik destekli işbirlikli öğrenme ortamları üzerine odaklanmaktadır. Uzamsal yetenek yalnızca matematik derslerinde değil günlük yaşamda da sıklıkla kullanılan bir yetenektir. Günlük yaşamda, bireyler yer veya nesne hakkındaki düşüncelerini uzamsal yetenekleri çerçevesinde anlatırlar. Bu nedenle uzamsal yeteneğin geliştirilmesi için düzenlenen öğretim ortamlarında konuşma, ifade etme, ortak çalışma ve farklı bakış açılarını inceleme önemli görülmektedir. İşbirlikli matematik öğrenme ortamlarında öğrencilerin dikkatini konuya odaklayan için zorlayıcı ancak eğitici görevler kullanılarak uzamsal yeteneklerini sergileyebilecekleri etkinlikler tasarlanmalıdır. Bu etkinliklerde hem somut hem de sanal materyallerin kullanımı önemli olarak görülmektedir. Somut materyallerin katı yapısı, çeşitlilik sunmada sınırlılıklara neden olmaktadır. Teknoloji, bu sınırlılığı dinamik ve etkileşimli materyallerle doldurabilir. Özellikle Artırılmış Gerçeklik (AR) teknolojisi, öğrencilere klavye ve fare yerine vücut hareketleriyle etkileşim imkanı sunarak gerçek sınıf ortamını sanal nesnelere birleştirerek eğitim ortamlarını zenginleştirir. AR destekli işbirlikli öğrenme ortamlarının özellikleri, etkileşim, aktif öğrenme süreci ve öğretmenin aktarıcı rolü şeklinde tanımlanmıştır. Sonuç olarak, AR destekli işbirlikli öğrenme ortamları, somut materyallerin doğallığını ve teknolojinin dinamizmini birleştirerek, etkileşimli ve doğal bir öğrenme deneyimi sunmada önemli fırsatlar sağlamaktadır.

1. Uzamsal Yeteneğin Yeri

Günlük yaşamda bir yerin tarifini yaparken, nesnelerin görünümünü tanımlarken, görsel özellikleri anlatırken veya belirli nesnelere hakkında düşünceler ifade ederken o nesne ya da yer hakkında uzamsal bilgi paylaşımı

1 Doçent Doktor, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, bilal.ozcakir@alanya.edu.tr, 0000-0003-2852-1791

yapılır (Galati & Avraamides, 2012). Benzer şekilde, Youniss ve Damon'a (1992) göre bireyler bir yer ya da nesne hakkında fikir paylaşımı yaparken bunu uzamsal fikirler oluşturarak yapma eğiliminde olmaktadır. Alan yazın incelendiğinde, her ne kadar bireylerin nesnelere ya da yerler hakkındaki fikir paylaşımları uzamsal düşünceler çerçevesinde gerçekleştiği görülse de bu düşünce yapısının bireyin sahip olduğu uzamsal yeteneğe etkilendiği görülmektedir. Üst düzey uzamsal yeteneğe sahip bireyler bir şeyin görsel ya da fiziksel özelliklerini tanımlarken genel olarak diğer birey odaklı, allosentrik atıflar ile tanımlamalarda bulunduğu görülürken, düşük uzamsal yeteneğe sahip bireylerin kendini merkeze alan, egosantrik bir bakış açısı ile atıflar kullandıkları görülmektedir (Schober, 2009). Bu nedenle, matematik derslerinde uzamsal kavramların öğretiminde ve uzamsal görevler gerçekleştirirken, öğrencilerin egosantrik bakış açısı ile yapılan tanımlamalardan allosentrik bakış açısına ilerlemeleri için diğer öğrenciler ile aralarındaki etkileşimlerin incelenmesi ve tanımlamalarda kullandıkları stratejilerin geliştirilmesi önemli görülmektedir (Galati & Avraamides, 2012).

2. Uzamsal Yetenek ve İlgili Tanımlar

Bireylerin nesnelere konumları, dönüşümleri, zihinsel görselleştirme ile görsel ve fiziksel özelliklerini tanımlamak için sergiledikleri düşünme stillerini açıklamaya çalışan uzamsal yeteneğe yönelik alanyazında farklı tanımlar ve terminolojilere rastlanmaktadır. Uzamsal düşünme (NRC, 2006; Yakimanskaya, 1991), uzamsal his (Tartre, 1990), uzamsal akıl yürütme (Battista, 2007; Clements & Battista, 1992; NRC, 2006), ve uzamsal biliş (Sjölander, 1998) bunlardan bazılarıdır. Uzamsal yetenek, “yapılandırılmış görsel imgeleri oluşturma, saklama, geri çağırma ve dönüştürme yeteneği” olarak tanımlanmaktadır (Lohman, 1996, s.100). Uzamsal düşünme, bireyin problemleri çözmek amacıyla nesnelere mekansal temsillerini oluşturmak ve manipüle etmek için kullandığı bir bilişsel aktivite olarak tanımlanmıştır (Yakimanskaya, 1991). Diğer yandan, Battista (2007) uzamsal akıl yürütmeyi “uzamsal nesnelere, imgeleri, ilişkileri ve dönüşümleri görebilme, inceleyebilme ve bunlar üzerinde düşünebilme yeteneği” olarak tanımlamıştır (s. 843). Ayrıca, NRC (National Research Council [Ulusal Araştırma Konseyi], 2006) uzamsal düşünme ve akıl yürütmeyi birleştirerek “nesnelere ve bireyin, zihinsel veya fiziksel olarak, uzaydaki yerini ve hareketlerini içeren” bir düşünme stili ve akıl yürütme tarzı olarak tanımlamaktadır (s. 3). Bunların dışında, NCTM (National Council of Teachers of Mathematics [Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi], 2000) uzamsal hissi, “bir bireyin çevresindeki ortamın içindeki nesnelere için sezgisel bir his” olarak

tanımlamış ve uzamsal düşünme tarzının duyu ve algılama ile ilişkisine vurgu yapmıştır. Son olarak, uzamsal kavrama ya da biliş ise bireyin üç boyutlu uzaydaki uzamsal görevler içinde nesnelere ilişkilerini ve yönelimlerini ele almasını sağlayan bir beceri olarak tanımlanmıştır (Sjölander, 1998). Kısaca bu tanımların özü, bir nesneyi döndürme, dönüştürme veya zihinde canlandırma ve özelliklerini zihinsel olarak manipüle etme yeteneği gibi ortak fikirleri anlatmaktadır.

Uzamsal yetenek genel bir tanım çerçevesinde incelendiğinde, Gardner'ın (1983) çoklu zeka teorisinde tanımladığı görsel-mekansal zeka kapsamında dört temel beceriyi kapsar: oluşturma, saklama, geri çağırma ve dönüştürme.

Oluşturma: Bu, bireylerin zihinlerinde nesnelere, ortamların veya soyut kavramların görsel temsillerini yaratabilme yeteneğidir (Kosslyn, Thompson & Ganis, 2006). Bu beceri, yaratıcılık ve yenilikçi düşünce gerektiren alanlarda önemli olmakla beraber matematik derslerindeki uzamsal kavramların zihinde yeniden oluşturulması için de önemlidir.

Saklama: Zihinsel olarak oluşturulan görsel imgeleri hatırlama ve zihinde tutma yeteneği, görsel hafızanın bir yönüdür ve özellikle detayları hatırlama gerektiren durumlarda kritik rol oynar (Goldstein & Vanhorn, 2008). Bu yönüyle, uzamsal kavramların zihinde soyutlanması ve tanımlarla ilişkilendirilmesi olarak matematik derslerinde önemli bir yer tutar.

Geri Çağırma: Daha önce zihinde oluşturulan veya karşılaşılan görsel bilgileri hafızadan geri getirme becerisi olarak tanımlanır. Matematik kavramlarının öğrenilmesi, zihinde saklanmasından sonra uzamsal düşüncenin ortaya çıkmasında ve problem çözme süreçlerinde kullanılması için gerekli bir beceri olarak karşımıza çıkar (Sternberg & Sternberg, 2017).

Dönüştürme: Zihinsel olarak oluşturulan imgeleri manipüle etme becerisi, örneğin bir nesneyi zihinde döndürme veya yeniden boyutlandırma, uzamsal düşünmenin karmaşık bir yönünü temsil eder (Lohman, 1996).

Uzamsal yeteneğin önemi birçok araştırmada ortaya çıkarılmıştır (Battista, 1990; Clements & Battista, 1992; Maier, 1996; Olkun, 2003). NRC (2006) uzamsal yeteneğin bireylerin görsel ve uzamsal nesnelere tanımlama ve problem çözme süreçlerinde anahtar rol oynadığını belirtmektedir. Yukarıda da bahsedildiği gibi bireyler günlük hayatta bile bir yer tarif ederken, herhangi bir nesne ya da konum hakkında konuşurken ve görsel tanımlamalar yaparken uzamsal yetenekleri çerçevesinde bu görüşlerini karşı tarafa aktarmaktadır (Galati & Avraamides, 2012). Bu açıdan bakıldığında, yalnızca matematik dersinde değil günlük hayatta da uzamsal yetenek önemlidir. Bu kapsamda ülkemiz de dahil olmak üzere birçok ülkede matematik

öğretim programlarında uzamsal yeteneğin gelişiminde kilit rol oynayacak kazanımların yer aldığı görülmektedir (Clements & Battista, 1992; MEB, 2018). Uzamsal yeteneğin bireylerin aktif olduğu öğrenme etkinlikleri ile geliştirilebildiği birçok araştırmada ifade edilmektedir (Battista, Wheatley & Talsma, 1982; Embretson, 1987; Maier, 1996; NCTM, 2000). Ayrıca, öğrencilerin kendi ve başkalarının eylemleri ve etkileşimleri hakkında anlayış geliştirebilmeleri için öğrenme sürecinin merkezinde olmaları gerekmektedir (Park, 2012). Bu gibi öğrenme etkinliklerinde ise her ne kadar öğrenciler birey olarak görevin merkezinde yer alsın da başkalarının eylemlerini gözleme ve onların bakış açılarını da deneyimleyerek egosantrik bakış açısından allosantrik bir bakış açısına yönelmelerinin sağlanması için diğer öğrencilerle rekabet yerine işbirliği yapmaları teşvik edilmelidir (Park, 2012).

3. Uzamsal Yetenek ve İşbirlikli Öğrenme

Vygotsky (1978) öğrenmenin, ortak hedeflerle bir görevi işbirlikli yollarla tamamlamak için birlikte çalışarak gerçekleştiğini savunur. Bu tür öğrenme grupları ile öğrenciler, bireysel görevlerdeki öğrenmelerinden daha fazla sorumluluk alırlar (Gilbert & Driscoll, 2002; İslim, 2018).

İşbirlikli öğrenme, öğrencilerin gruplar halinde çalıştıkları, karşılıklı anlayış arayışında buldukları, sorunları çözdükleri, görevleri yerine getirdikleri veya anlamlar aradıkları çeşitli yaklaşımları kapsayan bir şemsiye terim olarak kullanılır. Vygotsky (1978), Dewey (1938) ve Piaget (1951) teorilerinden etkilenmiştir. Smith ve MacGregor'a (1992) göre, işbirlikli öğrenme öğrencilere küçük gruplar halinde çalışma, durumları karşılıklı olarak keşfetme veya ortak bir hedef için ürünler oluşturma fırsatları sunar. Bireylerin kendi dışındaki bireyler ile ortak bir anlayış geliştirebilmesi için anahtar rol oynayan bir çerçevedir (Daniels & Walker, 2001). Öğrenci merkezli bir yaklaşım olup, öğretmen merkezli ders anlatımı yerine öğrencilerin gruplar şeklinde aktif keşfine dayanır (Smith & MacGregor, 1992). Bu nedenle, temel olarak öğrenme sorumluluğu grup üyeleri arasında paylaşılır ve belirli bir kişiye ait olmaktan çıkar (Panitz, 1999). Dolayısıyla, öğretim merkezli yaklaşımlardan öğrenci merkezli yaklaşımlara bir geçişi temsil eder. Bu öğrenme ortamlarında, öğretmenler işbirlikli ortamlarda öğrenciler için zihinsel deneyimler tasarlayan rehber olarak görev yaparlar (Smith & MacGregor, 1992). Dillenbourg (1999), işbirlikli öğrenme ortamını "iki veya daha fazla kişinin birlikte bir şeyler öğrendiği veya öğrenmeye çalıştığı" öğrenme ortamı olarak tanımlamıştır (s.1). İşbirlikli öğrenme ortamı, görev özellikleri, öğrencilerin özellikleri, grup içindeki çeşitlilik ve öğrenciler arasındaki etkileşim gibi faktörlerle öğrencilerin öğrenmesine etki eden bir yaklaşımdır (Panitz, 1999). Her şeyden önce, işbirlikli ortamlarda öğrenme

aktif ve yapıcı bir süreç olarak ilerleyerek öğrencilerin gruplar içindeki ortaklarıyla birlikte yeni bilgiler, fikirler veya beceriler öğrenmek için aktif olarak çalışmalarını ve önceden bildikleri kavramlar üzerine öğrenmelerini oluşturmalarına imkan oluşturmayı sağlar (Smith & MacGregor, 1992). Böylece, işbirlikli ortamlarda, öğrenciler sadece öğretmenden yeni öğrenimler alan rolden çıkarak, bilgilerini birlikte inşa ettikleri ve aktif olarak öğrenmenin merkezinde oldukları bir role geçiş yaparlar.

İşbirlikli matematik öğrenme ortamlarında, öğrencilerin öğrenimi, bu ortamdaki bağlamlar ve görevler tarafından etkilenmektedir. Bu nedenle, öğrencileri aktif öğrenme sürecine dahil etmek için, öğrencilerin ilgilendiği bağlamlar ve görevler önem kazanmaktadır. Zorlu ve eğitici matematiksel görevler, öğrencilerin dikkatini çekerek işbirlikli öğrenmeye olan ihtiyacı ortaya çıkarabilir (Smith & MacGregor, 1992). Böylece, tüm öğrenciler sunulan sorular, problemler, görevler veya diğer bağlamlar için uzak ve pasif gözlemciler olmak yerine çevrenin aktif katılımcıları haline gelir. Öğrencilere bu fırsatları içeren görevler çerçevesinde kavramları incelemelerini, pratik yapmalarını ve keşfetmelerini teşvik etmek ise üst düzey akıl yürütme becerileri ve problem çözme becerilerini kullanmada ve geliştirmede yardımcı olmaktadır (Smith & MacGregor, 1992). İşbirlikli öğrenme ortamlarında öğrenciler, benzer matematiksel görev veya bağlam içinde çalışsalar bile birden fazla perspektife, farklı deneyimlere ve çeşitli anlayış düzeylerine sahip olduklarını fark etmeye başlayarak, bu farklı fikirleri, yetenekleri, bakış açılarını veya deneyimlerini yaptıkları çalışmalarına aktarma fırsatına sahip olmaktadır (Lai, 2011; Smith & MacGregor, 1992). Böylece, kendi dışındaki bireylere deneyimlerinden örnekler ve farklı bağlantılarla öğrenmeye katkıda bulunma fırsatını elde ederler (Davidson & Major, 2014). Dolayısıyla, öğrenciler arasındaki işbirliği, düşük başarı gösteren öğrenciler dahil olmak üzere öğrencilerin öğrenmeleri üzerinde güçlü etkilere sahip olarak, ortamlardaki öğrenmelerine katkıda bulunmaktadır (Lai, 2011). Uzamsal yetenek açısından ise bireylerin farklı bakış açıları ile benzer kavramları, nesneleri konumları görme ve tanımlama fırsatı ortaya çıkar. Vygotsky'nin (1978) "Konuşarak öğrenme" dediği gibi, işbirlikli öğrenme ortamları öğrencilere birbirleriyle konuşma fırsatı sağlayarak sözel etkileşimler oluşturmalarını ve uzamsal konular hakkında konuşmaları için öğrenme fırsatı sunar. Başka bir ifadeyle, grup içinde tartışmalar, ortaklara yapılan açıklamalar ve sorulan sorular, öğrencilerin düşüncelerine fayda sağlamanın yanı sıra uzamsal kavramlara yönelik dışsal bir bakış açısı geliştirmeye de destek olur (Davidson & Major, 2014). Böylece, öğrenme görevlerde veya bağlamlarda karşılıklı katılımlarla sosyal bir etkinlik haline gelerek günlük hayatta ele alınan uzamsal kavramların gelişmesine de fırsat

tanır. Bu karşılıklı etkileşimler, öğrencileri daha farklı bir anlayışa ve yeni bilgilerin oluşturulmasına yönlendirerek, öğrenciler kendi öğrenmelerini ve diğerlerinin öğrenmelerini en üst düzeye çıkarmaktan sorumlu hale gelmelerine neden olur (Panitz, 1999).

Uzamsal yeteneğe yönelik öğrenme ortamları tasarlanırken, öğrencilerin geometrik nesnelere ve şekiller içeren, materyaller ve teknoloji araçları ile iki boyut ve üç boyut arasında geçişler yapabilecekleri, uzamsal kavramları analiz ederek perspektif ve ortografik projeksiyonlarını oluşturabilecekleri bağlamlar barındıran öğrenme etkinlikleri ile çalışmalarını gerektiği NCTM (2000) tarafından belirtilmektedir. Benzer şekilde Maier (1996), Brown ve Wheatley (1997), Olkun (2003) ve Sundberg (1994) tarafından da uzamsal yetenek için öğrencilerin somut materyaller kadar sanal materyalleri de barındıran teknoloji araçlarını kullandıkları öğrenme etkinliklerine dahil edilmesinin önemli olduğu belirtilmektedir. Somut materyaller sınıf ortamlarında kullanılmaya uygun ve bulunabilirliği yüksek araçlar olmasına ve etkinliği farklı araştırmalarla ortaya çıkarılmasına rağmen öğrenciler için farklı ve çeşitli bağlamlar oluşturmaya yönelik şekiller oluşturmada kısıtlılıklara sahiptir. Çoğu somut materyal katı ve sabit yapıda olması nedeniyle öğrencilere farklı şekiller sağlamayı zorlaştıran yapıda olmaktadır. Bu noktada teknoloji araçlarının ders ortamlarına dahil edilmesi öğrencilere dinamik ve etkileşimli materyaller sağlamada etkili olmaktadır. Öğretmenler, problem tabanlı içeren kağıt-kalem etkinlikleri, tartışma tabanlı durumlar veya teknoloji tabanlı materyaller aracılığıyla da öğrencilere işbirlikli bir öğrenme ortamı sağlayabilir.

4. Uzamsal Yetenek ve Teknoloji Destekli İşbirlikli Öğrenme

Teknoloji Destekli İşbirlikli Öğrenme, bireylere işbirlikli öğrenme fırsatları sağlamak için teknolojinin kullanılmasını ifade etmektedir (Lipponen, 2002). Matematik öğretiminde teknoloji kullanımı kavram öğretiminde somut gösterimler sağlamada ve kavramların gerçek hayat ile ilişkilendirilmesinin kolaylaştırılmasında etkili ve yararlı bir ortam oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra, öğrencilerin kendi kavram anlamlarını oluşturmalarına ve matematiği öğrenmenin yanında yapabilmelerine de yardımcı olmaktadır (Tutkun, Güzel, Köroğlu & İlhan, 2012), çünkü matematik eğitiminde teknoloji kullanımı, okul matematiğinde yer alan kavramların ediniminde öğrencilerin akıl yürütmelerini ve matematiksel düşünme yeteneklerini kullanabilecekleri araçlar sağlamaktadır (Tall, 1998). Farklı bir ifadeyle, öğrenme ortamlarında kullanılan teknoloji araçları, öğrencilerin matematiksel kavramları kapsamlı bir şekilde kavramalarına katkıda bulunmaktadır. Bu araçlar, öğrencilere kavramları algılama yoluyla – “görsel ve işitsel materyaller aracılığıyla bilgiyi

arak”, düşünce yoluyla – “bu kavramlar üzerine derinlemesine düşünerek”, ve eylem yoluyla – “görsel nesnelere veya sembollerini aktif olarak manipüle ederek”, kavramların somutlaştırılmasını ve içselleştirilmesini sağlamaktadır (Tall, 1998). Ancak, teknoloji kullanımının faydalarının tam anlamıyla gerçekleşebilmesi için öğretmen desteği ve rehberliği kritik bir öneme sahiptir.

Teknoloji araçlarının öğretim ortamlarına olumlu etkiler oluşturması için teknolojinin derslerde bilinçli ve stratejik kullanımı önemli olmaktadır (Dick & Hollebrands, 2011). Bu nedenle, öğrencilerin ana öğrenme hedeflerine odaklanmalarını sağlamak ve dikkat dağıtıcı unsurları ortadan kaldırmak için öğretmenlerin rehberliği gereklidir. Öğretmenler, teknoloji entegrasyonunu planlarken öğrencilerin öğrenme süreçlerini desteklemek ve onları yönlendirmek için stratejiler geliştirmeli ve böylece, teknolojinin matematik öğretimi ve öğreniminde etkin bir araç olarak işlev görmesini sağlayacak ortamlar tasarlamalıdır. Ülkemizde uygulanan Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programı, öğrencilerin matematiksel kavramları daha iyi anlamalarını ve uygulamalarını desteklemek için teknoloji entegrasyonunun önemini vurgulamaktadır MEB (2018).

Matematik kavramlarının farklı temsillerinin görselleştirilmesi ve bu temsiller arasındaki ilişkilerin incelenmesini kolaylaştıracak teknolojik araçların kullanımının öğrencilerin matematiksel düşünme yeteneklerinin gelişiminde etkili olduğunu gösteren çalışmalar teknoloji destekli öğrenme ortamlarının öğrencilerin matematiksel kavramları anlamalarında ve uygulamalarında olumlu etkileri olduğunu ortaya koymaktadır (Clements, Sarama & DiBiase, 2003). Kastberg ve Leatham (2005), Nelson, Christopher ve Mims (2009), Pierce ve Stacey (2010) ve Suh ve Moyer (2007) gibi araştırmacıların yürüttüğü çalışmalar, teknoloji araçlarının bilinçli ve stratejik kullanımının, matematiksel prosedürlerin ve becerilerin yanı sıra problem çözme, akıl yürütme ve gerekçelendirme yeteneklerini de destekleyebileceğini göstermiştir. Ayrıca, teknoloji destekli ortamların öğrencilere, sanal öğeler kullanarak matematiksel kavramları ve nesnelere içindeki veya aralarındaki ilişkileri keşfetmeleri ve tanımlamaları için dijital bir ortam sunduğu da görülmektedir (Thomas & Holton, 2003). Bu bulgular, öğretmenlerin matematik derslerinde teknoloji entegrasyonunu stratejik olarak dahil etmeleri gerektiğini göstermektedir. Bunun yanında teknoloji destekli ortamların işbirlikli ve aktif öğrenme süreçlerini desteklemek için de önemli fırsatlar oluşturması ile matematiksel bilgi ediniminde hem işlemsel hem de kavramsal öğrenme aktivitelerinin tasarlanabilmesi ile sezgisel öğrenme, örüntü keşfetme, kavramları keşifler ile araştırma ve varsayımları test etme gibi farklı öğrenme ortamlarının birleştirilmesi

mümkün olmaktadır (Masino, 2011; Zbiek, Heid, Blume & Dick, 2007). Böylece, bu öğrenme ortamlarında, zengin etkileşim modları sağlanarak, sanal nesnelerin manipülasyonuna ve rutin hesaplamaların ötesinde aktif keşfe olanak tanınmaktadır (Tall, 1998).

Dinamik geometri yazılımları gibi araçlar, özellikle uzamsal kavramların incelenmesinde çok önemli bir rol oynamaktadır. Hohenwarter ve Jones (2007) ile Tall (1998) bu tür yazılımların, matematiksel kavramların sembolik ve görsel temsillerini aynı anda sunarak ve bu temsiller arasında anlık etkileşimler sağlayarak aktif keşiflere imkan tanıdığını belirtmiştir. Teknoloji araçlarında sanal nesnelere ile aktif bir etkileşim, öğrencilerin merakını ve matematiğe olan motivasyonunu artırarak, öğrenme sürecinde keşifler yapmalarını ve matematiksel akıl yürütme becerilerini geliştirmelerini de destekleyerek, bulguları ve gözlemleri hakkında konuşmalarına imkan tanımaktadır (Drijvers, 2012). Ancak, işbirlikli öğrenme ortamlarında teknoloji araçları kullanılırken bazı zorluklar da ortaya çıkabilmektedir.

Günümüz öğretim ortamlarında kullanılan çoğu teknoloji aracı kendine has kullanım tarzına ve yöntemine sahip olmakta ve çoğunlukla fare, klavye ya da dokunmatik panel ile kullanımı gerektiren nitelikte olmaktadır. Teknoloji araçları ile matematiksel kavramlarla etkileşim sırasında öğrencilerin zaman zaman matematiksel kavramlardan ziyade teknoloji araçlarının nasıl kullanılması gerektiğine odaklanmak zorunda kaldıkları görülmektedir. Bu durum, öğrencilerin kavramla etkileşime geçmek yerine cihazlarla olan etkileşimlerine odaklanmalarına yol açabilmekte ve bu da öğretim ortamlarında teknolojinin asıl faydalarından yararlanmak yerine dikkat dağıtıcı unsurların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir (Tall, 1998). Bu nedenle, bu tip sorunlar barındıran araçlar ile teknoloji entegrasyonu sırasında öğretmenlerin, öğrencilerin matematiksel kavramları algılama, düşünme ve eylem yoluyla anlamalarını dikkatli bir şekilde desteklemesi gerekmektedir.

Öğretmenler, bu teknoloji araçlarının etkili bir şekilde kullanılmasını sağlamak için öğrencileri doğru yönlendirmeli ve onların bu araçlara aşırı bağımlı olmadan matematiksel kavramları derinlemesine anlamalarına yardımcı olmalıdır. Ancak yine de teknoloji destekli ortamların geleneksel kullanımında, üç boyutlu uzamsal kavramları temsil etmeye çalışırken genellikle iki boyutlu ekranlara bağlı kalınması nedeniyle uzamsal gösterimler ve deneyimler üç boyutlu nesnelerin iki boyutlu projeksiyonları ile oluşturulan temsiller gerçekleştirilir. Bu durum ise üç boyutlu nesnelerin sanal ortamlarda sınırlı bir şekilde yansıtılmasına neden olur. Bu tip

kullanımında, üç boyutlu nesnelerin iki boyutlu perspektif ya da ortografik projeksiyonlar ile temsil edilmesi nedeniyle aç, mesafe veya derinlik gibi özelliklerinin doğru bir şekilde korunamaması özellikle küçük yaştaki ya da uzamsal yeteneği nispeten düşük olan öğrenciler için olumsuz etkilere neden olmaktadır (Alcaniz vd., 2010). Her ne kadar ekranda oluşan bu projeksiyonları herhangi bir açıdan görmek, fare ve klavye gibi girdi araçları kullanarak etkileşimli manipülasyon ile mümkün olsa da öğrencilerin matematiksel kavramdan çok teknoloji aracını kullanmaya odaklanmasına neden olarak öğrenmenin önünde bilişsel bir engel oluşmasına neden olabilmektedir (Alcaniz vd., 2010; Accascina & Rogora, 2006). Ayrıca, işbirlikli öğrenme ortamlarında teknolojinin klasik kullanımı ile sağlandığı durumlarda genellikle yüz yüze etkileşim yerine çevrimiçi veya sadece sözlü ekran etkileşimi oluşmaktadır. Diğer bir ifadeyle, teknolojinin klasik yöntemlerle kullanımının baskın olduğu öğrenme ortamlarında bireyler kendi bağımsız ekranlarındaki görünümüler çerçevesinde bir bakış açısı geliştireceği için işbirlikli öğrenme ortamlarındaki sözsüz iletişim ve fiziksel etkileşim gibi bazı etkileşim modları gizil kalabilir. Fiziksel modeller veya materyallerin derslerde kullanımı bu açıdan ön plana çıkıp bu eksikliği kapatsa da önceki bölümde de bahsedildiği gibi onların da kendine has bazı olumsuz yönleri bulunmaktadır. Fiziksel modeller ve materyaller, öğrencilere doğal eylemlerle etkileşim olanağı sunarken, katı ve sabit yapılardan dolayı fiziksel özelliklerini dinamik olarak değiştirmek her zaman mümkün olmamaktadır. Bu ikilem karşımıza şu soruyu çıkarmaktadır: “Dijital ekranlarda sunulan üç boyutlu nesnelere daha gerçekçi bir şekilde temsil etmek ve bu sanal nesnelere etkileşimi doğal yollarla gerçekleştirebilmek için nasıl bir öğrenme aracına ihtiyacımız var?”

5. Uzamsal Yetenek ve Artırılmış Gerçeklik Destekli İşbirlikli Öğrenme

Günümüzde, öğrenme deneyimleri yeni teknolojilerin gelişimiyle dönüşmektedir ve öğrenciler artık sadece klavye, fare ya da dokunmatik panel ile sınırlı kalmadan dijital içerikle etkileşimde bulunabilmektedirler. Özellikle Sanal ve Artırılmış Gerçeklik teknolojilerinin hızla yeni uygulamalarda ön plana çıkmasıyla birlikte, eğitim alanında hızla yaygınlaşması kaçınılmaz hale gelmiştir. Artık sınıf içi uygulamalarda da karşımıza çıkan Artırılmış Gerçeklik (AR) teknolojisi sayesinde, öğrenciler klasik teknoloji etkileşiminde olduğu gibi fare, klavye ya da dokunmatik panele ihtiyaç duymadan el, kol ve vücut hareketlerini kullanarak buldukları fiziksel dünya içerisinde sanal nesnelere ile doğal eylemlerle etkileşime girmesi mümkün hale gelmiştir. Sanal Gerçeklikten farklı olarak AR, gerçekliği tamamen sanallaştırıp değiştirmek

yerine, gerçek dünya görünümelerini sanal nesnelere birleştirerek gerçekliği korumaktadır (Azuma, 1997). Bu teknoloji, gerçek dünyadaki yerleri sanal grafiklerle bütünleştirmekte ve bu sayede öğretim ortamlarını yenilikçi bir şekilde zenginleştirmektedir (Azuma, 1997; Billingham & Kato, 2002). Böylece, bu teknoloji ile öğrencilerin gerçek sınıf ortamından kopmadan sanal nesnelere öğrenmelerine imkan tanınmaktadır. Ayrıca, sanal nesnelere farklı bir öğrenme ortamı oluşturabileceğimiz AR teknolojisinde etkinliklerde sunulan uzamsal kavramlara ait nesnelere aynı anda ve aynı yerde diğer öğrenciler tarafından görülebildiği, incelenebildiği ve kullanılabildiği için işbirlikli bir öğrenme ortamı sağlamada teknolojinin klasik kullanımına nazaran daha etkili görülmektedir (Özçakır & Çakıroğlu, 2021, 2022). Bu kapsamda, AR teknolojisi tabanlı bir öğrenme ortamı öğrencilere çok kullanıcıya öğrenme deneyimleri sunarak ve öğrenciler arasında paylaşılan sanal bir işbirlikli bilgi ağı oluşturur (Park, 2012).

Kaufmann (2011), öğrencilerin AR ile bir nesnenin etrafında aktif olarak yürüyebileceklerini ve bu durumun öğrencinin konumu ile nesne arasında uzamsal bir ilişki kurduğunu ve bu ortamların uzamsal konuların öğreniminde potansiyel başarının artışında anahtar bir unsur olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, Shelton (2003) ve Hedley (2003) AR teknolojisinin, öğrencilere üç boyutlu uzamsal kavramlarla neredeyse iç içe bir deneyim sunarak gerçek dünyada sanal nesnelere daha gerçekçi bir şekilde deneyimleme fırsatı sağladığını ifade etmişlerdir (Resim 1). AR teknolojileri ile bireyin bulunduğu fiziksel ortam içerisinde üç boyutlu sanal uzayda çalışmak mümkün hale geldiği için geleneksel yöntemlere kıyasla karmaşık uzamsal problemleri ve nesnelere arasındaki veya içindeki ilişkileri daha iyi ve daha hızlı anlama sağlanabilmektedir (Kaufmann, Schmalstieg & Wagner, 2000). Bu yönleriyle AR, öğretim ve öğrenim için benzersiz avantajlar sunan bir teknoloji aracı haline gelmektedir.



Resim 1. Artırılmış gerçeğin farklı cihazlarda kullanımı

AR teknolojileri, gerçek ortamlarda sanal unsurlarla gerçekliği taklit ederek öğrenme ortamları için yenilikçi bir deneyim sunmaya yardımcı olur. Bu sayede, AR teknolojileri, Teknoloji destekli işbirlikli öğrenme ortamı oluşturmada teknolojinin klasik bağlamda kullanımından daha doğal ve somut materyallerle çalışılan işbirlikli öğrenmeye benzer etkileşimler sunabilir. Örneğin, bir AR yazılımının kullanıldığı bir öğrenme ortamı, sadece sözlü etkileşimleri değil, aynı zamanda işaret, jest ve bakış gibi sözsüz etkileşimleri ve diğer yüz yüze etkileşim modlarını da destekleyebilir (Matcha & Rambli, 2011), çünkü öğrenciler AR yazılımı üzerinden gerçek fiziki ortamı da görebilirler, böylece görevler sırasında birbirlerini de görerek devam edebilirler. Öğrenciler somut nesnelere yapılan etkinliklerdeki gibi sanal nesneyi etrafında dönebilirler, hareket ettirebilirler ya da kendileri sanal nesne etrafında hareket edebilir. Bu etkileşim, bireyin normal fiziki ortamda da gerçekleştirdiği tanıdık ve sezgisel bir etkileşim şeklidir ve herhangi bir özel beceri gerektirmez (Shelton & Hedley, 2004). Diğer bir ifadeyle, gerçek dünyada, bir birey bir nesnenin diğer tarafını görmek için nasıl bir etkileşim sergiliyorsa aynı etkileşim yöntemini AR destekli ortamda da sergileyebilir; nesneyi döndürür veya etrafında yürür veya üzerindeki detayları görmek için daha yakına getirir (Shelton & Hedley,

2004). Ayrıca, AR teknolojisi, kullanıcıların kendi görüşlerini kontrol etmelerine ve her kullanıcının incelenen sanal unsurlar için farklı bir bakış açısına sahip olmalarına olanak tanır. Bu nedenle, bu özellik grup çalışmalarında pasif gözlemciler olmayı ortadan kaldırır ve öğrenme ortamının yetkisini geleneksel işbirlikli öğrenme ortamında olduğu gibi grup üyeleri arasında paylaşır (Szalavari, Schmalstieg, Fuhrmann & Gervautz, 1998). Öğretmen, AR destekli ortamlarda da benzer şekilde zorlayıcı ve oyunlaştırılmış görevler sağlayarak ve gerektiğinde gerekli bilgileri vererek ortamda rehber olabilir. Ayrıca kendi sahip olduğu cihazıyla herhangi bir gruba anında dahil olabilir.

Yapılan çalışmalar, AR teknolojilerinin, uzamsal konuların öğretiminde işbirlikli ortamlarda sanal nesnelere ile etkileşimlerde ve öğrenciler arası etkileşimlerde doğal bir ortam sağladığını göstermiştir (Billingham & Dünser, 2012). Öğrenciler, gerçek ortamda varmış gibi sanal nesnelere etrafında hareket edebilmeleri sayesinde hem sanal nesnelere hem de grup üyeleri ile etkileşimlerini devam ettirebilmektedirler. Böylece, doğal ortamlarda olduğu gibi sosyal etkileşimleri korunarak gerçek ve sanal ortamlar arasında sorunsuz bir etkileşim sağlanır (Billingham & Dünser, 2012; Kaufmann, Schmalstieg & Wagner, 2000).

AR destekli işbirlikli öğrenme ortamlarının özellikleri Özçakır ve Çakıroğlu (2021) çalışmasında “Etkileşimler”, “Aktif Öğrenme Süreci” ve “Öğretmenin Aktarıcı Rolü” şeklinde tanımlanmıştır. Etkileşimler: AR destekli işbirlikli öğrenme ortamı, öğrencilerin bu ortama kolay ve hızlı bir şekilde uyum sağlamalarını sağlamak için gerçek dünyayı taklit eden doğal etkileşim yollarını desteklemelidir (Park, 2012). Benzer şekilde, Winn ve Bricken (1992), bir AR ortamında sanal nesnelere etkileşimin sezgisel yollarla olduğunu ifade ederek öğrenciler sanal nesnelere gerçek nesnelere gibi ellerinde tutma, işaret etme, bakış atma ve diğer doğal yollarla etkileşimde bulunmaları gerektiğini belirtmişlerdir. Bu nedenle, bu ortamlarda öğrenciler, sanal nesnelere ve birbirleriyle etkileşim kurarak sorunları çözmek için birbirlerine yardımcı olmak için birbiriyle konuşma, jest, bakış ve sözsüz ipuçları kullanarak iletişim kurmalarına imkan tanınmalıdır (Billingham & Kato, 2002; Smith & MacGregor, 1992; Vygotsky, 1978). AR arayüzü içindeki bu etkileşimler, öğrencilerin birbirlerini görebilerek ve doğal bir şekilde işbirliği yaparak bir nesneyi keşfetmelerini sağlayacak şekilde etkileşimlerle veya bir nesnenin etrafında yürümek gibi fiziksel ve doğal etkileşim yollarını destekleyerek sağlanabilir (Szalavari vd., 1998).

Aktif Öğrenme Süreci: AR destekli öğrenme ortamında öğrenciler, pasif gözlem yerine aktif katılımı uzamsal şekiller hakkında fikir oluşturabilecekleri aktif bir öğrenme sürecine dahil edilmelidir (Smith & MacGregor, 1992; Sundberg, 1994). AR destekli öğrenme etkinlikleri içinde aktif katılım, zorlu görevler, oyunlaştırılmış görevler ve bakış açısının bağımsızlığı aracılığıyla sağlanarak öğrenme gruplarındaki bireylerin aktif bir şekilde sürece dahil edilmesi için, öğrenme ortamının, öğrencilerin gerekli bilgileri işleyip sentezleyebilmelerine imkan tanıyıcı bazı zorlu görevlere ihtiyacı vardır, böylece kavramları ezberlemek ve tekrarlamaktan ziyade işlemleri ve tartışmaları sağlanabilir (Smith & MacGregor, 1992). AR destekli öğrenme ortamlarında, uzamsal nesnelere bireysel bakış açısı gelişmesi için de yenilikçi süreçler içererek her öğrencinin çevrede serbestçe hareket etme, denetleme ve incelenen sanal nesnelere için kendi bağımsız bakış açısını seçme fırsatına sahip olmalıdır. Bu nedenle, AR öğrenme ortamının kontrolü belirli bir öğrenciye ait olmamalı ve böylece her öğrencilerin sürecin aktif katılımcısı olmalıdır. Bu bileşen öğrenme ortamında öğrencilerin pasif gözlemci olmalarını ortadan kaldırır (Szalavari vd., 1998).

Öğretmenin Aktarıcı Rolü: Öğretmenler AR destekli öğrenme ortamlarında, gerekli bilgi veya görevleri sağlayarak öğrenme süreci içinde öğrencilerle diyalog kurarak ve işbirliği yaparak öğrenmeye arabuluculuk yapmalıdır. Öncelikle, AR arayüzü, öğretmenin mevcut öğrenme durumlarına uygun işbirlikli çalışma fırsatları sağlayarak yeni bilgileri önceki bilgilere bağlama amacıyla uzamsal görevleri yönetmesine ve belirlemesine sağlar (Billinghurst & Dünser, 2012). Ayrıca, AR destekli etkinlikler, öğretmenin öğrencilerin ilerlemesi hakkında çalışmaları hakkında geri bildirimlerle anında bilgi sağlamasını direk olarak gruplara anlık dahil olabilmesi ile sağlamaktadır (Wu, Lee, Chang & Liang, 2013). Diğer teknoloji araçlarında bu durum her zaman mümkün olmamaktadır. Klasik masasıüstü kullanımda öğretmen yalnızca öğrencinin ekranını takip etmeyle yetinmek zorunda kalırken AR ortamlarında kendi kişisel cihazıyla öğrenme etkinliğinin o anki durumuna dahil olabilir.

Sonuç olarak, bu özelliklerden çıkarımla AR destekli bir işbirlikli öğrenme ortamının, teknolojinin klasik anlamda kullanımı içeren işbirlikli öğrenme ortamlarının ve somut materyallerin kullanımını merkeze alan işbirlikli öğrenme ortamlarının üstün özelliklerini bir arada sunmayı sağladığı görülmektedir. Somut materyallerin kullanımını içeren öğrenme etkinliklerinin en önemli özelliği olan doğallık, AR destekli öğrenme ortamına, sanal nesnelere fiziksel ortamda oluşturulması ile gerçek etkileşimleri taklit etmesi ile aktarılmaktadır. Bu sayede, Kaufmann'ın (2004) da belirttiği gibi öğrenciler bu ortamda sanal nesnelere doğal etkileşimlerde bulunabilmektedir.

Bunların dışında teknolojinin klasik şekilde kullanılmasında da ortaya çıkan önemli fırsatlardan olan etkileşimli ve dinamik nesnelere AR destekli işbirlikli öğrenme ortamlarında da yer almaktadır. Bu açıdan düşünüldüğünde AR destekli işbirlikli öğrenme ortamlarının her iki öğrenme ortamının da güçlü yönlerini içerdiği görülmektedir.

6. Kaynakça

- Accascina, G., & Rogora, E. (2006). Using Cabri3D diagrams for teaching geometry. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 13(1), 11-22.
- Alcañiz, M., Contero, M., Pérez-López, D. C., & Ortega, M. (2010). Augmented Reality Technology for Education. *New Achievements in Technology Education and Development*, 247-256.
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence-Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385.
- Battista, M. T. (1990). Spatial visualization and gender differences in high school geometry. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21(1), 47-60.
- Battista, M. T. (2007). The Development of Geometric and Spatial Thinking. In F. K. Lester, Jr. (Ed.) *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, Charlotte NC: Information Age Publishing.
- Battista, M. T., Wheatley, G. H. & Talsma, G. (1982). The importance of spatial visualization and cognitive development for geometry learning in preservice elementary teachers. *Journal for Research in Mathematics Education* 13(5), 332-340
- Billinghurst, M., & Dünser, A. (2012). Augmented reality in the classroom. *Computer*, 45(7), 56-63.
- Billinghurst, M., & Kato, H. (2002). Collaborative augmented reality. *Communications of the ACM*, 45(7), 64-70
- Brown, D. L., & Wheatley, G. H. (1997). Components of Imagery and Mathematical Understanding. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 19(1), 45-70.
- Clements, D. H., & Battista, M. T. (1992). Geometry and spatial reasoning. In Grouws D.A. (Ed.), *Handbook of research on Mathematics Teaching and Learning*, (pp. 420-463). New York: Macmillan.
- Clements, D. H., Sarama, J., & DiBiase, A. M. (Eds.). (2003). *Engaging young children in mathematics: Standards for early childhood mathematics education*. Routledge.
- Daniels, S. E., & Walker, G. B. (2001). *Working through environmental conflict: The Collaborative Learning approach*. Westport, CT: Praeger.
- Davidson, N., & Major, C. H. (2014). Boundary crossings: Cooperative learning, collaborative learning, and problem-based learning. *Journal on Excellence in College Teaching*, 25(3&4), 7-55.
- Dewey, J. (1938). *Experience and education*. New York, NY: Kappa Delta Pi. (Republished by Collier, 1963).
- Dick, T. P., & Hollebrands, K. F. (2011). *Focus in high school mathematics: Technology to support reasoning and sense making*. Reston, VA: NCTM.

- Dillenbourg, P. (1999). What do you mean by ‘collaborative learning?’ In P. Dillenbourg (Ed.), *Collaborative-learning: Cognitive and Computational Approaches* (pp.1–19). Oxford: Elsevier.
- Drijvers, P. (2012). Digital technology in mathematics education: Why it works (or doesn’t). In *12th International Congress on Mathematical Education, Seoul*.
- Embretson, S. E. (1987). Improving the measurement of spatial aptitude by dynamic testing. *Intelligence* 11(4), 333-358
- Galati, A., & Avraamides, M. N. (2012). Collaborating in spatial tasks: Partners adapt the perspective of their descriptions, coordination strategies, and memory representations. In C. Stachniss, K. Schill, & D. Uttal (Eds.) *Lecture Notes in Artificial Intelligence: Spatial Cognition*, 7463, (pp. 182–195). Heidelberg: Springer.
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. New York: Basic Books.
- Gilbert, N., & Driscoll, M. (2002). Collaborative knowledge building: A case study. *Educational Technology Research and Development*, 50(1), 59–79. doi:10.1007/BF02504961
- Goldstein, E. B., & Vanhorn, D. (2008). *Cognitive psychology: Connecting mind, research, and everyday experience* (Vol. 59). Belmont, CA: Thomson Wadsworth.
- Hedley, N. (2003). Empirical evidence for advanced geographic visualization interface use. International Cartographic Congress: Cartographic Renaissance, Durban, South Africa.
- Hohenwarter, M., & Jones, K. (2007). Ways of linking geometry and algebra: the case of Geogebra. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, 27(3), 126-131.
- Islim, O. F. (2018). Technology-supported collaborative concept maps in classrooms. *Active Learning in Higher Education*, 19(2), 131-143.
- Kastberg, S., & Leatham, K. (2005). Research on graphing calculators at the secondary level: Implications for mathematics teacher education. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 5(1), 25–37.
- Kaufmann, H. (2004). *Geometry education with augmented reality*. Unpublished doctoral dissertation, Vienna University of Technology, Vienna, Austria.
- Kaufmann, H., Schmalstieg, D., & Wagner, M. (2000). Construct3D: a virtual reality application for mathematics and geometry education. *Education and information technologies*, 5(4), 263-276.
- Kosslyn, S. M., Thompson, W. L., & Ganis, G. (2006). *The case for mental imagery*. Oxford University Press.
- Lai, E. R. (2011). Collaboration: A literature review. *Pearson Research Report*.

- Lipponen, L. (2002). Exploring foundations for computer-supported collaborative learning. In *Proceedings of the conference on computer support for collaborative learning: Foundations for a CSCL community* (pp. 72-81). International Society of the Learning Sciences.
- Lohman, D. F. (1996). Spatial ability and g. In I. Dennis & P. Tapsfield (Eds.), *Human abilities: Their nature and measurement* (pp. 97-116). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Maier, P. H. (1996). Spatial geometry and spatial ability—How to make solid geometry solid. In *Selected papers from the Annual Conference of Didactics of Mathematics* (pp. 63-75).
- Matcha, W., & Rambli, D. R. A. (2011). Preliminary investigation on the use of augmented reality in collaborative learning. In *International Conference on Informatics Engineering and Information Science* (pp. 189-198). Springer Berlin Heidelberg.
- Masino, M. (2011). *Instructional Television in Distance Learning: An Evaluation of an Introduction to Computer Course Given Via Television*. Germany: Lambert Publishers
- MEB. (2018). *Matematik Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. Ankara, Türkiye: MEB.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Curriculum And Evaluation Standards For School Mathematics*. Reston, VA: Author.
- National Research Council. (2006). *Learning to think spatially: GIS as a support system in the K-12 curriculum*, Washington, DC: National Academies Press.
- Nelson, J., Christopher, A., & Mims, C. (2009). TPACK and web 2.0: *Transformation of teaching and learning*. *Tech Trends*, 53(5), 80–85.
- Olkun, S. (2003) Making Connections: Improving Spatial Abilities with Engineering Drawing Activities, *International Journal of Mathematics Teaching and Learning*, 1-10.
- Ozçakır, B., & Cakiroglu, E. (2021). An Augmented Reality Learning Toolkit for Fostering Spatial Ability in Mathematics Lesson: Design and Development. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 9(4), 145-167.
- Ozçakır, B., & Cakiroglu, E. (2022). Fostering spatial abilities of middle school students through augmented reality: Spatial strategies. *Education and Information Technologies*, 27(3), 2977–3010. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10729-3>
- Panitz, T. (1999). Collaborative versus cooperative learning: Comparing the two definitions helps understand the nature of interactive learning. *Cooperative Learning and College Teaching*, 8(2).

- Park, H. (2012). Virtual Worlds as a Learner Centered Environments for Spatial Reasoning. In *Handbook of Research on Practices and Outcomes in Virtual Worlds and Environments* (pp. 479-490). IGI Global.
- Piaget, J. (1951). *The psychology of intelligence*. London, UK: Routledge and Kegan Paul.
- Pierce, R., & Stacey, K. (2010). Mapping pedagogical opportunities provided by mathematics analysis software. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 15(1), 1–20.
- Schober, M.F. (2009). Spatial dialogue between partners with mismatched abilities. In K.R. Coventry, T. Tenbrink, & J.A. Bateman (Eds.), *Spatial language and dialogue* (pp. 23-39). Oxford: Oxford University Press
- Sjölander, M. (1998). Spatial cognition and environmental descriptions [online]. *Towards a Framework for Design and Evaluation of Navigation in Electronic Spaces*.
- Shelton, B. E. (2003). *How augmented reality helps students learn dynamic spatial relationships* [Doctoral dissertation, University of Washington]. Seattle.
- Shelton, B. E., & Hedley, N. R. (2004). Exploring a cognitive basis for learning spatial relationships with augmented reality. *Technology, Instruction, Cognition and Learning*, 1(4). 323-357.
- Smith, B. L., & MacGregor, J. T. (1992). What is collaborative learning? In Goodsell, A. S., Maher, M. R., and Tinto, V. (Eds.), *Collaborative Learning: A Sourcebook for Higher Education*. National Center on Postsecondary Teaching, Learning, & Assessment, Syracuse University.
- Sternberg, R. J., and Sternberg, K. (2017). *Cognitive Psychology*, 7th Edn. Belmont, CA: Wadsworth/Cengage Learning.
- Suh J., & Moyer, P. S. (2007). Developing students' representational fluency using virtual and physical algebra balances. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 26(2), 155–173.
- Sundberg, S. E. (1994). *Effect of spatial training on spatial ability and mathematical achievement as compared to traditional geometry instruction* (Unpublished doctoral dissertation). University of Missouri, Kansas City.
- Szalavári, Z., Schmalstieg, D., Fuhrmann, A., & Gervautz, M. (1998). “Studierstube”: An environment for collaboration in augmented reality. *Virtual Reality*, 3(1), 37-48.
- Tall, D. (1998). Information Technology and Mathematics Education: Enthusiasms, Possibilities & Realities. In C. Alsina, J. M. Alvarez, M. Niss, A. Perez, L. Rico, A. Sfard (Eds), *Proceedings of the 8th International Congress on Mathematical Education*, Seville: SAEM Thales, 65–82.
- Tartre, L. A. (1990). Spatial orientation skill and mathematical problem solving, *Journal for Research in Mathematics Education*, 21(3), 216-229.

- Thomas, M. O., & Holton, D. (2003). Technology as a tool for teaching undergraduate mathematics. In: *Second international handbook of mathematics education* (pp. 351-394). Springer Netherlands.
- Tutkun, O. F., Güzel, G., Köroğlu, M., & İlhan, H. (2012). Bloom's Revised Taxonomy and Critics on It. *The Online Journal of Counseling and Education - July 2012*, 1(3), 23-30.
- Vygotsky, L. (1978). Interaction between learning and development. *Readings on the development of children*, 34-41.
- Winn, W., & Bricken, W. (1992). Designing virtual worlds for use in mathematics education: The example of experiential algebra. *Educational Technology*, 32, 12-19.
- Wu, H.K., Lee, S.W., Chang, H.Y., Liang, J.C. 2013. Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62(3), 41-49.
- Yakimanskaya, I. S. (1991). *The Development of Spatial Thinking in School Children*. Edited and Translated by Patricia S. Wilson and Edward J. Davis. Vol. 5 of Soviet Studies in Mathematics Education. Reston, Va. National Council of Teachers of Mathematics.
- Youniss, J., & Damon, W. (1992). Social construction and Piaget's theory. In H. Beilin & P. Pufall (Eds.), *Piaget's theory: Prospects and possibilities* (pp. 267-286). Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Zbiek, R. M., Heid, M. K., Blume, G. W., & Dick, T. P. (2007). Research on technology in mathematics education: The perspective of constructs. In F. Lester (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (Vol. 2, pp. 1169-1207). Charlotte, NC: Information Age Publishing.

Geometri Öğretiminde Manipülatif Kullanımı¹

Yasemin Katrancı²

Sena Yıldız³

Özet

Bu çalışmada, ilk olarak manipülatifler tanıtılmıştır. Akabinde geometri öğretiminde somut ve sanal manipülatiflerin neden önemli ve gerekli olduğu açıklanmıştır. Çünkü toplumların ve bireylerin değişen ihtiyaçları doğrultusunda öğrenme-öğretme yaklaşımlarındaki gelişmeler ve yenilikler ile bilim ve teknolojiye meydana gelen hızlı değişim bireylerden beklenen rolleri de doğrudan etkilemiş durumdadır. Bu etkinin; bilgiyi üreten, ürettiği bilgiyi hayatta işlevsel olarak kullanıp problem çözebilen nitelikte bireylerin yetişmesine vesile olması gerekmektedir. Belirtilen nitelikteki bireylerin yetiştirilmesi amacıyla da öğretim programları bilginin aktarılmasını değil beceri kazandırmayı hedefleyen, bireysel farklılıkları dikkate alan bir yapıya dönüştürülmüştür. Bu yapı kapsamında da yeni kavramların öğretim sürecinde somut manipülatiflerin kullanılması gerektiği belirtilmektedir. Ülkemiz matematik dersi öğretim programı somut ve sanal manipülatiflerin kullanımını gerektiren kazanımlar bağlamında incelendiğinde ise kazanımların çoğunlukla geometri ve ölçme öğrenme alanı ile ilişkili olduğu görülmektedir. Bu bağlamda da iyi bir geometri öğretiminin temelinde manipülatiflere yer verilmesi gerektiği söylenebilir. Nitekim matematik öğrenmede matematiksel modellerin kullanımı somut ve sanal manipülatiflerin kullanımını içermektedir. Çünkü matematiğe özgü araçlar hem fiziksel hem de sanal manipülatifleri kapsamaktadır. Örneğin; iletkenler, geometrik cisimler, vb. gibi. Geometri öğretimi sırasında işe somut manipülatiflerle başlanmalı, ardından şeklin sunumu yapılmalı ve akabinde soyut kavramın açıklanması ile öğretim

- 1 Bu çalışma, Kocaeli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenen, SB A-2023-3217 proje kodlu *Manipülatif destekli öğretimin matematik öğretmeni adaylarının geometrik düşünme düzeylerine ve geometri okuryazarlıklarına etkisi* başlıklı projenin bir parçası olup '15. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde (UFBMEK-2023)' özet olarak sözlü bildiri şeklinde sunulmuştur.
- 2 Doç. Dr., Kocaeli Üniversitesi, yasemin.katranci@kocaeli.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-0916-2407
- 3 Arş. Gör., İnönü Üniversitesi, sena.yildiz@inonu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-0611-9913

tamamlanmalıdır. Özetle, geometri konularının öğretiminde somut ve sanal olmak üzere manipülatiflerin kullanımı gerekli ve önemlidir. Bu önemle de manipülatiflerin yararları ile etkin kullanımları için yapılması gerekenlerden bahsedilmiştir. Son olarak ilgili araştırmalara yer verilerek manipülatif kullanımına dair eğilimler ortaya konmaya çalışılmıştır.

1. Giriş

Bilimsel bilgi ve becerilerin elde edilmesini teşvik eden, yaşamdaki doğal olayları açıklamada eşsiz bir alan olan (Das, 2019) Matematik, hayatın neredeyse tüm alanlarında önemli bir rol oynamaktadır ve dünyadaki teknolojik gelişmelerin hepsinin omurgasıdır (Larbi & Mavis, 2016). Henn'a (2007) göre matematiğin iki önemli yanı bulunmaktadır. İlk yanı; edebiyat, güzel sanatlar gibi kendine özgü bir estetiği, güzelliği ve bir düşünme kültürü olan özel bir bilim olması ikinci yanı, yaşamımızın her alanında düzen ve anlayış geliştirmemize olanak sağlayan olağanüstü bir işlevselliğinin olmasıdır. Ancak, birçok birey tarafından matematik, hayatı zehreden, içine korku salan sınavları olan ve okulu bitirir bitirmez kurtulacağı bir kâbus olarak görülmektedir. Bireylerin başaramayacaklarını düşündükleri için matematikle uğraşmak zorunda kalma fikrinden dahi korktukları ifade edilmektedir (Green, 1999; akt. Yenilmez & Uysal, 2007). Bunun ise en büyük nedeni, matematiğin gerçek yaşamdan uzak tutularak, bir ezber kümesi şeklinde verilmesi olarak görülmektedir. Çocuklar, yakın çevresinden somut örneklerle ilişkilendirmediği matematik kavramlarına ilgisiz kalmakta ve sevmemektedirler. Bu durumda da matematiğin kendilerine göre bir iş olmadığını, başaramayacaklarını ve işlerine de yaramayacağını düşünerek matematikten soğumaktadırlar (Yenilmez & Uysal, 2007). Çünkü öğrenilecek konuya ilgi duyulup duyulmaması, dikkatin dağılmasına veya toplanmasına neden olmaktadır. Örneğin; öğrenci için anlamlı olmayan ve ihtiyaçlarına cevap vermeyen konular onların ilgilerini çekmeyecektir (İşman & Eskicumalı, 2003). Brenner (2002) da öğrencilerin günlük yaşam örnekleri hakkında konuşmaya fırsat bulamamaları durumunda, bu örneklerin ne işe yaradığına dair akıl yürütemediklerini ifade etmiştir. Bu fırsatlar matematikte de sağlanmaz ise öğrenciler günlük yaşamdaki matematiği görebilecek akıl yürütmeleri yapamayacaklardır. Bu noktada Civelek (2003; akt. Yenilmez & Uysal, 2007) çalışmasında öğrencilere, matematiği günlük yaşamda nasıl kullanacaklarının anlatılmadığı ve bu sebeple matematiği öğrenirken sıkıldıkları sonuçlarına ulaşmıştır. Bunların da matematikteki başarısızlık nedenleri arasında yer aldığını belirtmiştir. Gerçek yaşam durumlarının ise öğrenciler için motive edici olduğu ve bunların matematiğe olan ilgiyi artırdığı vurgulanmaktadır (Stylianides & Stylianides, 2008). Öğrenciler için matematiğin ve kavramlarının onların ilgi ve dikkatlerini çekecek şekilde

somut örneklerle yaşamlarına değinilecek biçimde ilişkilendirilmesinin son derece önemli olduğu göze çarpmaktadır. Belirtildiği üzere matematikten soğutmamak ve başarıyı sağlamak adına matematik kavramlarının ve işlemlerinin somutlaştırılarak aktarılması gerekmektedir. Bu noktada matematiğin anlamı göz önünde bulundurulduğunda o; cebir, geometri gibi sayı ve ölçü temelli niceliklerin özelliklerini inceleyen bilimlerin ortak adı (Türk Dil Kurumu [TDK], 2023) olarak karşımıza çıkmaktadır. Nitekim matematik; cebir, sayılar, geometri gibi farklı bilim dallarından meydana gelmektedir. Bu sebeple de matematikte başarının sağlanabilmesi için bahsi geçen bu alt dallarda da başarının sağlanması önem arz etmektedir. Bu noktada her bireyin günlük yaşamında sıklıkla karşılaştığı ve bir deneyim edindiği geometriye (Kedikli, 2022) odaklanmanın da gerekli olduğu düşünülmektedir. Çünkü etrafımız farklı boyut ve şekillerdeki nesnelere çevrilidir ve geometri, boyutlar ve şekiller arasındaki ilişkileri anlamamıza ve görselleştirmemize yardım etmektedir (Mullis & Martin, 2017). Ancak matematik konularının özellikle geometri ile ilgili olanların öğrenciler tarafından iyi bir şekilde anlaşılmadığı ifade edilmektedir (Hidayah, Dwijanto, & Istiandaru, 2018). Uluslararası Matematik ve Fen Eğitimi Araştırması (TIMSS-Trends in International Mathematics and Science Study) 2019 Türkiye ön raporunda da ülkemiz sekizinci sınıf öğrencilerinin geometri alanında düşük bir performans gösterdiği belirtilmiştir (Suna, Şensoy, Parlak, & Özdemir, 2020). Ayrıca yapılan araştırmalarda öğrencilerin temel geometrik kavramları ifade edemedikleri, kavram bilgilerini farklı durumlarda uygulayamadıkları ve kavramlar arası ilişkileri kuramadıkları (Kılıç, 2013), lise öğrencilerinin geometrik düşünme düzeylerinin üçüncü düzeyde olması gerekirken birinci düzeyde olduğu (Altun, 2018; Haviger & Vojkůvková, 2015; Suwito, Yuwono, Parta, & Irawati, 2017) belirlenmiştir. Bu bağlamda matematik çatısı altında geometri konularının öğretiminde somutlaştırmaların yapılması başarının artırılması açısından önemli ve gereklidir denilebilir. Ayrıca geometri, dünyanın ölçümü anlamına gelirken dünyayı anlamak demektir (Yaman & Şahin, 2014). Yaşadığımız dünyayı anlamamız ise önemli olup bu manipülatifler yardımıyla yapılabilir. Çünkü matematik öğretiminde manipülatiflerin kullanımı genellikle etkili bir öğretim stratejisi olarak önerilmektedir (Carbonneau, Marley, & Selig, 2013).

“Çocuklar matematiği görebildikleri ve dokunabildikleri zaman daha iyi anlarlar.”

(Jones & Tiller, 2017)

1.1. Manipülatifler

Manipülatif terimi, belirli bir matematik konusunda problem çözerken kullanılabilen herhangi bir araç, somut nesne, mekanizma veya model olarak tanımlanabilmektedir (Kelly, 2006). Manipülatifler soyut fikirleri ve sembolleri öğrenciler için daha anlaşılır ve anlamlı hale getirebilen onluk bloklar, cebir karoları, geometrik cisimler gibi fiziksel nesnelere (Durmuş & Karakırık, 2006). Manipülatifler, plastik dinazor ve bloklardan sayaçlar ile etkileşimli beyaz tahtaların kullanımına kadar çeşitlilik gösterebilirler (Cockett & Kilgour, 2015). Manipülatifler, kavram öğretiminde bilişsel ihtiyaçların karşılanması yanı sıra psikomotor ve duyuşsal becerilerin de gelişmesinde etkili nesnelere (Ukdem, 2021).

Matematikselsel manipülatifler, öğrencilerin matematikselsel kavramları ve süreçleri keşfetmeleri ile algısal (görsel, dokunsal ve genel olarak duyuşsal) kanıtlara dayanan problem çözüme etkinliklerini gerçekleştirmelerinde kullanılan eşyalardır (Bartolini & Martignone, 2020). Bu manipülatifler bilinçli veya bilinçsiz şekilde matematikselsel düşüncenin teşvik edilmesi için duyuşsal bir şekilde ele alınabilen nesnelere (Swan & Marshall, 2010). Matematikselsel manipülatifler, öğrencilerin matematik problemlerini görselleştirmelerine olanak tanır, matematikselsel kavramları soyut olarak düşünmeye teşvik ederler. Ayrıca sanal bir matematik dünyası yaratıp öğrencilerin matematik kavramlarının daha derin anlamlarını anlamalarına katkıda bulunurlar (McIntosh, 2012). Genel olarak manipülatifler, somut ve sanal olmak üzere ikiye ayrılmaktadırlar.

1.1.1. Somut Manipülatifler

Somut manipülatifler, öğrenciler tarafından somut olarak ele alınabilen, geniş ve derin bir duyuşsal deneyim seti sunan fiziksel eserlerdir (Bartolini & Martignone, 2020). Bu tür manipülatifler hareket ettirilebilen ve dokunulabilen (Hacıömeroğlu & Apaydın, 2009), soyut matematik kavramlarını somutlaştıran nesnelere (Van de Walle, 2007) olarak kabul edilirler. Somut manipülatifler, öğrencilerin dokunabildiği düğme, boncuk ve küp gibi fiziksel/gerçek nesnelere (Terzioğlu & Yıkılmış, 2022). Bu tür manipülatiflerin kullanımı, daha zengin öğrenme ortamları sunarken öğrenciyi aktif halde tutmakta, matematik öğretimini zevkli hale getirerek öğrenci motivasyonunu artırmaktadır (Gökkurt-Özdemir, Uygun, Gün, & Koçak, 2020). Örneğin; ilaç kutuları, kareli veya izometrik kâğıt, pergel, ip, rubik küp vb. gibi araçlar somut manipülatiflerdir.

1.1.2. Sanal Manipülatifler

Sanal bir manipülatif ise, “matematikselsel bilgi oluşturmak için fırsatlar sunan dinamik bir nesnenin etkileşimli, web tabanlı görsel temsilleri” olarak tanımlanır. Öğrencilerin kavramsal matematikselsel bilgilerinin yapılandırılmalarına olanak tanıyan sanal manipülatifler, matematikselsel nesnelere etkileşimli, çevrimiçi görsel temsilleri (Moyer, Bolyard, & Spikell, 2002), fizikselsel veya somut manipülatiflerin etkileşimli bilgisayar temsilleridir (Dorward, 2002). Bu tür manipülatifler, öğrencilerin çeşitli konulardaki soyut matematik kavramlarına ilişkin önceki bilgilerinin sanal eşdeğerleriyle ilişkilendirmelerine yardımcı olurlar (Suh, 2005) ve genellikle somut manipülatiflerden sonra modellenen web tabanlı manipülatiflerdir (Cockett & Kilgour, 2015). Etkileşimli ve heyecan verici olan sanal manipülatifler, teknoloji tabanlıdır (Bouck & Flanagan, 2010). Sanal manipülatiflerin en önemli özelliği interaktif olmalarıdır. Ayrıca istenildiği zaman istenildiği yerde erişilebilirlerdir (Moyer & Bolyard, 2002).

Sanal manipülatifler, somut manipülatiflere göre daha az bilinmesine karşın, araştırmalarda ve uygulamalarda ilgi giderek artmaktadır (Satsangi & Miller, 2017). Örneğin; GeoGebra, Cabri, Logo vb. gibi yazılımlar sanal manipülatiflerdir ki bunlar bilgisayar manipülatifleri veya dijital manipülatifler olarak da belirtilmektedirler (Moyer-Packenham & Bolyard, 2016). Bilgisayar manipülatiflerinin de fizikselsel olanlar kadar somut olabildikleri ifade edilirken avantajları ise aşağıdaki şekildedir (Clements & McMillen, 1996). Bilgisayar manipülatifleri,

- düzenlemeyi ve temsili değiştirmeye olanak sağlarlar.
- geri bildirim yoluyla somut ve sembolik olanları birbirine bağlarlar.
- birden çok temsili dinamik olarak birbirine bağlarlar.
- spesifik olanı genele bağlarlar.
- problem kurmayı ve tahminde bulunmayı teşvik ederler.
- dikkate odaklanırlar ve motivasyonu artırırırlar.
- problem çözme için çata oluştururlar.
- kesin ve tam açıklamaları kolaylaştırırırlar (Clements & McMillen, 1996).

Pişkin-Tunç, Durmuş ve Akkaya (2012) sanal manipülatiflerin etkili hazırlanması durumunda, öğretmenin öğrenme ortamında gösterdiği bütün etkinlikleri yansıtabileceğini belirtmektedirler. Bu tür manipülatifler öğrencilerin bireysel öğrenme hızlarına uygun şekilde öğrenebilmelerini

sağlarken gerektiğinde akranlarıyla grup çalışması yapabilmelerine de olanak tanımaktadırlar. Ayrıca sanal manipülatifler öğrencilerin geometrik düşünme seviyelerine olumlu katkıda bulunurken onların muhakeme yeteneklerini de artırmaktadır (Yaman & Şahin, 2014). Zira bilgisayarlar yönetilebilirlerdir ve esneklik sağlarlar. Yapılan düzenlemelerin kaydedilmesi ve daha sonra değiştirilmesiyle manipülatiflerin doğasını değiştirirler. Öğrenciler bu sayede somut manipülatiflerle yapamadıklarını yapabilirler (Clements & McMillen, 1996).

2. Manipülatif Kullanımının Gerekliliği ve Önemi

Eski çağlardan beri, birçok medeniyet günlük matematik problemlerini çözebilmek için fiziksel nesnelere kullanmıştır. Güneybatı Asya'nın eski uygarlıkları ahşap veya kil tepsilerden oluşan sayma tahtaları kullanırken, Antik Romalılar sayma tahtasına dayalı ilk abaküsü geliştirmişlerdir (Boggan, Harper, & Whitmire, 2010). Matematik eğitiminde manipülatif kullanımının tarihi ise çok eskilere dayanmaktadır. 19. yüzyılda Pestalozzi manipülatiflerin kullanımını savunmuştur ve 1930'lu yıllarda manipülatifler müfredata dâhil edilmiştir. 1960'ların ortalarından itibaren ise matematik eğitiminde somut nesnelere ve görsel temsillerin ön planda olduğu bir dönem başlamıştır (Sowell, 1989). Daha önemli etkileri olan Maria Montessori, Jean Piaget, Zoltan Dienes ve Jerome Bruner gibi araştırmacıların her biri somut araç kullanımının öğrencilerin anlayışlarının geliştirilmesindeki önemini vurgulamışlardır (Moore, 2014). Keza matematiğin soyut bir ders olması, bu derslerde materyal kullanımını gerekli hale getirmiştir (Ünlü, 2017). Zira öğrenme eylemini kolaylaştırması ve matematiksel sembollerin somutlaştırılması sürecinde izlenebilecek yollardan biri manipülatif kullanımı olarak belirtilmektedir (Ukdem, 2021).

Nitekim eğitim alanında yapılan araştırmalar, en kıymetli öğrenmenin öğrencilerin manipülatifleri kullanarak kendi matematiksel anlayışlarını inşa ederken gerçekleştiğini göstermektedir (Boggan, Harper, & Whitmire, 2010). Yürütülen bir meta analiz çalışması, manipülatifler kullanılarak yapılan uzun süreli öğretimin, öğrencilerin matematik başarısını artırdığını ve somut materyallerle matematiğe karşı tutumlarının geliştiğini göstermiştir (Sowell, 1989). Dolayısıyla manipülatifler aslında ilkökul çağlarında kullanılsa da gerçekleştirilen araştırmalar, eğitimin her kademesinde kullanılmasını önermektedir (Monte, 2021). Zira manipülatiflerin matematik eğitimi yapılırken öğretimsel araç-model olarak kullanılması önemli görülmektedir (Çetin, Aydın, & Yazar, 2019). Reys (1971) manipülatiflerin yaygın olarak; öğretim etkinliklerini çeşitlendirmek, gerçek problem çözme durumlarını deneyimlemek, soyut fikirlerin somut temsillerini elde etmek, kavram

bilgisinde elzem olan duyuşsal bilginin analizine temel sağlamak, öğrencilerin genellemeleri formüle etmeleri ve ilişikleri keşfetmelerine fırsat sunmak, öğrencilerin etkin katılımını sağlamak, bireysel farklılıklar için ortam oluşturmak ve öğrencilerin sadece bir matematik konusuna değil, genel anlamda öğrenmeyle alakalı motivasyonlarını artırmak için kullanıldığını söylemiştir. Bu bağlamda, bahsi geçen bu çeşitli amaçlara ulaşmak adına da manipülatif kullanımı önemli ve gereklidir.

Ayrıca yeni kavramların öğretim sürecinde somut materyallerin kullanılması gerektiği belirtilmektedir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018). Araştırmacılar, somut nesnelerin kullanımının, öğrencilerin günlük yaşam deneyimleri ile matematiksel kavram ve sembollere ilişkin bilgileri arasında bağlantı kurmalarına yardımcı olduğunu ileri sürmüşlerdir (Uttal, Scudder, & DeLoache, 1997). Zira geometrik kavramlara yönelik daha kapsamlı ve doğru bir anlayışın geliştirilmesi ve diğer kavramlarla ilişkilendirilmesi açısından manipülatiflerin derslerde kullanılması önemli olarak görölmektedir. Nitekim manipülatifler başarıyı destekleyici birer araçlardır (Yıldız & Güleş, 2022). Ayrıca soyut geometri konularının somut manipülatif desteğinin yanı sıra sanal manipülatiflerle de desteklenerek öğretilmesi daha anlamlı öğrenmelerin oluşmasına sebep olacaktır (Yaman & Şahin, 2014). Öğrencilerin geometrik kavramlara ilişkin yanlış algı ve eksikliklerinin giderilmesi için de manipülatiflerin kullanılması öğretimin niteliğinin artırılması için gerekli görölmektedir (Yıldız & Güleş, 2022). Bunlarla birlikte ortaokul öğrencilerinin somut işlemler döneminde olmaları nedeniyle zihinde canlandırma, döndürme gibi konularda zorlanabilecek olmaları sebebiyle geometri konularının öğretiminde manipülatif kullanımını gerekli kılmaktadır (Ünlü, 2017).

Geometri çubukları, geometri tahtası, izometrik kağıtlar, simetri aynaları vb. somut malzemelerin geometrik fikirlerin oluşmasına yardımcı olduğu belirtilmektedir. Bu sebeple de her öğrencinin manipülatiflerle oynama şansı bulması gerektiği belirtilmektedir (Durmuş & Karakırık, 2006). Zira yapılan bir araştırmada öğretmenlerin %24.6'sı geometri ve ölçme öğrenme alanının geometrik cisimler alt öğrenme alanında manipülatif kullanımına ihtiyaç duyduklarını belirtmişlerdir (Çetin, Aydın, & Yazar, 2019). Öğretmenlerin konuları somutlaştırarak anlatımına yardımcı olması, öğrencilerin ilgili kavramları zihinlerinde canlandırmalarına yardımcı olmaları bakımından manipülatif kullanımı geometri öğretiminde gerekli ve önemlidir. Örneğin; bir kübün farklı açınımları mevcuttur ancak sadece prototip açınımları öğretilmektedir. GeoGebra yazılımı yardımıyla tüm açınımların öğrencilere gösterimi yapılabilir. Bunun yanı sıra çeşitli boyutlardaki küp şeklindeki kutuların sınıfta kesilerek açılması ile de farklı açınımlar görülebilir. Böylece

hem somut hem de sanal manipülatifler yardımıyla prototip öğrenmelerin dışına çıkmış olur. Bu sebeple de geometri öğretiminde somut ve sanal olmak üzere manipülatiflerin kullanımı gerekli ve önemlidir. Öğretmenler manipülatifleri soyut ve somut öğrenmeler arasındaki boşluğu kapatmak için de kullanabileceklerinden bunlar etkili birer öğretim aracıdır (Hawkins, 2007). Bu sebeple de matematik çatısı altında geometri öğretimi yapılırken manipülatiflere sıklıkla yer verilmesi gerekli ve önemlidir. Nitekim somut ve sanal manipülatif destekli gerçekleştirilen öğretim öğrencilerin geometrik yapıları çizme ve inşa etme algılamalarını kolaylaştırdığından matematik dersi öğretim programına entegre edilmesinin önemli olduğu belirtilmektedir. Çünkü geometrik kavramların öğretilmesinde somut ve sanal manipülatiflerin kullanılması geometri başarısını artırmaktadır (Yaman & Şahin, 2014).

Nitekim ülkemiz matematik dersi öğretim programı (MEB, 2018) incelendiğinde ilkökul seviyesinde geometri öğrenme alanı ve bununla ilişkili dört alt öğrenme alanı olduğu görülmektedir. Birinci sınıfta altı, ikinci sınıfta sekiz, üçüncü sınıfta 10 ve dördüncü sınıfta 12 adet geometri kazanımı bulunmaktadır. Ortaokul seviyesinde ise geometri ve ölçme öğrenme alanı ve bu alanla ilişkili 15 alt öğrenme alanı vardır. Beşinci sınıfta 20, altıncı sınıfta 10, yedinci sınıfta 12 ve sekizinci sınıfta 16 kazanım bu öğrenme alanıyla ilişkilidir. Tüm bu kazanımlar incelendiğinde manipülatiflerle yapılacak çalışmalara sıklıkla yer verildiği görülmektedir. Örneğin;

M.1.2.1.1. Geometrik şekilleri köşe ve kenar sayılarına göre sınıflandırarak adlandırır.

a) *Üçgen, kare ve dikdörtgenin kenarları ve köşeleri tanıtılır.*

b) *Önce şekilleri sınıflandırma sonra üçgen, kare, dikdörtgen ve çemberi tanıma ve adlandırma çalışmaları yapılır.*

c) *En çok dört kenarlı şekiller ve çember üzerinde çalışılır.*

c) *Kare, dikdörtgen, üçgen ve çember modelleri oluşturulur.*

d) *Geometri tahtası, ip, tel, geometri çubukları vb. malzemeler kullanılarak geometrik şekiller modellenir.*

M.1.2.1.1. kazanımı geometri ile ilgili ilk öğretilmesi gereken kazanımdır ve 'd' açıklaması incelendiğinde geometri tahtası, ip, tel, geometri çubukları olmak üzere çeşitli somut manipülatiflerin kullanılarak modelleme yapılması gerektiği belirtilmektedir. Bu da geometri öğretimine manipülatiflerle başlanması gerektiğinin bir göstergesi olarak değerlendirilmiştir. Bir diğer kazanım örneği aşağıdaki gibidir.

M.2.2.1.4. Geometrik cisim ve şekillerin yön, konum veya büyüklükleri değiştiğinde biçimsel özelliklerinin değişmediğini fark eder.

a) Sınıf seviyesinde tanıtılan şekillere, cisimlere ve bunların özelliklerine ağırlık verilir.

b) Uygun bilgi ve iletişim teknolojileri ile yapılacak etkileşimli çalışmalara yer verilebilir.

c) Üç boyutlu dinamik geometri yazılımlarından yararlanılabilir.

M.2.2.1.4. kazanımının ‘b ve c’ açıklamalarına göre bilgi ve iletişim teknolojileri ile dinamik geometri yazılımlarından yararlanılabileceği belirtilmiştir. Buna göre de geometri öğretimi yapılırken sanal manipülatiflerin kullanılmasının gerekliliği ön plana çıkmıştır. Görüldüğü üzere geometri öğretmeye başlanırken hem somut hem de sanal manipülatiflerin kullanımı gerekli ve önemlidir. Tüm program somut ve sanal manipülatiflerin kullanımını gerektiren kazanımlar bağlamında incelendiğinde ise kazanımların çoğunlukla geometri ve ölçme öğrenme alanı ile ilişkili olduğu görülmektedir.

Nitekim matematik öğrenmede matematiksel modellerin kullanımı somut ve sanal manipülatiflerin kullanımını içermektedir. Çünkü matematiğe özgü araçlar hem fiziksel hem de sanal manipülatifleri içermektedir. Örneğin; iletkenler, geometrik cisimler, vb. gibi (Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi (National Council of Teachers of Mathematics) [NCTM], 2020). Geometri öğretimi sırasında da somut manipülatiflerle başlanmalı, ardından şeklin sunumu yapılmalı ve akabinde soyut kavramın açıklanması ile öğretim tamamlanmalıdır (Hidayah, Dwijanto, & Istiandaru, 2018). Bu sebeple de geometri öğretimi yapılırken manipülatiflerin kullanımı elzemdir.

Manipülatifler öğrencilerin somut modeli sembolik temsille ilişkilendirerek anlamalarına imkân tanır. Bu sebeple, soyut düşünmeye yardımcı olur (Paliwal, 2018). Manipülatifleri aktif olarak kullanmak, öğrencilerin soyut kavramları zihinsel olarak yapılandırmalarında görsel bir repertuar geliştirmelerine olanak sağlayacaktır. Ayrıca öğretmenler matematiği öğretmede genellikle manipülatif kullanmanın eğlenceli olduğunu belirtmektedirler (Moyer, 2001). Manipülatifler öğrencinin soyut kavramları eğlenceli bir şekilde zihinlerinde yapılandırmalarına yardımcı olabilmektedir. Nitekim üç boyutlu cisimlerin hacimlerinin öğretiminde de öğretmenler manipülatiflerden yararlanmakta ve böylece öğrencilerin hacmi görselleştirmelerini sağlamaktadırlar. Ayrıca manipülatiflerin kullanımı matematiğin hem öğretilmesini hem de öğrenilmesini kolaylaştırmaktadır (Baki, Kösa, & Güven, 2011). Bu sebeplerle de özellikle geometri ile ilgili

konuların öğretilmesinde manipülatiflerin kullanımına ağırlık verilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Bunların yanı sıra ortaokul düzeyindeki öğrencilerin Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine göre üçüncü düzeyde olmaları gerektiği belirtilmektedir. Sanal manipülatiflerin kullanımı ile öğrencilerin bir düzeyden diğerine geçişinin sağlanacağı ifade edilmektedir (Moyer & Bolyard, 2002). Fidan ve Türnüklü (2010) tarafından geniş bir katılımın sağlanarak gerçekleştirilen çalışmada ise 1644 beşinci sınıf öğrencisinin %47.9'unun hiçbir düzeye atanmadığı, %29.3'ünün birinci düzeyde, %16.7'sinin ikinci düzeyde olduğu belirlenmiştir. Sadece %6.1'inin üçüncü yani olmaları gereken geometrik düşünme düzeyinde buldukları belirlenmiştir. Bu sebeple öğrencilerin olması gereken geometrik düşünme düzeylerinde olabilmelerini sağlamak adına geometri öğretimi yapılırken manipülatiflere yer verilmesi gerekli ve önemlidir.

Belirtilen düşünce ile ilgili literatür incelendiğinde, Çetin ve diğerleri (2019) tarafından yapılan çalışmada ortaokul matematik öğretmenlerinin derslerinde manipülatif kullanımı ile ilgili ihtiyaçlarının belirlenmeye çalışıldığı görülmüştür. Sonuçta öğretmenlerin geometri ve ölçme öğrenme alanında somut ve sanal manipülatiflere ihtiyaç duydukları ortaya çıkmıştır. Bu sonuç, geometri öğretimi yapılırken manipülatiflerin ne denli önemli ve gerekli olduğunun göstergesi niteliğindedir. Keza hem öğretmenlerin hem de adayların, fiziksel ve sanal manipülatifleri matematiksel kavramların öğretimi için önemli gördükleri belirtilmektedir (Akkan & Çakıroğlu, 2011). Ayrıca Baki ve diğerleri (2011) tarafından elde edilen sonuçlar da manipülatif kullanımının matematik öğretmeni adaylarının uzamsal görselleştirme becerilerini geliştirmede etkili olduğunu göstermiştir. Bu sonuç, manipülatiflerin uzamsal görselleştirme becerilerini geliştirmede etkili araçlar olduğunu göstermiştir. Buradan hareketle manipülatif kullanımının bir kez daha gerekli ve önemli olduğu söylenebilir.

Bozkurt ve Akalın (2015) çalışmalarında öğretmenlerin beceri, bilgi ve deneyim eksikliklerinden dolayı materyal kullanımında zorluklar yaşadıklarını tespit etmişlerdir. Yazlık (2018) ise çalışmasında öğretmenlerin somut öğretim materyallerinin kavramların keşfedilmesine, soyut kavramların somutlaştırılmasına, öğrenmeyi kolaylaştırarak kalıcı öğrenmeyi sağlamasına yönelik görüş bildirdiklerini ortaya koyarken en çok kullanılan manipülatiflerin geometrik cisimler olduğu ortaya çıkmıştır. Benzer şekilde Gökmen, Budak ve Ertekin (2016) de çalışmalarında en çok kullanılan manipülatifin geometrik cisimler olduğu sonucuna erişmişlerdir. Bu da geometri ile ilgili somut ve sanal manipülatiflerin kullanımının gerekliliğini bir kez daha ortaya koymuştur.

3. Manipülatif Kullanımının Yararları

Manipülatifler öğrencilerin soyut ve somut matematiksel fikirleri arasındaki boşluğu doldurmaya ve matematiksel bilgilerinin olgunlaşmasına olanak sağlarlar (D'Angelo & Iliev, 2012). Matematik öğretiminde manipülatifleri kullanmanın öğrencilere;

- Matematiğin sembolizmi ile gerçek dünyayı ilişkilendirme,
- İş birliği içinde çalışma,
- Matematiksel kavram ve fikirleri tartışma,
- Matematiksel düşünceleri söze dökme,
- Matematik problemlerini farklı şekillerde sembolize edebilme gibi çeşitli yararları bulunmaktadır (Heddens, 2005).

Manipülatiflerin sınıf ortamında kullanılmasının öğrenciler üzerinde birçok katkı sağladığı görülmektedir. Örneğin; ilişkileri keşfetmeye imkân sağlar, matematiksel akıl yürütme yapılabilmesine olanak tanır, öğrencilerin motivasyonunda etkilidir, başarının artırılmasına ve problem çözme becerilerinin gelişmesine katkıda bulunur. Ayrıca somut ve sanal manipülatifler öğrencilerin bilgiyi kendilerinin yapılandırmasına olanak tanımaktadırlar (Akkan & Çakıroğlu, 2011). Soyut kavram ve ilişkilerin ele alındığı derslerden biri olan matematikte, kavram ve ilişkilerin somutlaştırılabilmesi için manipülatiflerin kullanımı oldukça yararlı görülmektedir (Akbay, Akkan, & Çakıroğlu, 2011). Manipülatifler, matematiğin soyut sembollerinin gerçek yaşamla ilişkilendirilmiş, gözle görülebilir, elle tutulabilir temsillerine ulaşılmasını sağlar. Somut yaşantıların edinilmesini sağlayarak öğrenme ortamlarının zenginleşmesine katkıda bulunurlar (Ukdem, 2021). Nitekim manipülatifler öğrencilerin düşünme ve kavramları hatırlamalarına yardımcı olmaktadır. Ayrıca öğrencilerin, öğretmenin ifade ve sorularına dikkat etme olanağı sağlamaktadırlar (Hidayah vd., 2018). Keza manipülatiflerin kullanımı öğrencilerin zor matematik problemlerini tamamlama güvenlerinin artmasını sağlamaktadır (Cockett & Kilgour, 2015).

4. Manipülatiflerin Etkin Kullanımı

Manipülatiflerin öğretmenler tarafından nasıl daha etkili bir şekilde kullanılacağı üzerine literatür incelendiğinde, bu durumu etkileyen birçok faktör olduğu anlaşılmaktadır. Manipülatiflerin etkili kullanımı için dört prensip bulunmaktadır. Bunlar; manipülatifi uzun bir süre kullanmak, başlangıçta somut temsiller ile başlayıp zamanla soyut temsillere geçmek, dikkat dağıtan ve ilgisiz özelliklere sahip manipülatiflerden kaçınmak ve

manipülatifler ile matematik kavramları arasında kurulmak istenen ilişkiyi açık bir şekilde ifade etmektir (Laski, Jor'dan, Daoust, & Murray, 2015). Kelly'a (2006) göre öncelikle öğretmenlerin, manipülatifleri bir oyuncak gibi değil, öğrencilerin matematiği daha verimli öğrenmelerine olanak sağlayan araçlar olarak kullandığını fark etmeleri önemlidir. Çünkü bu durum öğrencilerin de manipülatifleri oynanacak bir şey olarak görmelerine sebep olur. İkinci olarak, öğretmenler manipülatifleri bir dizi davranış beklentisinin sıkı bir şekilde yerinde tutulduğu ayrıntılı bir formatta tanıtmalıdır. Üçüncü olarak, öğrencilerin manipülatiflerin matematiksel iletişim kurmada ve problem çözümedeki kullanılabilirliğini görmeleri için öğretmenler tarafından doğrudan modellenmesi gerekmektedir. Ross ve Kurtz (1993) ise manipülatif destekli öğretimin etkin bir şekilde yapılabilmesi için öğretmenin dersi planlarken aşağıdaki stratejileri uygulamasını önermiştir.

- Manipülatiflerin seçiminde dersin hedeflerini desteklemek dikkate alınmalı,
- Öğrencilerin sınıfta uygulanacak prosedürlere ve materyallere yönlendirilmesi için plan yapılmalı,
- Tüm öğrencilerin derse aktif bir şekilde katılımı sağlanmalı,
- Ders planı, öğrencilerin muhakeme becerilerinin gelişimini yansıtan değerlendirme prosedürlerini içermelidir.

Araştırmalar, öğrencilerin özellikle somuttan soyut döneme geçişlerinde manipülatif kullanımının yardımcı olduğunu göstermektedir. Ancak, öğretmenlerin soyut sembollerin tanıtımını desteklemek için manipülatifleri ve yapılacak olan etkinlikleri dikkatli bir biçimde seçmeleri gerekmektedir (Hartshorn & Sue, 1990). Çünkü manipülatiflerin seçim sürecinde pedagojik kriterler ve fiziksel kriterler olmak üzere iki hususun dikkate alınması gerekir. Pedagojik kriterler kullanılan materyallerin eğitsel potansiyeli ile ilgiliyken fiziksel kriterler manipülatiflerin gerçek fiziksel özelliklerini kapsamaktadır (Yeatts, 1991). Manipülatifler hedef kitlenin seviyesine göre dikkatlice seçilmeli ve kavram yanılgılarına yol açmayacak nitelikte gerçekçi modeller kullanılmalıdır (Durmuş & Karakırık, 2006).

Manipülatiflerin sınıf ortamında verimli bir şekilde kullanılmasını engelleyen çeşitli sebepler bulunmaktadır. Öğretmenlerin, manipülatifleri kullanırken yaşadıkları en yaygın problemlerden biri manipülatifleri derslerinin bir parçası olarak kullanmak için yeterli zamanlarının olmamasıdır (Berkseth, 2013; Gaetano, 2014). Manipülatiflerin etkin olabilmesi için doğru zamanda ve doğru bir şekilde kullanılması önem arz etmektedir. Uygun manipülatifin seçilmemesi ve bunların doğru bir şekilde

kullanılmaması durumlarında da verim elde edilemeyebilir (Reys, 1971). Ancak, araştırmacılar bu ve benzeri düşünce yapılarını sonlandırmaya ve manipülatiflerin gereksiz gibi düşünülmesini tersine çevirmeye çalışmaktadır (Gaetano, 2014). Öğrenme ortamlarında manipülatiflerin etkin kullanılması için dikkat edilmesi gereken durumlar;

- Öğrencilere, manipülatif kullanırken dikkat edilmesi gereken bilgilerin verilmesi,
- Manipülatif kullanımının öğrenmeye sağladığı katkılardan bahsedilmesi,
- Öğrenci düzeyine uygun manipülatiflerin seçilmesi,
- Manipülatiflerin dikkat çekici nitelikte olması,
- Kullanılacak manipülatifi öğrencilerin keşfetmesi,
- Öğretim sırasında yeterli sayıda manipülatif olması,
- Her öğrencinin manipülatifi kullanabilecek fırsat elde etmesi şeklinde (Ukdem, 2021) sıralanabilir.

Öğretmenlerin sınıflarında manipülatifleri etkin kullanımları için öneriler ise aşağıdaki gibidir;

- Öğrencilerin manipülatif kullanımı artırılmalıdır.
 - o *Öğrenciler, matematik hakkında düşünmek için manipülatifleri bir araç olarak kullanmayı öğrenmelidir.*
- Öğrencilerin manipülatif ihtiyaçlarındaki farklılıklar kabul edilmelidir.
- Öğrenciler problem çözümlerinde manipülatif kullanımı konusunda cesaretlendirilmelidir.
- Manipülatifler hakkında deneyimli olunmalıdır (Clements & McMillen, 1996).

Keza matematik öğretirken manipülatif kullanılmamasının nedenleri arasında materyallerin ekonomik olmamasının yanı sıra öğretmenlerin pedagojik açıdan bilgi eksikliklerinin olması olduğu belirtilmektedir (Gökmen vd., 2016). McIntosh'un (2012) ifade ettiği üzere, öğretmenlerin bilgi eksikliği ile sınıf ortamlarında manipülatif kullanmaları arasında ilişki bulunmaktadır ve öğretmenler kullandıkları manipülatiflerin arkasındaki felsefeyi anlamazlar ise öğrencilerine etkili bir şekilde aktarmaları mümkün değildir (Bruins, 2014). Bu sebeple de manipülatiflerin etkin kullanımı için bilgi eksikliklerinin giderilmesi önerilmektedir. Bu hizmet içi eğitimlerle sağlanabilir. Ek olarak, manipülatifler öğrencilerin matematiği anlamalarını

sağlar gibi yaygın bir kavram yanılgısı vardır. Bu kavram yanılgısının temelinde manipülatiflerin etkisiz bir şekilde kullanımı yatmaktadır (Simon, 2021). Öyle ki somut manipülatif kullanımının zengin bir öğrenme imkânı sunduğu ve öğrenciyi aktif halde tuttuğu, matematik öğretimini zevkli hale getirerek öğrenci motivasyonunu artırdığı bu sebeple de bunlardan yararlanılması gerektiği belirtilmesine karşın öğretmen adaylarının somut manipülatifleri amacına uygun ve etkili bir şekilde kullanamadıkları ortaya konmuştur (Gökkurt-Özdemir vd., 2020). Bu sebeple manipülatiflerin etkin kullanımı için çalışmaların yapılması gerekmektedir. Ayrıca henüz öğretmen adayı iken öğrencilere manipülatifler tanıtılmalı ve kullanımları konusunda bilgilendirilmelidirler. Aydoğdu-İskenderoğlu, Türk ve İskenderoğlu (2016) da geleceğin öğretmenleri olan adayların manipülatifleri bilmeleri ve etkin bir şekilde kullanabilmelerini önemli görmekteyiz. Nitekim çalışmalarında matematik öğretmeni adaylarının en çok bilgi sahibi oldukları somut manipülatiflerin geometrik cisimlerin açınımları, geometrik cisimler, terazi ve birim küpler olduklarını, bunların bilinme sebebinin ise öğrenim hayatlarında karşılaşmış olmaları olarak belirtmişlerdir. Hem somut hem de sanal manipülatifler, öğretmenler bunları öğretimlerine nasıl entegre edeceklerini bilirlerse yararlı araçlardır (Bouck & Flanagan, 2010). Gökmen ve diğerleri (2016) öğretmenlerin en çok kendi öğrencilik dönemlerinde kullandıkları manipülatifleri derslerinde kullanma eğiliminde olduklarını bu sebeple de öğretmen yetiştiren kurumlara manipülatiflerin etkin kullanımını konusunda öğretmen adaylarını daha donanımlı kılacak önlemleri almaları yönünde öneride bulunmuşlardır.

5. İlgili Araştırmalar

Moyer (2001) çalışmasında 10 ortaokul öğretmenin derslerinde manipülatif kullanımını incelemiştir. Sonuçta öğretmenlerin manipülatiflerin matematik öğretmek ve öğrenmek için eğlenceli olduklarını ancak gerekli olmadıklarını belirttiklerini ortaya koymuştur. Buradan hareketle geometri öğretimini eğlenceli hale getirmek için manipülatiflerin kullanılması önerilmektedir. Olkun (2003) iki boyutlu geometri öğretiminde, bilgisayarların etkisini somut manipülatiflerle bir karşılaştırmasını yapmıştır. Sonuç olarak hem bilgisayar hem de somut manipülatiflerle gerçekleştirilen eğitimde anlamlı gelişmeler görülmüştür. Bu sonuç, geometri öğretiminde hem bilgisayarlara hem de somut manipülatiflere yer verilmesinin başarıyı da beraberinde getireceğinin bir göstergesi olarak değerlendirilebilir. Bu değerlendirmeye geometri öğretiminde eğlencenin de sağlanarak başarıya ulaşmak adına somut ve soyut manipülatiflere yer verilmelidir. Moyer ve Jones (2004) çalışmalarında ortaokul matematik öğretmenlerinin matematik

öğretimi yaparken manipülatif kullanma uygulamalarını incelemişlerdir. Sonuçta çalışmaya katılan öğretmenlerin %70'inin manipülatif, hesap makinesi ve ölçme aracı vb. gibi matematik araçlarını derslerinde kullandıkları belirlenmiştir.

Uribe-Florez ve Wilkins (2010) çalışmalarında öğretmenlerin arka plan özellikleri, manipülatifler hakkındaki inançları ve matematik uygulamalarının bir parçası olarak manipülatif kullanım frekansları arasındaki ilişkileri araştırmışlardır. Sonuçta, öğretmenlerin sınıf seviyeleri ve manipülatifler hakkındaki inançlarının matematik uygulamalarında manipülatif kullanmalarının önemli belirleyicileri oldukları ortaya çıkmıştır. Baki ve diğerleri (2011) matematik öğretmeni adaylarının uzamsal görselleştirme becerilerine dinamik geometri yazılımları ile fiziksel manipülatiflerin etkilerini karşılaştırmışlardır. Ön test-son test yarı deneysel desende gerçekleştirilen çalışmada her iki öğretim yönteminin de geleneksel öğretim yöntemine göre daha efektif olduğu sonucuna erişilmiştir. Akkan ve Çakıroğlu (2011) öğretmen ve adaylarının somut materyallere ve sanal manipülatiflere bakış açılarını belirlemişlerdir. Sonuçta, her iki manipülatif çeşidinin de matematiksel kavramların öğretiminde önemli olduğu ortaya konmuştur. Akbay, Akkan ve Çakıroğlu (2011) etkili matematik öğretimi sağlayacak öğrenme ortamlarının tasarımı açısından gerekli olan öğretmen adaylarının farklı manipülatiflere yönelik görüşlerini belirlemeyi amaçladıkları çalışmalarında fiziksel ve sanal manipülatiflerin matematik öğretiminde kullanımı ile ilgili sınıf öğretmeni adaylarının görüşlerini belirlemişlerdir. Sonuçta sanal manipülatiflerin kullanımının tercih edildiği ortaya konmuştur. Pişkin-Tunç, Durmuş ve Akkaya (2012) ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının manipülatif ve somut materyal kullanma yeterliklerini incelemişlerdir. Adayların manipülatif ve somut materyal kullanma yeterliklerinin yüksek olduğu sonucu ile somut materyal ve manipülatif kullanma yeterlikleri arasında ise anlamlı bir ilişki bulunduğu sonucuna erişmişlerdir. Yaman ve Şahin (2014), geometrik düşüncenin gelişimi, geometri başarısının gerekliliği ve öneminden dolayı tasarladıkları, somut ve sanal manipülatiflerle desteklenmiş bir eğitimin beşinci sınıf öğrencilerinin geometrik yapıları çizme ve inşa etme başarılarını nasıl etkilediğini araştırdıkları çalışmalarını 56 öğrenci ile yürütmüşlerdir. Sonuçta başarının arttığı, somut ve sanal manipülatif destekli eğitim alan öğrencilerin performanslarının daha iyi olduğu görülmüştür. Buradan hareketle geometrik yapıların inşa edilmesi ve çizilmesi süreçlerinde somut ve sanal manipülatiflerden yararlanılması önerilmektedir. Güllüklük, Uğurlu ve Yürük (2014) onuncu sınıf öğrencilerinin geometri derslerinde fiziksel ve sanal manipülatif kullanırken edindikleri kazanımları ve karşılaştıkları

zorlukları inceledikleri çalışmalarında her iki türdeki manipülatiflerin düzlem dönüşümüyle ilgili matematiksel anlamaları şekillendirmeye yardımcı olduklarını belirlemiştir. Ayrıca söz konusu kavramlara ilişkin matematiksel anlamının kalıcı olmasında etkin rol oynadıkları belirlenmiştir. Bu bağlamda manipülatiflerin matematiksel anlamaya olan etkisi ön plana çıkmaktadır. Bu sebeple de matematiksel anlamaların kalıcı hale getirilmesi için hem somut hem de sanal manipülatiflere geometri derslerinde sıklıkla yer verilmesi önerilmektedir.

Cockett ve Kilgour (2015) matematikte manipülatif kullanmanın ilkökul öğrencilerinin anlayış, verimlilik, katılım ve eğlence üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışma sürecinde 32 öğrenci çeşitli manipülatifleri içeren farklı matematiksel etkinliklere katılmıştır. Sonuçlar, öğrencilerin manipülatif kullanırken daha meşgul olduklarını ve öğrenme ortamlarına ilişkin keyif alma, anlama ve verimlilik alanlarında geliştiğini göstermiştir. Gökmen ve diğerleri (2016) ortaokul matematik ve sınıf öğretmenlerinin somut matematik materyali kullanımına yönelik görüşlerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Ayrıca bu materyallerden hangilerini, ne oranda kullandıklarını belirlemeyi hedeflemiştir. Bununla birlikte materyallere yönelik yeterlik inançları ile kullanım düzeyleri arasındaki ilişkiyi belirlemeyi amaçlamışlardır. Sonuçta, öğretmenler yüksek yeterlik inançlarına sahip olmalarına rağmen materyal kullanma düzeyleri ile inançları arasında anlamlı bir ilişki tespit edilmemiştir. Aydoğdu-İskenderoğlu ve diğerleri (2016) matematik öğretmeni adaylarının somut materyallerden haberdar olma, öğrenme sürecinde bunları kullanma seviyeleri ve somut materyal kullanmaya yönelik öz-yeterliklerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Ayrıca tanıma ve kullanma seviyeleri ile öz-yeterlikleri arasındaki ilişkiyi de araştırmışlardır. Sonuçta, materyal kullanma konusunda adayların kendilerini yeterli görmelerine ve tanımlarına rağmen genellikle kullanmadıkları ortaya çıkmıştır. Ayrıca adayların öz-yeterlikleri ile tanıma ve kullanmaları arasında çok zayıf, negatif anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Uribe-Florez ve Wilkins (2017) Erken Çocukluk Uzun Süreli Çalışmasında (Early Childhood Longitudinal Study (ECLS)) elde edilen verileri kullanarak ilkökul öğrencilerinin matematik öğrenmeleri ile manipülatif kullanımları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Kesitsel korelasyon analizi sonuçları manipülatif kullanımı ile matematik başarısı arasında hiçbir ilişki olmadığını gösterirken, boylamsal analiz sonuçları, ilkökul yıllarındaki öğrencilerin matematik öğrenimi ile manipülatif kullanımı arasında bir ilişki olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar, uzun vadeli manipülatif kullanımının öğrencilerin öğrenmeleri üzerinde etkili olduğu şeklinde yorumlanmıştır. Buradan hareketle geometri öğretiminde de manipülatif kullanımının etkililiğini gözlemleyebilmek için uzun süreli kullanımların gerçekleştirilmesi

önerilmektedir. Hidayah ve diğerleri (2018) manipülatif kullanımının öğrencilerin geometri kavramlarını öğrenmelerinde etkili ve pratik olduğu sonucuna erişmişlerdir. Temel-Doğan ve Özgeldi (2018) ders araştırması kapsamında, ortaokul matematik öğretmeni adaylarının, cebir öğretimi yaparken sanal manipülatifleri neden ve nasıl kullandıklarına odaklandıkları çalışmalarını 17 aday ile yürütmüşlerdir. Cebirsel ilişkilerin keşfedilmesi, görselleştirilmesi ve somutlaştırılmasına sanal manipülatiflerin etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Buradan hareketle sanal manipülatiflerin görselleştirme ve somutlaştırmada etkin araçlar olduğu yorumu yapılabilir. Mutluoğlu (2019) araştırmasında altıncı sınıf geometri ve ölçme öğrenme alanıyla ilişkili bir sanal manipülatif takımı (MATMAP-(Sanal) Matematik Manipülatif Takımı) tasarlamış, uygulamış ve yapılanların etkisini değerlendirmiştir. Sonuçta, MATMAP'ın akademik başarıya daha fazla olumlu katkısı olduğu ortaya konmuştur. Çünkü öğrenciler bireysel öğrenme hızlarına uygun biçimde öğrenmişler ve istedikleri kadar deneme yapma imkânı bulmuşlardır. Çetin ve diğerleri (2019) çalışmalarında ortaokul matematik öğretmenlerinin derslerinde sanal ve somut manipülatif kullanılmasına ilişkin tutumlarını farklı değişkenler bağlamında incelemeyi amaçlamışlardır. Ayrıca manipülatif kullanımı ile ilgili ihtiyaçlarını da belirlemeyi hedeflemişlerdir. 152 ortaokul matematik öğretmeni ile gerçekleştirdikleri çalışmada öğretmenlerin %65.8'inin manipülatif kullandığı sonucuna erişmişlerdir. En çok sanal ve somut manipülatiflere; tam sayılar, kesirler ve geometrik cisimleri anlatırken ihtiyaç duydukları belirlenmiştir. Hizmet içi eğitim alıp almama, görev yeri ve kıdem yılı değişkenlerine göre ise tutumlarında bir farklılık tespit etmemişlerdir.

Gökkurt-Özdemir ve diğerleri (2020) çalışmalarında ortaokul matematik öğretmeni adaylarının matematik öğretimi için kullanılan somut materyalleri kullanma becerilerini incelemişlerdir. 45 öğretmen adayı ile gerçekleştirdikleri çalışmalarının verilerini nitel olarak analiz etmişlerdir. Sonuçta öğretmen adaylarının çoğunun somut manipülatifleri etkin ve amacına uygun olarak kullanmadıklarını görmüşlerdir. Somut manipülatifleri kullanan adayların ise sınırlı sayıda manipülatif kullandıkları belirlenmiştir. Ukdem (2021) kesirler konusunun öğretiminde somut ve sanal manipülatiflerin kullanımının öğrencilerin kavrama ve motivasyonlarına etkisini incelemiş ve manipülatif destekli gerçekleştirilen öğretimin istatistiksel olarak pozitif yönde etkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır. Yıldız ve Güleş (2022) dörtgenlerin hiyerarşik ilişkisinin öğretimini GeoGebra yazılımı ile gerçekleştirerek öğrencilerin erişti düzeylerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında deney grubunda GeoGebra yazılımını kullanırken kontrol grubunda somut manipülatiflerle öğretim gerçekleştirmişlerdir. Böylece çalışmalarında hem somut hem de sanal

manipülatifleri kullanmışlardır. Sonuçta da istatistiksel olarak manidar bir fark bulamamışlardır. Benzer içerikli öğretim etkinliklerinin somut ve sanal manipülatiflerle uygulanmasının erişim düzeylerini benzer şekilde artırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Buradan hareketle ister sanal olsun ister somut, manipülatiflerin erişim düzeylerinde benzer etkilerinin olduğunu söylemek olasıdır. Geometri öğretiminde de manipülatiflerin erişim düzeylerine benzer etkileri olacağı düşünülmektedir. Erdem ve Öztürk (2023) üstbilişsel planlamaya dayalı öğrenme ortamını manipülatif destekli olarak tasarlamışlardır. 19 sekizinci sınıf öğrencisinin katılımıyla gerçekleştirdikleri çalışmalarında üstbilişsel dayalı öğrenme ortamlarının sanal manipülatiflerle desteklenmesi gerektiği sonucuna ulaşmışlardır. Çünkü uygulamanın ilk haftalarında öğrenciler daha çok somut manipülatiflerle çalışmayı tercih ederken son haftalarda sanal manipülatiflerle çalışmayı tercih etmişlerdir. Geometri öğretimi bağlamında da eğer üstbilişsel planlamaya dayalı bir öğrenme ortamı oluşturulacaksa sanal manipülatiflere ağırlık verilerek çalışmalar gerçekleştirilebilir.

Kaynaklar

- Akbay, M., Akkan, Y., & Çakıroğlu, Ü. (2011). Matematik öğretiminde farklı manipülatiflerin kullanımı ile ilgili sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının görüşleri. *11th International Educational Technology Conference Proceedings Book, II*, 1749-1755.
- Akkan, Y., & Çakıroğlu, Ü. (2011). Matematik eğitiminde sanal manipülatiflerin ve somut materyallerin kullanımı: Öğretmen ve öğretmen adaylarının bakış açıları. *11th International Educational Technology Conference Proceedings Book, II*, 1742-1748.
- Altun, H. (2018). Lise öğrencilerinin geometri ders başarılarının Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine göre incelenmesi. *Electronic Turkish Studies*, 13(11), 157-168. <http://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.13759>
- Aydoğdu-İskenderoğlu, T., Türk, Y., & İskenderoğlu, M. (2016). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının somut materyalleri tanıma-kullanma durumları ve matematik öğretiminde kullanmalarına yönelik öz-yeterlikleri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39, 1-15.
- Baki, A., Kösa, T., & Güven, B. (2011). A comparative study of the effects of using dynamic geometry software and physical manipulatives on the spatial visualisation skills of pre-service mathematics teachers. *British Journal of Educational Technology*, 42(2), 291-310. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2009.01012.x>
- Bartolini, M. G., & Martignone, F. (2020). Manipulatives in mathematics education. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of mathematics education* (pp. 487-494). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_93
- Berkseth, A. H. (2013). *The effectiveness of manipulatives in the elementary school classroom*. <https://digitalcommons.wayne.edu/honorstheses/10>
- Boggan, M., Harper, S., & Whitmire, A. (2010). Using manipulatives to teach elementary mathematics. *Journal of Instructional Pedagogies*, 3, 1-6.
- Bouck, E. C., & Flanagan, S. M. (2010). Virtual manipulatives: What they are and how teachers can use them. *Intervention in School and Clinic*, 45(3), 186-191. <https://doi.org/10.1177/1053451209349530>
- Bozkurt, A., & Akalın, S. (2015). Matematik öğretiminde materyal geliştirme-nin ve kullanımının yeri, önemi ve bu konuda öğretmenin rolü. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 27.
- Brenner, M. E. (2002). Everyday problem solving and curriculum implementation: An invitation to try pizza. In M. E. Brenner & J. N. Moschkovich (Eds.), *Everyday and academic mathematics in the classroom* (pp. 63-92). Reston, VA: National Council of Teacher of Mathematics.
- Bruins, B. E. (2014). *The effectiveness of manipulatives in a high school algebra II class* [Unpublished master thesis]. Eastern Kentucky University.

- Carbonneau, K. J., Marley, S. C., & Selig, J. P. (2013). A meta-analysis of the efficacy of teaching mathematics with concrete manipulatives. *Journal of Educational Psychology, 105*(2), 380-400. <https://doi.org/10.1037/a0031084>
- Clements, D. H., & McMillen, S. (1996). Rethinking 'concrete' manipulatives. *Teaching Children Mathematics, 2*(5), 270-279.
- Cockett, A., & Kilgour, P. W. (2015). Mathematical manipulatives: Creating an environment for understanding, efficiency, engagement, and enjoyment. *Teach Collection of Christian Education, 1*(1), 47-54.
- Çetin, H., Aydın, S., & Yazar, M. İ. (2019). Ortaokul matematik öğretmenlerinin manipülatif kullanımına ilişkin tutumlarının ve ihtiyaçlarının incelenmesi. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi, 10*(17), 1179-1200. <https://doi.org/10.26466/opus.525024>
- D'Angelo, E., & Iliev, N. (2012). *Teaching mathematics to young children through the use of concrete and virtual manipulatives*. <https://files.eric.ed.gov/full-text/ED534228.pdf>
- Das, K. (2019). Role of ICT for better mathematics teaching. *Shanlax International Journal of Education, 7*(4), 19-28. <https://doi.org/10.34293/education.v7i4.641>
- Dorward, J. (2002). Intuition and research: Are they compatible? *Teaching Children Mathematics, 8*(6), 329-332.
- Durmuş, S., & Karakırık, E. (2006). Virtual manipulatives in mathematics education: A theoretical framework. *The Turkish Journal of Educational Technology, 5*(1), 117-123.
- Erdem, A., & Öztürk, M. (2023). Manipülatif destekli üstbilişsel planlamaya dayalı öğrenme ortamı tasarımı: Çarpanlar ve katları konusu örneği. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (BAİBÜEFD), 23*(2), 559-584. <https://dx.doi.org/10.17240/aibuefd.2023..-1099309>
- Fidan, Y., & Türnüklü, E. (2010). İlköğretim 5. sınıf öğrencilerinin geometrik düşünme düzeylerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 27*, 185-197.
- Gaetano, J. (2014). *The effectiveness of using manipulatives to teach fractions* [Unpublished doctoral dissertation]. Rowan University.
- Gökkurt-Özdemir, B., Uygun, T., Gün, Ö., & Koçak, M. (2020). Matematik öğretmeni adaylarının somut materyalleri kullanma becerilerinin incelenmesi. *Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi, 14*(34), 153-175. <https://doi.org/10.29329/mjer.2020.322.7>
- Gökmen, A., Budak, A., & Ertekin, E. (2016). İlköğretim öğretmenlerinin matematik öğretiminde somut materyal kullanmaya yönelik inançları ve sonuç beklentileri. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 24*(3), 1213-1228.

- Gülkalkık, H., Uğurlu, H. H., & Yürük, N. (2014). 10. sınıf öğrencilerinin geometri derslerinde sanal ve fiziksel manipülatif kullanımıyla ilgili deneyimleri. *11. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Bildiri Özetleri Kitapçığı*, 24.
- Hacıömeroğlu, G., & Apaydın, S. (2009). Tangram etkinliği ile çevre ve alan hesabı. *İlköğretim Online*, 8(2), 1-6.
- Hartshorn, R., & Sue, B. (1990). *Experiential learning of mathematics: Using manipulatives*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED321967.pdf>
- Haviger, J., & Vojkůvková, I. (2015). The Van Hiele levels at Czech secondary schools. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 171, 912-918. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.209>
- Hawkins, V. H. (2007). *The effects of math manipulatives on student achievement in mathematics* [Unpublished doctoral dissertation]. Capella University.
- Heddens, J. W. (2005). *Improving mathematics teaching by using manipulatives*. <http://www.fed.cuhk.edu.hk/~filee/mathfor/edumath/9706/13hedden.html>
- Henn, H. W. (2007). Modelling in school-chances and obstacles. *The Montana Mathematics Enthusiast, Monograph*, 3, 125-138.
- Hidayah, I., Dwijanto, & Istiandaru, A. (2018). Manipulatives and question series for elementary school mathematics teaching on solid geometry. *International Journal of Instruction*, 11(3), 649-662. <https://doi.org/10.12973/iji.2018.11344a>
- İşman, A., & Eskicumalı, A. (2003). *Eğitimde planlama ve değerlendirme (genişletilmiş 4. bs.)*. Değişim.
- Jones, J. P., & Tiller, M. (2017). Using concrete manipulatives in mathematical instruction. *Dimensions of Early Childhood*, 45(1), 18-23.
- Kedikli, D. (2022). *Ortaokul öğrencilerinin geometriye yönelik sorgulayıcı öğrenme becerilerinin incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Kocaeli Üniversitesi.
- Kelly, C. A. (2006) Using manipulatives in mathematical problem solving: A performance-based analysis. *The Mathematics Enthusiast*, 3(2), 183-193. <https://doi.org/10.54870/1551-3440.1049>
- Kılıç, H. (2013). Lise öğrencilerinin geometrik düşünme, problem çözme ve ispat becerileri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 7(1), 222-241. <http://dx.doi.org/10.12973/nefmed160>
- Larbi, E., & Mavis, O. (2016). The use of manipulatives in mathematics education. *Journal of Education and Practice*, 7(36), 53-61.
- Laski, E. V., Jor'dan, J. R., Daoust, C., & Murray, A. K. (2015). What makes mathematics manipulatives effective? Lessons from cognitive science.

- ce and Montessori education. *SAGE Open*, 5(2), 1-8. <https://doi.org/10.1177/2158244015589588>
- McIntosh, G. V. (2012). *Testing instrumentation validity for measuring teachers' attitudes toward manipulative use in the elementary classroom*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED537025.pdf>
- Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) (2018). *Matematik dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. <http://mufredat.meb.gov.tr/>
- Monte, J. (2021). *An exploration of manipulatives in math education* [Unpublished master thesis]. Bridgewater State University.
- Moore, S. D. (2014). *Why teach mathematics with manipulatives?* <https://www.hand2mind.com/resources/why-teach-math-with-manipulatives>
- Moyer, P. S. (2001). Are we having fun yet? How teachers use manipulatives to teach mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 47, 175-197.
- Moyer, P. S., & Bolyard, J. J. (2002). Exploring representation in the middle grades: Investigations in geometry with virtual manipulatives. *The Australian Mathematics Teacher*, 58(1), 19-25.
- Moyer, P. S., Bolyard, J. J., & Spikell, M. A. (2002). What are virtual manipulatives? *Teaching Children Mathematics*, 8(6), 372-377.
- Moyer, P. S., & Jones, M. G. (2004). Controlling choice: Teachers, students, and manipulatives in mathematics classrooms. *School Science and Mathematics*, 104(1), 16-31.
- Moyer-Packenham, P. S., & Bolyard, J. J. (2016). Revisiting the definition of a virtual manipulative. In P. S. Moyer-Packenham (Ed.), *International perspectives on teaching and learning mathematics with virtual manipulatives* (pp. 3-23). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-32718-1_1
- Mullis, I. V. S., & Martin, M. O. (2017). *TIMSS 2019 assessment frameworks*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED596167.pdf>
- Mutluoğlu, A. (2019). *6. sınıf matematik dersi geometri ve ölçme öğrenme alanında geliştirilen bir sanal manipülatif takımının (MATMAP) öğrencilerin akademik başarılarına, geometriye yönelik tutumlarına ve geometrik muhakeme süreçlerine etkisi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Necmettin Erbakan Üniversitesi.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2020). *Standards for the preparation of secondary mathematics teachers*. The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Olkun, S. (2003). Comparing computer versus concrete manipulatives in learning 2D geometry. *Jl. of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 22(1), 43-56.
- Paliwal, V. (2018). Do manipulatives foster pre-service teachers' understanding of probability? *Current Issues in Middle Level Education*, 23(1), 1-29.

- Pişkin-Tunç, M., Durmuş, S., & Akkaya, R. (2012). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik öğretiminde somut materyalleri ve sanal öğrenme nesnelerini kullanma yeterlikleri. *MED*, 1, 13-20.
- Reys, E. R. (1971). Considerations for teachers using manipulative materials. *The Arithmetic Teacher*, 18(8), 551-558.
- Ross, R., & Kurtz, R. (1993). Making manipulatives work: A strategy for success. *The Arithmetic Teacher*, 40(5), 254-257.
- Satsangi, R., & Miller, B. (2017). The case for adopting virtual manipulatives in mathematics education for students with disabilities. *Preventing School Failure: Alternative Education for Children and Youth*, 61(4), 303-310. <https://doi.org/10.1080/1045988X.2016.1275505>
- Simon, M. A. (2021). *What makes instruction with manipulatives successful or unsuccessful?* <https://www.researchgate.net/publication/354961964>
- Sowell, E. J. (1989). Effects of manipulative materials in mathematics instruction. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20(5), 498-505.
- Suh, J. M. (2005). *Third graders' mathematics achievement and representation preference using virtual and physical manipulatives for adding fractions and balancing equations* [Unpublished doctoral dissertation]. George Mason University.
- Suna, H. E., Şensoy, S., Parlak, B., & Özdemir, E. (2020). *TIMSS 2019 Türkiye ön raporu*. https://odsgm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2020_12/10175514_TIMSS_2019_Turkiye_On_Raporu_.pdf
- Suwito, A., Yuwono, I., Parta, I., & Irawati, S. (2017). Geometry high school students thinking ability based on level Van Hiele. *International Conference on Mathematics: Education, Theory, and Application (ICMETA)*, 1, 200-207.
- Stylianides, A. J., & Stylianides, G. J. (2008). Studying the implementation of tasks in classroom settings: High-level mathematics tasks embedded in "real-life" contexts. *Teaching and Teacher Education*, 24, 859-875.
- Swan, P., & Marshall, L. (2010). Revisiting mathematics manipulative materials. *APMC*, 15(2), 13-19.
- Temel-Doğan, D., & Özgeldi, M. (2018). Ders araştırması kapsamında matematik öğretmen adayları cebir öğretiminde sanal manipülatifleri nasıl kullanmaktadır? *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 12(1), 152-179.
- Terzioğlu, N. K., & Yıkılmış, A. (2022). Özel gereksinimli öğrencilere matematik öğretiminde sanal manipülatiflerin kullanımı: Literatür taraması. *Euroasia Journal of Social Sciences & Humanities*, 9(1), 80-100. <http://dx.doi.org/10.38064/eurssh.314>
- Türk Dil Kurumu [TDK] (2023). *Matematik*. <https://sozluk.gov.tr>

- Ukdem, Ş. (2021). *3. sınıf kesirler konusunda somut ve sanal manipülatif destekli öğretim uygulamalarının kavrama ve motivasyona etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Necmettin Erbakan Üniversitesi.
- Uribe-Florez, L. J., & Wilkins, J. L. M. (2010). Elementary school teachers' manipulative use. *School Science and Mathematics, 110*(7), 363-371.
- Uribe-Florez, L. J., & Wilkins, J. L. M. (2017). Manipulative use and elementary school students' mathematics learning. *Int J of Sci and Math Educ, 15*, 1541-1557. <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9757-3>
- Uttal, D. H., Scudder, K. V., & DeLoache, J. S. (1997). Manipulatives as symbols: A new perspective on the use of concrete objects to teach mathematics. *Journal of Applied Developmental Psychology, 18*(1), 37-54.
- Ünlü, M. (2017). Matematik öğretmen adaylarının matematik derslerinde öğretim materyali kullanımına ilişkin görüşleri. *Eğitimde Kuram ve Uygulama, 13*(1), 10-34.
- Van de Walle, J. A. (2007). *Elementary and middle school mathematics: Teaching developmentally (6th ed.)*. Pearson/Allyn and Bacon.
- Yaman, H., & Şahin, T. (2014). Somut ve sanal manipülatif destekli geometri öğretiminin 5. sınıf öğrencilerinin geometrik yapıları inşa etme ve çizimdeki başarılarına etkisi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 14*(1), 202-220. <https://doi.org/10.17240/aibuefd.2014.14.1-5000091509>
- Yazlık, D. Ö. (2018). Öğretmenlerin matematik öğretiminde somut öğretim materyali kullanımına yönelik görüşleri. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi, 8*(15), 775-805. <https://doi.org/10.26466/opus.417200>
- Yenilmez, K., & Uysal, E. (2007). İlköğretim öğrencilerinin matematiksel kavram ve sembollerini günlük hayatla ilişkilendirebilme düzeyi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24*, 89-98.
- Yeatts, K. (1991). *Manipulatives: Motivating mathematics*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED355097.pdf>
- Yıldız, E., & Güleş, E. (2022). Dörtgenlerin hiyerarşik ilişkilerinin öğretiminde GeoGebra yazılımı kullanımının 8. sınıf öğrencilerinin erişim düzeylerine etkisi. *Trakya Eğitim Dergisi, 12*(1), 451-474.

Biyoloji Öğretmenlerinin Web 2.0 Araçları Kullanımı Yetkinliğinin İncelenmesi

Merve Adıgüzel Ulutaş¹

Canan Bilgili²

Mehmet Yılmaz³

Özet

Öğretmenlerin Web 2.0 araçlarını kullanım yetkinliği ile eğitim ortamlarında bu araçların kullanılma sıklığı ve öğrencilerin de eğitim teknolojileri bağlamında derse yönelik ilgi, tutum ve motivasyonlarının artırılması arasında ilişki bulunmaktadır. Özellikle de fen derslerinde eğitim-öğretimin daha etkili kılınması, öğrencilerin derse katılımlarının artırılması ve interaktif bir öğretim ortamının oluşturulmasında teknolojik araç ve gereçlerin öğretmenler tarafından öğrenme ortamında etkili olarak kullanılması önemlidir. Bu çalışmada biyoloji öğretmenlerinin Web 2.0 araçları kullanım öz yeterliğinin farklı değişkenlere göre belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada nicel araştırma yöntemlerinden tarama modeli kullanılmıştır. Araştırma Türkiye’de farklı okullarda görev yapan 92 biyoloji öğretmeni ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmada veri toplama aracı olarak Çelik (2020) tarafından geliştirilen “Web 2.0 Araçları Kullanımı Yetkinliği Ölçeği” kullanılmıştır. Ölçek tek boyutlu ve 39 maddeden oluşmaktadır. Verilerin analizinde parametrik testlerden bağımsız örneklem t-testi ve tek yönlü ANOVA kullanılmıştır. Araştırma sonucunda biyoloji öğretmenlerinin cinsiyet, çalıştıkları kurum türü ve teknoloji kullanım sıklığına göre anlamlı bir farklılık göstermediği tespit edilmiştir. Ancak araştırma sonucunda mesleki tecrübe yılı ve Web 2.0 araçları ile eğitim alma durumlarına göre anlamlı farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Mesleki tecrübesi daha az olan biyoloji öğretmenlerin tecrübe yılı fazla olan öğretmenlere göre ölçekten aldıkları puanların daha fazla olduğu bu bağlamda da Web 2.0 araçlarının kullanım yetkinliklerinin daha yüksek düzeyde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte Web 2.0 araçlarına yönelik eğitim alan öğretmenlerin eğitim almayan öğretmenlere göre Web 2.0 araçlarının kullanım yetkinlik puanlarının daha fazla olduğu belirlenmiştir.

1 Arş. Gör., Gazi Üniversitesi, merveadiguzel@gazi.edu.tr, 0000-0003-2462-0231

2 Yüksek Lisans Öğrencisi, Gazi Üniversitesi, cananblg152@gmail.com, 0009-0005-6365-4495

3 Prof. Dr., Gazi Üniversitesi, myilmaz@gazi.edu.tr, 0000-0001-6700-6579

Giriş

Gelişen teknoloji ile birlikte teknolojik ürünlerin günümüzde hemen hemen her alanla entegre olduğu görülmektedir. Teknolojinin etkili bir şekilde kullanıldığı alanlardan biri de eğitim-öğretimdir. Eğitimde teknolojinin kullanımı ile birlikte tüm dünyadaki eğitim anlayışları arasında bazı farklılıklar ve değişimler meydana gelmiştir (Keser, 2005). Bu bağlamda da yeni öğretim yaklaşımları benimsenmiş ve etkili öğretim ortamlarının oluşturulması için farklı yöntemler, teknikler ve araçlar eğitimde sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır.

Tüm dünyada yaşanan bu değişim ve gelişmelere ayak uydurmak üzere Türkiye’de de çeşitli atılımlar yapılmıştır. Özellikle yurtdışında geliştirilen eğitim teknolojilerinin ülkemizde de uygulanması adına girişimler olmuştur. Şüphesiz öğrenme ortamlarında teknoloji kullanılması öğrencilerin akademik başarılarına ve derse yönelik motivasyonlarının artırılmasına katkı sağlamaktadır (Conole & Alevizou, 2010; Saltman, 2011). Nitekim yapılan çalışmalarda da eğitimde teknolojinin kullanılmasının olumlu sonuçları paylaşılmıştır (Çelebi & Satırlı, 2021; Yuen vd., 2011; Plowman & Stephen, 2007; Wainwright & Linebarger, 2006).

Ancak eğitim teknolojileri bağlamında gelişmiş ülkelerde yapılan çalışmaların maliyeti yüksek ürünlerinin doğrudan alınıp kullanılması yerine, ülkedeki ekonomik ve sosyal yapı göz önüne alınarak biçimlendirilmesi, alt yapının ve eğitimin desteklenmesi gereklidir (Savaş, Elmas & Öztürk, 2011). Bununla birlikte öğretim programının uygulayıcısı olan öğretmenlerin de bu konudaki yeterlikleri teknoloji ürünlerinin öğretim ortamlarında etkili bir şekilde kullanılması bakımından önem arz etmektedir.

Eğitimde kullanılan teknolojik araç ve gereçlerin okullara gönderilmesi ile etkili bir şekilde uygulanması beklenmektedir. Ancak öğretmenlerin hem teknolojik araç ve gereç kullanım hazır bulunuşluklarının yetersiz olması (Horzum, 2010; Kıyıcı, 2010) hem de bu teknolojik araç ve gereçlerin etkili bir şekilde kullanılabilmesi üzerine yeterli eğitim verilememesi (Binghimlas, 2009) bu araç ve gereçlerin eğitim-öğretime katkıları noktasında tartışmalara neden olmuştur (Kayaduman, Sırakaya, & Seferoğlu, 2011). Bununla birlikte gerçekleşen bu değişimlere direnen ve eski değerlere bağlılığını devam ettiren öğretmenler de mevcut durumdadır (Elmas, Demirdögen & Geban, 2011).

Öğretmenlerin yeterlikleri; teknolojik araç ve gereçler hakkında bilgi ve becerilere sahip olmaları ve seçmiş oldukları teknolojik araç ve gereçlerin ilgili dersin kazanımları, içeriği ve öğretim etkinlikleri ile uygun olarak kullanılması bağlamında öne çıkmaktadır (Pamuk, Ülken & Dilek, 2012). Özellikle de

fen derslerinde eğitim-öğretimin daha etkili kılınması, öğrencilerin derse katılımlarının artırılması ve interaktif bir öğretim ortamının oluşturulmasında teknolojik araç ve gereçlerin öğretmenler tarafından öğrenme ortamında etkili olarak kullanılması önemlidir.

Bu noktada da teknolojik araçlar arasında yer alan Web araçlarının eğitim-öğretimde kullanılması dikkat çekmektedir. Özellikle son yıllarda eğitim-öğretim sürecinde internet ve Web 2.0 araçlarının kullanılma sıklığı artmıştır (Crook vd., 2008; Özerbaş & Akın Mart, 2017). Web 2.0 araçları sayesinde öğrencilerin bilgi teknolojileri bağlamında bilgiyi araştırmaları, düzenlemeleri ve birbirleri ile paylaşımları kolaylaşmaktadır (Sever, Bayar ve Toker, 2023). Faydaları ve kolaylıkları incelendiğinde Web 2.0 araçları öğrencileri ve öğretmenleri eğitimde oldukça önemli bir oranda desteklemektedir.

Web araçları gelişmişliklerine ve içerik özelliklerine göre Web 1.0, Web 2.0, Web 3.0 ve Web 4.0 olmak üzere gruplandırılmıştır (Çekinmez, 2009). Web 1.0 araçlarında kullanıcılar ve Web sitesi arasında bir etkileşim olmadan bilgi tek bir bilgisayardan çok sayıda sunucu bilgisayara aktarılır (Bektaş, 2012). Web 2.0 araçları ise aktif olan yapısı ile bilgiye ulaşımın hızlı ve kolay olmasını sağlayan, kullanıcıları bilgi edinenden çok üreten haline getiren, sosyal ortamların oluşturulmasına imkân sunan web teknolojilerini içermektedir (Çekinmez, 2009). Eğitimde sıklıkla kullanılan Web 2.0 araçlarına örnek olarak; Prezi, Wordle, Todaysmeet, Dropbox, GoAnimate, Creaza, Chatzy, Survey Monkey verilebilir.

Web-2.0 araçlarının Web 1.0 araçlarına oranla daha fazla tercih edilmesinin en önemli sebebi ise Web 1.0 araçlarının sadece bilgileri ekranda görünüp ve okunabilirken, Web 2.0 araçları birçok kullanıcıyı sosyal ve aktif bir şekilde ortak bir platformda buluşturabilmektedir (O'reilly, 2007). En geniş bağlamda Web 2.0 araçları, bireylerin içerik geliştirmede kullanabileceği, birbirleri ile işbirliği içerisinde olabileceği ve sürekli olarak fikir ve bilgi alışverişi gerçekleştirebilecekleri bir web platformudur (McLoughlin & Lee, 2007).

Web 2.0 araçlarının üretilmesinin en temel amacı yapılandırmacı eğitimi desteklemektir (Conole & Alevizou, 2010; Lu, Lai, & Law, 2010). Öğrenciler Web 2.0 araçlarını kullanarak sınıf ortamında sadece bilgi edinen konumundan; bilgi üreten, bilgiye müdahale eden, bilgilerin kaynaklarını sorgulayan ve problemlere yeni çözümler üreten aktif bireylere dönüşebilmektedirler (Elmas & Geban, 2012). Eğitime sağladığı bu faydalar düşünüldüğünde Web 2.0 araçlarının öğrenme ortamına uygun bir şekilde kullanılması değerli görülmektedir. Bu noktada en önemli görev öğretmenlere düşmektedir.

Öğretmenlerin Web 2.0 araçlarını kullanım yetkinliği ile eğitim ortamlarında bu araçların kullanılma sıklığı ve öğrencilerin de eğitim teknolojileri bağlamında derse yönelik ilgi, tutum ve motivasyonlarının artırılması arasında ilişki bulunmaktadır (Çelik, 2021). Bu doğrultuda da Web 2.0 araçlarının öğretmenler tarafından da etkili bir şekilde kullanılması eğitimin tüm paydaşlarına yarar sağlayabilecek nitelikte olduğu düşünülmektedir. Bu çalışmada biyoloji öğretmenlerinin Web 2.0 araçları kullanım öz yeterliğinin farklı değişkenlere göre belirlenmesi amaçlanmıştır.

Yöntem

1.Araştırma Deseni

Araştırmada nicel araştırma yöntemlerinden tarama modeli kullanılmıştır. Tarama modeli, geniş bir kitlenin özelliklerinin incelenmesinde sıkça kullanılmaktadır (Büyüköztürk vd., 2008). Tarama çalışmalarında amaç betimsel bir inceleme yapmaktır.

2.Evren ve Örneklem

Araştırmanın evrenini biyoloji öğretmenleri oluşturmaktadır. Araştırmanın örnekleme ise uygun örneklem yöntemi ile seçilmiştir. Uygun örneklem yönteminde araştırmacı evren içerisinden en ulaşılabilir olandan başlayarak uygun örnekleme erişir ve bu örneklem üzerinde çalışmasını tamamlar (Büyüköztürk vd., 2008). Bu bağlamda araştırmanın örnekleme ulaşmak için çevrim-içi form düzenlenerek Türkiye'nin farklı bölgelerinde görev yapan biyoloji öğretmenlerine gönderilmiştir. Araştırmaya 92 gönüllü biyoloji öğretmeni katılım sağlamıştır.

Örnekleme ait demografik bilgiler Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1 Araştırmaya Katılan Biyoloji Öğretmenlerine Ait Demografik Bilgiler

		<i>n</i>	%
<i>Cinsiyet</i>	<i>Kadın</i>	70	76
	<i>Erkek</i>	22	24
<i>Mesleki Tecrübe</i>	<i>1-5 yıl arası</i>	28	30,5
	<i>6-10 yıl arası</i>	10	10,8
	<i>11 yıl ve üstü</i>	54	58,7
<i>Çalışılan Kurum Türü</i>	<i>Özel</i>	31	33,7
	<i>Devlet</i>	61	66,3
<i>Web 2.0 Araçları İle İlgili Eğitim Alma</i>	<i>Evet</i>	37	40,2
	<i>Hayır</i>	55	59,8
<i>Teknoloji Kullanma Sıklığı</i>	<i>Hiç Kullanmam</i>	1	1
	<i>Ara Sıra Kullanırım</i>	30	32,6
	<i>Sık Sık Kullanırım</i>	39	42,4
	<i>Sürekli Kullanırım</i>	22	24

3. Veri Toplama Aracı

Araştırmada veri toplama aracı olarak Çelik (2020) tarafından geliştirilen “Web 2.0 Araçları Kullanımı Yetkinliği Ölçeği” kullanılmıştır. Ölçek tek boyutlu ve 39 maddeden oluşmaktadır. Geçerlik ve güvenirlik çalışmaları araştırmacı tarafından yapılan ölçeğin geçerli ve güvenilir bir ölçek olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacı ölçek geliştirme çalışmasında yaptığı araştırmada Cronbach Alpha test sonucunu .98 olarak elde etmiştir. Bu araştırmada ise Cronbach’s alpha güvenirlik katsayısı .99 olarak tespit edilmiştir

4. Verilerin Analizi

Veri toplama aracından elde edilen nicel verilerin normal dağılıp dağılmadığını analiz edilmiştir. Bu kapsamda çarpıklık ve basıklık değerleri (-.1085 ve .330) bulunmuştur. Alan yazına göre çarpıklık ve basıklık değerleri ± 1.5 arasında olduğunda parametrik analizlerin kullanılması uygundur. Bu bağlamda araştırmada verilerin analizinde parametrik testlerden bağımsız örneklem t-testi ve tek yönlü ANOVA kullanılmıştır.

Bulgular

Bu bölümde biyoloji öğretmenlerinin Web 2.0 araçları kullanımı yetkinliğinin çeşitli değişkenlere göre incelendiği veriler sunulmuştur.

Araştırmada, ilk olarak “*Biyoloji öğretmenlerinin Web 2.0 araçları kullanımı yetkinlikleri cinsiyete göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?*” sorusuna cevap aranmıştır. Elde edilen veriler ait bağımsız örneklem t-testi sonuçları Tablo 2’de verilmiştir

Tablo 2 Cinsiyete Göre Bağımsız T-Testi Sonuçları

Ölçek	Cinsiyet	N	\bar{X}	sd	t	p
Web 2.0 Araçları Kullanımı Yetkinliği	Kadın	70	99,1	45,5	0,14	,989
	Erkek	22	98,9	55,9		

* $p < .05$

Tablo 2 incelendiğinde, biyoloji öğretmenlerinin Web 2.0 araçları kullanımı yetkinlikleri cinsiyete göre anlamlı bir farklılık göstermediği tespit edilmiştir.

Araştırmada, “*Biyoloji öğretmenlerinin Web 2.0 araçları kullanımı yetkinlikleri mesleki tecrübeye göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?*” sorusuna cevap aranmıştır. Elde edilen veriler ait tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları Tablo 3 ve 4’te verilmiştir

Tablo 3 Mesleki Tecrübeye Göre Frekans, Ortalama Puan ve Standart Sapma Değerleri

Mesleki Tecrübe	N	\bar{X}	sd
1-5 yıl arası (1)	28	127,1	36,4
6-10 yıl arası (2)	10	91,9	52,7
11 yıl ve üstü (3)	54	85,8	26,7

Tablo 4 Mesleki Tecrübeye Göre Tek Yönlü Varyans Analiz (ANOVA) Sonuçları

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p	Tukey
Gruplar arası	31932,796	2	15966,398			
Gruplar içi	176819,671	89	1986,738	8,036	,001	1>2
Toplam	208752,467	91				

* $p < .05$

Tablo 4'teki sonuçlar incelendiğinde, biyoloji öğretmenlerinin Web 2.0 araçları kullanımı yetkinlikleri mesleki tecrübeye göre anlamlı bir farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Yapılan Tukey testi sonucunda, mesleki tecrübeleri 1-5 yıl arasına olan biyoloji öğretmenlerinin 11 yıl ve üstü mesleki tecrübeye sahip biyoloji öğretmenlerinden daha yüksek Web 2.0 araçları kullanımı yetkinlikleri puanlarına sahip olduğu görülmüştür

Araştırmada, “*Biyoloji öğretmenlerinin Web 2.0 araçları kullanımı yetkinlikleri çalıştığı kurum türüne göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?*” sorusuna cevap aranmıştır. Elde edilen veriler ait bağımsız örneklem t-testi sonuçları Tablo 5'te verilmiştir

Tablo 5 Çalışılan kurum türüne göre bağımsız t-testi sonuçları

Ölçek	Çalışılan Kurum Türü	N	\bar{X}	sd	t	p
Web 2.0 Araçları Kullanımı Yetkinliği	Özel	31	114	43,9	2,184	,032
	Devlet	61	91,4	48,3		

* $p < .05$

Tablo 5 incelendiğinde, biyoloji öğretmenlerinin Web 2.0 araçları kullanımı yetkinlikleri çalışılan kuruma göre anlamlı bir farklılık göstermediği tespit edilmiştir.

Araştırmada, “*Biyoloji öğretmenlerinin Web 2.0 araçları kullanımı yetkinlikleri Web 2.0 araçları ile ilgili eğitim alma durumlarına göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?*” sorusuna cevap aranmıştır. Elde edilen veriler ait bağımsız örneklem t-testi sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6 Eğitim Alma Durumuna Göre Bağımsız Örneklem T-Testi Sonuçları

Ölçek	Eğitim Alma Durumları	N	\bar{X}	sd	t	p
Web 2.0 Araçları Kullanımı Yetkinliği	Evet	37	118	49,1	3,396	,001
	Hayır	55	85	42,6		

* $p < .05$

Tablo 6 incelendiğinde, biyoloji öğretmenlerinin Web 2.0 araçları kullanımı yetkinlikleri Web 2.0 araçlarına yönelik eğitim durumlarına göre eğitim alanların lehine anlamlı bir farklılık gösterdiği tespit edilmiştir.

Araştırmada, “*Biyoloji öğretmenlerinin Web 2.0 araçları kullanımı yetkinlikleri teknoloji kullanma sıklığına göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?*” sorusuna cevap aranmıştır. Elde edilen veriler ait tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları Tablo 7 ve 8’de verilmiştir

Tablo 7 Teknoloji Kullanma Sıklığına Göre Frekans, Ortalama Puan ve Standart Sapma Değerleri

<i>Teknoloji Kullanma Sıklığı</i>	<i>N</i>	<i>X̄</i>	<i>sd</i>
<i>Hiç Kullanmam (1)</i>	1	40	
<i>Ara Sıra Kullanırım (2)</i>	30	83,5	41,8
<i>Sık Sık Kullanırım (3)</i>	39	104,4	50,3
<i>Sürekli Kullanırım (4)</i>	22	113,4	46,3

Tablo 8 Teknoloji Kullanma Sıklığına Göre Tek Yönlü Varyans Analiz (ANOVA) Sonuçları

	<i>Kareler Toplamı</i>	<i>df</i>	<i>Kareler Ortalaması</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
<i>Gruplar arası</i>	16429,906	3	5476,635		
<i>Gruplar içi</i>	192322,562	88	2185,484	2,506	,064
<i>Toplam</i>	208752,467	91			

Tablo 8 incelendiğinde, biyoloji öğretmenlerinin Web 2.0 araçları kullanımı yetkinlikleri Web 2.0 araçlarına yönelik teknoloji kullanım sıklığına göre anlamlı bir farklılık göstermediği tespit edilmiştir.

Ayrıca araştırmada “*Biyoloji öğretmenlerinin Web 2.0 araçları kullanımı yetkinliklerine yönelik puanlarının ortalaması nedir?*” sorusuna cevap aranmıştır.

Biyoloji öğretmenlerinin Web 2.0 Araçları Kullanımı Yetkinliği Ölçeği’nden aldıkları puanların ortalaması 99,0 bulunmuştur.

Tartışma ve Sonuç

Araştırmada biyoloji öğretmenlerinin Web 2.0 araçları kullanım öz yeterliğinin farklı değişkenler açısından belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu bağlamda araştırma sonucunda biyoloji öğretmenlerinin cinsiyet, çalıştıkları kurum türü ve teknoloji kullanım sıklığına göre anlamlı bir farklılık göstermediği tespit edilmiştir. Nitekim Bircan (2022) Türkçe öğretmenlerinin Web 2.0 araçları kullanım yetkinliği üzerine gerçekleştirdiği çalışmada, kadın

ve erkek öğretmenlerin Web 2.0 araçlarını kullanma yetkinliklerinin birbirine yakın olduğu sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca araştırma sonucunda mesleki tecrübe yılı ve Web 2.0 araçları ile eğitim alma durumlarına göre anlamlı farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Mesleki tecrübesi daha az olan biyoloji öğretmenlerin tecrübe yılı fazla olan öğretmenlere göre ölçekten aldıkları puanların daha fazla olduğu bu bağlamda da Web 2.0 araçlarının kullanım yetkinliklerinin daha yüksek düzeyde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Timur, Timur, Arcagök ve Öztürk, (2020) Fen Bilimleri öğretmenlerinin Web 2.0 araçlarına yönelik görüşleri üzerine yaptıkları bir çalışmada, fen bilimleri öğretmenlerinin Web 2.0 araçları kullanım sıklıklarının ve farkındalıklarının yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Türkçe öğretmenleri ile Web 2.0 araçları kullanımı yetkinliği üzerine yapılan başka bir çalışmada öğretmenlerin meslekteki yıllarının Web 2.0 araçları kullanım yetkinlikleri üzerinde etkisi olmadığını saptanmıştır. (Bircan, 2022). Aktürk ve Delen (2020) ise öğretmenlerin teknoloji kabul düzeyleri üzerine yaptıkları çalışmada meslekte çalışma süresinin artmasıyla beraber öğretmenlerin teknolojiyi kabullenme durumlarının azaldığına değinmişlerdir.

Bununla birlikte Web 2.0 araçlarına yönelik eğitim alan öğretmenlerin eğitim almayan öğretmenlere göre Web 2.0 araçlarının kullanım yetkinlik puanlarının daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bu bağlamda konuyla ilgili verilen eğitimlerin etkili olduğu söylenebilir. Nitekim Alevy (2021) yaptığı doktora tez çalışmasında ortaöğretim öğretmenlerinin Web 2.0 araçlarını kullanımı konusunda çok az deneyimli oldukları ve öğretmenlerin Web 2.0 araçlarına yönelik olarak eğitim verilmesi gerektiğini belirtmiştir. Krouska, Troussas ve Sgouropoulou (2020) ise öğretmenler ile yaptıkları çalışmada öğretmenlerin Web 2.0 araçlarını kullanılmayı kolayca öğrendiklerini ve Web 2.0 araçların içeriklerini eğitim yönünden faydalı bulduklarını belirtmişlerdir. Bayrak ve Bayrak'ın (2021) sınıf öğretmenleri ile yaptıkları çalışmada, öğretmenlere Web 2.0 araçlarının kullanımı konusunda eğitim verilmesinin öğretmenlerin fen bilimleri dersine yönelik teknolojik pedagojik alan bilgisi öz güvenlerinin arttığını tespit etmişlerdir. Caliskan, Guney, Sakhieva, Vasbieva ve Zaitseva (2019) öğretmen adayları ile yaptıkları çalışmada öğretmen adayları Web 2.0 araçlarının kullanımı konusunda olumlu görüş bildirdiklerini belirtmişlerdir. Araştırmacılar Web 2.0 araçlarının zengin içerikleri nedeniyle etkili öğrenme ortamlarının oluşmasına katkı sağlayacağını vurgulamışlardır.

Araştırmada ayrıca Web 2.0 Araçları Kullanımı Yetkinliği Ölçeğinden aldıkları puanların ortalaması 99 olarak tespit edilmiştir. Ölçekten alınabilecek maksimum puan 195 olduğu düşünüldüğünde biyoloji öğretmenlerinin puanların ortalamaya yakın olduğu söylenebilir. Nitekim Uyulgan ve Akkuzu Güven (2022) kimya öğretmenleri ile yaptıkları

çalışmada öğretmenlerin Web 2.0 araçlarına yönelik yetkinliklerinin orta düzeyde olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmada öğretmenlerin Web 2.0 teknolojileri konusunda desteklenmeye ihtiyaçları oldukları vurgulanmıştır. Bircan (2022) Türkçe öğretmenlerinin Web 2.0 araçları yetkinliği üzerine gerçekleştirdiği çalışmasında ise öğretmenlerin aldığı puan ortalamasının 78 olduğunu belirterek, Türkçe öğretmenlerinin Web 2.0 araçlarını kullanma yetkinliklerinin orta seviyenin de altında olduğunu saptamıştır. Veena, Shivalingaiah ve Naik, (2021) öğrencilerin Web 2.0 araçlarına yönelik farkındalıklarını ve kullanım durumlarını inceledikleri araştırmalarında öğretmenlerin Web 2.0 araçları kullanımı noktasında öğrencilerini desteklemeleri gerektiğine değinmişlerdir. Öğretmenlerin öğrencilerine desteklemeleri için Web 2.0 araçlarına yönelik yeterlik düzeylerinin yüksek olması gerektiği düşünülmektedir. Tatlı, Akbulut ve Altınışık (2016) öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgisi özgüvenlerine web 2.0 araçlarının etkisini araştırdıkları çalışmalarında öğretmen adaylarına ön test-son test uygulaması yapmışlardır. Araştırma sonucunda Web 2.0 araçlarının öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgisi özgüven düzeylerinde anlamlı bir farklılık olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Araştırmada öğretmen adayları web 2.0 araçlarının meslek hayatlarında kullanabileceklerini ifade etmişlerdir.

Kaynakça

- Aktürk, A. O., & Delen, A. (2020). Öğretmenlerin teknoloji kabul düzeyleri ile öz-yeterlilik inançları arasındaki ilişki. *Bilim, Eğitim, Sanat ve Teknoloji Dergisi (BEST Dergi)*, 4(2), 67- 80.
- Alevy, L. (2021). Secondary teachers use of web 2.0 technology to instruct english learners in mathematics: a qualitative case study. Doctorate Thesis, Kennesaw State University, United States.
- Bayrak, N., & Bayrak, G. (2021). Sınıf öğretmenlerinin fen bilimleri dersine yönelik teknolojik pedagojik alan bilgisi öz güvenlerinin ve web 2.0 öz yeterliklerinin hizmet içi eğitimlerle değişimi. *Milli Eğitim Dergisi*, 50(232), 51-69.
- Bektaş, G. A. (2012). İnternet tabanlı eğitim sistemlerinde web 3.0 teknolojisinin kullanılması üzerine bir uygulama. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Binghimlas, K. A. (2009). Barriers to the successful integration of ICT in teaching and learning: A review of literature. *Euroasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 5(3), 235-245.
- Bircan, E. Y. Ü. P. (2022). Türkçe öğretmenlerinin Web 2.0 araçlarını kullanma yetkinliklerinin incelenmesi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(1), 307-323.
- Büyükköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2008). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi.
- Caliskan, S., Guney, Z., Sakhieva, R., Vasbieva, D., & Zaitseva, N. (2019). Teachers' views on the availability of web 2.0 tools in education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 14(22), 70-81.
- Conole, G., & Alevizou, P. (2010). *A literature review of the use of Web 2.0 tools in Higher Education*. A report commissioned by the Higher Education Academy.
- Crook, C., Cummings, J., Fisher, T., Graber, R., Harrison, C., Lewin, C., ... & Sharples, M. (2008). *Web 2.0 technologies for learning: The Current landscape: Opportunities, challenges and tensions*. Learning Sciences Research Institute, University of Nottingham on behalf of the full project team.
- Çekinmez, M. (2009). Web 2.0 teknolojileri ve açık kaynak kodlu öğretim yöntemi kullanılarak uzaktan eğitim sistemi uygulaması. Yüksek lisans tezi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya.
- Çelebi, C., & Satırlı, H. (2021). Usage areas of web 2.0 tools at primary school level. *Instructional Technology and Lifelong Learning*, 2(1), 75-110.
- Çelik, T. (2021). Web 2.0 araçları kullanımı yetkinliği ölçeği geliştirme çalışması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 51, 449-478.

- Elmas, R., & Geban, Ö. (2012). Web 2.0 Tools for 21st Century Teachers. *International Online Journal of Educational Sciences*, 4(1), 243-254.
- Elmas, R., Demirdöğen, B., & Geban, Ö. (2011). Kimya öğretmen adaylarının gelecekte sınıflarındaki fen öğretimi ile ilgili çizimleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40(40), 164-175.
- Horzum, M. B. (2010). Öğretmenlerin Web 2.0 araçlarından haberdarlığı, kullanım sıklıkları ve amaçlarının çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 7(1), 603-634.
- Kayaduman, H., Sırakaya, M., & Seferoğlu, S. S. (2011). Eğitimde FATİH projesinin öğretmenlerin yeterli durumları açısından incelenmesi. *Akademik Bilişim*, 11, 123-129.
- Keser, Ö. F. (2005). Recommendations towards Developing Educational Standards to Improve Science Education in Turkey. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 4(1), 46-53.
- Kıyıcı, F. B. (2010). The definitions and preferences of science teacher candidates concerning Web 2.0 tools: a phenomenological research study. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 9(2), 185-195.
- Krouska, A., Troussas, C., & Sgouropoulou, C. (2020, November). Usability and educational affordance of web 2.0 tools from teachers' perspectives. In *Proceedings of the 24th Pan-Hellenic Conference on Informatics*, 107-110.
- Lu, J., Lai, M., & Law, N. (2010). Knowledge building in society 2.0: Challenges and opportunities. *New science of learning: Cognition, computers and collaboration in education*, 553-567.
- McLoughlin, C., & Lee, M. (2007). Social software and participatory learning: Pedagogical choices with technology affordances in the Web 2.0 era. In *ICT: Providing choices for learners and learning. Proceedings ascilite Singapore*, (pp. 664-675).
- O'reilly, T. (2007). What is Web 2.0: Design patterns and business models for the next generation of software. *Communications & strategies*, 65(1), 17-37.
- Özerbaş, M., & Akın Mart, Ö. (2017). İngilizce öğretmen adaylarının web 2.0 kullanımına ilişkin görüş ve kullanım düzeyleri. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(3), 1152-1167.
- Pamuk, S., Ülken, A., & Dilek, N. Ş. (2012). Öğretmen adaylarının öğretimde teknoloji kullanım yeterliliklerinin teknolojik pedagojik içerik bilgisi kuramsal perspektifinden incelenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(17), 415-438.
- Plowman, L., & Stephen, C. (2007). Guided interaction in pre-school settings. *Journal of Computer Assisted Learning*, 23(1), 14-26.
- Saltman, D. (2011). Nine hot web tools for students. *Harvard Education Letter*, 27(2). <http://www.hepg.org/hel/article/497>

- Savas, M., Elmas, R., & Ozturk, N. (2011). A curriculum reflection: New science and technology curriculum in Turkey. *European Science Education Research Association (ESERA), Lyon, France.*
- Sever, R., Bayar, B., & Toker, O. (2023). Teachers' Views on Web 2.0 Tools. *Turkish Studies-Educational Sciences, 18(1),1-13.*
- Tabachnick & Fidell, (2013). B.G. Tabachnick, L.S. Fidell Using Multivariate Statistics (sixth ed.) Pearson, Boston.
- Tatlı, Z., Akbulut, H. İ., & Altınışik, D. (2016). Öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgisi özgüvenlerine web 2.0 araçlarının etkisi. *Türkiye Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi, 7(3), 659.*
- Timur, S., Timur, B., Arcagök, S., & Öztürk, G. (2020). Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Web 2.0 Araçlarına Yönelik Görüşleri. *Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi, 21(1), 63-108.*
- Uyulgan, M. A. & Akkuzu Güven, N.A. (2022). Kimya Öğretiminde Web 2.0 Araçları: Kimya Öğretmen Adaylarının Yeterlik ve Görüşlerinin Analizi. *Öğretim Teknolojileri ve Hayat Boyu Öğrenme Dergisi, 3(1), 88-114.*
- Veena, G., Shivalingaiah, D., & Naik, U. (2021, February). Awareness and Use Of Web 2.0 Tools Among The Students Of Kuvempu University: a Study. International Conference of Agricultural Librarians & Users Community (25-26 February 2021), Karnataka State/ India, s.482-490
- Wainwright, D. K., & Linebarger, D. L. (2006). *Ready to learn: Literature review.* UK: Children's Media Center.
- Yuen, S. C. Y., Yaoyuneyong, G., & Yuen, P. K. (2011). Perceptions, interest, and use: Teachers and web 2.0 tools in education. *International Journal of Technology in Teaching & Learning, 7(2), 109-123.*

Matematik Öğretmenlerinin Kapalı Fonksiyonun Türevine Yönelik Hataya Yaklaşımları

Murat Duran¹

Abdullah Kaplan²

Özet

Bu çalışmanın amacı lise matematik öğretmenlerinin kapalı fonksiyonun türevine yönelik hataya yaklaşımlarını araştırmaktır. Bu amaçla öğretmenlerin hataya yaklaşımları; hatanın kaynağını gerçekleendirme ve hatayı gidermek için öğretim yaklaşımı sergileme olmak üzere iki bölümde incelenmiştir. Çalışmada nitel araştırma modellerinden özel durum çalışması deseni kullanılmıştır. Çalışmanın katılımcıları Milli Eğitim Bakanlığı'na (MEB) bağlı genel liselerde görev yapan 5 matematik öğretmenidir. Çalışmanın veri toplama aracı araştırmacılar tarafından geliştirilmiş olan hata temelli senaryolardır. Çalışmanın verileri öğretmenlerle yapılan bire bir görüşmeler yoluyla elde edilmiştir. Çalışmanın ilk bölümünün verileri açık kodlama yardımıyla analiz edilirken ikinci bölümdeki veriler ise betimsel analiz yardımıyla incelenmiştir. Öğretmenlerin öğrenci hatalarına yönelik müdahaleleri “açıklama-gösterme”, “bilgi sunma”, “fark ettirme” ve “düşünceyi anlama veya ileri taşıma” olmak üzere 4 yaklaşımla açıklanmıştır. Çalışmanın bulguları öğretmenlerin, üç senaryodan birinde hatanın gerekçesini tam olarak doğru belirleyemediklerini ortaya çıkarmıştır. Ayrıca bulgular öğretmenlerin hataya yaklaşım bağlamında uygun stratejiler üretmede yetersiz kaldıklarını göstermiştir.

1. GİRİŞ

Matematik; fonksiyonlardaki değişimleri inceleyen ve limit, türev, integral gibi konuların öğretildiği bir bilim dalıdır. Matematikle ilgilenen

- 1 Dr. Öğretim Üyesi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Matematik Eğitimi Anabilim Dalı, drmurat05@gmail.com
ORCID ID: 0000-0002-4612-7117
- 2 Prof. Dr., Erzurum Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Matematik Eğitimi Anabilim Dalı, akaplan@atauni.edu.tr
ORCID ID: 0000-0001-6743-6368

bireyler -mühendislik ve ekonomi bilim alanları da dahil olmak üzere- matematiğin temel teoremlerinden beslendiği düşünülen diferansiyel ve integral hesaplamaları üzerinde yoğun şekilde uğraş vermektedir (Kandeel, 2021). Eğrilerin eğimleri ve değişim oranları üzerinde yapılan araştırmalar ile eğriler arasındaki ve altındaki alanlara yönelik miktarsal birikimlere odaklanılan çalışmalar bu uğraşıya örnektir. Gerek değişim oranı gerekse alanların miktarsal birikimleri olsun her iki durumda da bireylerin sonsuz dizilerin-serilerin iyi tanımlanmış bir limite yakınsanması durumundan yararlandıkları göze çarpmaktadır (Kandeel, 2021). Günümüzde matematik eğitimi araştırmalarının sayısı arttıkça öğrencilerin trigonometri, küme teorisi, geometri ve vektörler gibi saf matematik konuları bağlamında türevi anlamaya daha fazla ilgi gösterdikleri görülmektedir (Jones, 2017). Bireyler türev konusundaki saf matematik bilgilerinin uygulamalı matematik yoluyla pratik şekilde kullanılmaktadır. Türevin kinematik (hareket) anlamını ifade ederken hız ve ivme kavramlarından pratik şekilde yararlanmak bu duruma örnek gösterilebilir. Matematik, fizik ya da diğer bilim dallarının çözümünüyle ilgili pek çok şey geometri ve cebir yoluyla çözülemediği için bireyler türev kavramına ihtiyaç duymaktadır (Rohde *et al.*, 2012).

Bir denklemin türevinin nasıl arandığı öğrencilere ilk kez öğretildiğinde onlara $f(x)$ ya da y değişkeni ile açıkça ifade edilen x değişkenine yönelik fonksiyonlar verilir. Yani $y = f(x)$ şeklinde y değişkeninin x değişkeninin görüntüsü olduğu örnekler verilir. Bu tarz bir denklem y 'nin x 'in açık bir fonksiyonu şeklinde $y = f(x) = x^2 - 2x - 3$ olabilir. Böyle bir denklemin türevi aranırken öğrencilere y 'nin türevinin $f'(x)$ olduğu belirtilir. Türev operatörü genellikle x olmak üzere tek değişken cinsinden yazılan denklemin sağ tarafına uygulanır. Her bir terimin türevi, uygun temel türev kuralları kullanılarak alınır ve daha sonra da elde edilen terimler gerektiği şekilde birleştirilip basit hale indirgenir. Sonuç olarak $f'(x) = 2x - 2$ ifadesi kolaylıkla yazılır. Ancak tüm denklemlerin fonksiyon olmadığı bilinmektedir. $x^2 + y^2 = r^2$ şeklinde $-r \leq x \leq r$ aralığında x 'in bazı seçeneklerinden dolayı fonksiyon olamayan çember denkleminde olduğu gibi $(x, y) \in R$ olmak üzere merkezi $M(0,0)$ orijin, yarıçapı $r = 1$ br olan $x^2 + y^2 = 1$ biçimindeki birim çemberin denklemini, y 'nin x cinsinden bir fonksiyonuna dönüştürmeye çalışmak bir problemdir. Birim çember denkleminde ancak çemberi ortadan ikiye bölerek x 'e bağlı $-1 \leq x \leq 1$ aralığında tanımlı $y = \sqrt{1 - x^2}$ ($y \geq 0$) fonksiyonu ile yine $-1 \leq x \leq 1$ aralığında tanımlı $y = -\sqrt{1 - x^2}$ ($y \leq 0$) fonksiyonunu yazarak kapalı olmayan bu fonksiyonlarda ayrı ayrı türev alıp herhangi bir x değerinin; türevi ya da herhangi bir noktadaki eğimi bulunabilir. Burada $-1 \leq x \leq 1$ aralığında y değişkeni ile $\sqrt{1 - x^2}$ ve $-\sqrt{1 - x^2}$ ifadelerinin aynı değişime sahip oldukları unutulmamalıdır.

Peki verilen ifade $2x^2 + 3y^2 + 5 = \cos(4x) - \sin(4y)$ şeklinde olsaydı ne olurdu? Burada x ile y değişkenleri arasındaki ilişki örtük tanımlandığından ve değişkenler arasında kapalı bir bağıntı olduğundan ifadenin türevini açık şekilde aramak mümkün gözükmemektedir. Kapalı fonksiyonun türevinin devreye girdiği yer ise tam da burasıdır (Chu, 2019). Birim çember örneğindeki gibi denklemleri açık hale getirmeye çalışmak yerine kapalı türev olarak zincir kuralından yararlanıp sonuca ulaşılır. Nitekim $2x^2 + 3y^2 + 5 = \cos(4x) - \sin(4y)$ örneğinde istenirse de y bağımlı değişkeni x bağımsız değişkeninin görüntüsü olarak yazılamayacak ve ifade $y = f(x)$ haline dönüştürülemez. Burada x ve y olmak üzere iki farklı değişkenden oluşan bir denklemin belirli bir değişkene (genelde x değişkeni) göre farklılaştırılması ve diğer değişkenin (y değişkeni) zincir kuralı kullanılarak belirtilen değişkenin örtülü bir fonksiyonu olarak çözüme gidilmesi (Stewart, 2012) kapalı fonksiyonun türevine uygun bir problem çözme becerisi olarak kabul edilebilir. Bu örnekte kapalı fonksiyonda y değişkeninin x değişkeni cinsinden ne olduğu açık bir şekilde ortaya koyulmadığından türev aranırken örtülü işleve yönelik becerilerin sergilenmesi gerektiği görülür. Kapalı fonksiyonun türevini arama, bir denklemin belirli bir değişkene göre türevinin arandığı ve diğer tüm değişkenlerin ise o değişkenin fonksiyonları olarak ele alındığı bir tekniktir (Stratton, 2021). Kapalı fonksiyonun türevi $F(x, y) = 0$ denkleminin y 'yi denklemleri sağlayan (a, b) yakınındaki x noktalarının bir fonksiyonu olarak tanımlandığı durumları ortaya koyar (Stewart, 2012). Örtük tanımlanan ve açık olmayan herhangi bir y fonksiyonuna kapalı fonksiyon adı verilir (Borji & Martinez-Planell, 2019). Bu şekilde aranan türev y' , $\frac{dy}{dx}$, $\frac{df(x)}{dx}$ notasyonlarıyla gösterilebilir. Kapalı fonksiyonun türevinde türev operatörü bir denklemin her iki tarafına da aynı anda uygulanmaktadır. Uygulama öncesinde denklemin yeniden düzenlenmesi şart değildir. Bu şekilde açık olmayan denklemlerin fonksiyon olup olmadıkları sorun edilmeden kapalı türev arama işlemi yapılabilir (Chu, 2019). Açık olmayan denklemler için türev aranırken yeni bir öğeyi ortaya koyan bir ya da daha fazla değişken devreye girer. Türev arama işlemi yapılırken değişkenlerin, denklemin farklılaştırdığı değişkenin fonksiyonları olarak düşünülmesi gerekir. Aşağıda birim çember denklemleri örneğinde kapalı türev ve zincir kuralı yardımıyla ifadenin türevinin nasıl arandığını inceleyelim.

$$x^2 + y^2 = 1$$

$$\frac{d}{dx}(x^2 + y^2) = \frac{d}{dx}(1)$$

$$\frac{d}{dx}(x^2) + \frac{d}{dx}(y^2) = \frac{d}{dx}(1)$$

$$\frac{d}{dx}(x^2) + \frac{d}{dx}(y^2(x)) = \frac{d}{dx}(1) \quad (1)$$

$$2x + \frac{d}{dy}(y^2) \cdot \frac{dy}{dx} = 0$$

$$2x + 2y \cdot \frac{dy}{dx} = 0$$

$$2x - 2x + 2y \cdot \frac{dy}{dx} = 0 - 2x$$

$$2y \cdot \frac{dy}{dx} = -2x$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{-2x}{2y}$$

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{x}{y}$$

$$\frac{dy}{dx} = f'(x) = y' = -\frac{x}{y}$$

Birim çember denkleminin kapalı türev yoluyla ve zincir kuralı yardımıyla türevinin aranma süreci incelendiğinde öncelikle denklemin sol ve sağ taraflarına $\frac{d}{dx}$ türev operatörünün uygulandığı görülür. Denklemin sol tarafında toplamın türevi özelliğinden hareketle ($\frac{d}{dx}(x^2) = 2x$) için kuvvet kuralının ve ($\frac{d}{dx}(y^2)$) ifadesi için zincir kuralının uygulandığı; yine denklemin sağ tarafında ise ifade sabit terim olduğundan ($\frac{d}{dx}(1)$) türevin 0 olduğu görülür. Denklemin sol tarafında uygulanan zincir kuralı, ($\frac{d}{dx}(y^2)$) ifadesinden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle ilgili ifade $\frac{d}{dy}(y^2) \cdot \frac{dy}{dx}$ biçiminde yazılmıştır. Yani önce y^2 'nin y 'ye göre türevi aranır sonra y 'nin x 'e göre türevi olan $\frac{dy}{dx}$ değişim oranı ifadesiyle çarpım yapılır. Burada y 'nin bir sabit olmadığı ve x 'e göre değiştiği unutulmamalıdır. Zincir kuralında y^2 ifadesinin x 'e göre türevi arandığından y^2 'nin x 'e bağlı olduğu ve x 'in türevlenebilir bir fonksiyonu gibi davrandığı düşünülebilir. Hatta $\frac{d}{dx}(y^2) = \frac{d}{dx}(y^2(x))$ düzenlemesi yapılarak da işleme devam edilebilir. Yapılan matematiksel işlemler sonucunda $\frac{dy}{dx}$ değişim oranına karşı gelen sonuç bulunur. Bulunan sonuç üzerine y 'nin x 'e göre türevini ya da tanım kümesinin herhangi bir noktasındaki teğet denkleminin eğimini veren bir ifade elde edilir.

Analiz alanındaki bilimsel gelişmelerin bir sonucu olarak ortaya çıkan zincir kuralı; örtük türev, kinematik ve diferansiyel denklemlerle ilgili

problemlerde sıklıkla kullanılan doğal bir algoritmadır (Cottrill, 1999; Heo, 2019). Zincir kuralının anlaşılması bir bileşke fonksiyondaki bağımlı ve bağımsız değişkenlerin rollerinin açık şekilde anlaşılmasına bağlıdır (Hassani, 1998). Geniş ölçüde fonksiyon bilgisine dayanan zincir kuralı, farklı niceliklerdeki değişimleri açıklamaya yönelik genelleştirilmiş bir kuraldır (Chu, 2019; Park & Lee, 2016). Zincir kuralının işlevi incelendiğinde iç fonksiyonun türevinin dış fonksiyonun türevini telafi etmesi ya da ölçeklendirmesi durumu söz konusudur (Cottrill, 1999; Sneyd, Fewster & McGillivray, 2022). Türev ve fonksiyon kavramları üzerine inşa edilen zincir kuralı, niceliklerdeki değişiklikler arasındaki ilişkileri organize etme fırsatını (Lutzer, 2003) ve bileşke fonksiyonun türevindeki çarpımsal yapının fark edilmesini sağlar (Hassani, 1998). Ancak zincir kuralının günlük hayatla ilişkilendirilmeden sadece fonksiyon gösterimindeki cebirsel ifadelerle (örn. Leibniz notasyonu) formüle edilmesi, bu kavramın öğrenciler tarafından bir sembol manipülasyonu veya cebirsel bir hile şeklinde anlaşılmasına neden olabilmektedir (Cottrill, 1999). Literatürde öğrencilerin zincir kuralının nereden geldiğini bilmediklerini (Gordon, 2005), kuralı kullanırken farkında olmadıklarını (Clark *et al.*, 1997) ve hatta kuralda yer alan notasyonları sadeleştirmeye çalıştıklarını (Tall, 1993) yansıtan sonuçlar yer almaktadır. Kapalı veya bileşke gibi gömülü fonksiyonların yapılarından kaynaklanan durumlar türev konusunda öğrencilerin zincir kuralını kullanmalarını zorlaştırabilmektedir (Horvath, 2008; Maharaj, 2013).

Bir konuya yönelik matematiksel anlayış, o konudaki prosedürü ezberlemekle değil konuyu açıklama, keşfetme ve anlamlandırma ile gelişmektedir (National Council of Teacher of Mathematics [NCTM], 2000). Öğrencilerin zincir kuralındaki matematiksel anlayışlarını geliştirmek amacıyla Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ile Avustralya gibi ülkelerin matematik öğretim programlarında zincir kuralının günlük hayatla ilişkili yapısı üzerinde durularak uygulamaların yapılması (National Math and Science Initiative [NMSI], 2014; Queensland Curriculum & Assessment Authority [QCAA], 2014) ve bu kuralın doğruluğunun teyidi bağlamında grafik yazılımların kullanılması tavsiye edilmektedir (Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority [ACARA], 2009, 2012; Engelke-Infante, 2007; South Australian Certificate of Education-Board of South Australia [SACE Board of SA], 2009a; 2009b). Literatürde zincir kuralının öğretimi sürecinde kullanılması tavsiye edilen stratejilere kavram haritası (Capistran, 2005), ağaç diyagramı (Thomas *et al.*, 2009) ve ok diyagramı (Thoo, 1995) örnek gösterilebilir. Öğretim stratejilerine yön veren harita ve diyagram gibi öğrenme araçlarında bağımlı değişken, ara değişken ve bağımsız değişken arasındaki ilişki modelleri görselleştirildiğinden

bu araçların, zincir kuralının işlevsel yapısının öğretiminde etkili olacağı düşünülmüştür (Ärlebäck, Doerr & O'Neil, 2013; Lutzer, 2003).

ABD'de merkezi Teksas eyaletinin Dallas şehrinde faaliyet gösteren Ulusal Matematik ve Bilim Girişimi (NMSI), öğrencilerin zincir kuralını kalıcı öğrenebilmeleri için zincir kuralıyla çikolatalı fıstıklı şeker arasında bir analogi geliştirmiştir (NMSI, 2014). Analogide standart bir $\blacksquare (\blacktriangle) \rightarrow f(g(x))$ fonksiyonu fıstıklı olmayan sıradan bir çikolatalı şekere benzetilmiştir. Burada $\frac{df}{dx}$ bulunurken $\frac{df}{dx} = \frac{df}{dg} \cdot \frac{dg}{dx}$ zincir kuralı kullanılarak çözüm yapılır. Şeker, çikolata merkezli bir dış katmana ya da kabuğa sahiptir. Şekerin dış katmanı, fonksiyonun dış kısmı veya \blacksquare parçası olarak düşünülmüştür. Çikolata merkezi ise fonksiyonun iç parçası veya parantez içinde görülen \blacktriangle olarak görülmüştür. Örnek vermek gerekirse $y = (3x + 5)^7$ eşitliğinde $\blacktriangle = u = (3x + 5)$ çikolata merkezi olarak görülürken $\blacksquare = u^7$ şeker dış katmanıdır.

Öte yandan standart bir çikolatalı şekerden farklı olan $\bullet (\blacksquare(\blacktriangle)) \rightarrow f(g(h(x)))$ fonksiyonu ise fıstıklı çikolatalı şekere benzetilmiştir. Burada $\frac{df}{dx}$ bulunurken $\frac{df}{dx} = \frac{df}{dg} \cdot \frac{dg}{dh} \cdot \frac{dh}{dx}$ zincir kuralı kullanılarak çözüm yapılır. Şekerin dış katmanında şeker kabuğu, iç katmanında ise çikolata ile bu çikolatanın merkezinde fıstık bulunur. Fıstıklı çikolatalı şekerin dış katmanı, fonksiyonun dış kısmı yani $\bullet (())$ olarak düşünülmüştür. Çikolata \blacksquare , fıstıkların etrafını sardığı için $\blacksquare ()$ 'in bir parçası olarak kabul edilir. Son olarak fıstık merkezi ise $\blacktriangle ()$ fonksiyonu içerisinde bulunan fonksiyondaki \blacktriangle olarak görülmüştür. Örnek vermek gerekirse $y = (\cos(\pi x))^2$ eşitliğinde $\blacktriangle = u = \pi x$ fıstık merkezi iken $\blacksquare = \cos u$ çikolata ve $\bullet = (\cos(\pi x))^2 = (\cos(u))^2$ şeker dış katmanıdır.

Kapalı türev yoluyla zincir kuralının uygulandığı bir diğer fonksiyon ise bileşke fonksiyondur. Bileşke fonksiyonlar ile bu fonksiyonların türevlerinin analiz dersinin merkezinde yer alan kavramlar arasında oldukları bilinmektedir (Hassani, 1998). Bileşke fonksiyonda f ve g olmak üzere iki fonksiyon yer almaktadır. Bu fonksiyonlardan f 'nin görüntü kümesi g 'nin tanım kümesi olarak kabul edilmektedir. Bileşke fonksiyon, f fonksiyonunun girdi değerlerini g fonksiyonunun çıktı değerleriyle eşleyip fonksiyonları tek bir fonksiyon altında birleştirerek tanımlamaktadır (Clark *et al.*, 1997; Meel, 2003).

$f: R \rightarrow R$ ve $g: R \rightarrow R$ tanımlı, $\forall x \in R$ için birer fonksiyon olsunlar. $(f \circ g)(x) = f(g(x))$ şeklindeki bileşke fonksiyon x 'e göre türevlenebilir. Ancak $f(g(x))$ bileşke fonksiyonunun türevini aramak istediğimizde fonksiyonun kapalı olduğu dikkat çekmektedir. Bu durumda;

$u = g(x)$ ve $y = f(u)$ olmak üzere

$$\frac{df(u)}{dx} = \frac{df}{du} = \frac{df}{du} \cdot \frac{du}{dx}$$

$$\frac{d}{dx}[f(g(x))] = f'(g(x)) \cdot g'(x)$$

$$\frac{d}{dx}[f(g(x))] = \frac{d}{d(g(x))}[f(g(x))] \cdot \frac{d}{dx}[g(x)]$$

$$\frac{d}{dx}[f(g(x))] = \frac{df}{dg} = \frac{df}{dg} \cdot \frac{dg}{dx}$$

Yukarıdaki ifadede $f(g(x))$ bileşke fonksiyonunun türevi için Leibniz notasyonuyla $f(u)$ 'nun $u = g(x)$ noktasında ve $g(x)$ 'in de x noktasında türevlendiğini varsayarak gerekli dönüşümler yapıldıktan sonra $f(g(x))$ 'in x noktasındaki türevine ulaşılır. Burada x 'in bağımsız değişken, u 'nun ara değişken ve y 'nin de bağımlı değişken oldukları unutulmamalıdır. İşlemlerin devamında $f(g(x))$ 'nin x 'teki türevi, f 'nin $g(x)$ 'teki türevi ile g 'nin x 'teki türevinin çarpımı yani değişim oranlarının çarpımı şeklinde zincir kuralı yardımıyla gösterilmiştir. Zincir kuralının çarpımsal doğası (Engelke-Infante, 2007), x 'in g 'yi nasıl etkilediğini ve g 'nin f 'yi aynı anda nasıl etkilediğini kavramsallaştıran iç içe çok değişkenliğin bir ürünüdür (Jeppson, 2019). Zincir kuralı kullanılarak gösterilen bu çarpımsal ifade bir örnekle incelenecek olunursa $\frac{df}{dg}$ için f 'nin g 'den 2 kat daha hızlı değiştiğini varsayalım. O zaman g 'deki her küçük veya sonsuz küçük değişime karşı f 'de karşılık gelen değişimin iki kat daha büyük olduğu belirtilebilir. Benzer şekilde $\frac{dg}{dx}$ ifadesi için g 'nin x 'ten 5 kat daha hızlı değiştiğini varsayalım. O zaman da x 'teki her küçük ya da sonsuz küçük değişime karşı g 'de karşılık gelen değişimin beş kat daha büyük olduğu söylenebilir. Dolayısıyla bu durum x 'teki her küçük değişime karşılık f 'deki değişimin $2.5 = 10$ kat daha büyük olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Günlük hayatta örneğin kürenin hacmi ile ilgili verilen problemlerde de kapalı fonksiyonun türevinden ve zincir kuralından yararlanırız (Thomas *et al.*, 2009). Öyle ki küre şeklindeki bir balon içerisine hava pompaladığımızı varsayalım. Bu durumda balonun hem hacminin hem de yarıçapının zamanla artacağı görülecektir. Belirli bir anda balonun hacmini V , yarıçapını ise r kabul ettiğimizde verilen belirli bir zaman anında yarıçapın ne kadar hızlı arttığını bulmak istediğimizde aşağıdaki gibi işlem yapabiliriz.

$$V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$$

$$\frac{dV}{dt} = \frac{dV}{dr} \cdot \frac{dr}{dt}$$

$$\frac{dV}{dt} = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot 3r^2 \cdot \frac{dr}{dt}$$

$$\frac{dV}{dt} = 4 \cdot \pi \cdot r^2 \cdot \frac{dr}{dt}$$

Yukarıda kürenin belirli bir andaki hacmini hesaplamak için kapalı olarak verilen formülde zincir kuralı kullanılarak hacmin artış oranı ($\frac{dV}{dt}$) ile yarıçap (r) biliniyorsa yarıçapın ne kadar hızlı arttığı ($\frac{dr}{dt}$) bulunabilir. Burada ilişkili oranlar denklemini bulmak için türev alındığından yarıçapın artış hızı, hacmin artış oranının doğrudan ölçümünden yararlanılarak kolayca hesaplanır (Thomas *et al.*, 2009). Diyelim ki yarıçapın artış hızı $\frac{dr}{dt} = 3 \text{ cm/sn}$ bulunsun. Bu durumda zamandaki sonsuz küçük bir değişiklik için türev bir anda ortaya çıksa ve bu türev t 'deki daha büyük ve farklı değişiklikler için sabit olmasa da türev her 1 saniyelik birim için 3 cm uzunluğa eşit olacak şekilde ifade edilir. Herhangi bir miktarın başka bir miktar değişikçe ne kadar değişebileceğini kestirebilmenin değişim oranını ilgilendiren işlemlerde önemli olduğu (Carlson *et al.*, 2002) unutulmamalıdır. Burada dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta da kürenin hacim formülünde türev ararken “zaman” gibi denklemde açık bir şekilde yer almayan örtülü bir değişkenden yararlanılarak işlemlerin yürütülmesi olmuştur. Hacim (V) ile yarıçap (r) her ikisi de zamanın (t) birer fonksiyonları olduğundan $V(t)$ ve $r(t)$ örtülü bir değişkenin birer fonksiyonu olarak düşünülebilir. Hatta ifade $V(t) = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot (r(t))^3$ olarak da kavramsallaştırılabilir. Burada kapalı bir fonksiyon ile kapalı bir değişkenin fonksiyonunun aslında aynı şeyler olmadığına dikkat edilmelidir. Kapalı bir değişkenin fonksiyonu, mevcut bir değişkenin denklemde mevcut olmayan bir değişkenin fonksiyonudur (Mirin & Zazkis, 2019).

Son olarak lise ve lisans düzeyi matematik ders kitaplarında kapalı fonksiyonun türevi konusu içerisinde yer alan ve daha hızlı, daha basit bir türev arama yöntemi olarak kabul edilen kısmi türev kavramı söz konusudur (Aydın & Erbaş, 2014; Thomas *et al.*, 2009). Bir f fonksiyonu birden fazla değişkene bağlıysa ve fonksiyonda bu değişkenlerden sadece bir tanesine göre anlık değişim oranı bulunacaksa kısmi türev kullanılmaktadır. Buradaki amaç, birden çok değişkenden oluşan bir fonksiyon girdisinde değişkenlerden

sadece bir tanesini değiştirip (diğer değişkenler sabit terim) fonksiyonun nasıl değiştiğini anlamaya çalışmaktır.

Kısmi türev, kapalı fonksiyonun türevine benzer gibi görünse de $z \in \mathbb{R}$, $z = F(x, y)$ gibi iki bağımsız değişkenli bir fonksiyonda değişkenlerden sadece bir tanesine göre türev arama ve diğer değişkeni sabit tutma bakımından kapalı fonksiyonun türevinden farklılık gösterir (Stratton, 2021). x ve y değişkenlerine bağlı bir f fonksiyonunun x 'e göre kısmi türevi $\frac{\partial f}{\partial x}$ ile gösterilirken (f, x e bağlı bir fonksiyon ve y sabit), aynı fonksiyonun y 'ye göre kısmi türevi ise $\frac{\partial f}{\partial y}$ ifadesiyle (f, y 'ye bağlı bir fonksiyon ve x sabit) gösterilir. Buradaki türevler sadece bir değişkene göre türev aranıp diğer değişkenin sabit kabul edildiği kısmi türev notasyonları oldukları için $\frac{df}{dx}$ ve $\frac{df}{dy}$ gibi sadece tek değişkenli türev operatörü ifadelerinden farklılık arz eder. Aşağıda, bir fonksiyon eğrisine teğet olan bir denklemin eğimini bulurken kullanılan, kapalı fonksiyonların türevini arama görevini fazlasıyla üstlenen ve kapalı fonksiyonun türevine nispeten türev aramada daha kestirme bir yol kabul edilen kısmi türevin aranma süreci açıklanmış ve bu süreç bir dizi işlemlerle gösterilmiştir. Devamında kısmi türeve yönelik bir örnek sunulmuştur.

$z \in \mathbb{R}$, $z = F(x, y)$ biçiminde iki değişkenli bir fonksiyon tanımlansın. $F(x, y)$ fonksiyonunun türevlenebilir olduğunu varsayalım. $F(x, y) = 0$ denklemi için y 'yi x 'in türevlenebilir kapalı bir fonksiyonu olarak yani $y = f(x)$ şeklinde tanımlayalım. f 'nin tanım kümesindeki her bir x bağımsız değişkeni için $F(x, f(x)) = 0$ yazalım. Bu durumda $z = F(x, y) = 0$ olduğundan $\frac{dz}{dx} = 0$ olmalıdır. F 'nin türevlenebilir olduğunu biliyoruz. $F(x, y) = 0$ eşitliğinde hem x değişkeni hem de $y = f(x)$ değişkeni x 'in bir fonksiyonu olduğundan zincir kuralı yardımıyla her iki tarafın x 'e göre türevi alınabilir. Bu durumda;

$$F_x \cdot \frac{dx}{dx} + F_y \cdot \frac{dy}{dx} = 0$$

$$\frac{\partial F}{\partial x} \cdot \frac{dx}{dx} + \frac{\partial F}{\partial y} \cdot \frac{dy}{dx} = 0$$

Eğer ki $F_y = \frac{\partial F}{\partial y} \neq 0$ ise $\frac{dx}{dx} = 1$ olduğundan $\frac{dy}{dx}$ ifadesini zersek

$$\frac{\partial F}{\partial y} \cdot \frac{dy}{dx} = - \frac{\partial F}{\partial x}$$

$$\frac{\frac{\partial F}{\partial y} \cdot \frac{dy}{dx}}{\frac{\partial F}{\partial y}} = - \frac{\frac{\partial F}{\partial x}}{\frac{\partial F}{\partial y}}$$

$$y' = \frac{dy}{dx} = - \frac{\frac{\partial F}{\partial x}}{\frac{\partial F}{\partial y}} = - \frac{F_x}{F_y}$$

$F(x, y) = x^2y + y^3x + \sin(xy) = 0$ ise $\frac{dy}{dx}$ 'i bulalım?

$$y' = \frac{dy}{dx} = - \frac{F_x}{F_y}$$

$$- \frac{F_x}{F_y} = - \frac{2xy + y^3 + y \cdot \cos(xy)}{x^2 + 3y^2x + x \cdot \cos(xy)}$$

Lisans döneminin analiz derslerinde karşılaşılan kapalı fonksiyonun türevi konusu öğrenciler için bir zorluk kaynağıdır (Clark *et al.*, 1997; Martin, 2000). Konuya dönük zorlukların nedenleri ise örtük türev bileşenlerinin ilişkilendirilmesine engel olan ders tasarımı (Borji & Martinez-Planell, 2020), denklemlerin içinde birden fazla y teriminin belirmesi (Chu, 2019), matematiksel-cebirsal hatalar (Kandeel, 2021) ve zincir kuralında çarpımsal fonksiyonları ayırt edememe (Kakoma & Makonye, 2010; Puspita, Suryadi & Rosjanuardi, 2023; Tokgöz, 2012) şeklinde özetlenebilir. Örtük türevde konuya dönük hataları minimum seviyeye indirebilmek için öğreticinin iyi bir konu alanı bilgisine hâkim olması gerekir. Çünkü bilgili öğretmenler sayesinde arzu edilen öğretim ortamları oluşturulabilmektedir (Putnam, Heaton, Prawat & Remillard, 1992). Ancak öğretmenin; konuyu çok iyi bilmesi, o konuyu çok iyi öğreteceği anlamına gelmemektedir (Kahan, Cooper & Bethea, 2003). Çünkü matematiğin öğretilme şekli de en az içerik bilgisi kadar önemlidir (Baştürk, 2009; Hare & Philippp, 2004).

Öğretmenlerin kapalı fonksiyonun türevine yönelik derste etkili ve verimli bir öğretim sergileyebilmesi için öğrencilerin o konudaki hatalarının da farkında olmaları beklenir (De Jong & Van Driel, 2004; Hill & Ball, 2004). Yani öğretmenlerin alan bilgilerini destekleyen, yapılacak hatanın doğasını ve kaynağını belirleme becerilerini yansıtan öğrenci bilgisine de ihtiyaç duyulmaktadır (Ball, Thames & Phelps, 2008; Watkins & Mortimore, 1999). Öğretmenlerin; herhangi bir konu üzerinde öğrenci düşünme biçimlerine yönelik bilgi düzeylerinin yanında, konuya dönük anlayışlarında hatalı yaklaşım sergileyen öğrencilerle karşılaştıklarında onlara nasıl cevap verebildikleri durumu da sahip olunması gereken önemli bir pedagojik yeterlidir (Even & Markovits, 1995).

Hatalar öğrenme sürecinde bir şeylerin ters gittiğini ve düzeltilmesi gerektiğini ortaya koyan sinyaller olarak nitelendirilir (Borasi, 1987). Hata temelli aktiviteler ise normal öğrenme anlayışından farklı olarak öğrenciyi hatayı keşfetme bağlamında meraklandıran, umutlandıran ve öğrenmeye teşvik eden bir metot olarak değerlendirilir (Gürbüz, Yıldırım & Doğan, 2021). Bu aktiviteler öğrencilerin öğrenmelerini sürekli kılmalarına yardımcı olan bir öğretim stratejisidir (McLaren *et al.*, 2012). Aktivitelerde bir ya da daha fazla yanlış çözüm adımı içeren bir problem cümlesi öğrencilere sunulmaktadır. Öğrenciler bu süreçte hataları analiz edip açıklarlar ve ardından kendi çözümlerini gerekçelendirerek analiz sürecini tamamlarlar (McLaren, Adams & Mayer, 2015). McLaren *et al.* (2012) hata temelli aktivitelerin öğrencilere faydalı olabileceği üç durumdan bahsetmiştir. Birinci durum, hataların başka öğrencilerin uydurdukları hata örneklerinden seçilebilmesidir. Bu sayede hatayı gözden geçiren öğrenci hatanın ortaya çıkmasından kaynaklanan utanç duygusunu ve olası motivasyon kaybını yaşamayacaktır. Bu durumdan dolayı hiçbir öğrenci, sınıf ortamında arkadaşlarının önünde zor durumda kalmamış olacaktır. İkinci durum, hata temelli aktivitelerin etkileşimli, ilgi çekici ve merak uyandıran bir nitelikte olmasıdır. Bu duruma, özellikle geri bildirim sağlayan ve direktiflerle öğrencilerden hatalarını bulup düzeltmelerini isteyen bilgisayar tabanlı materyaller örnek gösterilebilir. Üçüncü durum ise hazırlanacak hata temelli aktiviteler bireysel farklılıkları dikkate alacak şekilde oluşturulmalıdır. Yani, öğrencilere sunulan problem türleri, onların hedef alanla ilgili en derindeki kavram yanlışlarını ve yanlış anlamalarını hedef almalıdır. Öğrencileri hem doğru çalışılmış örneklerle hem de hata analiziyle tanıştırmak, özellikle matematiksel bir kavramın sıklıkla yanlış yapıldığı veya kolayca karıştırıldığı durumlarda faydalıdır (Große & Renkl, 2007). Yanlış bilginin sunumu, öğrenciyi tutarlı bir bilgi yapısı oluşturmaya teşvik eden bilişsel çatışmalara neden olabilir (Große & Renkl, 2007). Curry (2004) hem doğru hem de hatalı örneklerin çözümlerini açıklama ve gerekçelendirme sürecinin, sadece doğru çalışılmış örneklere yönelik çözümleri açıklama ve gerekçelendirme sürecine nispeten öğrenme hedeflerine ulaşmada daha etkili olduğunu ifade etmiştir. Hataları minimize etmenin bir diğer alternatifinin hatalar yoluyla öğrenme olduğu unutulmamalıdır (Borasi, 1996).

Öğrenci hatalarına yönelik tespitin yapılması sayesinde öğretmenler, öğrencilerin yöntemsel ve kavramsal yanlış anlamalarıyla ilgili fikir sahibi olurken (Mercer, Mercer & Pullen, 2013) öğrenciler de hatalarıyla yüzleştikleri için yaptıkları hatalardan ders alabilmektedir (Melis, 2004). Öğrencilerin hataları bazen öğretmenler için doğru yanıtlardan daha bilgilendirici kabul edilmektedir (Kandeel, 2021). Öğretmenlerin, hata teşhisi ve analizi yoluyla

öğrencilerin matematiksel kavramlara ilişkin anlayışlarının genişliğini ve derinliğini oluşturmaları öğrenme sürecinde önemlidir (Borasi, 1986; 1987; Nyaumwe, 2008). Hatalardan yararlanarak öğrenmek bir öğretim yöntemi olarak kabul edilebilir ve bu yöntem öğrencilerin matematik öğrenimine katkıda bulunabilir (Heinze, 2005). Matematik öğretiminin katalizörü kabul edilen öğrenci hataları, öğrenme hedeflerine ulaşmada dezavantajlı bir durum gibi görünse de aslında kalıcı öğrenme için tasarlanacak uygun stratejilerin belirlenmesinde öğreticiye yol gösterir (Kandeel, 2021; Lannin, Barker, & Townsend, 2007). Öğretim sürecinde henüz değinilmemiş bazı noktaların ortaya çıkmasını sağlayan hatalar, öğrencileri eleştirel düşünmeye teşvik edebilmektedir (Borasi, 1994; 1996).

Öğrencilerin sahip oldukları hataları, fark edememe ya da yanlış anlama konularındaki öğretmen yetersizlikleri öğretimi etkisizleştirirken (Kandeel, 2021) tam tersine öğrencilerin neyi yanlış bildiklerine ve öğrendiklerine yönelik öğretmen farkındalığı da anlamlı öğrenmede etkili olmaktadır (Yetkin, 2003). Öğrenci hatalarından örnekler vererek derse başlayan öğretmenlerin (Bezuidenhout, 2001) uyguladıkları öğretim stratejileri, onların görevlerinde başarılı olmalarına yardımcı olmaktadır (Dawkins & Epperson, 2014). Ancak öğretmenler hataları düzeltmek için gerekli önlemleri almazsa öğrenciler gelecekteki matematik öğrenmelerinde problem yaşayabilirler (Tall & Razali, 1993). Even ve Markovits (1995) öğrenci düşüncelerine ve sorularına karşı verilen öğretmen cevaplarının, öğrencilerin problem üzerinde akıl yürütmelerine ve bilgiyi yapılandırılmalarına yardım ettiğinin önemine vurgu yapmıştır. İçerisinde hataların da yer aldığı öğrencilerin düşünme yollarını bilmek öğretmenlerin alan bilgilerini (Gedik, 2014; Tirosh, 2000; Tsamir, 2007), öğrenciyi anlama bilgilerini (Özkaya, 2015) ve öğrenme sürecini pozitif etkilemektedir (Borasi, 1988). Matematik öğretmenlerinin öğrenci anlayışlarını bilme bilgisine verilen önemin yakın zamanda artmasıyla birlikte (NCTM, 2000) ABD'deki Devlet Okulları Yöneticileri Konseyi (NGAC & CCSSO) (2010) bireylerin sadece kendilerinin değil aynı zamanda başkalarının da akıl yürütmeleri hakkında yorum yapabilmelerine yönelik uygulamalar yapılmasını önermiştir. Aynı doğrultuda, eğitim alanında öğretmen yetiştiren kurumlardan öğrencilerin hatalarını analiz edebilecek bireyler yetiştirmeleri beklenmektedir (Graeber, 1999). Bu durum bu çalışmanın yapılmasındaki ilk gerektir. Çünkü yapılacak olan bu çalışma sayesinde lise matematik öğretmenlerinin kapalı fonksiyonun türevi konusunda öğrenci hatalarına karşı verdikleri cevapların ve öğretim yaklaşımlarının nasıl olduğu yakından görülmüş olacaktır.

Lisans öğrencilerinin matematik dersinde hataların tespitini ve sebeplerini açıklarken zorlandıkları (Didiş-Kabar & Amaç, 2018; Konyalıoğlu, 2013),

öğrencilerden gelebilecek farklı tür hatalara yönelik düşük farkındalık düzeyine (Amaç & Didiş-Kabar, 2019) ve zayıf pedagojik yeterliliğe sahip oldukları (Didiş, Erbaş & Çetinkaya, 2016) bilinmektedir. Çalışmalarda ayrıca matematik öğretmenlerinin öğrencilerin hatalarıyla ilgilenmekten kaçındıkları, hataların; doğasıyla yüzleşmede başarılı olamadıkları ve altında yatan matematiksel kavramlara yönelik derin bir anlayış geliştiremedikleri sonuçlarına ulaşılmıştır (Sapire, Shalem, Wilson-Thompson & Paulsen, 2016). Tsamir ve Tirosh (2005) çalışmasında bazı öğretmenlerin öğrencilere hata temelli aktiviteler sunduklarında öğrencilerin hata yapmaya daha yatkın hale gelebilecekleri korkusuna sahip olduklarını belirtmiştir. Konu alanı bilgisi düşük düzeyde olan öğretmenlerin yanlış yapılandırdıkları bilgileri öğrencilere hatalı şekilde aktardıklarından öğrencilerde değişime karşı daha dirençli hataların ve kavram yanlışlarının gelişmesine neden oldukları gözlenmiştir (Ball, Lubienski & Mewborn, 2001; Käpyla, Heikkinen & Asunta, 2009). Kapalı fonksiyonun türevine yönelik hataya yaklaşımın araştırılması, öğretmenlerin öğrenci anlayışlarını bilme ve öğretim stratejileri bilgileri ile konu alanı bilgilerinin değerlendirilmesi bakımından önemlidir. Bahsedilen bu durum çalışmanın yapılmasındaki ikinci gerekçedir. Çünkü hata temelli aktiviteler öğrenme sürecini olumlu etkileyen öğretim stratejileri arasında yer almaktadır (Rushton, 2018). İçerik bilgisi aracılığıyla hata temelli aktiviteler yürütmek, konu alanı bilgisini geliştirmekle birlikte öğrencilerin muhakeme ve ispat becerilerini de olumlu etkilemektedir (Borasi, 1989; Heinze & Reiss, 2007). Hataları bir öğrenme fırsatı olarak içselleştiren öğretmenlerin öğretimlerinde, öğrencilerin hata yapma korkularının azaldığı görülmüştür (Rach, Ufer & Heinze, 2013). Bu sonuçlardan anlaşılacağı üzere matematik dersinde hata temelli aktiviteler aracılığıyla yürütülen öğretimin hem öğretmenlerin konu alanı bilgileriyle hem de öğrencilerin bazı matematiksel becerileriyle ve duyuşsal özellikleriyle ilişkili olduğu (Borasi, 1988; 1989; 1994; Cochran, DeRuiter & King, 1993) söylenebilir. Matematik öğretmenlerinin; kapalı fonksiyonun türevi konusundaki hataya yaklaşımlarını ve hatayı ortadan kaldırırken uygulayacakları öğretim stratejilerini belirlemeye yönelik alacakları önlemlerin, öğrenci anlayışlarını bilme bilgileri ile öğretim stratejileri bilgilerinin dolayısıyla bu bilgilere bağlı konu alanı bilgilerinin gelişimine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Matematik derslerinde öğretmenlerin hata temelli aktiviteleri etkili kullanmaları ve oluşturulan bilişsel çatışma ortamlarında uygun öğretim yaklaşımlarıyla öğrencilere rehberlik etmeleri gerekir. Öğretmenler, bir soru özelinde yapılan hatayı düzeltmekle kalmayıp aynı zamanda hatanın kaynağına inme noktasında öğrencilerin düşüncelerini harekete geçirebilmelidir. Çünkü öğretmenlerin pedagojik alan bilgilerinin

gelişiminde rol oynayan faktörlerden birisinin hataya yaklaşım kavramı olduğu unutulmamalıdır.

Başarısızlık kavramı insanoğlunun pek de hoşlandığı bir olgu değildir. İnsanoğlu çoğu zaman bir alandaki başarısızlıklarını kabul etmek istemez ve başarısızlıklarla yüzleşmeyi reddedip onu görmezden gelmeye çalışır. Başarısızlık kavramının toplumda olumsuz bir etikete sahip olmasından dolayı bireyler başarısızlığa karşı negatif anlayış geliştirmektedir. Aslında mantıklı ve dikkatli düşünüldüğünde başarısızlık kavramı insanların talihlerini başarıya dönüştürmeleri için bir fırsat veya bir sıçrama tahtası olarak düşünülebilir. “Daha yükseğe sıçramak için bazen en dibe vurmak gerekir.” sözü günümüzde bireylerin başarılı olamadıklarında kendilerini ya tatmin etmek ya da gerçekten başarmadan önce kendilerini motive etmek için söyledikleri sözlerden birisi olmuştur. Başarısızlıkları fırsata çeviremeyen bireylerin daha büyük başarısızlıklarla karşılaşma durumları da söz konusudur. Bireylerin günlük hayattaki başarısızlıklarını süreklilik haline getirmelerindeki önemli faktörler; başarısızlığa sebep olan yani yanlış yapılan davranışın ne olduğunu düşünmemek, yanlış davranıştan ders çıkarmamak ya da yanlış davranışı doğruya çevirmeye yönelik önlem almamak olarak açıklanabilir. Başarısızlığın merkezinde bulunan ve “yanlış” olarak adlandırılan hataların aslında başarı için birer anahtar oldukları çoğu zaman gözden kaçmaktadır. Başarıya ulaşan insanların başarıdan ziyade başarısızlıklarına ve hatalarına odaklanarak kendilerini geliştirip sonuçta başarıya ulaştıkları dikkat çekmektedir. Bu özelliğe sahip bireyler, başarıya ulaşırken hatalardan yararlanmayı akılcıca bulurlar ve hataları başarıya ulaşmada tetikleyici bir unsur kabul ederler (Baumard & Starbuck, 2005). Başarısızlık ve hata kavramlarına yönelik bahse konu olan durumların ve örneklerin günümüzde eğitim-öğretim alanında yansımaları ve etkileri görülmektedir. Öğretim sürecinin merkezinde olan öğrenciler, öğretmenler tarafından başarılı ya da başarısız şeklinde kategorilere ayrılabilir. Başarısız öğrencilere odaklanıldığında bu öğrencilerin derse yönelik birtakım öğrenme güçlüklerine sahip olduklarından bahsedilmektedir. Ancak öğrencilerin yaptıkları hataların ya da sahip oldukları öğrenme güçlüklerinin kaynağının sadece kendileri olmadığı aynı zamanda öğretmenlerin de bu hatalar ve yanlış öğrenmeler üzerinde ciddi etkilerinin olduğu (Erskine, 2010) unutulmaktadır. Öğrencilerin; kapalı fonksiyonun türevine yönelik düşünme şemalarını ve anlayışlarını bilmek kalıcı öğrenme için önemli olduğundan (Carpenter, Fennema & Franke, 1996), kapalı fonksiyonun türevindeki hataya yaklaşımları belirlemede ve bu hatalara önlemler almada öğretmenlere büyük görevler düşmektedir. Kapalı fonksiyonun türevinde x bağımsız değişkeni ile y bağımlı değişkeni üzerine yüklenen anlamlar, bu değişkenler

arasındaki ilişkiler ile zincir kuralının uygulaması gibi hususlarda hata yapan öğrencilerin hatalarının neden yapıldığının farkında olan ve bu hataları gidermeye yönelik farklı stratejiler uygulayan matematik öğretmenlerinin öğretim sürecinde öğrenciler üzerinde etkisinin olacağı düşünülmektedir. Bu durum bu çalışmanın yapılmasındaki üçüncü gerekçedir. Çünkü, öğrencilerin kapalı fonksiyonun türevi konusunda hataların kaynağına ulaşmaya ve hataları giderirken sergileyecekleri öğretim yaklaşımlarını belirlemeye yönelik becerilerin kazandırılması için öğretmenlerin öncelikle kendilerinin o konu özelinde hataya yaklaşım becerilerine sahip olmaları gerekir.

Öğretmenlerin kapalı fonksiyonun türevi konusunda kendilerinin sahip olmadıkları hataya yaklaşım becerilerini öğrencilere kazandırırken birtakım öğretim zorlukları yaşayabilecekleri ihtimal dahilindedir. Hataya yaklaşma (öğrenci bilgisi) ve hatayı gidermeye yönelik uygulamalar yürütme (öğretim stratejileri bilgisi) bağlamında bilgi ve deneyime sahip olmak bir öğretmende bulunması arzu edilen en önemli pedagojik yeterlilikler arasında gösterilmektedir (Shulman, 1986). Buradan hareketle eğitim yuvalarında matematik öğretmenlerinin öğretim becerilerini geliştirmeye yönelik hata temelli aktivitelerin yapılması gerekir. Yine hata temelli aktivitelerin sürdürülebilirliği ve etkililiği bakımından matematik öğretmenleri üzerinde bilimsel araştırmaların yürütülmesinde fayda vardır. Yürütülecek olan araştırmalarda matematik öğretmenlerinin hataya yaklaşım becerilerine ne derece sahip oldukları da görülmüş olacaktır.

Son yıllarda hataya yaklaşım bakımından öğrenci anlayışlarını bilme bilgisine, hatayı gidermede uygulanacak öğretim bakımından ise strateji bilgisine yönelik çalışmaların sayısındaki artış dikkat çekicidir. Bu artışın nedeni öğretmenlerin, öğrencilerin düşünme şekilleri bilgisine sahip olmalarına verilen önem olarak açıklanabilir (Didiş *et al.*, 2016). Uluslararası ya da ulusal literatürde hataya yaklaşım konusunda gerçekleştirilen çalışmalarda; öğrencilerin belirli bir konu özelindeki hatalarının tespiti, hataların tespitinin pedagojik alan bilgisiyle ilişkilendirilmesi ve hatayı önleme stratejisinin geliştirilmesi için sunulan fırsatlara vurgu gibi ortak sonuçlara ulaşılmıştır (Demirci, Özkaya & Konyalıoğlu, 2017; Didiş *et al.*, 2016; Didiş, Erbaş, Çetinkaya, Çakıroğlu & Alacacı, 2016; Konyalıoğlu, 2013; Muzangwa & Chifamba, 2012; Santagata & Yeh, 2014; Siyepu, 2013; 2015; Son, 2013; Son & Sinclair, 2010; Wilson, Lee & Hollebrands, 2011; Wilson, Mojica & Confrey, 2013). Çalışmalardaki bir diğer ortak özellik ise araştırmaların öğretmen adaylarıyla yürütülmüş olmasıdır. Çalışmaların pedagojik alan bilgisiyle olan ilişkileri düşünüldüğünde matematik öğretmen adaylarından elde edilen bilgilerin lise matematik öğretmenlerinin; hataya yaklaşım bağlamındaki öğrenci anlayışlarını bilme ile öğretim stratejileri

bilgilerini belirlemede ve durumlarını tam olarak yansıtmada yetersiz kalabileceği (Duran & Kaplan, 2016) söylenebilir. Bu nedenle mevcut çalışmanın öğretmenlik mesleğini bilhassa deneyimleyen ve öğretim sürecini rehber olarak yönlendiren lise matematik öğretmenleriyle yapılmasına karar verilmiştir. Literatürde hataya yaklaşım bakımından matematiğin sayılar, kesirler, cebirsel ifadeler, dizi, türev ve integral konularında öğretmenlerle yürütülen araştırmalar da mevcuttur (An & Wu, 2012; Chick & Baker, 2005; Durkaya *et al.*, 2011; Leiß & Wiegand, 2005). Yapılan bu çalışmalarda matematik öğretmenlerinin, hatalı öğrenci cevaplarına yönelik pedagojik yaklaşımlar incelenmiş ve bu yaklaşımın nasıl geliştirilebileceğine yönelik sonuçlara yer verilmiştir.

Bu çalışmalardan An ve Wu (2012) ödevlerin notlandırılması, kavram yanlışlarının değerlendirilmesi ve analiz edilmesi yoluyla ortaokul matematik öğretmenlerinin öğrenci düşüncelerini öğrenmelerine odaklanmıştır. Çalışmadan; hataları belirleme, hataların nedenini analiz etme, hataları düzeltmek için yaklaşımlar tasarlama ve hatayı düzeltmek için eyleme geçme şeklindeki sorgulama sürecinde öğrencilerin düşünme bilgilerinde ilerleme kaydedildiği, karşılaşılan zorlukların anlaşıldığı ve matematik öğrenirken pedagoji bilgilerinin geliştirildiği sonuçlarına ulaşılmıştır. Durkaya *et al.* (2011) çalışmasında lise matematik öğretmenlerinden dizi, türev ve integral konularında çözümleri yanlış verilmiş soruları kullanarak öğretmenlerin hataya yaklaşımlarını incelemiştir. Çalışmadan; yanlış çözümlerin nedenleri belirlenirken ve doğru çözümler gerçekleştirilirken lise matematik öğretmenlerinin zorlandıkları sonucuna ulaşılmıştır. Chick ve Baker (2005) çalışmasında ortaokul matematik öğretmenlerinin, sayılar konusundaki öğrenci cevaplarına yönelik hataya yaklaşımlarını incelemiştir. Çalışmadan; öğretmenlerin yeniden açıklama, bilişsel çatışma ve öğrenci düşüncelerini irdeleme şeklinde üç farklı hataya yaklaşım stratejilerinden yararlandıkları ayrıca bu stratejileri kullanırken tercih ettikleri yolların birbirinden farklı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Leiß ve Wiegand (2005) ise çalışmasında işbirlikli öğrenme kapsamında yürütülen öğrenci etkinliklerinde öğretmenlerin öğrencilere yönelik müdahale durumlarını incelemiştir. Çalışmadan; öğretmenlerin ders ortamındaki müdahale stratejilerinin üstbilişsel, içeriksel, organizasyonel, duyuşsal ve tanısal olarak farklılaştığı sonucuna ulaşılmıştır.

Kapalı fonksiyonun türevinin mühendislik, ekonomi ve biyoloji gibi bilim dallarındaki uygulamaları göz önüne alındığında, öğretmenlerin kapalı fonksiyonun türevinde öğrenci hatalarına nasıl yaklaşacaklarını belirlemenin önemli olduğu düşünülmektedir. Çünkü kapalı fonksiyonun türevinin analiz alanında önemli bir rol oynadığı yapılan çalışmalardan

da açıkça görülmektedir. Speer ve Kung (2016) türev kavramını ve zincir kuralına ilişkin mevcut literatürü desteklemek için kapalı fonksiyonların türevi konusunda yeni araştırmalar yapılması çağrısında bulunmuştur. Lise matematik öğretmenlerinin kapalı fonksiyonun türevindeki öğrenci hatalarına yaklaşımlarında ve hataları gidermede uygulanacak stratejilerde öğretmenlerin öğretimlerini neyin zorlaştırdığı hususunda çok az şey bilinmektedir. Ayrıca lise matematik öğretmenlerinin hataya yaklaşım başarısında hangi anlayışın gerekli olduğu hakkında çok az fikir yürütülmektedir.

Kapalı fonksiyonun türevini çevreleyen konular üzerinde farklı araştırmalar (Borji & Martinez-Planell, 2020; Chu, 2019; Mirin & Zazkis, 2019; Stratton, 2021) yürütülmüş olmasına rağmen öğretmenlerin örtük türevdeki hataya yaklaşımlarının odak noktası olduğu çalışmaların yok denecek kadar az olduğu söylenebilir. Kapalı fonksiyonun türevi konusunun analiz alanında belirli bir konumda yer alması ve konuya ilişkin öğrenci zorlukları, örtük türevin öğretiminde hataya yaklaşımın uygulanmasını gerekli kılmıştır. Dolayısıyla kapalı fonksiyonun türevi özelinde öğretmenlerin hataya yaklaşımlarından elde edilecek sonuçlar çalışmanın literatüre katkısı bakımından kıymetli görülmektedir. Kapalı fonksiyonun türevine yönelik yapılacak bu çalışmanın sonucunda lise matematik öğretmenleri hataya yaklaşım sürecinde kavramsal, işlemsel ve öğretimsel bağlamda yetersiz oldukları durumlarla da yüzleşmiş olacaktır. Bu sayede gelecekte kapalı fonksiyonun türevine yönelik yapılacak çalışmalarda hataya yaklaşım hususunda yaşanabilecek kavramsal, işlemsel ya da öğretimsel zorluklar karşısında önceden önlemler alınabilecektir. Ayrıca yapılacak olan bu çalışmanın sonuçları, hataya yaklaşım ve pedagojik alan bilgisi konuları üzerinde araştırma yapan matematik eğitimcilerine ve bu konulara merak duyan matematik öğretmenlerine ışık tutacaktır. Bu nedenle bu çalışmanın amacı lise matematik öğretmenlerinin kapalı fonksiyonun türevine yönelik hataya yaklaşımlarını araştırmaktır. Bu amaçla aşağıdaki alt problemlere yanıtlar aranmıştır.

1. Lise matematik öğretmenleri kapalı fonksiyonun türevine yönelik öğrenci cevaplarındaki hataları neye dayandırmaktadır?
2. Lise matematik öğretmenleri kapalı fonksiyonun türevine yönelik hatalı öğrenci cevapları karşısında nasıl bir öğretim yaklaşımı sergilemektedir?

2. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın deseninden, katılımcılardan, veri toplama sürecinden, verilerin analizinden ve araştırmanın geçerliği ile güvenirlüğünden bahsedilmiştir.

2.1. Araştırmanın Deseni

Bu araştırmada lise matematik öğretmenlerinin; kapalı fonksiyonun türevi konusunda öğrencilerin yaptığı hataları, hataların nedenlerini ve bu hatalara önlem alırken sergiledikleri öğretim yaklaşımlarını belirleyebilme durumları ele alınmıştır. Lise matematik öğretmenlerinin hataya yaklaşımları derinlemesine incelendiğinden çalışmada nitel araştırma modellerinden durum çalışması deseni kullanılmıştır. Nitel araştırmalar olaylara, normlara ya da değerlere dışarıdan müdahale edilmeksizin kendi koşulları içerisinde detaylı, gerçekçi ve bütüncül bir yaklaşımla incelenen yöntemlerdir (Cropley, 2019; Maxwell, 2012). Durum çalışmaları ise olguları, durumları ya da süreçleri farklı veri toplama araçları ve sınırlı sayıda örneklem ile inceleme fırsatı sunarken, istatistiksel genelleme yapmadan kuramsal önermelerin üretilmesine olanak sağlamaktadır (Brown, 2008; Cohen, Manion & Morrison, 2002).

2.2. Araştırmanın Katılımcıları

2021-2022 öğretim yılı bahar dönemi sonuna doğru gerçekleştirilen bu araştırmanın katılımcıları Karadeniz Bölgesi'nin bir ilinde Millî Eğitim Bakanlığı'na (MEB) bağlı genel liselerde görev yapan 5 matematik öğretmenidir. Çalışmaya katılan öğretmenler belirlenirken amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme kullanılmıştır. Ölçüt örneklemedeki temel anlayış, araştırmacılar tarafından hazırlanan ya da önceden hazırlanmış kıstasları karşılayan durumlarla ya da bireylerle çalışmasıdır (Patton, 2002). Bu araştırmadaki ölçütlerden birisi öğretmenlerin eğitim fakültesi mezunu olmalarıdır. Araştırmaya katılan öğretmenlerin analiz, matematik öğretimi, özel öğretim yöntemleri, okul deneyimi derslerini almış ve bu dersleri başarıyla geçmiş olmaları örneklem seçiminde etkili olmuştur. Hem alan hem de öğretim dersi deneyimi olan öğretmenlerin hataya yaklaşım kavramına yönelik farklı argümanlar geliştirebilecekleri düşünülmüştür. Matematik öğretmenlerinin 12.sınıf düzeyinde kapalı fonksiyonun türevine yönelik ders deneyimi yaşamış olmaları da araştırma ölçütleri arasındadır. Kapalı fonksiyonun türevi konusu hali hazırda lise matematik öğretim programında yer almamasına rağmen lise son sınıf düzeyinde bu konunun öğretimi örtük olarak yapılmaktadır.

Araştırmada dikkate alınan diğer bir ölçüt ise öğretmenlerin mesleki deneyim süreleridir. Buna göre araştırmaya katılacak öğretmenlerin en az 15 yıllık bir öğretmenlik deneyimine sahip olmalarına dikkat edilmiştir. Araştırmaya katılan öğretmenlerden mesleki deneyimi en az olan öğretmen 15 yıllık, deneyimi en fazla olan öğretmen ise 19 yıllık bir tecrübeye sahiptir.

Kutsal kabul edilen öğretmenlik mesleğinin hangi döneminde olursa olsun bu mesleği yaşayan öğretmenlerin tamamı, matematik dersinin öğretimi sürecindeki emeklerinden dolayı değerlidir. Ancak eğitim literatüründe öğretmenler üzerinde araştırmalar yapılırken çalışmanın amacına göre bazen azami düzeyde katkının alınması hedeflenebilmektedir. Bu nedenle eğitim literatüründe kalıplaşmış bazı parametreler ve araştırma sonuçları dikkate alınarak hareket edilebilmektedir. Buna göre literatür incelendiğinde Berliner (2001) bir öğreticinin deneyimli kabul edilebilmesi için öğretmenlik tecrübesinin en az beş yıl ya da beş yıldan fazla olması gerektiğine vurgu yapmaktadır. Martin, Yin ve Mayall (2006) hizmet süresi beş yıla kadarki öğretmenleri deneyimsiz olarak nitelendirirken mesleğinde beş yılını doldurmuş öğretmenleri deneyimli öğretmenler şeklinde kategorize etmektedir. Derste öğrenci düşüncelerine yanıt verirken özellikle deneyimsiz öğretmenlerin deneyimli öğretmenlere nispeten daha çok zorlandıkları (Jacobs, Lamb & Philipp, 2010; Levin & Richards, 2010), deneyimli öğretmenlerin konuya dönük pedagojik alan bilgilerinin deneyimsiz öğretmenlere oranla daha güçlü olduğu (Davidowitz & Potgieter, 2016) şeklinde literatürde farklı araştırma sonuçları mevcuttur. Ayrıca De Jong ve Van Driel (2004) öğretmenlerin pedagojik alan bilgilerinin gelişimi için mesleki deneyime ve öğrenci zorluklarına yönelik farkındalığa sahip olmalarının önemine dikkat çekmiştir. Tüm bu nedenlerden dolayı araştırmaya katılan öğretmenler belirlenirken mesleki deneyim faktörü araştırmacılar tarafından bir ölçüt kabul edilmiştir. Araştırmaya katılan öğretmenlerin gerçek kimliklerini gizlemek amacıyla öğretmenlere Ö₁, Ö₂, ...Ö₅ şeklinde kodlar verilmiştir. Ayrıca öğretmenlere araştırma öncesinde birinci araştırmacı tarafından hataya yaklaşım kavramına yönelik bir ders süresi boyunca bilgi verilmiştir.

2.3. Veri Toplama Süreci

Bu araştırmanın veri toplama süreci iki aşamadan oluşmaktadır. Sürecin birinci aşamasında lise son sınıf öğrencilerine kapalı fonksiyonun türevi konusunda açık uçlu soruların sorulması planlanmıştır. Sürecin ikinci aşamasında ise açık uçlu sorulara verilen öğrenci cevapları arasından yanlış olanların seçilmesi ve seçilen hatalı cevaplara yönelik lise matematik öğretmenlerinin yaklaşımlarının belirlenmesi planlanmıştır. Buna göre ilk önce literatürde kapalı fonksiyonun türevi konusunda gerçekleştirilen araştırmalarda kullanılan açık uçlu soru örnekleri (Borji & Martinez-Planell, 2019; 2020; Heo, 2019; Jeppson, 2019; Kandeel, 2021; Mirin & Zazkis, 2019) incelenmiştir. Daha sonra araştırmacıların ortak görüşü doğrultusunda açık uçlu soru örneklerinden 8 tanesinin lise öğrencilerine

uygulanmak üzere kullanılmasına karar verilmiştir. Uygulama öncesi okul idaresi ve dersin öğretmeni tarafından sözlü izin alınmıştır. Öğrencilerin öğrenme düzeyine uygun olarak hazırlanan sorular, 2021-2022 öğretim yılı bahar döneminin başında MEB'e bağlı bir devlet lisesinin son sınıfında öğrenim gören 32 öğrenciye uygulanmıştır. Açık uçlu sorulara verilen cevaplar birinci araştırmacı gözetiminde, bir ders saatinde ve yazılı olarak alınmıştır. Sonra öğrencilerin sorulara verdikleri cevapların tamamı detaylı şekilde araştırmacılar tarafından incelenmiştir.

Öğrenci cevaplarında ortaya çıkan hatalar tespit edildikten sonra bu hatalara yönelik bir havuz oluşturulmuştur. Havuzda yer alan hatalı cevaplar arasından 3'ünün öğretmenlere yapılacak uygulamada kullanılması kararlaştırılmıştır. Hatalı cevapların açık şekilde olması ve birbirine benzer şekilde aynı türden olmaması bu cevapların nihai uygulamada kullanılması noktasında ön plana çıkmasını sağlamıştır. 3 hatalı cevap, soru kökleri de kullanılıp araştırmacılar tarafından senaryolaştırıldıktan sonra nihai uygulama öncesinde kontrol amaçlı 2 uzmana incelenmiştir. Uzmanlardan birisi hataya yaklaşım konusunda akademik çalışmalar yapan, bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesinde görev yapan doktoralı bir matematik eğitimcisidir. Diğer uzman ise MEB'e bağlı bir devlet lisesinde görev yapan, matematik eğitimi alanında lisansüstü dereceye ve pedagojik yeterliğe sahip deneyimli bir lise matematik öğretmenidir. Uzmanlar hatalı senaryoları kavramsal açıdan değerlendirdikten sonra senaryoların nihai uygulamada kullanılabileceği tavsiyesinde bulunmuştur.

Hata temelli üç senaryoda da kapalı fonksiyonun türevine yönelik işlemler uygulanmıştır. Senaryoların birincisinde (Ek-1'de) bağımsız x ve bağımlı y değişkenlerinin birbirine oranlarının toplamı kullanılarak bir eşitlik oluşturulmuştur. Bu eşitlikte örtük y fonksiyonunun türevi aranmıştır. Paydalar eşitlendikten sonra işlemler yapıp örtük türev aramanın geciktirilerek sona bırakılması prosedür önceliği bakımından tercih edilmemektedir. Öğrenci y 'yi x 'in türevlenebilir bir fonksiyonu düşünerek işlemleri kavramsal bağlama uygun şekilde yapmaya çalışmıştır. Ancak öğrenci çözüm yaptıktan sonra çözümün kapalı fonksiyon için sağlayıp sağlamadığını kontrol etmemiştir. Nitekim hatalı çözümün yer aldığı ifadede örtük türev sonucu kısmi türevle $y' = -\frac{F_x}{F_y} = -\frac{3x-2y}{2y-3x}$ şeklinde teyit edilmiştir. Bulunan bu çözümde paydadaki $F_y \neq 0$ olmamaktadır. $F_y = 2y - 3x$ ifadesinde $F_y = 2y - 3x = 0$ ve $y = \frac{3}{2}x$ eğrisi boyunca $F_y \neq 0$ olmamaktadır. Sonsuz noktada $y' = -\frac{F_x}{F_y}$ türevi bağımlı değişkene göre jakobiyen $F_y = 0$ olduğundan sonuç yanlış çıkmaktadır. Yine aynı çözümde kök incelendiğinde tanım kümesine karşılık görüntü kümesinde iki farklı değer ortaya çıkmaktadır. Bu durumda çözümün kapalı

fonksiyon için sağlamadığı da teyit edilebilmektedir. Bahsedilen duruma yönelik işlemler aşağıda detaylıca gösterilmiştir.

$$\frac{x}{y} + \frac{y}{x} = 3$$

$$\frac{x \cdot x}{y \cdot x} + \frac{y \cdot y}{x \cdot y} = 3$$

$\frac{x^2+y^2}{xy} = 3$ ve $x^2 + y^2 = 3xy$ olduğundan $x^2 + y^2 = (x - y)^2 + 2xy$ eşitliği kullanılarak

$$x^2 + y^2 = 3xy$$

$$(x - y)^2 + 2xy = 3xy$$

$$(x - y)^2 = 3xy - 2xy = xy$$

$(x - y)^2 = xy$ eşitliğinde $x = p$ için

$(p - y)^2 = py$ ve $y^2 - 2py + p^2 = py$ yazılır. Denklem düzenlenip kökler arandığında

$$y^2 - 2py - py + p^2 = 0 \text{ ve } y^2 - 3py + p^2 = 0$$

$\Delta = b^2 - 4ac$ ve $\Delta = (-3p)^2 - 4 \cdot 1 \cdot p^2 = 9p^2 - 4p^2 = 5p^2$ bulunur. Burada kökler y_1 ve y_2

$$y_1 = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{-(-3p) + \sqrt{5p^2}}{2 \cdot 1} = \frac{3p + \sqrt{5} \cdot p}{2}$$

$$y_2 = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{-(-3p) - \sqrt{5p^2}}{2 \cdot 1} = \frac{3p - \sqrt{5} \cdot p}{2}$$

Yukarıda görüldüğü üzere yapılan işlemler sonucunda tanım kümesine karşılık iki değer ile karşılaşıldığından çözümün hatalı olduğu söylenebilir. Öte yandan Ek-4'te bu senaryo için doğru yürütülmüş bir çözüme de yer verilmiştir. Ek-4'teki çözümde paydalar eşitlenmeden daha ilk işlemde başlanarak örtük türev aranmıştır. İşlemlerde y , x 'in türevlenebilir bir fonksiyonu olarak düşünülerek y' kapalı fonksiyonun türevi bulunmuştur. Yapılan çözümde öğrenci çözümün kapalı fonksiyon için sağlayıp sağlamadığını teyit etmemiş olsa bile ifade $(0,0)$ noktası dışındaki diğer tüm noktalarda kapalı fonksiyona yönelik denklemin çözüm kümesini oluşturulabilmektedir. Bu nedenle yapılan çözüm doğru kabul edilebilir.

Senaryoların ikincisinde (Ek-2'de) iç içe sonsuz kökler kullanılarak oluşturulmuş bir eşitlik vardır. Bu eşitlikte de bir önceki hata temelli senaryoda olduğu gibi örtük y fonksiyonunun türevi aranmıştır. Senaryoda y 'nin x 'e göre değişmesi, y 'nin x 'e bağlı olması ve x 'in türevlenebilir bir fonksiyonu gibi davranması durumları ihmal edildiğinden belirli bir noktadan sonra yapılan işlemlerin hatalı yürütüldüğü, dolayısıyla sonucun yanlış bulunduğu düşünülmektedir. İkinci hata senaryosundaki hatayı giderebilmek için x 'e göre türev operatörünün $\frac{d}{dx}$ kullanılması önerilmektedir. Bu sayede hangi değişkenler nezdinde türevin nasıl aranması gerektiği hususunda $\frac{d}{dx}$ operatörünün öğrenciye ipucu vereceği düşünülmektedir. Operatör yardımıyla türev ararken zincir kuralını kullanmak, bu senaryoda sonucun doğruluğu için tavsiye edilen bir diğer ipucudur. Nitekim senaryoda $\frac{d(y^2)}{dx}$ notasyonu ile karşılaşıldığından ve y^2 'nin x 'e bağlı türevi ilk planda elde edilemeyeceğinden $\frac{d(y^2)}{dx} = \frac{d(y^2)}{dy} \cdot \frac{dy}{dx}$ zincir kuralı uygulanarak sonuca daha sağlıklı bir şekilde varılabilir. Türev operatörü ve zincir kuralı gibi ipuçları dışında kısmi türevler yardımıyla da doğru sonuç elde edilebilir. Ek-2'deki hatalı senaryoya dönük doğru çözümün olduğu bir örnek Ek-5'te verilmiştir. Ek-5'teki çözümde öğrencinin türev operatörü kullandığı ve sıkıştığı noktada zincir kuralından yararlandığı görülmektedir. Öğrenci, kısmi türevler yardımıyla sonuca ulaşmayı tercih etmemesine rağmen işlemleri dikkatli, doğru ve yerinde uygulayarak örtük türevin sonucuna ulaşmıştır. Aşağıda Ek-5'teki çözüme alternatif olarak kısmi türev yardımıyla doğru sonuca ulaşılmasını sağlayan farklı bir çözüme yer verilmiştir.

$$\sqrt{y + \sqrt{x + \sqrt{y + \sqrt{x + \dots}}} = x \text{ olduğuna göre } \sqrt{y + \sqrt{x + x}} = x \text{ yazılabilir.}$$

$$\sqrt{y + \sqrt{x + x}} = x \text{ ve } \sqrt{y + \sqrt{2x}} = x \text{ den her tarafın karesini alalım.}$$

$$(\sqrt{y + \sqrt{2x}})^2 = (x)^2 \text{ den } y + \sqrt{2x} = x^2 \text{ yazılır. } \sqrt{2x} \text{ ifadesi yalnız}$$

bırakıldığında

$$\sqrt{2x} = x^2 - y \text{ bulunur. Her tarafın karesini aldığımızda}$$

$$(\sqrt{2x})^2 = (x^2 - y)^2$$

$2x = x^4 - 2 \cdot x^2 \cdot y + y^2$ eşitliği yazılır. Buradan $x^4 - 2 \cdot x^2 \cdot y + y^2 - 2x = 0$ yazılabilir.

$$F(x, y) = x^4 - 2 \cdot x^2 \cdot y + y^2 - 2x = 0 \text{ şeklinde düşünerek } \frac{dy}{dx} \text{ 'i bulabiliriz.}$$

$$y' = \frac{dy}{dx} = -\frac{F_x}{F_y} = -\frac{4x^3 - 2y \cdot 2x - 2}{-2x^2 + 2y} = -\frac{4x^3 - 4xy - 2}{-2x^2 + 2y} = -\frac{2 \cdot (2x^3 - 2xy - 1)}{2 \cdot (-x^2 + y)}$$

$$y' = \frac{dy}{dx} = -\frac{F_x}{F_y} = -\frac{(2x^3 - 2xy - 1)}{(-x^2 + y)} = \frac{2x^3 - 2xy - 1}{x^2 - y}$$

Yukarıda görüldüğü üzere doğru çözüme alternatif olarak işlem yolu belirli bir aşamaya kadar Ek-5'teki çözüm ile aynı devam eden ve daha sonra kısmi türevler yardımıyla sonuca ulaşılmasını sağlayan yeni bir çözümün yapıldığı görülmektedir. Çözüm sürecindeki belirli aşamalarda ifadelerin karelerini alma işleminin gerçekleştirilmesinin ardından eşitlikteki tüm cebirsel ifadeler tek bir tarafta toplanıp eşitlik $F(x, y) = 0$ formatına dönüştürülmüştür. Daha sonra kısmi türev arama işlemine geçilerek sonuca ulaşılmaktadır. Öte yandan senaryoların üçüncüsünde (Ek-3'te) ise kapalı olarak verilen bileşke fonksiyona yönelik türev arama işleminin yapılması beklenmektedir. Aslında bu senaryoda da diğer senaryolardaki gibi örtük türev arama işlemi söz konusudur. Senaryoda öğrencinin örtük olarak verilen bileşke fonksiyonun türevini ilk ararken doğru notasyonlar kullandığı söylenebilir. Ancak daha sonra öğrencinin fonksiyonlar arasındaki dönüşümler ile zincir kuralını dikkate almayarak hatalı bir çözüm sergilediği ve sonucu yanlış tayin ettiği düşünülmektedir. Ek-3'teki senaryoda yer alan soruda öğrenci $u = g(x)$ ve $y = f(u)$ dönüşümleri ile $\frac{df(u)}{dx} = \frac{df}{dx} = \frac{df}{du} \cdot \frac{du}{dx}$ zincir kuralı uygulamalarını kullansaydı veya bu dönüşümlerin nasıl yapıldığını dikkate alıp kendi çözümündeki verileri, incelediği zincir kuralı örneğindeki formüle benzer şekilde uygulaysaydı belki de çözümün sonunda $\frac{d(f(g(x)))}{dx}$ notasyonu yerine $\frac{d(f(g(x)))}{d(g(x))}$ türev operatörünü kullanıp doğru sonuca ulaşabilecekti. Burada f fonksiyonunun u 'ya, u 'nun g fonksiyonuna, g fonksiyonunun da x 'e bağlı olarak hareket ettiğine dair bir ok ya da ağaç diyagramının kullanılması, sorunun çözümünün doğru yapılmasına yardımcı olabilir. Ek-3'teki hatalı senaryoya dönük doğru çözümün yapıldığı bir örnek Ek-6'da verilmiştir. Matematik öğretmenlerine yönelik hata temelli senaryolar öğrencilere yapılan uygulamanın devamında aynı öğretim yılının aynı döneminin sonuna doğru yürütülmüştür. Öğretmenlerin senaryolara yönelik cevapları bire bir görüşmeler yoluyla elde edilmiştir. Öğretmenlerden senaryolardaki soru çözümlerinde varsa hataları belirlemeleri ve bu hataların kaynağını gerekçeleriyle birlikte açıklamaları istenmiştir. Bunun yanı sıra öğretmenlerden tespit ettikleri hataları gidermeye yönelik sergileyecekleri farklı öğretim yaklaşımları ile birlikte uygulayacakları stratejileri de açıklamaları beklenmiştir. Son olarak yanlış çözüm yapıldığı düşünülen senaryolarda öğretmenlerden kendi doğru çözümlerini ortaya koymaları talep edilmiştir. Öğretmenlerle yapılan hata temelli senaryo uygulamalarında

süre sınırlamasına gidilmemiştir. Yürütülecek olan hata temelli aktiviteler öncesinde ilgili kurumun okul idaresinden ve öğretmenlerinden sözlü izinler alınmıştır. Öğretmenlerin hata temelli senaryoları ortalama bir ders saatine yakın bir sürede tamamladıkları söylenebilir. Öğretmenlerin tamamı senaryolardaki tüm durumlara yönelik görüş belirtmiştir.

2.4. Veri Analizi

Bu çalışmada lise matematik öğretmenlerinin örtük türev senaryolarındaki hataların tespiti ve nedenlerine yönelik cevapları ile bu hataları gidermek için sergileyecekleri farklı öğretim yaklaşımlarına yönelik cevapları iki ayrı tema olarak işlenmiştir. Veri analizi işlemi de bu doğrultuda yürütülmüştür.

Matematik öğretmenlerinin, hataların belirlenmesi ve kaynağının tespitine yönelik cevaplarının analizinde gömülü desen içerisinde tanımlanan açık kodlamadan yararlanılmıştır (Merriam & Grenier, 2019; Mills, Bonner & Francis, 2006). Açık kodlama, yeni toplanmış verilerin üzerinden ilk geçişte gerçekleştirilen bir kodlama çeşidi olup kavramsal benzerliğe sahip durumların kategori ve alt kategori şeklinde bir araya getirilerek gruplandırılmasını sağlar (Neuman, 2014). Çalışmada öncelikle birinci araştırmacı öğretmenlerin cevaplarını anlamlı bölümlere ayırarak taslak kategoriler ve kodlar altında tanımlanmıştır. Cevaplar, aynı araştırmacı tarafından tekrarlı şekilde okunarak kategori ve kod oluşturma sürecinin sürekli güncellenmesi sağlanmıştır (Silverman, 2013). Aralarındaki benzerlikler ve farklılıklar incelendikten sonra kodlar ana kategoriler haline dönüştürülmüştür. Böylece kodlar ve kategoriler veri analizi sürecinde ortaya çıkarılmıştır. Bu çalışmada birinci araştırmacı tarafından diğer araştırmacıdan bağımsız şekilde oluşturulan kategori ve kodlar, ikinci araştırmacı tarafından daha sonra oluşturulan kategori ve kodlarla karşılaştırılmıştır. Araştırmacılar arasında kategori ve kodlar üzerinde uyum sağlandıktan sonra matematik eğitimi alanında lisansüstü dereceye ve pedagojik yeterliğe sahip bir lise matematik öğretmeni ile bilimsel araştırma yöntemleri konusunda çalışmalarda bulunmuş doktora derecesine sahip bir eğitimciye kategoriler-kodlar teyit ettirilmiştir. Araştırmada örtük türevdeki hatalarla ve bu hataların kaynağıyla ilişkili olmadığı düşünülen veya bir anlam verilemeyen kategoriler-kodlar araştırma dışında tutulmuştur. Araştırmacılar arasındaki kodlama uyumun yüzdesi Miles ve Huberman'ın (1994) güvenilirliği hesaplama formülüne göre .95 bulunmuştur. Sonuç olarak araştırmanın ilk temasında oluşan kategori listesinin "Toplamın türevinden yararlanarak çözüme başlamama, uygun türev operatörlerinden ve diferansiyelden yararlanmama, kısmi türevi kullanmama, bileşke fonksiyonun türevini uygulamama, değişkenlerin

rollerinin farkında olmama, zincir kuralını anlamama” şeklinde olmasına karar verilmiştir.

Matematik öğretmenlerinin, öğrenci hatalarını gidermeye yönelik sergileyecekleri farklı öğretim yaklaşımlarıyla ilgili cevapları betimsel analiz yardımıyla incelenmiştir. Betimsel analizde nitel veriler açık, şeffaf ve sistemli bir şekilde betimlenerek neden-sonuç ilişkisi bağlamında yorumlanır ve sonuçlar temalar bakımından anlamlandırılarak geleceğe yönelik çıkarımlarda bulunulur (Berg, 2001). Çalışmada öncelikle öğrenci hatalarını gidermek için öğretmenler tarafından üretilen farklı öğretim müdahalelerine yönelik kategorilerin ve kodların belirlenmesinde literatürdeki araştırmalardan (Chick & Baker, 2005; Didiş-Kabar & Amaç, 2018; Son, 2013; Son & Sinclair, 2010) faydalanılmıştır. Bu sayede matematik öğretmenlerinin, hatanın giderilmesine yönelik sergileyecekleri farklı öğretim yaklaşımlarını sınıflandıran tematik bir çerçeve oluşturulmuştur. İçerisinde kategorilerin, kodların ve davranışların yer aldığı tematik çerçeve Ek-7’de verilmiştir. Buna göre çalışmada son durumda oluşan kategori listesi “doğruyu açıklama, yanlış gösterme, konuyu / kavramı yeniden öğretme, öğrencinin yanlışını veya doğru çözümü fark ettirme, öğrenci düşüncesini anlama veya öğrenci düşüncesini ileri taşıma” şeklindedir. Kategorilere yönelik tematik çerçeve oluşturulurken kategorilerin ortak davranışlar içermemesine ve birbirleriyle örtüşecek biçimde bağımlı bir yapıda olmamasına dikkat edilmiştir. Araştırmacılar, kodların kapsamını önceden belirlenen kategorilerle ilişkilendirmek için birbirinden bağımsız şekilde kodlamalarda bulunmuştur. Birbirleriyle karşılaştırılan kodlamalarda ortaya çıkan farklılıklar üzerinde tartışılmıştır. Kodlamalar üzerindeki farklılıklar giderilip ortak bir görüş birliğine varıldıktan sonra veriler, konu üzerindeki deneyimi daha fazla ve kodlama mutabakatı lehine olan (Campbell, Quincy, Osserman & Pedersen, 2013) araştırmacı tarafından kodlanmıştır. Matematik öğretmenlerinin, hatanın giderilmesi bağlamındaki öğretim yaklaşımlarıyla ilgili cevapları, araştırmacının ikinci teması için önceden belirlenen kategorilerin altında sınıflandırılmıştır (Creswell & Poth, 2016). Öğretmenlerden gelen cevaplar, analiz edildikten sonra tablolar halinde okuyucuya sunulurken doğrudan alıntılarla (Miles & Huberman, 1994) desteklenmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgular hem kendi arasında hem de literatürle tartışılarak açıklanmıştır.

2.5. Geçerlik ve Güvenirlilik

Araştırmanın geçerliğini arttırmak amacıyla amaçlı örnekleme yönteminden yararlanılmıştır. Bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesinin matematik eğitimi dalında görev yapan bir öğretim üyesi, araştırmayı giriş bölümünden sonuç bölümüne kadar tarafsız şekilde değerlendirmiştir.

Araştırmada bulguların yorumlanması ve raporlanması objektif bir şekilde yürütülmüştür. Hata temelli senaryolar üzerine görüşmeler yapılan öğretmenlerin herhangi bir baskı olmadan kendi istekleriyle çalışmaya katılmaları yönünde hareket edilmiştir. Araştırmaya katılacak öğretmenlere çalışma öncesinde görev yerlerinin ve gerçek kimliklerinin gizli tutulacağı hususunda teminat verilmiştir. Hata temelli senaryolardaki sorularda hataya yaklaşım kavramına yönelik kuramsal yapının sınırları içinde kalınmasına gayret gösterilmiştir.

Öğretmenlerle hata temelli senaryolar üzerinde yapılan görüşmelerde rahat ve doğru cevap verebilmeleri için süre sınırlamasına gidilmemiştir. Öğretmenlerle görüşmeler gerçekleştirilirken veri kaybını önlemek için ses kayıt cihazı kullanılmıştır. Kayıt cihazının kullanılması noktasında öğretmenlerin onayı alınmıştır. Görüşme sonrasında ses kayıt cihazı yardımıyla elde edilen veriler transkript edilerek birinci araştırmacı tarafından yazılı hale getirilmiştir. Görüşmeler, verimli geçmesi adına matematik zümre odası gibi sessiz bir ortamda ve ders saatleri dışında yapılmıştır. Öğretmenlerle yapılan görüşmelerden sonra transkript edilen veriler öğretmenlerin teyidine sunulmuştur. Araştırma sonunda yapılan görüşmelerde öğretmenlerden, çalışmanın aksayan yönleri, yaşanan zorluklar ve tavsiyeler üzerine dönütler alınmıştır. Veri analizi yapılırken kategoriler ve kodların belirlenmesi sürecinde uzman görüşlerine başvurulmuştur. Ayrıca araştırma ayrıntılı şekilde betimlenmiştir. Bu sayede araştırmada örneklem seçimi, akran değerlendirmesi, denetim izi, gönüllülük, inandırıcılık, katılımcı teyidi, uzman değerlendirmesi ve ayrıntılı betimleme gibi geçerliği arttırıcı önlemler uygulanmıştır (Bogdan & Biklen, 2007; Brinberg & McGraft, 1985; Lincoln & Guba, 1985).

Araştırmanın güvenilirliğini arttırmak amacıyla öğretmenlerle yapılan görüşmelerin analizinden elde edilen kategoriler ve kodlar farklı araştırmacılar tarafından kodlanmıştır. Yapılan kodlamalar karşılaştırılarak uyuşum yüzdesi hesaplanmıştır. Araştırmada öğretmenlerle yapılan görüşmelerden elde edilen verilere yönelik alıntılara yeterince yer verilmeye çalışılmıştır. Araştırma deseninin araştırılan konuya uygun olmasına dikkat edilmiştir. Bu araştırmadan elde edilen bulguların, literatürdeki araştırmaların sonuçlarıyla örtüşüp örtüşmediği çalışmada tartışılmıştır. Araştırmadan elde edilen bulguların gelecekte tekrar incelenmesi ihtimaline karşı veriler birinci araştırmacı tarafından muhafaza altına alınmıştır. Bu sayede araştırmada tutarlılık, teyit edilebilirlik, desen seçimi, literatürle kıyaslama gibi güvenilirliği arttırıcı önlemler uygulanmıştır (Borman, Le Compte & Goetz, 1986; McMillan & Schumacher, 2010; Morrow, 2005; Morse, 1994).

3. BULGULAR

Araştırmanın bu bölümünde lise matematik öğretmenlerinin hata temelli senaryolardaki öğrenci hatalarının tespiti ile bu hataların dayandırıldığı gerekçelere (i) ve öğrenci hataları karşısında öğretmenlerin sergiledikleri öğretim yaklaşımlarına (ii) yönelik bulgulara yer verilmiştir.

3.1. Matematik Öğretmenlerinin Öğrenci Hatalarında Dayandırdıkları Gerekçeler

Hata temelli senaryolara verilen öğretmen cevapları incelendiğinde lise matematik öğretmenleri; toplamın türevinden yararlanılarak çözüme başlamama, $\frac{d}{dx}$, $\frac{d}{dy}$ gibi türev operatörleriyle dx ve dy gibi diferansiyel notasyonlarından yararlanmama, kısmi türev kuralını kullanmama, örtük verilen ifadelerde bileşke fonksiyonun türevini uygulamama, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkilerin farkında olmama ve son olarak zincir kuralını anlamama gibi durumları öğrenci hatalarına dayanak göstermiştir. Tablo 1'de öğretmenlerin öğrenci hatalarını dayandırdıkları gerekçeler gösterilmiştir.

Tablo 1. Lise Matematik Öğretmenlerinin Öğrenci Hatalarını Dayandırdıkları Gerekçeler

Gerekçe	HTS ₁	HTS ₂	HTS ₃
Toplamın türevinden yararlanarak çözüme başlamama	Ö ₂ Ö ₃ Ö ₅		
Uygun türev operatörlerinden ve diferansiyelden yararlanmama		Ö ₄	Ö ₄
Kısmi türevi kullanmama	Ö ₁ Ö ₄	Ö ₁ Ö ₄ Ö ₅	
Bileşke fonksiyonun türevini uygulamama		Ö ₂	
Değişkenlerin rollerinin farkında olmama		Ö ₁ Ö ₃ Ö ₄ Ö ₅	
Zincir kuralını anlamama			Ö ₁ Ö ₂ Ö ₃ Ö ₄ Ö ₅

HTS: Hata Temelli Senaryo

Tablo 1'e göre HTS'lerdeki hatalar bütün olarak değerlendirildiğinde her bir öğretmenin toplamda en az iki farklı gerekçe ürettiği görülmektedir. Ayrıca öğretmenlerin tamamının hiç gerekçe belirtmedikleri HTS'lerin bulunmadığı söylenebilir. Her bir HTS'de öğretmenler genelinde en az iki farklı hata

gerekçesine hem yer verildiği hem de değinilmediği göze çarpmaktadır. Bu durum HTS'lerdeki hata gerekçelerinin farklı nitelikte olmalarından kaynaklanmaktadır. Nitekim öğretmenler HTS'lerdeki hataların niteliğine göre farklı gerekçeler üzerinde kümeleşmiştir. HTS₂ öğretmenlerin en fazla farklı gerekçe ürettikleri senaryo olmuştur. HTS'lerdeki hatalara en çok farklı gerekçeler üreten öğretmenler ise Ö₄ ve Ö₅'tir. Buna göre öğretmenler HTS₁'de toplamın türevinden yararlanarak çözüme başlamama gerekçesinde, HTS₂'de değişkenlerin rollerinin farkında olmama gerekçesinde, HTS₃'te ise zincir kuralını anlamama gerekçesinde yoğunlaşmıştır. Aşağıda HTS₁'deki farklı hata gerekçelerinden örnek alıntılara yer verilmiştir.

“Öğrenci yaptığı çözümde ifadeyi bir bütün olarak değerlendirmiş. Türev alma işleminde acele etmemiş ama sonuçta kapalı ifadenin türevini alırken kurallara uygun davranmış gibi görünüyor. Ancak şu noktada hata yapmış olma ihtimali yüksek. Öğrenci $\frac{x}{y}$ ve $\frac{y}{x}$ rasyonel ifadelerini ayrı fonksiyonlar gibi düşünmeyerek $f'(x) + g'(x)$ toplam türevini almadan çözüme başlamış. Belki toplamın türevini alarak işleme başlasa sonuç doğru çıkabilirdi. O yüzden hatasının nedenini toplamın türevinden yararlanmamasına bağlıyorum.” (Ö₃ - HTS₁)

“Öğrencinin çözüm odaklı yaptığı işlemlerde bir sorun görünmüyor gibi. Öğrenci burada direkt payda eşitleyerek x ve y leri bir düzene sokmaya çalışmış, sonra genel türevi alarak y' ifadesini yalnız bırakmış. Ancak bulunan sonuçta hata olabileceğini düşündüğüm bir şeyden dolayı dikkatimi ona odakladım. Rasyonel oranlar olarak verilen ifadelerde herhangi bir payda eşitlemesi yapmadan türev alınabilir mi? Evet alınabilir. Mesela x 'e göre türev alınırken y 'nin bir sabit terim gibi düşünüleceğini öğrenci bilir sanırım. O zaman öğrenci burada kısmi türevlerden yararlanarak türev alabilirdi. Kısmi türev alınca sonuç farklı çıkıyor o dikkatimi çekmişti. İşte bu işlemdeki hatanın nedenini öğrencinin kısmi türevi kullanmaması, bu türevi ihmal etmesi olarak görüyorum. Bence öğrencinin kısmi türevlerden yararlanarak işlem yapmaması hatalı sonuç bulmasına neden olmuş gibi duruyor.” (Ö₁ - HTS₁)

HTS₁'deki gerekçeler incelendiğinde öğretmen cevaplarının; toplamın türevinden yararlanarak çözüme başlamama ve kısmi türevi kullanmama gerekçeleri üzerinde kümeleştikleri görülmektedir. Öğretmenlerin bir bölümü (Ö₂ Ö₃ Ö₅) öğrenci hatasını; fonksiyonların toplamının türevini aramaya başlamamaya ilişkilendirirken diğer bir bölümü (Ö₁ Ö₄) ise kısmi türev formülünü kullanmamaya ilişkilendirmektedir. Ancak öğretmenlerin tümünün HTS₁'deki hatanın gerekçesini tam olarak doğru belirleyemediği söylenebilir. Bu durum senaryodaki hatanın zor olmasıyla açıklanabilir. HTS₁'de tüm öğretmenlerin sadece bir hata gerekçesiyle cevap verdikleri

gözlenmiştir. Aşağıda HTS₂'de farklı hata gerekçelerinden örnek alıntılara yer verilmiştir.

“Öğrenci $x^2 = y + \sqrt{2x}$ eşitliğinde $\sqrt{2x}$ ifadesini olduğu gibi eşitliğin diğer tarafına atarak türevi rahatlıkla alabilirdi. Öyle yapmayarak işi uzatmış görünüyor. Ancak ben burada yapılan hatanın nedenini öğrencinin $\frac{d}{dx}$ ve $\frac{d}{dy}$ türev operatörleri ile dx ve dy diferansiyellerini kullanmamasında buluyorum.” (Ö₄ - HTS₂)

“Öğrenci öncelikle her iki tarafın türevini almış. Oradan y 'yi çekerek bir fonksiyon elde etmiş. İşlemler $F(x, y) = 0$ haline dönüştürülen yere kadar doğru yapılmış. Daha sonra türev alındığı görülüyor. Her iki tarafın x 'e göre türevi alınmış ama o geçişte y sabit bir terim gibi düşünülmüş. Demek ki öğrenci burada x ile y arasındaki ilişkiyi iyi bilmiyor. Burada öğrencinin y 'yi x 'e bağlı bir fonksiyon olarak düşünmemesi yapılan hatanın nedeni bence. Hadi diyelim ki y sabit gibi düşünülecek. O zaman öğrencinin kısmi türevi kullanması gerekirdi. Öğrencinin ifadeyi $F(x, y) = 0$ şekline dönüştürdüktan sonra kısmi türev almaması da hata yapmasına neden olan ayrı bir faktör. Bir şey daha gördüm bu işlemlerde. Öğrenci kapalı fonksiyonun türevini bilmediği gibi çarpımın türevini de net uygulayamamış. Yani burada öğrenci hem kapalı fonksiyonun ve çarpımın türevini bilmiyor hem de y 'nin x 'e bağlı olduğunu ve kısmi türevi dikkate almıyor. Bunların hepsi hata yapmasının altındaki gerekçeler.” (Ö₅ - HTS₂)

“Bu öğrencinin kapalı fonksiyonun türevini bilmediği o kadar çok bariz ki. Öğrenci burada bir kere bileşke fonksiyonunun türevinin nasıl alındığını bilmiyor. Bu durum onu hata yapmaya sürüklemiş. Eğer ki bileşke fonksiyonun türevini bilse x 'e bağlı olan y değişkenine yönelik doğru türev alma işlemi gerçekleştirirdi.” (Ö₂ - HTS₂)

HTS₂'deki gerekçeler incelendiğinde öğretmen cevaplarının dört farklı hata gerekçesine dayandırıldığı söylenebilir. Bu gerekçeler; değişkenlerin rollerinin farkında olmama (Ö₁ Ö₃ Ö₄ Ö₅), kısmi türevi kullanmama (Ö₁ Ö₄ Ö₅), bileşke fonksiyonun türevini uygulamama (Ö₂) ve uygun türev operatörlerinden ve diferansiyelden yararlanmama (Ö₄) şeklindedir. Öğrencinin değişkenler arasındaki ilişkiyi bilmediğini düşünen çoğu öğretmen, öğrencinin kısmi türevi ihmal ettiği yönünde de görüş belirtmiştir. Buna göre ilgili iki gerekçenin aynı hatadan beslenen ve birbirleriyle ilişkili gerekçeler oldukları söylenebilir. Öğretmenlerin tümünün HTS₂'de öne sürdükleri gerekçelerin bu hatanın kaynağıyla uyuşan gerekçeler oldukları ifade edilebilir. Bu durum senaryodaki hatanın kolay olmasıyla açıklanabilir. HTS₂'de öğretmenlerden Ö₁, Ö₄ ve Ö₅'in birden fazla gerekçe ürettiği görülmektedir. Aşağıda HTS₃'deki hata gerekçelerinden bir örnek alıntıya yer verilmiştir.

“Öğrencinin cevabını inceliyorum da bileşke fonksiyonun türevini doğru yapılandırılmış ama devamında işlemlerinde hatalar görüyorum. Öğrenci, işlemlerin sonunda bileşke fonksiyonun türevini yüzde yüz hatalı göstermiş. Bu soruda yapılan hatanın iki sebebinin olduğunu düşünüyorum. Birincisi, öğrenci türev operatörünün ne olduğunu tam özümseyememiş. Öğrencinin türev operatörünü tam olarak uygulamadığı söylenebilir. Operatörün hangi kavramın türevini al demek olduğunu veya hangi değişkenin hangi değişkene göre türevinin alınması gerektiğini gösteren notasyonun nasıl yazılması gerektiğini bilmiyor. Bu soruda yapılan ikinci hatanın sebebi ise öğrencinin zincir kuralını tam olarak öğrenememiş olmasıdır. Bir yandan şu durumlar da geliyor aklıma. Öğrenci belki dikkatsiz davranmış olabilir, uygun notasyonları yazmak öğrencinin gözünden kaçmış da olabilir diyeceğim ama öğrencinin cevabını o anda nasıl verdiği ve cevabının gerekçesini nasıl açıkladığına dair bir done yok elimizde. Sadece yazılı cevap vermiş. Ancak öğrencinin türev operatörünü yazarken ürettiği hata, zincir kuralı formülünü yanlış yazmasına da neden olmuş diyebilirim.” (Ö₄-HTS₃)

HTS₃'teki gerekçeler incelendiğinde öğretmen cevaplarının iki farklı hata gerekçesine dayandırıldığı söylenebilir. Bu gerekçeler; uygun türev operatörlerinden ve diferansiyelden yararlanmama (Ö₄) ile zincir kuralını anlamama (Ö₁ Ö₂ Ö₃ Ö₄ Ö₅) şeklindedir. HTS₃'te Ö₄ dışındaki tüm öğretmenlerin sadece bir hata gerekçesiyle cevap verdikleri gözlenmiştir. Öğretmenlerin tümünün ortak görüş olarak zincir kuralını anlamama gerekçesi üzerinde yoğunlaştıkları görülmektedir. Ancak öğretmenlerden sadece Ö₄ zincir kuralını anlamama gerekçesiyle ilişkili olacağını düşündüğü için ekstradan türev operatöründen yararlanmama gerekçesini soruda yapılan hatanın ciddi bir dayanağı saymıştır. Nitekim öğretmenlerin tamamının hatanın gerekçesine yönelik makul, mantıklı ve doğru görüşler belirttikleri söylenebilir. Bu durum senaryodaki hatanın kolay keşfedilmesiyle açıklanabilir. Öğretmenlerden sadece Ö₄'ün dikkatsizlik gibi genel geçer bir hata gerekçesi sunduğu dikkat çekmiştir. Ayrıca Ö₄'ün belirttiği gibi öğrencinin türev operatörünü yazarken yanlış notasyon kullanması zincir kuralının da yanlış şekilde gösterilmesine neden olabileceği kanısını güçlü kılmaktadır. Bu nedenle türev operatörünü doğru kullanmamanın ya da bu operatörden yararlanmamanın öğrencinin zincir kuralına yönelik yanlış çözüm yapmasını tetikleyebileceği düşünülmektedir.

3.2. Matematik Öğretmenlerinin Öğrenci Hatalarına Yönelik Öğretim Yaklaşımları

Hata temelli senaryolardaki öğrenci hatalarına yönelik lise matematik öğretmenlerinin sergileyecekleri öğretim yaklaşımları; açıklama-gösterme, bilgi sunma, fark ettirme ve son olarak düşünceyi anlama-ileri taşıma

şeklinde dört ana kategori altında toplanmıştır. Tablo 2’de öğretmenlerin öğrenci hatalarına yönelik öğretim yaklaşımlarına yer verilmiştir.

Tablo 2. Lise Matematik Öğretmenlerinin Öğrenci Hatalarına Yönelik Öğretim Yaklaşımları

Kategoriler	Yaklaşımlar	HTS ₁	HTS ₂	HTS ₃
Açıklama Gösterme	Doğruyu açıklama Yanlış gösterme	Ö ₂ Ö ₃ Ö ₄		
Bilgi Sunma	Konuyu / Kavramı yeniden öğretme		Ö ₁ Ö ₂ Ö ₃ Ö ₅	Ö ₄
Fark Ettirme	Öğrencinin yanlışını veya doğru çözümü fark ettirme	Ö ₁ Ö ₅	Ö ₁ Ö ₂ Ö ₅	Ö ₁ Ö ₂ Ö ₃ Ö ₅
Düşünceyi Anlama veya İleri Taşıma	Öğrenci düşüncesini anlama veya öğrenci düşüncesini ileri taşıma	Ö ₃ Ö ₅	Ö ₄	

HTS: Hata Temelli Senaryo

Tablo 2’ye göre HTS’lerdeki hatalar bütün olarak değerlendirildiğinde her bir öğretmenin yapılan öğrenci hatalarının giderilmesine yönelik toplamda en az iki farklı öğretim yaklaşımı sergilediği görülmektedir. Buna göre öğretmenlerin HTS’ler karşısında aynı ve tek tip yaklaşım sergilemedikleri söylenebilir. Bu durum HTS’lerdeki hataların bağlamıyla ilgili olabilir. Öğretmenlerden Ö₃ HTS’lere yönelik en fazla sayıda farklı öğretim yaklaşımı üretirken, Ö₁ ise HTS’lere yönelik en az sayıda farklı öğretim yaklaşımı üretmiştir. Öğretmenlerden Ö₁, Ö₂, Ö₃ ve Ö₅ aynı senaryolarda birden fazla öğretim yaklaşımı üreten öğretmenlerdir. Tablo 2’de hiç gerekçe belirtilmeyen öğretim yaklaşımının bulunmadığı dikkat çekmektedir. Buna göre HTS₁ ve HTS₂ en fazla sayıda farklı öğretim yaklaşımı içeren senaryolar iken HTS₃ en az sayıda farklı öğretim yaklaşımı içeren senaryodur. Yine HTS’lerde üretilen öğretim yaklaşımları incelendiğinde sırasıyla en fazladan en aza doğru HTS₂ (n=8), HTS₁ (n=7) ve HTS₃ (n=5) şeklinde bir üretim sıralaması yapılabilir. HTS’lere yönelik öğretmenlerin ürettiği öğretim yaklaşımları incelendiğinde bu yaklaşımlardan en çok konuyu/kavramı yeniden üretme yaklaşımı ile öğrencinin yanlışını veya doğru çözümü fark ettirme yaklaşımlarında aynı

öğretmenlerin ($\ddot{O}_1 \ddot{O}_2 \ddot{O}_3 \ddot{O}_5$) kümeleştiği gözlenmiştir. Öğretmenlerin farklı HTS'lerde farklı öğretim yaklaşımı kategorilerine (açıklama-gösterme, bilgi sunma, fark ettirme) yoğunlaştıkları çıkarsanabilir. Aşağıda HTS₁'deki farklı öğretim yaklaşımlarına yönelik örnek alıntılara yer verilmiştir.

“Öğrenciye verilenlerin ne olduğunu ve sorunun bizden tam olarak neyi istediğini sordum. Eğer ki öğrenci öncelikle paydaları eşitleyerek hareket ediyorsa o şekilde değil de direkt eşitliğin her iki tarafının türevini alarak işlemlerine devam edebileceğini belirtirdim. Öğrenci işlemi yine yanlış yapmaya devam ediyorsa yaptığı işlemlerin yanlış olduğunu gösterirdim. Öğrenciye iki farklı fonksiyon verildiğini ve burada toplamın türevinin alınabileceğini gösterirdim. Direkt eşitlikte hangi durumlarda, hangi aralıkta türev alınması gerektiğini anlatırdım.” (\ddot{O}_2 – HTS₁ – Doğruyu Açıklama/Gösterme)

$\frac{x}{y} + \frac{y}{x} = 3$ olduğuna göre eşitlikteki ifadeleri öğrencinin $h(x) = \frac{x}{y} + \frac{y}{x}$ ve $g(x) = 3$ şeklinde iki ayrı fonksiyon gibi düşünmesini sağladım. Fonksiyonların ayrı ayrı türevlerini $h'(x)$ ve $g'(x)$ şeklinde alabileceğini söyledim. Fonksiyonların türevini alırken $h(x)$ 'in türevinde dx ve dy diferansiyellerinden yararlanarak çözüm yapmasını isterdim. Örneğin $5x^2$ ifadesinin diferansiyelini $5.2x . dx$ şeklinde örnekle gösterirdim. Sorudaki işlemlerde de buna benzer şekilde çözüm yapmasını sağladım. Sonuç olarak doğru çözümü aşağıdaki sırayla uygulardım.” (\ddot{O}_4 – HTS₁ – Doğruyu Açıklama/Gösterme)

$$\begin{aligned} \left(\frac{x}{y} + \frac{y}{x}\right)' &= (3)' \\ \frac{dx \cdot y - dy \cdot x}{y^2} + \frac{dy \cdot x - dx \cdot y}{x^2} &= 0 \\ \frac{x^2 \cdot y \cdot dx - x^3 \cdot dy}{x^2 \cdot y^2} + \frac{x \cdot y^2 \cdot dy - y^3 \cdot dx}{x^2 \cdot y^2} &= 0 \\ x^2 y \cdot dx - x^3 \cdot dy + x y^2 \cdot dy - y^3 \cdot dx &= 0 \\ dx \cdot (x^2 y - y^3) &= dy \cdot (x^3 - x y^2) \\ \frac{(x^2 y - y^3)}{(x^3 - x y^2)} = \frac{dy}{dx} &\rightarrow \frac{dy}{dx} = \frac{y \cdot (x^2 - y^2)}{x \cdot (x^2 - y^2)} = \frac{y}{x} \end{aligned}$$

“Öğrenci sorunun cevabını $y' = \frac{2x-3y}{2x-2y}$ şeklinde bulmuştu. Şimdi bu bulduğu cevap üzerinde denklemlerdeki yerine koyma mantığından yararlanarak hareket edelim. Belki bu sayede öğrencinin bulduğu sonuçtan daha farklı bir sonuç bulabileceğini fark ettirebiliriz. Aslında yine aynı kapıya çıkacak gibi görünüyor

ama bulunacak yeni sonuç öğrenci üzerinde farklı bir işlem mantığıyla hareket edebilirsin gibi bir farkındalık oluşturabilir. Böylece öğrenci işlemleri ve sonuçları karşılaştırarak yaptıklarından hangisinin doğru olduğunu aklında sorgulayabilir. Doğru sonuç üzerinde bir beyin fırtınası yapılmasını da sağlar. Şimdi sonuç ifadesinde 3 yerine başlangıçta 3'e eşit olan $(\frac{x}{y} + \frac{y}{x})$ ifadesini koydurarak öğrencinin işlemlerine devam etmesini sağlarız. İşlemleri şu şekilde özetletebiliriz.” (Ö₅ – HTS₁ – Öğrencinin Yanlışını Fark Ettirme)

$y' = \frac{2x-3y}{3x-2y}$ türev sonucunda 3 yerine eşitini $(\frac{x}{y} + \frac{y}{x})$ yazarak işleme devam edelim.

$$y' = \frac{2x - (\frac{x}{y} + \frac{y}{x}) \cdot y}{(\frac{x}{y} + \frac{y}{x}) \cdot x - 2y}$$

$$y' = \frac{2x - (x + \frac{y^2}{x})}{(\frac{x^2}{y} + y) - 2y} = \frac{2x - x - \frac{y^2}{x}}{\frac{x^2}{y} + y - 2y} = \frac{x - \frac{y^2}{x}}{\frac{x^2}{y} - y}$$

$$y' = \frac{\frac{x^2 - y^2}{x}}{\frac{x^2 - y^2}{y}} = \frac{x^2 - y^2}{x} \cdot \frac{y}{x^2 - y^2} = \frac{y}{x}$$

“Öğrenciye neden ilk başta paydaları eşitleyerek hareket ettin? Acaba ilk başta eşitlikte türev olarak işleme başlasaydın ne olurdu? diye sorardım. y'nin x'e bağlı bir fonksiyon olduğunu düşünerek kapalı fonksiyonun türevini uygulamaya devam etmişsin. Peki aynı düşünceyi neden ilk başta türev olarak uygulamadın? diye sorardım. İşlemler sonunda da öğrenciye şöyle bir soru sorardım. İfade $\frac{x}{y} + \frac{y}{x} = 3$ değil de $\frac{x}{y} + \frac{y}{x} = 10$ olsaydı yaptığımız işlemler sonunda farklı bir cevap mı bulurduk? Yoksa cevap yine aynı mı olurdu? Bu şekilde öğrencinin yapılan işlemler üzerine düşünmesini sağladım. (Ö₃ – HTS₁ – Öğrenci Düşüncesini Anlama veya İleri Taşıma)

HTS₁'deki öğretim yaklaşımları incelendiğinde öğretmen cevaplarının; açıklama-gösterme, fark ettirme ve düşünceyi anlama-ileri taşıma kategorileri altında toplandığı görülmektedir. HTS₁'de en fazla görüş belirtilen kategori açıklama-gösterme olurken bilgi sunma kategorisinde herhangi bir görüş belirtilmediği dikkat çekmiştir. HTS₁'de Ö₃ ve Ö₅ haricindeki tüm öğretmenlerin sadece bir öğretim yaklaşımı sergilediği söz konusudur. HTS₁'deki hatalara yönelik verilen cevaplar incelendiğinde öğretmenlerin hataya yönelik; soruda verilenleri-istenilenleri göstererek soruyu açıklama, soruda doğru cevabı göstermeye çalışma, bulunan sonuç üzerinden

hareket ederek öğrencinin hatasını kendisinin fark etmesini sağlama ve son olarak öğrencinin düşüncesini açığa çıkarmaya ve daha derin düşünmesini sağlamaya yönelik soru sorma eğiliminde oldukları söylenebilir. Matematik öğretmenlerinin yaklaşımlarının tümünün HTS₁'deki hatayı gidermeye ve doğru sonucu buldurmaya yönelik yeterli olmayan işlemsel ağırlıklı öğretim yaklaşımları oldukları belirtilebilir. Aşağıda HTS₂'deki farklı öğretim yaklaşımlarına yönelik örnek alıntılara yer verilmiştir.

“Öğrencinin aklına bu şekil yanlış bir çözüm gelebilir. Çünkü öğrenci x ile y arasındaki ilişkiyi net bilmediğinde x^2 'nin türevi için nasıl $2x$ diyorsa y 'nin türevi için de 1 diyebilir. Öğrenci tam anlamıyla kapalı fonksiyonun türevini özümseyememiş ve değişkenler arasındaki ilişkileri doğru anlayamamıştır. Öncelikle öğrenciye bağımlı değişken nedir bağımsız değişken nedir bunlardan bahsedilir. Daha sonra kapalı fonksiyonun türevi nasıl alınır bununla ilgili birkaç bilgi verilir. Öğrencinin burada y değişkenini x 'e bağlı düşünmesini engelleyen duruma örnekle açıklık getirmek gerekir. Normalde $y = f(x)$ denir sorularda. Aslında burada y değişkeninin, x bağımsız değişkenine bağlı bir bağımlı değişken olduğu öğrenciye vurgulanır. Öğrenciye türev alırken y 'nin türevinin 1 değil de $y' = f'(x)$ olduğu izah edilir. Zaten y 'nin türevinin bilinmediği bu yüzden y' şeklinde bir gösterimde bulunulduğuna dikkat çekilir. Bu örnek gösterim hatayı gidermek için öğrenciye sunulabilir.” (Ö₁ – HTS₂ – Konuyu/Kavramı Yeniden Öğretme)

“Öğrenci, ifadenin bütününe x deniliyorsa belirli bir miktarına da x denir demiş. Yani şöyle düşünmüş. Bir kum yığınından bir kum tanesini çıkardığımda bu durum kumun yığınlığını değiştirmez demiş. Sonrasında öğrenci türev aldığı anda cevabı yanlış bulmuş. Şimdi kapalı ve bileşke fonksiyonların türevlerine yönelik birer örnek vererek öğrencinin bulduğu cevabın yanlış olduğunu fark ettirebiliriz. Bileşke fonksiyonun türevini gösterebilmek için $f(3x + 5)$ fonksiyonunu kullanabiliriz mesela. $f(3x + 5)$ fonksiyonunun türevini aldığımızda öğrenciye bu türevi sadece $f'(3x + 5)$ şeklinde mi yoksa $f'(3x + 5) \cdot (3x + 5)$ şeklinde mi göstereceğini sorarız. Öğrenci sadece dışın türevini almaya odaklanırsa aynı zamanda için de türevinin alınması gerektiğini belirtiriz. O durumla ilgili daha basit bir örnek verip hatasını daha iyi ve daha kolay fark etmesini sağlarız. Mesela $f(x)$ fonksiyonunun türevi alınıyor. Bu durumda türev ifadesini sadece $f'(x)$ şeklinde göstermediğimizi aynı zamanda $f'(x) \cdot (x)$ biçiminde ifade ettiğimizi dolayısıyla türevin $f'(x) \cdot (x)' = f'(x) \cdot 1 = f'(x)$ olduğunu açıklarız. Bu verilen örnekle aslında sadece dışın değil de için de türevinin alındığına dikkat çekeriz. Aslında bütün örneklerde bu mantığın işlediğini öğrenciye kavratmaya çalışarak hatasını yok etmek isteriz.” (Ö₂ – HTS₂ – Öğrencinin Yanlışını Fark Ettirme)

“Öğrenciye $2x$ cebirsel ifadesini eşitlikte neden yalnız bıraktın? diye sorardım. Devamında neden y değişkenini yalnız bırakmadın? diye sorardım. Acaba y değişkenini yalnız bıraksaydın işlemde türev adına neler yapmayı düşünürdün? diye sorardım.” (Ö₄ – HTS₂ – Öğrenci Düşüncesini Anlama veya İleri Taşıma)

HTS₂'deki öğretim yaklaşımları incelendiğinde öğretmen cevaplarının; bilgi sunma, fark ettirme ve düşünceyi anlama-ileri taşıma kategorileri altında toplandığı görülmektedir. HTS₂'de en fazla görüş belirtilen kategori bilgi sunma olurken açıklama-gösterme kategorisinde herhangi bir görüş belirtilmediği dikkat çekmiştir. HTS₂'de Ö₁, Ö₂ ve Ö₅ haricindeki öğretmenlerin sadece bir öğretim yaklaşımı sergilediği söz konusudur. HTS₂'deki hatalara yönelik verilen cevaplar incelendiğinde öğretmenlerin hataya yönelik; öğrencide eksik gördüğü konuyu/kavramı yeniden öğretme, örnekler üzerinden öğrenci düşüncesini anlayarak doğru çözümü veya öğrencinin yanlışını fark ettirme ve son olarak öğrencinin düşüncesini açığa çıkarmaya ve daha derin düşünmesini sağlamaya yönelik soru sorma eğiliminde oldukları söylenebilir. Matematik öğretmenlerinin yaklaşımlarının tümünün HTS₂'deki hatayı gidermeye ve doğru sonucu buldurmaya yönelik formel öğretim yaklaşımları oldukları belirtilebilir. Aşağıda HTS₃'teki farklı öğretim yaklaşımlarına yönelik örnek alıntılara yer verilmiştir.

“Öğrenciye ilk planda türev operatörünün ne olduğunu, hangi durumlarda nasıl kullanıldığını öğrettirdim. Daha sonra $\frac{d}{dx}$, $\frac{dy}{dx}$, $\frac{d}{dy}$ ve $\frac{dx}{dy}$ notasyonlarının hangi anlamlara geldiğini öğrencilere kavratırdım. Bundan başka öğrencilere zincir kuralının mantığını anlatırdım. Zincir kuralından hangi durumlarda nasıl yararlanması gerektiğini ve bu kuralın sağladığı kolaylıkları öğrencilere benimsetirdim.” (Ö₄ – HTS₃ – Konuyu/Kavramı Yeniden Öğretme)

“Zincir kuralına yönelik bilindik bir örnek yoluyla öğrencinin hatasını anlamasını sağladım. Öğrenciye $y = f(u)$ ve $u = g(x)$ dönüşümlerini gösterirdim. Bu dönüşümlerde f, u ve x cebirsel ifadelerinin birbirlerine ne şekilde bağlı olduklarını bir ok yardımıyla gösterirdim. Bir nevi bu okun yerinde bir zincirin olduğunu öğrenciden düşünmesini isterdim. Birbirine zincirlerle sıkıca bağlı olan bu cebirsel ifadeleri $f \rightarrow u \rightarrow x$ ok modeliyle gösterirdim. Burada hangi değişkenin bağımsız-bağımlı değişkenler ve hangisinin ara değişken olduğunu öğrenciye sorardım. Sonuç olarak f 'den x 'e varabilmek için u 'dan geçmenin gerekip gerekmediğini öğrenciye sorardım. Buna göre zincir kuralının $\frac{df}{dx} = \frac{df}{du} \cdot \frac{du}{dx}$ biçiminde yazılıp yazılamayacağını öğrenciye sorardım. Öğrenci eğer yazılabilir dersen ara değişkene dikkat etmesi gerektiğini, bu değişkenin u olduğunu ve her iki oranda da sırasıyla bağımsız-bağımlı değişken gibi çift rolde oynadığını öğrenciye anlatırdım. Verdiğim bu örnek ile öğrencinin kendi yaptığı çözümü karşılaştırmasını isterdim. Öğrencinin yanlış çözümünde ok

modelini $f \rightarrow x \rightarrow g \rightarrow x$ şeklinde oluşturup oluşturmadığını öğrenciye sordum. Bu modelin zincir kuralına verilebilecek bir örnek olup olmadığını öğrenciden düşünmesini isterdim. Oklardan yararlanarak oluşturduğu $\frac{df}{dx} = \frac{df}{dx} \cdot \frac{dg}{dx}$ zincir kuralında bir hata olup olmadığını sordum. $f(g(x))$ ifadesinin x 'e göre mi yoksa $g(x)$ 'e göre mi değişmesi gerektiğini sordum. Oluşturduğu zincir kuralının aslında doğrusunun $f \rightarrow g \rightarrow x$ şeklinde olmasının gerekip gerekmediğini sordum. Bu şekilde öğrencinin kendi çözümüyle, yapılması gereken doğru çözümü karşılaştırmasını sağlayarak doğru cevaba ulaşmasını sağladım.” (Ö₁ – HTS₃ – Öğrencinin Yanlışını Fark Ettirme)

HTS₃'teki öğretim yaklaşımları incelendiğinde öğretmen cevaplarının; bilgi sunma ve fark ettirme kategorileri altında toplandığı görülmektedir. HTS₃'te en fazla görüş belirtilen kategori fark ettirme olurken açıklama-gösterme ile düşünceyi anlama-ileri taşıma kategorilerinde herhangi bir görüş belirtilmediği dikkat çekmiştir. HTS₃'te tüm öğretmenlerin sadece bir öğretim yaklaşımı sergilediği söz konusudur. HTS₃'teki hatalara yönelik verilen cevaplar incelendiğinde öğretmenlerin hataya yönelik; öğrencide eksik gördüğü konuyu/kavramı yeniden öğretme ile örnekler üzerinden öğrenci düşüncesini anlayarak doğru çözümü veya öğrencinin yanlısını fark ettirme eğiliminde oldukları söylenebilir. Matematik öğretmenlerinin yaklaşımlarının tümünün HTS₃'teki hatayı gidermeye ve doğru sonucu buldurmaya yönelik formel öğretim yaklaşımları oldukları belirtilebilir.

4. TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırmanın bu bölümünde lise matematik öğretmenlerinin kapalı fonksiyonun türeviyle ilgili HTS'lere yönelik cevaplarının analizinden elde edilen bulgular araştırmanın amacına uygun şekilde tartışılmıştır. Ayrıca araştırmanın sonuçlarına göre bazı öneriler sunulmuştur.

Araştırmanın bulguları lise matematik öğretmenlerinin kapalı fonksiyonun türevi konusuna yönelik öğrenci hatalarını; toplamın türevi işlemini ilk planda tercih etmeme (i), uygun türev operatörlerinden ve diferansiyelden yararlanmama (ii), kısmi türevi kullanmama (iii), bileşke fonksiyonun türevini uygulamama (iv), değişken rollerinin farkında olmama (v) ve son olarak zincir kuralını anlamama (vi) gerekçelerine dayandırdıklarını ortaya koymuştur. Lise matematik öğretmenlerine cevaplamaları için ilgili konuda hata temelli üç senaryo yöneltilmiştir. Öğretmenlerin ikinci ve üçüncü senaryolardaki hataları doğru belirledikleri ve bu hataların kaynaklarının farkında oldukları söylenebilir. Ancak öğretmenlere yöneltilen ilk senaryodan elde edilen cevaplarda öğretmenlerin tamamının hem hatayı net şekilde belirleyemedikleri hem de hatanın kaynağına yönelik yeterli bir gerekçe ortaya

koyamadıkları görülmüştür. Bu sayede öğretmenlerin birinci senaryodaki hatanın kaynağının tam farkında olamadıkları öne sürülebilir. Öğretmenlerin ilk senaryodaki hatanın gerekçesini; toplamın türevi işlemini ilk planda tercih etmeme ve kısmi türevi kullanmama ile ilişkilendirmeleri, onların bu senaryo özelindeki anlayışlarının kavramsal değil aksine işlemsel yaklaşımla örtüştüğünü göstermektedir. İlgili senaryoda öğrenci türev aramaya yönelik işlem prosedürlerini kendince doğru uygulamaktadır. Hatta öğrenci y' 'yi x' 'in türevlenebilir bir fonksiyonu biçiminde düşünerek hareket etmiştir. Ancak öğrencinin çözüm yaptıktan sonra doğru yaptığını düşünerek çözümün kapalı fonksiyon için sağlayıp sağlamadığını kontrol etmemesi bu hatanın kaynağıdır. Eğer ki öğrenci yaptığı işlemin sonucunda çözümün köklerini incelemiş olsaydı tanım kümesine karşılık görüntü kümesinde iki farklı değer ortaya çıkacağını görmüş olacak, bu durumda çözümün kapalı fonksiyon için sağlamadığını tespit etmiş olacak ve belki de yaptığı işlemleri kontrol edip farklı bir yol deneyerek soruyu doğru çözmüş olacaktı. Öğretmenlerin HTS₁'deki hataların kaynağına yönelik geçerli ve yeterli bir dayanak ortaya koyamadıkları bulgusu, konuyla ilgili literatürde gerçekleştirilmiş çalışmaların (Even & Tirosh, 1995; Tirosh, Even & Robinson, 1998) bulgularını güçlendirmektedir. İlgili çalışmalardan elde edilen bulgularda öğretmenlerin farklı matematik konularında öğrenci hatalarının farkında olamadıkları ve hataların kaynağını belirlemede yetersiz kaldıkları görülmüştür. Bu çalışmada lise matematik öğretmenlerinin kapalı fonksiyonun türevine yönelik hatayı ve hatanın dayanağını net ortaya koyamamalarının sebeplerinden birisi öğretmenlerin örtük türev konusundaki formel bilgilerinin yetersiz olmasıyla açıklanabilir. Deneyim süreleri dikkate alındığında öğretmenlerin lisans mezuniyetinden aktif öğretmenlik dönemine kadar analiz alanında türev konusuna yönelik formel bilgileri uzunca bir süre görmemiş olması bir dezavantaj olarak değerlendirilebilir. Nitekim Wanjala ve Orton (1996) yaptıkları çalışmada öğrencilerin muhtemel hatalarını tam olarak belirleyememesini öğretmenlerin temel bilgi kayıplarıyla ilişkilendirmiştir. Çalışmada ortaya çıkan bu sonucun bir diğer sebebi de öğretmenlerin hem lisans hem de öğretmenlik dönemi boyunca örtük türev konusunda hata temelli aktiviteler ile ilgili ciddi eğitim süzgecinden geçmemiş olmaları gösterilebilir.

Araştırma bulguları lise matematik öğretmenlerinin kapalı fonksiyonun türevi konusuna yönelik öğrenci hatalarını gidermek için; doğruyu açıklama-gösterme (i), konuyu-kavramı yeniden öğretme (ii), öğrencinin yanlışını veya doğru çözümü fark ettirme (iii) ve son olarak öğrenci düşüncesini anlama veya ileri taşıma (iv) öğretim yaklaşımlarını sergilediklerini ortaya koymuştur. Öğretmenlerin hataya karşı ürettikleri öğretim yaklaşımları arasında en çok fark ettirme yaklaşımını (n=9) sonra bilgi sunma yaklaşımını

($n=5$) ve en az ise açıklama-gösterme ($n=3$) ile düşünceyi anlama veya ileri taşıma yaklaşımlarını ($n=3$) kullandıkları görülmüştür. Araştırmanın bu bölümünden elde edilen bulgular öğretmenlerin; hatalar karşısında tek tip öğretim anlayışıyla hareket etmediklerini, farklı müdahale anlayışlarına sahip olduklarını ve öğrenci anlayışlarını bilme bilgilerine yönelik pedagojik farklılıklar sergilediklerini göz önüne sermektedir. Öte yandan öğretmenlerin kullandıkları öğretim yaklaşımlarındaki farklılığın HTS'lerdeki hataların nitelikleriyle de ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

Açıklama-söyleme ve bilgi sunma eğilimlerinde olan matematik öğretmenlerinin öğretim yaklaşımları incelendiğinde öğretmenlerin, öğrenci hatasını gidermeye yönelik bir strateji geliştirmek istemelerine rağmen öğrencinin hatasını; tam olarak deşecek ve görmesini sağlayacak soruları üretmede yetersiz kaldıkları söylenebilir. Araştırmada bu eğilimi sergileyen öğretmenlerin; soruda verilenleri ve istenilenleri söyletmeye çalıştıkları, doğrudan yanlışı göstermeye çalıştıkları, bir örnek kullanarak işlemsel yollarla doğru çözümü açıklamaya çalıştıkları ve öğrencide eksik gördükleri konuyu/kavramı yeniden öğretme çabası içerisinde girdikleri tespit edilmiştir. Bu eğilimlerde hareket eden öğretmenlerin, öğrenci hatasının iç yüzünü hangi sorularla nasıl ortaya çıkaracaklarını bilmedikleri ifade edilebilir. Matematik öğretmenlerinin sahip olduğu bu yaklaşımlar, literatürde hataya yaklaşım konusundaki araştırmaların (Chick & Baker, 2005; Didiş *et al.*, 2016; Didiş-Kabar & Amaç, 2018) bulgularını güçlendirmektedir. Didiş *et al.* (2016) çalışmasında öğrenci hatasını direkt gösterme ya da hatayı düzeltme eğiliminde bulunan öğretmen adaylarının sergiledikleri bu yaklaşımların kolay bir yöntem olarak görülmesinden kaynaklanacağını belirtmiştir. Bu araştırmada, öğretmenlerin açıklama-söyleme ve bilgi sunma eğilimlerinde olmalarının sebebi hataya nasıl yaklaşacaklarını bilmemelerinden veya öğrencinin hatasına yönelik farkındalığın kendisinde oluşmasını sağlayacak yeterli pedagojik bilgiye sahip olmamasından kaynaklanabilir.

Bu araştırmada fark ettirme eğiliminde olan matematik öğretmenlerinin öğretim yaklaşımları incelendiğinde öğretmenlerin; sonuçtan hareketle yanlışı fark ettirme, örnekler üzerinden yanlışı fark ettirme, konuyu hatırlatan örnekler sunma, ipuçları kullanarak doğru sonucu fark ettirme ve sorular üzerinden doğru çözümü ya da yanlışı fark ettirme yaklaşımları sergilediği görülmektedir. Buna göre öğretmenlerin fark ettirme eğilimi gösterme süreçlerinde işlemsel anlamda çözümü direkt çağrıştıran ve temel matematiksel bilgileri hatırlatan davranışlar sergiledikleri belirtilebilir. Ancak öğretmenlerin fark ettirme bağlamında sordukları soruların çözüm yöntemini yordayıcı ve düşündürücü sorular olmadığı söylenebilir. Araştırmadan elde edilen bu bulgular literatürde hataya yaklaşım bağlamında gerçekleştirilmiş

az sayıdaki çalışmanın (Chick & Baker, 2005; Didiş *et al.*, 2016; Didiş-Kabar & Amaç, 2018) bulgularını destekler niteliktedir. Nitekim Didiş *et al.* (2016) çalışmasında fark ettirme eğilimini pedagojik olarak önemseyen öğretmen adaylarının, öğrencileri neden-sonuç bağlamında düşündüren sorular sorarak hatanın kaynağına yönlendirmede yeterli olmadıklarını belirtmiştir.

Bu çalışmada öğretmenlerin fark ettirme eğiliminde olmalarının sebebi, yapılan işlemlerle çözüme ulaşmada aracı olan sorular ve ipuçları kullanılarak yürütülen öğretim yaklaşımı sayesinde öğretmenlerin öğrenci hatalarını gidereceğine yönelik algıya kapılmaları olabilir. Bu durumun bir diğer sebebi çalışmada kullanılan HTS'lerdeki hatalar olabilir. Sadece yazılı bir metin yoluyla öğretmenlere sunulan hatalara yönelik yaklaşımlar sergilenirken öğrencilerle etkileşim sağlanamamıştır. Bu durum öğretmenlerin, öğrencilerin nasıl düşündüklerini tam olarak anlamaları önünde bir handikap olabilir. Öğretmenlerin sadece yazılı metindeki senaryolar karşısında ortaya koydukları müdahale yöntemlerinin gerçek sınıf ortamındaki uygulamalarda da aynı şekilde sonuçlanacağı garanti değildir (Chick & Baker, 2005; akt. Didiş *et al.*, 2016). Öğrenci düşüncelerinin tam olarak belirlenememesi öğretmenlerin hataya yaklaşım sürecinde üretecekleri stratejilerin net şekilde ortaya çıkamamasına neden olabilir. İlgili durumun bir diğer sebebi çalışmada sadece görüşme yoluyla elde edilen veriler olabilir. Yapılan çalışmanın sadece bire bir görüşme yoluyla değil aynı zamanda gerçek sınıf ortamında uygulanarak etkileşimli gözlemlenmesi öğretmenlerin hataya yaklaşım performansları üzerinde daha farklı sonuçlar doğurabilir. Böylece birey etkileşiminin daha fazla olduğu faktörlerin devreye sokulmasıyla birlikte öğretmenlerin hatanın kaynağını belirlemeye ve giderilmesine yönelik daha geçerli cevaplarına ulaşılabilir. Son (2013) araştırma katılımcılarının gerçek bir sınıf ortamında sunulan senaryoları benzer şekillerde gerçekte ne ölçüde ele alacaklarının kestirilemeyeceğini ifade etmiştir. Hines ve McMahan (2005) ise belirli şekillerde hareket etme eğiliminin gerçekten de öğretmenlerin muhakeme etme ve uygulama yapma becerilerine ilişkin önemli farkındalık sağlayacağını belirtmiştir. Öğretmenlerin fark ettirme eğilimi göstermelerin bir diğer sebebi de benimsedikleri düşünce yapıları ve inançlar olabilir. Öğretmenlerin sergilediği farklı öğretim yaklaşımları, onlarda yerleşmiş olan ve değişime dirençli bazı genel tercihlerden kaynaklanabilmektedir (Baştürk, 2009). Öğretmenlerin düşünce ve inançları, yine onların anlayışları, muhakeme yetenekleri ve dersin öğretimi sırasındaki davranışları üzerinde büyük bir etkiye sahiptir (Fang, 1996; Pajares, 1992).

Bu çalışmada düşünceyi anlama ve ileri taşıma eğiliminde olan öğretmenlerin öğretim yaklaşımları incelendiğinde öğretmenlerin; sorular aracılığıyla öğrenci düşüncesini açığa çıkarma veya düşünce üzerinde

düşündürme ile düşünceyi ileri doğru taşıma yaklaşımlarını sergilediği görülmüştür. Buna göre öğretmenlerin düşünceyi anlama veya ileri taşıma eğilimi gösterme süreçlerinde neden-niçin kalıbında sorulardan yararlanarak öğrencilerin hatayı fark etmelerini ve gidermelerini sağlayacak davranışlarda buldukları belirtilebilir. Öğretmenlerin hataya yaklaşım karşısında kullandıkları soru kalıplarının öğrencilerin düşüncelerini sorgulayan ve çözüm yöntemlerini gerektirendiren yapıda oldukları söylenebilir. Bu durum matematik öğretmenlerinin öğrencilere kendi hatalarını fark ettirme çabası içerisinde oldukları şeklinde açıklanabilir. Araştırmadan elde edilen bu bulgular literatürde hataya yaklaşım bağlamında gerçekleştirilmiş az sayıdaki çalışmanın (Didiş *et al.*, 2016; Didiş-Kabar & Amaç, 2018) bulgularıyla örtüşmektedir. Martino ve Maher (1999) öğretmenlerin, yapılan çözümlerin savunulmasını ve dayanak gösterilmesini sağlayan “neden böyle düşünüyorsun?”, “niçin böyle yaptın?” ve “nasıl böyle bir sonuca ulaştın?” menşeli sordukları soruların öğrencilerin daha fazla düşünmelerini ve çözümü tekrardan organize edebilmelerini sağlayacağını belirtmiştir. Öğretmenlerin hataya yaklaşımlarda akıl yürütme tarzında sorularla öğrenci düşüncelerini açığa çıkarmaya gayret göstermeleri sevindiricidir. Öğretmenlerin düşünceyi anlama ve ileri taşıma davranışları, onların hataya yaklaşım ekseninde yeterli düzeyde pedagojik donanıma sahip oldukları şeklinde yorumlanabilir. Öte yandan bu araştırmada düşünceyi anlama ve ileri taşıma yaklaşımının HTS’lerde en az kullanılan yaklaşım olduğu dikkat çekmektedir. Bu durum öğretmenlerin öğrenci hatalarına karşı yaklaşım sergilerken zorlandıklarına işaret etmektedir.

Bu araştırmada sadece mesleki deneyimi daha fazla olan lise matematik öğretmenleriyle görüşmelerin yürütülmesi çalışmanın bir sınırlılığı kabul edilebilir. Araştırmanın bulgularına göre öğretmenlerin mesleki deneyim süresi ile hataya yaklaşımları arasında doğru orantılı bir ilişkinin varlığına yönelik net bir yorum yapılamamaktadır. Araştırmada bazı öğretmenlerin düşünceyi anlama ve ileri taşıma yaklaşımıyla hareket ederek hatayı gidermek için uygun yanıtlar verdikleri söylenebilir. Ancak bu durum araştırmaya katılan tüm öğretmenler ve HTS’ler bakımından değerlendirildiğinde genellenebilir sayılamamaktadır. Öğretmenlerin mesleki hayatlarında deneyim kazanmış olmaları onların hataya yaklaşım konusunda başarılı olacaklarını tek başına garanti etmemektedir. Bu nedenle öğretmenlerin deneyim sürelerinin, hataya yaklaşım üzerinde neden tam etkili olmadığına yönelik araştırmalar yürütülebilir. Ayrıca farklı deneyim sürelerine sahip öğretmenlerin kapalı fonksiyonun türevi konusundaki hataya yaklaşımları incelenebilir. Bunun haricinde öğretmenler için düzenlenen hizmet içi eğitim kurslarında hata temelli aktiviteler düzenlenerek derste hatalardan nasıl

yararlanılacağı noktasında öğretmenler bilgilendirilebilir (Deblois, 2006). Araştırmaya katılan öğretmenlerin hizmet öncesinde analiz, özel öğretim yöntemleri, matematik öğretimi ve okul deneyimi derslerini almalarının hataya uygun yaklaşım sergilemeleri üzerinde etkisinin olmadığı açıktır. Nitekim araştırma bulguları hem hatanın gerekçesini doğru belirleme hem de hatalara karşı uygun yaklaşımlar sergileme noktasında matematik öğretmenlerinin pedagojik eksikliklerine dikkat çekmiştir. Bu araştırma özelinde değerlendirilecek olunursa öğretmenler hizmet öncesi dönemde analiz dersindeki kapalı fonksiyonun türevi konusunda edindikleri kazanımları mesleki yaşantılarında kavramsal anlamda etkili transfer edememiş olabilir. Yine benzer şekilde öğretmenlerin bilhassa uygulama tabanlı okul deneyimi, özel öğretim yöntemleri ile matematik öğretimi derslerinde hata temelli yaklaşımlara yönelik pedagojik bilgilerini geliştiremedikleri ve bu bilgileri başarılı şekilde öğretmenlik yaşantılarına taşıyamadıkları söylenebilir. Hizmet öncesi dönemdeki uygulama derslerinde öğrenci anlayışlarını bilme bilgisine yönelik öğrenme ortamları sağlanarak hataya yaklaşım etkinliklerinin gerçekleştirilmesi, lise matematik öğretmenlerinin öğretim stratejileri bilgilerinin gelişimi açısından önemlidir. Bu nedenle hizmet öncesi dönemde deneyimlenen bu derslerin içeriklerinin ve uygulamalarının hataya yaklaşım bakımından değerlendirilmesinde fayda görülmektedir.

Bu çalışmada sadece kapalı fonksiyonun türevine yönelik hata temelli aktivitelerin yürütülmesi araştırmanın bir diğer sınırlılığı olarak kabul edilebilir. Bilindiği üzere türev konusu kendi içinde çok farklı alt konular ihtiva etmektedir. Matematik öğretmenleri üzerinde sadece kapalı fonksiyonlar değil aynı zamanda türevle ilişkili süreklilik, geometrik ve fiziksel anlam, ekstremum, dönüm noktası ve asimptotlar gibi alt konularda da öğretmenlerin öğrenci düşüncelerini nasıl anladıklarına yönelik araştırmalar yapılmasının literatüre ciddi katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Yine benzer şekilde bu çalışmada lise matematik öğretmenlerinin sadece hataya yaklaşımları incelenmiştir. Hataya yaklaşım konusunun öğrenci anlayışlarını bilme bilgisi ve öğretim stratejileri bilgisiyle bağdaştırıldığı bilinmektedir. Bu bilgi türleri pedagojik alan bilgisi çatısı altında tanımlanmakta olup konu alanı bilgisi bileşeniyle birlikte pedagojik alan bilgisini besleyen alt bileşenler arasında gösterilmektedir. Literatürde hem pedagojik alan bilgisinin alt bileşenlerle hem de alt bileşenlerin kendi arasındaki ilişkileri bilindiğinden öğretmenlerin sadece kapalı fonksiyonun türevindeki hataya yaklaşımlarını değil aynı zamanda bu yaklaşımların konu alanı bilgilerindeki yansımalarına yönelik de araştırmalar yapılabilir. Bu sayede matematik öğretmenleri hem kendi kavramsal anlayışlarını test ederek ne düzeyde olduklarına yönelik farkındalık oluşturabilir hem de ilgili konudaki eksikliklerini görebilir. Böylece öğretmenler

hem hatalarının farkında olurlar hem de hatalarla yüzleşerek öğrenmelerini yeniden düzenleyebilirler. Ancak diğer yandan öğrenci hatalarının nedenlerini bilmek hataları ortadan kaldırmayı garanti etmemektedir (Baştürk, 2009). Buna göre matematik öğretmenlerinin, anlamlı öğrenme için hataları doğru kullanmayı da bilmeleri gerekir. Bu çalışmada matematik öğretmenlerinin hataya yaklaşım bağlamındaki yetersizlikleri bilindiğinden hataya yaklaşımın pedagojik alan bilgisi üzerindeki etkisine yönelik yeni çalışmalar yapılabilir. Öğretmenlerin sadece türev konusunda değil aynı zamanda diğer 12.sınıf matematik konularında da karşılaşılabilecekleri öğrenci hataları hakkında ders kitaplarında bilgilendirici ve uyarıcı metinlere yer verilebilir. Hatta öğretmenlerin; türev konusunun farklı alt konularına yönelik hataya yaklaşımlarının, pedagojik alan bilgilerindeki bilişsel gelişimleri üzerine araştırmalar yürütülebilir. Hataya yaklaşım dışında daha farklı yöntem ve stratejiler kullanılarak da öğretmenlerin öğrenci anlayışlarını bilme bilgilerini geliştiren çalışmalar uygulanabilir. Hataya yaklaşımın duyuşsal becerilerle de ilişkilendirildiği bilindiğinden kapalı fonksiyonun türevinde hataya yaklaşım kullanılarak yapılan öğretimin, öğretmenlerin tutumları, kaygıları, özgüvenleri ve algıları üzerinde etkisinin olup olmadığı gelecekte yapılacak deneysel araştırmalarla tespit edilebilir.

Matematik eğitimi alanında yeni öğretim yaklaşımlarının daha sık kullanılmasıyla birlikte öğrenci hataları da diğer öğretim enstrümanları gibi yeni bir öğretim stratejisi olarak öğretim ortamlarında kendisine yer bulmuştur. Hataya yaklaşım bağlamında yapılan çalışmalarda öğrenci hatasına yönelik pozitif bir bakış açısının olduğu gözlenmektedir. Yapılan araştırmalar hataların bir eğitim aracı olarak görülmesini sağlamakla birlikte bu hatalara bilginin habercisi misyonunu da yüklemiştir (Astolfi, 1997; Charnay, 1986; akt. Baştürk, 2009). Yapılan araştırmalarda öğrenci hatalarını inceleme fırsatı bulan katılımcıların ya öğretmenler ya da öğretmen adayları oldukları gözden kaçmamaktadır. Buna bağlı olarak öğrenci hatalarının nasıl anlaşıldığına yönelik direkt katılımcı düşünceleri çalışmanın merkezine alınarak elde edilen bulgular yorumlanmaktadır. Öğrenci hatasının analizinde sadece öğrenci ve çözüm odaklı yapılan eylemlerin ön plana çıkması hataya yaklaşımda farklı değişkenlerin oynadığı rolü (Renè de Cotret, 1999; akt. Baştürk, 2009) arka plana itmektedir. Halbuki öğrencinin hangi koşulda hataya dayalı bir beceri sergilediği ve hatanın üretildiği anda öğrenen ile öğretmenin amaçlarının ne olduğu gibi faktörlerin de göz önünde bulundurulması gerekir (Deblois, 2006; akt. Baştürk, 2009). Bu nedenle gelecekte yapılacak araştırmalarda, öğrenme ortamlarında öğrencilerin yapacakları hatalar ile öğretmenlerin hataya yaklaşımları incelenirken öğrenci ve öğretmen davranışlarının dikkatli şekilde gözlemlenmesi tavsiye edilmektedir.

5. KAYNAKLAR

- Ärleback, J.B., Doerr, H., & O'Neil, A.H. (2013). A modeling perspective on interpreting rates of change in context. *Mathematical Thinking and Learning*, 15(4), 314-336. Doi: <https://doi.org/10.1080/10986065.2013.834405>
- Amaç, R., & Didiş-Kabar, M.G. (2019). Prospective middle school mathematics teachers' awareness of students' errors regarding the use of letters in algebra and algebraic operations. *Journal of Qualitative Research in Education*, 7(4), 1525-1552. Doi: <https://doi.org/10.14689/issn.2148-2624.1.7c.4s.10m>
- An, S., & Wu, Z. (2012). Enhancing mathematics teachers' knowledge of students' thinking from assessing and analyzing misconceptions in homework. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10, 717-753. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10763-011-9324-x>
- Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority [ACARA]. (2009). *Curriculum design paper: Version 2*. New South Wales, Sydney: ACARA Press. Retrieved from the Web Site: https://docs.acara.edu.au/resources/Curriculum_Design_Paper_.pdf
- Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority [ACARA]. (2012). *Curriculum design paper: Version 3*. Sydney: ACARA Press. Retrieved from the Web Site: [https://docs.acara.edu.au/resources/Curriculum_Design_Paper_version_3_\(March_2012\).pdf](https://docs.acara.edu.au/resources/Curriculum_Design_Paper_version_3_(March_2012).pdf)
- Aydın, N., & Erbaş, A.K. (2014). *High school mathematics textbook: 12th grade*. Ankara: Aydın Publishing and Education Services.
- Ball, D.L., Lubienski, S., & Mewborn, D. (2001). Research on teaching mathematics: The unsolved problem of teachers' mathematical knowledge. In V. Richardson (Ed.). *Handbook of Research on Teaching* (Vol 4, pp. 433-456). New York: Macmillan. Web Site: https://www.academia.edu/2548010/Research_on_teaching_mathematics_The_unsolved_problem_of_teachers_mathematical_knowledge
- Ball, D.L., Thames, M.H., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407. Doi: <https://doi.org/10.1177/0022487108324554>
- Baştürk, S. (2009). Student teachers' approaches to student's mistakes in the case of the absolute value concept. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 3(1), 174-194. Web Site: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/balikesirnef/issue/3368/46500>
- Baumard, P., & Starbuck, W.H. (2005). Learning from failures: Why it may not happen, *Long Range Planning*, 38, 281-298. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2005.03.004>

- Berliner, D.C. (2001). Learning about and learning from expert teachers. *International Journal of Educational Research*, 35(5), 463-482. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0883-0355\(02\)00004-6](https://doi.org/10.1016/S0883-0355(02)00004-6)
- Berg, B.L. (2001). *Qualitative research methods for the social sciences* (4th Edition). Needham, Massachusetts: Allyn & Bacon, Pearson Publishing. Web Site: https://books.google.com.tr/books/about/Qualitative_Research_Methods_for_the_Soc.html?id=9SRHAAAAMAAJ&redir_esc=y
- Bezuidenhout, J. (2001). Limits and continuity: some conceptions of first-year students. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 32(4), 487-500. Doi: <https://doi.org/10.1080/00207390010022590>
- Bogdan, R.C., & Biklen, S.K. (2007). *Qualitative research for education: An introduction to theory and methods* (5th Edition). Boston: Allyn & Bacon, Pearson Publishing. Web Site: https://books.google.com.tr/books/about/Qualitative_Research_for_Education.html?id=HSMiAQAAIAAJ&redir_esc=y
- Borasi, R. (1986). *On the educational roles of mathematical errors: Beyond diagnosis and remediation*. Unpublished Doctoral Dissertation. State University of New York, Buffalo, USA. Web Site: <https://www.proquest.com/dissertations-theses/on-educational-roles-mathematical-errors-beyond/docview/303527036/se-2>
- Borasi, R. (1987). Exploring mathematics through the analysis of errors. *For the Learning of Mathematics*, 7(3), 2-8. Web Site: <http://www.jstor.org/stable/40247900>
- Borasi, R. (1988). Towards a reconceptualization of the role of errors in education: The need for new metaphors. *Annual Meeting of the American Educational Research Association*, April 5-9, New Orleans LA, USA. Web Site: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED295969.pdf>
- Borasi, R. (1989). Students' constructive uses of mathematical errors: A taxonomy. *Annual Meeting of the American Educational Research Association*, March 27-31, San Francisco, USA. Web Site: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED309069.pdf>
- Borasi, R. (1994). Capitalizing on errors as "springboards for inquiry": A teaching experiment. *Journal for Research in Mathematics Education*, 25(2), 166-208. Doi: <https://doi.org/10.2307/749507>
- Borasi, R. (1996). *Reconceiving mathematics instruction: A focus on errors*. Norwood, New Jersey: Ablex Publishing Corporation. Retrieved from the Web Site: <https://www.docenti.unina.it/webdocenti-be/allegati/materiale-didattico/458429>
- Borji, V., & Martinez-Planell, R. (2019). What does 'y is defined as an implicit function of x' mean?: An application of APOS-ACE. *Journal*

- of *Mathematical Behavior*, 56, 1-18. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2019.100739>
- Borji, V., & Martinez-Planell, R. (2020). On students' understanding of implicit differentiation based on APOS theory. *Educational Studies in Mathematics*, 105, 163-179. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10649-020-09991-y>
- Borman, K.M., Le Compte, M.D., & Goetz, J.P., (1986). Ethnographic and qualitative research design and why it doesn't work. *American Behavioral Scientist*, 30, 42-57. Doi: <https://doi.org/10.1177/000276486030001006>
- Brinberg, D., & McGrath, J.E. (1985). *Validity and the research process*. In D. Brinberg (Ed.). Beverly Hills, California: Sage Publications, Incorporated. Web Site: https://www.mdthinducollege.org/ebooks/statistics/Validity_and_the_Research_Process.pdf
- Brown, P.A. (2008). A Review of the literature on case study research. *Canadian Journal for New Scholars in Education*, 1(1), 1-13. Web Site: <https://journalhosting.ucalgary.ca/index.php/cjnse/article/view/30395>
- Campbell, J.L., Quincy, C., Osserman, J., & Pedersen, O.K. (2013). Coding in-depth semistructured interviews problems of unitization and intercoder reliability and agreement. *Sociological Methods & Research*, 42, 294-320. Doi: <https://doi.org/10.1177/0049124113500475>
- Capistran, R.W. (2005). *Concepts of the chain rule for first term calculus: A comparison across students, instructors, and professors*. Unpublished Doctoral Dissertation. The University of Minnesota, Minneapolis, USA. Web Site: https://primo.lib.umn.edu/permalink/01UMN_INST/ijl1rs/alma9920420300001701
- Carlson, M.P., Jacobs, S., Coe, E., Larsen, S., & Hsu, E. (2002). Applying covariational reasoning while modeling dynamic events: A framework and a study. *Journal for Research in Mathematics Education*, 33(5), 352-378. Doi: <https://doi.org/10.2307/4149958>
- Carpenter, T.P., Fennema, E., & Franke, M.L. (1996). Cognitively guided instruction: A knowledge base for reform in primary mathematics instruction. *The Elementary School Journal*, 97(1), 3-20. Web Site: <https://www.jstor.org/stable/1001789>
- Chick, H.L., & Baker, M.K. (2005). Investigating teachers' responses to student misconceptions. In H.L. Chick, & J.L. Vincent (Eds.). *Proceedings of the 29th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, July 10-15, (Vol. 2, pp. 249-256). Melbourne, Australia. Web Site: <https://www.emis.de/proceedings/PME29/PME29RRPapers/PME29Vol2ChickBaker.pdf>
- Chu, C.G. (2019). *Investigation of student understanding of implicit differentiation*. Unpublished Master Thesis. The Graduate School University of Ma-

- ine, Maine, USA. Web Site: <https://digitalcommons.library.umaine.edu/etd/3074>
- Clark, J.M., Cordero, F., Cottrill, J., Czarnocha, B., DeVries, D.J., John, D.S., ... Vidakovic, D. (1997). Constructing a schema: The case of the chain rule? *The Journal of Mathematical Behavior*, 16(4), 345-364. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0732-3123\(97\)90012-2](https://doi.org/10.1016/S0732-3123(97)90012-2)
- Cochran, K.F., DeRuiter, J.A., & King, R.A. (1993). Pedagogical content knowing: An integrative model for teacher preparation. *Journal of Teacher Education*, 44(4), 263-272. Doi: <https://doi.org/10.1177/0022487193044004004>
- Cohen, D.K., McLaughlin, M.W., & Talbert, J.E. (1993). *Teaching for understanding: Challenges for policy and practice*. San Francisco: Jossey-Boss. Web Site: <https://www.wiley.com/enus/Teaching+for+Understanding%3A+Challenges+for+Policy+an+Practice-p-9781555425159>
- Cottrill, J.F. (1999). *Students' understanding of the concept of chain rule in first year calculus and the relation to their understanding of composition of functions*. Unpublished Doctoral Dissertation. Purdue University, West Lafayette, Indiana, USA. Web Site: https://purdue.primo.exlibrisgroup.com/permalink/01PURDUE_PUWL/ufs51j/alma99142810980001081
- Creswell, J.W., & Poth, C.N. (2016). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five traditions* (4th Edition). California: Sage Publication. Web Site: https://www.google.com.tr/books/edition/Qualitative_Inquiry_and_Research_Design/DLbBDQAAQBAJ?hl=tr&gbpv=0
- Cropley, A.J. (2019). *Introduction to qualitative research methods: A practice-oriented introduction*. Riga, Latvia: Zinātne. Doi: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3095.6888>
- Curry, L.A. (2004). The effects of self-explanations of correct and incorrect solutions on algebra problem-solving performance. In K. Forbus, D. Gentner & T. Regier (Eds.). *Proceedings of the 26th Annual Conference of the Cognitive Science Society*. August 4-7, (pp. 1548). Chicago, Illinois, USA. Web Site: <https://cognitivesciencesociety.org/wp-content/uploads/2019/01/CogSci04.pdf>
- Davidowitz, B., & Potgieter, B. (2016). Use of the rasch measurement model to explore the relationship between content knowledge and topic-specific pedagogical content knowledge for organic chemistry. *International Journal of Science Education*, 38(9), 1483-1503. Doi: <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1196843>
- Dawkins, P.C., & Epperson, J.A.M. (2014). The development and nature of problem-solving among first-semester calculus students. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 45(6), 839-862, Doi: <https://doi.org/10.1080/0020739X.2014.884645>

- De Jong, O., & Van Driel, J. (2004). Exploring the development of student teachers' pck of the multiple meanings of chemistry topics. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2, 477-491. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10763-004-4197-x>
- Deblois, L. (2006). Influence des interprétations des productions des élèves sur les stratégies d'intervention en classe de mathématiques. *Educational Studies in Mathematics*, 62(3), 307-329. Web Site: <http://www.jstor.org/stable/25472104>
- Demirci, Ö., Özкая, M., & Konyalıoğlu, A.C. (2017). The preservice teachers' mistake approaches on probability. *Erzincan University Journal of Education Faculty*, 19(2), 153-172. Doi: <https://doi.org/10.17556/erziefd.310667>
- Didiş, M.G., Erbaş, A.K., & Çetinkaya, B. (2016). Investigating prospective mathematics teachers' pedagogical approaches in response to students' errors in the context of mathematical modeling activities. *Elementary Education Online*, 15(4), 1367-1384. Doi: <http://dx.doi.org/10.17051/io.2016.75429>
- Didiş, M.G., Erbaş, A.K., Çetinkaya, B., Çakıroğlu, E., & Alacacı, C. (2016). Exploring prospective secondary mathematics teachers' interpretation of student thinking through analysing students' work in modelling. *Mathematics Education Research Journal*, 28(3), 349-378. Doi: <https://doi.org/10.1007/s13394-016-0170-6>
- Didiş-Kabar, M.G., & Amaç, R. (2018). Investigating pre-service middle-school mathematics teachers' knowledge of student and instructional strategies: An algebra case. *Bolu Abant İzzet Baysal University Journal of Faculty of Education*, 18(1), 157-185. Doi: <https://doi.org/10.17240/aibuefd.2018..-359810>
- Duran, M., & Kaplan, A. (2016). High school teachers' pedagogical content knowledge on definition of derivative, and relationship between derivative and continuity. *Erzincan University Journal of Education Faculty*, 18(2), 795-831. Doi: <https://doi.org/10.17556/jef.68600>
- Durkaya, M., Aksu, Z., Öçal, M.F., Şenel, E.Ö., Konyalıoğlu, A.C., Hızarcı, S., ... Kaplan, A. (2011). Secondary school mathematics teachers' approaches to students' possible mistakes. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 15, 2569-2573. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.04.147>
- Engelke-Infante, N.M. (2007). *Students' understanding of related rates problems in calculus*. Unpublished Doctoral Dissertation. Arizona State University, Tempe, Arizona, USA. Web Site: https://search.lib.asu.edu/permalink/01ASU_INST/pio0a/alma991019585209703841
- Erskine, B.M. (2010). *Raising mathematical achievement starts with the elementary teacher: recommendations to improve content and pedagogical knowledge of elementary math teachers*. Unpublished Doctoral Dissertation.

University of Delaware, Newark, Delaware, USA. Web Site:https://delcat.primo.exlibrisgroup.com/permalink/01UDEL_INST/1sm7175/cdi_proquest_journals_759770685

- Even, R., & Markovits, Z. (1995). Some aspects of teachers' and students' views on student reasoning and knowledge construction. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 26(4), 531-544. Doi: <https://doi.org/10.1080/0020739950260407>
- Even, R., & Tirosh, D. (1995). Subject matter knowledge and knowledge about students as sources of teacher presentations of the subject-matter. *Educational Studies in Mathematics*, 29(1), 1-20. Doi: <https://doi.org/10.1007/BF01273897>
- Fang, Z. (1996). A review of research on teacher beliefs and practices. *Educational Research*, 38(1), 47- 64. Doi: <https://doi.org/10.1080/0013188960380104>
- Gedik, S.D. (2014). *Effect of mistake-handling activities to mathematics content knowledge development process*. Unpublished Doctoral Dissertation. Atatürk University, Erzurum, Turkey. Obtained from the Council of Higher Education National Thesis Center. (Thesis Number: 381620). Web Site: <https://tez.yok.gov.tr/>
- Gordon, S.P. (2005). Discovering the chain rule graphically. *Mathematics and Computer Education*, 39(3), 195-197. Web site: <https://studylib.net/doc/15941841/discovering-the-chain-rule-graphically>
- Gürbüz, R., Yıldırım, İ., & Doğan, M.F. (2021). The effect of using erroneous example on the achievement of some statistical concepts of 7th grade students. *Journal of Computer and Education Research*, 9(18), 997-1021. Doi: <https://doi.org/10.18009/jcer.976155>
- Graeber, A.O. (1999). Forms of knowing mathematics: What preservice teachers should learn. *Educational Studies in Mathematics*, 38, 189-208. Doi: <https://doi.org/10.1023/A:1003624216201>
- Große, C.S., & Renkl, A. (2007). Finding and fixing errors in worked examples: Can this foster learning outcomes? *Learning & Instruction*, 17(6), 612-634. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.09.008>
- Hare, A., & Philippp, D. (2004). Building mathematical maturity in calculus: Teaching implicit differentiation through a review of functions. *The Mathematics Teacher*, 98(1), 6-12. Doi: <https://doi.org/10.5951/MT.98.1.0006>
- Hassani, S. (1998). *Calculus students' knowledge of the composition of functions and the chain rule*. Unpublished Doctoral Dissertation, State University, Illinois, USA. Web Site: https://i-share-isu.primo.exlibrisgroup.com/permalink/01CARLI_ISU/kt5co6/alma998888466605845
- Heinze, A. (2005). Mistake-handling activities in german mathematics classroom. *Proceedings of the 29th Conference of the International Group for the Psy-*

- chology of Mathematics Education*, July 10-15, (Vol. 3, pp. 105-112). Melbourne, Australia. Web Site: <https://www.emis.de/proceedings/PME29/PME29RRPapers/PME29Vol3Heinze.pdf>
- Heinze, A., & Reiss, K. (2007). Mistake-handling activities in the mathematics classroom: Effects of an in-service teacher training on students' performance in geometry. *Proceedings of the 31st Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (PME)*, July 8-13, (Vol 3, pp. 9-16), Seoul, South Korea. Web Site: <http://www.emis.de/proceedings/PME31/3/9.pdf>
- Heo, D. (2019). *Learning transfer in the differentiation using the chain rule and its relationship to motivation and performance*. Unpublished Doctoral Dissertation. Purdue University Graduate School, West Lafayette, Indiana, USA, Web Site: <https://doi.org/10.25394/PGS.11310521.v1>
- Hill, H.C., & Ball, L.D. (2004). Learning mathematics for teaching: Results from California's mathematics professional development institutes. *Journal for Research in Mathematics Education*, 35(5), 330-351. Doi: <https://doi.org/10.2307/30034819>
- Hines, E., & McMahon, M.T. (2005). Interpreting middle school students' proportional reasoning strategies: Observations from preservice teachers. *School Science and Mathematics*, 105(2), 88-105. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2005.tb18041.x>
- Horvath, A. (2008). Looking at calculus students' understanding from the inside-out: The relationship between the chain rule and function composition. In M. Zandieh (Ed.). *Proceedings of the 11th Conference on Research in Undergraduate Mathematics Education (RUME)*. February 28-March 2, San Diego, California, USA. Web Site: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=7e56e29376573506134f88fa237a20c3508d1ca7>
- Jacobs, V.R., Lamb, L.L., & Philipp, R.A. (2010). Professional noticing of children's mathematical thinking. *Journal for Research in Mathematics Education*, 41(2), 169-202. Web Site: <https://www.jstor.org/stable/20720130>
- Jeppson, H.P. (2019). *Developing understanding of the chain rule, implicit differentiation, and related rates: Towards a hypothetical learning trajectory rooted in nested multivariation*. Unpublished Master Thesis. Brigham Young University, Provo, Utah, USA. Web Site: <http://hdl.lib.byu.edu/1877/etd12247>
- Jones, S.R. (2017). An exploratory study on student understandings of derivatives in real-world, non-kinematics contexts. *The Journal of Mathematical Behavior*, 45, 95-110. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmathb.2016.11.002>
- Kahan, J.A., Cooper, D.A., & Bethea, K.A. (2003). The role of mathematics teachers' content knowledge in their teaching: A framework for re-

- search applied to a study of student teachers. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 6(3), 223-252. Doi: <https://psycnet.apa.org/doi/10.1023/A:1025175812582>
- Kakoma, L., & Makonye, J.P. (2010). Learner misconceptions in elementary analysis: A case study of a grade 12 class in South Africa. *Acta Didactica Napocensia*, 3(3), 45-56. Doi: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1056125.pdf>
- Kandeel, R.A.A. (2021). Learners' common errors in implicit differentiation: An analytical study. *Journal of Educational Research and Reviews*, 9(7), 198-207. Doi: https://doi.org/10.33495/jerr_v9i7.21.125
- Käpylä, M., Heikkinen, J.P., & Asunta, T. (2009). Influence of content knowledge on pedagogical content knowledge: The case of teaching photosynthesis and plant growth. *International Journal of Science Education*, 31(10), 1395-1415. Doi: <https://doi.org/10.1080/09500690802082168>
- Konyalıoğlu, A.C. (2013). Investigation of pre-service mathematics teachers' geometry content knowledge in terms of error approach. *Journal of Kazım Karabekir Education Faculty*, 27, 45-62. Web Site: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ataunikkefd/issue/2786/37414>
- Lannin, J.K., Barker, D.D., & Townsend, B.E. (2007). How students view the general nature of their errors. *Educational Studies in Mathematics*, 66, 43-59. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10649-006-9067-8>
- Leiß, D., & Wiegand, B. (2005). A classification of teacher interventions in mathematics teaching. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik-Mathematics Education*, 37(3), 240-245. Web Site: <https://subs.emis.de/journals/ZDM/zdm053a15.pdf>
- Levin, D.M., & Richards, J. (2010, Ocak). Exploring how novice teachers learn to attend to students' thinking in analyzing case studies of classroom teaching and learning. In Gomez, K., Lyons, L., & Radinsky, J. (Eds.). *Proceedings of the 9th International Conference of the Learning Sciences* (Vol 1, pp. 41-48). June 29-July 2, Chicago, Illinois, USA. Web site: <https://repository.isls.org/bitstream/1/2701/1/41-48.pdf>
- Lincoln, Y.S., & Guba, E.G. (1985). Establishing trustworthiness. *Naturalistic inquiry*, 289(331), 289-327. Doi: [https://doi.org/10.1016/0147-1767\(85\)90062-8](https://doi.org/10.1016/0147-1767(85)90062-8)
- Lutzer, C.V. (2003). Using motion to teach chain rule and u-substitution. *Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies*, 13(1), 47-54. Doi: <https://doi.org/10.1080/10511970308984045>
- Maharaj, A. (2013). An APOS analysis of natural science students' understanding of derivatives. *South African Journal of Education*, 33(1), 146-164. Doi: <https://doi.org/10.15700/saje.v33n1a458>

- Martin, N.K., Yin, Z., & Mayall, H. (2006, February). Classroom management training, teaching experience and gender: Do these variables impact teachers' attitudes and beliefs toward classroom management style ?. *Paper presented at the Annual Meeting of the Southwest Educational Research Association*, Austin, Texas, USA. Web Site: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED494050.pdf>
- Martin, T. (2000). Calculus students' ability to solve geometric related-rates problems. *Mathematics Education Research Journal*, 12(2), 74-91. Doi: <https://doi.org/10.1007/BF03217077>
- Martino, A.M., & Maher, C.A. (1999). Teacher questioning to promote justification and generalization in mathematics: What research practice has taught us. *The Journal of Mathematical Behavior*, 18(1), 53-78. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0732-3123\(99\)00017-6](https://doi.org/10.1016/S0732-3123(99)00017-6)
- Maxwell, J.A. (2012). *A realist approach for qualitative research*. Thousand Oaks, California: Sage Publication Inc. Doi: <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- McLaren, B.M., Adams, D., Durkin, K., Gogvadze, G., Mayer, R.E., Rittle-Johnson, ... Velsen, M.V. (2012). To err is human, to explain and correct is divine: A study of interactive erroneous examples with middle school math students. In A. Ravenscroft, S. Lindstaedt, C. Delgado Kloos, & D. Hernández-Leo (Eds.). *7th European Conference on Technology Enhanced Learning*. September 18-21, (pp. 222-235), Berlin, Germany. Doi: https://doi.org/10.1007/978-3-642-33263-0_18
- McLaren, B. M., Adams, D. M., & Mayer, R. E. (2015). Delayed learning effects with erroneous examples: A study of learning decimals with a web-based tutor. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 25(4), 520-542. Doi: <https://psycnet.apa.org/doi/10.1007/s40593-015-0064-x>
- McMillan, H.J., & Schumacher, S. (2010). *Research in education: Evidence based inquiry*. Boston: Pearson Education Incorporated. Web site: <https://eric.ed.gov/?id=ED577250>
- Meel, D.E. (2003). Prospective teachers' understandings: Function and composite function. *School Teachers: The Journal*, 1, 1-12. Web Site: <http://www.k-12prep.math.ttu.edu/journal/1.contentknowledge/meel01/article.pdf>
- Melis, E. (2004). Erroneous examples as a source of learning in mathematics. In Kinshuk, D.G. Sampson & P. Isaias (Eds.). *Proceedings of the IADIS International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age* (pp. 1-9). Lisbon, Portugal. Web Site: <https://www.iadisportal.org/celda-2004-proceedings>
- Mercer, C.D., Mercer, A.R., & Pullen, P.C. (2013). *Teaching students with learning problems*. (8th Edition). London: Pearson New Internatio-

- nal Edition. Web Site: https://www.google.com.tr/books/edition/Teaching_Students_with_Learning_Problems/bUmpBwAAQBAJ?hl=tr
- Merriam, S.B., & Grenier, R.S. (2019). *Qualitative research in practice: Examples for discussion and analysis* (2nd Edition). San Francisco: Jossey-Bass Publishers & Wiley. Web Site: https://www.google.com.tr/books/edition/Qualitative_Research_in_Practice/udWCDwAAQBAJ?hl=tr&gbpv=1&dq=Robin+Grenier&printsec=frontcover
- Miles, M.B., & Huberman, M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2nd Edition). London: Sage Publication, Incorporated. Web Site: <https://vivauniversity.files.wordpress.com/2013/11/milesandhuberman1994.pdf>
- Mills, J., Bonner, A., & Francis, K. (2006). The development of constructivist grounded theory. *International Journal of Qualitative Methods*, 5(1), 1-10. Doi: <https://doi.org/10.1177/160940690600500103>
- Mirin, A.C., & Zazkis, D. (2019). Making implicit differentiation explicit. In A. Weinberg, D. Moore Russo, H. Soto & M.Wawro (Eds.). *Proceedings of the 22nd Annual Conference on Research in Undergraduate Mathematics Education* (pp. 792–800). Oklahoma City, USA. Web Site: <https://sigma.maa.maa.org/rume/crume2019/Papers/135.pdf>
- Morrow, S.L. (2005). Quality and trustworthiness in qualitative research in counseling psychology. *Journal of Counselling Psychology*, 52(2), 250-260, Doi: <https://doi.org/10.1037/0022-0167.52.2.250>
- Morse, J. M. (1994). Designing funded qualitative research. In N.K. Denzin & Y.S. Lincoln (Eds.). *Handbook of qualitative research* (pp. 220-235). Thousand Oaks: Sage Publication. Web Site: https://books.google.com.tr/books/about/Handbook_of_Qualitative_Research.html?id=u8hpAAAAMAAJ&redir_esc=y
- Muzangwa, J., & Chifamba, P. (2012). Analysis of errors and misconceptions in the learning of calculus by undergraduate students. *Acta Didactica Napocensia*, 5(2), 1-10. Web Site: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1054301.pdf>
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics. Retrieved from the Web Site: <https://www.nctm.org/Standards-and-Positions/Principles-and-Standards/>
- National Governors Association Center for Best Practices & Council of Chief State School Officers [NGAC & CCSSO]. (2010). *Common core state standards for mathematics*. Washington, DC: National Governors Association Center for Best Practices, Council of Chief State School Officers. Retrieved from the Web Site: https://corestandards.org/wp-content/uploads/2023/09/Math_Standards1.pdf

- National Math and Science Initiative [NMSI]. (2014). *Mathematics: chain rule “ M & M^3 ”*. Dallas, Texas: NMSI Press. Retrieved from the Web Site: https://maththewongway.weebly.com/uploads/5/1/2/6/5126774/chain_rule_m_ms_1.pdf
- Neuman, W.L. (2014). *Social research methods: Qualitative and quantitative approaches* (7th Edition). Essex: Pearson Publishing. Web Site: https://let-runghieutvu.yolasite.com/resources/w-lawrence-neuman-social-research-methods_-_qualitative-and-quantitative-approaches-pearson-education-limited-2013.pdf
- Nyaumwe, L.J. (2008). Zimbabwean high school teachers “interpretations of learners” alternative conceptions on selected baseline test items on calculus and trigonometry concepts. *The Mathematics Educator*, 11(1), 181-196. Web Site: https://math.nie.edu.sg/ame/matheduc/journal/v11_12/v11_181.aspx
- Queensland Curriculum & Assessment Authority [QCAA]. (2014). *Mathematics senior subjects*. South Brisbane, Queensland: QCAA Press. Retrieved from the Web Site: <https://www.qcaa.qld.edu.au/senior/subjects/mathematics>
- Özkaya, M. (2015). *A study on the impact of mistake-handling activities on mathematics teachers’ professional development*. Unpublished Doctoral Dissertation, Atatürk University, Erzurum, Turkey. Obtained from the Council of Higher Education National Thesis Center. (Thesis Number: 418259). Web Site: <https://tez.yok.gov.tr/>
- Pajares, M. (1992). Teachers’ beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62(3), 307-332. Doi: <https://doi.org/10.3102/00346543062003307>
- Park, J.H., & Lee, K.H. (2016). How can students generalize the chain rule? The roles of abduction in mathematical modeling. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(9), 2331-2352. Doi: <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1289a>
- Patton, M.Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods* (3rd edition). Thousand Oaks, California: Sage Publication Inc. Web Site: <https://aulasvirtuales.files.wordpress.com/2014/02/qualitative-research-evaluation-methods-by-michael-patton.pdf>
- Puspita, E., Suryadi, D., & Rosjanuardi, R. (2023). Learning obstacles of prospective mathematics teachers: A case study on the topic of implicit derivatives. *Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 14(1), 174-189. Web Site: <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/kreano/article/view/42805>
- Putnam, R.T., Heaton, R.M., Prawat, R.S., & Remillard, J. (1992). Teaching mathematics for understanding: Discussing case studies of four fifth-grade teachers. *The Elementary School Journal*, 93(2), 213-228. <https://doi.org/10.1086/461723>

- Rach, S., Ufer, S., & Heinze, A. (2013). Learning from errors: Effects of teachers' training on students' attitudes towards and their individual use of errors. *PNA: Revista de Investigación en Didáctica de la Matemática*, 8(1), 21-30. Doi: <https://doi.org/10.30827/pna.v8i1.6122>
- Rohde, U.L., Jain., G.C., Poddar, A.K., & Ghosh, A.K. (2012). *Introduction to differential calculus: Systematic studies with engineering applications for beginners*. (1st Edition). New Jersey: John Wiley & Sons, Incorporated. Doi: <https://doi.org/10.1002/9781118130155>
- Rushton, S.J. (2018). Teaching and learning mathematics through error analysis. *Fields Mathematics Education Journal*, 3(4), 1-12. Doi: <https://doi.org/10.1186/s40928-018-0009-y>
- Santagata, R., & Yeh, C. (2014). Learning to teach mathematics and to analyze teaching effectiveness: evidence from a video-and practice-based approach. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 17, 491-514. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10857-013-9263-2>
- Sapire, I., Shalem, Y., Wilson-Thompson, B., & Paulsen, R. (2016). Engaging with learners' errors when teaching mathematics. *Pythagoras-Journal of the Association for Mathematics Education of South Africa*, 37(1), 1-11. Doi: <https://dx.doi.org/10.4102/pythagoras.v37i1.331>
- Shulman, L.S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14. Doi: <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- Silverman, D. (2013). *Doing qualitative research: A practical handbook* (4th Edition). In K. Metzler (Ed.). Thousand Oaks: Sage Publication.
- Siyepu, S.W. (2013). An exploration of students' errors in derivatives in a university of technology. *The Journal of Mathematical Behavior*, 32(3), 577-592. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2013.05.001>
- Siyepu, S.W. (2015). Analysis of errors in derivatives of trigonometric functions. *International Journal of STEM Education*, 2, 1-16. Doi: <https://doi.org/10.1186/s40594-015-0029-5>
- Sneyd, J., Fewster, R.M., & McGillivray, D. (2022). Implicit differentiation. In *Mathematics and Statistics for Science* (pp. 325-329). Cham, Switzerland: Springer. Doi: https://doi.org/10.1007/978-3-031-05318-4_16
- Son, J.W. (2013). How preservice teachers interpret and respond to student errors: Ratio and proportion in similar rectangles. *Educational Studies in Mathematics*, 84(1), 49-70. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10649-013-9475-5>
- Son, J.W., & Sinclair, N. (2010). How preservice teachers interpret and respond to student geometric errors. *School Science and Mathematics*, 110(1), 31-46. Web Site: <https://link.gale.com/apps/doc/A219578803/AONE?u=-goglescholar&sid=bookmark AONE&xid=e5a58709>

- South Australian Certificate of Education-Board of South Australia [SACE Board of SA]. (2009a). *Annual report*. Adelaide, South Australia: SACE Board of South Australia Press. Retrieved from the Web Site: <https://www.sace.sa.edu.au/documents/652891/549afced-07a0-4889-9845-5825e8f5f941>
- South Australian Certificate of Education-Board of South Australia [SACE Board of SA]. (2009b). *Curriculum statement 2009*. Adelaide, South Australia: SACE Board of South Australia Press. Retrieved from the Web Site: <https://www.sace.sa.edu.au/>
- Speer, N., & Kung, D. (2016). The complement of RUME: What's missing from our research? In T. Fukawa-Connelly, N. Infante, M. Wawro, & S. Brown (Eds.). *Proceedings of the 19th Meeting of the MAA Special Interest Group on Research in Undergraduate Mathematics Education*. February 25-27, (pp. 1288-1295). Pittsburgh, Pennsylvania, USA. Web Site: https://sigmaa.maa.org/rume/crume2016/Papers/RUME_19_paper_86.pdf
- Stewart, J. (2012). *Calculus: early transcendentals* (7th Edition). Mason, Ohio: Brooks & Cole Cengage Learning. Web Site: <https://patemath.weebly.com/uploads/5/2/5/8/52589185/james-stewart-calculus-early-transcendentals-7th-edition-2012-1-20ng7to-1ck1lon.pdf>
- Stratton, D.H. (2021). Negative transfer in implicit differentiation. *International Journal of Educational Research Open*, 2, 1-7. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2021.100051>
- Tall, D. (1993). Students' difficulties in calculus. In C. Gaulin, B.R. Hodgson, D.H. Wheeler, & J.C. Egsgard (Eds.). *Proceedings of the 7th International Congress on Mathematics Education* (pp. 13-28). Quebec, Canada. Web Site: <https://homepages.warwick.ac.uk/staff/David.Tall/pdfs/dot1993k-calculus-wg3-icme.pdf>
- Tall, D., & Razali, M.R. (1993). Diagnosing students' difficulties in learning mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 24(2), 209-222. Doi: <https://doi.org/10.1080/0020739930240206>
- Thomas, G.B., Weir, M.D., Hass, J., & Giordano, F.R. (2009). *Thomas calculus* (11th edition). (Trans.: R. Korkmaz). İstanbul: Beta Press Distribution. (Original Air Date, 2005).
- Thoo, J.B. (1995). Composition and the chain rule using arrow diagrams. *Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies*, 5(3), 291-295. Doi: <https://doi.org/10.1080/10511979508965794>
- Tiresh, D. (2000). Enhancing prospective teachers' knowledge of children's conceptions: The case of division of fractions. *Journal for Research in Mathematics Education*, 31(1), 5-25. Doi: <https://doi.org/10.2307/749817>

- Tirosh, D., Even, R., & Robinson, N. (1998). Simplifying algebraic expressions: Teacher awareness and teaching approaches. *Educational Studies in Mathematics*, 35(1), 51-64. Doi: <https://doi.org/10.1023/A:1003011913153>
- Tokgöz, E. (2012). Numerical method/analysis students' conceptual derivative knowledge. *International Journal of New Trends in Education and Their Implications*, 3(4), 118-127. Web Site: <https://www.ijonte.org/FileUpload/ks63207/File/11.tokgoz1.pdf>
- Tsamir, P. (2007). When intuition beats logic: prospective teachers' awareness of their same sides-same angles solutions. *Educational Studies in Mathematics*, 65, 255-279. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10649-006-9053-1>
- Tsamir, P., & Tirosh, D. (2005). In-service elementary mathematics teachers' views of errors in the classroom. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 27, 30. Web Site: <https://www.semanticscholar.org/paper/In-Service-Elementary-Mathematics-Teachers%27-Views-Tsamir-Tirosh/f3443d34c51d6951ae57a280f83bd6c273705d53>
- Wanjala, E.K., & Orton, A. (1996). Teachers' knowledge of pupils' errors in algebra. *Proceedings of the 20th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. July 8-12, (Vol 4, pp. 411-418). Valencia, Spain. Web Site: <https://www.igpme.org/publications/current-proceedings/>
- Watkins, C., & Mortimore, P. (1999). Pedagogy: what do we know. In P. Mortimore (Ed.). *Understanding Pedagogy and Its Impact on Learning* (pp. 1-20). London: Paul Chapman Publishing. Doi: <https://doi.org/10.4135/9781446219454>
- Wilson, P.H., Lee, H.S., & Hollebrands, K.F. (2011). Understanding prospective mathematics teachers' processes for making sense of students' work with technology. *Journal for Research in Mathematics Education*, 41, 39-64. Doi: <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.42.1.0039>
- Wilson, P.H., Mojica, G.F., & Confrey, J. (2013). Learning trajectories in teacher education: Supporting teachers' understandings of students' mathematical thinking. *Journal of Mathematical Behavior* 32, 103-121. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2012.12.003>
- Yetkin, E. (2003). *Student difficulties in learning elementary mathematics*. In ERIC Digest. Columbus, Ohio: ERIC Clearinghouse for Science Mathematics and Environmental Education. Retrieved from the Web Site: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED482727.pdf>

Ek-1. Kapalı Fonksiyonun Türevine Yönelik Hata Temelli Senaryo-1 / (HTS₁)

Ali öğretmen kapalı fonksiyonun türevi konusunda, derste anlattıklarının iyi öğrenilip öğrenilmediğini belirlemek üzere 12.sınıfta okuyan öğrencisi Ayşe'ye aşağıdaki soruyu sormuştur.

$$\frac{x}{y} + \frac{y}{x} = 3 \text{ olduğuna göre } y' = ?$$

Ayşe, Ali öğretmene cevabı yazılı şekilde aşağıdaki gibi vermiştir.

$$\begin{aligned} \frac{x}{y} + \frac{y}{x} &= 3 \\ \frac{x^2 + y^2}{xy} &= 3 \\ x^2 + y^2 &= 3xy \\ x^2 - 3xy + y^2 &= 0 \\ 2x - 3(1 \cdot y + y'x) + 2y \cdot y' &= 0 \\ 2x - 3y - 3xy' + 2yy' &= 0 \\ 2x - 3y &= 3xy' - 2yy' \\ 2x - 3y &= y'(3x - 2y) \\ y' &= \frac{2x - 3y}{3x - 2y} \text{ bulunur.} \end{aligned}$$

Bir an için sizin Ayşe'nin öğretmeni olduğunuzu düşünelim.

- 1-) Ayşe'nin kapalı fonksiyonun türevi sorusuna yönelik yukarıdaki cevabı sizce hatalı mıdır?
- 2-) Ayşe'nin cevabının hatalı olduğunu düşünüyorsanız verilen cevap temelinde yatan sorunun kaynağını açıklayabilir misiniz?
- 3-) Ayşe'nin soruya verdiği cevabın hatalı olduğunu fark etseydiniz ona nasıl bir dönüt verirdiniz? Ayşe'nin yaptığı hatanın giderilmesine yönelik nasıl bir çözüm önerisinde bulunursunuz?

Ek-2. Kapalı Fonksiyonun Türevine Yönelik Hata Temelli Senaryo-II / (HTS₂)

Mehmet öğretmen kapalı fonksiyonun türevi konusunda, derste anlattıklarının iyi öğrenilip öğrenilmediğini belirlemek üzere 12.sınıfta okuyan öğrencisi Aslı'ya aşağıdaki soruyu sormuştur.

$$\sqrt{y + \sqrt{x + \sqrt{y + \sqrt{x + \dots}}} = x \text{ olduğuna göre } y' = ?$$

Aslı, Mehmet öğretmene cevabı yazılı şekilde aşağıdaki gibi vermiştir.

The image shows a student's handwritten work on a piece of paper. The work is as follows:

$$\sqrt{y + \sqrt{x + \sqrt{y + \sqrt{x + \dots}}} = x \text{ yazılabilir.}$$

$$\sqrt{y + \sqrt{x + x}} = x \text{ yazılır}$$

$$\sqrt{y + \sqrt{2x}} = x$$

$$x^2 = y + \sqrt{2x}$$

$$x^2 - y = \sqrt{2x}$$

$$(x^2 - y)^2 = 2x$$

$$x^4 - 2x^2y + y^2 = 2x$$

$$(x^4 - 2x^2y - 2x + y^2)' = 0$$

$$4x^3 - 2 \cdot (2x \cdot y + 1 \cdot x^2) - 2 + 2y = 0$$

$$4x^3 - 4xy - 2x^2 - 2 + 2y = 0$$

$$4x^3 - 2x^2 - 2 = 4xy - 2y$$

$$y(4x - 2) = 4x^3 - 2x^2 - 2$$

$$y' = \frac{4x^3 - 2x^2 - 2}{4x - 2} \text{ bulunur.}$$

Bir an için sizin Aslı'nın öğretmeni olduğunuzu düşünelim.

- 1-) Aslı'nın kapalı fonksiyonun türevi sorusuna yönelik yukarıdaki cevabı sizce hatalı mıdır?
- 2-) Aslı'nın cevabının hatalı olduğunu düşünüyorsanız verilen cevap temelinde yatan sorunun kaynağını açıklayabilir misiniz?
- 3-) Aslı'nın soruya verdiği cevabın hatalı olduğunu fark etseydiniz ona nasıl bir dönüt verirdiniz? Aslı'nın yaptığı hatanın giderilmesine yönelik nasıl bir çözüm önerisinde bulunursunuz?

Ek-3. Kapalı Fonksiyonun Türevine Yönelik Hata Temelli Senaryo-III / (HTS₃)

Derya öğretmen kapalı fonksiyonun türevi konusunda, derste anlattıklarının iyi öğrenilip öğrenilmediğini belirlemek üzere 12.sınıfta okuyan öğrencisi Can'a bileşke fonksiyonun türeviyle ilgili aşağıdaki soruyu sormuştur.

$f: R \rightarrow R$ ve $g: R \rightarrow R$ tanımlı, $\forall x \in R$ için birer fonksiyon olsunlar. $(f \circ g)(x) = f(g(x))$ şeklinde bileşke fonksiyon verilmiştir. Buna göre bu bileşke fonksiyonun türevini nasıl ararsınız? Çözümünüzü gösteriniz.

Can, Derya öğretmene cevabı yazılı şekilde aşağıdaki gibi vermiştir.

$$\begin{aligned} (f \circ g)(x) &= f(g(x)) \text{ olduğundan} \\ (f \circ g)'(x) &= f'(g(x)) \cdot g'(x) \\ \frac{d}{dx} [f(g(x))] &= \frac{d}{dx} [f(g(x))] \cdot \frac{d}{dx} (g(x)) \cdot \\ \frac{d}{dx} [f(g(x))] &= \frac{df}{dx} = \frac{df}{dx} \cdot \frac{dg}{dx} // \end{aligned}$$

Bir an için sizin Can'ın öğretmeni olduğunuzu düşünelim.

- 1-) Can'ın bileşke fonksiyonun türevi sorusuna yönelik yukarıdaki cevabı sizce hatalı mıdır?
- 2-) Can'ın cevabının hatalı olduğunu düşünüyorsanız verilen cevap temelinde yatan sorunun kaynağını açıklayabilir misiniz?
- 3-) Can'ın soruya verdiği cevabın hatalı olduğunu fark etseydiniz ona nasıl bir dönüt verirdiniz? Can'ın yaptığı hatanın giderilmesine yönelik nasıl bir çözüm önerisinde bulunursunuz?

Ek-4. Hata Temelli Senaryo-1 / (HTS₁) içerisindeki soruya yönelik doğru çözüm

$$\left(\frac{x}{y}\right)' + \left(\frac{y}{x}\right)' = 0$$

$$\frac{1 \cdot y - y' \cdot x}{y^2} + \frac{y' \cdot x - 1 \cdot y}{x^2} = 0$$

$$\frac{y - y' \cdot x}{y^2} + \frac{y' \cdot x - y}{x^2} = 0$$

$$\frac{x^2 y - x^3 y' + x y^2 y' - y^3}{x^2 y^2} = 0$$

$$x^2 y - y^3 = x^3 y' - x y^2 y'$$

$$x^2 y - y^3 = y'(x^3 - x y^2)$$

$$y' = \frac{x^2 y - y^3}{x^3 - x y^2} = \frac{y(x^2 - y^2)}{x(x^2 - y^2)}$$

$$y' = \frac{y}{x} \text{ bulunur}$$

Ek-5. Hata Temelli Senaryo-II / (HTS₂) içerisindeki soruya yönelik doğru çözüm

$$\begin{aligned}
\sqrt{y+\sqrt{x+\sqrt{y+\sqrt{x+\dots}}}} &= x \text{ ise} \\
\sqrt{y+\sqrt{x+\underbrace{\sqrt{y+\sqrt{x+\dots}}}_x}} &= x \\
\sqrt{y+\sqrt{x+x}} &= x \text{ yazılabilir.} \\
\sqrt{y+\sqrt{2x}} &= x \text{ olduğundan her tarafın karesini alalım.} \\
(\sqrt{y+\sqrt{2x}})^2 &= x^2 \text{ ve } y+\sqrt{2x} = x^2 \text{ bulunur.} \\
\sqrt{2x} &= x^2 - y \text{ olduğundan her tarafın yine karesini alalım.} \\
(\sqrt{2x})^2 &= (x^2 - y)^2 \\
2x &= (x^2)^2 - 2x^2y + y^2 \\
2x &= x^4 - 2x^2y + y^2 \text{ yazılır, ifadeyi bir tarafta toplayalım.} \\
2x^2y - y^2 - x^4 + 2x &= 0 \text{ Eşitlikte her tarafın } x\text{'e göre türevini alalım.} \\
\frac{d}{dx}(2x^2y) - \frac{d(y^2)}{dx} - \frac{d(x^4)}{dx} + \frac{d(2x)}{dx} &= \frac{d}{dx}(0) \\
(y \cdot \frac{d}{dx}(2x^2) + \frac{d(y)}{dx} \cdot 2x^2) - (\frac{d(y^2)}{dy} \cdot \frac{dy}{dx}) - 4x^3 + 2 &= 0 \\
y \cdot 4x + 2x^2 \cdot \frac{dy}{dx} - 2y \cdot \frac{dy}{dx} - 4x^3 + 2 &= 0 \\
\frac{dy}{dx}(2x^2 - 2y) &= 4x^3 - 4xy - 2 \\
\frac{dy}{dx} &= \frac{4x^3 - 4xy - 2}{2x^2 - 2y} = \frac{2 \cdot (2x^3 - 2xy - 1)}{2 \cdot (x^2 - y)} = \frac{2x^3 - 2xy - 1}{x^2 - y} \\
y' = \frac{dy}{dx} &= \frac{2x^3 - 2xy - 1}{x^2 - y} //
\end{aligned}$$

Ek-6. Hata Temelli Senaryo-III / (HTS₃) içerisindeki soruya yönelik doğru çözüm

$$\begin{aligned}(f \circ g)(x) &= f(g(x)) \text{ olduğundan} \\ \frac{d}{dx} (f \circ g)(x) &= f'(g(x)) \cdot g'(x) \\ \frac{d}{dx} (f(g(x))) &= \frac{d(f(g(x)))}{dg(x)} \cdot \frac{d(g(x))}{dx} \\ \frac{d}{dx} (f(g(x))) &= \frac{df}{dg} = \frac{df}{dg} \cdot \frac{dg}{dx}\end{aligned}$$

Ek-7. Matematik Öğretmenlerinin Öğrenci Hataları Karşısında Sergileyecekleri Farklı Öğretim Yaklaşımlarına Yönelik Kategoriler ve Kodlar

KATEGORİLER	KODLAR	DAVRANIŞLAR-EYLEMLER
Açıklama & Gösterme	<ul style="list-style-type: none"> Soruyu açıklama Doğruyu Açıklama Yanlış Gösterme 	<ul style="list-style-type: none"> Soruda verilenleri ve istenilenleri söyleme Bir örnek/gösterim kullanarak veya işlemsel bir çözüm ile doğru çözümü açıklama Doğrudan yanlışını gösterme
Bilgi Sunma	<ul style="list-style-type: none"> Konuyu/kavramı yeniden öğrenme 	<ul style="list-style-type: none"> Öğrencide eksik gördüğü konuyu/kavramı yeniden öğretme
Fark Ettirme	<ul style="list-style-type: none"> Doğru düşünceyi/çözümü fark ettirme Öğrencinin yanlışını fark ettirme 	<ul style="list-style-type: none"> Günlük hayat problemi ile düşündürerek doğruyu fark ettirme Örtük türevi sözel şekilde ifade ederek doğruyu fark ettirme Sonucun kontrolü ile yanlış fark ettirme Örnek üzerinden çelişki yaratarak yanlış fark ettirme Sorular aracılığıyla öğrenci düşüncesini anlayarak doğru çözümü veya öğrencinin yanlışını fark ettirme
Düşünceyi Anlama veya İleri Taşıma	<ul style="list-style-type: none"> Öğrenci düşüncesini anlama veya öğrenci düşüncesini ileri taşıma 	<ul style="list-style-type: none"> Sorular aracılığıyla öğrenci düşüncesini açığa çıkarma veya üzerinde düşündürme Sorular aracılığıyla öğrenci düşüncesini ileri taşıma

21. Yüzyılda Matematik Okuryazarlığının Önemi¹

Zeynep Korkuyu Özdemir ²

Ümit İzgi Onbaşlı³

Özet

Matematik eğitimi, öğrencilerin günlük yaşam sorunlarını matematiksel bilgi ve becerilerle çözebilme yeteneğine odaklanmalıdır. Temel eğitimde, öğrencilerin matematikle tanıştığı ve düşünmeye başladığı dönemde, öğretmenlerin matematiksel düşünceyi etkili bir şekilde aktarması kritiktir (Tekin ve Tekin, 2004). Bu süreçte matematik eğitimi, yalnızca formüllerin uygulanmasını değil, aynı zamanda muhakeme ve analitik becerilerin geliştirilmesini amaçlamalıdır. Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PISA), matematik okuryazarlığını, günlük yaşam sorunlarını matematikle çözebilme kapasitesi olarak tanımlar (EARGED, 2005). İyi bir matematik eğitimi, öğrencilerin matematik okuryazarı bireyler olmalarını desteklemelidir. Eğitimciler, matematik eğitimi sürecinde öğrencilere matematik okuryazarlığı becerilerini kazandırmak konusunda önemli bir rol üstlenmelidir. PISA, öğrencilerin küresel düzeyde rekabet edebilmeleri için gereken becerileri ölçen bir araçtır. Matematik okuryazarlığı, PISA sınavlarında ölçülen temel becerilerden biridir. Bu bağlamda, ülkelerin PISA sonuçlarına odaklanarak matematik eğitim politikalarını geliştirmeleri ve öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini kazanmalarını sağlamaları önemlidir. Matematik okuryazarlığının güçlendirilmesi, bireylerin karmaşık sorunları çözebilme ve küresel düzeyde etkileşime girebilme yeteneklerini artırarak, onları bilgi toplumunda başarılı kılabilir. Sonuç olarak, 21. yüzyılda matematik okuryazarlığı, bireylerin günlük yaşamda karşılaştıkları sorunları matematikle çözebilme yeteneği olarak kritik bir öneme sahiptir.

1 Bu araştırma ikinci yazarın danışmanlığında birinci yazar tarafından 2023 yılından tamamlanan “Sınıf öğretmenleri adaylarının matematik okuryazarlık öz-yeterlilik düzeylerinin incelenmesi” başlıklı yüksek lisans tezinin literatür kısmına dayanmaktadır.

2 Öğretmen, Milli Eğitim Bakanlığı, zeynep.korkuyu@hotmail.com, 0000-0001-5284-2187

3 Doç. Dr., Mersin Üniversitesi, umitizgi@mersin.edu.tr, 0000-0002-7655-3037

1. Giriş

Günümüz bilgi toplumunda, hızlı dönüşümler ve değişimler, bireylerden yaratıcı, eleştirel düşünen ve problem çözebilen, bilgiyi farklı alanlara transfer edebilen bireylere olan ihtiyacı artırmaktadır (Cansoy, 2018). Bu ihtiyaç, eğitim sistemlerinde köklü değişikliklere neden olmuş ve 21. yüzyıl becerileri arasında matematik okuryazarlığı beceriside önemli bir yer tutmuştur. Matematik okuryazarlığı, bireylere soyut düşünme yeteneği kazandıran, ilişkileri semboller aracılığıyla ifade etme sistemleri oluşturan evrensel bir dil ve kültür sunan temel bir beceridir (Çekici ve Yıldırım, 2011). Temel matematik bilgisi, günlük yaşamda matematiği etkili bir şekilde kullanmayı içerir ve bu, matematik okuryazarlığının bir yönüdür (Ojose, 2011).

Matematik okuryazarlığının, sadece sayıları anlamaktan öte, okuma, düşünme ve soyutlama yeteneklerini içeren bir süreç olduğu vurgulanmaktadır (Kurudayıoğlu ve Tüzel, 2010). Bu bağlamda, matematik becerisi ile okuryazarlık becerisinin birleştirilerek matematik okuryazarlığı kavramı ortaya çıkmaktadır. Matematik okuryazarlığı, bilgi genişledikçe ve ekonomi geliştikçe daha fazla önem kazanmaktadır (Ojose, 2011). Matematik okuyazarı bireyler, günlük yaşamda karşılaştıkları sorunları matematiksel düşünceyle çözebilme yeteneğine sahiptirler (McCrone ve Dossey, 2007).

Eğitim sistemi, matematik okuyazarı bireyler yetiştirmek adına öğrencilere kaliteli bir matematik eğitimi sunmalıdır. Özellikle temel eğitim kademesi, öğrencilerin matematikle ilk kez karşılaştığı ve matematiksel düşünmeye başladığı bir dönemdir. Bu nedenle, öğretmenlerin bu süreçte öğrencilere matematiksel düşünceyi aktarmada önemli bir rolü vardır (Tekin ve Tekin, 2004). Matematik eğitiminde öğretmenler, öğrencilere matematiksel düşünceyi günlük yaşama transfer etmelerini sağlamalı, etkinliklerle dersi zenginleştirmeli ve öğrencilere matematiğin günlük yaşamdaki rolünü göstermelidir (Özgen ve Bindak, 2008). İyi bir matematik eğitimi, öğrencilerin matematik okuyazarı bireyler olmalarını desteklemelidir.

Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PISA), matematik okuryazarlığını öğrencilerin günlük yaşam sorunlarını matematiksel bilgi ve becerilerini kullanarak çözebilme kapasitesi olarak ele almaktadır (EARGED, 2005). PISA uygulamaları, matematik eğitim politikalarını gözden geçirme ve geliştirme konusunda ülkeleri teşvik etmiştir.

Matematik okuryazarlığının, bireyleri günlük yaşamda başarılı kılabilmek ve analitik düşünce yeteneği kazandırma amacı, iyi bir matematik eğitiminin temel hedeflerinden biridir (Maryani ve Widjajanti, 2020). Bu kapsamda, matematik eğitimi, sadece formülleri uygulamak değil, aynı zamanda

muhakeme ve analitik becerileri geliştirmek için öğrencilere günlük problemleri çözebilme yeteneği kazandırmayı hedeflemelidir (Maryani ve Widjajanti, 2020). Sonuç olarak, 21. yüzyılda matematik okuryazarlığı, bireylerin günlük yaşamda karşılaştıkları sorunları matematikle çözebilme yeteneği olarak önem kazanmıştır. Eğitimcilerin bu bağlamda önemli bir rolü bulunmakta olup, matematik eğitimi sürecinde öğrencilere matematik okuryazarlığı becerilerini kazandırmak, bilgi toplumuna uygun bireyler yetiştirmek için hayati bir öneme sahiptir.

2. Okuryazarlık Kavramı

Okuryazarlık İngilizce “literacy” kelimesinin Türkçe karşılığıdır ve en basit şekilde okuma ve yazma eylemlerini gerçekleştirebilmek olarak tanımlanır. Türk Dil Kurumu ise okuryazarlığı “okuryazar olma durumu” olarak tanımlamaktadır (Türk Dil Kurumu [TDK], 2019). Ancak okuryazarlık okuma ve yazma eylemlerini bilmenin çok ötesinde bir kavramdır. Aşıcı (2009)’a göre okuryazarlık kişinin yaşamı ve yaşantısı içindeki olup bitenleri algılaması, çevresindeki olup bitenleri algılamakta olaylara kendi bakış açısını katması ve yorumlayabilmesidir. Okuryazarlık kavramı bireyin okuma, yazma ve kendini ifade etme becerilerinin yanı sıra kişinin karşılaştığı bir problemi anlayıp çözüme ulaşabilmesi, gerek iş yaşantısında gerekse sosyal yaşamda kendini doğru bir şekilde ifade edebilmesi, belirlediği hedefe ulaşabilmesi aynı zamanda bilgi ve becerisinin üzerine katarak kendini geliştirebilmesidir (McClure, 1994, akt. Kara, 2021). Kudayıoğlu ve Tüznel (2010)’a göre okuryazarlıkta devinimi olmayan bir anlam yoktur. Bunun tersi olarak ilerleme gösterme, değerlendirme ve geliştirerek sürekli üzerine ekleme gerekliliği vardır.

3. Matematik Nedir?

Matematik hayatımızın pek çok alanında karşımıza çıkan ve pek çok bilim dalının yararlandığı ortak bir dildir (Güney ve diğer., 2016; Işık ve diğer., 2008). Yaşadığımız bilgi toplumunda düşünen, eleştiren, bilginin farklı alanlara transferini sağlayarak yeni ürünler ortaya çıkaran bireylere olan ihtiyaç giderek artmaktadır. Bu nedenle matematiğin yaşamış olduğumuz çağdaki önemi daha fark edilir hâle gelmiştir (Işık ve diğer., 2008). Matematik genel olarak insanlar tarafından sayı, şekil ve desen bilimi olarak bilinir. Aslında matematik bu tanımların çok daha ötesindedir. Matematik, günümüzün yaşam tarzıyla o kadar iç içe geçmiş durumda ki, temel bir matematiksel fikir anlayışı olmadan etrafımızı saran bilgileri tam olarak kavrayamayız. Matematiğe olan güven ve yeterlilik, günümüzün karmaşık bilgi toplumuna verimli bir şekilde katılmaya yol açar ve çoğu zaman

bu fırsatlara sahip olanlara fırsatların kapılarını açar (Ojose, 2011). Yani matematik insanların günlük yaşamının her alanında yararlanabilecekleri ve matematiksel beceri ve yeterliliklerini kullanarak onlara çeşitli fırsatlar sunan bir bilim dalıdır. Matematik başlangıçta basit düzey ölçme ve sayma işlemleriyle ortaya çıkmış bugün ise teknoloji başta olmak üzere diğer bilimler içinde önemli bir disiplin hâline gelmiştir (Işık, Çiltaş, Bekdemir, 2008). Matematikğin çok eski zamanlardan beri önemini koruması insanlığın yıllarca doğruyu bulması için yapılması ve yapılmaması gerekenleri ayırt etmek için matematiği kullanmış olmaları, diğer bilim alanlarının problemlerine yardımcı olması ve onları daha güvenilir kılmamasından kaynaklanır (Güney ve diğer., 2016). Örneğın günlük hayatta sayma, ödeme işlemleri, ölçme, tartma, grafik ve şemaları okuma, dört işlem yapabilme gibi insanların günlük yaşamında sürekli kullandıkları bir bilim dalıdır (Işık ve diğer., 2008). OECD (2019) matematiğin neden gerekli olduğunu şu şekilde ifade etmiştir: Matematik, modern toplumların temel becerilerinden biri olarak kabul edilmekte ve her bireyin günlük yaşamında bu beceriyi kullanması gerekmektedir. Umay (1996) ise matematiğin herkesin yaşamında önemli bir yere sahip olduğunu bu nedenle mümkün olduğunca matematiksel kapasiteyi arttırmalı ve çocuklara erken yaşlarda matematiksel düşünmeyi öğretmek bir gereklilik olduğunu ifade etmiştir. Kısaca matematik endüstri, teknoloji, bilim, sosyo-ekonomik kalkınma, nitelikli ürün ve hizmetten söz edebilmek matematiğin varlığıyla mümkündür (Ersoy, 2003; Işık ve diğer., 2008). Aynı zamanda literatürde matematiğin pek çok tanımı mevcuttur. Bu tanımlardan bazıları şu şekildedir:

Matematik, soyut düşüncelerimizi ifade etmemizi sağlayan evrensel bir dildir (Çekici ve Yıldırım, 2011).

Matematik; akıl, mantık ve düşündürme bilimidir (Işık ve Çiltaş, 2010) .

Matematik olaylara objektif bakabilmemizi sağlayan, günlük hayatta karşılaştığımız olaylara rasyonel ve akılcı çözüm yolları üreten, yaşamımızı renkli ve eğlenceli kılan bir destektir (Işık ve Çiltaş, 2010). *Matematik dünyayı anlama, fikir üretebilme, ispat yapabilme, problem çözüme ve mantıksal düşünebilmeyi öğretir* (Özgen ve Bindak, 2008).

Bu tanımlardan da anlaşılacağı üzere matematik sadece sayı, semboller ve işlem becerisi değil aynı zamanda tutarlı düşünmemizi sağlayan, günlük hayatta farklı alanlarda çeşitli kolaylıklar sağlayan, her bireyin az veya çok gün içinde yararlandığı, bilim ve teknolojinin ilerlemesini sağlayan bir bilim dalıdır.

3.1. Matematik Okuryazarlığı

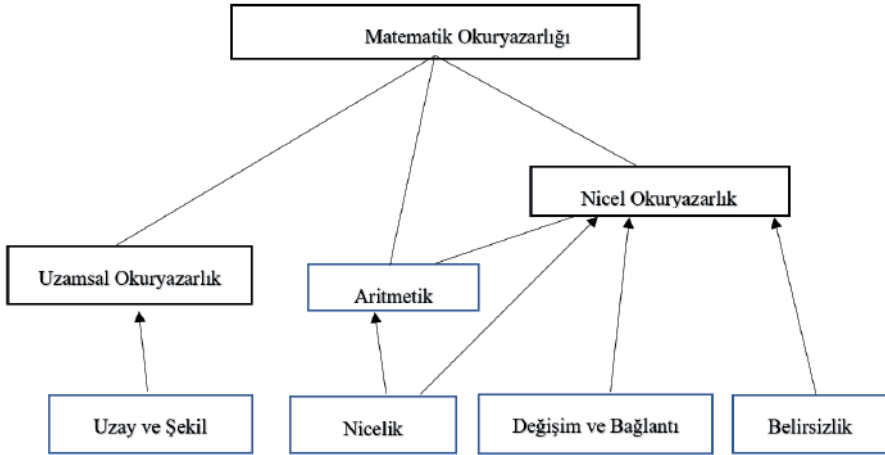
Matematik okuryazarlığı bireylerin günlük hayatta karşılaştığı sorunlarda matematiği kullanabilme, matematiğin günlük hayattaki işlevini anlama, problem çözme, eleştirel düşünme ve matematiksel düşünme becerisi olarak tanımlanabilir (Martin, 2007).

OECD (2006) tarafından matematik okuryazarlığı şu şekilde tanımlanmıştır: Bireyin düşünen, yaratıcı ve eleştiren bir birey olarak matematiğin çağımızdaki öneminin farkında olma ve anlayabilme, temeli sağlam yargılarda bulunma ve matematiği o bireyin yaşamının ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde kullanma ve onunla ilişki kurma kapasitesidir. Matematik okuryazarlığı, profesyonel olarak matematikle uğraşmak değil, matematiği herkes için işlevsel ve etkili kılmakla alakalıdır (McCrone ve Dossey, 2007).

Matematik okuryazarlığı, matematiksel düşünmeyi inşa etmek için okuma, yazma ve konuşma etkileşimidir (Poyner, 2018). Matematik okuryazarlığı kişisel ve sosyal yaşamın taleplerini karşılamak ve topluma bilgili, düşünen ve katkıda bulunan vatandaşlar olarak katılmak için gereken bilgi ve yeterlilikleri tanımlamak için kullanılan bir kavramdır (Geiger ve diğer., 2015, akt. Bolstad, 2020). Matematik okuryazarlığı temel matematiği bilme ve günlük yaşamımızda uygulama bilgisidir (Ojose, 2011).

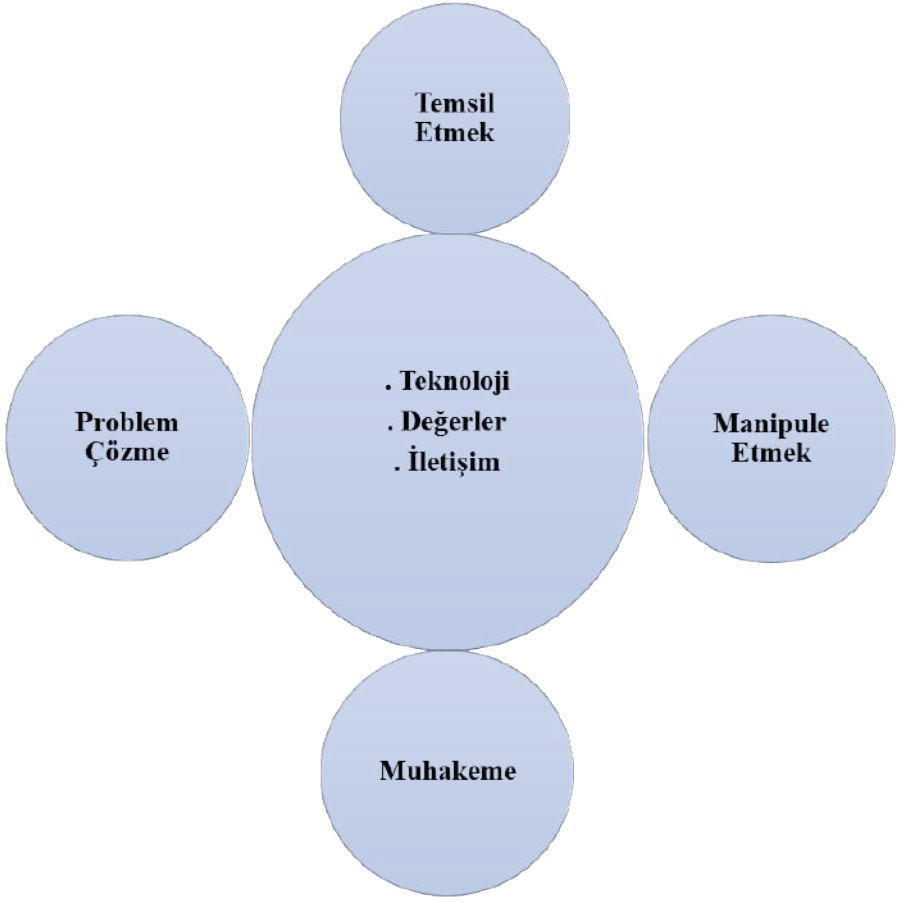
Matematik okuryazarlığı, öğrencilerin sınıfta edindikleri matematiksel bilgi ve becerileri gerçek yaşam deneyimlerine uygulama ve matematiği içeren herhangi bir durumu anlam becerisini ifade eder (Lestari ve diğer., 2021).

Yukarıdaki tanımlardan da anlaşılacağı üzere matematik okuryazarlığı bireyin yaşadığı toplumu, dünyayı, çevresindeki oluşumları anlamlandırabilme becerisidir.



Şekil 1 Jan de Lange (2006) göre matematik okuryazarlığı

Lange (2006)' ya göre matematik okuryazarlığının nicel, uzamsal ve aritmetik olmak üzere temelde üç bileşeni vardır. Uzamsal okuryazarlık içinde yaşadığımız ve hareket ettiğimiz (üç boyutlu) dünyayı anlamamızı sağlar. Örneğin nesnelere, nesnelere göre konumları ve bunların görsel algımız üzerindeki etkisi, navigasyon uygulamaları gibi. Aritmetik sayıları ve verileri işleme yeteneğini ifade ederken nicel okuryazarlık ise miktar, değişim ve bağlantı, belirsizlik gibi konuları içeren bir okuryazarlık türüdür.



Şekil 2 Pugalee (1999) matematik okuryazarlık modeli

Pugalee (1999) matematik okuryazarlığını biri diğerini de içine alan iki çember ile açıklamıştır. İçerideki çember matematik okuryazarlığını kolaylaştırmayı sağlayan teknoloji, değerler ve iletişim becerilerinden oluşurken dış çember matematik okuryazarlığı için önemli olan temsil, manipüle, muhakeme ve problem çözme olmak üzere dört beceriden oluşmaktadır. Bu iki çember birbiri ile etkileşim hâlinde olup matematik okuryazarlığının gelişimini sağlar. Dışarıdaki çember matematik okuryazarlığının gelişimini doğrudan etkilerken içerideki çember ise dışarıdaki çembere etkileyen faktörleri oluşturmaktadır.

3.2. Matematik Okuryazarı Bireylerin Özellikleri ve Matematik Okuryazarlığı Becerisine Sahip Olmak İçin Gerekli Yeterlilikler

Matematik okuryazarı birey günlük hayatta karşılaştığı sorunlarda matematiksel bilgi ve becerilerini kullanarak matematiği günlük yaşamla ilişkilendirir (Karakaş ve Ezentaş, 2021) böylelikle matematiksel düşünmeyi yaşam biçimi hâline getirir. Matematik okuryazarlığı kişisel, mesleki ve toplumsal yaşamımızda sağlam temellere dayanan yargılar ve kararlar vermek için matematiği kullanma yeterliliğini içerir (Bolstad, 2020). Matematik okuryazarı olan bir öğrenci, sayıları ve matematiksel sembollerini yazı diliyle aynı akıcılıkta okuyabilir, yazabilir, tartışabilir ve bunlarla akıl yürütebilir (Poyner, 2018).

Ojose (2011)'e göre matematik okuryazarı bir bireyin özellikleri şunlardır: Matematik okuryazarı bir birey verileri yorumlar, tahminde bulunur, günlük yaşantısında karşılaştığı problemlere çözüm üretir, grafiksel, geometrik ve sayısal durumlarda akıl yürütebilir ve matematiği iletişimde kullanabilir.

Ceziktürk (2019) göre matematik okuryazarı olabilmek için bazı becerilere sahip olmak gerekmektedir. Bunlar; matematiksel işlem yapabilme, matematikle ilgili bilgi sahibi olma ve bunları kullanabilme, matematiksel düşünebilme ve kavrama gibi becerilerdir. Matematik okuryazarlık becerisine sahip bir birey karşılaştığı problemi tanımlar, problemin çözümüne yönelik aşamaları belirler ve ulaştığı sonucu değerlendirebilir.

Matematik okuryazarlık becerisine sahip bir birey yaratıcı düşünen, matematiği günlük hayatta karşılaştığı problemlerin çözümünde kullanabilen, problemin çözümüne götüren elindeki bilgileri ve verileri test edip analiz edebilen, matematiğin dünyada ve günümüzde oynadığı rolün farkında olan, matematiği iş yaşantısında ve günlük yaşamında kullanabilen, ulaştığı sonuçların doğruluğunu test edebilen ve karar verme becerisi gelişmiş bireylerdir.

3.3. Matematik Okuryazarlığı İçin Gerekli Yeterlilikler

Matematik okuryazarlığı için gereken yeterlilikleri belirlemek, bireylerin matematikle ilgili becerilerini güçlendirmek adına önemli bir adımdır (Steen, 2001; akt. Ojose, 2011). Bu yeterlilikler şu unsurları içermektedir:

- *Matematiksel Düşünme ve Akıl Yürütme*: Matematiksel sorular sorma yeteneği, çeşitli cevap türlerini anlama, farklı ifade biçimleri arasında ayırım yapma, matematik kavramlarının sınırlarını anlama.
- *Matematiksel Argümantasyon*: İspat kavramını anlama, matematiksel argümanların diğer düşünce biçimlerinden farkını kavrama, argüman

zincirlerini takip etme ve değerlendirme, matematiksel argümanlar oluşturma yeteneği.

- *Matematiksel İletişim:* Sözlü, yazılı ve görsel biçimlerde matematiksel düşünceleri etkili bir şekilde ifade etme, başkalarının matematiksel işlerini anlama.
- *Modelleme:* Bir konuyu modelleme yeteneği, matematiksel modellerin gerçekliğe çevrilmesi, modellerle çalışma, modelleri doğrulama, eleştiri yapma ve analiz etme yeteneği.
- *Problem Kurma ve Çözme:* Problemleri farklı biçimlerde ifade etme, formüle etme, tanımlama ve çözüme yeteneği.
- *Temsil:* Matematiksel nesnelerin farklı temsil biçimlerini anlama, kodlama, çeviri yapma, ayırt etme ve temsiller arasındaki ilişkiyi anlama yeteneği.
- *Semboller:* Sembolik, biçimsel ve teknik dil ve işlemleri etkili bir şekilde kullanma yeteneği.
- *Araçlar ve Teknoloji:* Uygun durumlarda teknoloji dahil yardımcı araçları etkili bir şekilde kullanma yeteneği.
- Matematik okuryazarlığı, bireylerin günlük problemlerle başa çıkabilmek ve matematiğin gerçek hayattaki rolünü anlayabilmeleri için temel bir gerekliliktir (Rizki ve Priatna, 2019). Bu yeterliliklere hâkim olan bireyler, modern dünyada matematiksel düşüncüyü daha iyi anlar ve uygularlar.

3.4. Matematik Okuryazarlığının Önemi

Matematik okuryazarlığı matematiği günlük yaşama entegre edebilme becerisidir. Ancak pek çok kişi matematiğin önemli olmasına rağmen günlük etkinliklerle hiçbir ilgisi olmayan soyut bir konu olduğuna inanmaktadır (Makari ve Kasanda, 2013). Oysaki matematik günlük yaşamla iç içe olan çok güçlü bir araçtır. Bu durumu Steen (2001) matematik okuryazarlığını aşağıdaki örneklerle somutlaştırmıştır:

- Bir öğle yemeği faturasının nasıl üç bölüneceğini tahmin etmek
- Araba kiralarından veya satın alırken fiyat seçeneklerini karşılaştırmak
- Gıdaların üzerindeki besin değerlerini okuma ve anlama
- Banka beyanlarını okumak ve hata kaynaklarını tespit etmek
- Tarifleri üç aşağı beş yukarı ölçeklendirme ve hacim, ağırlık birimlerini dönüştürme

- İndirim, bahşış ve satış fiyatlarını zihinsel olarak tahmin etmek
- Bileşik faizin etkilerini anlama
- Otobüs tarifelerini ve haritaları okuma

Matematik okuryazarı bireyler buldukları topluma büyük bir katkı sağlar (Bozkurt ve Altun,2019). Bu nedenle günümüzde matematik okuryazarı bireylere ihtiyaç artmaktadır. Yaşadığımız çağda sayısal düşünme yeteneğinden yoksun bireyler ne akılcıca kararlar verebilirler ne de günlük hayata tam olarak katılabilirler (Steen, 2001).

Matematik okuryazarlığı bireye matematiğin günlük hayattaki işlevini anlamasına, matematiğin günlük hayattaki uygulamalarını yapabildiğini, matematiksel düşünme ve çıkarımlar yapabildiğine, eleştirel düşünmesini ve problem çözmesine katkı sağlar (Özgen ve Bindak, 2008). Ancak pek çok öğrencinin matematik kaygısı bulunmaktadır (Özdemir ve Gür, 2011). Bu durum öğrencilerin matematik okuryazarlığı becerilerini de etkilemektedir.

Bireylerin matematiğe karşı kaygı duymalarının nedeni matematiğin cebir, analiz olarak algılamalarından kaynaklanmaktadır. Oysaki matematik günlük yaşama doğrudan katkı sağlayan bir beceridir (Jamil ve Khusna, 2020). Yani günlük yaşamın her alanında matematik vardır. Bu nedenle bireylerin ilkokul döneminden itibaren matematik becerilerinin gelişimine önem verilmesi gerekmektedir.

Bireyler çok küçük yaşta matematikle karşı karşıya kalırlar ancak matematiği anlamlandıramazlar, matematiğin günlük yaşama yansımaları, etkileri ve işlevselliğinden ziyade rakam ve sayıları tanımaktan başlayıp dört işlem, cebir ve daha karmaşık konuların düzenli olarak aktarıldığı bir sistemin içine hapsolurlar dolayısıyla bu öğretilen okul matematiği bireylerin matematiği günlük yaşamla arasındaki bağlantıyı kuramamalarına dolayısıyla boş bir uğraş olarak görmelerine neden olur (Özturan Sağırlı ve diğer., 2015). Bu durumda öğretmenlere büyük görev düşmektedir. Yani, eğitsel teorik bilgiyi sınıf içeriğini 'gerçek' dünyayla ilişkilendirmeliler bu durumda ev ve okul öğrenme deneyimleri arasındaki engelleri yıkarak matematiği öğrenciler için daha alâkalı, anlamlı ve eğlenceli hale getirmiş olacaktadırlar (Makari ve Kasanda, 2013). Matematiğin gerçek dünyadaki rolünü anlayan öğrenci matematiğin önemini daha iyi kavrayacaktır.

Öğrencilerin matematiğin önemini anlamaları için matematiğin endüstriyel teknoloji, beden eğitimi, tarih, işletme ve fizikteki gücünü deneyimlemeleri gerekir. Bunun gerçekleşmesi için, tüm öğretmenlerin matematiğin kendi branşlarındaki uygulamalarını aktarmaları gerekir

(McCrone ve Dossey, 2007). Öğrencilerin matematiğin dünyadaki rolünü anlamaları için matematiğin endüstriyel teknoloji, beden eğitimi, tarih, işletme ve fizikteki gücünü tecrübe etmeleri gerekir. Bunun gerçekleşmesi için, tüm öğretmenler matematiğe ve kendi disiplinlerindeki uygulamalarına duyulan ihtiyacın farkında olup bu yönde uygulamalara yer vermelidir. Bunun için de öğretmenlerin matematik derslerinden alınan önkoşul bilgi ve becerilerle matematik dışı derslerdeki dil, sembolizm ve konuları koordine etme çabalarını gerektirecektir (McCrone ve Dossey, 2007).

3.5. Ülkemizin Yıllara Göre PISA Uygulamasındaki Matematik Okuryazarlık Durumu

Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PISA), sanayileşmiş ülkelerdeki 15 yaşındaki öğrencilerin fen, matematik ve okuma yetenek alanlarındaki becerilerini ölçmek üzere üçer yıllık aralıklarla yapılan bir uygulamadır. 2003 yılında yapılan uygulama 2000 yılından sonraki ikinci uygulamadır.

PISA (2003) uygulaması PISA (2000) uygulamasından farklı olarak matematik başarısı üzerinde durmuştur. Bu bağlamda ülkemizin PISA (2003) matematik alanındaki değerlendirmesi şu şekildedir (EARGED, 2005): PISA (2003) ülkemizde Mayıs ayında 7 coğrafi bölgeden katılan 4855 öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Uygulamada matematiğin aritmetik, geometri cebir ve olasılık olmak üzere 4 alanı üzerinde durulmuştur. Uygulamada matematik alanında ölçülmek istenilen gerçek yaşamdaki matematiksel sorunları tanıma, problem haline getirebilme ve tüm bunlarla uğraşırken eriştiği düzeydir. Yani matematiksel işlem yapabilme becerisinden çok daha farklı bir uygulamadır.

PISA (2003) uygulamasında ülkemizdeki öğrencilerin %75 gibi büyük bir çoğunluğu matematikteki yeterlilikleri bakımından ikinci düzey ve daha altında kalmıştır. Yani öğrencilerimizin büyük bir çoğunluğu karmaşık görevleri yerine getirememektedir. Basit ve kolay görevleri yerine getirdikleri görülmüştür. PISA (2003) sonuçlarına göre Türkiye'nin matematikteki ortalama başarı sırası 40 ülke içerisinde 28. Sıradadır. Yani OECD ortalamasının anlamlı derecede altında yer almaktadır.

Matematiğin geometri alanındaki öğrenci performansına baktığımızda öğrencilerin %75'i 2. düzey ve altında performans göstererek OECD ülkelerinin gerisinde kalmıştır. Yani öğrencilerimiz basit matematiksel işlem içeren problemlere çözüm getirebilmekte, temel matematiksel düşüncüyü uygulayabilmekte ve resim, grafik ile geometri gibi görsel objelerle ilgili problemleri çözebilmektedir.

Öğrencilerimizin cebir alanındaki performansları da % 70 gibi büyük bir çoğunluğunun 2. düzey ve altında kalmıştır. Yani kolay formül, algoritma ve problemlerle uğraşabilmekte, temel yorumlama ve akıl yürütmeyi kullanabilmekte aynı zamanda basit grafik ve tablo içerisine gerekli bilgileri yerleştirebilmektedir.

Öğrencilerin aritmetik alandaki performansına baktığımızda % 75'nin 2. düzey ve altında kaldığı görölmektedir. Yani öğrencilerimiz gerekli bilgiyi ortaya çıkarabilmek için basit aritmetik işlemleri yapıp, basit tabloları yorumlayabilmekte, ilgili bilginin direkt verildiği basit düzeydeki problemleri çözebildiği görölmüştür.

Öğrencilerimizin olasılık alanındaki performanslarına baktığımızda % 78'inin 2. Düzey ve altında kaldığı görölmektedir. Yani öğrencilerimiz bir grafik içerisine istatistik bilgisini yerleştirip, temel olasılıkları ve temel istatistik kavramlarını anlayıp kullanabilmektedir.

PISA (2003) matematik başarısını okul türlerine göre kıyasladığımızda en yüksek başarının fen lisesine, en düşük başarının ise meslek liselerindeki öğrencilere sahip olduğu görölmektedir. PISA (2003) uygulamasının matematik başarısı yönünden cinsiyet açısından kıyasladığımızda kız öğrencilerin erkek öğrencilere kıyasla daha başarısız performans sergilediği görölmüştür. Aynı zamanda öğrencilerimizin matematikle uğraşırken öğrencilerimizin kaygı ve sıkıntı düzeylerinin yüksek olduğu görölmüştür.

PISA 2006 uygulaması ülkemizde mayıs ayı içerisinde gerçekleştirilmiş olup uygulama fen, matematik ve okuma becerileri alanlarında yapılmıştır. Uygulamaya 7 coğrafi bölge ve 51 ilden toplam 4942 öğrenci katılmıştır. Uygulamaya ilişkin bazı sonuçlar ise şu şekildedir (EARGED, 2010a): Türkiye PISA 2006' da uygulamaya katılan 57 ülke arasında 43. Sırada, katılan 30 OECD ülkesi arasında 29. olmuştur. PISA 2006 matematik okuryazarlığı ölçeğinde öğrencilerimizin %76,4'ü 2. Düzey ve daha aşağısında yer alırken OECD ülkeleri ise çoğunlukla 2. Ve 3. Düzeyde yer almıştır. PISA 2006 uygulamasında erkek öğrencilerimizin matematik okuryazarlığı ortalaması kız öğrencilerimizin ortalamasından 6 puan daha yüksek çıkmıştır. PISA 2006' da öğrencilerin ortaöğretim okullarında matematik okuryazarlığı düzeylerine baktığımızda en yüksek matematik okuryazarlığı ortalama puanına sahip öğrencilerin fen lisesi öğrencileri olurken en düşük ortalamanın ise çok programlı liselerindeki öğrencilere sahip olduğu ortaya çıkmıştır.

PISA 2006 ve PISA 2003 sonuçları karşılaştırıldığında ise 3 yıl içerisinde öğrencilerin matematik okuryazarlığı performansının değişmediği

kaydedilmiştir. PISA 2006' da ülkemiz matematik okuryazarlığı becerisinde 2003 uygulamasında olduğu gibi OECD ülkelerinin gerisinde kalmıştır.

PISA (2009) sonuçlarına bakıldığında (EARGED, 2010b): 6. düzeyde yer alan öğrencilerimizin sayısı %1,3 iken öğrencilerimizin büyük kısmının 2. Düzeyde yer aldığı görülmektedir. 2. Düzeyin altında yer alan öğrencilerimizin sayısı ise % 42,2'dir. Yani öğrencilerimizin büyük çoğunluğu karmaşık problem durumlarıyla başa çıkamamaktadır.

Ülkemiz 33 OECD ülkesi arasında 32. sırada yer alırken uygulamaya katılan 65 ülke arasında 41. Sırada yer almıştır. Öğrencilerin matematik performanslarının okul türüne göre dağılımına bakıldığında en başarılı performans gösteren öğrenci grubunun Fen Lisesi öğrencilerinden oluştuğu en başarısız performanslı öğrencilerin ise ilköğretim okullarına devam eden öğrencilerin oluşturduğu görülmektedir. Matematik okuryazarlığı performanslarının cinsiyete göre değişimine baktığımızda erkek öğrencilerin kız öğrencilerden daha başarılı performans gösterdiği görülmektedir.

PISA (2009) sonuçlarının PISA (2006) sonuçlarıyla karşılaştırdığımızda matematik okuryazarlığı alanında 21 puan artış yakaladığımızı görmekteyiz. Bu artışın yakalanmasında Temel Eğitim Reform'u, 2004'te Öğretim Programları Reform'u, PISA uygulamalarına yönelik öğrenci ve öğretmenlerin bilinçlenmesi ve bu uygulamaya dayalı bilinçlendirmenin artmış olması bu artışın arkasındaki nedenlerden bazıları olabilir.

PISA (2012) matematik okuryazarlığı alanında sonuçlara bakıldığında (EARGED, 2015): Ülkemiz öğrencilerinin büyük çoğunluğu 2. düzeyde yer almaktadır. Ülkemizin PISA (2003-2012) yılları arasındaki matematik performansında artış olup bu artış %25 olarak belirlenmiştir. Öğrencilerimizin %67,5 düzey 2, %32,5 düzey 3, %6 sı ise düzey 5 ve düzey 6'da yer almaktadır. Erkek ve kız öğrencileri arasındaki puan farkı 8 olup erkek öğrenciler kız öğrencilerden daha başarılı performans sergilemiştir. Ülkemiz 65 ülke içerisinde matematik okuryazarlığı alanında sırasının 44 olduğu görülmüştür. Öğrencilerimiz düşük performans bakımından 2003 ve 2012 arasında -10,2 puanlık bir değişim göstermiştir. Bu sonuç bize düşük düzeyde yer alan öğrenci sayısında bariz bir azalma olduğunu göstermektedir. 2003 ve 2012 arasında yüksek performans gösteren öğrenci yüzdesi 0,4 puanlık bir değişim göstermiştir bu değişim bize yüksek performans gösteren öğrenci sayısında neredeyse değişim olmadığını göstermektedir. Okul türleri arasında en başarılı performans fen lisesi, en düşük performans ise ilköğretim olduğu görülmektedir. Ayrıca meslek liselerinin başarısı ise diğer lise türlerinin altında yer almıştır. Ayrıca ülkemiz matematik alanında 65 ülke içinde sıralaması 44 olmuştur.

PISA (2015) sonuçlarına göre ülkemizin matematik okuryazarlık durumu Şu Şekildedir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2016): PISA (2015) uygulaması 35 OECD ülkesi toplam 72 ülke ve toplam 540.000 öğrenci ile gerçekteŐmiştir.

PISA (2015) uygulamasına 61 ilden toplam 5895 öğrenci katılmıştır. Bu uygulamada ülkemizin matematik ortalaması 420 bütün ülkelerin ortalaması ise 461 olup ülkemiz matematik okuryazarlığı alanında ortalamanın altında kalmıştır. Türkiye bazında kız ve erkek öğrenciler arasındaki puan farkı 6 olup erkek öğrenciler kız öğrencilerden daha başarılı performans sergilemiştir.

PISA 2009 matematik okuryazarlığı ortalama puanı 445 2012 yılı ortalama puanı 448, 2015 yılı ortalama puanı 420 olup 2009 ve 2012 yıllarına göre daha düşük performans göstermiştir. Ülkemizde alt düzeyde olan düzey 1 ve düzey 2 deki öğrenci sayısı (%51,3) artarken daha üst düzeylerdeki (5. ve 6.) öğrenci sayısı (%2,01) ise azalmıştır.

Okul türleri bakımından karşılaştırıldığında fen lisesi öğrencilerinin matematik başarı puanlarının en yüksek olduğu görölmektedir. En düşük başarı ise ortaokullara devam eden öğrencilere sahiptir. Ayrıca öğrenci başarısını etkileyen faktörlerden bazıları ise Şu Şekilde sıralanmıştır: Fırsat eşitliği sosyo- ekonomik göstergeler, öğrencilerin gelecekteki akademik anlamdaki beklentileri, öğrenme için ayrılan vakit, öğrenci devamsızlığı, okul öncesi eğitim durumu, öğretmenlerin mesleki gelişimleri, öğrenmeyi engelleyen öğretmen davranışları, okul kaynakları, öğretmen başına düşen öğrenci sayısı olarak belirtilmiştir.

PISA (2018) uygulamasında ülkemizin matematik okuryazarlığı verileri Şu Şekildedir (MEB, 2019): Ülkemiz 79 ülke içinde matematik okuryazarlığı alanındaki sırası 42 olmuştur. Ülkemizin matematik okuryazarlığı ortalama puanı 454 genel ortalama ise 459 olup ortalamaya yakın bir başarı göstermiştir.

2003 yılında 423, 2006 da 424, 2009 da 445, 2012 de 448 2015 de 420 ve 2018 de 454 puan ile daha önceki uygulamalardan daha başarılı performans sergilemiştir. Bu uygulamada 1. düzey ve altında bulunan öğrencilerin sayısı azalırken 2. düzey ve üzerinde bulunan öğrenci oranı 2018'deki uygulamaya kıyasla %14,7 artmıştır. Bu sonuçtan hareketle matematik performansının diğer yıllara oranla daha iyi bir noktaya geldiğini görmekteyiz. Ortaöğretim okul türleri arasındaki matematik performansına bakıldığında en yüksek başarıyı Fen Lisesi öğrencileri gösterirken en düşük başarıyı ise çok programlı Anadolu Lisesi öğrencileri göstermiştir. PISA 2018'de PISA uygulamasında

diğer yıllarda görüldüğü üzere cinsiyet değişkeni açısından kız öğrenciler erkek öğrencilerden daha başarılı olmuştur.

PISA uygulamasının yapılma nedeni, öğrencilerin okulda öğrendikleri bilgileri gerçek hayata uyarlayabilme becerisi, akademik başarılarını yordama, okulda öğrenilen bilgileri farklı yerlerde de kullanabilme becerini ölçmektir (OECD, 2016). Ülkemizin PISA (2003, 2006, 2009, 2012, 2015, 2018) matematik okuryazarlığı becerileri sonuçları incelendiğinde ülkemiz öğrencilerinin matematik okuryazarlık düzeylerinin ortalamasının altında kaldığını görmekteyiz. Öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun karmaşık matematiksel durumları yapamadığı anlaşılmaktadır. Bu durumun pek çok nedeni olabilir. Bu konuda yapılan araştırmalar incelendiğinde; okul matematiği 19. yüzyıl Avrupa matematiğinden ortaya çıkan ve sömürgecilik yoluyla tüm dünyaya yayılan bir geçmişe dayanmaktadır. Bu müfredat ilköğretimde aritmetik ile başlar ortaokuldan üniversiteye kadar cebir, geometri, trigonometri, fonksiyon ve analize doğru ilerler (Steen, 2001). Bu durumda okulda öğretilen matematik öğrencilerin test çözmelerine ve sınavları geçmelerine yardımcı olan bir disiplin hâline gelmiştir. Bu durum öğrencinin matematiğin işlevini anlayamamasına ve günlük hayattaki karşılığını görmesine engel olabilir.

Kolar ve Hodnik (2020)'e göre, PISA sonuçlarında öğrencilerin matematik okuryazarlığı becerisinin düşük olmasının bazı nedenleri öğretmenin rolü, matematik ve bilgisayar okuryazarlığının ilişkilendirilmemesi ve ders kitaplarının PISA sınavlarına uygun düzenlenmemiş olmasıdır. Aynı zamanda derslerin büyük çoğunluğu içerik bakımından konunun öğretilip konu ile alakalı soru ve problemlerin yer aldığı kaynaklardır. Yani matematik okuryazarlık becerisinin üzerinde odaklanmayan kaynaklardır. Bu durumda PISA sınavlarındaki olumsuz tablonun nedenleri arasında gösterilebilir. Öğrencilerin PISA uygulamasındaki başarılarını etkileyen en önemli faktörlerden biri de öğretmen kalitesidir.

Ülkemiz açısından PISA uygulamasındaki durumumuz göz önüne alındığında eğitim sisteminde öğrencilerin matematik okuryazarlığı düzeylerini arttırma odaklı reform hareketlerinin yapılması oldukça önemlidir (Kabael ve Barak, 2016). PISA (2022) uygulamasında Türkiye 81 ülke arasında matematik okuryazarlığı alanında 39. sırada yer almış ve matematik alanındaki ortalaması 33 puan artmış olup diğer ülkelerde 2018 uygulamasına göre kıyaslandığında öğrenci performansında düşüş yaşanırken Türkiye' de öğrenci performansında değişim yaşanmamıştır (MEB, 2023). Bu durum okullarda verilen eğitimin farklı sosyoekonomik seviyedeki öğrencileri göz önüne alarak verilmesi yani fırsat eşitliğinin dikkate alındığı, eğitime ayrılan

kaynağın artması, okul kaynaklarındaki eksikliklerin giderilmesi, eğitimde dijital kaynakların kullanımının arttırılması Türkiye'nin matematik alanındaki performansındaki artışın nedenleri arasında gösterilmiştir (MEB, 2023). Bu durum okullarda eskiye oranla öğrencilerin matematik okuryazarlığı alanındaki gelişimlerine daha fazla önem verildiğini göstermektedir.

KAYNAKÇA

- Aşıcı, M. (2009). Kişisel ve sosyal bir değer olarak okuryazarlık . *Değerler Eğitimi Dergisi*, 7(17) , 9-26 . <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ded/issue/29183/312492>
- Bolstad, O.H. (2020). Secondary teachers' operationalisation of mathematical literacy. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 8(3), 115-135.
- Bozkurt, I. & Altun, M. (2019). Matematik okuryazarlığı problemlerinin diğer problem türlerinden farkı: Ortaokul öğrencilerinin değerlendirmeleri. *Academy Journal of Educational Sciences*, 3(2), 165-176. 10.31805/acjes.569937
- Cansoy, R. (2018). Uluslararası çerçevelere göre 21.yüzyıl becerileri ve eğitim sisteminde kazandırılması. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 7(4) , 3112-3134. 10.15869/itobiad.494286
- Ceziktürk, Ö. (2019). Matematik öğretmen adaylarında bilişsel stil, görsel matematik okuryazarlığı ve matematik başarıları ilişkisinin incelenmesi: Simetri örneği. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*, Ekim 2019 özel sayısı, 589-606. 10.21733/ibad.617869
- Çekici, E. & Yıldırım, H. (2011). Matematik eğitimi üzerine bir inceleme. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 31(2), 175-196. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/muiibd/issue/498/4452>
- Eğitim Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı (2005). *PISA 2003 projesi ulusal nihai rapor*, Ankara.
- Eğitim Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı, (2010a). *PISA 2006 projesi ulusal nihai rapor*, Ankara.
- Eğitim Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı, (2010b). *PISA 2009 uluslararası öğrenci değerlendirme programı ulusal ön rapor*, Ankara
- Eğitim Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı, (2015). *PISA 2012 araştırması ulusal nihai rapor*, Ankara.
- Ersoy, Y. (2003). Teknoloji destekli matematik eğitimi-I: Gelişmeler, politikalar ve stratejiler. *İlköğretim Online* 2(1),18-27.
- Güney, Z. , Özkoç, M. & Korkmaz, N. (2016). Matematik felsefesi ve eğitimine dair . *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(2), 54-72. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/muefd/issue/40190/478488>
- Işık, A. , Çıltaş, A. & Bekdemir, M. (2008). Matematik eğitiminin gerekliliği ve önemi. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 0(17) , 174-184 . <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ataunikkefd/issue/2770/37025>

- Jamil, A. F. & Khusna, A.H.(2020). A worksheet characterized by open-ended approach to support student's mathematical literacy. *International Journal of scientific & Technology Research*, 9(4), 1063-1066.
- Kabael,T. & Barak, B.(2016).Ortaokul matematik öğretmenleri adaylarının matematik okuryazarlık becerilerinin PISA soruları üzerinden incelenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 7(2), 321-349.
- Kara, S. (2021). *Öğretmen adaylarının dijital okuryazarlık düzeyleri ile web ortamında bilgi arama ve yorumlama stratejileri arasındaki ilişkinin incelenmesi*. [Yayımlanmış yüksek lisans tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi].Yükseköğretim Ulusal Tez Merkezi. (Tez No: 658838).
- Karakaş, A. & Ezentaş, R. (2021). Yedinci sınıf öğrencilerine verilen matematik okuryazarlığı eğitiminin planlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi. *Millî Eğitim Dergisi*, 50(232) , 225-245. DOI: 10.37669/milliegitim.743329
- Kolar, V. M. & Hodnik, T. (2020). Mathematical literacy from the perspective of solving contextual problems. *European Journal Of Educational Research*. 10(1), 467-483.
- Kurudayıoğlu, M. & Tüzel, S.(2010). 21. yüzyıl okuryazarlık türleri, değişen metin algısı ve Türkçe eğitimi. *Türklük Bilimi Araştırmaları*. 0(298). <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tubar/issue/16969/177280>
- Lange, J. d. (2006). Mathematical literacy for living from OECD-PISA perspective. *Tsukuba Journal of Educational Study in Mathematics*, 25.
- Lestari, Y., As'ari, A.,R. & Makbul,M. (2021). Analysis of students' mathematical literacy skill in Solving PISA mathematical problems. *MaPan: Jurnal Matematika dan Pembelajaran*. 9(1), 102-118.
- Makari, E.K. & Kasandi, C.D.,(2013). The use of contextualised teaching and learning in grade 11 and 12 mathematics classrooms in Gobabis, Namibia. *Journal for Studies in Humanities and Social Sciences* .2(1).73-85.
- Martin, H. (2007). Mathematical Literacy. *Principal Leadership*, 7(5), 28-31.
- Maryani, N. & Widjajanti, D. B. (2020). Mathematical literacy: How to improve it using contextual teaching and learning method?. *In Journal of Physics: Conference Series* 1581(1), 1-7.
- McCrone, S.S. & Dossey, J.A. (2007). Mathematical literacy - it's become fundamental. *Principal Leadership*, 7(5), 32-37.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2016). *PISA 2015 Ulusal Raporu*. Milli Eğitim Bakanlığı, Ölçme, Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara. https://odsgm.meb.gov.tr/test/analizler/docs/PISA/PISA2015_Ulusal_Rapor.pdf
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2019). *PISA 2018 Türkiye ön raporu*. Eğitim Analiz ve Değerlendirme Raporları Serisi, No:10, Ankara. <http://pisa.meb>.

gov.tr/eski%20dosyalar/wp-content/uploads/2020/01/PISA_2018_Turkiye_On_Raporu.pdf

- Millî Eğitim Bakanlığı (2023). PISA 2022 OECD ülke raporu (Türkiye). Ölçme, Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Ojose, B. (2011). Mathematics literacy: Are we able to put the mathematics we learn into everyday use?. *Journal of Mathematics Education*, 4(1), 89-100
- Organisation for Economic Co-operation and Development (2016), Education at a Glance 2016: OECD Indicators, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.187/eag-2016-en>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2019). *PISA 2018 results (Volume V): Effective policies, successful schools*. PISA, OECD Publishing.
- Özdemir, E. & Gür, H. (2011). Matematik kaygısı-endişesi ölçeğinin (MKEÖ) geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Eğitim ve Bilim*, 36(161), 39-50.
- Özgen, K & Bindak, R. (2008). Matematik okuryazarlığı öz-yeterlik ölçeğinin geliştirilmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*. 16(2), 517-528. <https://dergipark.org.tr/en/pub/kefdergi/issue/49100/626538>
- Özturan Sağırılı, M., Çakmak, Z., Baş, F., Okur, M. & Bekdemir, M. (2015). Sosyal bilgiler eğitimi öğretmen adaylarının matematiğe ilişkin bakış açıları. *Ege Eğitim Dergisi*, 16(1), 200-224. 10.12984/eed.21198
- Poyner, A (2018). Mathematical literacy and the secondary student. Senior Honors Theses. 122. https://scholarworks.uno.edu/honors_theses/122
- Pugalee, D. K. (1999). Constructing a model of mathematical literacy, *The Clearing House*, 73(1), 19-22.
- Rizki, L.M. & Priatna, N.(2019) Mathematical literacy as the 21st century skill. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(4), 1-5. Article 042088. 10.1088/1742-6596/1157/4/042088
- Steen, L.A. (2001). *Mathematics and democracy: The case for quantitative literacy*. Princeton, NJ: National Council on Education and the Disciplines.
- Tekin, B. & Tekin, S.(2004). Matematik öğretmen adaylarının matematiksel okuryazarlık düzeylerine üzerine bir araştırma. *MATDER*, <http://www.matder.org.tr>.
- Türk Dil Kurumu. (2019). Türk dil kurumu sözlükleri. <http://tdk.gov.tr>
- Umay, A. (1996). Matematik eğitimi ve ölçülmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 12, 145-149.

Somut Olmayan Bir Kültürel Miras: Matematiğe Uyarlanan Geleneksel Çocuk Oyunları

Mihriban Hacısalihoğlu Karadeniz¹

Özet

Bu çalışmanın amacı somut olmayan kültürel mirasın aktarım aracı olan geleneksel çocuk oyunlarının ele alınan sınıf düzeyine göre matematiğe nasıl uyarlandığına ve süreçte nasıl uygulanabileceğine dair ipuçlarına yer vermektir. Bu bağlamda matematik dersi öğretim programının dört öğrenme alanından seçilen kazanımlar, geleneksel çocuk oyunlarına uyarlanarak sunulmuştur. Türk kültüründeki çocuk oyunlarının, diğer kültürlerdeki oyunlarda karşımıza çıktığı, bazen adının, kullanılan araç-gereç-malzemenin, hazırlanan materyallerin ya da oynanışındaki farklılıkların göze çarptığı ancak “oyunun” tüm dünyada aslında aynı “oyun” olduğu görülmektedir. Dolayısıyla her ulusun geleneksel oyunlarını matematiğe uyarlayarak iç içe geçmiş başta Türk kültürü olmak üzere bütün kültürleri yaşatmaya çalışmak büyük bir zenginliktir. Matematiğin keşfinden bu yana yüzyıllardır var olan büyüğü oyunlar sayesinde matematiğin eğlenceli dünyasının kapılarını aralar. Matematiğe ilgi duymayan bazı öğrenciler matematiğin büyüğü dünyasına bir adım atabilseler, matematiğin zor olması gerçeğinin yanında aslında eğlenceli bir uğraş olduğunu, işin sırrı çözüldükçe keyif bile alınabildiğini anlayacaklardır. Bu nedenle çocukların matematikten korkmamaları ve matematiği sevmeleri için çocukların matematiği öğrenmesinde, matematiği daha iyi anlamasında ve dersin daha eğlenceli geçmesinde etkili olan geleneksel oyunlar onlara her fırsatta oynattırılmalıdır. Bu sayede, çocukların en çok eğlendikleri ve doğdukları andan itibaren sahip oldukları oyun oynama isteğini harekete geçirerek okul yıllarında ve tüm yaşamında etkili öğrenme sağlamak mümkün olabilir. Dolayısıyla uyarlanan geleneksel çocuk oyunları sayesinde matematik öğretmenlerinin de geleneksel çocuk oyunları ve bu oyunların nasıl uyarlandığı hakkında bilgilendirilerek süreçte zaman zaman bu oyunları kullanmaya alışmaları sağlanabilir. Böylelikle farklılıklarımızın olduğu bu uzayda, akademik başarısı düşük, akranlarından yavaş ya da farklı öğrenen çocukların da olduğu gözden kaçırılmamış, onlara farklı bir yöntem olan oyunla matematiği sevdirmeye ve matematik öğretme yoluna gidilmiş olunabilir.

1 Doç. Dr., Giresun Üniversitesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, mihrideniz61@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-7836-6868

1. Giriş

Oyun, oyuncuların belli kurallar çerçevesinde mücadele ettiği, yarıştığı, bu mücadelenin/yarışmanın sonunda gözlenebilen bir sonucun ortaya çıktığı bir süreçtir (Salen & Zimmerman, 2004: 33). Kurallar, amaçlar, oyunda verilen geri bildirimler, mücadele etme, yarışma, heyecan, etkileşim, sunum ve hikâye gibi bileşenleri olan (Prensky, 2001: 11) oyunun elbette birçok farklı türü vardır. Bu oyunlardan bazıları; kart/masa oyunları, zekâ oyunları, eğitsel bilgisayar oyunları, geleneksel çocuk oyunları biçiminde sıralanabilir. Bunlardan geleneksel çocuk oyunları aşağıda sunulmuştur.

1.1. Somut Olmayan Kültürel Mirasın Aktarım Aracı: Geleneksel Çocuk Oyunları

Gelenek; bir toplumun geçmişi ile ilişkili olması nedeniyle saygınlık kazanan ve nesiller boyu devam eden davranışlar bütünüdür (Millî Eğitim Bakanlığı Mesleki Eğitim ve Gelişimin Güçlendirilmesi Projesi [MEGEP], 2009: 14). Geleneksel oyunlar ise; bir toplumda üretilen ve kültürel değerlerini yansıtan, kuşaktan kuşağa aktarılan ve kuralları olan oyunlardır. Çocukların bilişsel, sosyal-duygusal ve devinimsel gelişimine çok önemli katkıları olan geleneksel oyunlarda; bazen sadece bilmece bilmeyi, mâni, türkü, tekerleme ve şarkı söylemeyi, dans etmeyi içermekte, bazen de birtakım araç-gereç ya da materyallerin kullanılmasını gerektirmektedir (Emin, 2019: 3). Bu oyunlar, 2003 yılında UNESCO tarafından kabul edilen “Somut Olmayan Kültürel Mirasın Korunması Sözleşmesi’nde” korunması gerektiği vurgulanan ve somut olmayan kültürel mirasın bir aktarım aracı olarak kullanılan halk kültürü ürünleridir (Toksoy, 2010: 219). Geleneksel çocuk oyunları yegâne değerlerimizden olup, şehirli olma duygusu, bilgi iletişim teknolojisinin gelişmesi ve çocuklara cazip gelecek türden yenilikler içermesi bu oyunların göz ardı edilmesine yol açmış (Aşçı vd., 2010: 5; Oğuz ve Ersoy, 2005: 13) dolayısıyla unutulmaya yüz tutmuştur (Aliyeva-Esen, 2008: 360). Geleneksel çocuk oyunlarının tanıtılması, eğitimde kullanılması, geliştirilerek koruma altına alınması sayesinde bu oyunlar gelecek kuşaklar için bir köprü olacaktır (Aşçı vd., 2010: 5; Oğuz ve Ersoy, 2005: 3). Çünkü somut olmayan mirasın aktarım aracı, aynı zamanda bir yöntem olan oyun; doğasında birçok kavramı içerdiği düşünüldüğünde, ilköğretim öğrencilerine mirasımızı aktarma ve severek matematik öğrenmelerine destek olma amacıyla bir yol olarak tercih edilebilir (Hacısalihoglu Karadeniz, 2017: 3).

Türkiye’nin farklı bölgelerinde geçmiş yıllarda oynanan geleneksel oyunların evde, evin dışında, bahçede, köyde, dere kenarında, sokakta ya da boş bir arazide oynanan çocuk oyunları oldukları, bu oyunların

bireysel oyunlar olmayıp, oynayan çocukların hep birlikte ya da gruplara/ takımlara ayrılarak oynadıkları oyunlar olduğu bilinmektedir. Son yıllarda ise çocukların oynadıkları oyunların gittikçe bireyselleştiği, çocukları da sosyal ortamdaki uzaklaştırdığı, eskiden oynanan geleneksel oyunların dolayısıyla geleneksel çocukluğun da kaybolup gittiği gözler önüne serilmektedir (Başal, 2007: 264). Bunun doğal bir sonucu olarak çocukların oynadıkları oyun sayısının, çeşidinin ve kalabalıklarla oynanan takım oyunlarının giderek azaldığı görülmektedir (Artar vd., 2004: 129). Türkiye’de oynanan geleneksel çocuk oyunlarının dünyanın başka ülkelerinde olduğu gibi toplumun modernleşmesiyle, bilgi iletişim teknolojilerinin gelişmesiyle var olan geleneksel özelliklerini kaybettiğini, dolayısıyla çocukların eve, bunun sonucu olarak da içine kapanarak yalnızlaştığı ve doğal çevresinden uzaklaştığı düşünölmektedir. Oysa çocuklar, geleneksel oyunları oynarken ya da özgün bir oyun kurarken aslında özgürce düşüncesini gerçekleştirerek kendini ifade eder (Başal, 2007: 245). Bununla birlikte geleneksel oyunlar çocuğun sosyalleşmesini sağlarken, bazı oyunlarda kullanılan tekerlemeler ile dil gelişimini desteklemekte doğru ve düzgün konuşma becerisini kazandırmakta, çocuğun toplum kavramını, kültürel değerlerin varlığını anlamasını sağlamaktadır (Özden Gürbüz, 2016: 536; Sümbüllü ve Altınışık, 2016: 84). Dahası birçok bilgi ve becerinin farkında olmadan oyun sürecinde kazanıldığını, oyun oynayan çocuklarda öz yönetim, dil-iletişim, problem çözme, sonuca ulaşma, önderlik, birlikte çalışma ve grup olabilmek becerilerinin olumlu yönde gelişmesinin öngöröldüğünü ifade etmektedir (Girmen, 2012: 271). Kısaca oyun esnasında kazanılan becerilerden bazıları grupla karar alma, sayılarla işlem yapma, plan yapma, strateji belirleme ve belirlenen stratejiye uygun hareket etme, veri işleme, iletişim kurma, sorgulama gibi becerilerdir (Kirriemur & McFarlane, 2004: 3). Dolayısıyla çocukların hayal dünyasını zenginleştiren geleneksel çocuk oyunlarının, çocuğun sadece bilişsel gelişimini değil aynı zamanda dil gelişimini de desteklediği düşünöldüğünde (Başal, 2007: 245), süreçte geleneksel çocuk oyunları kullanılarak öğrencilerin matematiksel dilin farkına varmaları mümkün olabilir (Hacısalihoğlu Karadeniz, 2017: 6). Sonuç olarak oyunlar, çocukların sosyal-duygusal, fiziksel ve akademik olarak desteklemenin yanında bilişsel gelişimlerini de desteklemektedir (Badegruber, 2006: 2; Tatira, 2014: 167).

1.1.1. Somut Olmayan Kültürel Mirasın Aktarım Aracı Olan Geleneksel Çocuk Oyunlarının Matematige Uyarlanması

Bu çalışmanın amacı, geleneksel çocuk oyunlarının ele alınan sınıf düzeyine göre matematiğe nasıl uyarlandığına ve süreçte nasıl uygulanabileceğine

dair ipuçlarına yer vermektir. Türk kültüründeki çocuk oyunlarının, diğer kültürlerdeki oyunlarda karşımıza çıktığı, bazen adının, kullanılan araç-gereç-malzemenin, hazırlanan materyallerin ya da oynanışındaki farklılıkların göze çarptığı ancak oyunun tüm dünyada aslında aynı “oyunlar” olduğu görülmektedir. Dolayısıyla her ulusun geleneksel oyunlarını matematiğe uyarlayarak iç içe geçmiş başta Türk kültürü olmak üzere bütün kültürleri yaşatmaya çalışmak büyük bir zenginliktir (Hacısalıhoğlu Karadeniz, 2022: XXII). Günlük hayatta karşılaştığımız bazı insanlar matematikten çok fazla hoşlanmaz, hatta ondan korkarlar (Nesin, 1989: 83). Oysa matematik zor, bir o kadar da eğlencelidir! Diğer taraftan matematiğin keşfinden ya da icadından bu yana yüzyıllardır var olan büyüsi oyunlar sayesinde matematiğin eğlenceli dünyasının kapılarını aralar. Matematiğe ilgi duymayan bu insanlar matematiğin büyüdü dünyasına bir adım atabilseler, matematiğin zor olması gerçeğinin yanında aslında eğlenceli bir uğraş olduğunu, işin sırrı çözüldünce keyif bile alınabildiğini anlayacaklardır. Bu nedenle çocukların matematiğin korkulacak değil sevicecek bir ders olduğunu anlamaları sağlanabilir (Nesin, 1989: 85). Bunun yanı sıra çocukların matematiği eğlenerek öğrenmeleri için matematiği daha iyi anlamalarında etkili olan geleneksel oyunları her fırsatta oynamalarına fırsat verilmelidir (Hacısalıhoğlu Karadeniz, 2017: 2258). Böylelikle çocukların en çok eğlendikleri ve doğdukları andan itibaren sahip oldukları oyun oynama isteğini harekete geçirerek okul yıllarında ve tüm yaşamında etkili öğrenme sağlamak mümkün olabilir (Pivec, 2007: 387).

Matematik dersi öğretim programında yer alan bazı terim/kavram ya da kazanımların öğretiminde oyunlara yer verilmeye çalışılmasının uygun olduğu belirtilmektedir. Kavramların öğrenme-öğretme süreçlerine, içerikleriyle ilişkili olan ve uygun görülen bölümlerde matematik oyunlarının dahil edilmesine çalışılmalıdır (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018: 15). Bu bağlamda, geçmişten günümüze kadar soyut ve sembolik olduğu düşüncesiyle öğrenilmesinde zorluklar yaşanıldığı düşünülen matematikte geleneksel oyunların süreçte uygulanması öğrencilere; soyut olan bazı kavramların somutlaştırılmasını ve daha kolay öğrenilmesini, ona değer vermesini, olumlu tutum geliştirmesini destekleyebilir (Hacısalıhoğlu Karadeniz, 2018: 297; MEB, 2009: 13, 2013: I). Ayrıca öğrencilerin olumlu tutum geliştirmelerinin başarıyı arttırdığı bilgisinden yola çıkılarak; konu, kavram ve kazanımlarla ilişkilendirilerek, gerekli görülen kısımlarda matematik oyunlarına yer vermeye çalışılmasının uygun olduğu düşünülmektedir (MEB, 2018: 15).

Matematisel düşünmenin temellerinin atıldığı gerçek hayat deneyimleri üzerine kurulmuş gelişimsel bir fırsat olan oyun (Songur, 2006: 38) ile akıl yürütme, ilişkilendirme ve mantıksal çıkarıma aktivitelerine dayanan

matematik (Baki, 2008: 12), birlikte ele alındığında aslında çocukluktan itibaren oynanan oyunlar içinde de bu aktivitelerin varlığından söz edilebilir. Dolayısıyla matematiksel kavram ya da konuları, çocukların isteyerek yaptıkları çeşitli etkinliklerle ve keyif alarak oynadıkları oyunlarla öğretilmesinin uygun olduğu düşünülmektedir (Tural, 2005: 128). Böylece çocuk oyun oynarken aslında matematiği nasıl kullanması gerektiğinin farkına varabilir. Çocuk, oyun oynarken süreçte ortaya çıkan bir problemi çözerken, modelleme yaparken, akıl yürütürken, ilişkilendirirken, araştırırken, açıklarken (Baki, 2018: 93), oyun materyalini ya da malzemesini kullanırken farkında olarak ya da olmayarak matematiği kullanır. Dolayısıyla oyun oynarken matematiği kullanan çocuk da; büyüklük, şekil, renk, boyut, ağırlık, hacim, ölçme, sayma, tartma, zaman, mekân, uzaklık, uzay ile ilgili matematiksel kavramları da öğrenebilir (Seyrek, 1991: Akt. Yalım, 2009: 64). Buna ek olarak geleneksel oyunlar sürece dâhil edilerek öğretim programında yer alan bütün öğrenme alanı ile ilgili kazanımlara ulaşılarak istenilen kavram/terimlerin öğretimi sağlanabilir (Hacısalihoğlu Karadeniz, 2017: 2258). Ancak öğrencilere matematik öğretirken oyun oynamaktan, oyun oynatırken de matematik öğrenmekten uzaklaştırmamak gerekir. Daha açık söylemek gerekirse, çocuğa oyun oynatırken matematikten soğutmamak ya da biktürmamak gerek! Kısaca oyun oynayan çocuk, matematik ile ilgili “Bir Kavram Bir İşlem” öğrensın yeter! (Hacısalihoğlu Karadeniz, 2022: XXIII).

Literatüre bakıldığında birçok çalışmada oyunun sayılamayacak çoklukta katkısından söz edilse de öğretim ortamlarına uyarlanan oyun uygulaması yok denecek kadar azdır (Linehan vd., 2011: 1979). Üstelik oyunların farklı alanlara uyarlanmasında nasıl adımlar atılması gerektiği düşünülmesi gereken bir durumdur (de Freitas, 2018: 76). Bu durumu özetlemek gerekirse, oyunları bir öğretim ortamına uyarlarken pek çok karmaşık kaynağın düzenlenmesinin düşünöldüğü kadar kolay olmayacağı söylenebilir (de Freitas, 2018: 80; Marklund & Alklind Taylor, 2016: 134). Bu düşüncelerden hareketle bu çalışmada; 5. ve 6. Sınıf öğrencilerinin öğrenecekleri bazı kavramların geleneksel oyunlarla öğretilmesine ya da bu kavramların oyun yoluyla pekiştirilmesine çalışılmıştır. Bu bağlamda aşağıda matematik dersi öğretim programının dört öğrenme alanından seçilen kazanımlar, geleneksel çocuk oyunlarına uyarlanarak sunulmuştur:

1.1.1.1. Matematiğe Uyarlanan Geleneksel Çocuk Oyunlarının Uygulamaları

I-Oyun Adı: Aç Kapıyı Bezirgân Başı

Oyunun Sınıf Seviyesi: 5.Sınıf

Öğrenme Alanı: Geometri ve Ölçme

Alt Öğrenme Alanı: Uzunluk ve Zaman Ölçme

Oyunla Ulaşılmak İstenen Kazanımlar:

Zaman ölçme birimlerini tanıır, birbirine dönüştürür ve ilgili problemleri çözer.

i) Saniye, dakika, saat, gün, hafta, ay ve yıl ele alınır.

ii) Zaman yönetimi ile ilgili problemler ele alınır.

Oyunun Amacı: Zaman ölçme birimlerini tanıtmak, birbirine dönüştürmek ve ilgili problemleri çözmek.

Oyunun Oynandığı Ülke/Şehir/Yöre Adı: Türkiye

Takım/Grup/Kişi Sayısı: Oyunun turları 5-6 kişiden oluşabilir.

Kullanılan Malzemeler: Kâğıt, kalem.

Hazırbulunuşluk: Zaman ölçme birimleri arasındaki ilişkiyi açıklama, yıl-hafta, yıl-gün, dakika-saniye arasındaki ilişkiyi açıklama. Zaman ölçme birimlerinin kullanıldığı problemleri çözmek.

Oyun Oynanırken Ortaya Çıkan Matematiksel Kavramlar: Saniye, dakika, saat, gün, hafta, ay, yıl.

Oyunun Oynandığı Yer: Sınıf dışı ortam, okul bahçesi.

Oyun Nasıl Oynanır:

Aç Kapıyı Bezirgân Başı Oyunu

Sayışmayla iki oyuncu ebe seçilir, ebe olan oyuncular, kendilerine varlık isimlerinden (meyve, ağaç, çiçek vb.) birer tane seçerler. Ebeler karşılıklı el ele tutuşurlar. Oyunun ezgisini söylerler. Diğer oyuncular ebelerin kollarının altından sırayla geçerler.

Aç kapıyı bezirgân başı, bezirgân başı.

Kapı hakkı ne verirsin ne verirsin?

Arkamdaki yadigâr olsun, yadigâr olsun.

Ezgi bittiğinde ebeler oyuncuları sırasıyla kollarının arasına alarak “Bir sıçan, iki sıçan, üçüncüsü deliğe kaçan” derler. Üçüncü oyuncuya gizlice ebelerin seçtiği varlık isimleri sorulur. Oyuncu, hangi varlığı seçerse o ebenin arkasına geçer. Oyuncuların tamamı ebelerin arkasına geçtiğinde oyun alanının ortasına çizgi çizilir. Seçilen ebeler, arkasındaki oyuncularla beraber

çizginin sağına ve soluna yerleşirler. İki grubun oyuncuları birbirini çekerler. Çizgiyi geçen grup oyunu kaybeder (Aşçı vd., 2010: 11).

Oyunun Matematiğe Uyarlanması (Oyun Süreci):

Birinci derste öğretimsel uygulamaları tamamlayan öğretmen, ikinci derste öğrencilere zaman ölçme birimlerini daha iyi kavramak için anasınıfından bu yana oynadıkları ve çok sevdikleri Aç Kapıyı Bezirgân Baş adlı oyunu oynatmayı planlar. Öğretmenin amacı oyun yoluyla öğrencilerin, zaman ölçme birimlerini tanınmasını, birbirine dönüştürmesini sağlamak, değerlendirme yapmak, öğrencilerin eksik öğrenmelerini tespit etmektir. Öğretmen, bunun için birtakım hazırlıklar yapar. Önce öğrencileri gruplara ayırır, her gruba saniye, dakika, saat, gün, hafta, ay ve yılı ele alarak, zaman ölçme birimlerine ilişkin sorular hazırlamalarını söyler. Öğrenciler de grup çalışmasında en güzel soruları yazmak için gayret ederler. Her grubun başkanı, bulduğu soruları öğretmen ve arkadaşlarına gösterir. En güzel sorular seçilir. Soruların yazılı olduğu kâğıtlar alınarak hep birlikte sınıf dışına Aç Kapıyı Bezirgân Baş adlı oyunu oynamaya çıkılır. Öğrenciler sayışarak iki oyuncuyu ebe olarak seçerler. Ebeler, zaman ölçme birimlerini birbirine dönüştürme ile ilgili kavramlardan birini seçerler. Ebeler karşılıklı olarak el ele tutuşarak oyunun orijinal ezgisini söylerler. Diğer oyuncular da sırayla ebelerin kollarının altından geçerler.

Ezgi bittiğinde “Saat-Dakika” ve “Saat-Saniye” kavramlarından birini seçen ebeler, oyuncuları sırasıyla kollarının arasına alarak; “Bir sıçan, iki sıçan, üçüncüsü deliğe kaçan” diyerek, oyuncunun kulağına bu kavramlarından birini seçmesini söylerler. Örneğin oyuncu “Saat-Dakika” kavramını seçmiş olsun.

Ebe oyuncuya; “Saat-Dakika birimlerini birbirine dönüştürmeye” ilişkin bir soru sorar.

Ebe: “3 saat kaç dakikadır?” sorusunu sormuş olsun.

Oyuncu da: “1 saat 60 dakika ise 3 saat $3 \times 60 = 180$ dakikadır.” cevabını verirse soruyu soran “Saat-Dakika” ebesinin arkasına geçer. Oyunun sonunda bütün oyuncular ebelerin sorduğu soruların cevabını doğru bilirse soruyu soran ebelerin arkasında sıralanırlar. Arkasında en çok oyuncu olan ebe güçlenir. Oyun alanının ortasına çizgi çizilir. “Saat-Dakika” ve “Saat-Saniye” ebesi arkasındaki oyuncularla birlikte çizginin sağına ve soluna yerleşirler. Takımlar birbirini çekerler, çizilen çizgiyi geçmeyen takım oyunu kazanır.

Ezgi bittiğinde “Saat-Dakika” ve “Saat-Saniye” kavramlarından birini seçen ebeler, oyuncuları sırasıyla kollarının arasına alarak; “Bir sıçan, iki sıçan, üçüncüsü deliğe kaçan” diyerek, oyuncunun kulağına bu kavramlarından

birini seçmesini söylerler. Örneğin oyuncu “Saat-Saniye” kavramını seçmiş olsun.

Ebe oyuncuya; “Saat-Saniye birimlerini birbirine dönüştürmeye” ilişkin bir soru sorar.

Ebe: “Bir saat kaç saniyedir?” sorusunu sormuş olsun.

Oyuncu da: “1 saat= 60 dakika= (60x60) saniye= 3 600 saniye olur.” cevabını verirse soruyu soran “Saat-Saniye” ebesinin arkasına geçer. Oyunun sonunda bütün oyuncular ebelerin sorduğu soruların cevabını doğru bilirse soruyu soran ebelerin arkasında sıralanırlar. Arkasında en çok oyuncu olan ebe güçlenir. Oyun alanının ortasına çizgi çizilir. “Saat-Dakika” ve “Saat-Saniye” ebesi arkasındaki oyuncularla birlikte çizginin sağına ve soluna yerleşirler. Gruplar birbirini çekerler, çizilen çizgiyi geçen grup oyunu kaybeder.

Ezgi bittiğinde “Hafta-Gün” ve “Gün-Saat” kavramlarından birini seçen ebeler, oyuncularını sırasıyla kollarının arasına alarak; “Bir sıçan, iki sıçan, üçüncüsü deliğe kaçan” diyerek, oyuncunun kulağına bu kavramlarından birini seçmesini söylerler. Örneğin oyuncu “Hafta-Gün” kavramını seçmiş olsun.

Ebe oyuncuya; “Hafta-Gün birimlerini birbirine dönüştürmeye” ilişkin bir soru sorar.

Ebe: “Dört hafta kaç gündür?” sorusunu sormuş olsun.

Oyuncu da: “Bir hafta 7 gün ise 4 hafta, $4 \times 7 = 28$ gündür.” cevabını verirse soruyu soran “Hafta-Gün” ebesinin arkasına geçer. Oyunun sonunda bütün oyuncular ebelerin sorduğu soruların cevabını doğru bilirse soruyu soran ebelerin arkasında sıralanırlar. Arkasında en çok oyuncu olan ebe güçlenir. Oyun alanının ortasına çizgi çizilir. “Hafta-Gün” ve “Gün-Saat” ebesi arkasındaki oyuncularla birlikte çizginin sağına ve soluna yerleşirler. Arkasında en çok oyuncu olan ebe güçlenir. Takımlar birbirini çekerler, çizilen çizgiyi geçmeyen takım oyunu kazanır.

Ezgi bittiğinde “Hafta-Gün” ve “Gün-Saat” kavramlarından birini seçen ebeler, oyuncularını sırasıyla kollarının arasına alarak; “Bir sıçan, iki sıçan, üçüncüsü deliğe kaçan” diyerek, oyuncunun kulağına bu kavramlarından birini seçmesini söylerler. Örneğin oyuncu “Gün-Saat” kavramını seçmiş olsun.

Ebe oyuncuya; “Gün-Saat birimlerini birbirine dönüştürmeye” ilişkin bir soru sorar.

Ebe: “Bir gün kaç saattir?” sorusunu sormuş olsun.

Oyuncu da: “Bir gün 24 saattir.” cevabını verirse soruyu soran “Gün-Saat” ebesinin arkasına geçer. Oyunun sonunda bütün oyuncular ebelerin sorduğu soruların cevabını doğru bilirse soruyu soran ebelerin arkasında sıralanırlar. Arkasında en çok oyuncu olan ebe güçlenir. Oyun alanının ortasına çizgi çizilir. “Hafta-Gün” ve “Gün-Saat” ebesi arkasındaki oyuncularla birlikte çizginin sağına ve soluna yerleşirler. Takımlar birbirini çekerler, çizilen çizgiyi geçmeyen takım oyunu kazanır.

Ezgi bittiğinde “Gün-Dakika” ve “Ay-Gün-Saat” kavramlarından birini seçen ebeler, oyuncuları sırasıyla kollarının arasına alarak; “Bir sıçan, iki sıçan, üçüncüsü deliğe kaçan” diyerek, oyuncunun kulağına bu kavramlarından birini seçmesini söylerler. Örneğin oyuncu “Ay-Gün-Saat” kavramını seçmiş olsun.

Ebe oyuncuya; “Ay-Gün-Saat birimlerini birbirine dönüştürmeye” ilişkin bir problem sorar.

Ebe: “Olimpiyatlara hazırlanan bir sporcu 3 ay boyunca günde 4 saat antrenman yaparsa toplam kaç saat antrenman yapmış olur?” problemini sormuş olsun.

Oyuncu da: “Bir ay 30 gün olduğuna göre üç ay 90 gündür. Sporcu bir günde 4 saat antrenman yaparsa doksan günde $90 \times 4 = 360$ saat antrenman yapmış olur.” cevabını verirse soruyu soran “Ay-Gün-Saat” ebesinin arkasına geçer. Oyunun sonunda bütün oyuncular ebelerin sorduğu soruların cevabını doğru bilirse soruyu soran ebelerin arkasında sıralanırlar. Arkasında en çok oyuncu olan ebe güçlenir. Oyun alanının ortasına çizgi çizilir. “Gün-Dakika” ve “Ay-Gün-Saat” ebesi arkasındaki oyuncularla birlikte çizginin sağına ve soluna yerleşirler. Gruplar birbirini çekerler, çizilen çizgiyi geçen grup oyunu kaybeder.

Ezgi bittiğinde “Ay-Gün” ve “Ay-Gün-Saat” kavramlarından birini seçen ebeler, oyuncuları sırasıyla kollarının arasına alarak; “Bir sıçan, iki sıçan, üçüncüsü deliğe kaçan” diyerek, oyuncunun kulağına bu kavramlarından birini seçmesini söylerler. Örneğin oyuncu “Ay-Gün” kavramını seçmiş olsun.

Ebe oyuncuya; “Ay-Gün birimlerini birbirine dönüştürmeye” ilişkin bir problem sorar.

Ebe: “Yaz tatilinde dedenlerde 2 ay kaldıysan, kaç gün tatil yapmış olursun?” problemini sormuş olsun.

Oyuncu da: “Bir ay 30 gün ise iki ay 60 gündür.” cevabını verirse soruyu soran “Ay-Gün” ebesinin arkasına geçer. Oyunun sonunda bütün oyuncular ebelerin sorduğu soruların cevabını doğru bilirse soruyu soran ebelerin

arkasında sıralanırlar. Arkasında en çok oyuncu olan ebe güçlenir. Oyun alanının ortasına çizgi çizilir. “Ay-Gün” ve “Ay-Gün-Saat” ebesi arkasındaki oyuncularla birlikte çizginin sağına ve soluna yerleşirler. Gruplar birbirini çekerler, çizilen çizgiyi geçen grup oyunu kaybeder.

Ezgi bittiğinde “Gün-Ay-Yıl” ve “Ay-Gün-Saat” kavramlarından birini seçen ebeler, oyuncuları sırasıyla kollarının arasına alarak; “Bir sıçan, iki sıçan, üçüncüsü deliğe kaçan” diyerek, oyuncunun kulağına bu kavramlarından birini seçmesini söylerler. Örneğin oyuncu “Gün-Ay-Yıl” kavramını seçmiş olsun.

Ebe oyuncuya; “Gün-Ay-Yıl birimlerini birbirine dönüştürmeye” ilişkin bir problem sorar.

Ebe: “Gazi Mustafa Kemal Atatürk 29 Ekim 1923’te başladığı cumhurbaşkanlığı görevini 10 Kasım 1938’e kadar sürdürmüştür. Gazi Mustafa Kemal Atatürk’ün cumhurbaşkanlığındaki görev süresini bulur musun?” problemini sormuş olsun. Oyuncu da: “Gazi Mustafa Kemal Atatürk cumhurbaşkanlığı görev süresi; 11 gün, 0 ay, 15 yıldır.” cevabını verirse soruyu soran “Gün-Ay-Yıl” ebesinin arkasına geçer. Oyunun sonunda bütün oyuncular ebelerin sorduğu soruların cevabını doğru bilirse soruyu soran ebelerin arkasında sıralanırlar. Arkasında en çok oyuncu olan ebe güçlenir. Oyun alanının ortasına çizgi çizilir. “Gün-Ay-Yıl” ve “Ay-Gün-Saat” ebesi arkasındaki oyuncularla birlikte çizginin sağına ve soluna yerleşirler. Takımlar birbirini çekerler, çizilen çizgiyi geçmeyen takım oyunu kazanır.

Ezgi bittiğinde “Gün-Ay-Yıl” ve “Gün-Saniye” kavramlarından birini seçen ebeler, oyuncuları sırasıyla kollarının arasına alarak; “Bir sıçan, iki sıçan, üçüncüsü deliğe kaçan” diyerek, oyuncunun kulağına bu kavramlarından birini seçmesini söylerler. Örneğin oyuncu “Gün-Saniye” kavramını seçmiş olsun.

Ebe oyuncuya; “Gün-Saniye birimlerini birbirine dönüştürmeye” ilişkin bir problem sorar.

Ebe: “Banyoda bozulan bir musluk bir damla suyu 20 saniyede boş yere akmaktadır. Banyodaki bu musluğun tamir edilmemesi durumunda 1 günde kaç damla su israf olur?” problemini sormuş olsun.

Oyuncu da: “Bir gün 24 saat, bir saat 3 600 saniye olduğuna göre $3\ 600 \times 24 = 86\ 400$ saniye olur. Bozuk musluk 20 saniyede 1 damla suyu boş aktırıyorsa bir günde $86\ 400 : 20 = 4\ 320$ damla su boş akmaktadır.” cevabını verirse soruyu soran “Gün-Saniye” ebesinin arkasına geçer. Oyunun sonunda bütün oyuncular ebelerin sorduğu soruların cevabını doğru bilirse soruyu soran ebelerin arkasında sıralanırlar. Arkasında en çok oyuncu

olan ebe güçlenir. Oyun alanının ortasına çizgi çizilir. “Gün-Ay-Yıl” ebesi ve “Gün-Saniye ebesi arkasındaki oyuncularla birlikte çizginin sağına ve soluna yerleşirler. Gruplar birbirini çekerler, çizilen çizgiyi geçen grup oyunu kaybeder.

Böylece oyunun sonunda saniye, dakika, saat, gün, hafta, ay ve yıl ele alınarak, zaman ölçme birimleri ile ilgili problemler oluşturulabilir. Dolayısıyla öğrenciler oyun sürecinin sonunda ilgili kazanımı pekiştirmiş olurlar.

II-Oyun Adı: Halka

Oyunun Sınıf Seviyesi: 6.Sınıf

Öğrenme Alanı: Sayılar ve İşlemler

Alt Öğrenme Alanı: Kümeler

Oyunla Ulaşılmak İstenen Kazanımlar:

Kümeler ile ilgili temel kavramları anlar.

i) Kümelerin farklı gösterimlerine (liste, ortak özellik ve venn şeması yöntemi) yer verilir.

ii) Küme, eleman, eleman sayısı, boş küme, birleşim, kesişim kavramları verilir. Çalışmalarda kavramsal düzeyde kalınır.

Oyunun Amacı: Kümelerle ilgili temel kavramları anlamak.

Oyunun Oynandığı Ülke/Şehir/Yöre Adı: Antalya Elmalı/Türkiye

Takım/Grup/Kişi Sayısı: 4-8 kişiyle oynanır.

Kullanılan Malzemeler: 10 tane iki farklı renkte Hulahop, ince demir teller ya da plastik borular, toprağa çakmak için 2 tane direk (Zemin uygun değilse marangoza birkaç tane alttan destekli direk yaptırılabilir), kâğıt, kalem.

Hazırbulunuşluk: Sayılar ve İşlemler öğrenme alanı/Doğal sayılarla işlemler, Çarpanlar ve Katlar alt öğrenme alanları.

Oyun Oynanırken Ortaya Çıkan Matematiksel Kavramlar: Küme, eleman, eleman sayısı, boş küme, birleşim kümesi, kesişim kümesi.

Semboller: $\{ \}$, $s(A)$, \emptyset , \in , \cap , U

Oyunun Oynandığı Yer: Sınıf dışı ortam, okul bahçesi.

Oyun Nasıl Oynanır:

Halka Oyunu

Her grupta en az üçer oyuncu bulunacak biçimde iki grup oluşturulur. Gruplar oluşturulurken oyuncular istedikleri kişiyi kendilerine seçebilecekleri gibi, grup başkanları tarafından da oyuncu seçimi yapılabilir. Gruplar, halkalarına göre kendilerini belli ederler. Ardından çemberin isabet etmesi gereken sopa dikilir. Sopanın dikildiği yerden on adım geriye de çizgi çekilir. Atışlar, buradan yapılır. Oyunda amaç, halkaları sopaya geçirmektir. Oyun, önceden kaç el oynanmasına karar verilmişse, o kadar oynanır. Oyun sürecinde, hangi grup halkayı daha fazla sopaya geçirdiyse, oyunu kazanır. Oyunun sonunda kazanan grup ödül olarak, diğer oyuna birinci olarak başlama hakkına sahip olur (Oğuz ve Ersoy, 2005: 41).

Oyunun Matematiğe Uyarlanması (Oyun Süreci):

Öğretmen birinci derste kümeler kavramının öğretimini dolayısıyla kümelerle ilgili temel kavramların öğretimine ilişkin öğrenmeleri ortaya çıkardığını düşünmektedir. O nedenle öğretmen ikinci derste öğrencilerin Kümeler konusundaki temel kavramlarla ilgili öğrenmelerini değerlendirmek amacıyla Halka adlı oyunu oynatmayı planlar.

Öğretmen Halka adlı oyuna başlamadan önce öğrencilerle birlikte oyunda kullanılacak materyalleri hazırlar. Öğrenciler 5'er kişilik iki eşit takıma (gruba) ayrılır. Oyun için önceden hazırlanmış, 2 adet direk, çubuk ya da tahta parçası oyun alanında uygun yere çakılır ya da dikilir (Zemin uygun değilse marangoza birkaç tane alttan destekli direk yaptırılabilir). Öğretmen bu çubuklardan birine "M", diğerine "N" çubuğu adını verir. Bu çubuklardan 3-5 adım kadarlık bir mesafeye de oyuncuların atış yapacakları atış çizgisi çekilir. M ve N takımlarına ayrılan oyuncular, takımlar hâlinde yan yana atış çizgisinin arkasına dizilirler.

Takımlardaki oyuncuların her birine hulahoplar verilir (plastik borudan ya da ince demir tellerden yapılmış, etrafı yünlü ipe sarılmış çemberler de olabilir). İlk tura 10 oyuncu katıldığından 10 tane hulahop kullanılır. Oyun alanındaki M ve N çubuklarına yapılacak atışların aynı anda başlaması öğretmen tarafından sağlanır. Atışlar, atış çizgisinden yapılır. Oyunda amaç, hulahopları sopa ya da çubuklara geçirmektir.

Oyunun birinci turunda, M takımının çubuğa geçirdiği hulahoplardan oluşan kümenin elemanları sayılır. Örneğin bu kümenin eleman sayısı 3 olsun. N takımının da çubuğa geçirdiği hulahoplardan oluşan kümenin elemanları sayılır. N kümesinin de eleman sayısı 5 olsun. N takımının oluşturduğu kümenin eleman sayısı M takımının eleman sayısından fazla olduğu için N takımı bu turun kazananı olur.

Oyunun ikinci turunda, M takımının çubuğa geçirdiği hulahoplardan oluşan kümenin elemanları sayılır. Örneğin, M çubuğuna hiç hulahop atılmamış olsun. Dolayısıyla bu kümenin hiç eleman sayısı olmadığından M kümesi boş küme olur. N takımının da çubuğa geçirdiği hulahoplardan oluşan kümenin elemanları sayılır. N kümesinin de eleman sayısı 4 olsun. N takımının oluşturduğu kümenin eleman sayısı M takımının eleman sayısından fazla olduğu için N takımı bu turun kazananı olur.

Öğretmen, öğrencilerin bir kümeyi oluşturduğunu ve kümeye 6. Sınıf öğrencilerinin kümesi (sınıf kümesi-S kümesi) denilebileceğini söyler. Sınıf kümesindeki her bir öğrencinin de o kümenin (S kümesinin elemanı) birer elemanı olduklarını söyler. Oyuna katılan oyuncuların oluşturduğu kümenin adının da oyuncu kümesi (O kümesi) olduğunu ve O kümesinin eleman sayısının 10 olduğunu söyler. Dolayısıyla öğretmen, 10 elemanı olan kümeyi “O kümesi 10 elemanlı bir küme” olarak ifade eder. Diğer yandan oyun alanındaki hulahopların da o kümenin yani H kümesinin elemanı olduğunu söyler. Öğretmen, oyunculara atışta yere düşen ve çubuklara takılan bütün hulahopların birleşim kümesini oluşturduklarını bu kümeye de hulahopların birleşim kümesi (HB kümesi) olarak adlandırıldığını hatırlatır. Turların sonucunda kazanan takım diğer oyuna birinci olarak başlama hakkı kazanır.

Sürecin sonunda Halka oyunu yoluyla öğrencilerin kümeleri pekiştirmesine yardımcı olur. Ayrıca kazanımın ek bilgisinde ele alınan kavramlar ve liste, ortak özellik ve Venn şeması yöntemi oyun sürecinde ele alınmaya çalışılmıştır.

III-Oyun Adı: Kutu Kutu Pense

Oyunun Sınıf Seviyesi: 6.Sınıf

Öğrenme Alanı: Geometri ve Ölçme

Alt Öğrenme Alanı: Sıvı Ölçme

Oyunla Ulaşılmak İstenen Kazanımlar:

Sıvı ölçme birimlerini tanır ve birbirine dönüştürür.

i) Sıvı ölçme birimleri ile ilgili dönüşümler sadece L, cL ve mL arasında yapılır.

ii) 1 litrenin 1 dm^3 olduğunu fark etmeye yönelik çalışmalar yapılır.

Oyunun Amacı: Sıvı ölçme birimlerini tanımak ve birbirine dönüştürmek.

Oyunun Oynandığı Ülke/şehir/Yöre Adı: Muğla Ula-Esentepe Köyü/ Türkiye

Takım/Grup/Kişi Sayısı: Oyun, iki takım hâlinde oynanmaktadır.

Kullanılan Malzemeler: Kâğıt, kalem, bant.

Hazırbulunuşluk: Bu sınıf düzeyindeki konunun ön şartı 4. Sınıf düzeyindeki Sıvı Ölçme alt öğrenme alanına ait kazanımlardır. Bunlar; mililitrenin kullanıldığı yerleri açıklama, litre ve mililitre arasındaki ilişkiyi açıklama ve birbirine dönüştürme. Litre ve mililitreyi miktar belirtmek için bir arada kullanma. Bir kaptaki sıvının miktarını, litre ve mililitre birimleriyle tahmin etme ve ölçme yaparak tahminini kontrol etme, litre ve mililitre ile ilgili problemleri çözme.

Oyun Oynanırken Ortaya Çıkan Matematiksel Kavramlar: Litre, desilitre, santilitre, mililitre.

Semboller: L, dL, cL, mL

Oyunun Oynandığı Yer: Sınıf dışı ortam, sınıf ortamı.

Oyun Nasıl Oynanır:

Kutu Kutu Pense Oyunu

Çocuklar el ele tutuşurlar ve bir çember oluştururlar. Oyunun aşağıdaki tekerlemesini söylerler.

Kutu kutu pense

Elmamı yerse

Arkadaşım...

Arkasını dönse

Tekerlemeyi söylerken sağa ya da sola dönmeye başlarlar. Dönmesi istenen oyuncunun adı söylenir. Adı söylenen çocuk arkasına döner. Oyuncular halka içinde dönerek ve şarkı söyleyerek oyunu sürdürürler. Oyuncuların hepsi arkasını dönünce tekerlemenin “Arkasını dönse” kısmı “Önünü dönse” biçiminde değiştirilerek oyuna devam edilir. Oyuncuların hepsi önüne döndüğünde oyun isterse bir kez daha tekrarlanır (Aşçı vd., 2010: 98).

Oyunun Matematiğe Uyarlanması (Oyun Süreci):

Öğretim uygulamalarını tamamlayan öğretmen dersin sonlarına doğru öğrencilerin konuya ilişkin öğrenmelerini değerlendirmek amacıyla öğrencilere Kutu Kutu Pense adlı oyunu oynayacaklarını söyler. Öğretmen, oyuna başlamadan önce kâğıtlara sıvı ölçme birimlerine ilişkin aşağıdaki dönüşümleri yazar.

1) 100 santilitre= 1 litre

- 2) 1 000 mililitre = 1 litre
- 3) Sıvı ölçüsü temel birimidir = litre
- 4) 5 L = 500 cL
- 5) 9 L = 9 000 mL
- 6) 1 L = 5 tane 200 mL eder
- 7) 1 cL = 100 mL
- 8) 1 L = 1 000 dm³
- 9) 20 L = 20 000 dm³

Hazırlıkları tamamlayan öğretmen, bu kâğıtları rastgele öğrencilerin formasının üzerine bantlar. Ardından öğretmen, öğrencileri sınıf dışına Kutu Kutu Pense adlı oyunu oynamak için oyun alanına götürür. Oyuncular bir çember oluşturacak biçimde el ele tutuşurlar. Oyunun orijinalinde yer alan tekerlemeyi sağa ya da sola dönerek söylemeye başlarlar. Arkasını dönmesi istenen oyuncunun adı söylenir. Bu oyuncu arkasına döner. Oyunculardan biri arkasını dönen oyuncuya konuyla ilgili soru sorar. Oyuncu doğru cevap verirse önüne döner, veremezse arkası dönük olarak oyuna devam eder. Oyuncular bir yandan çember şeklinde dönerken bir yandan da şarkı söyleyerek oyunu sürdürürler. Oyuncuların tamamı arkasını dönünce tekerlemenin “arkasını dönse” kısmı “önünü dönse” biçiminde değiştirilerek oyuna devam edilir. Oyuncuların tamamı önüne döndüğünde oyun isteğe bağlı olarak yeniden oynanabilir.

Arkasını dönen I. oyuncuya: “100 santilitre kaç litredir?” diye sorarlar.

Formasında “1 Litre” yazan oyuncu önünü döner ve oyuna devam eder. Eğer bu cevabı veremezse arkası dönük olarak oyuna devam eder. Oyuncular çember şeklinde dönerek ve şarkı söyleyerek oyunu sürdürürler.

Arkasını dönen II. oyuncuya: “1 000 mililitre kaç litredir?” diye sorarlar.

Formasında “1 Litre” yazan oyuncu önünü döner ve oyuna devam eder. Eğer bu cevabı veremezse arkası dönük olarak oyuna devam eder. Oyuncular çember şeklinde dönerek ve şarkı söyleyerek oyunu sürdürürler.

Arkasını dönen III. oyuncuya: “Sıvı ölçme temel birimi nedir?” diye sorarlar.

Formasında “Litre” yazan oyuncu önünü döner ve oyuna devam eder. Eğer bu cevabı veremezse arkası dönük olarak oyuna devam eder. Oyuncular çember şeklinde şarkı söyleyerek dönerler.

Arkasını dönen IV. oyuncuya: “5 L kaç mililitredir?” diye sorarlar.

Formasında “5 000 mililitre” yazan oyuncu önünü döner ve oyuna devam eder. Eğer bu cevabı veremezse arkası dönük olarak oyuna devam eder. Oyuncular çember şeklinde dönerek ve şarkı söyleyerek oyunu sürdürürler.

Arkasını dönen V. oyuncuya: “5 L kaç santilitredir?” diye sorarlar.

Formasında “500 santilitre” yazan oyuncu önünü döner ve oyuna devam eder. Eğer bu cevabı veremezse arkası dönük olarak oyuna devam eder. Oyuncular çember şeklinde dönerek ve şarkı söyleyerek oyunu sürdürürler.

Arkasını dönen VI. oyuncuya: “5 tane 200 mL kaç litre eder?” diye sorarlar.

Formasında “1 Litre” yazan oyuncu önünü döner ve oyuna devam eder. Eğer bu cevabı veremezse arkası dönük olarak oyuna devam eder. Oyuncular çember şeklinde dönerek ve şarkı söyleyerek oyunu sürdürürler.

Arkasını dönen VII. oyuncuya: “1 L kaç desimetreküptür?” diye sorarlar.

Formasında “1 000 dm³” yazan oyuncu önünü döner ve oyuna devam eder. Eğer bu cevabı veremezse arkası dönük olarak oyuna devam eder. Oyuncular çember şeklinde şarkı söyleyerek dönerler. Oyuncuların tamamı dönünce “arkasını dönse” yerine “önünü dönse” şeklinde değiştirilerek süreç devam ettirilir. Oyuncuların tamamı önüne döndüğünde oyun istenildiği kadar devam eder.

Değerlendirme amacıyla oynanan oyun sürecinin sonunda sıvı ölçme birimlerini tanıma ve birbirine dönüştürme ile ilgili öğrenmeler oyun yoluyla desteklenmiş olur. Ayrıca oyun sürecinde kazanımın açıklamasında belirtilen durumlara dikkat edilir.

IV-Oyun Adı: Vampir Köylü

Oyunun Sınıf Seviyesi: 6.Sınıf

Öğrenme Alanı: Sayılar ve İşlemler

Alt Öğrenme Alanı: Çarpanlar ve Katlar

Oyunla Ulaşılmak İstenen Kazanımlar:

Asal sayıları özellikleriyle belirler.

Eratosthenes (Eratosthenes) kalburu yardımıyla 100’e kadar olan asal sayılar bulunur.

Oyunun Amacı: Asal sayıları özellikleriyle belirlemek.

Oyunun Oynandığı Ülke/Şehir/Yöre Adı: Türkiye

Takım/Grup/Kişi Sayısı: Oyunu sınıftaki bütün öğrenciler oynayabilir.

Kullanılan Malzemeler: Kâğıt ve kalem.

Hazırbulunuşluk: Doğal sayıların çarpanlarını ve katlarını belirleme. 2, 3, 4, 5, 6, 9 ve 10'a kalansız bölünebilme kurallarını açıklama ve kullanma.

Oyun Oynanırken Ortaya Çıkan Matematiksel Kavramlar: Asal sayı.

Oyunun Oynandığı Yer: Sınıf ortamı.

Oyun Nasıl Oynanır:

Vampir Köylü Oyunu

Oyunun başında küçük kartlara köylü ve vampir yazılır. Kâğıtlar kapatılır. Her oyuncu rastgele bir kart seçer ve diğer oyunculara göstermeden kartına bakar. Kartında köylü yazanlar diğer oyunculara köylü olduğunu kanıtlamaya çalışırken, vampir yazanlar da vampir olmadığını savunur. Oyuncuların hal ve hareketlerinden yola çıkılarak kimin köylü ve vampir olduğu belirlenmeye çalışılır. Oy birliğiyle vampir olduğu sonucuna ulaşılan oyuncu kartını açmak zorundadır. Vampir olanlar rol yaparak dikkatleri başka bir oyuncunun üstüne çekmeye çalışır. Vampirlerin amacı tüm köylüleri öldürmek, köylülerin amacı ise vampirleri bulmaktır. Oyunun ortasında ölen köylülerden biri diğer oyunculardan gözlerini kapamasını ister. “Sadece vampir olanlar gözlerini açsın der.” İki vampir gözlerini açarak diğer vampirin kim olduğunu öğrenir. Sonrasında vampirler iş birliği yapabilir ya da kendisini kurtarmak için diğer vampire tuzak kurabilir (URL-1).

Oyunun Matematiğe Uyarlanması (Oyun Süreci):

Öğretmen sınıf içi uygulamalarla ilgili çalışmalarını tamamladıktan sonra asal sayılar konusunu değerlendirmek için öğrencilere sınıfta Vampir Köylü adlı bir oyun oynayacaklarını söyler. Öğretmen, oyunun nasıl oynandığı konusunda bilgi verir. Öğretmen oyuna başlamadan önce bazı hazırlıklar yapar. Öğretmen kart ya da kartlara asal ve asal olmayan bazı sayılar yazar. Bu sayılardan; 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29, 31, 37, 41, 43, 47, 53, 59, 61, 67, 71, 73, 79, 83, 89, 97 asal sayılar ve 1, 9, 14, 21, 27, 33, 39, 49, 51, 65, 76, 81 asal olmayan sayılardır.

Vampir Köylü adlı oyunun ilk turu için 10 oyuncu seçilir. Öğretmen ve oyuncular Vampir Köylü oyununu oynamaya başlarlar. Öğretmen, iki karta vampirler için “asal olmayan sayılar”, diğer kartlara köylüler için “asal sayılar” yazar. Kartlar kapatılır. Her oyuncu rastgele bir kart seçer ve diğer oyunculara göstermeden kartına bakar. Kartında “asal sayı” yazanlar diğer oyunculara köylü olduğunu ispatlamaya çalışırken, “asal olmayan sayı” yazanlar da

vampir olmadıklarını savunur. Oyuncuların hal ve hareketlerinden yola çıkılarak kimin köylü ve vampir olduğu belirlenmeye çalışılır.

Vampir Köylü oyununda, oyuncular kartlarında yazan “asal sayı” ya da “asal olmayan sayı” yazısını diğer oyunculara gösteremez. Oy birliğiyle vampir olduğu karar verilen oyuncu kartını açar. Vampir olanlar rol yaparak dikkatleri başka bir oyuncunun üstüne çekmeye çalışır. Vampirlerin amacı tüm köylüleri öldürmek, köylülerin amacı ise vampirleri belirlemektir. Oyunun ortasında ölen köylülerden biri diğer oyunculardan gözlerini kapamasını ister ve “sadece vampir olanlar gözlerini açsın!” der. İki vampir gözlerini açarak diğer vampirin kim olduğunu öğrenir. Sonrasında vampirler iş birliği yapabilir ya da kendisini kurtarmak için diğer vampire tuzak kurabilir. Böylece oyun sürecinin sonunda asal sayılar kavramı öğrencilere oyun yoluyla bir kez daha hatırlatılmış olur.

V-Oyun Adı: Yedi Kule

Oyunun Sınıf Seviyesi: 5.Sınıf

Öğrenme Alanı: Geometri ve Ölçme

Alt Öğrenme Alanı: Geometrik Cisimler

Oyunla Ulaşılmak İstenen Kazanımlar:

Dikdörtgenler prizmasının yüzey açınımlarını çizer ve verilen farklı açınımların dikdörtgenler prizmasına ait olup olmadığına karar verir.

i) Küp ve kare prizma, dikdörtgenler prizmasının özel durumları olarak ele alınır.

ii) Somut modellerle yapılacak çalışmalara yer verilir.

Oyunun Amacı: Dikdörtgenler prizmasının yüzey açınımlarını çizmek ve verilen farklı açınımların dikdörtgenler prizmasına ait olup olmadığına karar vermek.

Oyunun Oynandığı Ülke/Şehir/Yöre Adı: Hatay/Türkiye

Takım/Grup/Kişi Sayısı: Mevcut öğrenci sayısı, iki eşit gruba ayrılarak oynanır.

Kullanılan Malzemeler: Kartondan hazırlanmış prizma modelleri ya da prizmalara benzeyen yedi tane kutu, renkli kâğıtlar, keçeli kalem ve top.

Hazırbulunuşluk: Dikdörtgenler prizmasını tanıma ve temel elemanlarını belirleme.

Oyun Oynanırken Ortaya Çıkan Matematiksel Kavramlar: Prizma, küp, açınım, ayrıt, köşe, yüz, yüzey.

Oyunun Oynandığı Yer: Sınıf dışı ortam, okul bahçesi.

Oyun Nasıl Oynanır:

Yedi Kule Oyunu

8 kişiyle oynanan yedi kule oyununa başlamadan önce grup liderleri kendi oyuncularını belirlemek için yazı/tura atarlar ve kazanan kişi, ilk oyuncuyu seçme hakkını elde eder. Ardından yedi adet yassı taş dikilir. Eleman seçmede birinci olan takım, taşların karşısına arka arkaya dizilerek geçer ve taşlara belli bir mesafe uzaklıkta durur. Diğer grup da taşların arkasında bekler. Atıcı olan grubun elemanları başta lider olmak üzere toplarıyla birer el atış yapmaya başlarlar. Yapılan atışlar sonucunda eğer taşlar yıkılırsa, atıcı grup kaçmaya başlar. Ebe olan diğer grup ise topla onların arkasından koşarak onları vurmaya çalışır. Ebe olan grup birisinin arkasından koşarken, kaçan grubun diğer elemanları yıkılan taşları üst üste koyup, eski haline getirmeye çalışırlar. Eğer taşları dizebilirlerse galip olurlar ve atıcılık yeniden onlara geçer. Eğer vurulursa, diğer grup onların yerini alır ve onlar yeni ebe olur (Oğuz ve Ersoy, 2005: 170).

Oyunun Matematiğe Uyarlanması (Oyun Süreci):

Konuyla ilgili öğretimsel uygulamaları tamamlayan öğretmen bir gün sonraki matematik dersinde okul dışı ortamda bir oyun oynayacaklarını söyler. Ertesi gün olur, öğretmen, dikdörtgenler prizmasının yüzey açınımlarını çizmeyi ve verilen farklı açınımların dikdörtgenler prizmasına ait olup olmadığını daha iyi anlamaları için Yedi Kule adlı bir oyun oynatmak ister. Öğretmen, Yedi Kule oyunu için daha önceden yedi prizma modelini (Küp, kare prizma, dikdörtgenler prizması modelleri) ya da çevresinden bulduğu (ayakkabı kutusu, ilaç kutusu, diş macunu kutusu, vb.) kutuları sınıfa getirir. Daha sonra öğretmen, öğrencilerle birlikte dikdörtgenler prizmalarının yüzey açınımlarını renkli kâğıtlara çizer. Burada öğretmen, küp ve kare prizma, dikdörtgenler prizmasının özel durumları olarak alındığını vurgulayarak öğrencilerin verilen farklı açınımların dikdörtgenler prizmasına ait olup olmadığına karar vermelerini sağlar. Öğretmen, öğrencilerle işbirlikli bir biçimde çizdikleri prizmaların yüzey açınımlarını yedi kutuya ya da prizma modellerine rastgele yapıştırır. Hazırlıklar tamamlandıktan sonra öğretmen oyunun kurallarını öğrencilere açıklar ve hep birlikte bahçeye çıkarlar.

Oyunun ilk turunda sekiz öğrenci seçilir, öğrenciler iki takıma ayrılır. Takımlar, liderlerini belirlemek için sayışma yaparlar ve ilk çıkan oyuncu takımın lideri olur. Oyuna başlamadan önce takım liderleri kendi oyuncularını

belirlemek için yazı/tura atarlar ve kazanan kişi, ilk oyuncuyu seçme hakkını elde eder. Ardından oyun alanına yüzey açınımlarının rastgele yapıştırıldığı yedi dikdörtgenler prizması modelleri dikilir. Eleman seçmede birinci olan takım aynı zamanda atıcı takım olur. Atıcı takım prizma modellerinin karşısına arka arkaya dizilerek geçer ve prizmalara belli bir mesafe uzaklıkta durur. Diğer takım da prizmaların arkasında bekler.

Yedi Kule oyunu için hazırlanan yedi prizma modeli, takımların oyun alanında durdukları yerin tam ortasına konur. Atıcı takım, liderleri başta olmak üzere toplarıyla birer el atış yapmaya başlarlar, prizma modellerini yıkmaya çalışırlar. Prizma modelleri yapılan atışlar sonucunda yıkılırsa, atıcı takım kaçar. Ebe takım ise topla oyuncuların arkasından koşarak onları vurmaya çalışır. Ebe takım bir oyuncunun peşinden koşarken, kaçan takımın oyuncuları yıkılan prizma modellerinden yüzey açınımları ile ilgili olan prizma modellerini üst üste koymaya çalışır. Oyuncular, oyunda şaşırtmak için hazırlanan ilgisiz yüzey açınımlarına ait olan prizma modellerini alarak kaçmaya çalışırlar. Eğer oyuncular, yüzey açınımları ile ilgili prizma modelini karşı takım tarafından vurulmadan üst üste dizilebilirlerse kazanırlar ve atıcılık yeniden onlara geçer. Kısaca bu oyuncular yüzey açınımları ile ilgili prizma modellerini üst üste dizer, ilgisiz prizma modellerini ayırır ve topla vurulmadan yerlerine geçebilirlerse takımları galip gelir (Bu durum ilk seferde gerçekleşmeyebilir). Bu oyuncular eğer vurulurlarsa, diğer takım onların yerini alır ve onlar yeni ebe olur. Oyun böyle devam eder.

Oyun sürecinin sonunda öğrencilerin ilgili kazanımına ulaşmaları ve konuyu pekiştirmiş olmaları beklenebilir. Oyun sürecinde kazanımın açıklanmasında belirtilen durumların anlaşılması sağlanır.

VI-Oyun Adı: Ali Baba Saatin Kaç?

Oyunun Sınıf Seviyesi: 6.Sınıf

Öğrenme Alanı: Cebir

Alt Öğrenme Alanı: Cebirsel İfadeler

Oyunla Ulaşılmak İstenen Kazanımlar:

Sözel olarak verilen bir duruma uygun cebirsel ifade ve verilen bir cebirsel ifadeye uygun sözel bir durum yazar.

i) Cebirsel ifadelerde kullanılan harflerin sayıları temsil ettiği ve “değişken” olarak adlandırıldığı belirtilir.

ii) En az bir değişken ve işlem içeren ifadelerin “cebirsel ifadeler” olduğu vurgulanır.

iii) Terim, sabit terim, benzer terim ve katsayı kavramları ele alınır.

Oyunun Amacı: Sözel olarak verilen bir duruma uygun cebirsel ifade ve verilen bir cebirsel ifadeye uygun sözel bir durum yazmak.

Oyunun Oynandığı Ülke/Şehir/Yöre Adı: Gaziantep/Türkiye

Takım/Grup/Kişi Sayısı: İki grup hâlinde oynanmaktadır.

Kullanılan Malzemeler: Kâğıt ya da karton, kalem.

Hazırbulunuşluk: Sayılar ve İşlemler öğrenme alanına ait tüm kazanımlar.

Oyun Oynanırken Ortaya Çıkan Matematiksel Kavramlar: Cebirsel ifade.

Oyunun Oynandığı Yer: Sınıf dışı ortam, okul bahçesi.

Oyun Nasıl Oynanır:

Ali Baba Saatin Kaç? Oyunu

En az üç kişi ile genişçe bir alanda oynanır. Bir kişi Ali Baba seçilir. Ali Baba ve diğer oyuncular, aralarında en az 8-10 metrelik mesafe bulunan birbirine paralel iki çizgi üzerinde yerlerini alırlar. Bir tarafta Ali Baba bitiş çizgisinde tek başına, diğerlerine sırtı dönük; diğer tarafta geri kalan oyuncular başlangıç çizgisinde yan yana Ali Baba'ya dönük olarak dizilirler.

Oyuncuların amacı Ali Baba'nın hizasına (yani bitiş çizgisine) ulaşp Ali Baba olmak, Ali Baba'nın amacı ise bunu engelleyerek Ali Baba kalmaktır. Her turun başında oyuncular hep bir ağızdan "Ali Baba Saatin Kaç?" sorusunu çığırırlar. Ali Baba iki şekilde cevap verebilir: Ya bir saat söyler veya "Kazandibi" der. Ali Baba herkese farklı bir saat söyler. Ya da bütün gruba aynı saati söyleyebilir. Örneğin "Saat üç" cevabı gelmişse oyuncu bitiş çizgisine doğru üç adım atar. Ardından soru tekrar sorulur. Zamanla herkes giderek Ali Baba'ya yaklaşır. Oyunculardan biri Ali Baba hizasına ulaşabilirse o oyuncu yeni Ali Baba olur ve diğer tüm oyuncular oyunun başındaki pozisyonda onun arkasına dizilirler. "Kazandibi" dediğinde Ali Baba aniden arkasını dönüp diğer oyunculardan birini ebelemeye çalışır. Başarabilirse ebelenen oyuncu oyundan çıkar, Ali Baba değişmez, oyun baştan başlar. Eğer kazandibi halinde tüm oyuncular ebelenmeden başlangıç çizgisine kadar kaçabilirlerse, Ali Baba oyundan çıkar. Kazandibi dendiği anda Ali Baba'ya en yakın olan oyuncu yeni Ali Baba olur (URL-2).

Oyunun Matematiğe Uyarlanması (Oyun Süreci):

Öğretmen, dersin açıklama kısmında yukarıdaki etkinliği yapar, örnek çözer. Birinci dersin sonunda konunun değerlendirmesini yapmak üzere öğrencileri bahçeye çıkarır. Öğretmen öğrencilere Ali Baba Saatin Kaç? adlı bir oyun oynayacaklarını söyler. Öğretmen Ali Baba Saatin Kaç? oyununu oynatmak için öğrenciler arasından 5-6 oyuncu seçer. Bu öğrenciler arasından bir oyuncu Ali Baba seçilir. Ali Baba ve diğer oyuncular, aralarında en az 8-10 metrelik mesafe bulunan birbirine paralel iki çizgi üzerinde yerlerini alırlar. Bir tarafta Ali Baba bitiş çizgisinde tek başına, diğerlerine sırtı dönük; diğer tarafta geri kalan oyuncular başlangıç çizgisinde yan yana Ali Baba'ya dönük olarak dizilirler.

Öğretmen, bütün oyunculara daha önceden kâğıtlara hazırladığı kazanıma ilişkin çeşitli yönergeler dağıtır.

A. Öğretmen oyunun ilk turunda ilgili kazanımın sözel olarak verilen bir duruma uygun cebirsel ifade yazma kısmını ele alır. Öğretmen oyunun ilk turuna aşağıdaki cebirsel ifadeyle başlamış olsun.

I. Sözel olarak verilen bir durum: Jülide'nin yaşının 4 fazlasının 3 katı.

Cebirsel ifade: $3(n+4)$

Oyuncuların amacı, Ali Baba'nın hizasına (yani bitiş çizgisine) ulaşip Ali Baba olmak. Ali Baba'nın amacı ise bunu engelleyerek Ali Baba kalmaktır. Oyunun bu turunda başında oyuncular hep bir ağızdan "Ali Baba Jülide'nin yaşının 4 fazlasının 3 katını cebirsel olarak nasıl ifade ederiz?" sorusunu çıkarırlar.

Ali Baba iki şekilde cevap verebilir: Ya sorunun cevabını verir ya da "Kazandibi" der. Ali baba herkese farklı bir soru sorar. Ya da bütün gruba aynı soruyu sorabilir.

"Cebirsel İfade: $3(n+4)$ "

Cevabı gelmişse oyuncu bitiş çizgisine doğru üç adım atar. Ardından soru tekrar sorulur. Zamanla herkes giderek Ali Baba'ya yaklaşır. Oyunculardan biri Ali Baba hizasına ulaşabilirse o oyuncu yeni Ali Baba olur ve diğer tüm oyuncular oyunun başındaki pozisyonda onun arkasına dizilirler. Ali Baba "Kazandibi" dediğinde aniden arkasını dönüp oyunculardan birini ebelemeye çalışır. Başarabilirse ebelenen oyuncu oyundan çıkar, Ali Baba değişmez, oyun baştan başlar. Eğer "Kazandibi" halinde tüm oyuncular ebelenmeden başlangıç çizgisine kadar kaçabilirlerse, Ali Baba oyundan çıkar. "Kazandibi" dendiği anda Ali Baba'ya en yakın olan oyuncu yeni Ali Baba olur.

B. Öğretmen oyunun ikinci turunda da kazanımın ikinci parçası olarak verilen bir cebirsel ifadeye uygun sözel bir durum yazma kısmını ele almış olsun. Oyuna aşağıdaki cebirsel ifade ile devam edilsin.

II. Cebirsel İfade: $(m-9)/2$

Oyunun bu turunun başında oyuncular hep bir ağızdan “Ali Baba $(m-9)/2$ cebirsel ifadesine uygun sözel bir durum söyler misin?” sorusunu çıkarırlar.

Ali Baba iki şekilde cevap verebilir: Ya sorunun cevabını verir ya da “Kazandibi” der. Ali baba herkese farklı bir soru sorar. Ya da bütün gruba aynı soruyu sorabilir.

“Sözel olan bir durum: Bir sayının 9 eksiğinin yarısı”

Cevabı gelmişse oyuncu bitiş çizgisine doğru üç adım atar. Ardından soru tekrar sorulur. Zamanla herkes giderek Ali Baba'ya yaklaşır. Oyunculardan biri Ali Baba hizzasına ulaşabilirse o oyuncu yeni Ali Baba olur ve diğer tüm oyuncular oyunun başındaki pozisyonda onun arkasına dizilirler. Ali Baba “Kazandibi” dediğinde aniden arkasını dönüp oyunculardan birini ebelemeye çalışır. Başarabilirse ebelenen oyuncu oyundan çıkar, Ali Baba değişmez, oyun baştan başlar. Eğer “Kazandibi” halinde tüm oyuncular ebelenmeden başlangıç çizgisine kadar kaçabilirlerse, Ali Baba oyundan çıkar. “Kazandibi” dendiği anda Ali Baba'ya en yakın olan oyuncu yeni Ali Baba olur.

Oyun sürecinin sonunda ilgili kazanım pekiştirilmiş olur. Böylece öğrencilerin aritmetikten-cebire geçişlerini sağlayan bu durum ile ilgili farkındalıkları gelişir. Dolayısıyla bu sınıf düzeyinden sonra sıklıkla karşılaçıkları bu konuya karşı olumlu tutum geliştirmeleri kolaylaşabilir.

VII-Oyun Adı: Balonu Vurma

Oyunun Sınıf Seviyesi: 5.Sınıf

Öğrenme Alanı: Veri İşleme

Alt Öğrenme Alanı: Veri Toplama ve Değerlendirme

Oyunla Ulaşılmak İstenen Kazanımlar:

Sıklık tablosu veya sütun grafiği ile gösterilmiş verileri yorumlamaya yönelik problemleri çözer.

Oyunun Amacı: Sıklık tablosu veya sütun grafiği ile gösterilmiş verileri yorumlamaya yönelik problemleri çözmek.

Oyunun Oynandığı Ülke/Şehir/Yöre Adı: Türkiye

Takım/Grup/Kişi Sayısı: Grup ya da kişi sayısı sınırlı yoktur.

Kullanılan Malzemeler: 20 tane balon, ip, iğne ve kâğıt.

Hazırbulunuşluk: Veri toplamayı gerektiren araştırma soruları oluşturma. Araştırma sorularına ilişkin verileri toplama, sıklık tablosu ve sütun grafiğiyle gösterme.

Oyun Oynanırken Ortaya Çıkan Matematiksel Kavramlar: Veri, veri toplama, tablo, sıklık tablosu, sütun grafiği.

Oyunun Oynandığı Yer: Sınıf ortamı.

Oyun Nasıl Oynanır:

Balonu Vurma Oyunu

Balonu vurma oyununa başlamadan önce oyuncular oyun mekânını hazırlarlar. Öncelikle ellerindeki bütün balonları şişirirler. Ardından, hepsini bir ipin üzerine bağlarlar. En son olarak da birbirine uygun mesafede olan iki ağacın arasına bunları asarlar. Oyunu başlamadan önce tüm oyuncular balonlardan uzak olan bir yere sıraya geçer. Ardından da topla balonlara atış yapmaya başlarlar. Her oyuncunun 5 atış yapma hakkının olduğu oyunda, en çok vuran oyuncu galip gelir (Oğuz ve Ersoy, 2005: 28).

Oyunun Matematiğe Uyarlanması (Oyun Süreci):

Öğretmen, dersin değerlendirme aşamasında öğrencilerine Balonu Vurma adlı bir oyun oynatmayı düşünmektedir. Balonu Vurma oyunu hava koşullarının uygun olduğu günlerde dışarıda oynandığı gibi sınıf ortamında da oynanabilir. Öğretmen, oyunu sınıf ortamında oynamayı planlar ve öğrencilere oyunun kurallarını anlatır. Öğrenciler sayışma ile iki takıma ayrılır. Oyun sürecine geçmeden önce, oyuncularla birlikte oyunda kullanılacak olan balonlar şişirilir. Balonların bağlanacağı ip, sınıf tahtasına ya da pencere kolu ile kapı koluna bağlanarak sabitlenir.

Oyun alanı balonların asılı olduğu sınıf tahtası mesafesinden sınıfın duvarına kadar olan uzunluk olur. Takımlardaki oyuncular, duvarın dibinde, aynı takımdaki oyuncular aynı sırada olacak şekilde dizilir. Tüm hazırlıklar tamamlandığında, oyun başlar.

Öğretmen, takımlarda en önde bulunan, sırası gelen oyunculara “Başla!” komutunu verir. İki oyuncu aynı anda çıkış yaparak balonların yanına gelir ve istediği balonu iğne ya da kalem ucuyla patlatır. Balonu patlatan her oyuncu sırasının en arkasına geçer. Bu sefer sıra o takımın ikinci oyuncusuna gelir. Sırası gelen her takımın oyuncusu tıpkı bayrak yarışı gibi çıkıp balonu patlatır. Burada önemli olan balon patlatma işlemini rakip takımın oyuncularından önce yapmış olmalarıdır. En çok balon patlatan grup oyunu kazanmış olur.

Balonu Vurma oyununun üç turunda gruplardaki en fazla ebe sayısından elde edilen veriler aşağıda sunulmuştur:

Birinci turda patlatılan balon sayıları

I. Grup: 16 balon ve II. Grup: 13 balon

İkinci turda patlatılan balon sayıları

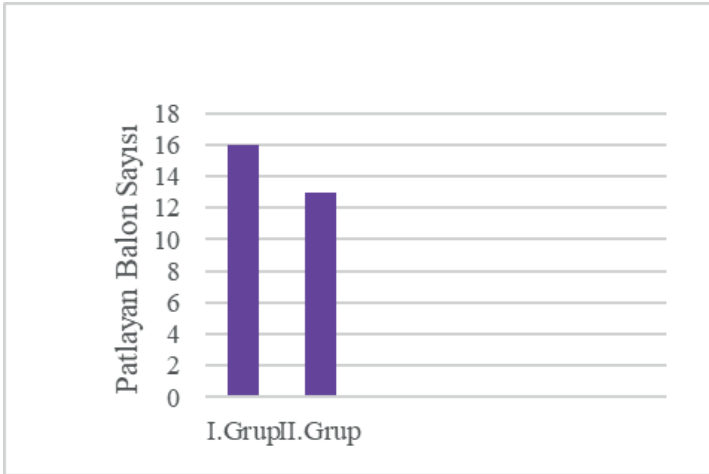
III. Grup: 7 balon ve IV. Grup: 9 balon

Üçüncü turda patlatılan balon sayıları

V. Grup: 4 balon ve VI. Grup: 11 balon

Öğretmen, tahtaya yazdığı bu verilerden birinci turda oynanan oyuna ilişkin bir sütun grafiği çizer. Balonu Vurma oyununun diğer turlarında yukarıdaki uygulamalar yapılabilir. Öğretmen, öğrencilere tahtaya yazdığı ilk turdaki gruplardan birinci olan grubun hangisi olduğunu sorarak bunu düşünmelerini ister. Öğrenciler aralarında tartışırken öğretmen bu verilerden yola çıkarak aşağıdaki sütun grafiğini incelemelerini ve öğrencilerin bu grafik üzerinde yorum yapmalarını söyler. Ayrıca diğer turlarda ortaya çıkan patlayan balon sayılarına göre çeşitli problem durumları oluşturarak ilgili kazanımda belirtilen problem çözüme eylemi gerçekleştirilmiş olur.

Grafik 1. I. ve II. Grubun Balonu Vurma Oyununda Patlayan Balon Sayıları Sütun Grafiği



Öğrenciler Grafik 1'deki verileri inceler, sütun grafiği üzerinde yorum ve tahminler yaparlar. Örneğin öğrenciler, Balonu Vurma oyununda en çok balon patlatan yani en çok puan alan grubun I. Grup olduğunu yorumlarlar. Grupların puan sayılarını karşılaştırıp en az puan alan ve Balonu Vurma

oyununu kaybeden takımın II. Grup olduğunu tahmin edebilirler. Sütun grafiğini inceleyerek I. Grubun en çok puan toplayan grup olduğunu yorumlayabilirler. Ayrıca öğrencilere I. Gruptaki oyuncular ile II. Grubun oyuncularının patlattığı balon sayısı arasındaki farkın kaç olduğu problemi sorulabilir. Böylece sınıftaki bütün öğrenciler ilgili kazanıma ulaşmış, sütun grafiği ile gösterilen verilerin nasıl yorumlandığını daha iyi anlamış olurlar. Sonuç olarak oyun ve sınıf içi uygulamaların sonunda ilgili kazanım ortaya çıkarılmış, öğrencilerin öğrenmeleri pekiştirilmiş olur.

Sonuç ve Öneriler

Bir geleneksel oyunun birden çok kazanım/kavrama ve sınıf düzeyine uyarlanabilir olması nedeniyle aynı adlı ancak farklı kazanım içerikli oyunlara ya da tersi bir duruma rastlanılması mümkün olmaktadır. Bu durum bizlere, geleneksel çocuk oyunlarının Türk kültüründeki zenginliğinin bir göstergesi olduğunu düşündürmektedir. Bununla birlikte aynı durumu evrensel çocuk oyunlarında da görmek mümkündür. Bu da ister geleneksel ister evrensel olsun, “Oyun oyundur!” ve bu durum çocuk oyunlarında kültürlerarası ilişkinin varlığının bir işaretidir (Hacısalıhoğlu Karadeniz, 2022: XXVI). Bu çalışmada ele alınan geleneksel çocuk oyunları, 5. ve 6. Sınıfın dört öğrenme alanlarından seçilen bazı kazanımları ortaya çıkaracak biçimde sunulmaya çalışılmıştır.

Uyarlanan geleneksel çocuk oyunları sayesinde matematik öğretmenlerinin de geleneksel çocuk oyunları ve bu oyunların nasıl uyarlandığı hakkında bilgilendirilmeleri sağlanarak, süreçte zaman zaman bu oyunları kullanmaya alıştırmaları sağlanabilir. Böylelikle farklılıklarımızın olduğu bu uzayda, akademik başarısı düşük, akranlarından yavaş ya da farklı öğrenen çocukların da olduğu gözden kaçırılmamış, onlara farklı bir yöntem olan oyunla matematiği sevdirmeye ve matematik öğretme yoluna gidilmiş olunabilir. Ayrıca ebeveynler tatil günlerinde çocuklarını mevcut kitaptaki geleneksel oyunları oynayabilecekleri uygun ortamlar oluşturabilirler.

Okul bahçesinde, açık alanda ya da sınıf ortamında oynanan oyunlarda hemen her öğrenci sadece “oyun oynamak!” ister, “matematik sorusu çözmek!” değil! Bu durumun akıllardan çıkarılmaması hayati önem taşımaktadır. Mevcut çalışmada yer alan oyunların pek çoğunun sınıf dışı ortamda oynanacağı düşünülürse, oyun sürecinde birden çok kavramın bir arada ele alınmamasına, alt düzey bilişsel basamakların dışına çıkılmamasına ve karmaşık işlemler gerektirmeyen durumlar oluşturulmasına özen gösterilmelidir. Ayrıca uyarlanan oyunlar, kalem-kâğıt ya da başka malzemeler kullanılarak sınıf ortamında oynansa bile oyun sürecinde bu duruma dikkat

edilmesi önerilebilir. Çünkü burada asıl maharet, oyun oynarken ilk hedefin matematik öğretmek olmadığını sezdirmek, fark ettirmeden matematik öğretmektir! Bir başka deyişle bazen de matematiği gizleyerek, oyunu ön plana çıkarmak, örtük bir biçimde matematik öğreterek matematiği sevdirmek, matematiğin korkulu bir rüya olmadığını göstermektir.

Kaynakça

- Aliyeva Esen, M. (2008). “Geleneksel Çocuk Oyunlarının Eğitimsel Değeri ve Unutulmaya Yüz Tutmuş Ahıska Oyunları”. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, C. 21, S. 360. 357-367.
- Artar, M. vd. (2004). “Çocuk Oyunlarında Üç Kuşakta Görülen Değişimler: Kırsal Kesimde Bir Araştırma”. *Türkiye’de Çocuk Oyunları: Araştırmalar* (Ed.: B. Onur ve N. Güney), 124-130, Ankara: Kök Yayıncılık.
- Aşçı, S. vd. (2010). *Çocuk Oyunları*. Ankara: MEB Yayınevi (İlköğretim Genel Müdürlüğü).
- Badegruber, B. (2006). *101 More Life Skills Games For Children*: Alameda: Hunter House.
- Baki, A. (2008). *Kuramdan Uygulamaya Matematik Eğitimi*. Ankara: Harf Eğitim Yayınları.
- Baki, A. (2018). *Matematiği Öğretme Bilgisi*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Başal, H. A. (2007). “Geçmiş Yıllarda Türkiye’de Çocuklar Tarafından Oynanan Çocuk Oyunları”. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, C. 20, 243- 266.
- de Freitas, S. (2018). Are games effective learning tools? A review of educational games. *Educational Technology & Society*, C. 21, S. 76. 74–84.
- Emin, O. (2019). “Geleneksel Çocuk Oyunlarının Çocukların Eğitimi Üzerindeki Etkisi”. *Halk Kültürü Araştırmaları Kurumu Yayınları* 65/2019. S. 3, 1-8.
- Girmen, P. (2012). “Eskişehir Folklorunda Çocuk Oyunları ve Bu Oyunların Yaşam Becerisi Kazandırmadaki Rolü”. *Milli Folklor Dergisi*, S. 271, 263-273.
- Hacısalihoğlu Karadeniz, M. (2017). “Geleneksel Çocuk Oyunlarının Matematiğe Uyarlanması ve Uygulanması Sürecindeki Kazanım ve Problemlere Genel Bir Bakış.” *Kastamonu Eğitim Dergisi*, C. 25, 2245-2262.
- Hacısalihoğlu Karadeniz, M. (2018). “Geleneksel Çocuk Oyunlarıyla Matematik Öğretmek: Matematik Mi Oyun? Oyun Mu Matematik”. *Modern Dönemde Edebiyat, Eğitim, Sanat ve İktisat* (Ed.: O. Köse ve E. İslamoğlu), 269-299, Ankara: Berikan Yayınevi.
- Hacısalihoğlu Karadeniz, M. (2022). *Matematik Oynuyorum: Oyunla Matematik Öğretimi 5 ve 6. Sınıflar İçin*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Kirriemuir, J. ve Mcfarlane, A. (2004). *Literature Review In Games And Learning*. Futurelab Series.
- Linehan, C. vd. (2011). “Practical, Appropriate, Empirically-Validated Guidelines For Designing Educational Games”. *Proceedings of the SIG-*

- CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, S. 1979, 1979-1988.
- Marklund, B. B. ve Alklind Taylor, A. S. (2016). "Educational Games İn Practice: The Challenges İnvolved İn Conducting A Game-Based Curriculum." *Electronic Journal of e-Learning*, C. 14, S. 134, 122-135.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2013). Ortaokul Matematik Dersi (5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2009). İlköğretim Matematik Dersi (6-8. Sınıflar) Öğretim Programı ve Kılavuzu. Ankara: MEB Yayınevi.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). Matematik Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar). Ankara: Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Millî Eğitim Bakanlığı Mesleki Eğitim Ve Gelişimin Güçlendirilmesi Projesi [MEGEP]. (2009). Çocuk Gelişimi ve Eğitimi Psikomotor Gelişim. Ankara: MEB Yayınevi.
- Nesin, A. (1989). Matematik ve Korku. İstanbul: Nesin Yayınevi.
- Oğuz, M. Ö. ve Ersoy, P. (2005). Türkiye'de 2004 Yılında Yaşayan Geleneksel Çocuk Oyunları. Ankara: Gazi Üniversitesi Türk Halkbilimi Araştırma ve Uygulama Merkezi Yayınları.
- Özden Gürbüz, D. (2016). "Geleneksel Çocuk Oyunları ve Eğitimsel İşlevleri: Emirdağ Örneği". *Electronic Turkish Studies*, C. 11, S. 536, 529-564.
- Pivec, M. (2007). "Play and Learn: Potentials Of Game-Based Learning". *British Journal of Educational Technology*, C. 38, S. 387, 387-393.
- Premsky, M. (2001). "Fun, Play and Games: What Makes Games Engaging". *Digital game-based learning*, C. 5, S. 11, 11-31.
- Salen, K. ve Zimmerman, E. (2004). *Rules Of Play: Game Design Fundamentals*. Cambridge: MIT Press.
- Songur, A. (2006). Harfli İfadeler ve Denklemler Konusunun Oyun ve Bulmacalarla Öğrenilmesinin Öğrencilerin Matematik Başarı Düzeylerine Etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Sümbüllü, Y. Z. ve Altınışık, M. E. (2016). "Geleneksel Çocuk Oyunlarının Değerler Eğitimi Açısından Önemi". *Erzurum Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, C. 1, S. 84, 73-85.
- Tatira, L. (2014). "Traditional Games Of Shona Children". *Journal of Pan African Studies*, C. 7, S. 167, 156-175.
- Toksoy, A. C. (2010). "Yarışma Niteliği Taşıyan Geleneksel Çocuk Oyunları". *Acta Turcica Çevrimiçi Tematik Türkoloji Dergisi*, C. 2, S. 219, 205-220.

Tural, H. (2005). İlköğretim Matematik Öğretiminde Oyun ve Etkinliklerle Öğretimin Erişimi ve Tutuma Etkisi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

UNESCO. (2003). Promoting the Convention for the Safeguarding of the Intangible Cultural Heritage. Paris: UNESCO.

Yalım, N. (2009). 5-6 Yaş Çocuklarında Matematiksel Şekil Algısı ve Sayı Kavramının Gelişiminde Drama Yönteminin Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

İnternet Kaynakları

URL-1: “Vampir Köylü Oyunu Nasıl Oynanır?” <https://www.sabah.com.tr/yasam/vampir-koylu-nasil-oynanir-vampir-koylu-kurallari-sorulari-rolleri-ve-karakterleri-k1-6182338> (Erişim: 11.09.2023)

URL-2: “Ali Baba Saatin Kaç?” <https://www.ludozofi.com/anasayfa/oyunlar/ali-baba-saatin-ka%C3%A7/> (Erişim: 07.09.2023)

Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Muhakemeye Yönelik Öz-Yeterlik Algılarının Bazı Değişkenlere Göre İncelenmesi¹

Mutlu Pişkin Tunç²

Cansu Kaya³

Özet

Araştırmanın ana amacı, yedinci sınıf öğrencilerinin matematiksel muhakemeye yönelik öz-yeterlik algılarını cinsiyet ve matematik başarısını göz önünde bulundurarak incelemektir. Çalışmanın verileri, 2021-2022 öğretim yılında Doğu Anadolu Bölgesi'nde bir il merkezinde beş farklı devlet okulunda okuyan yedinci sınıf öğrencilerinden toplanmıştır. Çalışmanın örneklemini 188'i kız, 190'ı erkek olmak toplam 378 yedinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Öğrenciler matematik başarılarına göre dört gruba ayrılmıştır. Buna göre öğrencilerin 83'ü 0-54 puan, 95'i 55-69 puan, 99'u 70-84 puan, 101'i ise 85-100 puan arasında matematik başarısına sahiptir. Bu çalışmada Mumcu (2019) tarafından geliştirilen "Matematiksel Muhakeme Öz-Yeterlik Ölçeği" kullanılmıştır. Ölçek 11'i, olumlu, 10'u olumsuz toplam 21 maddeden oluşmaktadır. Veriler analiz edilirken betimsel istatistik metotları ve çıkarımsal istatistik metotları kullanılmıştır. Ölçekteki maddelerin ortalama puanları hesaplanmıştır. Ölçekten alınacak en düşük puan 21, en yüksek puan 105'tir. Öğrencilerin ölçeğe verdikleri cevaplara göre toplam puanı elde edildikten sonra alınan puanlara göre değerlendirme yapılmış ölçekten alınan puanların ortalaması hesaplanmıştır. Bunun yanında yedinci sınıf öğrencilerinin cinsiyet ve matematik başarıları değişkenlerine göre öz-yeterlik algılarının farklılık gösterip göstermediğini incelemek için "Bağımsız Örneklem İçin Faktöriyel ANOVA" kullanılmıştır. Elde edilen verilere göre, yedinci sınıf öğrencilerinin matematiksel muhakeme öz-yeterlik

- 1 Bu çalışma birinci yazarın danışmanlığında ikinci yazar tarafından hazırlanan yüksek lisans tezinin verilerinin bir kısmı kullanılarak hazırlanmıştır.
- 2 Doçent Doktor, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, mutlupiskin@gmail.com, 0000-0002-6703-1325
- 3 Öğretmen, Millî Eğitim Bakanlığı, cansu.aldibas@gmail.com, 0000-0002-6921-6622

düzeylerinin orta düzeyin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Buna ek olarak, öğrencilerin kendilerine en çok Genelleme/Soyutlama/Modelleme yaparken güvendikleri fakat Akıl Yürütme/İlişkilendirmeden yaparken kendilerine daha az güvendikleri ortaya çıkmıştır. Bunun yanında, öğrencilerin matematiksel muhakemeye yönelik öz-yeterlik algılarında cinsiyetler arasında anlamlı bir fark bulunmazken, matematik başarısına göre anlamlı farklar bulunmuştur. Özetle, matematik başarısı yüksek olan öğrencinin matematiksel muhakeme öz-yeterlik algısının da yüksek olduğu tespit edilmiştir.

1. Giriş

Bireylerin hayatları boyunca karşılaştıkları durumları aşabilmeleri için kendi yeteneklerine güvenmeleri, sorunu çözebilmek için plan yapmaları ve ardından bu planı bilişsel bir süzgeçten geçirip değerlendirmeleri gerekmektedir (Bandura, 1997; Polya, 1957). Matematiksel muhakemeye yönelik öz-yeterlik, bir kişinin muhakeme yaparken ilgili performans sürecini başarıyla tamamlamak için kendi yeteneklerine dair inançlarını içermektedir (Ural vd., 2008). Başka bir deyişle, bireyin matematik problemlerini çözerken kullandığı işlemle ilgili inancı, elde ettiği sonuçtan emin olma veya tereddütlü bir yaklaşım sergileme şeklinde ifade edilebilir (Betz & Hackett, 1983; Clutts, 2010). Matematiksel muhakemeye yönelik öz-yeterlik, bireyin genel olarak kendi muhakeme yeteneklerine güvenmesi ve matematiksel muhakeme problemlerini çözebileceğine dair bir inanç içermektedir (Erdoğan vd., 2011). Birey, matematiksel bir problemle karşılaştığında, kendi çözüm yollarını çok yönlü düşünerek oluşturabilmesi için yeteneklerinin farkında olmalı ve buna inanmalıdır (Yurt, 2015). Muhakeme, farklı düşünce tarzlarının kullanıldığı, görüş ve düşüncelerin mantıklı bir temele dayandığı bir faaliyettir (Peresini & Webb, 1999). Lithner (2006) muhakemeyi, hipotezler oluşturarak sonuca ulaşmak için kullanılan bir düşünme yeteneği olarak tanımlar. Muhakeme, mevcut durumu tüm yönleriyle düşünerek, önceki deneyimleri göz önüne alarak mantıklı sonuçlara ulaşma eylemidir (Altıparmak & Öziş, 2005). Muhakeme, geçmiş deneyimlerden faydalanarak matematiksel araçları (semboller, sayılar, tanımlar vb.) ve düşünme stratejilerini (tümdengelim, tümevarım, genelleme vb.) kullanarak yeni bilgiler elde etme sürecini içerir (MEB, 2013). Bu bağlamda, muhakeme, belirlenen amaç ve plan doğrultusunda akılcı düşünceyle karar verme sürecidir (Erdem, 2011). Matematikte akıl yürütme ve muhakeme, karşılaşılan problem durumunda kavramları, sembollerini, kuralları “Neden?” ve “Nasıl?” sorularıyla anlamlandırarak üst düzey düşünmeyi sağlar (Erdem 2022). Bu bağlamda, muhakeme sürecinde eleştirel, yaratıcı ve yansıtıcı düşünme gibi zihinsel becerilere sahip olmadan muhakeme yapmanın zor olduğu sonucuna varabiliriz (Umay, 2003).

Lithner (2008) tarafından yapılan matematiksel muhakeme tanımına göre, problemleri çözerken düşünme ve hipotezlere başvurarak sonuca ulaşma sürecidir. Sonuca varma aşamasında genelleme yapma, ilişki kurma ve sembollerle matematiksel ifadeler yazma gibi beceriler matematiksel muhakemeyi içerir (Ball & Bass, 2003; Brodie, 2010). Bu tanımlar ışığında, matematiksel muhakeme; matematiksel terimleri anlama ve kullanma, yeni fikirler üretme, yeni öğrenilen bilgileri zihinsel süreçlerden geçirme ve mantıklı stratejiler seçme, gerçekleştirilen matematiksel işlemleri düzgün bir şekilde kullanma sürecinde faydalıdır (Brodie, 2010). Henderson vd. (2002), matematiksel muhakemeyi günlük hayat problemlerini çözmek için matematiksel tekniklerin, kavramların ve süreçlerin farkında olarak veya farkında olmaksızın uygulanması olarak tanımlar. Yurt içinde ve yurt dışında modern eğitim anlayışına göre, bireylerin matematiğin anlamlı olduğunu bilmeleri ve matematiksel muhakeme becerilerine sahip olmaları beklenir (MEB, 2018; NCTM, 2000).

Ayrıca, birey matematiği günlük hayatta kullanırken, kendine olan “yapabilirim” inancının yüksek olduğu durumlarda problemi çözmeye motive olur ve tutumu buna göre şekillenir (Gündoğdu, 2013). Bu nedenle, matematik eğitiminin nihai hedefi, öğrencilerin matematikle başa çıkabileceğine inanan, matematikle olumlu bir tutum geliştirmiş ve matematiksel öz-yeterliği yüksek bireyler olarak yetişmeleridir (MEB, 2018). Geleneksel öğretim yaklaşımında, genellikle bilişsel becerilerin geliştirilmesine odaklanılıyordu. Ancak matematik dersleri için yeterlilik bilişsel becerilerin yanında duyuşsal becerilerde de gereklidir (Aşkar & Umay, 2001). Bu bağlamda, öğrencinin matematik derslerindeki hedeflerini başarmak için sadece bilgi sahibi olması değil, aynı zamanda problemleri çözebileceğine inanması da önemlidir, Kotaman (2008) bu konuda benzer bir perspektifi paylaşmıştır. Çünkü öğrenci, matematiksel bir problemle karşılaştığında bilgi sahibi olabilir, ancak eğer çözebileceğine dair bir inanç geliştiremez ve matematiksel muhakemeye yönelik özgüvene sahip değilse, başarı elde etmesi zor olacaktır (Alcı, 2007). Aynı zamanda öğrencinin derste öğrenilen bilgileri mantık süzgecinden geçirerek yapılandırması, özgüvenini artırarak “Matematiği anlayabiliyorum” düşüncesini geliştirmesine olanak sağlayacaktır (Erdem, 2022). Bu bağlamda çağdaş eğitim anlayışına göre öğretim programlarında değişikliklere gidilmiş ve duyuşsal becerilerin gelişimine de vurgu yapılmıştır (MEB, 2013).

Matematiksel muhakemeye yönelik öz-yeterlik, öğrencinin matematik alanındaki akademik performansını etkileyen kritik unsurlardan biridir (Dede, 2008). Çünkü öğrencinin matematik yetenekleri, matematikle ilgili benlik algısı ve değerlendirme yetisi üzerinde büyük bir etkisi olan önemli

bir duyuşsal beceridir (Yurt, 2015). Matematiksel muhakemeye yönelik öz-yeterlik algısı yüksek olan öğrenci, matematiksel problemlerle karşılaştığında mantıklı ve çeşitli çözüm yolları geliştirir, sorunları çözebileceğine güvenir ve çözümleri başarıyla uygulayabilir. Aynı zamanda, karşılaştığı matematiksel zorlukları aşmak için gösterdiği çaba, yine matematiksel muhakemeye yönelik öz-yeterlik düzeyiyle ilişkilidir (Alderman, 1999). Günlük yaşamda benzer becerilere sahip olan fakat öz-yeterlik ve muhakeme düzeyleri farklı olan öğrencilerin, matematik performansları arasında farklılıklar görülür (Yenilmez & Kakmacı, 2008). Bunun sebebi; öğrenciler öğretilen bilgileri doğrudan kabul etmezler, bunun yerine, kendi muhakemelerini yaparlar ve matematiksel muhakemeye yönelik öz-yeterlik düzeyleri ve muhakeme becerilerine göre cevap verirler, bu da çözümlerinin çeşitlenmesine yol açar (Gibson & Dembo, 1984). Matematik dersinde düşük öz-yeterliğe sahip öğrenciler, dersin veya verilen etkinliklerin normalden daha zor olduğuna inanabilirler; bu da matematik dersine karşı stres ve kaygıyı artırabilir. Bu durum, öğrencinin karşılaştığı problemleri çözebilmek için alternatif çözüm yollarını düşünmesini engelleyebilir ve bakış açısını daraltabilir (Pajares, 1996). Çözüm üretemeyen ve kendini yetersiz hisseden öğrenci, matematik dersine karşı umutsuz bir tutum geliştirebilir, aynı zamanda matematik öğrenmeye yönelik çaba sarf etmez ve bu durum, akademik anlamda telafi edilmesi zor durumları beraberinde getirebilir (Pajares, 2002).

Bu çalışmada yedinci sınıf öğrencilerinin matematiksel muhakeme öz-yeterliklerini ölçmek için Mumcu (2019) tarafından geliştirilen “Matematiksel Muhakeme Öz-yeterlik Ölçeği” kullanılmıştır. Mumcu (2019) bu ölçeği geliştirirken matematiksel muhakeme becerisinin alt boyutları ve göstergeleri için Alkan ve Taşdan’ın (2011) çalışmasından yararlanmıştı. Bu alt boyutlar Genelleme/Soyutlama/Modelleme, Akıl yürütme/İlişkilendirme, Geliştirme ve Yaratıcı düşünme olarak ifade edilmektedir. Bu kavramlar matematiksel muhakeme süreçlerini ifade etmektedir. Bu bağlamda, bu çalışmanın amacı, ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin matematiksel muhakemeye yönelik öz-yeterlik algılarını cinsiyet ve matematik başarısını göz önünde bulundurarak incelemektir. Çalışmaya ilişkin alt problemler:

- Yedinci sınıf öğrencilerinin matematiksel muhakemeye yönelik öz-yeterlik algıları ne düzeydedir?
- Yedinci sınıf öğrencilerinin matematiksel muhakemeye yönelik öz-yeterlik algıları cinsiyet ve matematik başarısı değişkenlerine göre farklılık göstermekte midir?

2. Yöntem

2.1. Çalışma Grubu

Bu araştırmanın çalışma grubu, 2021-2022 öğretim yılında Doğu Anadolu Bölgesi'nde bir il merkezinde beş farklı devlet okulunda okuyan yedinci sınıf öğrencilerinden oluşmaktadır. Çalışmanın katılımcılarını 188'i kız, 190'ı erkek olmak toplam 378 yedinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Öğrenciler matematik başarılarına göre dört gruba ayrılmıştır. Buna göre öğrencilerin 83'ü 0-54 puan, 95'i 55-69 puan, 99'u 70-84 puan, 101'i ise 85-100 puan arasında matematik başarısına sahiptir. Öğrenciler araştırmaya uygun örnekleme yöntemiyle gönüllülük esasına göre katılmışlardır. Uygun örnekleme yönteminde araştırmacı, çalışması için yeterli seviyede katılımcıya ulaşana kadar kendisi ve araştırması için en ulaşılabilir durum ve örnek üzerinde çalışabilir (Büyüköztürk vd., 2008). Aşağıda Tablo 1'de öğrencilerin cinsiyet ve matematik başarıları değişkenlerine göre dağılımları verilmiştir.

Tablo 1. Öğrencilerin cinsiyet ve matematik başarısına göre dağılımları.

Değişken	f	%
<i>Cinsiyet</i>		
Kız	188	49,7
Erkek	190	50,3
<i>Matematik Başarısı</i>		
0-54 puan	83	22,0
55-69 puan	95	25,1
70-84 puan	99	26,2
85-100 puan	101	26,7

Tablo 1 incelendiğinde, öğrencilerin %49,7'si kız, %50,3'ü ise erkektir. Matematik başarıları değişkenine göre öğrencilerin %22'sinin 0-54 puan, %25,1'inin 55-69 puan, %26,2'sinin 70-84 puan, % 26,7'sinin ise 85-100 puan aldıkları görülmektedir.

2.2. Veri Toplama Aracı

Bu çalışmada, öğrencilerin matematiksel muhakemeye yönelik öz-yeterliklerini ölçmek için Mumcu (2019) tarafından geliştirilen "Matematiksel Muhakeme Öz-Yeterlik Ölçeği" kullanılmıştır. Bu ölçekte matematiksel muhakemeye yönelik öz-yeterlik alt faktörlerinden Genelleme/Soyutlama/

Modelleme ve Akıl Yürütme/İlişkilendirmeden 7’şer; Geliştirmeden 3 ve Yaratıcı Düşünmeden 4 olmak üzere toplamda 21 madde bulunmaktadır (Mumcu 2019). Olumsuz ifade edilen tüm maddeler, veri analizinden önce ters kodlanmıştır. Bu ölçme aracı 5’li Likert tipinde hazırlanmıştır ve eşit aralıklı ölçek yapısına uygundur. Ölçek 11’i, olumlu, 10’u olumsuz toplam 21 maddeden oluşmaktadır. Mumcu (2019)’un çalışmasında ölçeğin Cronbach Alfa güvenilirlik katsayısının 0.88 olduğu görülmüştür. Bu çalışmada ise “Matematiksel Muhakeme Öz-Yeterlik Ölçeğinin” Cronbach Alfa güvenilirlik katsayısı değerinin 0.81 olduğu tespit edilmiştir. Bu katsayı, bu ölçek ile toplanan verilerin güvenilir olduğuna işaret etmektedir (Pallant, 2007).

2.3. Verilerin Analizi

Veriler analiz edilirken bir istatistik paket programı yardımıyla betimsel istatistik metotları ve çıkarımsal istatistik metotları kullanılmıştır. Ölçekteki maddelerin ortalama puanları hesaplanmıştır. Ölçekten alınacak en düşük puan 21, en yüksek puan 105’tir. Öğrencilerin ölçeğe verdikleri cevaplara göre toplam puanı elde edildikten sonra alınan puanlara göre değerlendirme yapılmış ölçekten alınan puanların ortalaması hesaplanmıştır. Bunun yanında yedinci sınıf öğrencilerinin cinsiyet ve matematik başarıları değişkenlerine göre öz-yeterlik algılarının farklılık gösterip göstermediğini incelemek için “Bağımsız Örneklem İçin Faktöriyel ANOVA” kullanılmıştır. Analiz yapılmadan önce verilerin normal dağılıma uygunluğu araştırılmıştır. Verilerin her bir grup için çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) değerlerine bakıldığında bütün değerlerin -2 ile +2 arasında olmasından dolayı normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir (George & Mallery, 2010). “Bağımsız Örneklem İçin Faktöriyel ANOVA” testinin diğer bir varsayımı olan örneklemelerin geldiği evrenlerinin varyanslarının homojen olması Levene testiyle bakılmıştır. Bu test sonucunda grup varyanslarının homojen olduğu görülmüştür ($p > 0,05$).

3. Bulgular

3.1. Öğrencilerinin Matematiksel Muhakemeye Yönelik Öz-Yeterlik Algı Düzeylerine İlişkin Bulgular

Araştırmanın birinci problemi “Yedinci sınıf öğrencilerinin matematiksel muhakemeye yönelik öz-yeterlik algıları ne düzeydedir?” şeklindedir. Veri analizi sonucunda öğrencilerin ölçeğin her bir maddesine verdikleri cevapların ortalaması Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. Matematiksel muhakeme öz-yeterlik ölçeği maddelerine verilen cevapların ortalaması

BİLEŞENLER	MADDELER	\bar{x}
Genelleme / Soyutlama / Modelleme	M1 “Matematiksel problemlerin çözümüne yönelik sezgilerimi kullanabilirim.”	3,34
	M2 “Matematiksel bir durumun sınırlılıklarını belirleyebilirim.”	3,24
	M3 “Matematiksel bir durumda var olanlar ile varılmak istenenler arasındaki ilişkileri doğru biçimde oluşturabilirim.”	3,37
	M4 “Matematiksel bir duruma örnek teşkil edecek farklı durumlar gösterebilirim.”	3,28
	M5 “Gerçek yaşamda karşılaştığım problemlere matematiksel çözümler bulabilir, ulaştığım çözümleri açıklayabilirim/savunabilirim.”	3,44
	M6 “Matematiksel düşüncelerimin doğruluğuyla ilgili olarak karşımdaki insanları inandırabilirim.”	3,31
	M7 “Matematiksel durumlara ilişkin düşüncelerimi gereçlendirebilirim.”	3,25
Genelleme / Soyutlama / Modelleme maddelerinin ortalaması		3,32
Akıl Yürütme / İlişkilendirme	M8 “Matematiksel süreçlerde yer alan aşamaların, parçaların bütün içindeki anlamlarını, katkılarını ortaya çıkarmakta zorlanırım.”	3,12
	M9 “Matematiksel durumların altında yatan nedenleri sorgulamakta güçlük çekerim.”	3,04
	M10 “Matematiksel kavramları kendi arasında ilişkilendirmekte güçlük çekerim.”	3,14
	M11 “Matematiksel bir ifadenin doğruluğuna veya yanlışlığına karar vermekte zorlanırım.”	3,19
	M12 “Gerçek yaşamda karşılaştığım problemlerin çözümünde kullandığım yöntemlerin doğruluğuna karar vermekte zorlanırım.”	3,15
	M13 “Kar/zarar hesabı yapmakta zorlanırım.”	3,65
	M14 “Matematiksel durumları anlamakta ve kendi içerisinde değerlendirmekte zorlanırım.”	3,23
Akıl Yürütme / İlişkilendirme maddelerinin ortalaması		3,22

Geliştirme	M15 “Matematiksel durumlar ile ilgili, mevcut bilgilerimi 3,22 kullanarak yeni bilgiler inşa etmekte güçlük yaşadım.”	
	M16 “Matematiksel bir durumu farklı koşullar için 3,26 değerlendirmekte güçlük çekerim.”	
	M17 “Matematiksel durumları değerlendirmeye yönelik 3,24 sezgilerimi kullanmakta güçlük çekerim.”	
Geliştirme maddelerinin ortalaması		3,24
Yaratıcı Düşünme	M18 “Matematiksel durumlarda mevcut durumun bir adım 3,17 ilerisini düşünebilirim.”	
	M19 “Matematiksel durumlarda kendime özgü 3,40 düşünebilirim.”	
	M20 “Matematiksel durumlarla ilgili uzamsal hayaller 3,23 kurabilirim.”	
	M21 “Matematiksel nesnelerin işlevlerini alışlagelmişim 3,19 dışında kullanabilirim.”	
Yaratıcı Düşünme maddelerinin ortalaması		3,25
Tüm maddelerin ortalama değeri:		3,26

Tablo 2 incelendiğinde matematiksel muhakeme bileşenleri için ortalamalar ve bütün maddeler için toplam ortalama görülmektedir. Bu ortalamalara göre yedinci sınıf öğrencileri en iyi ortalamayı Genelleme/Soyutlama/Modellemeden (3,32), en düşük ortalamayı ise Akıl Yürütme/İlişkilendirmeden (3,22) aldıkları görülmektedir. Bütün maddeler için toplam ortalamaya bakıldığında ise, yedinci sınıf öğrencilerinin ortalamalarının 3,26 olduğu tespit edilmiştir. Bu değer göz önünde bulundurulduğunda yedinci sınıf öğrencilerinin matematiksel muhakemeye yönelik öz-yeterlik algılarının orta düzeyin üzerinde olduğu görülmüştür. Öğrencilerin her bir maddeye verdikleri cevaplara göre en yüksek ortalamayı madde 13'ten en düşük ortalamayı madde 9'dan aldıkları görülmüştür.

3.2. Öğrencilerinin Matematiksel Muhakemeye Yönelik Öz-Yeterlik Algılarının Bazı Değişkenlere Göre İncelenmesine İlişkin Bulgular

Araştırmanın ikinci problemi “Yedinci sınıf öğrencilerinin matematiksel muhakemeye yönelik öz-yeterlik algıları cinsiyet ve matematik başarıları değişkenlerine göre farklılık göstermekte midir? şeklindedir. Bağımsız değişkenlerin cinsiyet ve matematik başarıları, bağımlı değişkenin matematiksel muhakemeye yönelik öz-yeterlik algısı olduğu bu araştırma sorusu için bir istatistiksel paket programı kullanılarak 0,05 anlamlılık düzeyinde iki yönlü

faktöriyel ANOVA yapılmıştır. Tablo 3'te iki yönlü ANOVA'nın sonuçları sunulmuştur.

Tablo 3. Matematiksel muhakeme öz-yeterlik ölçeği için cinsiyet ve matematik başarısı değişkenlerine göre varyans analizi sonuçları

Çift Yönlü Varyans Analizi Sonuçları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F İstatistiği	Anlamlılık	Eta-kare
Cinsiyet	1	17,301	0,138	0,711	0,000
İlk Dönem Matematik Not Ortalaması	3	2274,126	18,077	0,000*	0,128
Cinsiyet*İlk Dönem Matematik Not Ortalaması	3	25,693	0,204	0,893	0,002
Hata	370	125,804	-	-	-

* $p < 0.05$

Yapılan analizler sonucunda öğrencilerin matematiksel muhakemeye yönelik öz-yeterlik algılarının cinsiyete göre farklılaşmadığı görülmüştür [$F_{(1,370)} = 0,138, p > 0,05$]. Buna karşın Tablo 3'den edinilen sonuca göre öğrencilerin matematiksel muhakeme öz-yeterlik algılarının matematik başarısı değişkenine göre farklılaştığı belirlenmiştir [$F_{(3,370)} = 18,077, p < 0,05, \eta^2 = 0,13$]. Öğrencilerin matematiksel muhakemeye yönelik öz-yeterlik algılarının yaklaşık %13'ü matematik başarısı değişkeniyle açıklanmakla beraber, matematik başarısının matematiksel muhakemeye yönelik öz-yeterlik algısı üzerinde ortanın üzerinde bir etkiye sahip olduğu söylenebilir (Cohen, 1988; Pallant, 2007). Yapılan ikili karşılaştırmaların sonuçlarına göre matematik başarısı 85-100 puan arasında olan öğrencilerin matematiksel muhakeme öz-yeterlikleri, matematik başarısı 0-54 puan ve 55-69 puan arasında olan öğrencilere göre anlamlı şekilde yüksek olduğu görülmüştür. Diğer bir deyişle matematik başarısı en üst grupta olan öğrencilerin öz-yeterlik algısı, matematik başarısı en alt ve bir üstünde olan gruptaki öğrencilerin öz-yeterliklerinden anlamlı bir şekilde yüksektir. Buna karşın matematik başarısı 85-100 puan arasında olan öğrencilerin matematiksel muhakeme öz-yeterlikleri ile matematik başarısı 70-84 puan olan öğrencilerin öz-yeterlikleri arasında anlamlı farklılığın olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca matematik başarı ortalaması 70-84 puan arasında olan öğrencilerin öz-yeterlikleri matematik başarıları 0-54 puan ve 55-69 puan arasında olan öğrencilerin öz-yeterliklerinden anlamlı bir şekilde yüksektir. Diğer bir deyişle matematik başarısı en üst ikinci grupta olan öğrencilerin

öz-yeterlik algısı, matematik başarısı en alt ve bir üstünde olan gruptaki öğrencilerin öz-yeterliklerinden anlamlı bir şekilde yüksektir. Bu bulgulara ek olarak matematik başarıları 55-69 puan ile 0-54 puan arasında olan öğrencilerin öz-yeterlikleri arasında anlamlı farklılığın olmadığı tespit edilmiştir. Tablo 3'den edinilen bir diğer sonuca göre cinsiyet ve matematik başarısının matematiksel muhakeme öz-yeterlik algısı üzerinde ortak etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür [$F_{(3,370)} = 0,204, p > 0,05$].

4. Sonuç ve Tartışma

Çalışmanın birinci probleminde, yedinci sınıf öğrencilerinin matematiksel muhakemeye yönelik öz-yeterlik algılarının hangi seviyede olduğu incelenmiştir. Elde edilen verilere göre, yedinci sınıf öğrencilerinin matematiksel muhakeme öz-yeterlik düzeylerinin orta düzeyin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Bu bulgu, Görgün (2020), Doruk ve diğerleri (2016), Abalı-Öztürk ve Şahin (2015), Gündoğdu (2013) ile Usher (2009)'ün ortaokul öğrencileri üzerinde yaptıkları çalışmaları destekler niteliktedir ve bu araştırmalarda da öğrencilerin matematiğe yönelik öz-yeterliklerinin orta düzeyin üzerinde olduğu gözlemlenmiştir. Benzer şekilde, ortaokul öğrencileriyle yapılan çalışmalar matematiğe yönelik öz-yeterliliğin orta düzeyde olduğunu ortaya koymuştur (Adal & Yavuz, 2017; İpek, 2019). Ancak, Mumcu (2019) öğretmen adaylarıyla gerçekleştirdiği çalışmada, öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme öz-yeterliklerinin düşük olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bu araştırmanın bir başka sonucu yedinci sınıf öğrencilerinin kendilerine en çok Genelleme/Soyutlama/Modelleme yaparken güvendiklerini fakat Akıl Yürütme/İlişkilendirmeden yaparken kendilerine daha az güvendiklerini ortaya koymuştur.

Bu çalışmanın ikinci probleminde yedinci sınıf öğrencilerinin matematiksel muhakemeye yönelik öz-yeterlik algılarının cinsiyet ve matematik başarısına göre farklılaşıp farklılaşmadığı incelenmiştir. Cinsiyet değişkenine göre matematiksel muhakemeye yönelik öz-yeterlik algılarının farklılaşmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Başka bir deyişle, kız ve erkek öğrencilerin "Matematiksel Muhakeme Öz-Yeterlik" ölçeğinden elde ettikleri toplam puan ortalamaları birbirine oldukça yakın bulunmuştur. Bu bulguya benzer olarak, bazı çalışmalarda da matematiksel öz-yeterlik ile cinsiyet arasında anlamlı fark bulunmamıştır (Akay & Boz, 2011; Delioğlu, 2017; Görgün, 2020; Gündoğdu, 2013). Matematiksel öz-yeterlik algısı ile cinsiyet arasındaki ilişkiye dair literatür incelendiğinde farklı sonuçlara ulaşan çalışmalar bulunmaktadır. Bazı araştırmacılar ortaokul öğrencileri ile yaptıkları araştırmalarda, kız öğrencilerin matematiksel öz-yeterlik düzeylerinin erkek öğrencilere göre daha yüksek olduğu sonucuna varmışlardır (Abalı-Öztürk &

Şahin, 2015; Ayan, 2014; Yılmaz vd., 2012). Benzer şekilde, Karaşan (2019), soyut düşünme ve matematiksel öz-yeterlik algısını incelediği çalışmada, kız öğrencilerin matematiksel öz-yeterlik düzeyinin erkek öğrencilere göre daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Ancak, literatürdeki bazı çalışmaların sonuçları, erkek öğrencilerin matematiksel öz-yeterlik düzeylerinin kız öğrencilerden daha yüksek olduğunu ileri sürmektedir (Adal & Yavuz, 2017; Özdemir, 2021; Özsoy-Güneş vd., 2015; Taşdemir, 2012; Tella, 2011). Bu bulgulara paralel olarak Pajares ve Miller (1994) ise lise öğrencileri üzerinde gerçekleştirdiği çalışmada, erkek öğrencilerin matematiksel öz-yeterlik düzeyinin daha yüksek olduğu bulgusuna ulaşmıştır.

Matematik başarısı değişkenine göre “Matematiksel Muhakeme Öz-Yeterlik Ölçeği” toplam puanlarının istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılaştığı tespit edilmiştir. Özetle, matematik başarısı yüksek olan öğrencinin matematiksel muhakeme öz-yeterlik algısının da yüksek olduğu tespit edilmiştir. Literatür incelendiğinde bu sonuca benzer çalışmalarla karşılaşılmaktadır. Özdemir (2021) çalışmada, matematik öz-yeterlik algısının bir önceki dönem matematik karne notu değişkenine göre anlamlı farklılığın olduğu tespit etmiştir. Matematik karne notu yüksek olan öğrencinin yüksek matematiksel öz-yeterlik algısının olduğu görülmüştür. Benzer şekilde diğer matematik başarısını ve öz-yeterlik algısını inceleyen diğer çalışmalarda da anlamlı farklılık bulunmuş ve matematik karne notu yüksek olan öğrencilerin matematik öz-yeterlik algılarının da yüksek olduğu görülmüştür (Kurtuluş & Öztürk, 2017; Tüzün & Cihangir, 2020). Bu sonuçlara paralel olarak Delioğlu (2017) çalışmada matematik algı düzeyi düşük olan öğrencilerin matematiksel öz-yeterliklerinin de düşük olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bunların aksine yazılı sınavları ile matematiksel öz-yeterlik farklılaşmasının incelendiği çalışmada Sevgi ve Yakışıklı (2020), ortaokul öğrencilerinin matematik öz-yeterliklerinin matematik yazılı notlarına göre istatistiksel olarak farklılık göstermediğini tespit etmişlerdir. Bu çalışmada matematik başarısı ile matematiksel muhakemeye yönelik öz-yeterlik algısı arasında anlamlı ilişki bulunmasının nedenlerinden biri olarak, matematik derslerinde başarılı olan öğrenciler matematik derslerine daha fazla katılıp olumlu tutum geliştirdiklerinden matematiksel muhakemeye yönelik öz-yeterlik algılarının da yükseldiği düşünülmektedir.

Kaynakça

- Abalı-Öztürk, Y. & Şahin, Ç. (2015). Matematiğe ilişkin akademik başarı, öz-yeterlilik ve tutum arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 31, 343-366.
- Adal, A. A., & Yavuz, İ. (2017). Ortaokul öğrencilerinin matematik öz yeterlik algıları ile matematik kaygı düzeyleri arasındaki ilişki. *International Journal of Field Education*, 3(1), 20-41.
- Akay, H. & Boz, N. (2011). Sınıf öğretmeni adaylarının matematiğe yönelik tutumları, matematiğe karşı öz-yeterlik algıları ve öğretmen öz-yeterlik inançları arasındaki ilişkilerin incelenmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 9(2), 281-312.
- Alcı, B. (2007). *Yıldız Teknik Üniversitesi öğrencilerinin, matematik başarıları ile algıladıkları problem çözme becerileri, öz-yeterlik alguları, bilişüstü öz-düzenleme stratejileri ve ÖSS sayısal puanları arasındaki açıklayıcı ve yordayıcı ilişkiler örüntüsü*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Alkan, H. & Taşdan, B. T. (2011). Mathematical thinking through the eyes of prospective mathematics teachers at different grade levels. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(2), 107-137.
- Altıparmak, K. & Öziş, T. (2005). Matematiksel ispat ve matematiksel muhakemenin gelişimi üzerine bir inceleme. *Ege Eğitim Dergisi*, 6(1), 25-37.
- Alderman, K. M. (1999). *Motivation for Achievement*. London: Lawrence Erlbaum Ass. Pub.
- Aşkar, P. & Umay, A. (2001). İlköğretim matematik öğretmenliği öğrencilerinin bilgisayarla ilgili öz-yeterlik algısı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21, 1-8.
- Ayan, A. (2014). *Ortaokul öğrencilerinin matematik öz-yeterlik alguları, motivasyonları, kaygıları ve tutumları arasındaki ilişki*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ball, D. L. & Bass, H. (2003). *Making mathematics reasonable in school*. In (J. Kilpatrick, W. G. Martin & D. Schifter Ed.) A Research companion to principles and standards for school mathematics. (p.27-44). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. W H Freeman/Times Books/ Henry Holt & Co.
- Betz, N. & Hackett, G. (1983). The relationship of mathematics self-efficacy expectations to the selection of science-based college majors. *Journal of Vocational Behavior*, 23, 329-45.
- Brodie, K. (2010). *Teaching mathematical reasoning in secondary school classrooms*. London: Springer.

- Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2008). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (14. Baskı). Ankara: Pegem Yayınları.
- Cohen, J. W. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2. Baskı). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Dede, Y. (2008). Matematik Öğretmenlerinin Öğretimlerine Yönelik Öz- Yeterlik İnançları. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 6(4), 741-757.
- Delioğlu, H. N. (2017). *Sekizinci sınıf öğrencilerinin matematik başarıları ile sınav ve matematik kaygısı, matematiğe yönelik öz yeterlik algısı arasındaki ilişki*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın.
- Doruk, M., Öztürk, M., & Kaplan, A. (2016). Ortaokul öğrencilerinin matematiğe yönelik öz-yeterlik algılarının belirlenmesi: Kaygı ve tutum faktörleri. *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 6(2), 283-302.
- Erdem, E. (2011). *İlköğretim 7. Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel ve Olasılıksal Muhakeme Becerilerinin İncelenmesi*, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Adıyaman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adıyaman.
- Erdem, E. (2022). *Mantıksal Akıl Yürütme* (1.Baskı). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Erdoğan, A., Baloğlu, M., & Kesici, S. (2011). Gender differences in geometry and mathematics achievement and self-efficacy beliefs in geometry. *Eurasian Journal of Educational Research*, 43, 91-106.
- George, D., & Mallery, M. (2010). *SPSS for windows step bystep: A simple guide and reference*. Boston: Pearson.
- Gibson, S. & Dembo, M. H. (1984). Teacher efficacy: A construct validation. *Journal of Educational Psychology*, 76(4), 569-582.
- Görgün, S. (2020). *Ortaokul öğrencilerinin matematik öz yeterlik alguları ile matematik problemi oluşturma tutumlarının incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Gündoğdu, S. (2013). *7. ve 8. sınıf öğrencilerinin sahip olduğu matematiksel güç ile matematik öz yeterliği arasındaki ilişki*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.
- Henderson, P. B., Fritz, S. J., Hamer, J., Hitcher, L., Marion, B., Riedesel, C., & Scharf, C. (2002). Materials development in support of mathematical thinking. *ITiCSE 2002 working group report ACM SIGCSE Bulletin*, 35(2), 185-190.
- İpek, H. (2019). *Ortaokul öğrencilerinin matematik kaygılarının matematik öz yeterlik inançlarının ve matematik dersine yönelik öz düzenleme becerilerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Karaşan, S. (2019). *Ortaokul öğrencilerinin soyut düşünme becerileri, öz yeterlilik alguları ve matematiğe karşı tutumları arasındaki ilişkilerin incelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Kotaman, H. (2008). Özyeterlilik inancı ve öğrenme performansının geliştirilmesine ilişkin yazın taraması. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(1), 111-133 <https://dergipark.org.tr/en/pub/uefad/issue/16687/173408>
- Kurtuluş, A., & Öztürk, B. (2017). Ortaokul öğrencilerinin üstbilişsel farkındalık düzeyi ile matematik öz yeterlik algısının matematik başarısına etkisi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, (31), 762-778.
- Lithner, J. (2008). A research framework for creative and imitative reasoning. *Educational Studies in Mathematics*, 67(3), 255-276.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2013). *Ortaokul matematik dersi (5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Devlet Kitapları Müdürlüğü Basımevi, Ankara.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2018). *Matematik dersi öğretim programı (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. Devlet Kitapları Müdürlüğü Basımevi, Ankara.
- Mumcu, H. Y. (2019). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme öz-yeterlilik inançlarının incelenmesi: Bir ölçek geliştirme ve uygulama çalışması. *Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(3), 1239-1280.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA.
- Özdemir, Ş. N. (2021). *8. sınıf öğrencilerinin matematik öz yeterlilik alguları ile motivasyon ve kaygı düzeyleri arasındaki ilişkilerin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Siirt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Siirt.
- Özsoy-Güneş, Z., İnce, E. & Kırbaşlar, F. (2015). Sınıf öğretmeni adaylarının matematik öz-yeterlilik alguları ve kimya problemlerinde matematik kullanımına yönelik görüşleri, *e-Kafkas Journal of Educational Research*, 2(2), 23-32.
- Pajares, F. (1996). Self-efficacy beliefs in academic settings. *Review of Educational Research*, 66, 543-578.
- Pajares, F. (2002). *Overview of social cognitive theory and of self-efficacy* [online], Emory University, <https://www.uky.edu/~eushe2/Pajares/eff.html>.
- Pajares, F. & Miller, D. M. (1994). Role of self-efficacy and self-concept beliefs in mathematics problem solving: A path analysis, *Journal of Educational Psychology*, 86(2), 193-203.
- Pallant, J. (2007). *SPSS survival manual-A step by step guide to data analysis using SPSS for windows (3rd ed.)*. Maidenhead: Open University Press.
- Peresini, D. & Webb, N. (1999). Analyzing mathematical reasoning in students' responses across multiple performance assessment tasks developing mathematical reasoning in grades K-12. In Lee V. Stiff, (Eds). *National council of teachers of Mathematics* (pp. 23-96) Virginia: Reston.

- Polya, G. (1957). *“How to solve it”*. Second Edition dü. New Jersey: NJ: Princeton University Pres.
- Sevgi, S. & Yakışıklı, Z. (2020). Ortaokul öğrencilerinin matematik öz-yeterlik algılarının ve matematiğe yönelik tutumlarının incelenmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(2), 394-416. DOI: 10.17860/mersinefd.685426
- Taşdemir, C. (2012). Lise son sınıf öğrencilerinin matematik öz-yeterlik düzeylerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi (Bitlis ili örneği). *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 3(1), 39-50.
- Tella, A. (2011). An assessment of mathematics self-efficacy of secondary school students in Osun State, Nigeria, *Ifè Psychologia*, 19(1), 430-440.
- Tüzün, M. & Cihangir, A. (2020). Ortaokul öğrencilerinin matematiksel düşünme aşamaları ile matematik öz yeterlikleri arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Abmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(2), 210-228.
- Umay, A. (2003). Matematiksel muhakeme yeteneği. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 234-243.
- Ural A, Umay, A., & Argün, Z. (2008). Öğrenci takımları başarı bölümleri tekniği temelli eğitimin matematikte akademik başarı ve özyeterliliğe etkisi. *Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35,307-318.
- Usher, E. L. (2009). Sources of middle school student’s self-efficacy in mathematics a qualitative investigation. *American Educational Research Journal*, 46(1), 275-314.
- Yenilmez, K. & Kakmacı, Ö. (2008). İlköğretim yedinci sınıf öğrencilerinin matematikteki hazır bulunuşluk düzeyi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 16(2), 529-542.
- Yılmaz, E., Yiğit, R. & Kaşaracı, İ. (2012). İlköğretim öğrencilerinin özyeterlilik düzeylerinin akademik başarı ve bazı değişkinler açısından incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(23), 371-388.
- Yurt, E. (2015). Understanding middle school students’ motivation in math class: Theexpectancy-valuemodelperspective, *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 3(4), 288-297.

Etkinlik Temelli Fen Öğretiminin Teknoloji Destekli Fen Öğretimi ile Karşılaştırılması: Nitel Bir Araştırma

Nagihan Tanık Önal¹

Nezih Önal²

Özet

21. Yüzyıl becerilerini edinmiş bireyler yetiştirmek için genelde eğitim özelde ise fen eğitimi büyük bir önem taşımaktadır. Bu nedenle güçlü bir fen eğitimi gerçekleştirerek içinde bulunduğumuz çağın gerektirdiği bilgi ve becerilerle donatılmış öğrenenlerin yetiştirilmesi fen eğitiminin temel hedeflerinden biridir. Dolayısıyla etkili ve verimli bir fen eğitimi süreci gerçekleştirmek için sınıf içi uygulamaların önemi vurgulanmaktadır. Fen bilimleri dersi öğretim programında ürün odaklı bir sürecin hâkim olması, öğrencilerin aktif kılınması, dijital yetkinlik ve disiplinler arası bir anlayışın belirlenmiş olması gibi unsurlar hem etkinlik temelli fen öğretimini hem de teknoloji destekli fen öğretimini ön plana çıkarmaktadır. Öğretim programlarının uygulayıcıları olan öğretmenlerin bu iki yönetime ilişkin görüşleri ve sahip oldukları yeterlikler gibi unsurlar öğretim pratiklerini etkileme potansiyeline sahiptir. Buna göre her iki öğretim yöntemini de tecrübe etmiş öğretmen adaylarının henüz hizmet öncesi dönemde iken konu ile ilgili bakış açılarının incelenmesi önemli görülmektedir. Bu perspektifle şekillenen bu araştırmanın temel amacı, okul öncesi öğretmen adaylarının teknoloji destekli ve etkinlik temelli fen öğretimi hakkındaki deneyimlerini keşfetmek, bu iki yönetime ve yöntemin kıyaslanmasına yönelik görüşlerini incelemektir. Araştırma nitel paradigmaya dayalı durum çalışması ile desenlenmiştir. Araştırmanın verileri katılımcılarla gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmelerle toplanmış ve elde edilen veriler içerik analizi ile çözümlenmiştir. Araştırmada ulaşılan temel sonuç, katılımcıların etkinlik temelli fen öğretimini anlamlı

1 Doç. Dr., Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, ntanikonan@ohu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-5926-521X

2 Doç. Dr., Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, nezihonal@ohu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-1103-8771

ve kalıcı öğrenme sağlanması için çok önemli bulgularıdır. Katılımcılar bu görüşlerini etkinlik temelli öğretimin öğrenenlere kendi deneyimleriyle somut materyallerle zenginleştirilen bir gerçek dünya deneyimi sunması ile açıklamışlardır. Katılımcılar teknoloji destekli fen öğretiminin yeni nesil öğrenen özelliklerine daha çok hitap ettiğini bu nedenle daha dikkat çekici olduğunu düşünmektedirler. Araştırmanın bulguları öğretmen adaylarının her iki yöntemi de derslerinde uygulayabilecek yeterliğe sahip olmaları gerektiğini düşündüklerini göstermiştir. Araştırmada ulaşılan sonuçlar doğrultusunda, öğretmen eğitiminde farklı sınıf içi uygulamalara yer verilmesi, öğretmen adaylarının öğretmenlik uygulaması başta olmak üzere diğer derslerinde de hem etkinlik temelli hem de teknoloji destekli fen öğretimi sürecine dâhil edilmeleri gibi öneriler getirilmiştir.

1. Giriş

Analitik düşünme ve inovasyon, aktif öğrenme, problem çözme, eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, teknoloji kullanımı ve kontrolü, programlama ve muhakeme becerileri günümüzde her bireyin sahip olması gereken önemli beceriler arasında görülmektedir (World Economic Form, 2020). Bireylerin eğitim süreci onlara 21. Yüzyıl becerilerini kazandırmaya odaklanmalıdır (Beswick & Fraser, 2019). Bu nedenle ülkelerin eğitim programları bilim eğitimine odaklanarak bilim ve teknoloji okuryazarı bireyler yetiştirme perspektifini benimsemiştir. Söz konusu hedeflere ulaşmak için tüm dünyada belirli standartlara ulaşmış nitelikli bir fen eğitimi süreci her geçen gün daha da önem kazanmaktadır. Bu bağlamda Türkiye’de de fen bilimleri dersi öğretim programı yeni anlayışlar benimsenerek güncellenmektedir. Ancak Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (Programme for International Student Assessment-PISA) ve Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması (Trends in International Mathematics and Science Study-TIMSS) adı verilen uluslararası sınavlarda Türk öğrencilerin başarı düzeyleri oldukça düşüktür. Güncellenen fen bilimleri dersi öğretim programından sonraki sınavlarda da öğrenci başarısının beklentileri karşılayamaması dikkate alındığında, öğretmenler tarafından seçilip uygulanan öğretim yönteminin bir başka ifadeyle sınıf içi uygulamaların öğrenci başarısı üzerinde çok yüksek düzeyde etkili olduğu iddia edilmektedir (Temsah & Safa, 2021). Adı geçen uluslararası sınavlar öğrencilerin bilimsel okuryazarlığını yani edindikleri bilgileri günlük hayatta kullanabilme becerilerini ölçmeye yöneliktir. Çünkü günümüzde fen eğitimi bilgi boyutu ihmal edilmeden bir takım becerilerin ön plana çıktığı ve bilgiyi günlük hayatla bütünleştirmeyi hedefleyen bir süreç olarak ele alınmaktadır. Bu bağlamda tekrar güncellenen fen bilimleri öğretim programında bilimsel süreç becerileri, günlük yaşam becerileri ve mühendislik ve tasarım becerileri ön plana çıkmıştır (Milli Eğitim

Bakanlığı [MEB], 2018). Aynı öğretim programında öğrencilerin ulusal ve uluslararası düzeyde gerek kişisel, sosyal ve gerekse akademik hayatlarında ihtiyaç duyacakları yetkinlikler belirlenmiştir. Bunlar içerisinde matematiksel yetkinlik ve bilim/teknolojide temel yetkinlikler, dijital yetkinlik, öğrenmeyi öğrenme, inisiyatif alma ve girişimcilik (MEB, 2018) yetkinlikleri fen eğitimi ile yakından ilişkilidir ve sınıf içi uygulamalarda dikkate alınması önemli görölmektedir. Fen bilimleri dersi öğretim programında ürün odaklı bir sürecin hâkim olması, öğrencilerin aktif kılınması, dijital yetkinlik ve disiplinlerarası bir anlayışın belirlenmiş olması gibi unsurlar hem etkinlik temelli fen öğretimini (basit ucuz malzemelerle etkinlik, hands on science) hem de teknoloji destekli fen öğretimini ön plana çıkarmaktadır.

Alanyazında her iki yönleme ilişkin üstün yönlerden ve sınırlılıklardan bahsedildiği görölmektedir. Etkinlik temelli fen öğretiminin öğrencilerin psikomotor becerilerini, deneyimlerinden anlam çıkarma ve sonuca varma becerilerini geliştirdiği bilinmektedir. Özel bir laboratuvara gerek duyulmadan öğrencilerin günlük hayatta sıklıkla karşılaştıkları malzemelerle deney yapmaları, sosyo-ekonomik düzeye bakılmadan tüm öğrencilere eşit erişim imkânı sunmaktadır. Ekonomik olması, atıkların da kullanılabilmesi, öğrencilerin basit araç gereçlerle günlük hayatta karşılaştıkları bir problemi kendi kendine çözebilmelerinin kendilerine olan güvenlerini geliştirmesi, yaratıcılık ve kendi kendine öğrenme gibi becerileri geliştirmesi bu yöntemin üstün yönleri arasındadır (Karakolcu Yazıcı & Özmen, 2015). Deney hazırlıklarının zaman alması, kalabalık sınıflarda uygulamanın zorluğu ve iyi bir planlama gerektirmesi yöntemin sınırlılıkları arasında sayılmaktadır (Saylan Kırmızıgöl, 2019).

Teknoloji destekli fen öğretimi; öğrencilerin bilimsel düşünme becerilerini geliştirmek, hızlı ve kolay öğrenme sağlamak, öğretimi zenginleştirmek, soyut konuları somutlaştırmak, süre/maliyet/güvenlik açısından gerçek hayatta deneyimlenemeyen deneyleri gerçekleştirebilmek gibi pek çok üstün yöne sahiptir (Wojciechowski & Cellary, 2013). Dahası bilişim teknolojileri ile zenginleştirilen öğrenme ortamlarının öğrenenlere 21. yüzyıl becerilerini kazandırmakta etkili olduğu da belirtilmektedir (Çepiç, 2020). Genel itibariyle eğitime teknoloji entegrasyonu, öğretmenlerin daha iyi bir yapılandırmacı öğrenme ortamı oluşturmalarına destek olmaktadır. Öğrencilerin sürece daha fazla katılmalarını, daha iyi öğrenme çıktılarının oluşmasını ve sonuçta öğretimin niteliğinin artmasını sağlamaktadır (Linardatos & Apostolou, 2023). Öte yandan teknoloji destekli fen öğretimi; hazırlıklarının zaman alıcı olması, artan maliyet, profesyonellik gerektirme, öğrencilerin teknoloji destekli etkinliklerdeki gösterimlerle gerçek hayattaki farkları ayırt etmede zorlanarak kavram yanılığısı geliştirebilmeleri, sınıf içi iletişimin zayıflaması

ve süreç değerlendirmesinin zor olması gibi bazı sınırlılıklara da sahiptir (Batubara, 2021). Bu bağlamda adı geçen her iki yönteminde birbirine kıyasla öne çıkan özellikleri olduğu gibi bir takım sınırlılıkları da olduğu ifade edilebilir. Tüm bunlara ek olarak, teknoloji destekli fen öğretimi ve etkinlik temelli fen öğretiminin kıyaslanmasına ilişkin araştırmalarda farklı yönde bulgulara ulaşan araştırmalar mevcuttur. Bazı çalışmalarda teknoloji destekli fen öğretimi (Yavuz & Akçay'a (2017) göre fen başarısı üzerinde teknoloji destekli fen öğretimi daha etkilidir) bazı araştırmalarda ise etkinlik temelli fen öğretimi lehine sonuçlar ortaya koyulmaktadır. Bazı çalışmalarda ise iki yöntemin birbirine göre üstünlükleri olmadığı rapor edilmiştir (Ünal'a göre (2017) fen başarısı üzerinde üstünlükleri yoktur). Bu durum konu ile ilgili çalışmaların devam etmesinin fen eğitimi literatürü için gerekli olduğunu işaret etmektedir.

Fen eğitimine teknoloji entegrasyonu gerekli olmakla birlikte kolay değildir. Öğretmenlerin bunu başarılı bir şekilde gerçekleştirebilmeleri için henüz öğretmen adayı iken hizmet öncesi dönemde aldıkları eğitim oldukça önemlidir. Bu nedenle öğretmen adaylarının etkinlik temelli fen öğretimi, teknoloji destekli fen öğretimi ve bu iki yöntemi kıyaslamaya dair bakış açılarını detaylı olarak incelemek önemli görülmektedir. Araştırma sonuçları öğretmen eğitimi için önemli bilgiler sunabilir. Bunun yanı sıra temel eğitim kademesindeki fen eğitimi ile ilgili öngörülerde bulunulmasını da sağlayabilir. Buna göre araştırmanın özgün ve güncel bir değer taşıdığı ifade edilebilir. Bu noktalardan hareketle gerçekleştirilen bu çalışmada, okul öncesi öğretmen adaylarına her iki öğretim ile ilgili bilgi verilmiş, örnek uygulamalar yapılmış ve ardından kendilerinin de örnek uygulamalar geliştirmeleri istenmiştir. Yedi haftalık bu süreç sonucunda ise öğretmen adaylarının süreçle ilgili görüşleri incelenmiştir. Bu doğrultuda araştırmanın amacı, okul öncesi öğretmen adaylarının etkinlik temelli ve teknoloji destekli fen öğretimi hakkındaki deneyimlerini keşfetmek, bu iki yönteme ve yöntemin kıyaslanmasına yönelik görüşlerini incelemektir.

2. Yöntem

2.1. Desen

Nitel paradigmaya dayalı bu araştırma durum çalışması ile desenlenmiştir. Durum çalışmasında; en az bir kişi, olay, işlem ya da program derinlemesine araştırılır (Creswell, 2008). Bu çalışmada en temel hedef, araştırma konusu olan etkinlik temelli fen öğretimi ve teknoloji destekli fen öğretimi uygulamalarının değerlendirilmesi ve birbiri ile kıyaslanması ile ilgili belirli bir bilgi ve deneyime sahip olan okul öncesi öğretmen adaylarının konuya

yönelik görüşlerini ortaya çıkarmaktır. Durum çalışmalarının güncel olarak var olan bir durumu araştırmaya yönelik bir doğası vardır (Yin, 2003). Tüm bu hususlar dikkate alındığında, bu araştırmada okul öncesi öğretmen adaylarının güncel bir konu olan fen öğretiminde sıklıkla tercih edilen bu iki yöntemle ilgili görüşleri detaylı olarak incelenerek betimlendiği için araştırmada durum çalışması deseni tercih edilmiştir.

2.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubu amaçlı örneklemeyle dayalı tekniklerden homojen örnekleme tekniği kullanılarak belirlenmiştir. Bu tekniğin kullanılması ile birbirine benzeyen küçük bir grup oluşturulması ve bu grubu derinlemesine anlamak/tanımlamak amaçlanmıştır (Creswell, 2008). Bu bağlamda araştırmanın çalışma grubu 2023-2024 eğitim öğretim yılı güz döneminde Türkiye’de İç Anadolu Bölgesi’nde bir il merkezinde eğitim görmeye devam eden ve araştırmaya katılmaya gönüllü olan 35 okul öncesi öğretmen adayından oluşmaktadır. Homojen bir örneklem oluşturmak adına katılımcılar birbirine benzer özellikte seçilmiştir. Bu bağlamda katılımcıların tamamı okul öncesi öğretmenliği ikinci sınıfta öğrenim görmektedir. Katılımcıların 20’si kadın; 15’i erkektir.

2.3. Veri Toplama Süreci

Araştırmada veri toplama aracı olarak, çalışma grubu ile gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmeler kullanılmıştır. Bu kapsamda araştırmacılar tarafından araştırma konusuna dayalı ve araştırma sorusu paralelinde altı açık uçlu soru içeren bir taslak görüşme formu oluşturulmuştur. Taslak form, ikisi fen eğitimi ve biri de öğretim teknolojilerinde uzman üç öğretim üyesinin incelemesine sunulmuştur. Ardından iki öğretmen adayı ile maddelerin iyi işleyip işlemediğinden emin olmak, veri toplama sürecine dair bir aksaklık olup olmadığını teyit etmek gibi amaçlarla bir ön uygulama gerçekleştirilmiştir. Ön uygulama sürecinde ve bu uygulamadan elde edilen verilerin analizinde bir aksaklık tespit edilmediği için formun olduğu gibi kullanılması kararlaştırılmıştır. Formda yer alan iki örnek madde şu şekildedir:

- 1) Sınıf içi öğrenmeler kapsamında gerçekleştirdiğiniz etkinlik temelli fen öğretimi uygulamalarını değerlendirir misiniz? Neden böyle düşünüyorsunuz? Açıklar mısınız?
- 2) Sınıf içi öğrenmeler kapsamında gerçekleştirdiğiniz teknoloji destekli fen öğretimi uygulamalarını değerlendirir misiniz? Neden böyle düşünüyorsunuz? Açıklar mısınız?

Çalışma grubu ile gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmeden önce her bir katılımcı ile iletişime geçilerek bir planlama yapılmıştır. Görüşmeler, katılımcıların uygun olduklarını belirttikleri gün ve saatlerde araştırmacılarından biri tarafından öğretim üyesi odasında gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların izni alınarak görüşmeler ses kayıt cihazı ile kayıt altına alınmıştır. Görüşmeler öncesinde katılımcılara araştırmanın konusu ve amacı ile ilgili bilgi verilmiş, görüşlerini içtenlikle sunmalarının araştırma için önemine değinilerek bir doğru ya da yanlış cevap aranmadığı belirtilmiştir. Son olarak kimlik bilgilerinin gizli tutulacağı, verilerin yalnızca bilimsel bir çalışma için kullanılacağı belirtilmiştir. Görüşmelerde katılımcıları yönlendirmemeye dikkat edilmiş ve herhangi bir veri kaybı yaşamamak adına notlar alınmıştır. Her bir görüşme ortalama 35 dakika sürmüştür.

2.4. Veri Toplama Süreci

Araştırmada veri analizi sürecine başlamadan önce ön hazırlıklar yapılmıştır. Bu kapsamda ilk olarak her bir görüşmeye katılımcı isimlerini gizlemek adına K1'den başlayarak kod isimler verilmiştir. Sonrasında veri analizi aşamasına geçilmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşmelerle elde edilen veriler Creswell'in (2008) üç aşamalı içerik analizi tekniği ile çözümlenmiştir. Bu bağlamda verilerle ilgili bütüncül bir bakış açısı kazanmak ve de genel bir fikir edinmek için tüm veriler iki kez okunmuştur. Okumalar sürecinde verilerin nasıl organize edilebileceği ile ilgili notlar alınmıştır. Sonrasında ikinci aşamada kodlamalar gerçekleştirilmiştir. Tek tek gerçekleştirilen kodlamaları takiben benzer kodlar gruplanmış ve gereksiz kodlar atılmıştır. Bu süreçte olası bir hata ve veri kaybı durumunun önüne geçmek adına bir kodlama işlemi daha gerçekleştirilmiştir. Kodlamaların tamamlanması ile birlikte üçüncü aşamaya geçilmiştir. Bu aşamada birbiri ile ilişkili kodlarda temalar oluşturulmuştur. Verilerin son halini vermek için kodlayıcılar bir araya gelerek öncelikle ana temalar üzerinde tartışmıştır. Ana temalarda görüş birliğine varılmasının ardından her bir tema altında yer alan katılımcılar ve katılımcı sayısı tartışılmıştır. Sonuçta temalar ve temalardaki kişiler belirlenmiştir. Ayrıca veriler sunulurken katılımcı görüşlerinden doğrudan alıntılar verilmiştir. Alıntılarının seçiminde ise çarpıcılık, temayı en iyi şekilde açıklama, çeşitlilik ve de uç örneklerin sunulması gibi ölçütler dikkate alınmıştır.

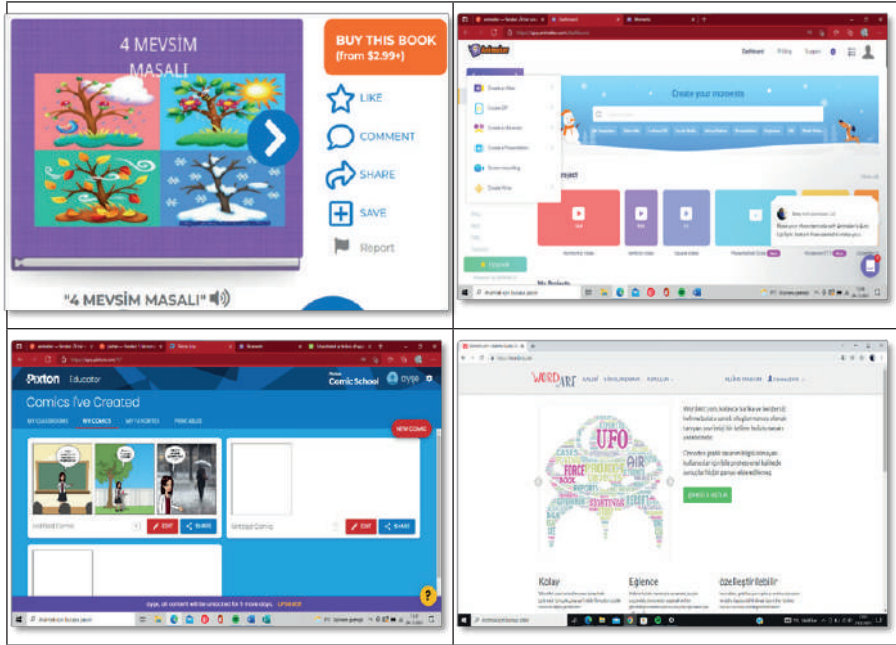
Katılımcıların etkinlik temelli ve teknoloji destekli fen öğretimi uygulamalarını deneyimlemeleri ve konu ile ilgili belirli bir anlayış kazanmalarını sağlamak adına araştırma kapsamında bir müdahalede bulunulmuştur. Katılımcılara önce bilgi verilmiş sonra ilk araştırmacı tarafından uygulama örnekleri gerçekleştirilmiştir. Ardından katılımcılardan dört hafta süresince her iki öğretim yöntemine uygun iki ders içeriği

hazırlamaları istenmiştir. Gerçekleştirilen etkinliklerinden bazı örnekler Şekil 1’de verilmiştir.

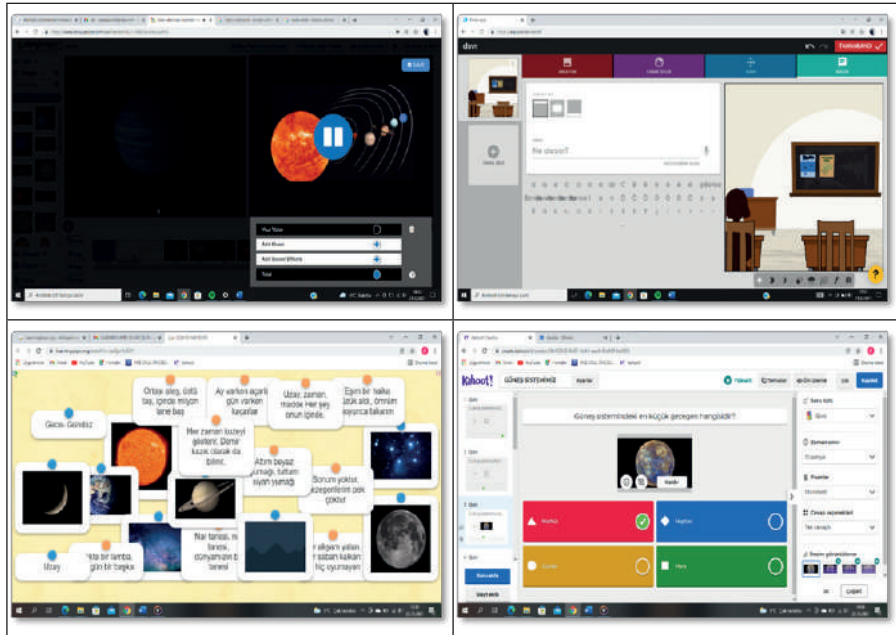


Şekil 1: Etkinlik Temelli Fen Öğretimi Materyal Örnekleri

Teknoloji destekli fen öğretimi kapsamında ise web 2.0 araçları öğretime dâhil edilmiştir. Web 2.0 araçları içerik oluşturma ve oluşturulan içeriği paylaşma gibi özellikleri ile kullanıcıları aktif kulan araçlardır. Her geçen gün sayısı ve çeşitliliği artan web 2.0 araçları yapılandırmacı yaklaşıma uygun araçlardır (Arabacı, 2021). Şekil 2 ve Şekil 3’de araştırmada materyal tasarımı sürecinde kullanılan bazı web 2.0 uygulamalarına dair örnek fotoğraflar yer almaktadır.



Şekil 2: Teknoloji Destekli Fen Öğretimi Materyal Örnekleri-1



Şekil 3: Teknoloji Destekli Fen Öğretimi Materyal Örnekleri-2

2.5. Geçerlik ve Güvenirlik

Bu nitel araştırmanın geçerliğini sağlamak adına bir dizi tedbir alınmıştır. Görüşmeler öncesinde katılımcılara görüşme ile ilgili bilgi verilmesi, görüşme formu oluşturulurken uzman görüşlerine başvurulması, görüşmeler süresince katılımcı cevaplarının teyit edilmesi, araştırmacı rolünün açıklanması ve bulgular sunulurken doğrudan alıntılara yer verilmesi bu adımlar arasındadır. Araştırmanın güvenilirliğini sağlamak içinse toplanan veriler bilgisayar ortamında saklanmış, araştırma süreci detaylı olarak rapor edilmiş, verilerin analizi ile elde edilen kod ve temalar başka bir uzman ile tartışılmış ve son olarak araştırmacıların öznel fikir ve düşünceleri araştırmaya yansıtılmamaya çalışılmıştır.

Nitel araştırmacılar olarak bu çalışmadaki ilk rolümüz konu ile ilgili kendi öznel yargılarımızı, görüş ve düşüncelerimizi hem veri toplarken (görüşme sürecinde) hem de verileri analiz ederken araştırmaya yansıtılmamak olmuştur. Katılımcılarla görüşmeleri gerçekleştirirken onları yönlendirmemeye ve düşüncelerini rahatça ifade edebilecekleri bir ortam oluşturmaya dikkat ettik. Verilerin toplanması ve verilerin analizi aşamalarını ayrıntılı ve objektif bir şekilde betimledik. Ayrıca bu araştırmayı gerçekleştiren her iki araştırmacı da araştırma konusu konu ile ilgili akademik çalışmaları bulunan ve lisans/lisansüstü düzeyinde dersler veren akademisyenlerdir. Dolayısıyla her iki araştırmacının da konu ile ilgili bir perspektife ve belirli bir bilgi birikimine sahip olduğu ifade edilebilir. Bu durumun araştırma sürecini iyi yönetmek adına olumlu yansımaları olduğu düşünülmektedir.

3. Bulgular

3.1. Katılımcıların Sınıfta Gerçekleştirilen Etkinlik Temelli Fen Öğretimi Uygulamalarına Yönelik Görüşleri

Katılımcılara sınıf içinde basit araç gereç kullanımı ile gerçekleştirilen etkinlik temelli fen öğretimi uygulamalarına yönelik görüşleri sorulmuştur. Katılımcıların cevapları üstün ve zayıf yönler olmak üzere iki temada toplanmıştır.

Üstün yönler teması genel olarak, bu şekilde bir öğretimin öğrenenlerin doğrudan kendi deneyimleri ile öğreniyor olmalarının sağladığı faydalara odaklanan görüşlerden oluşmaktadır. Bu temada sıklıkla dile getirilen görüşler sırasıyla, öğrenenlerin bu tip etkinlikleri kendilerinin gerçekleştirebilmesi ve bu nedenle anlamlı ve kalıcı öğrenme sağlaması ($f=28$) ile etkinlik temelli fen öğretiminin öğrencilerin etkinliklere kolay ulaşabilmesine olanak sağlaması

(f=19) olmuştur. Bu şekilde düşünen katılımcılardan K7'nin konu ile ilgili sözleri şu şekildedir:

K7: *“Bu tür basit ve ucuz malzemelerle gerçekleştirilen deneyleri çocuklar kendileri de yapabildiği için mutlu olup daha çok fen deneyi yapıp yeni şeyler öğrenmek isteyebilirler. Aynı zamanda deneyleri kendileri yaptığı için öğrendikleri bilgiler akılda daha kalıcı olabilir.”*

Bununla birlikte kendi kendine etkinliğini tamamlayabilen öğrencilerin fene ve bilime yönelik olumlu tutum geliştirmeleri (f=9), fen öğrenme motivasyonlarını artırması (f=5), etkinlik temelli öğretimin akademik başarı ve edinilen bilgilerin kalıcılığına katkı sağlaması (f=5) diğer görüşler arasındadır. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan K13 görüşlerini şu şekilde dile getirmiştir.

K13: *“İmm aslında söyle, etkinlikler hem düşük maliyetli olduğu için toplumun her kesiminden öğrenciye hitap eder hem de öğrenilen konuların kalıcı olmasını sağladığı için başarı yüksek olur. Çocuklar bilimi sever, fen dersine düşkünlükleri artar bence.”*

K13'ün sözlerinden de anlaşıldığı gibi bu tür etkinliklerin maliyetinin düşük olması nedeniyle her sosyoekonomik düzeydeki çocuğa uygun olması (f=18) ve son olarak uygulamasının kolay olması (f=16) belirtilen diğer olumlu görüşler arasındadır. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan K10 görüşlerini şu şekilde dile getirmiştir:

K10: *“Basit ucuz malzemelerle gerçekleştirilen ev deneyleri uygulaması daha kolay ve ucuz olduğu için her sosyo-ekonomik düzeydeki çocuk için ulaşılabilir.”*

Etkinlik temelli fen öğretimi uygulamalarına ilişkin olumsuz görüşler ise daha çok teknik özelliklere dayalıdır. Bu bağlamda katılımcılar tehlikeli bazı deneylerin olması (f=12), başarısızlık olasılığı (f=5) ve günlük hayattan malzemelerin kullanılıyor olmasının bazı öğrencilerin dikkatini çekmemesi (f=2) şeklinde görüş bildirmişlerdir. Bu görüşe sahip katılımcılardan örnek bir alıntı şu şekildedir:

K15: *“Basit ucuz malzemelerle gerçekleştirilen etkinlikler arasında ateşle yapılan ya da bazı zararlı kimyasal maddelerle yapılan deneyler çocuklar için tehlikeli olabilir. Bir de deney başarısızlıkla sonuçlanabilir.”*

Elde edilen verilere göre katılımcıların basit malzemelerle gerçekleştirilen etkinlik temelli fen öğretimine yönelik olumlu ve olumsuz görüş bildirdikleri ancak olumlu görüşlerin daha sıklıkla dile getirildiği ifade edilebilir. Olumlu görüşler başta ilk elden deneyimle anlamlı ve kalıcı öğrenme sağlama olmak üzere etkinlik temelli öğretimin sağladığı faydalara odaklanırken; olumsuz

görüşler malzemelerden kaynaklanabilecek aksaklıklara yani teknik özelliklere odaklanmaktadır.

3.2. Katılımcıların Sınıfta Gerçekleştirilen Teknoloji Destekli Fen Öğretimi Uygulamalarına Yönelik Görüşleri

Katılımcılara sınıf içinde gerçekleştirilen teknoloji destekli fen öğretimine ilişkin görüşleri sorulmuştur. Katılımcıların cevapları yine üstün ve zayıf yönler olmak üzere iki tema altında toplanmıştır.

Teknoloji destekli fen öğretimi uygulamalarına ilişkin üstün yönler teması merak uyandırma, derse katılımı artırma, dikkat çekici olma, dersi eğlenceli hale getirme gibi duyuşsal alana (f=27) ve anlamlı ve kalıcı öğrenme sağlama, dersi somutlaştırma, tekrar yapma olasılığı sunması gibi bilişsel alana ait faktörlerden (f=24) oluşmaktadır. Bununla birlikte iş kazası yaşanma ihtimalinin olmaması, hızlı ve pratik olması, kullanım kolaylığı, zengin içerik ve çoğunlukla ek maliyet gerekmemesi şeklinde teknik özelliklere ilişkin görüşler de bulunmaktadır (f=13). Duyuşsal ve bilişsel alana katkı ile teknik özellikler alt temalarına ait örnek alıntılar aşağıda sırasıyla sunulmuştur:

K7: *“Hem çocukların çok ilgisini çeker hem de çoğu zaman hiç harcama yapmaya gerek kalmıyor. Seçtiğiniz teknolojiye göre Internet varsa sorun yok. Çok kolay bir şekilde ders planlanabiliyor.”*

K20: *“Derse ilgi artar, öğrencilerin dersi anlaması daha kolay olur.”*

K15: *“Gerçek malzemelerle çalışılmadığı için tehlikeli bir malzeme olmaz, güvenlidir. Ayrıca bir konuyu anlatırken ilgi çekici ve zengin bir ders materyali oluşturulabilir.”*

Teknoloji destekli fen öğretimi uygulamalarına ilişkin zayıf yönler temasında katılımcılar tarafından sıklıkla tekrarlanan görüş, katılımcıların öğrenenlerin doğrudan kendilerinin yaparak yaşayarak öğrenmesinin daha etkili olduğuna inanmalarındır (f=20). Buna ek olarak; sosyalleşmenin olmaması, sınıf içi etkileşimin azalması, sağlığa olumsuz etkiler, ekran bağımlılığını tetikleme, dikkat dağınıklığı, çocukların bireysel özelliklerine göre her öğrenci için etkili bir öğrenme sağlanamama olasılığı ve bir yerden sonra öğrencilere sıkıcı gelmeye başlayabilmesi şeklinde görüşler de mevcuttur. Bu görüşleri en iyi yansıtan katılımcılardan K1 konu ile ilgili şunları dile getirmiştir:

K1: *“Sosyal becerilerin azalması, yararlı gözüken bu uygulamalarla teknoloji bağımlılığının tetiklenmesi, görme bozukluğu, bel boyun fitiği gibi sağlık sorunlarının artması ve dikkat dağınıklığı olabilmesi bence olumsuz olarak öne çıkan özelliklerdir.”*

Ayrıca katılımcılar; bazı uygulamaların yabancı dilde olması, herkesin bilgisayar ve İnternete sahip olmamasından kaynaklı eşitsizlik, bilgisayar kullanma bilgisi gerektirme, kullanımının zor olması, sınıf mevcudunun fazlalığı, bazı uygulamaların maliyet doğurması, ekran maruziyetinin artması, elektrik ve İnternet kesintisi durumlarında kullanılamaması şeklinde teknik özelliklere odaklanan sınırlılıklardan da bahsetmişlerdir. Bunlar içerisinde sıklıkla belirtilen görüşler ise özellikle maliyet ile kullanımının bilgi ve deneyim gerektirmesi olmuştur (f=13). Katılımcılardan K15 şunları dile getirmiştir:

K15: *“Animaker uygulamasını ilk kez kullanmamdan dolayı çok uğraştım. Karakterleri tasarlamak ve hikâyeyi oluşturmak en kolaydı ama karakteri hareket ettirmek ve aşağıdaki akıştan bunların zamanını ayarlamak eşyaların belirli bir zamanda kaybolmasını ayarlamak için uğraştım. Ses ayarını yapmak için öncelikle hazır metin kutusuna yazdım ama seslendirirken duymuyordum, İngilizce tabanlı bir uygulama olduğu için seslendirme yetersiz kaldı. Ama şu anda yapsam öğrendiğim için daha pratik şekilde ses ayarı, zaman ayarı, karakterlerin hareketini kolaylıkla yapabilirim.”*

K19: *“Algodoou uygulamasını merak ettiğim için inceledim. Yağmurun oluşumu konusunu orda denedim ama çok da başarılı olamadım. Yağmurun oluşumu ile ilgili gerekli ekipmanları yaptım göl, bulut gibi ama yerçekimi ayarı yapmadığım için canlandırma sırasında bulutlardan yağmur yağması gerekiyorsa yere düştüler. Sorun yaşamamızın temelinde daha önce Teknoloji Tabanlı Uygulamalardan habersiz olmamız ve bilgi sahibi olamamızın yattığını düşünüyorum.”*

Sonuç olarak, katılımcıların sınıf içi teknoloji destekli fen öğretimi uygulamalarını olumlu ve olumsuz olmak üzere iki şekilde değerlendirdikleri ancak olumlu görüşlerin daha yoğun olduğu ifade edilebilir. Olumlu görüşler teknoloji destekli fen öğretiminin öğrenenlere sağladığı duyuşsal ve bilişsel alana katkılardan ve bu öğretimin kullanım kolaylığı gibi teknik özelliklerinden kaynaklı üstün yönlerine vurgu yapmaktadır. Olumsuz özellikler yani sınırlılıklar ise bu öğretimin bireylerin kendi yaşantılarından öğrenmeleri kadar etkili olmayabileceği yönündeki görüşleri içermektedir.

3.3. Katılımcıların Sınıfta Gerçekleştirilen Etkinlik Temelli ve Teknoloji Destekli Fen Öğretimi Uygulamalarını Kıyaslamaya Yönelik Görüşleri

Son olarak, katılımcıların etkinlik temelli ve teknoloji destekli fen öğretimini kıyaslamaya ilişkin görüşleri incelenmiştir. Bu görüşler incelendiğinde, katılımcıların etkinlik temelli öğrenmenin düşük maliyetli olması, özel bir

araç gereç temininin olmaması ve profesyonellik gerektirmemesi, öğrencilerin kendilerinin ilk elden deneyimlerle öğrenmelerine imkân tanınması özellikleri ile ön plana çıktığını düşündükleri anlaşılmaktadır. Bununla birlikte teknoloji destekli uygulamaların günümüz çocuklarının daha çok ilgisini çekeceği, soyut konuları somutlaştırmada ve günlük hayatta deneyimlemenin mümkün olmadığı etkinlikleri deneyimleme fırsatı sunmada (özellikle uzay ve elektrik konuları), tehlikeli olmaması daha etkili olabileceği de bildirilmiştir. Bu görüşleri özetleyen bir katılımcı görüşü şu şekildedir:

K3: *“Teknoloji destekli uygulamalar daha renkli ve canlı olduğu için çocukların ilgisini çekme açısından daha başarılı olabilir. Aynı zamanda anlaması zor soyut konular bu uygulamalar ile somutlaştırıldığı için daha rahat şekilde öğretilir. Öte yandan yapılan geleneksel deneylerin çocukların kendileri de uygulayabildiği için daha kolay ve her sosyo ekonomik düzeydeki çocuk için ulaşılabilir. Aynı zamanda bu deneyleri çocuklar kendileri uyguladığı için daha akılda kalıcı olabilir.”*

K11: *“Gezegenler ve ayın evreleri gibi soyut konuları geleneksel yollarla anlatmak ve sınıf içinde göstermek zor olacağı için konunun canlandırılması, gösterilmesi ve öğretilmesi açısından teknoloji destekli uygulamaların daha etkili olduğunu düşünüyorum.”*

Çarpıcı bir şekilde çoğu katılımcı alt yapı ve donanım sorunu yok ise ileride öğretmen olduklarında teknoloji destekli etkinlikleri daha çok tercih edeceklerini bildirmiştir. Görüşlerini ise genellikle teknoloji destekli uygulamaların daha dikkat çekici olması, daha kısa zamanda sonuçlanması ve tekrar etme kolaylığı ile gerekçelendirmişlerdir.

K5: *“Basit ucuz malzemelerle gerçekleştirilen geleneksel deneylerin uygulanması daha kolaydır; ancak teknoloji destekli uygulamalar da daha dikkat çekicidir.”*

K7: *“Ben teknoloji destekli uygulamaları kullanmayı tercih ederim. Çünkü daha az yorulur, kısa zamanda, daha az malzeme kullanarak uygulanıyor ve çocukları daha çok öğrenmeye teşvik ederek ilgilerini çektiğini düşünüyorum.”*

K20: *“Çocukların dikkat süresi düşük olduğu için ve derse ilgi ve katılım olması için ve aynı zamanda fen konularının da teknoloji destekli uygulamalar ile daha rahat anlayabileceklerini düşündüğüm için eğer bir alt yapı sorunu yoksa teknoloji destekli uygulamaları daha çok tercih ederim.”*

Katılımcılar etkinlik temelli öğretimin öğrencilerin kendilerinin doğrudan ilk elden deneyimlerle yaparak yaşayarak öğrenmeye imkân tanınması ve ucuz olması yönüyle ön plana çıktığını düşünmektedir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcı görüşlerinden bazı örnekler şu şekildedir:

K8: “Ben basit ve ucuz malzemeler ile yapılan deneylerin daha kalıcı olduğunu düşünüyorum bu yüzden onları tercih ederdim. Çocuklar deneyleri ile sadece sezgisel olarak değil, çevrelerinde olan bitin olayların bilimsel olarak nasıl gerçekleştiğini anlamak inanamak ister. Bu sebeple somut olarak dokunarak hissedebilecekleri materyallere, deneylere ihtiyaç duyarlar. Hava, su, toprak konularını dışarıda dokunarak öğrenmeleri daha etkilidir örneğin toprağa dokunurlar, şekil verirler merakları artar toprağın içinde ne olduğunu araştırmaya başlarlar merak duyguları artar onlara tutum ve farkındalık kazandırmış oluruz.”

K14: “Malzemeleri ucuz ve her yerde bulunabilecek malzemelerden oluşur ve teknolojik tabanlı uygulamalara göre deneyin uyarlaması ve kavranması daha kolay olur; çünkü insan en iyi uygulayarak, yaparak ve yaşayarak öğrenir.”

Öğretmenlerin her iki yaklaşımı da kullanacak yeterlikte olmaları yönünde değerlendirmelerde bulunan katılımcılar da mevcuttur.

K10: “İki farklı yöntemi kullanmak öğrenciye daha geniş bir bakış açısı kazandıracaktır. Ayrıca öğretmenler geleneksel deneyleri kullanarak öğrencinin yaparak ve yaşayarak öğrenmesine yardımcı olurken, teknoloji destekli uygulamaları kullanarak da teknolojiyi nasıl verimli bir şekilde kullanacağını öğretmektedir.”

K24: “Ben bu uygulamaları birbiri ile kıyasladığım zaman geleneksel deneyleri ve teknoloji destekli uygulamaları öğrencinin ilgi, yetenek, ihtiyaçlarına göre ve imkânları göz önünde bulundurarak iki uygulamayı da kullanmayı tercih ederim. Çünkü eğitim anlayışında yaparak ve yaşayarak öğrenmeye önem veririm. Aynı zamanda çocukları teknoloji çağına hazırlamayı isterim. Özellikle deney uygulamalarında öğrencilere hazır bilgileri sunmak yerine onların yapmasını isterim. Bu yolla öğrenmenin hem daha kalıcı olduğuna hem de öğrencinin bilime katkı yaptığını düşünerek daha istekli olduğuna inanıyorum. Teknoloji destekli uygulamaları ise çocukların ilgisini çekmek ve zamandan tasarruf etmek için kullanmayı tercih ederim.”

K30: “Bence öğretmenler her ikisini de kullanmalıdır. Hangisini kullanacağını ayırımı deney malzemelerinin ulaşılabilirliğinden, güvenilirliğinden bakarak yapabilir örneğin bahar aylarında doğanın canlanmaya başlamasıyla birlikte bitkilerin yaşamına dikkat çekmek için çalışmalar yapılabilir. Bu ayda bitki dikme etkinliklerine uygundur. Yağmurlu bir gün yağmur dindikten sonra dışarı çıkılabilir. Yağmur yağdıktan sonra suyun bir kısmı toprak tarafından emilir, bir kısmı yüzeyde kalır su birikintilerine ne olduğunu görmek için su birikintisinin çevresi tebeşir ile çizilir bir saat sonra bakılır büyüklük aynımı bu gibi basit ama etkili doğa etkinlikleri çocukların ilgisini çeker yaşayarak öğrenme sağlanmış olur ama kolaylıkla ulaşılamayan veya deney anında kullanılacak malzemelerde tehlike

varsa teknoloji tabanlı uygulamalardan faydalanılabilir her ikisi de öğretmene yardımcıdır bu yüzden her ikisinin de kullanımını öğretmenlere öneririm.”

Katılımcılar, teknoloji destekli uygulamaların deneme yanılma ile öğrenmeye daha uygun olması yönünde değerlendirmelerde de bulunmuşlardır. Bu görüşü savunan katılımcılardan K21’in düşünceleri şu şekildedir:

K21: *“Öğrencilerin aktif bir şekilde bilgiye erişmelerini sağlamada, deneme yanılma, hata yapma, düzeltme serbestisi içinde öğrenmelerini sağlamada en önemli teknolojik üründür.”*

Bir katılımcı ise etkinlik temelli fen öğretiminin motor beceri gelişiminde daha etkili olduğunu belirtmiştir. Katılımcı K4’ün düşünceleri şu şekildedir:

K4: *“Basit ucuz malzemelerle gerçekleştirilen geleneksel deneyleri uygularken öğrencilerin motor becerilerinin daha çok gelişir. Çünkü ilave etme, birleştirme, aktarma gibi işlemleri öğrenci kendi eliyle yapar. Diğer uygulamada ise yapılan tek hareket Mouse ı ileri geri yönergesiyle hareket ettirmektir.”*

4. Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu nitel araştırma, okul öncesi öğretmen adaylarının etkinlik temelli ve teknoloji destekli fen öğretimi ile ilgili belli bir anlayış ve deneyim kazanmaları için devam edilen bir süreç sonrasında katılımcıların bu iki yönetime ilişkin görüşlerini incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırmada ulaşılan ilk sonuç, katılımcıların etkinlik temelli öğretime yönelik genellikle olumlu bir bakış açısı içerisinde olduklarını göstermektedir. Okul öncesi öğretmen adayları etkinlik temelli fen öğretiminin öğrenenlere kendi yaşantıları sonucu bilgilerini yapılandırmalarına fırsat tanıdığı için diğer yöntemlere göre ön plana çıktığını düşünmektedir. Katılımcıların önemli bir kısmı bu sayede anlamlı ve kalıcı öğrenmelerin sağlandığı inancındadır. Katılımcılar bu öğretimin fene ve bilime yönelik olumlu tutum geliştirme, fen öğrenme motivasyonu gibi duyuşsal faktörlere olumlu etkisinden de bahsetmektedirler. Benzer şekilde alanyazında etkinlik temelli fen öğretiminin bilişsel ve duyuşsal öğrenme alanlarını desteklediği ifade edilmektedir. Pek çok araştırma sonucunda, etkinlik temelli fen öğretiminin öğrencilerin akademik başarıları (Akthar & Seaed, 2017; Ekinci vd., 2020), fene yönelik tutumları (Metin Peten ve Şirin, 2020; Ornstein, 2006) ve motivasyonları (Yıldırım ve Karataş, 2018) gibi faktörler üzerinde olumlu etkileri rapor edilmiştir. Choudhary & Khushnood (2021) tarafından gerçekleştirilen kapsamlı çalışma sonucunda ise genel olarak etkinlik temelli yaklaşımın performans ve öğrencilerde üst düzey becerilerin geliştirilmesi için etkili olduğu belirtilmektedir. Bu durumun en önemli sebebi şüphesiz katılımcıların da belirttiği gibi etkinlik

temelli öğretimde öğrenenlerin sürece aktif olarak dâhil edilmeleridir (Bolat, 2016). Katılımcılara göre etkinlik temelli öğretimde maliyetin düşük olması ve uygulamanın kolay olması bu yöntemi ulaşılabilir kılmaktadır. Atlı (2021) tarafından gerçekleştirilen araştırmada ise etkinlik temelli öğretimin olumlu yönleri; eğlenceli olması, dersi sevdirmesi, öğrenmeyi kolaylaştırması, deney yapmayı öğretmesi, kalıcı öğrenme sağlaması ve ilgi çekici olması şeklinde sıralanmıştır. Katılımcıların etkinlik temelli fen öğretimi ile ilgili düşüncelerinin ilgili alanyazın ile paralellik gösterdiği ifade edilebilir. Öğrencilerin etkinlik ve deney malzemelerine dokunarak, doğrudan kendi yaşantıları ile fen konularını öğrenmesi oldukça etkilidir. Bir başka ifadeyle öğrencilerin aktif olduğu, ucuz, kullanımı kolay ve günlük hayattan malzemelerle gerçekleştirilen ve ileri bir uzmanlık gerektirmeden yapılan bu tür etkinlikler çok sayıda duyuya hitap ettiği için hem öğrenme etkili olmakta hem de fene, bilime ve bu tür deneylere yönelik olumlu tutum geliştirilmesi mümkün olmaktadır.

Öğretmen adayları etkinlik temelli öğretimin bazı sınırlılıkları olduğunu da düşünmektedir. Bu olumsuz görüşler bazı etkinliklerin tehlikeli olabilmesi, etkinliğin başarısız olabilmesi ya da öğrencilerin dikkatini çekmemesi şeklindedir. Atlı'nın (2021) çalışmasında ise mevcut araştırmadan farklı olarak etkinlik temelli öğretim için sınıfların kalabalık olmasının bir sınırlılık oluşturduğu ortaya konulmuştur.

Öğretmen adayları sınıf içinde gerçekleştirilen teknoloji destekli fen öğretimine yönelik genellikle olumlu görüş bildirmişlerdir. Bu olumlu görüşler; merak uyandırma, derse katılımı artırma, dikkat çekici olma, dersi eğlenceli hale getirme gibi duyuşsal alana ve kalıcı öğrenme sağlama, dersi somutlaştırma, tekrar yapma olasılığı sunma gibi bilişsel alana ait faktörlerden oluşmaktadır. Bu bulgular ilgili alanyazın ile uyum içindedir (Güven & Sülün, 2012). Teknoloji destekli eğitimin öğrencileri daha aktif kıldığı ve derse katılımı olumlu etkilediği (Abdüselam ve Karal, 2020), fene yönelik olumlu tutum gelişimini desteklediği (Şahin ve Yılmaz, 2020) ve bilginin kalıcılığını artırdığı (Güvenir, 2022) ifade edilmektedir. Bununla birlikte iş kazası yaşanma ihtimalinin olmaması, hızlı ve pratik olması, kullanım kolaylığı, zengin içerik ve çoğunlukla ek maliyet gerekmemesi şeklinde teknik özelliklere ilişkin görüşler de bulunmaktadır. Bunu destekler şekilde Fen Bilimleri ders içeriğinde yer alan soyut konu ve kavramların somutlaştırılmasında, sınıf ortamında gerçekleştirilmesi mümkün olmayan etkinlik ve deneylerin gerçekleştirilmesinde, konu öğretimi ve pekiştirme aşamalarında teknolojinin önemli bir yeri olduğu ifade edilmektedir (Artun vd, 2020). Bu nedenle fen öğretiminde simülasyonlar, animasyonlar, sanal laboratuvar uygulamaları ve teknolojide yaşanan son gelişmelerle birlikte

robotik uygulamaları gibi teknolojiler yaygın şekilde kullanılmaktadır (Sapounidis & Alimisis, 2020).

Tüm bu olumlu görüşlere karşın katılımcılar teknoloji destekli öğretimin öğrenenlerin doğrudan kendi deneyimleri ile öğrenmeleri kadar etkili olmadığı inancındadır. Buna göre katılımcıların anlamlı ve kalıcı öğrenme için etkinlik temelli öğretimi daha etkili ve güçlü buldukları teknoloji destekli öğretimi ise yeni nesil öğrenciler için daha etkili olabileceğini düşündükleri ifade edilebilir. Araştırmanın bu sonucunu destekler şekilde Philips ve Soltis (2005) bireylerin belirli bir zaman içerisinde en çok yapıp söylediklerini hatırladıklarını belirterek somut öğrenme deneyimlerinin önemine dikkat çekerler.

Teknoloji destekli öğretimde sosyalleşmenin olmaması, sınıf içi etkileşimin azalması, sağlığa olumsuz etkiler, ekran bağımlılığını tetikleme, dikkat dağınıklığı, çocukların bireysel özelliklerine göre her öğrenci için etkili bir öğrenme sağlanamama olasılığı ve bir yerden sonra öğrencilere sıkıcı gelmeye başlayabilmesi gibi sınırlılıkların olduğu düşünülmektedir. Ayrıca bunlara ek olarak bazı uygulamaların yabancı dilde olması, herkesin bilgisayar ve İnternete sahip olmamasından kaynaklı eşitsizlik, bilgisayar kullanma bilgisi gerektirme, kullanımının zor olması, sınıf mevcudunun fazlalığı, bazı uygulamaların maliyet doğurması, ekran maruziyetinin artması, elektrik ve İnternet kesintisi durumlarında kullanılamaması şeklinde sınırlılıklar içerdiğini düşünmektedirler. Benzer şekilde örneğin Algodo gibi simülasyon uygulamaları kullanıcıların uygulama dilinin İngilizce olması sebebiyle zorluk çekebildikleri belirtilmektedir (Alan vd., 2021). Katılımcıların bu tür etkinliklerin ön hazırlıklarının kullanıcılar için zaman alıcı olduğunu düşündükleri yönünde bulgulara ulaşılan çalışmalar mevcuttur (Saylan Kırmızıgül ve Kızılay, 2022).

Katılımcılar etkinlik temelli ve teknoloji destekli fen öğretimini kıyasladıklarında genellikle etkinlik temelli öğrenmenin düşük maliyetli olması ve özel bir araç gereç teminin olmaması ve profesyonellik gerektirmemesi, öğrencilerin kendilerinin ilk elden deneyimlerle öğrenmelerine imkân tanınması özellikleri ile ön plana çıktığını belirtmişlerdir. Teknoloji destekli uygulamaların daha önce de bahsedildiği gibi günümüz çocuklarının daha çok ilgisini çekeceği, soyut konuları somutlaştırmada ve günlük hayatta deneyimlemenin mümkün olmadığı etkinlikleri deneyimleme fırsatı sunmada (özellikle uzay ve elektrik konuları), tehlikeli olmaması gibi üstün yönlere sahip olduğunu düşünmektedirler. Çarpıcı bir şekilde çoğu katılımcı alt yapı ve donanım sorunu yok ise ileride öğretmen olduklarında teknoloji destekli etkinlikleri daha çok tercih edeceklerini bildirmiştir. Görüşlerini ise genellikle

teknoloji destekli uygulamaların daha dikkat çekici olması, daha kısa zamanda verimli bir öğretime zemin hazırlaması ile gerekçelendirmişlerdir. Bunu destekler şekilde İçme (2023) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada günümüz öğrencilerinin teknoloji ile iç içe büyüdüğü ve z kuşağı oldukları vurgulanarak fen derslerinin teknoloji ile zenginleştirilmesini istedikleri tespit edilmiştir. Alanyazında teknoloji destekli fen eğitiminin bu neslin öğrenme özellikleri ile örtüştüğü için öğrenmeyi kolaylaştırdığı belirtilmektedir (Tosunoğlu, 2022).

4.1. Öneriler

Araştırmanın sonuçları doğrultusunda okul öncesi öğretmen adaylarının ve öğretmenlerinin hem etkinlik temelli hem de teknoloji destekli uygulamalar hakkında bilgili ve bu yöntemleri uygulayacak yetkinlikte olması gerektiği ifade edilebilir. Fen öğrenme ortamlarının bu uygulamalarla zenginleştirilmesi önemli görülmektedir. Katılımcıların bu yöntemlere ilişkin belirttikleri sınırlılıkları aşmak için teknoloji destekli uygulamaların etkileşime izin veren programlar arasından seçilmesi, işbirlikli çalışma gruplarının oluşturulması ve doğru teknoloji kullanımı ile ilgili bilgilendirmeler yapılması önerilebilir. Ek olarak, okullarda İnternet ve donanım alt yapısının güçlendirilmesi de isabet olacaktır.

İleride gerçekleştirilecek araştırmalarda ise farklı öğretim kademeleri için benzer bir araştırma tasarlanabilir. Okul öncesi dönemden başlayarak üniversiteyi de içeren bir araştırma ilgi çekici olacaktır.

Kaynakça

- Abdüsselam, M. S., & Karal, H. (2020). The effect of using augmented reality and sensing technology to teach magnetism in high school physics. *Technology, Pedagogy and Education*, 29(4), 407-424.
- Akhtar, M., & Saeed, M. (2017). Applying activity based learning (ABL) in Improving quality of teaching at secondary school level. *Pakistan Journal of Educational*, 2(2), 37-47.
- Alan, B., Kırbag Zengin, F., & Kececi, G. (2021). Effects of science, technology, engineering, and mathematics education using Algodoo to prospective science teachers' scientific process and education orientation skills. *Journal of Education*, 203(3), 651-665.
- Arabacı, A. (2021). *Web 2.0 araçlarıyla düzenlenen etkinliklerin matematik öğretmen adaylarının bazı alan yeterliliklerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Amasya Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Artun, H., Durukan, A., & Temur, A. (2020). Effects of virtual reality enriched science laboratory activities on pre-service science teachers' science process skills. *Educ Inf Technol*, 25, 5477-5498.
- Atlı, H. (2021). *Fen Bilgisi eğitiminde etkinlik temelli ve sorgulamaya dayalı eğitimin 5. sınıf öğrencilerinin tutum, motivasyon ve kayguları üzerine etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Batubara, B. M. (2021). The problems of the world of education in the middle of the Covid-19 pandemic. *Budapest International Research and Critics Institute (BIRCI-Journal): Humanities and Social Sciences*, 4(1), 450-457.
- Beswick, K., & Fraser, S. (2019). Developing mathematics teachers' 21st century competence for teaching in STEM contexts. *ZDM*, 51(6), 955-965.
- Bolat, Y. (2016). Ters yüz edilmiş sınıflar ve eğitim bilişim ağı (EBA). *Journal of Human Sciences*, 13 (2), 3373-3388.
- Choudhary, D., & Khushnood, S. (2021). Effectiveness of activity based learning in general science at elementary level. *Journal of Education & Humanities Research*, 11(1), 55-64.
- Cresswell, J.W. (2008). *Educational research: planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (Third edition). New Jersey: Pearson Education Ltd.
- Çepiç, E. (2020). *Web macerası yönteminin bilişsel ve duyuşsal değişkenler üzerine etkisi: Canlılarda üreme, büyüme ve gelişme ünitesi*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Ekinci, R., Eroğlu Doğan, E. ve Doğan, D. (2020). Akıllı tahta kullanımının ve etkinlik temelli öğretimin öğrencilerin akademik başarısına, fene ve çevreye yönelik tutumlarına etkisi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(3), 1197- 1215.

- Güven, G., & Sülün, Y. (2012). Bilgisayar destekli öğretimin 8. sınıf fen ve teknoloji dersindeki akademik başarıya ve öğrencilerin derse karşı tutumlarına etkisi. *Journal of Turkish Science Education*, 9(1), 68-79.
- Güvenir E. (2022). *Eğitsel film destekli artırılmış gerçeklik uygulamalarının güneş sistemi ve tutulumlar ünitesinde akademik başarı ve fen öğrenmeye yönelik motivasyona etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- İçme, T. (2023). *Z kuşağına fen eğitimi: Özellikleri, ilgileri ve beklentileri*. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Karakolcu Yazıcı, E. & Özmen, H. (2015). Fen ve teknoloji öğretim programında yer alan deney ve etkinliklerin uygulanabilirliğine ilişkin öğretmen görüşleri. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(1), 92-117.
- Kırmızıgül, A. S., & Kızılay, E. (2022). Engaging pre-service teachers and children in STEM through educational simulations. In *STEM, Robotics, Mobile Apps in Early Childhood and Primary Education: Technology to Promote Teaching and Learning* (pp. 79-99). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Linardatos, G., & Apostolou, D. (2023). Investigating high school students' perception about digital comics creation in the classroom. *Education and Information Technologies*, 1-23.
- Metin Peten, D. ve Şirin, M. (2020) Etkinlik temelli astronomi öğretiminin öğretmen adaylarının tutumlarına ve öz yeterlilik inanç düzeylerine etkisi. *Başkent University Journal of Education*, 7(2), 212-226.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara.
- Ornstein, A. (2006). The frequency of hands-on experimentation and student attitudes toward science: a statistically significant relation. *Journal of Science Education and Technology*, 15(3), 285-297.
- Philips, D. C., & Soltis, F. J. (2005). *Öğrenme: Perspektifler*. (Çev: Soner Durmuş). Ankara: Nobel Yayınları
- Sapounidis, T., & Alimisis, D. (2020). Educational robotics for STEM: A review of technologies and some educational considerations. In *Science and mathematics education for 21st century citizens: Challenges and ways forward* (pp. 167-190). Hauppauge, NY, USA: Nova Science Publishers.
- Saylan Kırmızıgül, A. (2019). *Fen eğitiminde bilgisayar destekli, etkinlik temelli ve sorgulamaya dayalı öğretim yaklaşımlarının karşılaştırılması*. Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Şahin, D., & Yılmaz, R. M. (2020). The effect of Augmented Reality Technology on middle school students' achievements and attitudes towards science education. *Computers & Education*, 144, 103-710.
- Temsah, L., & Safa, N. (2021). New approaches to simulation-based science instruction to enhance reasoning and communication skills in lebanese

- elementary education. *Middle Eastern Journal of Research in Education and Social Sciences*, 2(1), 56-79.
- Tosunoğlu, E. (2022). *Özel yetenekli öğrencilerin öğretimine yönelik bir simülasyon uygulamasının tasarlanması, geliştirilmesi ve uygulanması*. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Ünal, U. (2017). *İnteraktif araçlarla yapılan simülasyon deneyleri ve gerçek malzemelerle yapılan deneylerin öğrencilerde bilginin kalıcılığına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- WEF (2020). World Economic Form. "The Future of Jobs report". https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf
- Wojciechowski, R., & Cellary, W. (2013). Evaluation of learners' attitude toward learning in ARIES augmented reality environments. *Computers & Education*, 68, 570-585.
- Yavuz, S. ve Akçay, M. (2017). Bilgisayar destekli öğretim ile laboratuvar destekli öğretimin öğrencilerin ders başarılarına ve derse karşı tutumlarına etkisinin incelenmesi. *Karadnmas Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(1), 39-48.
- Yıldırım, H. İ. ve Karataş, F. (2018). Ortaokul öğrencilerinin fen öğrenmeye yönelik motivasyonları üzerine bir araştırma. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 7(3), 241-268.
- Yin, R. K. (2003). Designing case studies. *Qualitative research methods*, 5(14), 359-386.

Eğitim Bilimleri Alanında Yapay Zekâ Teknolojisinin Kullanımına Genel Bir Bakış

Semih Dikmen¹

Ferhat Bahçeci²

Özet

Hızlı gelişimi ve değişime ayak uydurmamızı kültür haline getiren teknolojinin eğitim üzerindeki etkisi her geçen gün artmaktadır. Eğitim ve Teknoloji arasındaki bağ Tavuk mu yumurtadan çıkar? Yumurtamı Tavuktan çıkar? Paradigması gibidir. Araştırmacıların aldığı eğitimler ile ortaya koydukları teknolojik gelişmeler yine eğitim-öğretimi daha verimli hale getirmek için kullanılmaktadır. Alan yazını, eğitimi kültürlenme süreci olarak tanımlamaktadır (Ertürk 1988). Teknolojinin gelişimi ile gündelik hayatımızda yer alan teknolojik cihazlar kültürlenme sürecini, şeklini ve yapısını kökten değiştirmektedir. Program geliştirmenin dört ana başlıklarından biri olan Eğitim Durumları teknolojinin gelişmesiyle köklü bir değişime girmiştir. Bilgiye ulaşmanın ve bilgi üretmenin kolay ve erişilebilir olduğu günümüzde öğrenme ve öğretme süreçleri de değişmiştir. Program geliştirmenin “nasıl?” Sorusuna cevap veren eğitim durumları, gelişen teknoloji ile öğrenen merkezli bir eğitim-öğretim sürecinde öğrenenin öğrenme şekline bağlı olarak değişmesi doğal bir süreçtir.

Eğitim alanında kullanılan teknolojilerin amacı, eğitim-öğretimi ilgi çekici uygulamalar ile öğrencileri geleneksel sınıf ortamından çıkararak ve öğrenciyi merkeze alarak kişiye özel öğrenme ortamları sunmaktır. Geleneksel eğitim-öğretim anlayışında sınıf kavramının kendi içinde olan bir mahremiyetinin olması, sınıf içindeki öğretimin etkililiği hakkında kesin bilgiler alınmasını zorlaştırmaktadır. Eğitim-öğretim alanında değişen anlayış ile öğrencinin merkeze alınması, teknolojinin gelişmesi ve hibrit çalışmaların önem kazanması eğitim teknolojilerinin kullanım alanlarına öğretim yöntem tekniklerini çeşitlendirmek ve niteliğini artırmanın yanında ölçme ve değerlendirmeyi

1 Öğr. Gör., Fırat Üniversitesi, sdikmen@firat.edu.tr, 0000-0001-6077-2393

2 Doç. Dr., Fırat Üniversitesi, ferhatb@firat.edu.tr, 0000-0001-6363-4121

daha objektif yapılabilmesini sağlamaktadır. Yapay zekâ, teknolojinin gelişmesi ile bilgi işlem gücünün kolaylaşması ve niteliğinin artmasıyla bilim insanlarına, eğitim alanındaki profesyonellere neyin işe yaradığını neyin yaramadığını ortaya çıkarmada yardımcı olabilmektedir. Teknoloji öğrencileri meşgul etmekten daha fazlasını yapabilir; öğretmenleri, aileleri, yöneticileri okul ve eğitim alanında politika üretenleri öğrenciler için daha iyi kararlar almalarına yardımcı olabilecek bilgiler ve analizler sunabilmektedir.

Bu çalışmanın amacı ise eğitim ve teknolojinin bir araya gelerek oluşturduğu eğitim teknolojileri alanında yapılan çalışmaları, tezleri; konu eğilimleri, araştırma yöntemleri, demografik değişkenler, kullanılan materyaller açısından içerik analiz yöntemi ile tespitler ortaya koymak ve teknolojinin günümüz itibarıyla son gözdelelerinden olan yapay zekânın eğitimde kullanılması konusunda öneriler sunmaktır.

1. Giriş

Hızlı gelişimi ve değişime ayak uydurmamızı kültür haline getiren teknolojinin eğitim üzerindeki etkisi her geçen gün artmaktadır. Eğitim ve Teknoloji arasındaki bağ Tavuk mu yumurtadan çıkar? Yumurtamı Tavuktan çıkar? Paradigması gibidir. Araştırmacıların aldığı eğitimler ile geliştirdiği teknolojileri yine eğitim-öğretimi iyileştirilmesi için kullanılmaktadır. Alan yazını Eğitimi kültürlenme süreci olarak tanımlamaktadır (Ertürk 1988). Teknolojinin gelişimi ile gündelik hayatımızda yer alan teknolojik cihazlar kültürlenme sürecini, şeklini ve yapısını kökten değiştirmektedir. Program geliştirmenin dört ana başlıklarından biri olan Eğitim Durumları teknolojinin gelişmesiyle köklü bir değişime girmiştir. Bilgiye ulaşmanın ve bilgi üretmenin bu denli kolay ve erişilebilir olduğu günümüzde öğrenme ve öğretme süreçleri de değişmiştir. Program geliştirmenin “nasıl?” Sorusuna cevap veren eğitim durumları gelişen teknoloji ile öğrenen merkezli bir eğitim-öğretim sürecinde öğrenenin öğrenme şekline bağlı olarak değişmesi doğal bir süreçtir. Eğitim Teknolojileri, öğretim de daha çok yöntem ve tekniklerinde kullanılmaktadır. Hedeflere yönelik belirlenen içeriğin öğrenene en iyi şekilde iletilmesini amaçlayan yöntem ve teknikler teknolojinin gelişimi ile gelişmiş ve yeni tekniklerin ortaya çıkmasına sebep olmuştur.

Eğitim teknolojisi alanında yapılan çalışmalar tarama yöntemi ile incelendiğinde;

- Öğretim yöntem ve teknikleri alanında daha etkili yazılımlar geliştirme,
- Bireyselleştirilmiş öğrenme modelleri geliştirme,
- Öğrenmenin kalıcılığını artıracak yöntemlerin geliştirilmesi,

- Eğitim teknolojisi alanında kullanılan araç gereçlerin farklı demografik özellikler ile akademik başarı üzerindeki etkileri,
- Eğitim teknoloji kullanan kişilerin tutumlarını,

analiz etmek için nitel ve nicel yöntemlerin yanında az olmasıyla dikkat çeken karma yöntemler kullanılmıştır. Nicel yöntemlerde genellikle deneysel çalışmalar çoğunluktadır. Nicel Çalışmalarda kullanılan örneklemelerin genellikle kolay ulaşılabilir örneklem yöntemi ile seçildiği ve kullanılan analizler bakımından basit analiz türleri kullandıkları görülmektedir. Nitel yöntemlerde ise yöntem olarak yarı yapılandırılmış ölçek kullanan araştırmacılar örneklem belirlemede kolay erişilebilir örneklem yöntemini kullanmışlardır. Yapılan çalışmalarda yeni bir teknoloji geliştirerek eğitim teknoloji alanında kullanılmasını araştıran çalışmalar, yurtiçinde tez çalışmalarında görülmektedir.

Yapay zekâ, insan gibi düşünebilen yapay olarak tasarlanmış yazılımlardır. Yapay zekâ çalışmalarında amaç çözülmesi zor problemlerin çözümü için insan düşünme şeklini taklit ederek çözmektir. Yapay zekâ kullanılan alanlara bakıldığında mühendislik ve tıp alanı başta görülmektedir. Eğitim alanında yapılan çalışmalarda çok sayıda olamamasının sebebi, konunun karmaşıklığı ve hibrit çalışma yapabilecek araştırmacıların az sayıda olması gösterilebilir.

1.1. Teknoloji

Teknoloji kelimesi Yunan dilinden ilk çağlardan günümüze kadar geldiği gözükmektedir. Türk Dil Kurumu bireyin yaşadığı çevresinin denetimini yapmak ve değiştirmek niyetiyle geliştirdiği araç gereçler ve bunlara ilişkin bilgilerin tamamı olarak adlandırmıştır(TDK, 2019). Teknoloji kelimesi akla ilk olarak robotik makinaları çağrışırsa da manasına bakıldığında bunu karşılamadığı gözükmektedir. Teknoloji sadece elektronik araç gereçleri değil bu araç gereçlerin birbiriyle olan ilişkisini, çalışmasını ve bir düzen içinde gelişmesini de ihtiva etmektedir. Bu tanım çerçevesinde teknolojik ürünler, teknoloji kavramının sadece bir bölümünü meydana getirmektedir (Çobanoğlu, 2018). Teknoloji, insanların mevcut durumda edindiği bilgi ve becerilerin daha verimli ve doğru olmasını ve bu bilgi ve becerileri daha bilinçli kullanılabilmesi için gerekli bir kavramdır (Bayhan, 2015).

1.2. Teknoloji ve Eğitim

Eğitim; genel durum itibari ile olumlu ya da olumsuz, toplumun bakış açısından kabul gören ya da görmeyen, açık ya da gizli, doğal öğrenmelerin planlı ve programlı öğrenmelere dönüşmesi işidir (Serbest, 2016). Alan yazında değişik kaynaklarda kabul görmüş tanımı ise, bireyin davranışlarında

yaşantılar sonucu ve kasıtlı olarak istendik yönde değişim ve kültürlenme sürecidir (Ertürk, 1972). Eğitim teknolojisi ise teknolojinin, öğrenme ortamını düzenleyen ve öğrenme olgusunun verimliliğini artırmak için kullanılmasıdır (Arı ve Bayhan, 1999).

İnsanoğlunun bilinen tarihinin öğrenilmesine katkısı olan teknoloji, anlamaya çalıştığımız insanoğlunun geçmiş dönemlerde de teknoloji kullanılması ile mümkün hale gelmiştir. İnsanoğlu için ilk teknolojik kavram mağara duvarlarına daha sert taşlarla çizilen resimlerdir. İnsanoğlunun mağara duvarlarında teknoloji olarak kullandığı bu çizimler günümüz teknolojisi ile keşfedilip resmin çizilme tarihi, amacı, dönemin sosyal yapısı gibi birçok bilgiye bize ulaştırmaktadır. Bu keşif aslında bir teknoloji keşifmesidir. Eğitim tanımı gereği doğumdan ölüme kadar devam eden aktif bir süreçtir. Eğitimin tanımından da anlaşılacağı üzere eğitim bireyin yaşamının her evresinde onu çevreleyen bir kavram ise insanlık tarihini de tamamıyla kapsamaktadır. Eğitimin tanımı içinde yer alan kültürlenme süreci, bireyde var olan kültürün bir sonraki nesile aktarılması ile mümkün olmaktadır. Mağarada yaşayan insanlar kültürlerini bir sonraki nesile aktarma da çizimleri kullanmışlardır. Sonuç olarak teknoloji kullanarak aktardıkları görülmektedir. Eğitim teknolojilerinin tarihi temeli bu döneme dayandırılabilir.

Teknolojik gelişmeler neticesinde matbaanın bulunmasına kadar geçen sürede eğitimin tekniği sözlü anlatımdır (Aksoy, 2014). Matbaanın keşfi ile basılı kaynakların varlığı daha geniş kitlelere ulaşmasını sağladığı gibi eğitimde kullanılan tekniğin sözlü aktarımdan yazılı aktarıma doğru evrilmesine zemin hazırlamıştır. Basılı kaynakların çokluğu bilginin aktarımdaki kayıpları engellemiş olup daha güvenilir bilgilerin aktarılması sağlamıştır.

Elektriğin keşfi eğitim-öğretim sürecini baştan değiştirmiştir. Özellikle Elektronik teknolojisinin gelişmesi neticesinde telgraf, radyo, televizyon ve bilgisayar gibi araç-gereçler eğitim-öğretim materyali olarak kullanılmıştır. 21. yüzyılda teknoloji; üretimi ve değişim hızını artırması eğitim alanında köklü değişikliklere sebep olmuştur. Teknoloji günlük yaşamın her yerine ve anına inmiş bulunmaktadır. Günlük yaşamını teknoloji ile sürdüren ve buna göre değiştiren bireyin öğrenme biçimide değişime uğramıştır. Eğitim teknolojileri eğitimin daha kaliteli, daha efektif ve aktarım konusunda daha yüksek verimliliği hedeflemektedir. Eğitim alanında kullanılan teknoloji eğitim süreçlerini yönlendirdiği gibi ölçme ve değerlendirme süreçlerini de değiştirmektedir. Sürekli değişen ve gelişen teknoloji karşısında eğitim-öğretim programları sürekli olarak değişerek daha işlevsel hale getirilmeye çalışılmaktadır. Çağın ihtiyaçlarına cevap verecek özelliklere sahip eğitim-

öğretim programlarının yaşam döngüsünde dikkate aldığı iki önemli unsur teknoloji ve bilgidir(Üstün ve Demirbağ, 2003)

Teknolojinin bu denli gelişmesi yeni kavramları ortaya çıkardığı gibi, günümüzde var olan çoğu kavramı da yok edecektir. Bu kadar hızlı değişimin olduğu bir ortamda eğitimin durağan kalması beklenemez, bu nedenle teknoloji eğitim bilimi içinde olması gereken yeri bulacaktır. Toplum olarak çağdaş ve bilimsel eğitim anlayışını benimsemiş eğitimcilere sahip olmak, bu değişimdeki adaptasyon süresini kısaltarak teknolojinin eğitim alanında kullanılma oranını artıracaktır.

1.3. Teknoloji ve Öğretim

Demirel (2003) Öğretimi öğrenim süreci için kolaylaştırıcı faaliyetlerin düzenlenmesi, materyal temini ve öğrenmede daha önceden düşünülerek tasarlanan yol gösterme işi olarak tanımlamaktadır. Öğretimin amacına ulaşırken ortamı düzenlemek adına doğruluğu ispatlanmış fikirlerin uygulanmasına ise teknoloji denilmektedir. Öğretim ve teknoloji bir noktaya odaklanmış zaman zaman ardışık zaman zaman paralel hareket eden iki olgudur. Bu temel kavramlar insanoglunun yaşam alanlarında hakim olma isteği ile odaklandığı noktalardandır (Alkan, 2005).

Bilinen tarihte insanoglu yazı için öğretim materyali olarak taş levhaları kullanmıştır. Zamanla bu değişim deriye, kâğıda ve kara tahtalara kadar gelmiştir. İlk olarak Askeri eğitimlerde kullanılan tepegöz yakın çağın en teknolojik öğretim materyali olduğu söylenebilir. Teknolojik Gelişmeler sonucu projeksiyon (yansıtım) cihazlarının üretimi, bu amaçla kullanılabilir sunum programlarının gelişimine öncü olmuştur. Öğretim Teknolojileri için kullanılan materyaller ilk başlarda öğretim için üretilmeseler de zaman içinde eğitim-öğretim alanında yerini bulmuştur. Günümüzde sadece Öğretim materyali olarak üretilen etkileşimli tahtaların yanı sıra akıllı yazılımlarda sadece öğretim teknolojisine hizmet için üretilmektedir.

Günlük yaşantımızdaki geleneksel yaşam kurallarımız teknolojinin gelişmesi ile modern yaşam kuralları ile yer değiştirmektedir. Günlük yaşantımızı değiştiren teknoloji, öğretim programlarında da köklü değişimlere yol açmaktadır. Bu ayak uydurmanın çağı yakalamak ve gerisinde kalmamak adına her geçen gün önemi artmaktadır. Ülkemizde FATİH Projesi adı ile öğretim teknolojilerinde köklü bir değişime gidilerek kara tahtalar ve beyaz tahtaların yerini etkileşimli tahtalar olarak öğretim yöntem ve teknikleri geliştirilmiştir. Bu hususta dikkat edilmesi gereken teknoloji öğretim için bir amaç değil bir araç olarak kullanılmalıdır.

1.4. İnternet

İki Bilgisayarın etkileşimli olarak bilgi alışverişi yapabildiği ortama Network (bilgisayar ağı) denilmektedir. Network kavramındaki iki bilgisayarların çoğalmasıyla bilgi alışverişi artmış ve bu tüm dünyanın kullanımına açılan interneti oluşturmuştur. İnternet sayısız bilgisayarların etkileşim halinde olduğu ve dünya genelinde kullanılan ve sürekli gelişen iletişim ağıdır (Berkem ve ark. , 2001). İnternet ilk zamanlarda askeri amaçlarda kullanılmaktadır, şimdilerde tüm dünyanın kullanımına açık ve anonim bir teknoloji ürünüdür. Türkiye 1993 yılından itibaren internet ağını kullanmaktadır. İlk bağlantı ODTÜ (Orta Doğu Teknik Üniversitesi) bünyesinde gerçekleştirilmiştir. Ülkemizde interneti ilk kullanan kurumlar üniversitelerdir.

1.4.1. İnternetin Eğitimdeki Rolü

Akıllı telefonların gelişimi ile avucumuza kadar gelen internet günlük yaşamın dinamiğinin temel taşlarından biri olmayı sürdürmektedir (Çakır, 2015). Değişimin niteliğinden çok hızı göze çarpmaktadır. Teknolojinin gelişimi ile hızın öne çıkması bilgiye ulaşma isteğinin her an ve bir an evvel olması isteği interneti günlük hayatımızda önemli bir yere taşımıştır. Bilgiye hızlı erişim isteği, öğrenme şeklindeki değişimin kaynağı olan internetin eğitimdeki yeri gün geçtikçe artmaktadır. İnternet ile öğrenilecek bilgiye ulaşmada hızlılık ve doğru bilgiye ulaşmak eğitim ve öğretimin hızını ve mahiyetini değiştirmektedir. Geliştirilen yazılımlar sayesinde çevrimiçi olarak erişilen siteler ve yazılımlar, eğitim sürecini kişinin hızına, öğrenme şekline ve öğrenme zamanına göre değiştirmektedir. Bu hıza adaptasyon daha doğmadan bile ultrason fotoğraflarının internette olan nesil ile çocukluğunda internet olmayan nesil aynı şekilde olmayacaktır. Prensky (2001) çalışmasında yeni nesli "*dijital yerliler*" olarak adlandırmıştır.

İnternetteki hız ve teknolojik altyapı gelişimi sınıf ortamını da internete taşımıştır. Üniversitelerde uzaktan eğitim platformları kurularak eğitim ve öğretim dört duvar arasından çıkmıştır. Çevrimiçi eğitimler ile alakalı profesyonel platformlar kurularak bireylerin eğitimleri bu platformlar üzerinden verilmektedir. Eğitim öğretim için gerekli olan öğretici, öğrenen ve öğrenilen olgularının bir arada olma ilkesi internetin gelişimi sonucu ortaya çıkan uzaktan eğitim kavramı ile yıkılmıştır. Alkan (2002) çalışmasında internet ile eğitimin getirdiği yenilikler olduğu kadar, sınıf yönetiminin güç hale gelmesi, Devinişsel beceriler kazandırmada yetersiz kalışı ve ek maliyetler doğurması gibi sınırlılıklarının olmasına dikkat çekmiştir.

1.4.2. Eğitim Faaliyetlerinde Web 2.0 araçlarının yeri

İnternet ilk kullanılmaya başladığı zamanlarda bilgi yönü tek yönlü olarak gerçekleşmekteydi. Zaman içinde gelişen teknoloji ve ihtiyaçlar neticesinde internet ortamında etkileşim gerekli hale geldi ve ilk olarak 2004 yılında O'Reilly ve Battelle tarafından kullanılan Web 2.0 internet sürümü olarak ikinci nesil temsil etmektedir. Web 2.0 ile alakalı literatürde değişik tanımlar olmasına rağmen tüm tanımlardan elde edilecek ortak tanım olarak, internet kullanıcısının internet ağı üzerinde içerik üretebilmesi veya üretilen içeriklere dahil olabilmesidir (O'Reilly ve Battelle, 2009). Web 2.0 teknolojisi tek yönlü olan bilgi paylaşımının çift yönlü ve eş zamanlı olmasını sağlamıştır (Baloglu, 2015).

İnternet teknolojisinde gerçekleşen Web 2.0 değişimi; sosyal medya kullanımı, eğitim-öğretim faaliyetlerini de kapsayan bir değişime sebep olmuştur (Polat, 2016). Bu sayede birçok eğitim ortamı sanala taşınmış yer ve zaman mefhumunun getirdiği sınırlılıklarından kurtulunulmuştur. Öğrenen, akranları ile ortak bir platformda aynı bilgileri üretip, düzenlemiştir. Bu sayede bölgesel farklılıklardan dolayı, fiziki imkansızlıklardan dolayı yapılamayan eğitim-öğretimin daha etkili ve verimli yapılmasını sağlamıştır.

1.4.3. Eğitim Faaliyetlerinde Web 3.0 araçlarının yeri

İlk web sitesi 1991 yılında oluşturulmuştur. 2001 yılında Web 3.0 internet versiyonunun çalışmalarına Dünya Ağ Konsorsiyumu (W3C) tarafından başlanmıştır. Web3.0'ın amacı verilerin; uygulamalar, topluluklar, internet siteleri ve kurumlar arasında paylaşılabilmesi için gerekli altyapının oluşturulmasıdır. Web 3.0 verinin bilgisayarlar tarafından otonom şekilde anlamlandırıldığı ve denetimin yine bilgisayarlar tarafından yapıldığı bir internet versiyonudur. Bu sayede internet ortamında bulunan veriler arasındaki bağlantı ve ilişkiler sadece insanlar tarafından değil bilgisayarlar tarafından da sağlanmaktadır (Ufuk, 2011). Web 3.0 literatürde "Anlamsal Web" olarak adlandırılmaktadır. Anlamsal Web ile internet ortamında savruk halde bulunan veriler organize edilerek daha anlamlı, kullanıcıların erişimi daha kolay ve hızlı bir şekilde erişmeleri sağlanmaktadır (Çakır, 2013).

1.5. Eğitim Teknolojisi ve Standartları

Eğitim teknolojileri, tanımı, sınırları ve etkilendiği alanlar bakımından çeşitlilik göstermektedir. Erdoğan ve Çağiltay'ın (2009) belirttiği gibi, bu alandaki çalışmalar zaman içinde konular, alanlar ve kullanılan yöntemler açısından değişmiştir. Başlangıçta, eğitim teknolojileri sadece eğitim-öğretim araçları tasarlamak olarak tanımlanmaktaydı, ancak günümüzde

bu tanım yetersiz görülmektedir. Şimşek ve diğerleri (2008) tarafından ifade edildiği gibi, eğitim teknolojisi kavramı, zaman içinde gelişerek insan-teknoloji etkileşiminden performans teknolojilerine kadar geniş bir yelpazede konuları içermektedir. Eğitim teknolojisi; insan ve teknoloji etkileşimi, bilgisayar destekli eğitim, sanal eğitim ortamları, yapay zeka destekli eğitim, performans teknolojileri gibi birçok konuyu kapsamaktadır (Şimşek vd., 2009). İşman (2002) tarafından yapılan bir tanıma göre, eğitim teknolojisi, eğitim-öğretim ortamlarını düzenleyen, süreçteki sorunları gideren ve öğrenme ürününün kalitesini artıran bir sistem olarak adlandırılmaktadır. Eğitim iletişimi ve Teknolojisi Derneği'nin tanımına göre ise eğitim teknolojisi, öğrenmeyi kolaylaştırmak ve kalitesini artırmak için uygun teknolojik süreçleri ve kaynakları düzenleyen etik bir uygulamadır (Januszewski ve Molenda, 2008). Bu bağlamda, eğitim teknolojisinin etkinliğini belirlemede önemli bir kriter, öğretmenlerin bu teknolojileri kullanma bilgisine ve yeterliliğine sahip olmalarıdır. Eğitim teknolojilerinin gelişimi, ülkelerin eğitim teknolojisine bakışını değiştirmiş ve ihtiyaçlara göre yeni eğitim programları oluşturmalarına olanak tanımıştır (Stuve & Cassidy, 2005). Amerika Birleşik Devletleri'nde ortaya çıkan Ulusal Eğitim Teknolojileri Standartları (NETS), eğitim teknolojisi kullanımını düzenlemek ve öğretmenlerin eşit düzeyde faydalanmasını sağlamak amacıyla geliştirilmiştir (Çoklar, 2008). Uluslararası Eğitimde Teknolojiler Topluluğu (ISTE), öğretmenler, öğrenciler ve yöneticiler için farklı standartlar belirlemiştir. Öğretmen (NETS-T), öğrenci (NETS-S) ve yönetici (NETS-A) standartları, eğitim teknolojisinin farklı yönlerini kapsamaktadır (Çoklar, 2008). Bu standartlar, eğitim teknolojisi aktörlerine rehberlik etmek ve eğitim teknolojisinin etkili bir şekilde kullanılmasını sağlamak amacıyla oluşturulmuştur. Öğrenciler için belirlenen İSTE standartları, diğer eğitim teknolojisi standartlarının temelini oluşturmuştur (UNESCO, 2002). Her mesleğin sahadaki uzmanları için belirlenmiş standartlar olduğu gibi, eğitim teknolojisi alanında da öğretmenlerin karşılaşması gereken asgari özellikler ve standartlar bulunmaktadır (Özçiftçi ve ark., 2015). Teknolojik gelişmelerin etkisiyle, 2008 yılında güncellenen NETS-T, beş kategoriden ve 20 performans göstergesinden oluşmaktadır (ISTE, 2008). Bu kategoriler, öğrencilerin öğrenmelerini kolaylaştırmak, dijital çağın öğrenme deneyimlerini tasarlamak, dijital vatandaşlığa örnek olmak ve profesyonel gelişimle liderlik yapmak gibi önemli konuları içermektedir (ISTE, 2012).

1.6. Ulusal Eğitim Teknolojisi Standartları

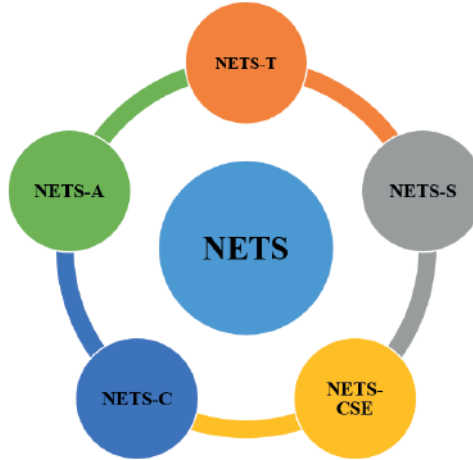
ABD'de uygulanan Ulusal Eğitim Teknoloji Standartları, öğretim faaliyetlerindeki başarısını ülkelerin sosyo-kültürel ve toplumsal kabullerine

uygun olarak değiştirilebilmesi esnekliğine borçlu olarak ön plana çıkmaktadır (Çoklar, 2008). Bu standartlar, NETS ailesi adı altında toplamda beş farklı alana ayrılmıştır ve ilk olarak hazırlanan standartlar şu şekilde adlandırılmıştır: Öğretmenler için NETS-T, Öğrenciler için NETS-S, Yöneticiler için NETS-A. Daha sonra yapılan geliştirme çalışmaları sonucunda, teknoloji koçları için NETS-C ve bilgisayar bilimi eğiticileri için NETS-CSE olmak üzere toplamda beş alanda standartlar belirlenmiştir (Orhan vd., 2014).

NETS-T 2008 güncellemesi, Türkçe literatürde Orhan ve diğerleri (2014) tarafından ele alınarak genel bir bakış açısıyla değerlendirilmiştir. NETS-T 2008, beş temel boyuttan oluşmaktadır ve bu boyutlara ait toplam 20 performans göstergesi bulunmaktadır. Bu boyutlar şunlardır:

1. Dijital Çağa Uygun Öğrenme Ortamları ve Değerlendirme Etkinlikleri Tasarlama ve Geliştirme
2. Dijital Çağda Çalışma ve Öğrenme Konusunda Model Olma
3. Öğrencilerin Öğrenmelerini Kolaylaştırma ve Yaratıcılığını Teşvik Etme
4. Mesleki Gelişim ve Liderlik Etkinliklerine Katılma
5. Dijital Vatandaşlıkta Model Olma

Bu boyutlara ait performans göstergeleri ise detaylı bir şekilde maddeler halinde sunulmuştur. (Orhan vd., 2014).



Şekil 1. NETS Ailesi (Orhan vd., 2014).

1. Öğrencilerin öğrenme süreçlerini kolaylaştırmak ve yaratıcılıklarını teşvik etmek amacıyla öğretmenler, hem yüz yüze hem de sanal ortamlarda, alan bilgilerini, öğretim-öğrenme stratejilerini ve teknolojiyi kullanarak özgün etkinlikler düzenlemeli ve bu konuda örnek olmalıdır.

2. Dijital çağa uygun öğrenme ortamları ve değerlendirme etkinlikleri tasarlamak ve geliştirmek adına öğretmenler, öğrenci öğrenmesini destekleyecek bireysel öğrenme etkinlikleri ve bu etkinliklerle ilgili öğrenme deneyimleri tasarlamalı, öğrencilerin öğrenme stillerine, çalışma stratejilerine ve dijital araç kullanma yeteneklerine uygun yaklaşımları benimsemelidir.

3. Dijital çağda çalışma ve öğrenme konusunda model olmak isteyen öğretmenler, yenilikçi bir meslek temsilcisi olarak dijital çağın gereksinimlerine uygun bilgi ve becerileri sergilemeli, öğrenci başarısını desteklemek için dijital araç ve kaynakları etkili bir şekilde kullanılmalıdır.

4. Dijital vatandaşlıkta model olma hedefi doğrultusunda öğretmenler, dijital teknolojilerin güvenli, yasal ve etik kullanımını savunmalı, öğrencilere bu konuda rehberlik etmeli ve dijital etik konusunda örnek olmalıdır.

5. Mesleki gelişim ve liderlik etkinliklerine katılma amacıyla öğretmenler, öğrencilerin öğrenmelerini iyileştirmek için yaratıcı teknoloji uygulamalarını keşfetmeli, liderlik becerilerini geliştirmeli ve teknolojinin etkili kullanımı konusunda güncel araştırmalara katkıda bulunmalıdır (Seferoğlu, 2009).

Öğretmen adaylarının öğretmenlik mesleğini çağın gereklerine göre yerine getirebilmesi için yukarıda maddeler halinde verilen performans göstergelerini taşıyor olmaları gerekir (Seferoğlu,2009). Bu nedenle bu göstergeler öğretmen adaylarının teknoloji standartlarına uygun bir şekilde yetiştirilmeleri gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır.

1.7. Yapay Zeka

Bilgisayar teknolojisi yaşamın her alanında etkin rol almakla birlikte eğitim alanında da yer almaktadır. Zeka ile bilgisayar teriminin bir arada kullanılması yakın tarihimizin bir teknolojik çıkarımıdır. Zeka sözlük anlamı olarak akıl yürütme, algılama, kavrama yargılama ve sonuç çıkarma yeteneklerinin tümü olarak tanımlanmaktadır (Karadayı, 2004). Sözlük anlamının yanı sıra literatürde değişik tanımları buluna zeka kavramının yeni durumlara uyum sağlama yeteneği olarak da tanımlanmaktadır. Zeka tanımı içindeki kavramlara sahip organik olmayan insan yapımı ile oluşturulmuş yapılara yapay zeka denir (İnam, 2001).

1.7.1. Yapay Zeka ve Tarihsel Gelişim

Yapay zeka alanındaki ilk çalışmalara 1943 yılında rastlanmaktadır. Yapay sinir hücrelerinde bahseden Pitts, bu hücrelerden uygun şekilde oluşan ağlara yapay sinir ağları olarak tanımlamaktadır. Uygun bir şekilde hazırlanmış yapay sinir ağları sayesinde öğrenmenin gerçekleşeceğini savunmuştur (Russel ve Norving, 1995). Yapay sinir ağına sahip ilk bilgisayar, Massachusetts Teknoloji Enstitüsü çalışanları tarafından 1951 yılında yapılmıştır. 1956 yılında McCarty tarafından “Yapay Zekâ” olarak adlandırılmıştır (Allahverdi, 2002). İnsan gibi düşünen bilgisayarlar yaklaşımına göre yazılmış ilk program olan General Problem Solver (GPS) Newell ve Simon tarafından geliştirilmiştir. Simon yaptığı çalışmalarla insandan bağımsız zeki sistemler oluşturmaya çalışan araştırmacıların başlangıç noktası olmuştur (Karadayı, 2004).

Yapay zeka olarak adlandırılan sistemler genel amaçlardaki başarısızlıklarından sonra ikinci dönemini uzman sistemler olarak sürdürmüştür. İlk başarılı uzman sistemlerden biri olan R1 DEC firması tarafından geliştirilmiş ve müşterilerin siparişlerine göre donanım seçimi yapabiliyordu. Bu büyük başarıdan sonra tüm dünyada kullanılmaya başlanmıştır. 1988 yılında bu kullanım bir endüstri haline gelmiş ve milyar dolarlık ciroya ulaşmıştır 1970’ li yıllarda yapay zeka çalışmaları yapmak oldukça pahalı bir araştırma konusu olduğu görülmektedir. 1990 yıllarından sonra kişisel bilgisayarların ve yapay zeka programlarının algoritmalar haline gelmesi ile daha geniş kitlelerce kullanıldığı görülmektedir (Tamer, 2002).

1.7.2. Makine Öğrenmesi ve Sınıflandırma

Veri madenciliği, hacimsel olarak büyük veriler içerisinde önceden bilinmeyen anlamlı bilgilerin üretilmesi olarak adlandırılmaktadır (Temiz, 2018). Veri madenciliği veri tabanı yönetim sistemi, istatistik, yapay zekâ ve makine öğrenmesi gibi sistemlerin kullanılması ile geliştirilmektedir (Albayrak ve Yılmaz, 2009). Veri madenciliğinde amaç yapay zekâ ve makine öğrenmesi kullanarak çok büyük ve anlaşılması zor veri kümelerini analiz ederek anlamlı, gizli ve faydalı olabilecek bilgileri çıkarmaktır. Çıkarılan bu bilgiler sayesinde bir model çıkarılarak yeni gelecek veri nesnesi hakkında yorum yapmayı ve hakkında tahminde bulunmayı imkânli hale getirmektedir (Coşkun ve Baykal, 2011).

Makine öğrenmesi, var olan problemi çözmek için yine ortamdaki faydalanarak edindiği bilgiye göre modelleyen yapay zekanın bir alt dalıdır (Nizam ve Akın 2014). Makine öğrenmesi yöntemleri, veriden bağlantı tespit etme ve akılcı karar vermek için istatistik ve bilgisayarın hesaplama

gücünden faydalanmaktadır. Yapay zekâ disiplininin bir alt dalı olan makine öğrenmesi teknikleri sınıflandırma problemlerinde başarılı bir şekilde kullanılmaktadır (Kaya, Yıldız 2014). Makine öğrenmesi teknikleri denetimli ve denetimsiz öğrenme olarak ikiye ayrılmaktadır. Denetimsiz öğrenme yönteminde öğrenme sırasında model algoritmasına öğretilen örneklerin sınıfları hakkında bilgi verilmez. Denetimli öğrenme modelinde ise öğretilen örnekler ile birlikte örneklerin sınıfları hakkında bilgiler verilir. Denetimli öğrenmede yeni gelen veri nesnesi önceden denetimli olarak eğitilen makinenin nesneyi hangi sınıfa uydüğünü bulması beklenir. Bu tahminde yakalanan başarı oranı önceki öğretilen örneklere ve model algoritmasına göre değişmektedir (Güner, 2008).

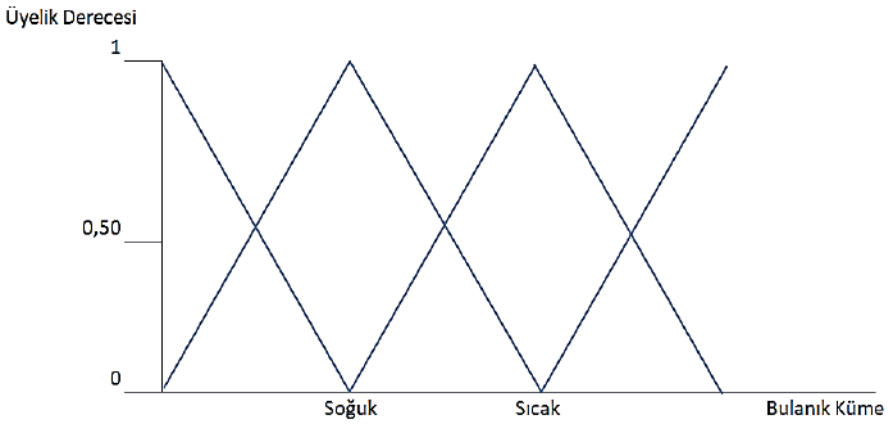
1.7.3. Yapay Zekâ Kullanan Sistemler

Yapay zekâ, bilgisayar sistemlerinin insan benzeri zeka görevlerini gerçekleştirmesini amaçlayan geniş bir disiplindir. Bu alanda çalışan sistemler, farklı boyutlarda ve çeşitli yaklaşımları içermektedir. Uzman sistemler, belirli bir uzmanlık alanındaki bilgi ve kuralları kullanarak problemlere çözüm bulurken; yapay sinir ağları, insan beyninin işleyişini taklit ederek öğrenme yeteneğine sahip modeller oluşturur. Genetik algoritmalar, biyolojik evrimi temel alarak optimize edilmiş çözümler üretir. Açıklama tabanlı öğrenme ve benzerliği dayanan öğrenme, veriler arasındaki ilişkileri anlamak ve gelecekteki olayları tahmin etmek için kullanılır. Endüktif öğrenme, genel kuralları öğrenme süreciyle türeterek yeni bilgiler elde eder. Bu sistemlere ek olarak, dağıtılmış yapay zeka, zeki etmenler, doğal dil işleme ve zeki veritabanları gibi yaklaşımlar, yapay zekanın farklı uygulama alanlarına yönelik çeşitli yöntemleri içermektedir. Bu çeşitlilik, yapay zekanın hızla gelişen bir alan olduğunu ve birçok sektörde önemli bir rol oynadığını göstermektedir (Allahverdi, 2002).

Yapay zeka, bir dizi farklı boyutta çalışan sistemleri içermektedir. Bu sistemler arasında öne çıkanlar, uzman sistemler, paralel yapay zeka sistemleri, yapay sinir ağları, genetik algoritmalar, endüktif öğrenme, nesne tabanlı zeki sistemler, açıklama tabanlı öğrenme, benzerliği dayanan öğrenme, kalitatif muhakeme veya sağduyu bilgi işleme, veri tabanlı muhakeme, model tabanlı muhakeme, monotonik olmayan muhakeme veya doğruyu koruma mekanizması, geometrik muhakeme, dağıtılmış yapay zeka, zeki etmenler, doğal dil işleme, zeki veritabanları, bilimsel buluşların modellenmesi, kavramsal grafikler, bilimsel keşifler, zeki multimedya birimleri, kaos teorisi, mantık programlama ve zeki öğretim sistemleri olarak sıralanmaktadır. Bu çeşitlilik, yapay zekanın geniş bir uygulama yelpazesine sahip olduğunu ve birçok disiplini kapsayan bir alan olduğunu göstermektedir (Allahverdi, 2002).

1.7.4. Eğitimde Bulanık Mantık

Bulanık mantık, kesin olmayan bilgiler üzerinden daha tutarlı ve gerçekçi kararlar almaya olanak tanıyan bir mekanizmayı ifade eder. Bu kavram, 1965 yılında Zadeh tarafından ortaya atılmış olup, geleneksel Boole cebirinin yerine geçmeyi amaçlamaktadır. Boole cebirinde kararlar kesin olarak “var” ya da “yok,” “bir” ya da “sıfır,” “doğru” ya da “yanlış” olarak ifade edilirken, bulanık mantıkta kararlar tam anlamıyla doğru ya da yanlış değildir. Örneğin, bir konuda verilecek karar, “hayır” için 0.3 oranında ve “evet” için 0.7 oranında olabilir. Aristo mantığına göre her önerme kesin olarak doğru veya yanlıştır, ancak bulanık mantıkta bu kesin sınıflandırma bulunmaz.



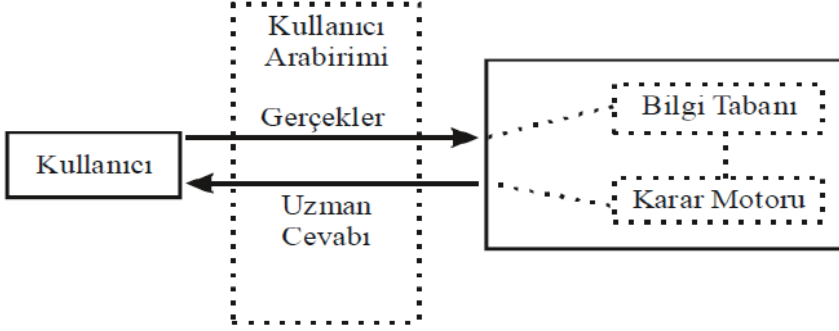
Şekil 2. Sıcaklık değişkeninin üyelik fonksiyonları

Bulanık mantığa bir örnek olarak, “hava sıcak” ifadesinin farklı durumlarda farklı anlamlar taşıdığı gözlemlenir. Bu durum, coğrafi konuma bağlı olarak $+1^{\circ}\text{C}$ 'nin bir kişi için soğuk, başka bir kişi için ise $+35^{\circ}\text{C}$ 'nin sıcak olabileceğini gösterir. Bu farklı anlayışlara rağmen, insan düşünme biçimi bu karmaşıklığı anlamakta sorun yaşamaz. Bu, Aristo mantığına göre soğuk veya sıcak kategorilerinden birini seçme zorunluluğu olmadığını gösterir. Bulanık mantık, eğitim alanında da kullanılmaktadır, özellikle ölçme değerlendirme süreçlerinde. Yavuz ve arkadaşlarının (2000) çalışması, öğrenci başarı notlarının değerlendirilmesi konusunda bir puan farkının öğrencinin başarı derecesini etkileyebileceğini göstermektedir. Bulanık mantık, öğrencinin derse hazırlık, katılım ve öğretmen değerlendirmesi gibi faktörlere dayanarak daha esnek bir değerlendirme sağlayabilir. Ayrıca, bulanık mantık örüntü tanıma kullanarak öğrencilerin mimikleri, yüz ifadeleri ve ses tonları gibi özelliklerinden yola çıkarak derse olan tutumunu, motivasyonunu ve hazır

bulunuşluğunu ölçebilir. Bu yaklaşım, öğrenciye özel olarak derse katılımını artırmak için yeni yöntemler geliştirme imkânı sunar.

1.7.5. Eğitimde Uzman Sistemler

Yapay zeka programları çeşitlerinden olan uzman sistemler yapay zeka programlarından ayrıldığı noktalarda bulunmaktadır. Yapay zeka programları daha çok anlaşılması normal gözlem yöntemleri ile anlaşılması zor problemleri çözmek için kullanılmaktadır. Yapay zeka ve uzman sistemlerin farkı; yapay zeka programının amacı herhangi bir insanın çözebileceği bir problemi çözmektir. Uzman sistemin ise uzman bir insanın çözebileceği bir problemi çözmektir (Aydın, 2000). Uzman sistemler, programlandığı konu alanındaki uzman kişilerin tecrübelerinin eksiksiz olarak aktarıldığı sistemlerdir.



Şekil 3. Uzman sistemin çalışma prensibi (Allahverdi, 2002).

Çalışma prensibine göre uzman sistemi kullanan kullanıcıdan aldığı gerçek bilgileri bilgi tabanındaki bilgilerle karşılaştırarak karar mekanizmasından geçirerek karar veren sistem kullanıcıya dönüt olarak uzman cevabı vermektedir.

Uzmanlar sistemleri bilgi tabanının durumuna göre statik ve dinamik olmak üzere ikiye ayrılır. Çalışması boyunca bilgi tabanının değişmediği sistemlere statik uzman sistem denir. Çalışması boyunca bilgi tabanı değişen uzman sistemlere dinamik uzman sistem denmektedir. (Popov ve ark., 1996).

Eğitim alanında uzman sistemlerin kullanımı öğretim yöntemleri için destek niteliğinde olmaktadır, eğitim alanına yönelik geliştirilen SCHOLAR, WHY, WEST, STEAMER isimli programlar bulunmaktadır.

1.7.6. Eğitim Teknolojisi Olarak Yapay Zekâ İle İlgili Yurt İçinde Yapılan Çalışmalar

Altınsoy'un (2019) tezi, "Uzaktan Eğitim Öğrencilerinin Başarılarının Yapay Zekâ Teknikleri ile Tahmini" başlığını taşımaktadır. Bu çalışma, yapay zekâ yöntemlerinin kullanılmasıyla yükseköğretim kurumlarında eğitim yöntemlerinin başarıya olan etkisini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Destek Vektör Makineleri, Lojistik Regresyon, Sade Bayes, Bayes Net, Rastgele Orman, Rastgele Ağaç ve Karar Ağaçları algoritmaları kullanılarak, sisteme kayıtlı öğrencilerin başarıları % 98.4058'lik bir başarı oranı ile Karar Ağaçları algoritmasıyla tahmin edilmeye çalışılmıştır.

İzgi'nin (2007) tezi, "Eğitim Amaçlı Bir İklimlendirme Odasının Yapay Zekâ Teknikleri İle Modellenmesi Ve Kontrolü" başlığını taşımaktadır. Bu çalışmada, eğitim için kullanılan ortamların daha verimli olabilmesi amacıyla yapay zekâ teknolojisinin kullanılmasının önemi vurgulanmaktadır. İzgi, sıcaklık, nem, kişi sayısı gibi faktörleri işleyerek, bir sistem üzerinde çalışmış ve eğitim teknolojisinin "ortamdaki aksaklıkları giderme" özelliğine katkı sağlamıştır.

Uçar'ın (2007) tezi, "Engelli Çocuklar İçin Yapay Zekâ Tabanlı Eğitim-Destek Araçları Geliştirilmesi" adını taşımaktadır. Bu tezde, artikülasyon, otistik ve/veya zihinsel engelli öğrencilerin eğitimine yardımcı olmak amacıyla geliştirilen modül şeklinde üç ayrı yazılım ele alınmıştır. Bu modüller, farklı engel türlerine yönelik eğitim stratejilerini desteklemeyi amaçlamaktadır.

Gülcü'nün (2006) hazırladığı tez, okullarda ders programı hazırlamanın zorluklarını ele almaktadır. Klasik yöntemlerle çözülemeyen bu soruna yapay zeka algoritmalarının nasıl katkı sağlayabileceği vurgulanmıştır. Genetik algoritmalar ve tabu arama kullanılarak, çeşitli durumları ele alacak ve minimum çakışma yaratacak bir ders programı çizelgesi oluşturmayı hedeflemiştir.

Yılmaz'ın (2004) "Kişisel Satışta Yapay Zekâ Kullanımı ve Eğitim Sektöründe Bir Uygulama" başlıklı tezi, uzman sistemlerin kişisel satış süreçlerinde müşterilere teknik bilgiler aktarmak için nasıl kullanılabileceğini incelemektedir. Bu tezde, bir yurtdışı eğitim danışmanının zeki davranışlarını taklit edebilen bir uzman sistemin tasarlanmasının mümkün olduğu vurgulanmaktadır.

Demir'in (2004) Çukurova Üniversitesi'nde hazırladığı tez, bilgisayar destekli öğretim için bir ders yazılım modülünün temelini oluşturan yapay zeka programını ele almaktadır. Türkçe sözcükleri algılayarak kullanıcıyı yönlendirmelerle "Microsoft Word" kelime işlemci programını açmayı ve bir

belgeyi kaydetmeyi anlatmayı amaçlayan bu modül, öğretmenlerin bilgisayar ortamında öğrencilere rehberlik etmelerine yardımcı olmayı hedeflemektedir.

Karadayı'nın (2004) Yüksek Lisans Tezi, bilgisayara dayalı yöntemlerin ve bilgisayar sistemlerinin eğitimdeki, özellikle de okul öncesi eğitimdeki yerini ve çocukların gelişimine olan katkılarını araştırmayı amaçlamaktadır. Bu bağlamda, bilgisayar destekli eğitim, zeki öğretim sistemleri ve uzaktan eğitim gibi konular detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Türkiye'deki durum da donanım ve yazılım açısından incelenmiş ve öneriler sunulmuştur.

Bu özetler, verilen orijinal metni daha ayrıntılı bir şekilde yansıtarak tezin temel noktalarını kapsamaktadır.

Tablo 1 Tezlerin araştırma konuları

ARAŞTIRMA KONUSU	SAYI
SANAL ÜNİVERSİTE	2
UZAKTAN EĞİTİM	2
ÇEVİRİMİÇİ ÖĞRENME	11
- WEB ORTAMINDA ÖĞRENME	6
- E-ÖĞRENME	1
- İNTERNETE DAYALI ÖĞRENME	4
ÖĞRENME-ÖĞRETME YAKLAŞIMLARI	20
- BÜTÜNLEŞİK (BLENDED) ÖĞRENME	3
- YAPICI ÖĞRENME	2
- DURUMLU ÖĞRENME	2
- İŞBİRLİĞİNE DAYALI ÖĞRENME	1
- BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÖĞRETİM	11
- BAĞLAŞIK ÖĞRETİM	1
HİZMETİÇİ EĞİTİM	1
MESLEKİ GELİŞİM	3
TEKNOLOJİ	6
- BİLGİ VE İLETİŞİM TEKNOLOJİLERİ BÜTÜNLEŞTİRME	2
- EĞİTİMDE GÖRSEL-İŞİTSEL TEKNOLOJİ KULLANIMI	4
ÇOKLU ORTAM	8
- HİPERORTAM	2
- DERS KİTAPLARINDAKİ GRAFİK TASARIMI	1
- YAZILI VE GÖRÜNTÜLÜ İLETİ TASARIMI	3
- ETKİLEŞİMLİ EĞİTİM CD'Sİ	1
- KULLANILABİLİRLİK	1
MODÜLER ÖĞRETİM	1
ÖĞRENME STRATEJİLERİ/BİLİŞSEL STRATEJİLER	3
EĞİTİMDE BİREYSEL FARKLILIKLAR	1

ÖĞRENME BİÇİMLERİ	1
DEĞERLENDİRME	2
- ÖĞRENCİ PERFORMANSINI DEĞERLENDİRME	1
- ÖĞRETİM YAZILIMLARINI DEĞERLENDİRME	1
İLETİŞİM	3
- EĞİTİM İLETİŞİMİ	1
- BEDEN DİLİ	1
- ÖĞRETMEN-ÖĞRENCİ-VELİ İLETİŞİMİ	1

Çalışmanın bulgularında, bilişim teknolojileri alanında yapılan tezleri konu eğilimleri öğretim-öğrenme yaklaşımları alanında oldukça fazla olduğu görülmektedir. Çalışmalar problem durumu ifade edilmiş biçimi konusunda incelendiğinde Araştırma sorusu şeklinde hazırlananların çoğunlukta olduğu gözükmemektedir. Az oranda hipotez cümlesi şeklinde verilen problem durumu Araştırma sorusu ve hipotez cümlesini bir arada kullanan çalışmalarda mevcut olduğu görülmektedir. Yapılan araştırmalar araştırma modelleri bakımından incelendiğinde büyük oranda nicel çalışmaların olduğu görülmektedir. Hem nicel hem nitel modellerin kullanıldığı karma araştırma modeline sahip çalışmalar çok az sayıda olduğu görülmektedir.

2. Bulgular

İnsan davranışlarının amacını ve sonucunu kestirmek zor bir durumdur. Teknolojik gelişmelerde son trend olarak insan düşüncesini yapay olarak taklit eden sistemler üretmek olmuştur. Yeni bu teknolojik terime yapay zekâ denmektedir. Eğitim Bilimleri alanının alt bir dalı da Eğitim Teknolojileridir. Eğitim teknolojisi, eğitim problemlerine çözüm üretmek amacıyla öğretim, öğrenme, gelişim, yönetim ve diğer teknolojilerin bir arada kullanılmasıdır (<http://egitimteknolojileri.net/ana-sayfa/> 26.12.2019). Eğitim teknolojisi başlığı altında geliştirilen materyal, yöntem, teknikler maksatlı ve planlı öğretimi oluşturmada önemli rol almaktadır. Gelişen teknoloji ile eğitim alanında kullanılan eğitim teknolojisi materyalleri de değişmiş ve gelişmektedir. Çalışma kapsamında tez, makale ve web siteleri incelenerek eğitim teknolojileri alanında yapılan çalışmalar; konu eğilimi, araştırma modelleri, demografik özellikler, evren ve örneklem seçimi, veri toplama araçları başlıklarında incelenmiştir. Bu çalışmada ayrıca alan yazında bilişim teknolojileri alanında yapılan tezlerin içerik çözümlemesi yöntemi ile incelendiği çalışmalar incelenmiş ve sonuçlar bağlamında paralel bulgulara ulaşıldığı gözlemlenmiştir. Eğitim Teknolojisi alanında tamamlanmış tez, makale, tebliğler üzerinde yapılan içerik analizi ilk olarak 1956 yılında

John Moldstad yapılmıştır (Şimşek ve ark., 2008). Bu çalışma dört defa güncelleyerek tekrar yayımlanmıştır. Değişik zamanlarda yapılan çalışmalar sonucunda ABD’de 1921 ile 2006’ya kadar Eğitim teknolojisi alanında yapılan tez çalışmaları değişik kriterler bakımından incelenmiştir. Yapılan bu tez incelemelerinde temel araştırma eğilimleri ve yıllar içinde araştırma konularının nasıl değiştiği saptanmıştır. 1977–1998 yılları arasındaki tezlerin incelenmesi sonucunda bilgisayar destekli öğretim, öğretim tasarımı, oyunlar, televizyon ve video üzerine yapılan araştırmaların ağırlıklı olduğu belirtilmiştir. Son değerlendirmelerde deneysel çalışmaların azaldığı ortam karşılaştırma çalışmalarına ilginin sona erdiği ve nitel araştırmaların ağırlık kazandığı görülmüştür (Caffarella, 1999). Ülkemizde ise bu alanda yapılan çalışmalar çok az olması ile birlikte giderek önemsenen bir araştırma şekli olmaya başlamıştır. Şimşek ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada 64 doktora tezi incelemiştir. Erdoğan ve Çağıltay (2009) birlikte yürüttükleri çalışmalarında 247 tez incelemiştir. Tümer (2014) hazırladığı Yüksek Lisans Tezinde 487 tez incelemiştir. Yükseköğretim Kurumunun açık olarak sitesinden erişime sunduğu Ulusal Tez Merkezi isimli modülünden Yapay zekâ ve Eğitim anahtar kelimeleri ile gelişmiş arama yapıldığında bu alanda 7 adet tez çalışması yapıldığı görülmektedir. Çalışmaların 5 tanesi Yüksek Lisans Tez çalışması iken 2 tanesi ise Doktora Tez çalışmasıdır.

3.1. Konu Eğilimi

Eğitim Teknoloji alanında yapılan çalışmalarda konu eğilimi, Bilgisayar Destekli Eğitim konusu üzerine olduğu görülmektedir. İkinci eğilim ise çevrimiçi öğrenme konusu üzerine olmaktadır. Bilgisayar Destekli Eğitim konusu içinde Öğretim Yöntem ve Teknikleri geliştirilerek değişik zekâ türlerine hitap etmesi, öğrenmeyi ve öğretme sürecini daha verimli ve kaliteli kılmayı amaçlamıştır. Bilişim Teknolojisi alanında yapılan çalışmalar çeşitlendirilmesi, eğitim programlarının eğitim durumları basamağına hizmet etmenin yanında İhtiyaç analizinde, hedefler belirlenirken ve hatta ölçme ve değerlendirme basamağında da eğitim teknolojisi çalışmaları konusu işlenmelidir.

3.2. Araştırma Modelleri

Eğitim Teknolojisi alanında yapılan çalışmaların araştırma modelleri incelendiğinde, Nicel Çalışmaların çokluğu görülmektedir. Nicel çalışmalarda Kontrol Gruplu Ön test- Son test modeli çoğunlukla kullanılmaktadır. Nicel çalışmalarda ayrıca Faktöriyel desen modeli de kullanılan modeller arasındadır. Eğitim Teknolojisi alanında yapılan çalışmalarda karma araştırma modellerinin kullanılması oldukça az olduğu görülmektedir.

3.3. Veri Toplama Araçları

Çalışmaların Yöntem kısmında yer verilen ve araştırma modelini seçmede önemli bir öge olan veri toplama araçlarında ise büyük çoğunluk Test, Ölçek ve Anket olduğu görülmektedir. Araştırmaların kronolojik sıralaması dikkate alındığında ilk zamanlarda istatistiksel olarak daha basit analizler yapıldığı görülürken son zamanlara daha karmaşık ve ileri düzey istatistiksel yöntemler kullanıldığı görülmektedir. Yapılan çalışmalarda göze çarpan önemli noktalardan bir tanesi de deneysel çalışmalarda ön kabullerin ve grupların başlangıç testleri hakkında çok az bilgi verilmeleridir. Deneysel çalışmalarda özellikle kontrol gruplu ön test-son test modeli kullanıldığından grupların deney öncesi durumları hakkında çok az bilgilerin verilmesi ve gruplar üzerinde yapılan istatistik analizlerin güvenilirliğini ve geçerliliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Deneysel çalışmaların büyük çoğunluğu Yüksek Öğretim gören öğrenciler üzerinde yapılmaktadır. Kontrol Gruplu Ön test-Son test modelindeki Kontrol grubu öğrencilerine çalışmaların büyük çoğunluğunda “Geleneksel Öğretim Yöntem ve Teknikleri” kavramının uygulandığı söylenmektedir. Geleneksel öğretim yöntem ve tekniklerinin içyapısının açıklanması gerekmektedir. Kontrol gurubu öğrencileri deneye konu olan eğitim teknolojisinden mahrum bırakılarak deney sonuçlandırıldığından deney sonrası iki grubu eşitleme çalışmaları yapılmalı ve bu konuya çalışmalarda yer verilmelidir. Bilimsel çalışmaların yinelenebilir özellikte olması gereklidir. Bu nedenle deney çalışmalarının tüm ortam grup ve deney konusu yapının açıkça çalışmada verilmesi gerekmektedir.

3.4. Demografik Özellikler

Eğitim teknolojisi alanında yapılan çalışmalar ve bu alanda yapılan çalışmaları değişik özellikleri bakımından inceleyen çalışmalara bakıldığında cinsiyet, yaş, sınıf, aylık gelir, doğum yeri, okul ismi en çok istenen demografik özelliklerdir.

3.5. Evren ve Örneklem

Nicel araştırmaların çoğunda evren ve örneklem belirlemede kolay ulaşılabilir örneklemelerden yararlanılmıştır. Ya da amaç ifadeleri ulaşılabilir örneklere göre yazılarak sorun araştırılmıştır. Örneklem seçimi probleme göre değil örnekleme göre problem durumları oluşturulmuştur. Bir bilimsel araştırma problemle başlar ifadesinin tersine bir örneklem seçimi yapıldığı görülmüştür. Çalışmaların çok az bir kısmında evrenin tamamına ulaşılmıştır. Yapılan çalışmalarda örneklem olarak kullanılan kişiler yarısı Yükseköğretim kademesindeki öğrenciler olduğu gözükmektedir. Nitel Çalışmalarda bir genelleme yapılmak zorunda olmadığından bu durum incelenmemiştir.

Eğitim Teknolojileri alanında yapılan tez inceleme çalışmalarının ve Eğitim Teknolojileri alanında onu olarak yapay zekâ seçilen tezler incelenmiş olup çatı bir çalışma ortaya koymak istenmiştir. Yapılan tarama sonucu elde edilen bilgiler; Eğitim Teknolojisi alanında yapılan çalışmaların doyuma ulaşan konuların yanında yeni konular çalışılması gerektiği ortaya konmuştur. Eğitim Teknolojisi alanında yapılan çalışmaları genel olarak öğretim yöntem ve tekniklerde yenilikçi yaklaşım ve uygulamaları içermektedir. Yapılacak yeni çalışmalar eğitim programlarının dört temel unsuru olan hedef, içerik, eğitim durumları ve değerlendirme adımlarına da hizmet etmelidir. Eğitim Teknolojisi alanında yapılan çalışmalarda araştırma modeli olarak nicel araştırma modelleri ağırlıklı olarak tercih edilmektedir. Yapılacak çalışmalarda karma modeller benimsenmeli ve gelişmiş istatistik testler seçilerek analizler yapılmalıdır. Özellikle ikinci nesil veri analiz tekniği olarak adlandırılan ve bağımlı, bağımsız değişkenler arasındaki ilişkilerin modellenmesini sağlayan yapısal eşitlik modellemesinin kullanılması öneri olarak verilebilir. Eğitim Teknolojisi alanında yapılan çalışmalarda evren ve örneklem seçiminde, örnekleme göre problem durumu oluşturmanın araştırmanın güvenilirliğini ve geçerliliğini olumsuz yönde etkileyeceğinin bilinmesi gerekmektedir. Yapılan deneysel çalışmalarda deneye tabii tutulan ve kontrol gruplarının deney öncesi durumlar titizlikle incelenmeli ve ön testlerden geçirilerek mevcut durum hakkında açıklayıcı bilgiler verilmelidir. Deney sonrası gruplarda deney sürecinde yaşatılan negatif durumlar belirtilmeli ve deney sonrası telafi çalışmaları mutlaka yapılmalıdır.

Nitel çalışmalarda kullanılan veri toplama araçlarının güvenilirlik ve geçerlilik çalışmaları yapılmalı araştırmada mutlak suretle yer verilmelidir. Eğitim Teknoloji Alanında yapay zekâ çalışmalarına yer verilmelidir. Özellikle mühendislik alanında yapılan çalışmalarda etkisini gösteren yapay zekânın eğitim alanında kullanılması gerektiği düşünülmektedir. Yapılacak çalışmalar disiplinler arası hibrit bir çalışma olacağından mühendislik alanında yapılan çalışmaların eğitim alanında var olan normlar ile test edilerek alana kazandırılması sağlanmalıdır. Yapılacak çalışmalar tez çalışması niteliğinde ise ikinci danışmanlık, ders aldırma gibi yöntemler ile disiplinler arası bir tez çalışması yürütülerek alanın daha zengin bir literatür kazanması sağlanmış olacaktır.

4.Kaynakça

- Albayrak, A. S., & Yılmaz, K. (2009). Veri madenciliği: Karar ağacı algoritmaları ve İMKB verileri üzerine bir uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(1), 31-49.
- Aksoy, P. (2014). Resim ve Yazı Diyalektiğinin Günümüz Açılımları. *Işık Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul*.
- Alkan, C. (2005). *Eğitim teknolojisi (7. Baskı)*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Alkan, İ. (2002). İlköğretimde Çoklu Ortam Uygulamaları Kullanarak Öğretme Metotları. *Niğde Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Niğde*.
- Allahverdi, N. (2002). Uzman Sistemler: Bir Yapay Zeka Uygulaması. *Atlas Yayın-Dağıtım, İstanbul*.
- Altınsoy, F. (2019). Uzaktan Eğitim Öğrencilerinin Başarılarının Yapay Zekâ Teknikleri İle Tahmini. *Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Entitüsü, Isparta*.
- Arı, M., & Bayhan, P. (1999). Okul Öncesi Dönemde Bilgisayar Destekli Eğitim. *İstanbul: Epsilon Yayıncılık*.
- Aydın, Y. S. (2000). Visual Prolog ile Programlama: Yapay Zeka ve Uzman Sistemler. *Sistem Yayıncılık, İstanbul*.
- Baloğlu, A. (2015). *Sosyal Medya Madenciliği (1. Baskı)*. İstanbul: Beta Yayıncılık.
- Bayhan, P. (2015). *Okul Öncesi Eğitimde Teknolojinin Rolü (1. Baskı)*. Ankara: Hedef CS Basın Yayın.
- Berkem, M. L., Gürdal, A., Bakioğlu, A., & Erdoğan, Y. (2001). Öğretmenlerin Meslek içinde Gelişmelerinde İnternet'in Rolü. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 1(2), 259-276.
- Caffarella, E. P. (1999). The major themes and trends in doctoral dissertation research in educational technology from 1977 through 1998. *Stanford, CA: ERIC Clearinghouse in Information Resources (ED 436178)*.
- Coşkun Cengiz, & Baykal, A. (2011). Veri Madenciliğinde Sınıflandırma Algoritmalarının Bir Örnek Üzerinde Karşılaştırılması. *Akademik Bilişim, Malatya*, 51-58.
- Çakır, M. (2015). *İnternette Gösteri ve Gözetim (1. Baskı)*. Ankara: Ütopya Yayınevi.
- Çakır, H. (2013). Semantik Web (Web 3.0) Teknolojisi Kullanılarak Örnek Bir e-Ders içeriği Hazırlama. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta*.
- Çoklar, A. N., & Odabaşı, H. F. (2009). Eğitim teknolojisi standartları açısından öğretmen adaylarının ölçme ve değerlendirme özyeterliklerinin belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi, Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 1-16.

- Çoklar, A. N. (2008). Öğretmen adaylarının eğitim teknolojisi standartları ile ilgili özyeterliliklerinin belirlenmesi. *Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.*
- Demir, M. D. (2004). Bir eğitim yazılımının temelini oluşturan yapay zeka programı geliştirme. *Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.*
- Demirel, Ö. (2003). *Eğitim sözlüğü*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Erdoğan, F. U., & Çağiltay, K. (2009). Türkiye’de eğitim teknolojileri alanında yapılan master ve doktora tezlerinde genel eğilimler. *Akademik Bilişim. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri Harran Üniversitesi.*
- Ertürk, S. (1988). Türkiye’de eğitim felsefesi sorunu. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 3(3).*
- Ertürk, S. (1972). *Eitimde program geliştirme*. Ankara: Yelken Tepe Yayınları.
- Gay, L. R., Mills, G. E., & Airasian, P. W. (2009). *Educational research: Competencies for analysis and applications*. Merrill/Pearson.
- Gülcü, A. (2006). Yapay zeka tekniklerinden genetik algoritma ve tabu arama yöntemlerinin eğitim kurumlarının haftalık ders programlarının hazırlanmasında kullanımı. *Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.*
- ISTE. (2008). ISTE National Educational Technology Standards for Teachers 2008.
- ISTE. (2012). ISTE (International Society for Technology in Education), A Constructivist Approach to the National Educational Technology Standards for Teachers, V.N. Morphew.
- İnam, A. (2001). Yapay Zeka. Bilim ve Teknik, Aralık 2001.
- İşman, A. (2002). Sakarya ili öğretmenlerinin eğitim teknolojileri yönündeki yeterlilikleri. *The Turkish Online Journal Of Educational Technology – TOJET*, October 2002, 72-91.
- İzgi, Y. (2007). Eğitim Amaçlı Bir İklimlendirme Odasının Yapay Zekâ Teknikleri İle modellenmesi Ve Kontrolü. *Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.*
- Januszewski, A., & Molenda, M. (2008). *Educational technology: a definition with commentary*. New York: Lawrence Erlbaum Associates.
- Karadayı, Z. (2004). Bilgisayar destekli okul öncesi eğitim ve yapay zeka. *Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.*
- Kaya Çetin, & Yıldız Oktay. (2014). “Makine Öğrenmesi Teknikleriyle Saldırı Tespiti: Karşılaştırmalı Analiz”. *Marmara Fen Bilimleri Dergisi, 26(3), 89-104.*

- Nizam Hatice, & Akın Salih Sıla. (2014). "Sosyal medyada makine öğrenmesi ile duygu analizinde dengeli ve dengesiz veri setlerinin performanslarının karşılaştırılması". *XIX. Türkiye'de İnternet Konferansı*, 1-6.
- Orhan, D., Kurt, A. A., Ozan, Ş., Som Vural, S., & Türkan, F. (2014). Ulusal Eğitim Teknolojisi Standartlarına Genel Bir Bakış. *Karaelmas Journal of Educational Sciences*, 2, 65-79.
- O'Reilly, T., & Battelle, J. (2009). Web squared: Web 2.0 five years on. "O'Reilly Media, Inc."
- Özçiftçi, M., ÖZÇİFTÇİ, M., & Çakır, R. (2015). Öğretmenlerin Yaşam Boyu Öğrenme Eğilimleri Ve Eğitim Teknolojisi Standartları Özyeterliklerinin İncelenmesi. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 5(1), 1-19.
- Polat, O. (2016). Eğitsel Sosyal Medya Platformları ve Edmodo Örnek Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Popov, E.V. et al. (1996). *Statistical and Dynamical Expert Systems*. Moscow: Finans i Statistika.
- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants. *On the Horizon*, 9(5), 1-6.
- Russel, S., & Norving P. (1995). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Prentice Hall.
- Seferoğlu, S. S. (2009). Yeterlikler, Standartlar ve Bilişim Teknolojilerindeki Gelişmeler Işığında Öğretmenlerin Sürekli Mesleki Eğitimi. *Eğitimde Yansımalar IX: Türkiye'nin Öğretmen Yetiştirme Çıkması Ulusal Sempozyumu*, 204-217. Ankara: Başkent Üniversitesi Eğitim Fakültesi ve Tekişik Eğitim Araştırma Geliştirme Vakfı.
- Serbest, F. (2016). *Eğitimde Paradigma Kayması ve Medya* (1. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Stuve, M., & Cassidy, J. (2005). A factor analysis of the NETS performance profiles: searching for constructs of self-concept and technology professionalism. *Journal of Technology and Teacher Education*, 13(2), 303-324.
- Şimşek, A., Özdamar, N., Becit, G., Kılıçer, K., Akbulut, Y., & Yıldırım, Y. (2008). Türkiye'deki Eğitim Teknolojisi Araştırmalarında Güncel Eğilimler. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (19), 439-458.
- Şimşek, A., Özdamar, N., Uysal, Ö., Kobak, K., Berk, C., Kılıçer, T., vd.. (2009). İki binli yıllarda Türkiye'deki eğitim teknolojisi araştırmalarında gözlenen eğilimler. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 9(2), 941-966.
- Tamer, T. (2002). Yapay Zeka Programlama Tekniklerinin Bilgisayar Destekli Eğitimde Kullanımına İlişkin Bir Model. Yüksek Lisans Tezi. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.

- Temiz, M. (2018). Doğal Taş Karolarının Görüntü İşleme Ve Makine Öğrenmesi Teknikleri İle Sınıflandırılması. Yüksek Lisans Tezi, *Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Sivas.
- Tümer, C. (2014). Türkiye’de Bilgisayar Ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi (Böte) Alanında Tamamlanmış Yüksek Lisans Ve Doktora Tezlerindeki Güncel Eğilimler (2005-2014). Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü*, Ankara.
- Uçar, Ö. (2007). Engelli Çocuklar İçin Yapay Zekâ Tabanlı Eğitim-Destek Araçları Geliştirilmesi. Doktora Tezi, *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Edirne.
- Ufuk, B. C. (2011). Web 2.0 Ve Web Tasarımı Üzerindeki Etkilerinin Analiz Edilmesi. *Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- UNESCO. (2002). *Information And Communication Technologies In Teacher Education: A Planning Guide*. <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129533e.pdf> (12 Aralık 2019 tarihinde alınmıştır).
- Üstün, A., & Demirbağ, H. (2003). Sınıfta Demokratik Disiplin Anlayışı. *Eğitim Araştırmaları*, 11, 87-95.
- Yılmaz, H. (2018). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Eğitim Teknolojisi Standartlarına Yönelik Mesleki Eğitimlerinin Yeterliğine İlişkin Görüşleri. Yüksek Lisans Tezi, *Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kastamonu.
- Yılmaz, R. M. (2004). Kişisel Satışta Yapay Zekâ Kullanımı ve Eğitim Sektöründe Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilim Enstitüsü*, İstanbul.

Sosyal Sermaye Olarak Ebeveynlerin Eğitime Katılımının Öğrenci Akademik Başarısı Üzerine Etkisi

Aslı Yeşil¹

Özet

Eğitim Bilimleri alanında yapılan araştırmalar göstermektedir ki son yıllarda eğitim ile ilgili bazı problemler giderek artmaktadır. Bu problemler içinde okul terkleri, devamsızlığın artması, zorbalık gibi davranış bozuklukları ve akademik başarının düşmesi yer almaktadır. Modern toplumda, ebeveynlerin iş yoğunluğu, parçalanmış ailelerin yer alması, teknolojinin gelişmesi, sosyal medya etkileşiminin artması bu problemlerin nedenleri arasında bulunmaktadır. Bireysel olarak öğrencilerin ve kurumsal olarak okulların, buna bağlı olarak eğitim sisteminin başarılı olabilmesi için eğitimin tüm paydaşları birlikte iletişim halinde olmalıdır. Eğitim sistemi, bireylerin ve toplumların ekonomik, sosyal ve kültürel sermayesini arttıran rolünün yanında, aynı zamanda bireylerin ve ailelerin ekonomik, sosyal ve kültürel sermayesinden de etkilenmektedir. Yapılan çalışmalar eğitim eksikliklerinin giderilmesinde ebeveynlerin eğitim etkinliklerinden haberdar olması ve etkinliklere katılımının önemini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda eğitime aile katılımı, ailenin sosyal sermayesi ile ilgili bir durum haline gelmekte ve hem bireylerin hem de kurum olarak okulların sosyal sermayesini artırmaktadır. Bir toplumun eğitim hedefleri içerisinde kurumların aile katılımı ile ilgili aktif çalışmalar yapması ve uygulamalar ortaya koyması önerilmektedir.

1. Giriş

Okullar bireylerin sosyalleşmelerini ve toplumsallaşmalarını sağlayan örgütler olmasının yanında, temel işlev olarak akademik başarıyı arttıran kurumlardır. Akademik başarı üzerine etki eden çeşitli değişkenlerin olduğu bilinmektedir. Yapılan araştırmalar ailenin sosyoekonomik durumunun,

1 Doktorant, Mersin Üniversitesi, aslimirzakayra@gmail.com,
ORCID ID: 0000-0002-1325-9260

ebeveyn eğitim durumu ve mesleğinin, kardeş sayısının, cinsiyetin ve aile katılımının akademik başarıyı etkilediğini ortaya koymaktadır. Bunun karşılığında düşük sosyoekonomik durumun ve aile ilgisizliğinin akademik başarıyı ve bireylerin benlik algısını olumsuz etkilediği de alanyazında yapılmış araştırma sonuçları arasında yer almaktadır (Aslanargun, Bozkurt ve Sarıoğlu, 2016).

Endüstri devrimi ile birlikte gelişen modern okullarda aile ve okul farkli iki toplumsal kurum olarak çocukların eğitiminden beklentilere sahiptir. Bu beklentilerin ortak bir noktada toplanması gerekmektedir (Şimşek ve Tanaydın, 2002). Sağlıklı bir eğitim ortamı için öğretmen ve ailenin iyi iletişim kurması önemlidir. Ev ve okul arasında kurulan bilgi alışverişi ile okullar daha yüksek standartlara ulaşabilmekte, öğrenciler farklı imkânlarla sahip olabilmektedir (Keçeli Kaysılı, 2008). Bu durum, öğrencilerin kendi potansiyellerini ortaya çıkarmalarında, yetenek ve becerilerini ortaya koymalarında kolaylık sağlamaktadır (Şimşek ve Tanaydın, 2002).

Modern toplumda ebeveynlik kavramı artık uzmanlık içeren bilgiler gerektirmektedir. Eğitim öğretim faaliyetlerinde ebeveynlerin önemi üzerine çalışmaların 1960'lı yıllardan itibaren arttığı görülmektedir. Okul süreçlerine anne baba katılımı, çocuklarda olumlu tutum ve olumlu davranış ile ilişkilendirilmektedir (Çiftçi ve Nedim Bal, 2015). Ebeveynlerin eğitim etkinlikleri ve okul ile olan etkileşimi yeterli olmadığında bu durum çocukların okula ilgisizliği, akran problemleri ve akademik yetersizlik gibi olumsuz sonuçlar meydana getirmektedir (Tezel Şahin ve Özbey, 2007).

Okullar canlı sistemler olduğundan, aile katılımı ekolojik kuram çerçevesinde ele alınmaktadır. Ekolojik kuram öğrenci başarısı, aile ve okul etkileşimi için ailenin daha aktif olması gerektiğini ifade etmektedir (Keçeli Kaysılı, 2008). Ailenin okula katılımı ile ilgili yapılan çalışmaların son yıllarda önem kazandığı görülmektedir. 2018 yılında yayımlanan Eğitimde 2023 Vizyonu belgesinde de ailelerin aktif katılımı sağlanmadığında eğitim sisteminin başarıya ulaşamayacağı belirtilmektedir. Yönetim anlayışındaki değişimler ile birlikte demokratik bir yönetim anlayışının oluşturulabilmesi için aile katılımı, ülkemizde yürürlükte olan yönetmelikler ve eğitim paydaşlarının çabaları olmasına rağmen, istenilen seviyede yeterli olmamaktadır (Ardakoç, 2020).

Ailelerin eğitim öğretim süreçlerine katılımı ilk olarak 1975 yılında Amerika'da "Herkes İçin Eğitim Yasası" ile ortaya atılmış olup, ülkemizde 2005-2006 eğitim öğretim yılından itibaren öğretim programlarında ailelerin sürece katılımının önemi üzerinde durulmaktadır (Doğan, 2021). Bireysel gelişim yaşam boyu devam eden bir süreç olduğundan okul ve

ev ortamının birbirini desteklemesi gerekmektedir. Bu durum aile ve okul arasındaki sağlıklı iletişim ile gerçekleşmektedir. Velilerin okulöncesi ve ilkokulda okul ile etkileşiminin daha fazla olduğu ve okul kademesi arttıkça bu etkileşimin azaldığı ile ilgili araştırma sonuçları bulunmaktadır (Ardakoç, 2020; Keçeli Kaysılı, 2008). Örneğin ortaokul öğrencilerinin ailelerinin okul temelli ve okul-aile işbirliği temelli katılımının düşük olması, öğrencilerin sosyal gelişim süreçleri nedeni ile ilkokula göre nispeten bağımsız bireyler haline gelmeleri olarak görülmektedir (Çiftçi ve Nedim Bal, 2015).

Eğitimin amacı potansiyeli doğrultusunda kendini gerçekleştirebilecek bireyler yetiştirmektir. Bu nedenle aile ve okulun amaç birliğinde olup birlikte hareket etmesi gerekmektedir. Aile, okul ve öğrenci ilişkisi eğitimin temelini oluşturduğundan, anne ve babaların eğitim öğretim süreçlerine katılmaları önem kazanmaktadır. Ailelerin çocuklardan eğitim beklentileri oluşturmaları ile çocukların akademik başarıları arasında pozitif yönlü bir ilişki bulunmaktadır (Arecpattamannil ve Lee, 2014). Bu kapsamda ebeveynler eğitim öğretim etkinliklerinden haberdar olarak, etkinliklerde yer alarak, öğrencilerden beklentiler oluşturarak, etkinliklerde çocuklarına yardımcı olarak ve okul ile aktif iletişim kurarak sürece katılabilmektedir (Kotaman, 2008). Böylece okul, ev ve öğrenci üçgeni ile eğitim hedeflerine ulaşılması sağlanabilecektir (Şimşek ve Tanaydın, 2002).

1.1. Ailenin Eğitime Katılımı ve Akademik Başarı

Gelişen endüstri toplumu ile birlikte, 1970 öncesi dönemde eğitimin okul sorumluluğuna girdiği, eğitim sistemine ve okula önemli toplumsal sorumluluklar yüklendiği görülmektedir. Bu bakış açısı ile okul ve okul kaynakları iyileştirilip geliştirilirse okul çıktıları dolayısı ile toplumda bir iyileşme ve gelişme görüleceği düşünülmektedir. Bu durum okul nitelik yaklaşımı şeklinde ifade edilmektedir. 1970 ve 1980 arası dönemde ise okul özellikleri ile birlikte öğrenci başarısı üzerine, okul dışı ve ailesel olmak üzere daha geniş bir çevrenin etki ettiği savunulmaktadır. Coleman ve arkadaşları (1988) tarafından yayımlanan “Eğitimde Fırsat Eşitliği” araştırmasından sonra aile etkisi önem kazanmaktadır. Bu rapora göre bazı istisna durumlar hariç, aile etkisinden bağımsız olarak okulun tek başına etkisi bulunmadığı düşünülmektedir (Köse, 1990).

1980 sonrası dönemde yapılan çalışmalar ise gelişmiş ve az gelişmiş toplumların farklı evrelerden geçtiğini, eğitim çıktılarında okul ve aile etkisinin farklılık gösterebileceği üzerinde durmaktadır. Gelişmiş ülkelerde okul standartları aynı olabildiğinden akademik başarı üzerine aile etkisi önemli olurken, az gelişmiş ülkelerde okulun yarattığı fırsatların daha

etkili olabileceği düşünülmektedir. Bu duruma karşın ülkemizde yapılmış çalışmalar ailenin sosyoekonomik özelliklerinin öğrenci başarısı üzerine okul niteliğinden daha etkili olduğunu göstermektedir (Köse, 1990).

Aile, okul ve toplum öğrencilerin sosyalleşmesinde rol oynayan mekanizmalardır. Sosyolojik olarak toplumun en küçük birimi olan aile, çocukların ilk öğrenmelerini gerçekleştirdikleri yer olduğundan, gelecekteki eğitimlerini ve akademik başarılarını da etkilemektedir (Aslanargun ve Özakça, 2015). Aile, bireylerin eğitiminde, birincil eğitim ortamı ve ebeveynler birincil eğitimciler olarak görülmektedir. 21. yy'da toplum yapısı ve aile kavramı değişmiş olmakla birlikte ailenin çocuk üzerindeki ve eğitime katkıları bakımından önemi değişmemektedir. Her yaş döneminin özelliğine göre ailenin çocuğun hayatındaki merkezi yeri önemlidir. Çocukların erken dönemde ailede aldıkları eğitimin okul yaşantısında akademik başarı durumunu etkilediği bilinmektedir (Tezel Şahin ve Özbey, 2007).

Akademik başarı bir bireyin tüm yaşamını etkileyen bilişsel ve psikosozyal gelişimine katkı sağlayan önemli bir durumdur. Yapılan çalışmalar öğrenciler için akademik başarı ile birlikte mutluluk ve güven, başarısızlık ile beraber üzüntü ve hayal kırıklığının geliştiğini göstermektedir (Çiftçi ve Nedim Bal, 2015). Akademik başarıyı etkileyen okul içi ve okul dışı etkenler mevcuttur ve okul dışı etken olarak aile önemli bir yer tutmaktadır. Okullarda verilen eğitimlerin tüm öğrencileri kapsayıcı ve eşit imkânlardan yararlanma olanağı sunmasına rağmen, okul dışı faktörlerin özellikle aile katılımının akademik başarıya etkisi önemli bir değişken olarak görülmektedir (Ardakoç, 2020; Aslanargun, Bozkurt ve Sarıoğlu, 2016; Boyacı ve Öz, 2018). Aile katılımı hem öğrenciler, hem aileler hem de öğretmenler açısından olumlu sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle öğretmenin öğrencisini daha iyi tanıyabilmesi ve ailenin çocuğunun eğitim gelişimi hakkında doğru bilgilere sahip olması gerekmektedir (Aslanargun ve Özakça, 2015).

Etkili okullarda ev ve okul çevresi birbirini tamamlamaktadır. Okullar kurum olarak sadece çocukların eğitiminden sorumlu değil, aile gibi önemli bir okul paydaşının da gelişimine katkı sunabilmektedir (Şimşek ve Tanaydın, 2002). Ebeveynlerin eğitim süreçlerine aktif katılımı kendi kişisel gelişimlerini de etkilemekte ve ebeveynlik becerilerini geliştirmektedir. İyi ebeveyn olmanın öğrenilebileceği varsayıldığında, aile eğitimleri ile çocuklar duygusal yönden desteklenmiş sağlıklı bireyler olacaklardır (Tezel Şahin ve Özbey, 2007). Bu durumda aile bireyleri kendilerini geliştirme imkânı bulurken, öğretmenler ebeveynleri daha iyi tanıyarak öğrenciler hakkında bilgi sahibi olmaktadır. Eğitim kurumları da örgütün hedeflerine ulaşması konusunda daha başarılı olabilmektedir (Doğan, 2021). Mevcut çalışmalar

bulunmakla beraber aile katılımı tanımlanmasının farklılıkları ve akademik başarıyı etkileyen çok fazla faktör olması nedeni ile bu konudaki çalışmalar yetersiz görülmektedir (Keçeli Kaysılı, 2008). Yapılacak çalışmalar ile okul ve aile arasında daha ılımlı bir iklim oluşturulduğunda, velilerin kendi kişisel gelişimleri için de okula gelmelerinin sağlanacağı düşünülmektedir (Ardakoç, 2020).

Aile katılımı evde ve okulda öğrencilerin kişisel ve eğitsel ortamlarının iyileştirilmesini hedeflemektedir. Aile eğitim programları ile ailenin okuldaki etkinliklere katılımı sağlandığında çocukların aile ile iletişiminin olumlu olduğu, özgüven geliştirdikleri ve bu durumun akademik başarılarını arttırdığı görülmektedir. Aile eğitimleri, okulda yapılan eğitim öğretim faaliyetleri, çocuğun okulda ne yaptığı ve ebeveynlerin süreçte üzerine düşen görevlerinin ne olduğu konusunda ailelerin bilgilendirilmesini sağlamaktadır. Modern toplumda aile kavramının değişmesi ile birlikte bilgilendirme amaçlı başlayan aile eğitimlerinin sistemli bir hale gelmesinin zorunluluğu ortaya çıkmaktadır (Tezel Şahin ve Özbey, 2007). Aile katılımında okul dışı öğrenmelerde uygun ortamların oluşturulması ailenin ilgi alanları ve sosyoekonomik durumu ile ilgilidir (Tabak, 2020; Aro ve Mikkilä Erdmann, 2014,). Özellikle sosyoekonomik ve kültürel bakımdan dezavantajlı aileler için eğitim kurumlarının planlayarak gerçekleştirecekleri aile eğitimleri oldukça önemlidir (Doğan, 2021). Aile ve okul arasındaki ilişkiler ile sağlanan sosyal sermayenin eğitim kurumlarındaki başarı üzerinde pozitif bir etkisi bulunmaktadır (Güncör ve Özdemir, 2017). Bu kapsamda aile okul etkileşimini güçlendirecek proje çalışmalarının yapılması önerilmektedir.

1.2. Sosyal Sermaye

Özellikle 1980'lerden sonra popüler bir kavram olan sosyal sermaye; Bourdieu tarafından geliştirilmiş, Coleman tarafından genişletilmiş ve Putnam'ın çalışmalarıyla temellenmiş olup, 90'lı yıllarda bu kavramın alanyazında daha fazla yer aldığı görülmektedir. Bourdieu eğitim sistemini sosyal sınıfların varlığını sürdüren ve eşitsizlikleri devam ettiren kurumlar olarak değerlendirmektedir. Coleman ise eğitimdeki başarıyı sadece kurumlar üzerinden değil çocukların okul öncesi geçmişi ve ailenin getirdiği sosyal yapı olarak ele almaktadır. Putnam eğitim üzerine etkili olan formal ve informal sosyal sermayenin varlığını ve informal sosyal sermayenin formal sosyal sermayeden daha etkili olduğunu kabul etmektedir.

Sosyal sermaye, kişilerarası ilişkiler ile var olan ve kişilerin topluluklara katılımı ile ilgili bir kavramdır. Bourdieu bireyi sosyal çevresinden etkilenen bir varlık olarak ele almaktadır. Bu nedenle sosyal sermayeyi, sosyal ağlara

dayalı iletişim ve ilişkilerin sağladığı potansiyel yararların tümü olarak tanımlanmaktadır. Sosyal sermaye aynı zamanda bireylerin amaçlarına ulaşmak için sahip oldukları ilişki ağlarını ve kurumları kullanabilme kapasiteleri olarak ifade edilmektedir. Sosyal sermayenin ölçülmesi için bir çok kriter olmakla birlikte, aile bunların temelinde yer almaktadır.

Aile katılımı çocukların akademik gelişimlerine yatırım yapmanın bir yoludur. Eğitimin temel amaçlarından birisi de farklı sosyoekonomik ve kültürel özelliklere sahip öğrencilerin bilgi, beceri ve değer anlamında ortak bir paydada birleşebilmesidir. Sosyoekonomik durum içinde öğrencinin aile eğitim düzeyi, anne baba mesleği, aile geliri, yaşanan yerin özellikleri ve evdeki ders çalışma kaynakları göz önünde bulundurulmaktadır. Etkili okullarda etkili öğretmenler ailelerden kaynaklanan eşitsizlikleri makul düzeye getirebileceklerdir (Aslanargun, 2022). Bu bağlamda okul aile iletişimi önem kazanmaktadır. Aile katılımı çocukların akademik gelişimlerine yatırım yapmanın bir yoludur (Aro ve Mikkila Erdmann, 2014). Okul ile iletişim halindeki ailelerin çocuklarının daha başarılı ve uyumlu olduğu bilinmektedir (Birman ve Espino, 2007). Akademik başarı için ailenin ev ortamını düzenleme, rehberlik etme ve eğitim desteği sağlaması da oldukça önemlidir. Aileler okul çalışmalarında çocuklarını geliştirmek için evde istenen davranışı modelleyerek de aile katılımını sağlayabilirler (Cotton ve Wikelund, 1989). Örneğin, eğitim etkinliklerine doğrudan katılımları olmasa bile kitap okuma davranışı gibi davranışlar ile rol model olmaları oldukça yararlıdır (Aslanargun ve Özakça, 2015). Bu durum sosyal sermaye kavramı ile açıklanabilmektedir. Ülkemizde akademik başarı ile sosyal sermaye arasında önemli bir ilişki bulunmaktadır. Öğrencilerin, ebeveynlerin ve okulların sosyal sermayelerinin artırılmasında, aile okul işbirliği oldukça önemlidir.

Okul başarısı üzerine ailenin sosyal, kültürel ve fiziki sermayesinin etkili olduğu bilinmektedir. Ebeveynlerin toplumdaki sosyal ilişkileri ve kurumlar ile ilişkileri çocukların sosyal sermayesini etkilemektedir. Sosyal sermaye topluluk içerisindeki ilişkilere bağlı olduğundan örgütlerin başarıları da paydaşların ilişkilerine bağlıdır. Okullarda paydaşlar arasında devam eden ilişkiler sosyal sermayeyi gösteren kanıtlardandır (Köybaşı, Uğurlu ve Güner, 2020). Okullar, paydaşların bir araya gelebileceği uygun ortamlar oluşturarak ilişki ağlarını ve sosyal sermayelerini arttırabilirler (Töremen, 2002). Eğitim örgütlerinde sosyal sermayeyi arttırmak için yapılacak çalışmalarda lider okul yöneticisi olduğundan, yöneticiler planlanacak çalışmalar ile sosyal sermayenin artmasına katkı sunacaklardır (Kahraman ve Summak, 2016).

1.3. Sonuç

Okul başarısı üzerine ailenin sosyal, kültürel ve fiziki sermayesinin etkili olduğu bilinmektedir. Ebeveynlerin toplumdaki sosyal ilişkileri ve kurumlar ile ilişkileri çocukların sosyal sermayesini etkilemektedir. Sosyal sermaye topluluk içerisindeki ilişkilere bağlı olduğundan örgütlerin başarıları da paydaşların ilişkilerine bağlıdır. Okullarda paydaşlar arasında devam eden ilişkiler sosyal sermayeyi gösteren kanıtlardandır (Köybaşı, Uğurlu ve Güner, 2020). Okullar, paydaşların bir araya gelebileceği uygun ortamlar oluşturarak ilişki ağlarını ve sosyal sermayelerini arttırabilirler (Töremen, 2002). Eğitim örgütlerinde sosyal sermayeyi arttırmak için yapılacak çalışmalarda lider okul yöneticisi olduğundan, yöneticiler planlanacak çalışmalar ile sosyal sermayenin artmasına katkı sunacaklardır (Kahraman ve Summak, 2016).

Ebeveynlerin eğitim etkinliklerine katılımının, okulların hedeflerine ulaşmasında zamandan tasarruf sağladığı ve etkinliklerin amacına ulaşmasına katkı sağlayacağı bilinmektedir (Robinson ve Harris, 2014). Velilerin yoğun iş temposu, öğretmen tutumu, okulların işbirliği yapma eğilimi ve sistemde bu konu ile ilgili bir standardizasyonun olmaması aile katılımının önündeki engeller olarak görülmektedir. Kendi eğitim düzeyini yeterli görmeyen veliler, öğrencilerin eğitim öğretim süreçlerine katılmakta çekingen davranmaktadırlar. Bu bağlamda anne babaların eğitim süreçlerine katılmaları konusunda desteklenmeleri önerilmektedir (Kotaman, 2008). Eğitim ortamlarının uygun düzenlenmesi, evde ve okulda yapılacak etkinliklerin planlanması, öğretmenlere aile katılımı ile hizmet içi eğitim verilmesi şeklinde yapılan çalışmalarla aile katılımının arttırılacağı düşünülmektedir. Bu kapsamda ebeveynlerin iş ve yaşam koşulları düşünülerek okulların kurum olarak aile eğitim ve aile katılım programları oluşturmaları önem kazanmaktadır. Aile katılımı ve aile eğitimi ile çocukların eğitimine aktif katılım sağlayan ebeveynler kendilerinin, çocuklarının, okulun ve böylece toplumun sosyal sermayesinin artmasına katkı sağlayacaktır.

Aile katılımı olarak; ailenin çocuklarından akademik başarı beklentisi, okul etkinlik ve programlarına katılım, çocuk ile okul hakkında iletişim kurmak ve öğrenmeyi destekleyici ev ortamı ifade edilmektedir (Keçeli Kaysılı, 2008). Yapılan çalışmalarda aile katılımı; okul temelli katılım, ev temelli katılım ve okul-aile işbirliği katılımı olacak şekilde incelenmektedir. Aile katılımının öğrencilerin sosyal uyumunu kolaylaştırdığı, disiplin sorunlarını azalttığı, okula devamı sağladığı ve akademik başarıyı arttırdığı bilinmektedir. Ailenin eğitim süreçlerine ev temelli katılımı ile öğrencilerin akademik başarısı arasındaki ilişkinin güçlü olduğu görülmektedir (Atıla Demir, 2011; Çiftçi ve Nedim Bal, 2015). Aynı zamanda öğrencilerin sosyal

ve duygusal gelişimlerini etkilediği gibi not ortalamalarıyla ölçülen akademik başarıyı da arttırmaktadır. Hatta yapılan araştırmalar aile katılımının sosyo-ekonomik düzeyden daha etkili olduğu sonucunu ortaya koymaktadır (Kotaman, 2008). Aile katılımının artması ve velilerin kendini okulun bir parçası gibi hissetmesi için okulların bu durumu destekleyecek ve katılımı arttıracak faaliyetler yapması gerekmektedir.

Kaynaklar

- Areepattamannil, S. ve Lee, D. H. L. (2014.) Linking immigrant parents' educational expectations and aspirations to their children's school performance. *The Journal of Genetic Psychology: Research and Theory on Human Development*, 175:1, 51-57, DOI: 10.1080/00221325.2013.799061
- Ardakoç, İ. (2020). Eğitimde veli/aile katılımı: engeller ve öneriler. *Eğitim Bilimleri Eleştirel İnceleme Dergisi*, 1(2), 75-84.
- Aro, S. ve Mikkila-Erdmann, M. (2014). School-external factors in finnish content and language integrated learning (CLIL) Programs. *Scandinavian Journal of Educational Research*, DOI: 10.1080/00313831.2014.894937
- Aslanargun, E. (2022). Eğitimde fırsat eşitsizliğinin nedeni olarak okul/öğretmen etkisizliği ve aile katılımı. *Cres Journal Critical Reviews in Educational Sciences*, Özel sayı, 63-71.
- Aslanargun, E., Bozkurt, S. ve Sarıoğlu, S. (2016). Sosyoekonomik değişkenlerin öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkileri. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(3), 214-234.
- Aslanargun, E. ve Özakça, B. (2015). Akademik başarıları yüksek olan öğrencilerin başarı düzeylerine ailelerin katkıda bulunma biçimleri. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 15(3), 9-22.
- Atila Demir, S. (2011). Aile ve Sosyal sermaye ilişkisi. *e-Journal of New World Sciences Academy*, 6(4), 897-915.
- Birman, D. ve Espino, S. R. (2007). The relationship of parental practices and knowledge to school adaptation for immigrant and nonimmigrant high school students. *Canadian Journal of School Psychology*, 22(2), 152-166.
- Boyacı, A. ve Öz, Y. (2018). Ortaöğretimde okul terki ve sosyal sermaye: nitel bir araştırma. *Journal of Economy Culture and Society*, 58, 67-89.
- Coleman, J. S. (1988). Social capital in the creation of human capital. *The American Journal of Sociology*, 94, 95-120.
- Cotton, K., ve Wikelund, K. R. (1989). Parent involvement in education. *School Improvement Research Series*, 6(3), 17-23.
- Çiftçi, M. ve Nedim Bal, P. (2015). Ortaokul öğrencilerinin anne-baba katılım düzeyi ile akademik başarıları arasındaki ilişkinin incelenmesi. *International Journal of Human Sciences*, 12(1), 363-384.
- Doğan, M. F. (2021). İlkokul 1.sınıfta aile katılımı: sınıf öğretmenlerinin görüşleri. *Türkiye Eğitim Dergisi*, 6(1), 217-229.
- Günkör, C. ve Özdemir, M.Ç. (2017). Sosyal sermaye ve eğitim ilişkisi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 15(1), 70-90.
- Kahraman, İ. ve Summak, S. (2016). Okullarda sosyal sermayenin geliştirilmesine yönelik bir karma yöntem çalışması. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4(26), 482-504.

- Keçeli Kaysılı, B. (2008). Akademik aşarının arttırılmasında aile katılımı. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi*, 9 (1), 69-83.
- Kotaman, H. (2008). Türk ana babalarının çocuklarının eğitim öğretimlerine katılım düzeyleri. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(1), 135-149.
- Köse, R. (1990). Aile ve okulun öğrenci başarısı üzerindeki etkileri: kuramsal ve amprik gelişmeler. *Eğitim ve Bilim*, 14(76), 57-65.
- Köybaşı, F, Uğurlu, C.T. ve Güner, A.G. (2020). Okulların sahip oldukları sosyal sermayeye ilişkin öğretmen görüşleri. *YYU Journal Of Education Faculty*, 14(1), 102-122.
- Pieterse, J.N., (2003). Social capital and migration, beyond ethnic economies. *Ethnicities*, 3(1), 5-34.
- Robinson, K., ve Harris, A. L. (2014). *The broken compass parental involvement with children's education*. Cambridge: Harvard University.
- Tabak, H. (2020). Eğitime aile katılımı: sosyo-ekonomik özellikler etkiliyor mu? *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39(1), 104-121.
- Tezel Şahin, F ve Özbey, S. (2007). Aile eğitim programlarına niçin gereksinim duyulmuştur? Aile eğitim programları niçin gereklidir? *Aile ve Toplum*, 9(3), 7-12.
- Töremen, F. (2002). Okullarda sosyal sermaye: kavramsal bir çözümleme. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 32, 556-573.
- Şimşek, H. ve Tanaydın, D. (2002). İlköğretimde veli katılımı: öğretmen – veli – psikolojik danışman üçgeni. *İlköğretim Online E-Dergi*, 1(1), 12-16.

Türkiye’de Halk Eğitimi Alanında Yapılan Önemli Girişimler

İsmail Özer¹

Özet

İnsanoğlu çevreyi tanımak, denemek, biriken deneyim ve bilgilerini yakınlarına aktarmak alışkanlığını yeteneğini kazanmış sürekli bir öğrenme ve öğretme yani eğitim süreci içinde yaşamıştır. Eğitim, bireyde kişiliğin gelişmesine yardım ederek, gelecekteki yaşantısında lüzumlu olacak bilgi, beceri ve davranışları kazanma sürecidir. Halk eğitimi herkes için her zaman, her yerde, her hal ve şartta yapılacak eğitim demektir. Halk eğitimi okul eğitimi dışında yurttaşların çalışma gücünü arttırmak yaşayış seviyesini yükseltmek, milli ve insani meziyetlerini geliştirmek amacıyla yapılan, eğitim öğretim çalışmalarınıdır. Osmanlı Devletinden Türkiye Cumhuriyeti’nin kuruluşuna kadar geçen sürede Cemiyet-i Tedrisiye-i İslamiye ve Cemiyet-i İlmiye-i Osmaniye gibi cemiyetler halk eğitimi alanında önemli başarılarla imza atmışlardır. Bu dönemde kurulan cemiyetlerin içerisinde en önemlisi ise Türk Ocaklarıdır. Bu cemiyet halk eğitimi konusunda kendisinden sonra kurulan Halkevleri gibi birçok teşkilata da öncülük etmiştir.

Giriş

Toplumsal bir değişimi meydana getirmek veya hızlandırmak; özellikle de hurafeler ve cehaletle sarılmış bir toplumu harekete geçirmek için itici bir kuvvete ihtiyaç vardır. Eğitim, toplumu daha üstün bir yaşama düzeyine ulaştırmak için gerekli bilgileri, yeni düşünce ve teknikleri veren dinamik bir kuvvettir. Yalnız çocukların eğitimi ile yetinmek, halkın büyük çoğunluğunu her doğan günle bir önceki gün arasında bilgi yığına eklenen yeniliklerden uzak tutmak, bir başka deyişle çağının dışında bırakmak demektir. Hayat aralıksız bir öğrenimle doldurulmalı ve zenginleştirilmelidir. Bunu verecek olan araç ise halk eğitimidir (Türk 1968).

1 Doç. Dr., Ordu Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Tarih Bölümü Cumhuriyet Yerleşkesi, 52200, Altınordu, Ordu. E-Posta: ismailozer@odu.edu.tr ORCID: 0000-0001-5910-4216

“Kitle eğitimi”, “yetişkinler eğitimi”, “yığın eğitimi”, “toplum eğitimi”, “temel eğitim”, “sosyal eğitim”, “yaygın eğitim” vb. adlar altında çalışılan (Geray 1987) halk eğitimi kavramı üzerinde tüm dünyada uzlaşılan genel bir tanım yoktur. Hatta halk eğitim konulu kongre ve çalışmalarda dahi tanım üzerinde tam bir uzlaşa sağlandığı ifade edilemez. En genel ifade ile toplumun her seviye ve kesimindeki fertlerine, tespit edilen ihtiyaçlara göre hazırlanmış programlar şeklinde sunulan, toplumun tümüne hitabeden, fertlere gerekli milli ve insani değerler veren, onların sosyal, kültürel ve ekonomik yönden ilerlemelerine yardım eden, toplumsal gelişmelere katılmaları için gerekli olan tavır ve davranışları kazanmalarına da yardımcı olan teşkilatlı, sistemli ve devamlı okul dışı eğitim, öğretim ve rehberlik faaliyetidir (Halk Eğitim Yılığ 1973). Devletin diğer alanlarındaki gelişmelerinde öncü rol üstlenecek olan sosyal gelişme için toplumun gelişmesi ve kalkınması gerekmektedir. İşte bu yüzden halkın devlet için temel dinamik olduğunun anlaşılması ile örgün eğitimden yoksun kalanların yeterli bir eğitsel düzeye getirilmesi zorunluluğu ortaya çıkmıştır (Geray 1987). Dünyada milletleri refaha ve mutluluğa ulaştırmayı amaçlayan çok çeşitli kalkınma yolları ve sistemleri mevcuttur. Bu sistemler, her memleketin idari sosyal ve ekonomik yapısına göre değişmektedir. Halk eğitimi de her ülkenin kabul ettiği eğitim anlayışı ve amaçlarına göre planlanmakta ve uygulamaya geçirilmektedir (Kurt 2020).

1-Cemiyet-i Tedrisiye-i İslamiye ve Cemiyet-i İlmiye-i Osmaniye

Örgün eğitim ve halk eğitimi gibi kavram ve olgular modernleşme ile ortaya çıktığı için Türkiye’de halk eğitimi meselesini incelerken başlangıç noktası olarak klasik dönem Osmanlıdan başlanarak örneğin Terbiye Ocağı’na değinilmesi doğru bir yaklaşım tarzı olmayacağı kanaatinden hareketle halk eğitim kurumlarının gelişmelerini Tanzimat’tan başlayarak değerlendirmek daha doğru olacaktır. Tanzimat döneminde eğitimin gelişmesi, okur-yazarlığın artması gazete ve kitap yayımını arttırırken halk eğitimi alanında önemli gelişmeler yaşanmış ve yeni kurumlar ortaya çıkmaya başlamıştı. Takvim-i Vekâyi ile başlayan süreçte çıkan resmî ve gayri resmî gazeteler halkın bilinçlenmesi ve eğitimi açısından çok önemliydi. Artık Osmanlı Devletinde de kamuoyu kavramı ve cemiyet gibi sivil örgütlenmeler konuşulur ve tartışılır hale gelmiştir (Gümüşsoy 2007) Tanzimat’ın getirdiği geniş çaptaki modernleşme hareketiyle Osmanlı Devletinde eğitimi yeniden düzenleme, bilim ve teknikte ilerleme hedefine yönelik olarak meclis ve encümen adı altında bazı resmi teşekküller kurulmuştur. Bazı Osmanlı aydınları mesleki olmayan, statü ve şekil itibariyle devlet tarafından daha önce kurulmuş meclis ve encümenlerden farklı yapıda olan Cem’iyyet-i İlmiye-i Osmaniye adlı bir cemiyet kurmaya karar vermişlerdir. Petersburg sefiri

Halil Bey'in imzasını taşıyan bir dilekçe ile sadarete başvurulması üzerine 24 Mayıs 1861'de çıkan irade-i seniyye ile cemiyetin çalışmasına izin verilmiştir (İhsanoğlu 1993). O tarihe kadar gördüğümüz teşekküller devlet tarafından teşkil olunmuş ve devletin maarif politikasına uygun olarak çalışmalarda bulunmuş kuruluşlardır ki 1856 yılında kurulan ve devlet tarafından da desteklenen ilk mesleki cemiyet olan "Cemiyet-i Tıbbiye-i Şahane" bunlardan birisidir. Cemiyet-i İlmiye-i Osmaniye bu bakımdan kendinden önce faaliyet gösteren bu kuruluşlardan farklılık göstererek özel bir cemiyet olarak kurulmuştur (İhsanoğlu 1994). Cemiyet-i İlmiye, Batı tarzı akademi düşüncesinden farklı bir niteliktedir. Zira ilmi araştırmayı hedef alan bilim insanlarının oluşturduğu Batı akademileri yanında Osmanlı ilmi cemiyetleri Avrupa kültürünü tanıma imkanı bulan, lisan bilen, aydın devlet adamlarının oluşturduğu, halkı aydınlatmak yenilikleri tanıtmak maarifi yaymak gayesini güden ve bu hususta neşriyat yapan müesseselerdir. Cemiyetin faaliyetleri, Avrupa'da gelişen modern bilimleri genç aydınlara tanıtmak şeklinde özetlenebilir (İhsanoğlu 1987). Cemiyet-i İlmiye-i Osmaniye, Osmanlı tarihinde kütüphane ve kıraathane gibi halk eğitimi alanında ilklere imza atmış önemli bir kurum olmuştur. Tanzimat döneminde halk eğitimi konusunda yeni ve farklı bir girişim olan kıraathane Osmanlı okurunu süreli yayınlar ve batı düşüncesi ile buluşturmuştur. *"Beyana hacet olmadığı üzere ulûm ve maarif yalnız mektep ve medresede tahsil olunmayıp bunların insanlar arasında yayılması çeşitli araçlarla olur"* diyerek okuma-yazma oranını arttırmayı amaçlayan cemiyet kurucularından Münif Paşa kıraathanenin önemine dikkat çekmiştir. Cemiyet, yayın organı olan Mecmua-i Fünûn ilk bilimsel dergi sıfatıyla çağdaş eğitim, bilim ve kültür aktarımında önemli rol oynamış ve yeni bir devir açmış ancak maddî problemler yüzünden Haziran 1867'de kapanmıştır.

Tanzimat'tan sonra kurulan ilmî cemiyetler içerisinde halk eğitimini ana düstur edinen ikinci cemiyet ise Cemiyet-i Tedrisiye-i İslamiye olmuştur. Büyük Çarşı'da çalışan esnaf çıraklarının çarşı açılıncaya kadar zamanlarını değerlendirerek onlara okuma yazma, hesap öğretmek, ahlâki ve sosyal terbiye vermek amacıyla harekete geçen Yusuf Ziya Paşa, Gazi Ahmed Muhtar Paşa, Vidinli Tevfik Paşa, Sakızlı Ahmed Esad Paşa, Namık Kemal ve Ali Naki Efendi tarafından, yoksul ve geri kalmış Müslüman halk çocuklarının eğitim ve öğretimine yardımcı olmak üzere 30 Mart 1864 tarihinde Cem'iyyet-i Tedrisiye-i İslamiyye adlı bir cemiyet kurulmuştur (Gümüşsoy 2007). Cemiyet mekteplerinde dersleri fahri olarak cemiyet üyeleri veriyordu. Üç sınıftan oluşan mektepte okuma yazma, ilmihal, Kur'an, Türkçe gramer, kompozisyon, matematik, tarih ve coğrafya gibi dersler okutuluyordu. Kitap ve her türlü ders malzemesi öğrencilere parasız sağlanmaktaydı. Türkiye'de

ilk halk mektebi sayılan bu çırak mekteplerinin eğitimi 1864’ten 1873’e kadar sürmüştür (Ayhan ve Maviş 1994).

Cemiyetin en önemli faaliyetlerinden biri de örgün eğitim konusudur. Yıllardan beri tartışılan medreselerin ıslahı meselesini sistemli bir şekilde ele alan cemiyet Beyanülhakk Gazetesi’nin ilk sayılarından itibaren bu konuya öncelik vererek medresenin hukuki ve mali esaslarını hür bir anlayışla tespitte çalışmış, buralarda okutulacak derslerin müfredatını, genel ve özel öğretim metotlarını belirleyen makaleler yayımlamıştır. 13 Şubat 1910 tarihinde neşredilen Medaris-i İlmiyye Nizamnamesi’nin hazırlanmasında cemiyetin önemli katkıları olmuştur (Ayhan 1993). Cem’iyyet-i Tedrisiyye-i İslamiyye, ilk okuma ve yazma öğretimi tarihi açısından önemli bir cemiyettir. Gerek cemiyetin, gerekse daha sonraları cemiyet üyesi kişilerin yayımladığı elifba kitapları, ilk okuma ve yazma öğretim yöntemleri açısından yenilik sunmuştur (Şahbaz ve Bağcı 2008). Ülkemizde ilmî cemiyet geleneğinin ilk örneklerinden olan, eğitimin yaygınlaştırılması, halkın cehaletten kurtarılması ve nihai hedef olarak Batılılaşmayı kendisine düstur edinen Cemiyet-i İlmiye-i Osmaniye ve Cemiyet-i Tedrisiye-i İslamiye önemli başarılarla imza atmışlardır. Kişisel gayretlerle kurulan bu iki cemiyet devletten çok az destek görmüş, varlıklarını üyelerin aidatları ile devam ettirmeye çalışmışlardır. Cemiyet-i İlmiye-i Osmaniye; ilk bilim dergisi sayılan yayın organı, modern kütüphanesi, yerli-yabancı gazete ve dergilerin takip edilebildiği kiraathanesi ve halka açık ders ve konferansları ile adeta bir bilim yuvası olmuştur. Darülfünûn kurulması fikri de burada ağırlık kazanmıştır. Cem’iyyet-i Tedrisiyye-i İslâmiyye ise bir hayır kuruluşu sıfatıyla yola çıkmış Darüşşafaka’nın açılışından sonra zamanla vizyonu genişleyerek bir eğitim yuvası haline gelmiştir. Bu başarılı girişimlerden sonra başa gelen felâketlerin kaynağının eğitimsizlik olduğu görüşünden hareketle 1870’lerden itibaren ve II. Abdülhamid döneminde Namık Kemal, Ahmed Midhat Efendi, Ziya Paşa, Ebuzziya Tevfik, Münif Paşa, Sait Paşa ve Ahmed Rıza Bey gibi bazı ünlü kişilerin gayretleriyle bu yöndeki çalışmalar devam etmiştir. Namık Kemal, dönemin eğitim sorunları ile yakından ilgilenmiş ve M. Kemal Atatürk’ü de vatanperver görüşleriyle etkilemiştir (Gümüşsoy 2007).

Tanzimat’tan II. Meşrutiyet’e kadar halk terbiyesi bakımından devletin ciddi bir girişimi olduğunu söylemek çok zordur. 1912 Balkan Savaşı’nı takip eden devrede, halkla meşgul olmak bir kısım aydınlar için önemli bir mesele haline geldi. Aydınlar, ilk önce halkın konuşma diliyle aydınların halka doğru gitmesini savundular (Gedikoğlu 1953). Bu dönemde halk terbiyesiyle geniş bir programa göre uğraşan kurumlar göze çarpmaktadır. Bunlardan ilki olan İttihat ve Terakki Cemiyeti; siyasî bir kurum olmakla birlikte eğitim meselesini birinci planda düşünüp Meşrutiyet’i takip eden yıllarda

Türkiye'nin büyük şehirlerinde “İttihat ve Terakki Mektebi” adıyla ücretsiz okullar açmıştır. Ayrıca kulüplerinde halka mahsus gece dershaneleri açmış halka ücretsiz dersler verilmiştir. Bu devre ait milli bir kurum da Milli Talim ve Terbiye Cemiyetidir. 1 Ağustos 1915 tarihiyle basılan nizamnamesinde halkçılık gayesini içeren maddeler göze çarpmaktaydı Mesela cemiyetin amacı “*faal ve müteşebbis unsurlar yetiştirmek için her türlü eğitim faaliyeti*” olarak belirtilmişti (Baltacıoğlu 1950).

2-Türk Ocakları

I. Meşrutiyet'in ilanı ve akabinde 1877-78 Osmanlı-Rus Savaşı dolayısıyla Kanun-ı Esasi'nin askıya alınması aydınlar arasında büyük bir hayal kırıklığı yaratmıştır. 1908'de II. Meşrutiyet'in ilanına kadar geçen bu uzun süre içerisinde Sultan II. Abdülhamit'in sıkı takibine rağmen meşrutiyet yolunda bazı gizli faaliyetler yürütülmüş ve cemiyetler kurulmuştur. İlk örgütlenmiş muhalefet grubu 1889'da kurulmuş olan İttihat ve Terakki olmuştur. Cemiyet İstanbul'daki sivil ve askeri yüksekokul öğrencileri arasında taraftar kazanarak süratle büyümüştür. Reval Mülakatında, Rusya ile İngiltere'nin, Makedonya'nın Osmanlı Devleti'nden ayrılması üzerinde anlaştıkları şeklindeki bir duyum üzerine içlerinde Enver Bey'in de bulunduğu bir kısım İttihatçı dağa çıkarak ayaklanmış nitekim ayaklanmanın genişlemesinden çekinen Sultan II. Abdülhamit 24 Temmuz 1908 tarihinde Kanun-ı Esasi'yi yürürlüğe koyarak Meşrutiyet'i yeniden ilan etmek zorunda kalmıştır.

II. Meşrutiyet'in getirdiği hürriyet ortamında nispi bir rahatlık meydana gelmiş ve bu dönemde birçok dernek, gazete ve dergi kurulmuştur. 25 Mart 1912'de açılan Türk Ocağı, II. Meşrutiyet Devrinde kuruluş sırasına göre, 1908'de kurulan Türk Derneği ve 1911'de kurulan Türk Yurdu'ndan sonra aynı görüşleri benimseyip savunan milliyetçi derneklerin üçüncüsü olup Türkçü derneklerin en uzun ömürlüsü ve en etkilisi olması açısından yakın tarihimizde önemli bir yere sahiptir (Akyüz 1986). “Türk Ocağı Nizamname-i Esas ve Dâhiliyesi”ne göre cemiyetin amacı şöyle belirtilmiştir: “*Türklerin milli terbiye ve ilmi, içtimaî, iktisadi seviyelerinin terakki ve i'tilâsıyla Türk ırk ve dilinin kemaline çalışmaktır... Cemiyet maksadını elde etmek için Türk Ocağı adlı klüpler açarak dersler, konferanslar, müsamereler tertip ve risaleler neşrederek mektepler açmaya çalışacaktır* (Nizamname 1328).

Türk Ocakları zamanının bir nevi üniversitesi niteliğinde idi. Ağaoglu Ahmet, Yusuf Akçura, Hüseyinzade Ali, Halim Sabit gibi kıymetli hocaların toplanma merkezleri Türk Ocakları olmaktadır. Türk Ocakları, Osmanlı Devleti içerisinde döneminin en ileri, yüzü batıya dönük, uygar, halkçı ve milliyetçi kuruluşlarıydılar (Baydar 1968). Aynı zamanda Şevket Süreyya

Aydemir’in de ifadesiyle “*Türk Ocağı o zamanki genç neslin ruhunda hele Balkan Harbinin yarattığı ruh depresyonları safhasında açtığı bayrak ile hakikaten kurtarıcı etkileri olan ülkücü bir merkezdi*” (Aydemir 1973). İstanbul 16 Mart 1920’de işgale uğradığında İngilizlerin Türk Ocağına da baskın yapması ve Yunan ordusunun işgal bölgelerinde ilk olarak askeri tesisleri ve Türk Ocaklarını denetim altına almaları bu ocakların gücünden çekinildiğinin göstergesi olarak değerlendirilebilir. Türk Ocakları Milli Mücadele döneminde milli uyanışı sağlamak için çalışmış ve bu mücadelede en ön safta yer almışlardır. İsmet İnönü’nün de belirttiği gibi “*Türk Ocakları Millî Mücadeleden sonra Halk Partisi Hükümetinin geniş yardımı, teşviki ve alâkası ile bütün memlekette yayılmıştır. Türk Ocaklarının istediği her mülk emvali metrukeden, ya bedelsiz veya az bir bedelle tercihan verilmiş ve hazinenin geniş yardımlarını görmüştür. Bu yardım, teşvik ve alâkada Atatürk’ün faaliyetleri Hükümetin gayretlerini geçecek derecede idi*” (TBMM 1951). Bu yardımlar 1925 yılında bakanlar kurulu kararıyla da resmi bir mahiyet kazanmışlardır (BCA 30.18.1.1/13.26.4).

Mustafa Kemal Atatürk yurt gezilerinde Türk Ocakları’na ayrı bir ilgi göstererek hemen her gittiği şehirde ocakları ziyaret edip ayrı adlar altında çalışan derneklerin Türk Ocağı adı altında birleşmelerini, öğretmen ve gençlerin ocaklarda toplanmalarını tavsiye etmiştir (Karaer 1992). Mustafa Kemal Atatürk 20 Mart 1923 tarihinde Konya Türk Ocağında şunları ifade etmiştir: “*Bir milletin namuslu bir varlık, saygıya değer bir mevki sahibi olması için, o milletin yalnız âlim ve fen bilginin bulunması yeterli değildir. Her ilmin her şeyin üstünde bir niteliğe sahip olması lazımdır ki o da milletin belli ve olumlu bir karaktere sahip bulunmasıdır. Böyle bir kişiliğe sahip olmayan fertler ve böyle fertlerden oluşmuş milletler hiçbir zaman gerçek bir devlet oluşturamazlar. Böyle milletler, birer bozguncu ocağı olurlar. Benim bildiğime göre memleketimizde çok yıllardan beri açılmış ve hala kutsal ateşlerle yanan ve alevi her taraftar olanın kalp ve vicdanını aydın kılan Türk Ocaklarının temel amacı millete böyle olumlu bir huy vermektir*” (Söylev 2006).

23 Nisan 1927’de Türk Ocaklarının Dördüncü Kurultayında Türk Ocağının tüzüğünde bazı değişiklikler yapılmış üçüncü madde “*Cumhuriyet, milliyet, muasır medeniyet ve halkçılık mefkûrelerini takip eden Türk Ocağı, bu mefkûreleri tahakkuk ettirmekte olan Cumhuriyet Halk Fırkası ile devlet siyasetinde beraberdir*” şeklinde düzenlenmiştir. 1927 yılından sonra CHP’nin bir kültür şubesi haline gelen Türk Ocakları bir devlet kuruluşu gibi muamele görmüş, devletin yardımları da giderek artmıştır. Mustafa Kemal Atatürk, 24 Nisan 1924 günü Türk Ocakları Kurultayı delegelerinden oluşan bir heyeti kabulünde “*Yeni Türk Devleti’nin kuruluşunda en çok Türk Ocaklarına güvendiğimizi*” 26 Nisan 1925 günü Türk Ocakları II. kurultayında “*Türk*

Ocağı gibi sosyal kuruluşlara ihtiyacı olduğunu ve bu boşluğun Türk Ocakları tarafından doldurulduğunu ve Türk inkılabının Ocaklara dayandığını” 26 Nisan 1926’da Türk Ocakları III. kurultay delegelerine ise *“inkılâpların halka anlatılmasında ocakların büyük hizmeti olduğunu”* söylemiştir. Nitekim 27 Nisan 1930 tarihinde toplanan VI. Kurultaya da bizzat katılmıştır (İnan 1981).

Mustafa Kemal Atatürk, 5 Ocak 1931 Bursa, 2 Şubat 1931 İzmir, 3 Şubat Aydın, 4 Şubat Nazilli, 7 Şubat Balıkesir, 11 Şubat Silifke, 12 Şubat Mersin, 13 Şubat Malatya, 17 Şubat Adana, 1 Mart 1931’de Konya Türk Ocağı binalarını ziyaret ederek şunları söylemiştir: *“Türk Ocakları CHF’nin kültür şubeleridir. Fikri hayatta millete mürebbilik yapacak ilimi iktisat, siyaset ve güzel sanatlar gibi bütün hars sahalarında vatandaşları yetiştirmek için pişvalık edecektir. Ocaklılar CHF programını vatandaşlara izah etmekle asıl vazifelerini yapmış, mefkûrelerine en büyük hizmeti etmiş olurlar”* (Milliyet 1931).

Türk Ocakları siyasi ve sosyal kurtuluşun reçetesi olarak eğitimi işaret etmişlerdir. Ancak kastettikleri eğitim örgün sistemde verilen standart eğitimin dışında ancak onunla beraber, topyekûn bir halk eğitimini kapsamaktaydı. Türk Ocakları, Türk kültürünü halk tabakaları arasında geniş manası ile yaymak amacını güdüyordu. Türk Ocakları halka doğru gitmeyi, halkı görmeyi, halkı öğrenmeyi temel ilke edinmişti. Bu amaçla aydın ve gençlerin halk ile temasa geçmelerini, özellikle Anadolu’ya gitmelerini, halkın yaralarının sarılmasına yardımcı olmalarını tavsiye etmiştir. Türk Ocaklarının açılışından sonra konferanslar, konserler ve temsiller sonucu büyük bir kitleyi çevresine toplamaya başlaması üzerine Ocak merkezi, Beyazıt’ta bir konağa taşınmış ve bu konağın bahçesine 600-700 kişi alabilecek bir sinema salonu yaptırılmıştır. (Sarıнай 2005) Türk Ocağı halkın aydınlatılması için konferanslar düzenlemiş ve bu konferanslar büyük ilgi görmüştür. 1918 yılında toplanan İstanbul Türk Ocağı kongresine sunulan İdare Heyeti Raporunda 1913-18 yılları arasında 500 konferans verildiği, konferansların gençlik ve halk arasında etkili olduğu yazmaktadır Türk Ocakları bu dönemde mevcut yapıda yapılması imkânsızmış gibi görülen işlere de imza atmış Türk kadının ilk defa sahneye çıkışı Türk Ocağı sahnelerinde gerçekleşmiş, sosyal hayata katılımı ocaklar vasıtasıyla başlamıştır (Karaer 1992).

Osmanlı Devleti’nin yıkılıp Türkiye Cumhuriyeti’nin kurulmasından sonra da eğitim faaliyetlerine aralıksız devam eden Türk ocaklılar inkılâpların halka öğretilmesi için gerek Ankara’da gerekse taşra şubelerinde yaptıkları konferanslarda inkılâpların anlatılmasına özel bir önem vermişlerdir. Anadolu’daki şubelerde inkılâpları açıklamak ve köylülere benimsetmekle görevli irşad heyetleri kurmuşlardır (Sarıнай 2005).

1926 Kurultayında Ocaklara faaliyet alanı itibarıyla daha somut hedefler verilmesi savunulmuş ve sonuçta Türk Ocakları Mesai Programı adı altında bir faaliyet programı hazırlanmıştır. Buna göre her ocak Cuma günleri halkın eğitimi amacıyla düzenli olarak sahasında uzman konuşmacıların vereceği konferanslar tertip etmekle yükümlüydü. Bütün şubelerde halka açık kütüphane oluşturulmalı ve okuma salonları kurulmalıydı. Ocaklar içerisinde buldukları bölgenin özelliklerine göre milli sanatlarla ilgili sergiler açmalı, kültür müzeleri oluşturmalıydı. Ayrıca ocaklarda imkanlar nispetinde ücretsiz muayeneler yapılmalı, büyük ticari merkezlerde yabancı dil kursları açılmalı, bölgesel üretim arttırılmaya çalışılmalı, halka batı medeniyeti telkin edilmeliydi (Sarıay 2005). Ocakların kendisini feshine kadar devam eden konferanslarda tarih, edebiyat, kültür, iktisat, eğitim, gençlik, sağlık, medeniyet, demokrasi ve inkılapların halka anlatılması gibi konular ağırlıkta olmuştur.

1927 kurultayında Türkçenin güzel kullanımının yaygınlaştırılması için Türk Ocaklarının Doğu Anadolu’ya yönelerek dil okulları açması, konferanslar vermesi, belediyelerle işbirliği yaparak halkın sorunlarını çözmesinin daha doğru olacağı kanaati hakimdir. Ancak bu konuda Yusuf Akçura ve Haşim Nahid Erbil farklı bir yaklaşımı benimseyerek olaya daha geniş bir perspektiften bakmaktadırlar. Yusuf Akçura, Şeyh Said İsyanını bölgedeki ağa ve şeyhlerin ittifakına bağlamış, bölgede devleti hakim kılmak için bu güçlerin tasfiye edilmesini, bunun için de mutlaka toprak reformu yapılarak halkın ağa ve şeyhlerin mahkumiyetinden kurtarılmasını teklif etmiştir. Haşim Nihad Erbil de bölgede Türk kültürünün yerleşebilmesi için öncelikle iktisadi açıdan geliştirilmemesi gerektiğine işaret eden bir konuşma ile onu desteklemiştir.

Harf İnkılâbının ardından 20 Ağustos 1928’de Türk Ocakları Merkez Heyeti tarafından bir genelge yayınlanmıştır. Bu genelgeye göre yeni harflerin süratle öğretilmesi için kurslar açılması istenilmekteydi. 20 Ağustos-20 Eylül 1928 tarihleri arasında 76 Ocakta kurs açılmış ve 1929 yılının ortalarına gelindiğinde bu kurslardan 50 bin kişi mezun olmuştur. Türk Ocakları’nın kültürel faaliyetlerine katılanlar çoğu yeniliği ve bu mekanlarda görerek kendi çevrelerinde de uygulama imkanına kavuşmuştur. 1928 Kurultayında başta Türk kültür merkezi durumunda olan Ahlat olmak üzere Diyarbakır ve Siirt gibi yerlerde Türk Ocaklarının maddi ve eleman yönünden güçlendirilmesi gereğine işaret edilmiştir. Nitekim kurultayda Doğu Anadolu Bölgesi için özel bir büro kurulmuş, diğer bölgelerden merkez heyeti için kesilen %5’lerin bu bölgeye aktarılması sağlanmış, doğudaki ocakların temel amacının Türk kültürünü ve dilini yayarak milli birliği güçlendirmek olduğu, batı bölgelerinden iyi yetişmiş elemanların

bu bölgelere gönderilerek çalışılması, ayrıca bu faaliyetlere paralel olarak, bu bölgelerin gelişmiş bölgeler seviyesine çıkarılması için de tedbirlerin alınması konusunda hükümetle işbirliği halinde çalışılması gibi faaliyetlerin yapılması kararlaştırılmıştır.

Türk Ocağı, dispenserler açmış, milli sanatları tanıtacak sergiler düzenlemiş, 22 sene Türk Yurdu adıyla bir mecmua yayınlamış, gençleri imtihanlara hazırlanmak için kurslar bankacılık, lisan dersleri vermiş, tiyatro faaliyetlerinde bulunmuştur. Bütün bunları bir araya getirdiğimizde halk eğitimi açısından önemli işler yapmışlardır.

Türk Ocakları bir siyasal ve sosyal dönüşümün parçası olarak 1931 yılında kendilerini fesh etmeye zorlanmışlardır. Türk Ocakları Kurultayının ocakların feshiyle CHP'ye intikali hakkında vermiş olduğu kararın sureti 10 Mayıs 1931'de toplanan CHP Üçüncü Büyük Kongresinde okunarak Türk Ocakları Cemiyetinin feshi ve haiz olduğu bütün hakların CHP'ye devri hakkındaki teklif oy birliği ile kabul edilmiştir (CHF 1931). Mustafa Kemal Atatürk Anadolu ve Rumeli Müdafaa-i Hukuk Cemiyeti ile temellerini attığı ve 1935 yılı kurultayında Sivas Kongresini Cumhuriyet Halk Fırkasının ilk Kurultayı ilan ettiği düşünüldüğünde Cumhuriyet Halk Fırkası kendi çocuğu gibi görmekte ve bu partinin geçmişte millete rehberlik ve önderlik yaparak türlü olumsuzluklar içinden onu bağımsızlığına ulaştırdığı gibi cumhuriyetten sonra da milleti muasır milletler seviyesine ve çağdaş bir yaşama götüreceğine inanmaktaydı. Cumhuriyet ve onun partisi Cumhuriyet Halk Fırkası ikiz kardeş gibiydiler. Cumhuriyet Halk Partisine yapılan her taarruz, her teşebbüs aynı zamanda cumhuriyete yani devlete, inkılâplara yapılan bir saldırı olarak görülmekteydi. Mustafa Kemal Atatürk'ün çok partili demokratik hayata geçmeyi arzu etmesine rağmen bu çok partili demokrasinin de Cumhuriyet Halk Partisinin iktidarını rahatsız etmeyecek seviyede olması gerekmektedir. Bu yüzdendir ki çok partili hayata geçişte güdümlü bir muhalefet isteği söz konusu olmuş ve bu beklentiler gerçekleşmeyince bu girişimlerden tamamen vazgeçilip tek parti-tek devlet ve tek şef şeklinde rehber ve öğretici bir politika takip edilerek milletin demokrasiye geçişi için onu yetiştirmek hedefi öngörülmüştür. Türk Ocakları ve diğer cemiyetler de bu yeni durumdan paylarını almışlar böylece toplumu yönlendirebilecek tüm örgütler tek bir çatı altına toplanarak CHP denetimine bağlanmışlardır. Türk Ocakları kapandığında Journal des débats Ankara muhabiri gazetesine şu telgrafi çekmiştir: *“Yirmi senedir Türk gençliğine bizim anladığımız manada liberal terbiye veren bir cemiyet kapısını kapadı. Bunun yerine gelen cemiyetin aynı vazifeyi yapıp yapmayacağını endişe ile düşünmemek mümkün değildir”* (TBMM 1954).

3- Harf İnkılâbı

Eğitim ve dil alanında yapılan yenileşme hareketleri imparatorluk düşünce yapısından milli devlete geçişte önem taşımaktaydı. Mustafa Kemal Atatürk Türkiye Cumhuriyeti’nin hızla gelişip büyüyebilmesi ve bilhassa bağımsızlığını koruyabilmesi için eğitim üzerinde hassasiyetle duruyordu. Ancak ülkede okuma-yazma bilenlerin sayısı çok azdı ve bu şartlarda hızlı bir ekonomik ve kültürel kalkınma imkânı zor görünmekteydi. Bu yüzden köklü tedbirlerin alınması gerektiği kanaatine varılarak gerek eğitim çağı içerisindeki çocukların gerekse de okul çağı dışındaki büyük bir kitlenin eğitilebilmesi için alfabede değişiklik yapılması kararı alınmıştır. Türkçe uzun tarihi ve geniş coğrafyası boyunca pek çok alfabe kullanmış bir dildir. XX. başında Türkçe konuşan toplulukların büyük bir kısmı alfabe ihtiyaçlarını Arap yazı sistemiyle karşılamaktaydı. Osmanlılarda Tanzimat, Rus esareti altında yaşayan Türklerde ise Ceditçilik olarak gelişen yenilik hareketleri esnasında Arap yazı sisteminin ıslah edilmesi, yönünde çeşitli fikirler ortaya atılmıştır (Öner 1999). Tanzimat döneminde yetişen Türk aydın kuşağı, bilgilerini birikimlerini, fikirlerini halka yaymak amacıyla basın-yayın konusuna büyük önem vermiş böylece kamuoyunda okuma-yazma, dil, eğitim ve kültür ve alfabe sorunları gündeme gelmiştir (Tongul 2004). Sultan Abdülaziz döneminde Münif Paşa, padişaha alfabe ile ilgili bir rapor sunarak mevcut alfabeği kullanmanın güçlüklerinden Latin harflerinin ise kolaylığından bahsetmiştir (Budak 2004). 1870’lerde Ali Suavi Latin alfabesine geçilmesine itiraz edenlere şu cevabı veriyordu: *“Bu bir akıl işidir, dinle ne ilgisi var? Bir millet okuma yazmayı kolaylaştırmak için istediği yazı şeklini seçebilir”* (Korkmaz 1992). Türkçenin Latin Alfabesiyle yazılması Türkoloji çalışmalarının geliştiği batı ülkelerinde yüzyıllarca önce başlamıştı. Osmanlı Devletinde yazı meselesini çözmek için ilk resmi girişim 1909 yılında Maarif Nezaretinde bir *“İmla Komisyonu”* kurulmak suretiyle yapılmış 1914 yılında ise İmlâ ve Lügat Encümenlerinin yanı sıra bir de İslahat-ı İlmiye Encümeni kurulmuştur. Bunların dışında 1912 yılında *“İslâh-ı Hurûf Encümeni”* adlı bir dernek kurulmuş ve hatta aynı yıl *“İslâh-ı Hurûf Kongresi”* düzenlenmiştir (Yılmaz 2009).

Celal Nuri İleri, alfabenin değişmesi gereğinden bahsederek *“Harflerimiz kötü olup bu harflerle biz işimizi göremeyiz. Bu harflerle yazılmış cümleleri halk rahatlıkla öğrenemiyor ve bu durum ilerlemeye engel oluyor, halkta aydınlanma isteğini söndürüyor. Onun için harfleri iyileştirme gibi boş ve faydasız önlemlere başvuracağımıza bir an önce büyük bir cesaretle Latin harflerini kabul etmeliyiz”* demiştir (Yüceer 2002). Hatta Enver Paşa Birinci Dünya Savaşı sırasında bitişik harfli yazı yerine ayrık harfli yazıyı askerler için kabul ederek orduda okuryazarlığı yaymak tecrübesine girmiş ancak savaş başlayınca bu girişim

devam ettirilememiştir. Mustafa Kemal Atatürk için de harf inkılâbı meselesi cumhuriyet ile ortaya çıkmış bir mesele değildir. O daha Suriye’de yüzbaşı iken harf inkılâbı ile ilgili tasarılarını defterine not etmiştir (Ünaydın 1954). 1907 yılında Selanik’te Bulgar Türkologlarından İvan Manalof’a da şöyle söylemiştir “*Batı medeniyetine girebilmemize engel olan yazıyı atarak Latin kökünden bir alfabe seçmeli*” (Kaskatı 1948) Yine, daha Temmuz 1919’da Mazhar Müfit Kansu’ya zaferden sonra yapılacakları not ettirirken “Latin harfleri kabul edilecek” diye yazdırmıştır (Kansu 1986).

1922 yılında Büyük Taarruzun hemen öncesinde arkadaşlarıyla yaptığı sohbette ise “*Adnan, sen tıbbiye ile ordunun en önce garplulaşmasından dolayı ilerlediğini söyledin. Biz şimdi bütün memleketi garplulaştıracağız*” demiş ve Latin harflerinin kabulünün gerektiğini ilave etmiştir (Adivar 1981). 1923 İzmir İktisat Kongresi’nde kongrenin işçi delegelerinden İzmirli Nazmi Bey ile iki arkadaşı kongreye Latin harflerinin kabulüne dair bir takrir vermişlerdir. Kongre başkanı Kazım Karabekir Paşa, Latin harflerinin İslam birliğini bozacağı gerekçesi ile kongrede okunmasına gerek görmemiş ve konu tartışılmadan Maarif Vekâletine havale edilmiştir (Hakimiyeti Milliye 1339).

Cumhuriyetin ilk yıllarında harf inkılâbı gerek resmi makamlarca gerekse de basın ve aydınlar arasında tartışılan bir konuydu. 1924 yılında İzmir Mebusu Şükrü Bey ülkemizde her şey eğitimimizi geliştirmeye uğraşırken hatta dinimiz bile okuyun derken hala eğitimde geri kalmışsak, hala okuma yazma oranı düşükse bunun suçunu yöntem eksikliğinde aramayalım diyerek kendi kanaatini şöyle açıklamıştır :“ *Bu büyük derdin vahim noktası yegâne kabahati Arap harflerdir. Arap hurufatı, Türk lisanını yazmaya müsait değildir*” (TBMM 1340). Mecliste Şükrü Saraçoğlu gibi alfabenin değiştirilmesine taraftar olanlar olduğu gibi Çorum Mebusu İsmail Kemal Bey gibi buna taraftar olmayanların da olduğu bilinmektedir. İsmail Kemal Bey’in Mart 1925 tarihli konuşmasından biz o günlerde tahsilini yurt dışında yapan gençlerin kurmuş oldukları Latin harflerinin kabul edilmesi ile ilgili bir dernek olduğunu hatta örnek bir alfabe bile bastırıp mecliste milletvekillerine takdim ettiklerini anlıyoruz. İsmail Kamil Bey, fikirlerini soran bu gençlere “*Lâtin harfleri üzerine uğraşacaklarına, kendi elifhamız üzerinde uğraşmalarını*” tavsiye etmiştir. Ancak alfabe değişikliğinden yana olmayan İsmail Kamil Bey bile mevcut durumdan rahatsızdır ve bu rahatsızlığını şöyle dile getirmiştir: “*Buna bir çare bulunsun, fazla harfler varsa çıkarılsın, eksik varsa ikmal edilsin*” (TBMM 1341).

3 Mart 1924’te Tevhidi Tedrisat Kanunu ile öğretimin birleştirilmesi, 26 Aralık 1925’te uluslararası takvim ve saat ölçülerinin kabulü, 20 Mayıs

1928’de Arap rakamları yerine uluslararası rakam şeklinin kabulü yazı inkılâbı için öncülük yapmışlardır diyebiliriz. Mustafa Kemal Atatürk harf inkılâbının sırası gelmiş olduğuna 1927 yılında karar verdi. Bu yılın ve 1928’in kış ayları fikrî hazırlıklarla geçti ve konunun ilk defa kamuoyuna duyurulması da 8 Ocak 1928’de gerçekleşti. Adalet Bakanı Mahmut Esat Bozkurt Ankara Türk Ocağındaki konuşmasında Latin harflerin kabul edilebileceğini bildirdi. Böylece konu bir bakıma resmi ağızdan da duyurulmuş oluyordu (Yılmaz 2009). Yaz mevsiminin ilk aylarında ise kapsamlı çalışmalar başladı. Mustafa Kemal Atatürk, bütün çalışmaları bizzat idare ediyor, değişik milletlerin alfabeleri ve Türkçenin imla kuralları üzerinde bizzat tetkikler yapıyordu. Bakanlar kurulu kararıyla yeni Türk alfabesini hazırlamak amacıyla oluşturulan dil encümeni ilk toplantısını 26 Haziran 1928’de yaptı (Yüceer 2002). Bu çalışmaların ardından Mustafa Kemal Atatürk bu inkılâp hareketini yasa haline getirmeden önce halka anlatmak ve halk desteğini kazanmak için Ağustos ve Eylül ayları boyunca Tekirdağ, Bursa, Çanakkale, Maydos, Gelibolu, Sinop, Samsun, Amasya, Türhal, Tokat, Sivas, Şarkışla ve Kayseri’yi kapsayan bir yurt gezisine çıktı (Yılmaz 2009).

31.10.1928 tarihli *“Türk Harflerinin Kabul Ve Tatbiki Hakkında Başvekâletten Mevrut (1/266) Numaralı Kanun Lâyhısı”*nda gerekçe şu şekilde gösterilmiştir: *“Türk dili şimdiye kadar bünyesine uymayan Arap harfleri ile yazılıyordu. Arap harfi sistemi bir taraftan lisanımızın muhtaç olduğu sadalı harfleri ihtiva etmiyor, diğer cihetten Türk hakkıyla telaffuz eyleyemediği bir takım seslere malik bulunuyordu. Bu yüzden Türk çocuğu ana dilini yazabilmek için uzun zaman muayyen kalıpları bellemek ızdırarında kalıyor; hayali zihninde mevcut olmayan yeni bir kelimeyi doğru yazmak veya okuyabilmek için uzun uzadıya Arap ve Acem sarfkaidelerini bilmesi lâzım geliyordu. Bu halin meydana çıkardığı zorluklar herkesçe malumdur. Medenî bir yazının muttarit imlâyâ sahip olması iktiza ettiği halde eski yazı ile buna da inkân bulunmuyordu...”* Nitekim 1 Kasım 1928’de *“Türk Harflerinin Kabul ve Tatbiki Hakkında Kanun”* ile *Arap harfleri yerine Lâtin esasından alınan harfler yani Türk harfleri) unvan ve hukuku ile kabul edilmiştir*” (TBMM 1928). Mustafa Kemal Atatürk Latin harflerini baştan sona kadar *“Türk Harfleri”* olarak adlandırmış ve bunları Türk inkılâbının asli malzemesi olarak kabul etmiştir (Korkmaz 1992).

4- Millet Mektepleri

Harf İnkılâbının yapılmasının ardından bu hareketin sonuçlarının alınabilmesi için büyük bir eğitim seferberliğine gidilmesi gerekmekteydi. Özellikle kırsal kesimlerde oturan halkın bir an önce yeni sistemle eğitilmesi ve medeniyetin ilk basamağı olan okuma-yazma yetisini kazanması yani halkın eğitilmesi gerekiyordu. Ancak bunun çözümü için yapılabilecek pek

fazla imkân yoktu. Zira gerek eğitici kadro gerekse de teknik durum buna elverişli değildi (Şimşek 1986). Bu noktada ise mevcut eksikliği giderebilmek adına devreye Millet mektepleri girmiştir. Türk Alfabesi kabul edildiği gün Başvekil İsmet Bey *“Hükümet, bütün memlekette millet mektepleri halinde, işinde, tarlasında, fabrikasında çalışan vatandaşların ayaklarının ucuna getirilen kolaylıkla öğretecek muallimlerle, kolay tedarik olunacak vasıtalarla bu yeni alfabeden tamamıyla istifade etmeleri için bütün mesaisini sarf edecektir. Bu mücadeleyle muvaffakiyetle neticelendirmek için vazife sadece muallimlerin değildir. Memurlarımız ve bu memleketin bütün münevver evlâtları bu sene, gelecek sene ve birkaç sene zarfında bu alfabe ile vatandaşların tamamen okuyup yazması için ellerinden geleni ifa edeceklerdir”* diyerek millet mekteplerinin kurulacağından bahsetmiştir (TBMM 1928). Nitekim çalışmalar hızlı bir şekilde gerçekleştirilmiş ve Bakanlar Kurulu'nun 11 Kasım 1928 tarihinde 51 maddeden oluşan *“Millet Mektepleri Teşkilat Talimatnamesi”*ni kabul etmesinin ardından 24 Kasım 1928'de Millet Mektepleri yürürlüğe konularak (Resmi Gazete 1928). *“Milletimizi okuryazar bir hale getirmeye ve seviyesini yükseltmeye matuf olarak vücuda getirilen Millet Mektepleri teşkilatı”* Türkiye'nin her tarafında 1 Ocak 1929'dan itibaren faaliyete geçmiştir (BCA 490.01/1.2.13).

Bu mektepler A ve B dereceli, sabit ve seyyar olmak üzere iki kısımdı. Mektebi olan her şehir ve köyde açılan dershanelere sabit; okulu bulunmayan yerlere bir devre öğretmen göndermek suretiyle açılan dershanelere de seyyar deniliyordu. Sabit ve seyyar “A” dershaneleri hiç okuma yazma bilmeyenlerden, eski harflerle öğrenim yapmış olanlara mahsustu. Bu dershanelerin öğretimi her yıl kasım ayında başlar, şubat sonunda biterdi. “B” dershanelerinin hedefi ise “A” dershanelerini bitirmiş ve okuma-yazma öğrenmiş vatandaşlara daha geniş bilgiler vermektir. En az 15, en fazla 40 öğrencisi olan bu dershanelerde de öğrenim süresi aynı olup bu dershanelere ilkökul dışındaki, kadın, erkek bütün vatandaşlar kabul ediliyordu (İlgürel 1981). Bu ilk dönemde eski alfabeyi bilen 427.979 kişi, hiç okuyup yazma bilmeyen 174,984 kişi millet mekteplerine devam etmek suretiyle yeni harfleri öğrenmişlerdir (TBMM 1932).

Bu tablo üzerine Başvekil İsmet Bey Mart 1929'da duygularını şöyle ifade etmiştir: *“Derhal öğrenen yüz binleri bir tarafa bırakalım bu gün millet mekteplerinde ana dilini okuyup yazmaya çalışanlar, erkek kadın, bir milyonu geçiyor. Bu sayı, tereddüdü olanları uyandıracak, başlı başına bir delildir”*. Millet mektepleri hakkında Mustafa Kemal Atatürk de benzer şekilde bir değerlendirme yaparak ve şunları söylemiştir *“Meclisinizin en büyük eseri olan, Türk harfleri, memleketin, umumî hayatına tamamen, tatbik olunmuştur. İlk müşkülât, milletin mefkûre kuvveti ve medeniyete olan muhabbeti sayesinde*

kolaylıkla yenilmiştir. Millet mektepleri, normal tedrisat haricinde, kadın ve erkek, yüz binlerce, vatandaşın nurlanmasına hizmet etti. Bu mekteplerin, daha fazla bir gayret ve şevkle idame edilmesi lâzımdır” (TBMM 1929).

Ancak Millet Mektepleri Mustafa Kemal Atatürk’ün de işaret ettiği bu gayret ve şevki çok fazla devam ettirememiştir. Millet mekteplerine ilgi ilk yılların ardından hızla azalmıştır. Arap harflerini bilen vatandaşlardan 1928-1929 senesinde 427.979 kişi halk mekteplerine devam etmek suretiyle yeni harfleri öğrendiği halde 1929-1930 senesinde bu oran 396.484, 1930-931 senesinde 127.383’e inmiştir. Millet Mekteplerinde hiç okuyup yazma bilmeyenlerin miktarı 1928-1929 senesinde 174.984 iken; 1930-31 senesinde 39.779’a inmiştir. Milli Eğitim Vekili Esat Bey bu düşüşün sebebini ; *“İstatistikler takip edilirse millet mekteplerine devam eden vatandaşların seneden seneye miktarlarının azaldığı görülür. Bu azalma meselesi bir kısım vatandaşların “B” kurslarında da meşgul olmalarından neşet etmiştir. Şimdiye kadar millet mekteplerinde okuyanların adedi 2,5 milyonu geçmiştir”* şeklinde izah etmiştir (TBMM 1932).

Türk Milleti’ni okuyup yazar hale getirmek ve temel bilgileri kazandırmak amacıyla açılan Millet Mektepleri, halk eğitimi seferberliğinde önemli bir adımdır. Bu okulların faaliyeti 1928’den 1935’e kadar aralıksız devam etmiştir. Bu süre içerisinde 60.373 dersane açılmış, buralarda kadın, erkek, 2.486.845 vatandaş okuma yazmayı ve lüzumlu ana bilgileri öğrenmişlerdir (Baymur 1934). Halkevleri açıldıktan sonra mekteplerine destek vermişler ve kendi bünyelerinde derslikler açmışlardır. Örneğin 1937-1938 yılında halkevleri bünyesinde açılan 170 A ve B grubu derslikte 245 öğretmen tarafından 8077 öğrenciye ders verilmiştir (Maarif 1939).

5-Halkevleri

Türk milli eğitim düşüncesinin amaçlarından bir tanesi de Türk Milletini iç farklılıklarından arındırarak bütünlüğü sanat, spor, kültür öğeleriyle oluşturmak yaygın bir halk eğitimiyle halkçılık esasına uygun sınıfsız bir toplum yaratmaktır. CHP’ye göre Türkiye’de nüfusun kalabalık bir kütlesi bilgidен mahrumdu ve bu durum Türkiye için büyük bir zaaf teşkil etmekteydi. Milyonlarca köylüyü okutmak onların akademik becerilerini yükseltme işi başarılmadıkça yapılan ve yapılacak olan inkılaplar başarılı olamazlardı. Türk İnkılâbının milletın benliğine sindirilmesi lazımdı (BCA 490.01/63.242.6). Sosyo-ekonomik ve politik yaşamda ortaya çıkan önemli değişimler bu değişimi yaşayan halkın inkılapları benimsemesi için kapsamlı bir eğitime ihtiyaç olduğu hissedilince halk eğitimi alanında reform yapılması gereği ortaya çıkmıştır.

Dünyanın birçok ülkesinde halk eğitimi alanında, reformlar ve yenileştirmeler yapılmaya çalışıldı. Yapılan bu çalışmalar bölgesel-yöresel özellikler içerdiği gibi metodun planlandığı ülkenin rejimine ve siyasal yapısına göre de değişiklikler göstermiştir. Halk eğitim denemesinin ülkemizdeki ismi ise 19 Şubat 1932’de açılan “Halkevleri” olmuştur (Erim 1970). Halkevlerinin kaynağı ve etkilendiği kurumlar noktasında bize en iyi fikir verebilecek kaynaklardan biri Halkevleri talimatnameleridir. 1932 yılından itibaren halkevlerinin kapanışına kadar peyderpey yenilenen bu talimatnamelerde halkevleri adı ile Türkiye’de hayata geçirilen kurumun tamamen milli özellikler içerdiği ve orijinal olduğu vurgulanmıştır: *“Partimizin program temelleri cumhuriyetçilik, milliyetçilik, halkçılık, devletçilik, laiklik ve inkılâpçılıktır. Programımız; bu ana temel prensiplerin hakimiyeti ve ebedileşmesi için bu vasıflarda kuvvetli vatandaşlar yetiştirilmesini, milli seciyenin Türk tarihinin ilham ettiği derecelere çıkarılmasını, güzel sanatların yükseltilmesini, milli kültürün ve ilmi hareket ve faaliyetlerin kuvvetlendirilmesini önemli vasıflar olarak tespit ve işaret eder. Halkevlerinin gayesi bu uğurda çalışacak mefkûreci vatandaşlar için toplayıcı ve birleştirici yurt olmaktır”* (BCA 490.01/1063.1082.1). Maarif Vekili Reşit Galip Bey de halkevlerinin milli ve orijinal bir yapılanma olduğunu ifade etmiştir (Hakimiyeti Milliye 1932).

Halkevlerinin temel kaynağının Türk Ocakları olduğunu söylemek afaki bir iddia olmayacaktır. Zira Türk Ocakları çalışmalarına bakılacak olursa halkevi şubelerinin büyük bir kısmının faaliyetlerini de kapsayan bir çalışma içerisinde olduğu görülebilir. Nitekim bu benzerlikten dolayı sosyolog Ziyaeddin Fahri Fındıkoğlu *“Bugünkü halkevleri 1911’lerde kurulan Türk Ocakları ile 1928’de Ankara ve bazı Anadolu şehirlerinde teşekkül etmiş olan Halk Bilgisi Derneklerini kaynaştırma suretiyle vücuda gelmiştir”* demiştir (Fındıkoğlu 1939). Bu iddiayı önemli kılan nokta ise Halkevlerinin ana yayın organı Ülkü Dergisinde yayınlanmış olmasıdır. Dolayısıyla CHP’nin de bu görüşü kabul ettiği söylenebilir.

Halkevleri, çeşitli ihtisas, yetenek ve arzulara göre her vatandaşın tercih edebileceği bir faaliyet sahası bulabilmesi için “Dil, Edebiyat Tarih, Güzel Sanatlar, Temsil, Spor, Sosyal Yardım, Halk Dershaneleri ve Kurslar, Kütüphane ve Yayın, Köycüler, Tarih ve Müze” şeklinde dokuz farklı şube halinde kurulmuştur (Talimatname 1934). Halkevlerinin halka uzanan kolları olarak düşünülen bu şubelerin toplumsal ve kültürel yaşamın tüm alanlarını kapsaması hedeflenmiştir (Kongar 1981).

Türk Ocaklarının kapatılmasından sonraki süreçte hangi illerde halkevi açılacağı tespit edilmiş ve bundan sonra da ilgili bölgeler haberdar edilerek halkevinin açılışı için gerekli hazırlıkları yapmaları istenilmiştir. Bu noktada

19 Şubat 1932’de bina, para ve eleman bakımından halkevi açmaya hazır ve elverişli görülen Afyon, Ankara, Bolu, Bursa, Çanakkale, Denizli, Diyarbakır, İstanbul, Eskişehir, İzmir, Konya, Malatya, Samsun ve Aydın illerinde ve Halkevlerinin açılması ile ilgili kararlar CHP Genel Sekreteri Recep Peker tarafından CHP İl İdare Başkanlıklarına 12 Ocak 1932 tarihli bir yazıyla bildirmiştir. Bir halkevinin açılışa hazır hale gelmesi için Kütüphane ve Yayın Şubesinin mutlaka olduğu en az üç şubenin ve şube başına asgari 25 üyenin bulunması, asgari iki yüz kişilik bir salon, kütüphane ve bir çalışma odasından oluşan ve spor yapmaya müsait bir avluya sahip olan bir Halkevi binasının ve binanın ihtiyaçlarını karşılayabilecek bütçenin temin edilmesi gerekmektedir (Türkmen 2013).

5.1. Halkevi Faaliyet Kolları

Halkevlerinin dokuz çalışma şubesinden birisi olan Dil ve Edebiyat Şubesinin gayesi Türk diline tabii hakkını vermek, yani her türlü fikri ve hissi konuları dile getirmede Türkçe’ye istiklalini kazandırmaktı (Talimatname 1940). Türk dili yabancı unsurların tesir ve istilasından en fazla korunması gereken unsur iken derin yaralar almıştı. O halde halkevlerinin asli vazifelerinden birisi de Türk dilini korumaktı (Cumhuriyet 1932). Halkevleri talimatnamesine göre şubenin görevleri ve amaçları şunlardır:

Araştırma ve Derleme:

a) Eski Türkçe serlerdeki öz Türkçe söz ve tabirleri derlemek, b) Halk dilinde yaşayıp yazı dilinde kullanılmayan Türkçe söz ve tabirler ile folklor mahsullerini toplamak, c) Eski Türkçe ve halk Türkçesinin gramer ve şive hususiyetlerini araştırmak.

İleri Sürme:

- a) Bugünkü yazı dilinde kullanılan yabancı kökten sözlerin ifade ettiği mefhumları anlatabilecek Türkçe kökten gelen sözler bulup teklif mahiyetinde olarak yayınlamak*
- b) Dile ait ve yukarıda yazılı gayenin ehemmiyetini ve imkânını ve buna ulaştırıcı yolları ve çareleri gösterir yayınlarda bulunmak*
- c) Konuşmada ve selamlaşmada öz Türkçe sevgisini yaymak*

Şubenin edebiyat çalışmalarındaki gayeleri:

- a) Edebiyat sahasında yeni yayınlara ve canlı hareketlere müsait bir hava ve heyecan uyandırmak*
- b) Yabancı dillerden gelen lüzumsuz unsurların yerini tutabilecek halk dilinde yaşayan öz Türkçe söz ve tabirlerin edebi yazılarda şuurlu bir dikkatle*

kullanılarak yayılmasını ve bu suretle edebi dilimizin ifade kabiliyetinden bir şey kaybetmemek şartıyla özleşmesini temin etmek

- c) *Edebiyatımızı dünya edebiyatındaki ilerlemelere açık tutmakla birlikte milli mahiyetini bozabilecek zararlı tesirlerden korumak*
- d) *Edebi mahsullerimiz arasında bilhassa cemiyetin ihtiyaçlarına cevap veren inkulâbımızı halk tabakalarına yayıp kökleştiren, Türk'ün engin mazideki yüksek mevkiini, tarihi şereflerini ve milli mücadelenin şanlı hatıralarını ebedileştiren sanat eserlerini çoğaltmak.*
- e) *Edebiyat sahasında yeni yetenekleri teşvik etmek”* (BCA 490.01/1063.1082.1).

Parti programında “*Güzel sanatlara, bilhassa musikiye, inkulâbımızın yüksek tecellisi ile mütenasip bir surette ehemmiyet vereceğiz*” diyen CHP sanatı bir milletin medeniyet ölçüsü olarak kabul etmekteydi. Bu anlayışla “*sanatın gelişmesini bir inkulâp zarureti ve milli bir dava olarak ele almış*” (BCA 490.01/3.12.37) Türk Milletini “*ilim ve fenne dayanan, güzel sanatlara tutkun, milliyetçi, ilerleyici bir toplum haline getirmeye*” uğraşmıştır (Milli Şef 1942). Güzel Sanatlar Şubesi, edebiyat ve temsil dışında kalan bütün güzel sanat dalları ile meşgul olmak vazifesini üzerine almıştır (CHP Halkevleri 1940). Edebiyatçılar dışındaki amatör veya profesyonel güzel sanat mensupları bu şubede toplanmışlardır. Ancak temsil işleriyle uğraşanlar da başlı başına bir şube kurduklarından Güzel Sanatlar Şubesinin çalışmaları müzik, resim, heykel, mimari ve süsleme sanatı ile sınırlı kalmıştır (Ünal 1940).

Bir il merkezinde, ilçede veya kasabada halkevi açılabilmesi için elzem olan üç şubeden birisi Kütüphane ve Yayın Şubesi idi. Kütüphanelerin, halk bilgisinin ilerlemesinde başlıca etken olduğu bilinen bir gerçektir (BCA 490.01/1063.1082.1). Bundan hareketle halkevleri kurulmadan önce de CHP parti programlarında “*kitap, neşriyat ve kütüphane işleri parti için mühimdir*” ibaresi geçmekteydi (C.H.F. Program 1931). Behçet Kemal Çağlar “*Kütüphanesiz halkevi kanunsuz devlet kadar acayip bir şey sayılsa yeridir. Binanın en geniş, en aydınlık yerlerini kütüphane için ayırmalı, rahatlığın intizamın ev içinde ilk tesisine başlanılan yer kütüphane olmalıdır*” (Çağlar 1937) diyerek konuya CHP'nin bakış açısını da ortaya koyarken Genel Sekreterlik tarafından Halkevlerine gönderilen tebliğlerde de “*Memlekette kitap okutmak zevk ve ihtiyacını yaymak, halkevlerimizin önemli ödevlerinden başta gelenidir” bu itibarla her halkevinin en iyi işleyen, en düzgün olan kısmının kütüphane olması gereklidir*” denilerek halkevlerinin konuya hassasiyet göstermeleri talep edilmiştir. Bulunduğu şehir ve kasabada başka bir kütüphane bulunsa bile her halkevi kendi kütüphanesini kurar veya kuruncaya kadar bulunduğu

yerdeki kütüphaneyi himaye ederdi. Şubeye verilen net emir “*milli harsı beseleyecek eserleri fuzlalaştırmak ve okuma zevkini uyandırmak için mümkün olan her tedbiri almaktı*” (C.H.F. Halkevleri 1932). CHP Genel Sekreterliği tarafından Halkevi kütüphanelerine her sene halkevlerinin gayesi ve muhitin özellikleri göz önünde bulundurularak yetkili bir komisyon tarafından seçilen binlerce kitap gönderilmiştir (BCA 490.01/995.841.1). Şubenin üzerinde durduğu bir diğer konu da yayıncılıktı. Halkevlerinin bütün yayınlarını bastıran Halkevleri Kütüphane ve Yayın Şubelerinin faaliyetleri üç başlık altında toplanabilir:

- 1- *Mahalli tarih, halkiyat ve hayat tetkiklerine ait olan yahut da bir gezginin, bir çalışmanın, bir kutlamanın tafsilatını veren broşürler*
- 2- *Muhitin tarihini veren, halkiyatını inceleyen, muhitte yetişen büyüklerin eserleri ve hayatlarını anlatan kitaplar*
- 3- *Dergiler veya mahalli gazetelerde devamlı sayfalar* (Halkevleri 1940).

Her şube hazırlayacağı eseri komitesinin kararı ile idare heyetine, idare heyeti de bu eserin basılmasına karar verdiği takdirde müsveddeleri kütüphane ve yayın komitesine verirdi. Şube de bunları ödeneği nispetinde sıra ile ve bir numara altında bastırırdı. Halkevlerinin çıkarttıkları dergiler hariç olmak üzere diğer bütün yayınları ücretsiz olarak dağıtılmaktaydı (BCA 490.01/ 937.637.1).

Geniş halk tabakalarının yetiştirilmesinde, topluluk hayatının gelişmesinde “*terbiye ve telkin vasıtası*” tiyatronun büyük etkisi ve faydasının bulunduğu geçmişte de günümüzde de kabul edilen bir görüştür (CHP Halkevleri 1942). Okuryazar olması koşulu bulunmaksızın geniş bir kitleye doğrudan bir etkileşim ve iletişim içinde hitabeden tiyatro, iyi seçilmiş bir konu dağarcığı ile kültür kalkınmasının etkin bir aracı olabilmektedir (San 1989) Basın-yayını takip edemeyen, kitap okumaya imkan bulamayanlar yeni fikirler içeren eserleri sahne sayesinde tanıma fırsatını yakalayacaklardı (Halkevleri 1940). Halkevleri Temsil Şubelerinin çalışma şekilleri talimatnamelerde şu şekilde açıklanmıştır: “*Halkevleri Temsil Şubeleri temsil sanatına heves ve yeteneği olan kadın ve erkek azadan oluşan bir temsil grubu teşkil ederler. Şubenin amacı; “Halkevlerinde bir hayat ve hareket uyandırmak, şehir ve kasabaların tiyatro ihtiyaçlarını gidermeye yardım etmek, gençleri güzel ve serbest konuşmaya alıştırmak, tiyatro sanatçısı olabilecek kabiliyetlerin kendilerini göstermelerine imkan vermek, iyi hatip yetiştirmek, memleket ve toplum için faydalı telkinlerde bulunmak*” (BCA 490.01/1063.1082.1). Temsil şubeleri eldeki eserleri rastgele oynayarak değil tiyatro sevgisi ve anlayışı etrafında toplanarak gelişmeyi amaçlamışlardır. Asıl görevleri bu sevgiyi beslemek,

yaymak, onu sağlam temelli bir zevk ve anlayış haline getirmektir (C.H.P Halkevleri 1945). Halkevleri tiyatro kolları yönetmeliğinde oyun dağarcığını ilgilendiren iki belirgin görüş vardır. Birincisi köylünün, kentlinin tiyatro gereksinimlerini karşılamak ikincisi ise ülke ve toplum için yararlı öğretilerde bulunmak. Birinci görüşte yer alan düşünce her çağdaş toplumun uyguladığı bir sanat kuralıdır. Seyircinin ekonomik ve toplumsal ve ruhsal yapısı, kendi gereksinimi olan sanatı tiyatroyu benimseyecektir. İkinci görüşün temel dayanağı ise Türk İnkılâbıdır. Bu sebepten Halkevlerinde oynanan oyunlar şu özellikleri taşımalıydı: “*Yeni Türk toplumun çağdaş yaşamını bütünlemeli, milli duyguları doyurmalı, inkılâp ilkeleri ışığında milli sorunları işlemeli, inkılâbın dünyaya görüşüne uygun halk yaşamı, değişimler ilerlemeler konu edilmeli, her sınıfa seslenebilen eğitici türden oyunlar olmalı*”. Halkevlerinin milli birlik ve bütünlüğü pekiştirme çabasından dolayı halkevlerinde bu amaca yönelik oyunların oynanması gerekiyordu (Karadağ 1989).

Türkiye’de sporculuk faaliyetleri Meşrutiyet’in ilk senelerine tesadüf eder. Bu dönemde tek kayda değer gelişme İttihat ve Terakki döneminde gerçekleştiyse de onun da kısa süreli bir dönem olması dolayısıyla izciliğin gelişimi dışında bir başarı sağlanamamıştır (Apak 1938). Osmanlı’nın son dönemlerinde sporun yalnız hevesli ve meraklı gençlere mahsus bir uğraş sayılması genel bir yargıydı. Türkiye Cumhuriyetinin kurulmasından sonra spor konusunda ilk ciddi kıpırdanmalar yaşanmıştır. Türk İnkılâbının amaçlarından biri de Türk devleti ve milletinin çağdaş ülkeler seviyesine çıkabilmesi olduğundan spor ilk defa bir millet davası olarak algılanmıştır (Belge 1933). Halkevleri spor şubeleri, sporu bir lüks olmaktan çıkarıp ihtiyaç halinde kabul ettirmeye, okumak, yazmak, yemek, içmek nasıl hayati bir zaruretse sporun da öyle olduğunu ispata büyük gayret sarf etmişlerdir (Çağlar 1939) Halkevleri spor şubelerinin amacı hiçbir zaman bir yıldız veya bir rekortmen yetiştirmek olmamış millet için ve millet ölçüsünde spor hedefi güdülerek “*birinci gelen tekler değil; sağlam yapılı güzel gövdeli ve inkılâp ahlakıyatını benimsemiş yüz binler*” (Demoor 1935) yetiştirebilme hedefine ulaşmaya çalışılmıştır. Halkevleri daha ziyade okul, kışla ve spor kulübü dışında kalmış vatandaşların topluca sağlığını ve neşesini koruyacak olan beden hareketleriyle spor oyunlarını ele alarak ve bunları bir vasıta olarak kullanarak, sporun hakiki manasını kavratmaya çalışmışlardır.

“*Türk köylüsünün üfkuna medeniyetin ışığını ve gönline aydın gençliğin kardeş sevgisini götürmek için çalışmak isteyenlerin büyük karargâhı halkevleri*” ve bunun da aracı Köycülük Şubesi olarak düşünülmüştür (Milliyet 1932). Köylünün aydınlanması çalışmalarını üstlenen halkevlerinin taşıdığı önem, hizmetlerin köye götürülmesi, çalışmaların köyde yapılmasıydı. Şubeler vasıtasıyla köylülerle doğrudan temasa geçilmiş ve sorunlarının halledilmesi

için çözümler üretilmeye çalışılmıştır. Halkevinin yapacağı köycülük çalışması yalnız köycülük şubesine kayıtlı üyelere ve bunlar içinden de komiteye seçilmiş olanların değil tüm bir halkevinin sorumluluğundaydı. Halkeviler kendilerini orduya benzetiyorlar ve ordularının nihai zafere ulaşması için hep birlikte mücadele etmenin gerekliliğini biliyorlardı (Tuğrul 1945). Dolayısıyla köye gitmek, köye bir şeyler götürmek, köylüyü kendilerine ısındırmak, köyün sıhhi ve sosyokültürel gelişmelerine ve köylü ile şehirli arasında karşılıklı sevgi ve dayanışma duygularının kuvvetlenmesine çalışmak bütün halkevlerinin ülküsü olmuştur diyebiliriz (BCA 490.01/30.135.2). Halkevleri çalışma talimatnamesine göre şubenin görevleri şu şekilde tanımlanmıştır: *“Köycüler şubesinin esas vazifesi köylerin sıhhi, medeni gelişimine köylü ile şehirli arasında karşılıklı sevgi ve yardımlaşma duygularının kuvvetlenmesine çalışmaktır. Çevre köylerin halkevine halkevi mensuplarının da müsait mevsimlerde köylerde tertip edilecek kır bayramlarına davet suretiyle birleşme vesileleri yaratmalıdır. Halkevinin dersbane ve kurslar şubesi ile çalışma birliği yapmak suretiyle mümkün olan yerlerde köylüyü okutmaya çalışmak, temasa girilen köylerde 15 günde bir okuma-yazma bilmeyen köylülerin mektuplarını yazmak ve içtimai yardım şubelerinin yardımıyla hasta köylülere şehirdeki hastanelerde muayene ve tedavi sırasında yardım etmek. Gazi ve şehit köylülerin ailelerini himaye ve bunların kasabada kendileri için resmi işlerini halletmek görevleri arasındadır. Bütün köy öğretmenleri hayat ve mevcudiyetlerini köylünün yükselmesine ve saadetine vakfetmiş olmakla, halkevi köycülük şubesinin tabi azasıdır”* (BCA 490.01/1063.1082.1).

Bilgisizliği her vasıtaya başvurarak azaltmak, mümkün olursa memlekette okuma ve yazma bilmeyen bir tek yurttaş bile bırakmamak milli kültür davasının temeli konumundaydı (Ünal 1940) Milli eğitim ve öğretim ödevini üzerine almış olan eğitim kurumlarının yanında okul çağı dışında kalmış olan vatandaşları yetiştirmek yolunda halkevlerine ve halkodalarına büyük hizmetler düşmekteydi. Halkevleri ve halkodaları milli hayatın, milli eğitimin başlıca yuvaları olarak tasarlanmışlardı. Bu gözle bakılınca halkın bilgisini yükseltmek her türlü okuma yazdırma ve yetiştirme hareketlerinin ilerleyip genişlemesini sağlamak maksadıyla açılan Halk Dershaneleri ve Kurslar şubelerinin, halkevi hizmetlerinin ağır bir kısmını omuzlarına yüklenmiş oldukları görülür (Tekinsoy 2022). 1935 yılı istatistiğine göre 16.157.450 nüfusumuzdan yalnız 2.517.878’i okuyup yazma bilmekteydi. Nüfusun%84,4’ünün okuma yazma bilmediği bu tablo karşısında bu oranı indirmek ve halkın seviyesini yükseltecek her türlü okutma, yazdırma ve yetiştirme hareketlerinin ilerleyip genişlemesini temin ve himaye maksadıyla halkevleri ile halkodaları açacakları asgari bir kurs ile cahilliğin azalmasına hizmet etmişlerdir (BCA 490.01/1063.1082.1). Halk Dershaneleri ve

Kurslar Şubesi bilhassa okul dışı kalan gençler için temel okuma-yazma öğretme organlarından birisi olmuşlardır” (TBMM 1948). Halkevleri talimatnamesine göre bu şubenin vazifeleri şunlardır: *1-Buldukları bölgede halkın eğitim kültür ve görgüsünü arttıracak her türlü teşebbüye yardım etmek ve kurslar açmak, 2-Ders ve kurslarda vatandaşların fikri seviye ve tahsil derecelerine göre okuma-yazma, tarih ve yurt bilgisi, medeni bilgiler, yabancı dil, hesap, muhasebe usulü gibi hayatı kazanmak için faydalı olan bilgileri vermek. 3-Halkevlerinde açılacak ders ve kursların öğretmenlikleri fabridir. 5-Halkevleri müsait olmadığı takdirde dersane ve kurslar tedarik edilecek başka münasip yerlerde açılır. 6-Halkevlerinin açacağı dershanelerin ve kursların idareleri bu şube komitesinin yapacağı ve Halkevi idare heyetinin tasdik edeceği hususi bir talimata tabidir. Belediyeler tarafından açılmış olan dershanelere mümkün olan yardımda bulunulur. 7-Halk dershanelerinde yetişen her devre mezunlarının diplomalari bütün halkevinin katılımıyla şereflerine yapılan toplantıda törenle dağıtılır”* Halkevleri kendi muhitinde talimatnameler çerçevesinde halkın ihtiyacına en uygun kursları düzenlemekte serbest olmuşlar (Halkevleri 1938) açılan dershanelerin ve kursların idareleri şube komitesinin yapacağı ve halkevi idare heyetinin tasvip edeceği hususi talimata göre yapılmıştır. Halk Dershanesi ve kurslar şubelerinin açtıkları ücretsiz dershaneler ve kursları şu şekilde tasnifleyebiliriz: Türkçe okuma yazma kursları, Fizik, kimya gibi ilimlerin herkesin bilmesi gereken kısımlarının tatbikatıyla, dikiş, nakış, ütü, şapkacılık, çiçekçilik, mahalli ihtiyaç ve imkanlara göre muhasebe, bağcılık, arıcılık, motorculuk ve elektrikçilik vs. gibi pratik hayat sahasına giren kurslar, güzel sanatlara ait kurslar, yabancı dil kursları, ikmale kalanları yetiştirme kursları (BCA 490.01/1063.1082.1).

Halkevleri, Müze ve Tarih koluna çok önem vermişlerdir. Türk Milletinin köklerini medeniyetini ortaya çıkarmak için Tarih ve Müze’den daha iyi bir araç düşünülemezdi (Arık 1947). Milli hayatımıza ait değerli eşyanın ve belgelerin kaybolmadan diğer nesillere aktarılması büyük bir önem taşımaktaydı. Mahalli ve milli tarihle umumi tarih konuları üzerinde yazılar yazmak, konferanslar vermek, anıtları ve eski Türk sanat eserlerini tanıtmak için halkevlerinde sergiler düzenlemek, yerel tarih hakkında yapılan araştırma ve incelemeleri, ele geçen bilgileri yayınlamak, resmi makamlarla, eğer varsa çevrelerindeki müzelerle temas ve işbirliği yaparak bölgelerindeki eski eserlerin korunmasına yardım etmek, muhitlerindeki tarihi anıtları korumak, önemli gördükleri tarihi eserleri bu sahada çalışan kurumlara bildirmek, kendi muhitlerine ait kültür belgelerini toplayarak birer müze meydana getirmek, milli kültür ve etnoloji ile ilgili belgeleri toplamak ve muhafaza etmek, folklor ve etnografya bakımından değeri olan maddi eserleri toplamak ve bunların kayıtlarını tutmak, gerek halkevi muntıkasında gerekse memleketin

diğer taraflarında bulunan ressam, heykeltıraş vb sanatçıların eserlerini tüm giderler halkevine ait olmak üzere halkevi içerisinde halka tanıtmak şubenin görevleri arasındaydı (CHP Halkevleri 1944).

Halkevlerinin gayelerinden birisi de sosyal dengenin sağlanması olmuştur. Halkevi Sosyal Yardım Şubeleri bu işleri yıllardan beri yapan hayır cemiyetleri arasında koordinasyon kurmayı ve onlara yardımcı olmayı bir borç bilmekle beraber onlardan farklı olarak bunu sadece bir hayır değil vazife olarak görmüştür. Her halkevi mensubunun bir veya birkaç yoksulun derdiyle yakından alakadar olması halkçılık fikrini ve halkevi kaynaşmasını anlamış olduğuna en isabetli delil olarak düşünülmüştür. Şubenin bir diğer önemi de halkevlerinin alan ve isteyen değil veren ve başıslayan kurumlar olduğunu göstermeye ön ayak olmalarıydı (BCA 490.01/1277.247.1). Sosyal Yardım Şubelerinin çalışma alanları çok genişti. Askerlere hediye göndermek ve doğal afetlerden zarar görenlere yardım etmekten dilencilik ve ahlak düşkünlüğü ile de savaşmaya, halkevlerinde poliklinik açmaktan yoksullara iş için sermaye vermeye kadar birçok faaliyet bu şube tarafından gerçekleştirilmiştir (CHP Halkevleri 1945). Halkevleri çalışma talimatnamesinde ise şubenin görevleri şunlardır: “Şubenin esas vazifesi; halkevinin bulunduğu muntukada hakiki surette yardıma muhtaç kimsesiz kadınlar, çocuklar, maluller, dermandan düşmüş ihtiyarlar ve hastalar gibi zavallular hakkında sosyal yardım ve hislerini uyandıracak ve bu hisleri yavaş yavaş en yüksek derecesine çıkaracak faaliyet ve delaletlerde bulunmaktır. 1- Memlekette mevcut bütün hayır cemiyetlerinde faaliyetlerinin hakiki ve muvaffak kılacak surette çalışır. 2-Resmi ve özel hastane, darülaceze, dispanserler, çocuk doğum ve bakım evleri gibi sosyal yardım müesseselerinde çalışmalarını verimli kılacak ve bu müesseselerde barınanların ihtiyaçlarını daha iyi surette temin ettirebilecek alaka ve iştigalde bulunur. 3- Tedavi müesseselerinde yatırılarak tedaviye alınması lazım gelen muhtaç hastaların mahalli hastanelere kabul ve tedavilerine, başka mahalde tedavi icap edenleri o mahalle nakle yardımcı olur. Evlerinde yatan kimsesiz hastalara ve evlerinde doğuran kimsesiz muhtaç kadınlara mümkün olan yardımları yapma tedbirlerini arar. 4-Köylerden gelen tedaviye muhtaç çiftçiler ve ailelerinin şehir ve kasabalarda barındırılması ve tedavileri, fakir işçiler ve aileleri hakkında aynı yardımda bulunulması vazife sayılır. 5- İşsizlerin iş bulmalarına yardımcı olunur. 6- Şube bütün bu vazifelerini yapabilmesi için gelir yolları arar. Bu maksatla uygun zaman ve fırsatlarda bölgenin icaplarına göre müsamere tertip eder”(BCA 490.01/63.242.6).

Demokrat Parti’nin Türk siyasi hayatına girişi ile birlikte iktidar-muhalefet mücadelesi içerisinde “halkevleri” de muhalefet tarafından iktidarı eleştirmek için kullanılan önemli bir husus olarak meclis gündemine taşınmıştır. Nitekim Haziran 1946’da Adnan Menderes“ *Muazzam Halkevleri yapılarıyla bunlara*

benzer birçok binaların daha ucuza mal edilmeleri veyahut daha münasip zamanlara bırakılmaları elbette daha doğru olurdu” diyerek halkevlerini de tartışmaya açmış oluyordu (TBMM 1946). Bu tarihlerde Türkiye’de 463 Halkevi ile 4170 Halkodası vardı (BCA 490.01/1006.884.1). Demokrat Parti’nin 1950 seçimleri ile iktidarı devralmasının ardından 8 Ağustos 1951 tarihinde yürürlüğe giren 5830 sayılı kanunla halkevlerinin ellerindeki gayrimenkuller alınmış ve masraflar için bütçeden para ayrılmasına son verilmiştir. Zabıt Ceridelerini incelediğimizde CHP’nin bu durumu engellemek adına olağanüstü bir çaba gösterdiğini ifade etmek oldukça zordur. Gerek iktidarlarının son yıllarında gerekse de muhalefette halkevleri konusuna bir çözüm yolu bulmaktan çok uzak bir görünüm sergilemişlerdir. DP, halkevlerini maddi gelir ve binadan mahrum bırakarak her ne kadar büyük bir kültür kurumunun yok olmasına sebep olsa da bunda CHP’nin de büyük payı vardır. CHP Halkevlerinin kendi partileri denetiminden çıkmasına yanaşmayarak veyahut halkevlerini tamamen kendi bünyesine katmayarak adeta bu kültür kurumunun yıkılmasına giden sürece göz yummuştur. Nitekim 5830 sayılı kanun gereğince devlete intikal eden binalar merkezce tek tek tespit edilerek ilgili bakanlıklara tahsis edilmiştir. Cumhurbaşkanı Celal Bayar tarafından imza edilip onaylanan 12.12.1951 tarihli bir listede İstanbul Çatalca Halkevinin İlkokul, Denizli Acıpayam Halkevinin Sağlık Merkezi, Tokat Reşadiye Halkevinin Dispanser, Kastamonu Kargı Halkevinin Ortaokul, Aksaray Halkevinin Kız Sanat Okulu, Sinop Gerze Halkevinin Hükümet Konağı, Aydın Söke Halkevinin karakol haline getirildiğini görmekteyiz (BCA 030.18.01/127.89.11)

Kaynakça

- Adıvar, H.E. (1981). *Türk’ün Ateşle İmtihanı*. İstanbul
- Akyüz, K. (1986). Türk Ocakları, *Belleten* .L/196, Ankara:TTK
- Akyüz,Y.(2005). *Türk Eğitim Tarihi (M.Ö. 1000-M.S. 2004)*. Ankara: Pegem Yayınevi
- Apak, R. (1938). Onbeş Yıl ve Türk Sporü, *Ülkü*, XII/69.
- Arık, R.O. (1947). *Halkevlerinde Müze, Tarih ve Folklor Çalışmaları Kılavuzu*. Ankara.
- Asaf, B. (1933). Spor Telakkimiz, *Ülkü*, 1/1, Ankara.
- Atatürk’ün Söylev ve Demeçleri*. (2006). Ankara:AAM
- Aydemir, Ş.S.(1973). Türkocağından Halkevine, *Halkevleri*, 7/76
- Ayhan, H. ve Maviş H. (1994). Dârüşşafaka, *TDV İslam Ansiklopedisi*. 7/9.
- Ayhan, H. (1993). Cem’iyyet-i İlmîyye-i İslâmiyye, *TDV İslam Ansiklopedisi*, 7.
- Baltacıoğlu, İ.H. (1950). *Halkın Evi*, Ankara: Ulus Basımevi.
- Baydar, M. (1968). *Hamdullah Suphi Tanrıöver ve Anıları*. İstanbul: Menteş Kitabevi
- Baymur, F. (1943). Halk Eğitimi Davamız, *Ülkü*, Ankara.
- Budak, A. (2004). *Batılılaşma Sürecinde Çok Önemli Bir Osmanlı Aydını: Mümin Paşa*, İstanbul: Kitabevi Yayınları
- BCA 490.01/63.242.6
- BCA 030.18.01/127.89.11
- BCA 30.18.1.1/13.26.4
- BCA 490.01/1.2.13
- BCA 490.01/1063.1082.1
- BCA 490.01/3.12.37
- BCA 490.01/995.841.1
- BCA 490.01/ 937.637.1
- BCA 490.01/30.135.2
- BCA 490.01/1277.247.1
- C.H.P. *Halkevleri ve Halkodalarının 1942 Çalışmaları*. (1943). Ankara.
- C.H.P. *Halkevleri ve Halkodaları 1944* (1945). Ankara: Ulus Basımevi
- C.H.P. *Halkevleri ve Halkodaları 1932-1942*. (1942). Ankara: Ulus Basımevi
- C.H.P. *1946 Yılında Halkevleri ve Halkodaları*. (1947). Ankara: Ulus Basımevi
- C.H.P. *Halkevleri ve Halkodaları 1944*. (1945). Ankara.
- C.H.P. *1945 Yılında Halkevleri ve Halkodaları*. (1946). Ankara
- C.H.P. *Halkevleri Temsil Kolları İçin Kılavuz*. (1945). Ankara.

- C.H.F. *Üçüncü Büyük Kongre Zabıtları*. (1931). İstanbul.
- C.H.F. *Halkevleri Talimatnamesi*. (1934). Ankara: Hakimiyeti Milliye Matbaası.
- C.H.F. *Halkevleri Talimatnamesi*. (1932). Ankara: Hakimiyeti Milliye Matbaası.
- C.H.F. *Program*. (1931). İstanbul: Devlet Matbaası.
- C.H.P. *Halkevleri ve Halkodalarının 1942 Çalışmaları*. (1943). Ankara.
- C.H.P. *Halkevleri 1940*. (1940). Ankara: Ulusal Matbaa.
- C.H.P. *Halkevleri ve Halkodalarının 1940 Çalışmaları*. (1940). Ankara.
- Çağlar, B.K. (1939). Halkevlerinde Spor, *Ülkü*. XIII/77.
- Çağlar, B.K. (1937). Halkevlerinde Bariz Çalışmalar ve Beliren Değerler, *Ülkü*, X/56.
- Demoor, Y.(1935). Beden Eğitiminin Anlam ve Önemi, *Ülkü*, 6/33.
- Dün Halkevi Açıldı; Reşit Galip Bey'in Nutku. (20.2.1932). *Hâkimiyeti Milliye*.
- Erim, N. (1970). Halkevleri, *Türk Ansiklopedisi*, XVIII, Ankara: MEB
- Fahri, Z.(1939). Halkevlerinin Çalışmasına Dair, *Ülkü*, XIII/73.
- Gazi Hazretleri Türk Ocaklarının Vazife ve Vaziyetlerini Bir Defa Daha İşaret Buyurdular. (5.2.1931) *Milliyet*.
- Gedikoğlu, Ş.(1953). *Halk Eğitimi*, Ankara: İdeal Basımevi.
- Gençlik. (18.2.1932). *Milliyet*
- Geray, C.(1987). *Halk Eğitimi*, Ankara: AÜ Eğitim Fakültesi
- Gümüşsoy, E. (2007). Tanzimattan Sonra Halk Eğitimi İçin Kurulan İki Cemiyet: Cemiyet-i İlmiye-i Osmaniye ve Cemiyet-i Tedrisye-i İslamiye, *Eskişehir Osman Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8/2.
- Halk Eğitimi Yıllığı*. (1973). Ankara: MEB Halk Eğitimi Genel Müdürlüğü
- Halkevleri Çalışma Talimatnamesi*. (1940). Ankara.
- Halkevleri Niçin Açıldı, Neler Yapacak? Reşit Galip Bey'in Ankara Halkevinin Açılma Merasiminde Söylediği Nutuk. (22.2.1932). *Cumhuriyet*.
- Halkevleri. (1938). *Ülkü*, XIII/69. Ankara.
- İhsanoğlu, E. (1993). Cem'iyet-i İlmiye-i Osmâniye , *TDV İslam Ansiklopedisi*, 7.
- İhsanoğlu, E. (1994). Cemiyet-i İlmiye-i Osmaniye'nin Kuruluş ve Faaliyetleri, *X. Türk Tarih Kongresi'nden Ayırbaşım*, Ankara.
- İhsanoğlu, E.(1987). Osmanlı İlmi ve Meslekî Cemiyetleri, *1. Milli Türk Bilim Tarihi Sempozyumu*, İstanbul.
- İlgürel M.(1981). Millet Mektepleri, *Doğumunun 100. Yılında Atatürk'e Armağan*, İstanbul.
- İnan, A. (1981). *Atatürk Hakkında Hatıra ve Belgeler*, Ankara.
- Kansu, M.M. (1986). *Erzurum'dan Ölümüne Kadar Atatürk'le Beraber*, Ankara: MEB

- Karaer, İ. (1992). *Türk Ocakları (1912–1931)*, Ankara: Türk Yurdu Neşriyat
- Karadağ, N. (1989). Halkevleri Oyun Dağarcığı: 1932-1951, *Erdem*, 5/13.
- Kaskatı, A.N. (19.08.1948). İvan Manolof’tan: Selanik’te Atatürk’e Ait Bir Hatıra, *Cumhuriyet*.
- Kongar, E. (1981). *Atatürk ve Devrim Kuramları*, Ankara.
- Korkmaz, Z. (1992). *Atatürk ve Türk Dili Belgeler*, Ankara: TDK
- Köni, Y.K (1937). Halkevinin Yıldönümü, *Görüşler*, 1/1.
- Kurt, İ. (2000). *Yetişkin Eğitimi*, Ankara.
- Latin Hurufatı Kabul Edemeyiz, (5.3.1339). *Hâkimiyet-i Millîye*.
- Maarif 1937-1938 İstatistiği*. (1939). İstanbul: Başvekâlet İstatistik Umum Müdürlüğü.
- Milli Şef İsmet İnönü’nün Üç Söylevi. (1942). *Söylevler 1932-1941*, Ankara.
- San, İ. (1989). Tiyatro ve Halk Eğitimi, Ankara *Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 5/3.
- Sarınay, Y. (2005). *Türk Milliyetçiliğinin Tarihi Gelişimi ve Türk Ocakları*, İstanbul: Ötüken Yayınları
- Şahbaz, N. Kemal ve Bağcı H. (2008). Halka Okuma Yazma Öğretmede İlk Önemli Kurum: Cemiyet-i Tedrisiye-i İslamiye ve Yayınları, *Ege Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9/1.
- Şimşek, A. (1986). Türkiye’de Uzaktan Eğitimin Tarihsel Gelişimi, *Çağdaş Eğitim Dergisi*, 108.
- TC. Resmi Gazete*. (24.11.1928).
- Türk Ocağı Nizamname-i Esas ve Dâhiliyesi*, (1328) İstanbul.
- TBMM Zabıt Ceridesi. (24.II.1954). *Kırk dokuzuncu İnikat*.
- TBMM Zabıt Ceridesi. (25.2.1340). *Yüz Onbirinci İçtima*.
- TBMM Zabıt Ceridesi. (7.3.1341). *Yetmiş Birinci İçtima*.
- TBMM Zabıt Ceridesi. (1.11.1928). *Birinci İnikat*.
- TBMM Tutanak Dergisi. (5.VI.1946). *Elli dokuzuncu birleşim*.
- TBMM Zabıt Ceridesi. (25.VI.1932). *Yetmişinci İnikat*
- TBMM Zabıt Ceridesi. (4.3.1929). *Kırkuncu İnikat*.
- TBMM Zabıt Ceridesi. (1.11.1929). *Birinci İnikat*.
- TBMM Tutanak Dergisi. (6.VIII.1951). *Yüz dokuzuncu Birleşim*.
- TBMM Tutanak Dergisi. (20.XII.1948). *Yirmi birinci Birleşim*.
- Tekinsoy, B. (2022). Halk Eğitiminin Taşra Uygulamalarına Bir Örnek: Çorum Halkevi Halk Dershaneleri ve Kurslar Şubesinin Faaliyetleri, *ASOBİD*, 12.
- Tongul, N. (2004). Harf İnkılabı, *Atatürk Yolu*, 53/54

- Tuğrul, M. (1945). Halkevleri ve Köycülük, *Ülkü*, 7/79.
- Türk, H.S.(1968). Niçin Halk Eğitimi?, *Ankara Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1/1-4
- Türkmen, İ. (2013). *Kastamonu Halkevi ve Türkiye'nin Modernleşme Sürecine Katkıları (1932-1951)*. Ankara: Berikan Yayınevi
- Öner, M. (1999). Türkiye Cumhuriyeti'nin Dil Politikaları Üzerine Bir Değerlendirme, *Atatürk'ün Harf Devrimi ve Türk Dünyası'na Yansımaları Sempozyumu*, Trabzon.
- Ünal, K.(1940). Halkevlerinin Çalışmasında Bazı Yeni Esaslar, *Ülkü*, 16/92
- Ünaydın, R.E. (1954). *Atatürk Tarih ve Dil Kurumları-Hatıralar*, Ankara: TDK
- Yeşilkaya, N.G. (2003). *Halkevleri: İdeoloji ve Mimarlık*, İstanbul: İletişim Yay.
- Yılmaz, M.S (2009). *Harf İnkılabı ve Millet Mektepleri, 1928-1935 Kastamonu Örneği*, Ankara: Berikan Yay.
- Yüceer, S. (2002). Türkiye'nin Aydınlanma Sürecinde Bir Kültür Devrimi Millet Mektepleri, *Atatürkçü Bakış*, 1/1.

Sağlık Teorisi (Affordance Theory) ve Mobil Cihazların Eğitimsel Sağlığı¹

Tuğba Mutlu²

Özet

Teknolojiden, özellikle de giderek küçülen, hafifleyen ancak fonksiyonel olarak sürekli gelişen mobil teknolojilerden bağımsız bir hayat düşünmek neredeyse imkansız bir hal almıştır. Hayatımızın her alanına giren bu cihazların eğitim amaçlı kullanımına yönelik çabalar da devam etmektedir. Mobil teknolojilerin eğitim için sunduğu ya da sunabileceği faydalar ve tehditler halen araştırmaya açık bir çalışma sahasıdır. Bu bağlamda, bu bölümde mobil cihazların eğitsel faaliyetler için sunabileceği olumlu ya da olumsuz tüm olanakları bir çatı altında açıklayabilmek için Sağlık Teorisinden (Affordance Theory) faydalanılmıştır. En genel tanımıyla sağlık, bir nesnenin algılanan ya da gerçek özelliklerinin bir canlıya sunduğu olanaklar olarak tanımlanabilir. Ancak alanyazında sağlığa ait farklı isimler ve tanımlamalar mevcuttur. Bu bölümde öncelikle sağlık teorisi ve bu teorinin farklı tanımları sunulmuş, daha sonra teorinin mobil teknolojilerin eğitsel sağlıklarını belirlemede ve açıklamadaki yerinden bahsedilerek literatürde en çok alıntılanan çalışmaların küçük bir derlemesi bir zaman akışı içerisinde sunulmuştur.

Giriş

Teknoloji; çalışma, dinlenme ve sosyalleşme şeklimizin merkezi bir parçası haline gelmiş ve hayatımızda yadsınamaz bir yer edinmiştir. Zaman içerisinde popüler olan bazı teknolojiler hayatımızda kalıcı olurken, diğerleri kısa ömürlü trendler şeklinde varlığını yitirmiştir. Mobil cihazlar sağladıkları pek çok avantaj sayesinde kalıcı olduklarını kanıtlamış ve ilk üretimlerinden itibaren sürekli bir değişim halinde olmuşlardır. Teknolojideki ilerlemelerle birlikte kişisel mobil cihazlar artık neredeyse masaüstü bilgisayarlar kadar

- 1 Bu bölümün yazarın “Understanding Students’ and Teachers’ Approaches to Tablet Use in Turkish Secondary Schools: A Model-Based Approach” başlıklı doktora tezinden üretilmiştir.
- 2 Dr. Öğr. Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, tugba.mutlu@bozok.edu.tr, Orcid Id: 0000-0001-6928-6658.

güvenilir oldukları olgun bir duruma ulaşarak hayatımızın hemen her alanında yer almaya başlamışlardır. (Traxler, 2008; Bouchrika, 2023). Kaçınılmaz olarak teknoloji, ilk bilgisayarların icadından günümüzün çok yönlü mobil cihazlarına kadar her zaman eğitimin bir parçası olmuştur. Bu cihazların eğitimsel fonksiyonları ve gerçekten faydalı olup olmadıkları konusu alanyazında sıklıkla tartışılrsa da günümüzde teknolojiden bağımsız bir eğitim sistemi düşünmek pek mümkün değildir. Traxler (2008), teknolojinin eğitimde her zaman ‘parazit’ olduğunu; doğrudan eğitim için tasarlanmadığını ancak eğitim için uyarlandığını savunmaktadır. Yine de giderek artan sayıda kuruluş ve hükümet, eğitimi desteklemek ya da geliştirmek umuduyla bir tür mobil teknolojiye yatırım yapmaktadır (Crook, 2012). Ülkemizde hayata geçirilen Fatih Projesi de bu çabanın bir ürünüdür.

Mobil cihazlar taşınabilirlikleri, hafiflikleri, ekranı yönlendirme esneklikleri, içerik hassasiyetleri, çevrimiçi kaynaklara anında erişim sağlama potansiyelleri, kişiselleştirilmiş ve etkileşimli öğrenme deneyimleri yaratma becerileri ve nispeten düşük maliyetleri nedeniyle eğitimcilerin ve araştırmacıların büyük ilgisini çekmiştir (Song, 2011; Klopfer, Squire & Jenkins, 2002; Goundar, 2011). Tüm bu özellikler, mobil cihazların günümüz öğrencilerinin farklı ihtiyaç ve gereksinimlerine uyum sağlamasına olanak tanımaktadır. Ancak, mobil cihazların eğitim için sunduğu potansiyel fırsatlar ve tehditler araştırma camiasını ikiye bölmüştür. Cobcroft, Towers, Smith ve Bruns (2006) mobil öğrenmenin aslında eğitimin kalitesini artırmaya ve daha kişiselleştirilmiş öğrenme faaliyetleri sağlamaya yardımcı olabileceğini savunurken, mobil öğrenmenin ana savunucularından biri olan Traxler (2011), mobil cihazların hayatımızda nasıl ve nerede fark yarattığı hakkında kapsamlı araştırmalar yapmıştır. Traxler’a göre mobil cihazlar durumlu öğrenme, otantik öğrenme, bağlam farkındalıklı öğrenme, kişiselleştirilmiş ve oyun temelli öğrenme gibi pek çok öğrenme modelini destekleyerek öğrenmeyi zaman ve mekandan bağımsız ve sürekli hale getirmektedir. Sharples ve Pea (2014) Traxler’ın görüşünü paylaşmakta ve mobil cihazların “zaman ve mekân arasında bağlantı kurarak kişisel öğrenmeyi geliştirdiğini” savunmaktadır (s.501). Savill-Smith, Attewell & Stead (2006) de mobil öğrenmenin öğrenme faaliyetlerinde çeşitlilik sağlayabileceğini ve böylece öğrenme deneyimini destekleyebileceğini öne sürerken Elias (2011) ve Crescente & Lee (2011) mobil öğrenmenin daha zengin öğrenme deneyimleri sağlama ve okuryazarlık ve aritmetik becerilerini geliştirmeye yardımcı olma potansiyeline sahip olduğunu savunmaktadır. Mobil teknoloji girişimlerinden olumlu sonuçlar alındığını bildiren pek çok çalışma alanyazında mevcuttur.

Öte yandan, şüpheciler eğitimde mobil cihaz kullanımının sorgulanmadan ve sorunsuz bir şekilde teşvik edilmesini eleştirmiş ve destekçiler tarafından yaratılan ‘güçlendirici söylemlere’ (Wright & Parchoma, 2011) ve ‘kaçınılmazlık hissine’ (Hammond, 2013) meydan okumuştur. Player-Koro (2013), yeni teknolojilerin sunabileceği potansiyellere duyulan ‘naif inancın’ aksine, BİT (Bilgi ve İletişim Teknolojileri) ‘in eğitimi değiştirmedini’ ya da politika yapımcıların ve araştırmaların öngördüğü kadar sorunlarını çözmediğini savunmuştur. Benzer şekilde Selwyn ve Facer (2014), “Kullanılan teknolojilerin çeşitliliği ve karmaşıklığına rağmen, ‘dijital’ artık eğitim ortamlarının beklenen ancak büyük ölçüde dikkat çekmeyen bir özelliğidir” (s.2) şeklindeki yaklaşımlarıyla dijitalin eğitimde yer almasının eğitim faaliyetlerine kayda değer bir katkısı olmadığını savunmuşlardır.

Eleştirilere ve araştırmalardan elde edilen farklı sonuçlara rağmen, mobil cihazlar eğitim kurumları tarafından talep görmektedir. Horizon Raporu, 2011 yılında mobil cihazları “önümüzdeki on iki ay içinde kurumlar için ana akıma girme ihtimali olan” yeni teknolojilerden biri olarak tanımlamıştır (Johnson, Smith, Willis, Levine & Haywood, 2011, s.5) ve bu eğilim günümüzde halen devam etmektedir. Bu çalışma her ne kadar mobil teknolojilerin eğitim boyutuna odaklansa da, günlük ve kurumsal yaşamdaki yerleride yadsınamaz. Bu nedenle, her bir sektör için mobil teknolojilerin sunabileceği olanakları ya da başka bir deyişle sağlıklarını (affordance) ele almak hem araştırmacılar hem de uygulayıcılar için faydalı bilgiler sağlayabilir. Bu bölüm, mobil teknolojilerin eğitim için potansiyel sağlıklarını tanımlamayı ve açıklamayı amaçlamaktadır.

1. Sağlıklar Teorisi (Affordance Theory)

Hızla artan mobil teknoloji seçenekleri ve bu yeni cihazlara yönelik artan talep, bu teknolojilerin eğitsel sağlıklarının araştırılması ihtiyacını doğurmuştur. İngilizce ‘affordance’ kelimesinden dilimize ‘sağlıklar’, ‘karşılama’, ‘elverme’, ‘olanaklılık’ ya da ‘sağlanan olanak’ (Mumcu, Düzenli ve Eren, 2019; Elçioğlu ve Bayrakçı, 2009) olarak çevirilen kavram ağırlıklı olarak tasarım ya da insan bilgisayar etkileşimi gibi alanlarda kullanılmakla birlikte, bir nesnenin algılanan ya da gerçek özelliklerinin bir kullanıcıya sunduğu olanaklar olarak tanımlanabilir. Bu yönüyle bakıldığında sağlıklar teorisini sadece belirli disiplinlerin kullanıma açık olarak düşünmemek gerekir. Zira her ne kadar ağırlıklı olarak bahsi geçen alanlarda kullanılsa da, teoriyi ilk ortaya atan Gibson bir ekolojik psikologdur. Sağlıklar terimi ilk olarak Gibson (1977) tarafından ortaya atılmış ve BİT’in yanı sıra çeşitli disiplinlerdeki araştırmacıların ilgisini çekmiştir. Gibson (1979) bir sağlıklar şu şekilde tanımlamaktadır:

...çevre canlıya ne sunar, iyi ya da kötü ne sağlar ya da verir...Bu teoriyle (affordance), mevcut hiçbir terimin yapmadığı bir şekilde hem çevreye hem de canlıya atıfta bulunan bir şeyi kastediyorum. Bu teori canlı ve çevrenin birbirini tamamlayıcılığına vurgu yapmaktadır (s.127).

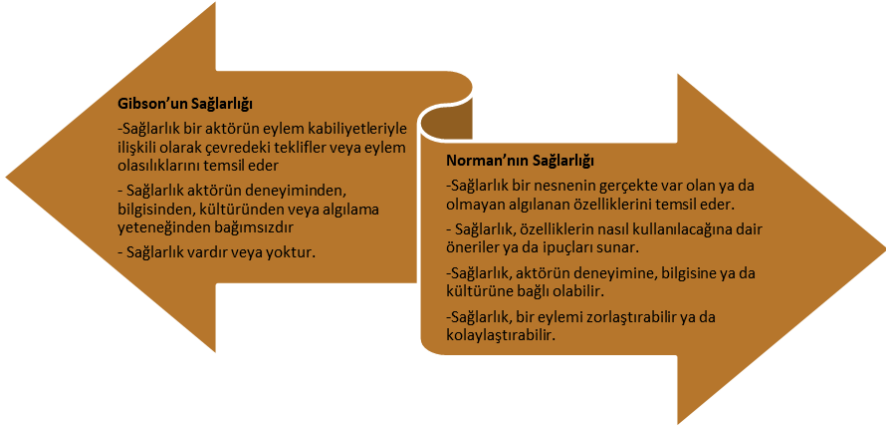
Gibson, ekolojik psikoloji olarak tanıttığı görsel algı konusunda uzmanlaşmış bir psikologdu. 'Affordance' terimini ilk kez 'The Theory of Affordances' adlı çalışmasında kullanmış ve 'The Ecological Approach to Visual Perception' adlı kitabında bu kavramı derinlemesine incelemiştir. Odak noktası ekolojik konular olduğu için, sağlarlık tanımı canlılar ve çevre arasındaki ilişki etrafında şekillenmiştir. Daha sonra araştırmacılar sağlarlık kavramını diğer alanlarda bir metafor olarak kullanmışlardır. Gibson'ın sağlarlık kavramının üç temel özelliği vardır: bir sağlarlığın varlığı aktörün eylem yeteneklerine bağlıdır; bir sağlarlık aktörün onu algılama yeteneğinden bağımsız olarak vardır; bir sağlarlık ya vardır ya da yoktur ve aktörün ihtiyaç ve hedeflerine göre değişmez (McGrenere & Ho, 2000).

Daha sonra Norman (1988) 'The Psychology of Everyday Things' (Gündelik Şeylerin Psikolojisi) adlı kitabında İnsan Bilgisayar Etkileşimi (HCI) alanı için sağlarlığı yeniden tanımlamış ve tanımına 'algıyı' da dahil ederek farklı bir anlam kazandırmıştır. Böylece Norman, Gibson'ın nesnel 'gerçek sağlarlık' tanımından 'algılanan sağlarlık' tanımına geçmiş ve Gibson'ın kavramında açıkça reddedilen öznel yorumlama ve zihinsel aktiviteyi de kavrama dahil etmiştir (Wright & Parchoma, 2011). Norman'a göre sağlarlık bir aktörün- bu bir insan, hayvan veya makine olabilir- bir nesneyle nasıl etkileşime girebileceğine dair mevcut olasılıkları temsil eder. Ünlü kitabı Gündelik Şeylerin Psikolojisi'nde şöyle bahseder:

...sağlarlık, bir nesnenin gerçek veya algılanan özelliklerine, en başta da o nesnenin nasıl kullanılabileceğini belirleyen temel özelliklere atıfta bulunur. Bir sandalye destek sağlar ("içindir") ve bu nedenle oturmaya olanak tanır (1988, s.9).

Norman'ın tanımı bazı alanlarda, özellikle tasarım ve İnsan Bilgisayar Etkileşimi alanlarında fikrin orijinal sahibi olan Gibson'un tanımından daha fazla kabul görmüştür. McGrenere & Ho (2000, s.3) bu benzer ancak farklı sağlarlık kavramlarını aşağıdaki şekilde karşılaştırmaktadır;

Şekil 1: Gibson ve Norman'ın Sağlarlık Teorisi Karşılaştırılması



2. Mobil Cihazların Eğitsel Sağlarlığı

Farklı disiplinlerdeki farklı kullanımları nedeniyle, sağlarlık kavramına ait tanımlar literatürde çeşitlilik göstermektedir. “Açıka ifade edilen merkezi önemine rağmen, sağlarlık ile tam olarak neyin kastedildiği konusunda önemli bir belirsizlik bulunmaktadır” (Stoffregen, 2003, s.115). McGrenere & Ho (2000) sağlarlık kavramının iyi anlaşılmadığını savunurken, Wright & Parchoma (2011) ‘sağlarlık’ teriminin eleştirel olmayan bir şekilde benimsenmesini ve kullanılmasını eleştirmektedir. Bununla birlikte, sağlarlık fikri henüz ülkemizde yapılan akademik ya da sektör araştırmalarında popülerlik kazanmamış olsa da, dünyada yapılan araştırmalarda eğitimde, özellikle de mobil cihazların olası eğitsel sağlarlıklarının incelenmesi ve tanımlanmasında giderek daha yaygın biçimde kullanılmaktadır. Boyle & Cook (2004) ve Oliver (2005), Gibson’ın sağlarlık kavramını pozitivist, materyalist, sosyal olmayan ve yapılandırmacı olmayan bir kavram olarak eleştirirken, eğitimcilerin değer vereceği algı gibi değerleri göz ardı ettiğini iddia etmektedir. Aynı anlatılar Norman’ın kavramını da Gibson’ınki kadar sorunlu olduğu için eleştirmektedir. Tartışmanın yakın gelecekte bir sonuca ulaşması pek olası görünmesede kavramın kendisi eğitsel anlamda doğru yorumlandığında yararlı olabilir.

Hammond (2010) sağlarlığı “bir organizma ile organizmanın ihtiyaçlarına göre algılanan bir nesne arasındaki ilişki” (s.1) olarak tanımlamıştır. Dolayısıyla, sağlarlığı mümkün kılan yalnızca bir nesnenin özellikleri değil, nesne ile belirli ihtiyaçları, algısı, geçmişi vb. olan bir aktör arasındaki ilişkidir ve bunların tümü aktörün sağlarlığı algılamasına yardımcı

olur. Sağlarlık aktörün ihtiyaçlarına göre algılandığından, bir nesnenin sağlarlıkları her aktör için farklı olabilir. Bu nedenle, BİT'e ilişkin sağlarlık kavramı *‘öğrenenin ihtiyaçları doğrultusunda belirli bir teknoloji kullanılarak gerçekleştirilebilecek olası öğrenme/öğretme eylemleri’* olarak yorumlanabilir. Yani, eğitimsel açıdan ele alındığında bilgi ve iletişim teknolojileri tarafından sağlanan olanaklar, ‘bir teknolojinin fonksiyonları’ ile ‘öğrenenin yetenekleri’ arasındaki çift yönlü ilişkiler (Hammond, 2010; Song & Fox, 2008) olarak yorumlanabilir ve aynı teknoloji farklı öğrenenlere ihtiyaçlarına bağlı olarak farklı öğrenme eylemleri sağlayabilir (Hammond, 2010).

Mobil teknolojilerin eğitsel olanaklarını belirlemek için çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Şekil 2, mobil teknolojilerin literatürde belirtilen eğitsel sağlarlığının bir zaman çizelgesindeki hızlı bir görüntüsünü ve Tablo 1 bu çalışmaların bir özetini sunmaktadır. Bu bilgiler, mobil teknolojilerin eğitsel olanaklarına ilişkin en çok atıfta bulunulan makalelerin küçük ölçekli bir literatür taramasından elde edilmiştir. Kress (2010), BİT'lerin sağlarlıklarını anlamının, sundukları ve sunmadıkları süreçleri ve becerileri aydınlatmamıza yardımcı olacağını; dolayısıyla, okullarda benimsenmelerini veya reddedilmelerini anlamada daha sağlam bir zemin sağlayacağını savunmaktadır. Bu nedenle, Şekil 2 ve Tablo 1'de görselleştirilen bilgiler, geçmişten günümüze mobil cihazların eğitim olanakları hakkında hızlı bir bilgi kaynağı sağlamaktadır.

Şakil 2: Literatürde tanımlandığı şekliyle mobil teknolojilerin eğitsel sağlarılığı



Tablo1: Literatürde tanımlandığı şekliyle mobil teknolojilerin eğitimsel sağlıklarlığı

Çalışma	Tanımlanan Sağlıklarlık
Klopfer, Squire ve Jenkins (2002) bilgisayar simülasyonları için mobil cihazların kullanımını araştırmış ve benzersiz eğitim olanakları yaratabilecek beş özellik tanımlamıştır.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Taşınabilirlik: Cihazı her yere götürebilme 2. Sosyal Etkileşim: Veri alışverişi ve diğerleriyle işbirliği 3. Bağlam Duyarlılığı: Verilerin tam zamanında ve yerinde toplanması 4. Bağlanabilirlik: Fotoğraf, fikir ve dosya alışverişi 5. Bireysellik: Özelleştirilmiş kişisel platform
Conole ve Dyke (2004), eğitim uygulamalarını kolaylaştırmada BİT sağlıklağının etkilerini incelemiş ve bir BİT sağlıklağlıkları taksonomisi oluşturmuştur.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Erişilebilirlik: Büyük miktarda bilgiye kolay erişim 2. Değişim hızı: İletişim teknolojileri aracılığıyla hızla değişen bilgi 3. Çeşitlilik: Farklı topluluklara ve deneyimlere erişim 4. İletişim ve işbirliği: Çevrimiçi ortamlarda diyalog ve iletişim yoluyla bilgi akışı 5. Yansıtma: Yüz yüze tartışmalardan daha uzun tartışmalara katılım, arşivlenmiş materyallere erişim, yansıtma ve eleştiri potansiyeli 6. Çok modlu ve doğrusal olmayan: BİT, öğrenme için doğrusal olmayan yolların deneyimlenmesini sağlar 7. Risk, kırılabilirlik ve belirsizlik: BİT reddedilme, yanlış kullanım, suistimal, sistem hataları vb. içerebilir. 8. İvedilik: Bilgi alışverişinin hızı, diğer kullanıcılardan gelen taleplerle iş yükünü yoğunlaştırmıştır 9. Tekelleşme: Belirli ürünlerin hakimiyeti 10. Gözetim: İzleme ve takip uygulamalarının kötüye kullanımından kaynaklanan endişeler.
Patten, Arnedillo-Sanchez ve Tangey (2006), mobil cihazların eğitim sağlıklağlıklarını kategorize etmiş ve sağlıklağlık ile pedagojiyi birleştiren işlevsel bir çerçeve geliştirmiştir.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Yönetici yetkisi: bilgi depolama ve erişim sağlar 2. Referans: sözlükler, çevirmenler ve e-kitaplar gibi 'ofis tarzı' araçlara kolay erişim 3. İnteraktif: yanıt ve geri bildirim yaklaşımıyla kullanıcı katılımı sağlar 4. Microworld: gerçek dünya uygulamalarından örnekler aracılığıyla öğretim 5. Veri toplama: veri kaydı 6. Konum farkındalığı: çevre ile etkileşim 7. İşbirlikçi: işbirlikçi öğrenme ortamlarına erişim
Clough, Jones, McAndrew ve Scanlon (2007) yetişkinlerin mobil cihazları kullanarak gerçekleştirdikleri informal öğrenme faaliyetlerini araştırmıştır. Patten ve diğerlerinin (2006) çerçevesini benimsemişler ve informal mobil öğrenme için bir çerçeve oluşturmuşlardır.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Referans Faaliyetleri: E-kitaplar, sözlükler vb. referans uygulamalarının kullanımı. 2. Konum Farkındalıklı Faaliyetler: Çevre ile etkileşimi sağlayan faaliyetler. 3. Yansıtıcı Faaliyetler: Mobil cihaz deposu veya web kullanarak yerel ve küresel materyaller üzerine düşünme. 4. Veri toplama faaliyetleri: Veri kaydı için mobil cihazların kullanımı 5. Yapıcı Faaliyetler: Öğrenciler bireysel olarak veya başkalarıyla temas halinde bilgi oluşturabilir veya inşa edebilir. 6. İdari Faaliyetler: Rehber, Takvim vb. uygulamaların kullanımı.

Cheung ve Hew (2009), K-12 ve yükseköğretim ortamlarında mobil cihazlar üzerine yapılan çalışmalarda kullanılan araştırma metodolojilerini gözden geçirmiş ve el cihazlarının kullanımlarını kategorize etmiştir.

1. **Multimedya erişim aracı:** E-kitaplar, web sayfaları ve veritabanları gibi multimedya kaynaklarına erişim.
2. **İletişim aracı:** Bilgi iletmek için mobil cihazların kullanılması.
3. **Kayıt aracı:** Veri ve medya yakalamak için cihazların kullanılması.
4. **Temsili araç:** Düşünce, fikir, deneyim ve bilgiyi temsil etmek için cihazların kullanılması.
5. **Analitik araç:** Grafik hesap makineleri gibi veri veya değişkenleri manipüle etmek için cihazların kullanılması.
6. **Değerlendirme aracı:** Öğrencilerin sınav sorularını, testleri veya kısa sınavları cevaplamaları için cihazların kullanılması.
7. **Görev yönetim aracı:** Cihazların takvimler, kişiler, öğrencilerin notlarının belgelenmesi veya kaydedilmesi, katılım, ev ödevi vb. bilgilerin yönetimi için kullanılması.

Liaw, Hatala ve Huang (2010) mobil öğrenme üzerine yaptıkları çalışmanın sonuçlarını rapor etmiş ve mobil cihazların eğitsel sağlıklarının beş uygulamaya ayırmıştır.

1. **Eğitim içeriği ve bilgi dağıtım uygulaması:** Mobil cihazların eğitsel bilgileri almak ve paylaşmak için bir araç olarak kullanılması.
2. **Uyarlanabilir öğrenme uygulaması:** Mobil cihazlar üzerinde uyarlanabilir öğrenme ortamlarının tasarımı ve kullanımı.
3. **Etkileşimli uygulama:** Öğrenciler ve öğretmenler arasındaki etkileşimi ve iletişimi artırmak için mobil öğrenme sistemlerinin oluşturulması.
4. **Bireysel uygulama:** Bu uygulama, kullanıcıların konum ve ihtiyaçlarına bağlı olarak bilgi ve hizmet sağlar.
5. **İşbirlikçi uygulama:** Cihazların etkileşim ve iletişim özelliklerinin yardımıyla, bu uygulama bilgi paylaşımını ve inşasını teşvik eder.

Melhuish ve Falloon (2010) mevcut literatüre dayanarak mobil cihazların beş ana sağlıklarını belirlemiştir. Bu sağlıklar, ampirik bir araştırmadan ziyade teorik bir düşünce yapısının sonuçlarıdır.

1. **Taşınabilirlik:** Zaman ve mekan kısıtlaması olmadan öğrenmeye olanak sağlar.
2. **Uygun Fiyatlı ve Yaygın Erişim:** Daha fazla kullanıcının elindeki dijital cihazlarla daha fazla eşitlik ve kapsayıcılık sağlar.
3. **Yerinde, tam zamanında öğrenme:** Örgün ve yaygın öğrenme arasındaki sınırları azaltır.
4. **Bağlantı ve Yakınsama:** Artan sosyal etkileşim ve bağlanabilirlik sağlar.
5. **Bireyselleştirilmiş ve Kişiselleştirilmiş Deneyimler:** Öğrencilerin ihtiyaçlarına bağlı olarak özel öğrenme deneyimleri sağlar.

<p>Churchill, Fox ve King (2012) öğretmenlerin iPad'lerine indirdikleri uygulamalar ve bu uygulamaların kullanımı üzerine yaptıkları çalışmaya dayanarak kategoriler oluşturmuşlardır.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Üretkenlik araçları: Kelime işlem, belge açıklama, çoklu ortam oluşturma araçları. 2. Öğretim araçları: Moodle, Prezi Viewer, Clicker Scholl vb. gibi öğretimi destekleyen araçlar. 3. Not araçları: Not alma, yazma, çizme veya ses kaydı için araçlar. 4. İletişim araçları: Sosyal ağ uygulamaları, e-posta vb. gibi iletişim sağlayan araçlar. 5. Sürücüler: Dropbox, Google Drive vb. gibi buluta, ağa veya bir bilgisayara bağlanmayı sağlayan araçlar. 6. Blog araçları: Uygun blog yazmaya izin veren uygulamalar. 7. İçerik erişim araçları: YouTube, iTunes, iBook vb. gibi e-kitaplar, multimedya materyalleri ve video erişim araçları gibi araçlar.
<p>Cochrane, Narayan ve OldFiled (2013), önceki mobil öğrenme projelerinin pedagojik yaklaşımlar üzerindeki etkisini araştırmıştır. iPad'lerin dört pedagojik sağlarlığını tanımlamışlardır.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Medya Oluşturma ve Düzenleme: Mevcut medya oluşturma araçları aracılığıyla öğrenci merkezli içeriklerin oluşturulmasını sağlar. 2. Artırılmış Gerçeklik: Kamera ve GPS özelliklerinin kullanımı sayesinde iPad'ler haritalama, coğrafi etiketleme, navigasyon sağlar ve böylece konumlandırılmış öğrenmeyi destekler. 3. Üretkenlik: Eskiz defteri, e-Kitaplar, sunum uygulamaları, müzikal yaratıcılık uygulamaları gibi araçlarla iPad'ler öğrencilerin kendi öğrenme materyallerini üretmelerini sağlar. 4. İşbirliği: Bulut bilişim, bloglama, zihin haritalama, anket vb. aracılığıyla iPad'ler, öğrencilerin bilgi oluşturma konusunda işbirliği yapmalarını sağlar.
<p>Dlamini ve Nkambule (2020) bilgi ve iletişim teknolojilerinin eğitsel sağlarlığını inceleyerek bir gruplama yapmışlardır.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cevap verme: Eğitici ve öğrenci arasında artan etkileşim. 2. Eşitlik: bilgiye eşit erişim, gerçek zamanlı etkileşim ve bilgi akışı. 3. Veri İşleme: akıllı veri analitiği bilişsel becerileri etkileyen içgörü. 4. Podcasting: içerik bilgisi ile etkileşimi artırmak için dijital ses kaydı. 5. Sanal Bağlantı: kavramların daha iyi anlaşılması için sanal deneyler 6. Multimodal: metnin çoklu temsili, bilgi, öğrenme nesnelere, vb. 7. Entegre Yazma: kelime işlemeyi destekleyen ve geliştirmek için multimedya uygulamaları ve ekran tabanlı teknoloji kullanımı.

Sonuç

Bu bölümde, tartışmalı bir kavram olan 'sağlarlık' kavramına bilgi ve iletişim teknolojileri perspektifinden bir açıklama getirilip mobil cihazların eğitimsel sağlarlıkları küçük çaplı bir literatür taraması ile incelenmiş

ve gruplandırılmıştır. Birçok araştırmacı, çok sayıda anlamı olan doğası nedeniyle ‘sağlırlık’ kavramını kullanırken dikkatli olunmasını önermektedir, ancak net bir tanım sağlanırsa; sağlırlık kavramı, belirli bir teknolojinin belirli bir bağlamda sunabileceği olanakları anlamada yararlı olabilir. Mobil cihazların sağlırlıklarını anlamak, daha etkili ve verimli müfredat ve pedagojiler tasarlamaya yardımcı olabileceği gibi eğitsel amaçlı kullanılan mobil cihazlara karşı direnç veya reddetme riskini de en aza indirebilir.

Kaynakça

- Bouchrika, I. (2023). Mobile vs Desktop Usage Statistics for 2023. Retrieved from <https://research.com/software/mobile-vs-desktop-usage>.
- Boyle, T., & Cook, J. (2004). Discussion Understanding and using technological affordances: A commentary on Conole and Dyke. *Alt-J*, 12(3), 295–299.
- Cheung, W. S., ve Hew, K. F. (2009). A review of research methodologies used in studies on mobile handheld devices in K-12 and higher education settings. *Australasian Journal of Educational Technology*, 25(2), 153–183.
- Churchill, D., Fox, B., ve King, M. (2012). Study of Affordances of iPads and Teachers' Private Theories. *International Journal of Information and Education Technology*, 2(3), 251–254.
- Clough, G., Jones, a. C., McAndrew, P., ve Scanlon, E. (2008). Informal learning with PDAs and smartphones. *Journal of Computer Assisted Learning*, 24(5), 359–371.
- Cobcroft, R. S., Towers, S., Smith, J. ve Bruns, A. (2006) Mobile learning in review: Opportunities and challenges for learners, teachers, and institutions. In *Proceedings Online Learning and Teaching (OLT) Conference 2006*, pp. 21-30, Queensland University of Technology, Brisbane.
- Cochrane, T., Narayan, V., ve OldField, J. (2013). iPadagogy: appropriating the iPad within pedagogical contexts. *International Journal Mobile Learning and Organisation*, 7(1), 48–65.
- Conole, G., ve Dyke, M. (2004). What are the affordances of information and communication technologies? *Alt-J*, *Research in Learning Technology*, 12(2), 113–124.
- Crescente, M.L., ve Lee, D. (2011). Critical issues of M-Learning: design models, adoption processes, and future trends. *Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers* 28 (2), 111–123.
- Crook, C. (2012). The “digital native” in context: tensions associated with importing Web 2.0 practices into school contexts. *Oxford Review of Education*, 38(1),63-80.
- Dlamini, R. ve Nkambule, F. (2020). *Information and Communication Technologies' Pedagogical Affordances in Education*. In: Tatnall, A. (eds) *Encyclopedia of Education and Information Technologies*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-60013-0_216-1.
- Elçioğlu, M. ve Bayrakçı, O. (2009). Endüstri Tasarımında Karşılama Kavramı. *Tasarım+Kuram*, 5(8), 81-94.
- Elias, T. (2011). Universal Instructional Design Principles for Mobile Learning. *International Review of Research in Open and Distance Learning* 12 (2), 143–156.

- Gibson, J. (1977). The Theory of Affordances. In R. Shaw ve J.Bransford (Eds.), *Perceiving, Acting, and Knowing: Toward an ecological Psychology* (pp. 67-82). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Gibson, J.J. (1979). *The Ecological Approach to Visual Perception*. Boston: Houghton Mifflin.
- Goundar, S. (2011). What is the Potential Impact of Using Mobile Devices in Education? *SIG GlobDev*, 4(December), 1-30.
- Gray, L. 2011. Small size, big potential: Mobile learning devices in school. *CoSN Compendium*, 9(3).
- Hammond, M. (2010) What is an affordance and can it help us understand the use of ICT in education? *Education and Information Technologies*, 15(3), 205-217.
- Hammond, M. (2013). Introducing ICT in schools in England: Rationale and consequences. *British Journal of Educational Technology*, 45(2), 191-201.
- Johnson, L., Smith, R., Willis, H., Levine, A., and Haywood, K., (2011). *The 2011 Horizon Report*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Klopfer, E., Squire, K., ve Jenkins, H. (2002). Environmental Detectives: PDAs as a window into a virtual simulated world. *Proceedings - IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education, WMTE 2002* (pp. 95-98).
- Kress, G. (2010) *Multimodality: A Social Semiotic Approach to Contemporary Communication*, London: Routledge.
- Liaw, S.-S., Hatala, M., ve Huang, H.-M. (2010). Investigating acceptance toward mobile learning to assist individual knowledge management: Based on activity theory approach. *Computers ve Education*, 54(2), 446-454.
- McFarlane, A., Triggs, P. and Yee, W. 2008. Researching mobile learning: Interim report to BECTA. Retrieved from http://www.cbilt.soton.ac.uk/multimedia/PDFsMM09/mobile_learning%20research%20findings%20Becta.pdf.
- McGrenere, J. ve Ho, W. (2000). Affordances: Clarifying and Evolving a Concept. In: Proceedings of Graphics Interface 2000, Montreal, Quebec, Canada.
- Mumcu, S., Düzenli, T., Eren, E.T. (2019). Ekolojik Yaklaşimli Çevre-Davranış Araştırmalarının Konular Ve Teknikler Açısından İçerik Analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(3), 805-831.
- Mutlu, T. (2016). *Understanding Students' and Teachers' Approaches to Tablet Use in Turkish Secondary Schools: A Model Based Approach*. PhD thesis, University of Sheffield.
- Norman, D. (1988) *The Psychology of Everyday Things*. New York: Basic Books.
- Oliver, M. (2005). The Problem with Affordance. *E-Learning*, 2(4), 402-413.

- Patten, B., Arnedillo Sánchez, I., ve Tangney, B. (2006). Designing collaborative, constructionist and contextual applications for handheld devices. *Computers ve Education*, 46(3), 294–308.
- Player-Koro, C. (2013). Hype, Hope and ICT in Teacher Education: A Bernsteinian Perspective. *Learning, Media and Technology*, 38(1), 26-40.
- Savill-Smith, C., Attewell, J. ve Stead, G. (2006). Mobile learning in practice: Piloting a mobile learning teachers' toolkit in further education colleges. Retrieved September 13, 2016, from <http://gmo-enteacher.ru/materials/062526.pdf>
- Selwyn, N., ve Facer, K. (2014). The sociology of education and digital technology: Past, present and future. *Oxford Review of Education*, 40(4), 482-496.
- Sharples, M. ve Pea, R. (2014). Mobile Learning. In K. Sawyer (Ed.) *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences: Second Edition*. New York, NY: Cambridge University Press, pp. 501-521.
- Sharples, M., Lonsdale, P., Meek, J., Rudman, P., ve Vavoula, G. N. (2007). An Evaluation of MyArtSpace: A Mobile Learning Service for School Museum Trips. *Proceedings of 6th Annual Conference on Mobile Learning, mLearn 2007* (pp. 238-244).
- Song, Y. ve Fox, R. (2008). Affordances of PDAs: Undergraduate Student Perceptions. *Journal of the Research Center for Educational Technology*, 4(1), 19-38.
- Song, Y. (2011). Investigating Undergraduate Student Mobile Device Use in Context. In A. Kitchenham (Ed.), *Models for Interdisciplinary Mobile Learning: Delivering Information to Students* (pp. 120-136). Hershey, PA: Information Science Reference.
- Stoffregen, T. A., (2003). Affordances as properties of the animal-environment system, *Ecological Psychology*, 15(2): 115-34.
- Traxler, J. (2008). Learning in a Mobile Age. *International Journal of Mobile and Blended Learning*, 1(1), 1-12.
- Traxler, J. (2011). Introduction. In J. Traxler ve J. Wishart (Eds.), *Making Mobile Learning Work: Case studies of practice* (pp. 4-12). The Higher Education Academy.
- Valdivia, R., ve Nussbaum, M. (2007). Face-to-Face Collaborative Learning in Computer Science Classes. *International Journal of Engineering Education*, 23(3), 434-440.
- Wallace, P. (2011). M-learning: Promises, perils, and challenges for K-12 education. *New Horizons for Learning*, 4(1).
- Wright, S., ve Parchoma, G. (2011). Technologies for learning? An actor-network theory critique of “affordances” in research on mobile learning. *Research in Learning Technology*, 19(3), 247–258.

Eğitimde Güncel Araştırmalar - VI

Editr
Doç. Dr. nder Baltacı

 **ZGR**
YAYINLARI

ISBN 978-975-447-838-9

9 789754 478389