RELATIONSHIP BETWEEN MULTIMODAL PARENTAL INPUT AND MATHEMATICAL SKILLS OF PRESCHOOLERS

A THESIS SUBMITTED TO
THE GRADUATE SCHOOL OF SOCIAL SCIENCES
OF
MIDDLE EAST TECHNICAL UNIVERSITY

BY

TUĞÇE YALÇINKAYA

IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN
THE DEPARTMENT OF PSYCHOLOGY

JANUARY 2026

Approval of the thesis:

RELATIONSHIP BETWEEN MULTIMODAL PARENTAL INPUT AND MATHEMATICAL SKILLS OF PRESCHOOLERS

submitted by **TUĞÇE YALÇINKAYA** in partial fulfillment of the requirements for the degree of **Master of Science in Psychology, the Graduate School of Social Sciences of Middle East Technical University** by,

Prof. Dr. Sadettin KİRAZCI
Dean
Graduate School of Social Sciences

Prof. Dr. Bengi ÖNER ÖZKAN
Head of Department
Department of Psychology

Assist. Prof. Dr. Dilay Zeynep KARADÖLLER ASTARLIOĞLU
Supervisor
Department of Psychology

Examining Committee Members:

Assist. Prof. Dr. Zeynep Müberra SUATA (Head of the Examining Committee)
Middle East Technical University
Department of Psychology

Assist. Prof. Dr. Dilay Zeynep KARADÖLLER ASTARLIOĞLU (Supervisor)
Middle East Technical University
Department of Psychology

Prof. Dr. Tilbe GÖKSUN
Koç University
Department of Psychology

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Name, Last Name: Tuğçe YALÇINKAYA

Signature:

ABSTRACT

RELATIONSHIP BETWEEN MULTIMODAL PARENTAL INPUT AND MATHEMATICAL SKILLS OF PRESCHOOLERS

YALÇINKAYA, Tuğçe

M.S., The Department of Psychology

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Dilay Zeynep KARADÖLLER ASTARLIOĞLU

January 2026, 68 pages

Mathematical skills are crucial domains of children's development, and parental input supports this development through activities, such as play and book reading. Gestures may further enrich this input by providing multimodal support. In this study, we adopted a comprehensive approach to examine whether parental math input during book reading is related to parents' own tendency to provide math input, the extent to which the book reading materials cue parents to produce math input, and preschool-aged children's mathematical skills. Mother–child dyads (N = 73) engaged in a semi-structured play session and a book reading session that included one of the three conditions (fingers, dots, neutral). Parental speech-only and multimodal inputs were coded in both contexts, and children's mathematical skills in multiple domains. Parental math input did not differ across dyads during the play session, which preceded random assignment to book reading conditions. In contrast, parental input differed systematically across book reading conditions: parents provided more speech-only math input when reading the dots book and more multimodal math input when reading the fingers book compared to the neutral book. Multimodal math input during play significantly predicted multimodal input during book reading, indicating stability in parents' use of gestures across activities. Children's mathematical performance was largely unrelated to parental input, with the exception of symbolic comparison skill in large distance trials, which was associated with multimodal input. Overall, parental math input appears to be shaped primarily by contextual cues and parents' own input tendencies rather than by children's mathematical skill levels.

Keywords: mathematical skills, parental input, gestures, book reading, semi-structured play

ÖZ

MULTİMODEL EBEVEYN GİRDİSİ VE OKUL ÖNCESİ ÇOCUKLARININ MATEMATİK BECERİSİ ARASINDAKİ İLİŞKİ

YALÇINKAYA, Tuğçe
Yüksek Lisans, Psikoloji Bölümü
Tez Yöneticisi: Dr. Öğr. Üyesi Dilay Zeynep KARADÖLLER ASTARLIOĞLU

Ocak 2026, 68 sayfa

Matematik becerileri çocukların gelişimindeki kritik alanlardandır ve ebeveyn girdisi bu gelişimi oyun ve kitap okuma gibi etkinliklerle destekler. Jestler, multimodel destek sağlayarak bu girdiyi daha da zenginleştirebilir. Bu çalışmada, ebeveynlerin kitap okuma sırasındaki matematik girdisinin; ebeveynlerin kendi matematik girdisi sağlama eğilimleri, kitap okuma materyallerinin ebeveynleri matematik girdisi üretmeye ne kadar yönlendirdiği ve okul öncesi çocuklarının matematik becerileriyle ilgili olup olmadığını inceleyen kapsamlı bir yaklaşım benimsenmiştir. Anne-çocuk ikilileri yarı yapılandırılmış bir oyun oturumu ve üç koşuldan birini (parmaklar, noktalar, nötr) içeren bir kitap okuma oturumu yaptılar. Ebeveynlerin yalnızca konuşma ve multimodel girdileri her iki bağlamda ve çocukların birçok alandaki matematik becerileri kodlandı. Rastgele atanan kitap okuma koşullarından önce gerçekleşen oyun oturumunda, ebeveyn matematik girdisi anne-çocuk ikilileri arasında farklılık göstermedi. Buna karşılık, ebeveyn girdisi kitap okuma koşulları arasında sistematik olarak farklılık gösterdi: Ebeveynler nötr kitaba kıyasla noktalar kitabını okurken daha fazla yalnızca konuşma matematik girdisi ve parmaklar kitabını okurken daha çok multimodel matematik girdisi sağladı. Oyun sırasındaki multimodel

matematik girdisi, kitap okuma sırasındaki multimodel girdiyi anlamlı şekilde öngördü, bu da ebeveynlerin jestleri etkinlikler arasında istikrarlı şekilde kullandığını gösterdi. Çocukların matematik performansı ebeveyn girdileriyle büyük ölçüde ilgisizdi, yalnızca büyük sayısal mesafeli sembolik karşılaştırma becerisinin multimodel girdiyle ilişkisi görüldü. Genel olarak, ebeveyn matematik girdisinin çocukların matematik beceri seviyelerinden ziyade öncelikle bağlamsal ipuçları ve ebeveynlerin kendi girdi eğilimleriyle şekillendiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: matematik becerileri, ebeveyn girdisi, jestler, kitap okuma, yarı yapılandırılmış oyun

To my family

ACKNOWLEDGMENTS

I would like to start by expressing my sincere gratitude to my supervisor, Assist. Prof. Dr. Dilay Z. Karadöller Astarlıoğlu. Her guidance, patience and support throughout the process of this thesis brought this work to life. She demonstrated to me what a researcher should be like, and I felt very lucky to have her by my side as a supervisor for the entire time.

I would also like to thank Assist. Prof. Dr. Zeynep M. Suata and Prof. Dr. Tilbe Göksun for taking part in my thesis examining committee, and for their great contributions to my thesis. Their input not only helped this work but also helped me as a researcher for a lifetime.

I would like to thank TÜBİTAK (The Scientific and Technological Research Council of Türkiye) for their financial support for the preparation of this thesis, through BİDEB (Directorate of Science Fellowship and Grant Programs) 2210-A National MSc/MA Scholarship Program.

I would like to thank the families who participated in this study. They were very generous to welcome us in their houses and help me to contribute to science through this project. Without them, none of this could have happened. I would also thank everyone who assisted me through recruitment of the participants and data collection process. It was a pleasure to work with all of them.

I would also thank our lab, Multimodal Language and Cognitive Development Lab, and all the members for their endless support and feedbacks for my thesis. I specifically thank Ayça Yaman, Aslı Bilge Kılınç, Dilge Güren, Süheyla Ülker, Sümeyye Eda Sırmalı and Şuheda Şalışlıoğlu for their assistance in coding process of data. I am grateful for the opportunity to work with them.

I would also like to thank my friends. Some I have met before, some I met during graduate school, and some I even met this year… Regardless, I have received nothing but love and support. With their presence, motivational words, and sometimes pushing me to work harder, I was able to complete this chapter of my life. I just hope to take them with me to the next one.

Last but not least, I would like to thank my dearest family for my whole life. My mom, Feray Yalçınkaya, and my dad, Ali Tuğrul Yalçınkaya, they gave me their everything and made me the person I am today. From day one of this journey to the end, they motivated me to do better. I heard and felt their support on our everyday phone calls. Apparently, it was not enough for them, they even tried to find me participants among our neighbors in the playground once. I cannot thank enough but I will always try to reciprocate the love that they make me feel. And of course, my little brother (who is not so little anymore), Tuğberk Yalçınkaya, even his existence is enough for me to feel better and try more; nonetheless, he was always there for me with his mind, ideas, love, and simply, companionship. I know there is at least one person in this world who will always understand me. I am glad he exists and I am lucky to know him.

I would like to thank everyone who was patient with me during this long process. I know everyone who I encountered in life taught me something and made me who I am today; hence, they contributed to this thesis. I am grateful. Apparently, it does take a village to raise a child, and I hope this “child”, aka my thesis will contribute to science.

TABLE OF CONTENTS

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

CHAPTER 1

INTRODUCTION

Mathematical skills constitute a core domain of children's development. From early in life, children encounter numerous opportunities to engage with numeracy and mathematical concepts, many of which arise in the home environment through parental input (see Anderson et al., 2005; Uscianowski et al., 2020). Such input can be provided through speech alone or in multimodal forms that combine speech with co-speech gestures, thereby offering visual representations of mathematical concepts (Karadöller et al., 2025a). Despite the recognized importance of parental math input, relatively few studies have examined its relation to children's mathematical development (e.g., Brooks et al., 2018; Cook et al., 2017), and even fewer have focused on the specific role of gestures in this relationship, although gestures have been shown to constitute a dominant modality of parental input (Karadöller et al., 2025a). In the present study, we adopted a comprehensive approach to examine whether parental math input during book reading is related to preschool-aged children's mathematical skills, parents' own tendency to provide math input, and the extent to which the book reading materials cue parents to produce math input. To do so, we investigated speech-only and multimodal (speech plus gestures) parental math input across three book reading conditions (gestural ✌ visual cue, abstract  visual cue, and no cue), parental math input during a semi-structured play session, as well as mathematical skills of preschool children across several domains.

1.1. Math Development

Mathematical ability is often attributed to the skills that children gain during their school-age years. However, children show awareness of numbers in non-verbal tasks, and they are also exposed to several number-related input through gestures, spoken or signed numbers from an early age (Barner et al., 2025). Mathematical ability in preschool years is significantly associated with the mathematical achievements in subsequent years (e.g., Watts et al., 2014). For instance, “number sense” is one of the attributes that children possess from early years (see Dehaene, 2011), and it develops gradually over the preschool and school years (Yılmaz, 2017). It refers to understanding the approximate numerical value of the objects or estimating the fewness and plentifulness of two values without counting. Number sense is one of the key concepts that facilitates children’s mathematical achievement in school (Whitacre et al., 2020). Kirkland et al. (2024) found in their longitudinal study that middle school children’s mature number sense can be a basis for learning new mathematical concepts, such as fractions and decimal computation skills. Additionally, Zhang et al. (2022) investigated the non-symbolic number comparison of 6– to 11-year-old children and found that numerosity comparison is associated with mathematical computation but not with mathematical reasoning.

Researchers proposed several theories on how children develop their mathematical understanding. For example, children can “count’’ the number list up to 10 briefly after the age of 2. However, they do not know the meaning of the numbers until 4 years of age (Carey & Barner, 2019). According to the knower-level framework, children progress from being one-knowers to two-knowers, three-knowers, and four-knowers in sequence, with approximately 6-month intervals between each stage (Carey, 2009; Le Corre & Carey, 2007; Sarnecka & Lee, 2009). Children are named as *subset-knowers* in these stages. They do not know the meanings of the number words that are beyond their knower-level in these stages, even though they can match the number symbols with the equivalent set size of objects. When they become four-knowers, which occurs at around 4 years of age, they can also understand the cardinality principle. Cardinality refers to the meanings of the number words to refer to a set of objects (e.g., Carey & Barner, 2019; Mix et al., 2005), and the last counted number gives the cardinal value (Fuson, 1991). Measuring cardinality skills of children requires tasks that ask children to numerically label objects, to provide a set of objects in response to a numerical label, or to judge if the experimenter correctly matched the number words and set of objects (Barner et al., 2025; Carey & Barner, 2019; Ramani et al., 2015). Children develop the ability to match the number words and what they refer to (total number of objects) in real life around 46 months of age (Levine et al., 2010; Ramani et al., 2015).

According to the Analog Number System (ANS), understanding the cardinality and associating it with symbolic mathematical thinking, such as “representations of numerosity” (Carey & Barner, 2019), may improve children’s symbolic arithmetic performance (Hyde et al., 2014). First graders who took non-symbolic approximate numerical comparison or numerical addition tasks performed faster to complete exact symbolic addition test problems than first graders who took comparable tasks involving non-numerical magnitudes (line length addition, brightness comparison) (Hyde et al., 2014). However, less is known whether and how parental input relates to counting, cardinality, and symbolic and non-symbolic number skills of preschoolers.

1.2. Parental Math Input

Parental input is related to the development of several domains, including cognitive and conceptual understanding (see Anderson et al., 2005; Uscianowski et al., 2020). According to Ramani et al. (2015), play and other informal activities, such as book reading (Ünlütabak et al., 2022), shopping (Hanner et al., 2019; LeFevre et al., 2009), and cooking (Swirbul & Melzi, 2023), are important avenues for parents to give information to children. These activities support children’s cognitive development and conceptual understanding.

Numbers are one of the most frequently occurring topics that parents talk with their infants and toddlers during these activities (Anderson et al., 2005; Gunderson & Levine, 2011; Mix et al., 2012; Swirbul & Melzi, 2023). Parental input about numbers is related to the mathematical skills of children. “Number talk” exposure in the home environment may have a critical role in the development of counting abilities (Goldstein et al., 2016; Gunderson & Levine, 2011; LeFevre et al., 2009; Levine et al., 2010). For instance, the math knowledge and views of young children (mostly 3– to 5-year-olds) largely mirror those of their families (Swirbul & Melzi, 2023). Even during infancy, parents talk about numbers when interacting with their children. Goldstein and colleagues (2016) tested 5– to 10-month-old children and their parents on numerical input while reading both counting books and non-numerical books. Parents provided math input even to the very youngest age group. However, this input differed across groups. That is, older infants (7– to 10-month-olds) received more numerical input from their parents compared to the younger group (5– to 6-month-olds). Therefore, age is important for parental input. Parents not only differ in the frequency of math input (Durkin et al., 1986; Goldstein et al., 2016) but also in how they use number words, depending on the child's age (Ramani et al., 2015; Saxe et al., 1987). They provide a greater number of words and information on more abstract and advanced constructs (e.g., cardinality and arithmetic) to older children than younger ones.

Parental input also differs in terms of type (Karadöller et al., 2025a; Ramani et al., 2015) and modality (speech or gesture) (Cook et al., 2017; Karadöller et al., 2025a). For instance, Ramani and colleagues (2015) investigated 3– to 5-year-old children and their parents by videotaping a semi-structured play session with one of the parents. The play involved materials to elicit number talk. The findings showed that parents tended to talk about foundational concepts, such as counting and numeral identification, more frequently than advanced concepts, including ordinal relations and cardinality. Although parental input in advanced concepts was infrequent, it predicted children's advanced numerical knowledge better.

MacDonald and Murphy (2021) noted in their review that children under the age of 4 could learn and explore mathematical concepts with their parents, teachers, and independently. Even though children cannot understand cardinality well until the age of 3.5 to 4 (Carey & Barner, 2019), they can develop a more advanced understanding of cardinality as early as 3 if they are trained on it (Mix et al., 2012). On a similar vein, the amount of number talk that children receive predicts their understanding of cardinality at 46 months of age (Levine et al., 2010). Gunderson and Levine (2011) investigated parental number talk longitudinally by administering home visits over five sessions when the children were 14, 18, 22, 26, and 30 months of age, and then testing the children for cardinality skills at 46 months of age. They investigated the relationship between parental number and non-numerical talk, as well as children's cardinality skills. They tested whether children counted present and/or non-present objects (e.g., pointing to the pictures and the book and saying "one, two bees"), and whether they had cardinal values with and without present objects (e.g., "four sticks" and "Mom said four songs and we did four songs"). Their longitudinal results showed that parents who used number talk that included counting or labeling present objects related more closely to the children's development of cardinal number knowledge. Moreover, they suggested that children who received parental input about small and large numbers can learn cardinality more easily, compared to those who received only small-number input. Furthermore, LeFevre et al. (2009) tested the relationship between home math environment and the mathematical skills of kindergartners, first graders, and second graders. They found a positive relationship between children's math performance and the parents' reports of math-related activities at home.

These studies show that children receive parental math input from a very early age onwards, and this input is spontaneously multimodal. Moreover, a growing number of studies highlight the relationship between parental math input and children's later mathematical skills. However, the relationship between multimodal math input and the development of number skills in preschoolers is not well understood. It is also unknown what the extent of parents' tendency to provide speech-only or multimodal math input and whether and how the book reading materials cue them to provide such input. Furthermore, while parental input is typically examined as either a predictor or an outcome, little is known about whether and how parental input in one activity (e.g., play sessions, in speech-only and multimodal forms) is related to parental input in another activity (e.g., book reading sessions, again in speech-only and multimodal forms).

1.3. Gestures and the Development of Mathematical Skills

Children benefit from observing gestures when learning abstract concepts. Parents employ gestures during communication and activities, such as general book reading (Rowe et al., 2008; Ünlütabak et al., 2022) as well as mathematics-related book reading (Karadöller et al., 2025a). Gestures function not as non-verbal acts but as conversational instruments demonstrating thought (Kendon, 2017), providing a cognitive "window" (McNeill, 1985). Speakers accommodate gestures for listener clarity (Hilliard & Cook, 2016), and parental gestures predict child gesture use, indirectly driving vocabulary development (Rowe et al., 2008). Thus, gestures enhance communication by supporting speech and supplementing information in learning settings.

Beyond language development, research has increasingly examined the role of gestures in supporting mathematical learning, both in educational settings and in the home environment. In a classroom study, Cook et al. (2013) taught mathematical equivalence using videotaped instructions. Children (aged 7–10) were divided into two groups and received instructions in gesture and speech condition and in speech-only condition. Children in gesture and speech condition outperformed children in speech-only condition, suggesting that observing gestures during learning has a strong positive effect on math performance. Extending this work, Cook & Goldin-Meadow (2006) manipulated instruction modality in one-on-one math lessons and also experimentally controlled children's own gesture use (9– to 10-year-old). Children produced more gestures in the gesture-and-speech condition than in the speech-only condition and showed superior in solving math problems when they used gestures. More recent work has demonstrated that the role of gestures may vary across mathematical domains. Yılmaz et al. (2025) examined gesture use in 4-year-olds and found differential effects across tasks: While gestures enhanced non-verbal arithmetic performance, they reduced children's performance in cardinality task. The authors suggested that reduced gesture support may benefit early math development at this age, as children primarily acquire number words, counting, and one-to-one correspondence (Carey & Barner, 2019) concepts, which gestures may not directly support.

In addition to their role in the educational settings, gestures are also related to early mathematical learning in the home environment through parental input. Focusing on 26-month-olds during book reading, Karadöller et al. (2025a) found that multimodal parental math input, but not speech-only math input, related to children's vocabulary development. Notably, parents produced more multimodal math input when interacting with those who had lower expressive vocabulary. However, it remains unclear whether multimodal and speech-only parental math input are related to children's performance across different types of mathematical tasks, and whether these relations vary by task demands or mathematical domain.

Taken together, prior research demonstrates that gestures support mathematical learning, potentially by increasing children's attention to and engagement with the learning material and by facilitating communication. However, the relationship between parental gesture use during book reading and children's mathematical performance remains poorly understood. In addition, existing studies rarely compare the amount and nature of gestural input across different activities and materials. Furthermore, previous work has focused primarily on toddlers or school-aged children, leaving preschool-aged children largely unexplored. Importantly, no study to date has investigated whether mothers systematically adjust the amount of multimodal versus speech-only math input they provide by taking children's performance on different mathematical tasks into account.

1.4. The Present Study

The present study investigated whether parental math input during book reading was related to parents' own tendency to provide math input, the extent to which the book reading materials cued parents to provide math input, and preschool-aged children's mathematical skills.

Mother–child dyads (children aged 60–66 months) were videotaped during semi-structured play and book reading sessions ($N = 73$). All dyads received the same play session materials. On the other hand, they received different books for the book reading session. One group of dyads ($N = 23$) were given the book with gestural (fingers) cues, which means they saw the pictures of numbers as hand gestures (e.g., ✌), helping to provide dynamic numerical input, another group ($N = 25$) received the book with abstract (dots) cues. That is, they saw pictures of dots on the dices symbolizing the numbers (e.g., ), which are static representations, and the last group ($N = 25$) were given the book without cues (neutral condition). Then, children completed the math tasks (Caterpillar Task, Forward and Backward Counting Tasks, Non-Symbolic Comparison Task, Symbolic Comparison Task, and Numerical

Mapping Task) for cardinality, counting, number sense, digit recognition, and matching number sense and digits skills. The age of children (age range: 60–66 months) was determined depending on the knower-level framework, in which children at age 4 can understand cardinality according to the framework; therefore, at age 5 (60 months old), they are expected to be CP-knowers (Cardinal Principle knowers) (Carey & Barner, 2019). We ask the following research questions:

(1) Does parental math input change as a function of sessions (play session and book reading session) and book reading conditions?
(2) Does parental math input relate to the mathematical skills of children?

Because all mother–child dyads completed the same semi-structured play session prior to random assignment, we predicted no differences in parental math input during the play session across dyads later assigned to different book reading conditions (fingers, dots, or neutral). In contrast, we predicted that parental math input would differ across book reading conditions during the book reading session, in both speech-only and multimodal forms, even after accounting for individual differences in parental math input observed during the play session. We predicted that parents reading math-related books containing cues (fingers and dots) would provide richer, and therefore more multimodal, math input than parents reading books without cues. Furthermore, among the cued conditions, we predicted that parents assigned to the fingers book would provide richer math input than those assigned to the dots book.

Finally, regarding our second prediction, and drawing on established associations between home number talk and mathematical development (Goldstein et al., 2016; Mix et al., 2012; Ramani et al., 2015), we predicted that children's mathematical skills would be related to both the amount and modality of math input parents provided during book reading, such that parents would adjust their input in response to children's performance on mathematical tasks.

CHAPTER 2

METHOD

Ethical approval for the present study was obtained from the Middle East Technical University Human Research Ethics Committee (numbered 0199-ODTUİAEK-2024).

Additionally, research consent from the Ministry of Education (numbered 54850036-044-E.436) was obtained to recruit mother–child dyads from the school setting.

Moreover, informed consent was obtained from the parents for themselves and parental consent forms for their children. Additionally, verbal consent was obtained from the children prior to data collection.

2.1. Participants

The participants of the study were preschool children (N = 73, 49 females, *Age Range* = 59 months 19 days – 66 months 20 days, M_{age} = 63.1 months, SD_{age} = 1.93) and their mothers in Türkiye. Data from one additional dyad was collected but excluded due to interruptions in the participants' data collection session.

We calculated the sample size on the G*Power (Version 3.1.9.7) (Faul et al., 2007) software package by taking the effect size as .20, the alpha level as .05, and the power as .80. A priori analysis revealed that a sample size of 59 was required for the largest model, which included three tested predictors and seven total predictors.

The participants were recruited from the preschools via informative handouts about the study and through snowball sampling. The data collection took approximately one hour, and data were collected through home visits to create a comfortable environment for the mother and child. The only exclusion criterion was children with developmental and learning problems.

Most of the mothers were high school (*N* = 26, 35.6%) and university (*N* = 26, 35.6%) graduates. Moreover, there were mothers who were graduates of secondary school (*N* = 9, 12.3%), primary school (*N* = 8, 11%), graduate school (*N* = 3, 4.1%), and doctorate (*N* = 1, 1.4%). Thus, the sample represents variability concerning the mother's education.

Similarly, fathers mostly hold high school (*N* = 29, 39.7%) and university (*N* = 24, 32.9%) degrees. Similar to mothers, there were fathers who were secondary school (*N* = 10, 13.7%), primary school (*N* = 7, 9.6%), graduate school (*N* = 1, 1.4%), and doctorate (*N* = 2, 2.7%) graduates.

The family income was asked as an open-ended question, and some participants (*N* = 5) answered the question with a range. In these cases, the maximum number of the range was used as the answer. The mean income was 46.712₺, and the range was between 17.000₺ and 200.000₺. The data was collected from April 2024 to February 2025; the minimum wage ranged between 17.002,12₺ and 22.104,67₺ during the data collection period. Thus, the income distribution of the participants is representative of the middle-class population.

2.2. Materials

2.2.1. Play Session

At the beginning of the study, parent–child dyads participated in a 10-minute semi-structured play session to capture spontaneous math input. They were introduced to various toys, including a fruit basket, a puzzle, balls, and an abacus.

These toys were introduced with the intention to evoke number use of the mother and the child with different numbered toys such as the fruit basket that included different numbered fruits (i.e., two carrots, two corns, two sets of banana, and one pear) and ten different colored balls (i.e., four blue, three green, two yellow, and one red ball) and the abacus with its beads. The session was video recorded for later coding of any spontaneous math input (M_{Time} = 10.57, *Time Range* = 05.06–20.29).

2.2.2. Book Reading Session

The parents were asked to read a wordless picture book to their children, as they would do at home. The booklet used in the study was adapted from "Bobbi Telt Tot 10" by Monica Maas (n.d.).

In the adapted version, every page features a specific number from 1 to 10, accompanied by objects or animals that count up to that number (e.g., the page for number 4 includes 4 drums).

For the purpose of the present study, we created three experimental book reading conditions. The gestural visual cue condition (fingers book) included fingers on hand(s) depicting the specific number for every page (e.g., page for number two has  at the bottom). The abstract visual cue condition (dots book) included dots on dice(s), depicting the specific number (e.g., page for number two has  at the bottom). The no visual cue condition (neutral book) did not include any cues at the bottom of its pages.

Dyads were randomly assigned to one of the conditions (23 dyads in fingers book condition, 25 dyads in dots book condition, and 25 dyads in neutral book condition). The session was video recorded for later coding of speech and gesture use (M_{Time} = 05.23, *Time Range* = 01.27–14.17).

2.2.3. Math Tasks

2.2.3.1. Caterpillar Task

The task measures the cardinality skills of the child (Hanula & Lehtinen, 2005). The scenario of the caterpillars needing socks before going out was presented to the child. The child asked to put the socks on the caterpillars, which had different numbers of legs. The child had to bring only the required number of socks from the "box of socks" after seeing the caterpillar.

In the practice trial, the 2-legged caterpillar was shown to the child, and they were asked how many socks the caterpillar needed. After the child answered correctly, they were asked to bring the required number of socks from the box.

All the socks the caterpillar requires should have been brought at the same time, and it can be carefully confirmed that the child understands the quantitative goal of the task, which is bringing exactly the correct number of socks to the caterpillar.

The caterpillars were shown to the child in the order of having 2, 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, and 10 legs. If the child did not bring the correct number of socks for the caterpillar, the trial would be repeated, and if the child failed twice with the same number, the previous number, at which the child twice brought the correct number of socks to the caterpillar, would determine the upper range of the child's cardinality skills. The maximum score was 10.

Figure 1. *The Materials of the Caterpillar Task*

2.2.3.2. Forward and Backward Counting Tasks

The child was asked to count up to 20 and then count backwards from 20. Two scores were determined, one of which was "counting with errors," which would be the highest number that the child reached, and the other score was "counting without errors," which would be the highest number that the child reached without any errors.

For example, if the child counted as "1 2 3 4 5 6 7 **8 10** 11 12 13 14 15 17 18 **19**," the highest score with errors would be 19, and the highest score without errors would be 8.

The same scoring was applied for the backward counting. The highest score could be 20.

The child was not corrected during counting to avoid disturbing them. However, at the beginning, the researcher gave the first two numbers as "Now, I want you to count up to 20, can you do that? Shall we start? 1, 2" and "Thank you for that. Now, I want you to count back from 20, can you do that? Shall we start? 20, 19."

2.2.3.3. Non-Symbolic Comparison Task

The task aims to measure the child's "number sense" and understanding of approximate representations (Batchelor et al., 2015).

The child was presented with two arrays of dots on the computer screen and asked to select the array with more dots as quickly as possible without counting the dots.

The numbers ranged from 4 to 9. The numerical distance between the two numbers being compared was either small (a distance of 1 or 2) or large (a distance of 3 or 4).

There were 20 trials. Children received an accuracy score based on the proportion of items that they answered correctly.

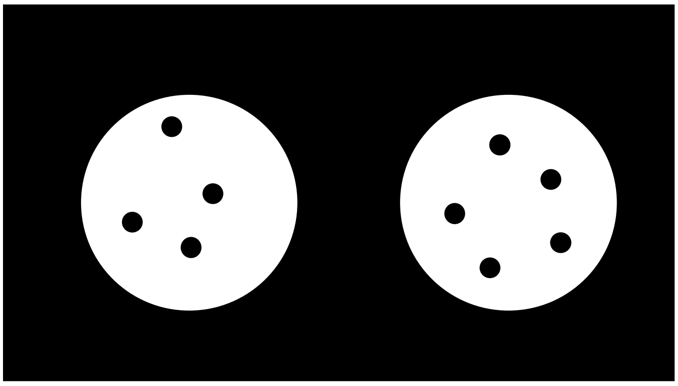

Figure 2. *An Example Trial from the Non-Symbolic Comparison Task*

2.2.3.4. Symbolic Comparison Task

The task measures children's understanding of digits, specifically whether the child can recognize the numbers without counting (Batchelor et al., 2015).

The child was presented with two digits on the computer screen and asked to select the numerically larger of the two.

Numbers presented in the trials ranged from 4 to 9. The numerical distance between the two numbers being compared was either small (a distance of 1 or 2) or large (a distance of 3 or 4).

There were 20 trials. Children received an accuracy score based on the proportion of items that they answered correctly.

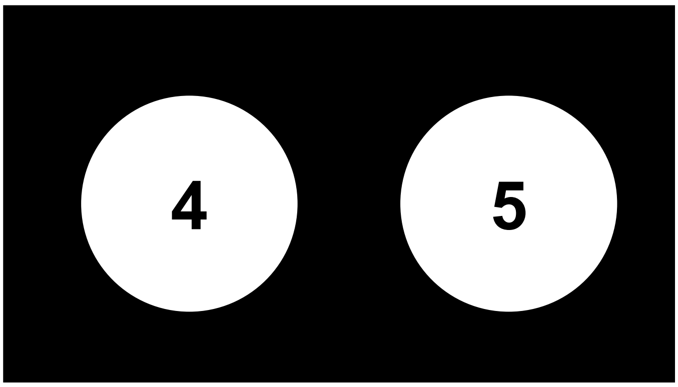

Figure 3. *An Example Trial from the Symbolic Comparison Task*

2.2.3.5. Numerical Mapping Task

The task measures the child's ability to map non-symbolic numerical stimuli onto symbolic numerical stimuli (Batchelor et al., 2015).

The child was presented with an array of dots and asked to quickly (without counting) decide which of two digits matched the numerosity of the dots.

Numerosity of the task ranged from 2 to 9 and the numerical distance between the two symbolic choices was either small (a distance of 1 or 2) or large (a distance of 3 or 4).

There were 20 trials. Children received an accuracy score based on the proportion of items that they answered correctly.

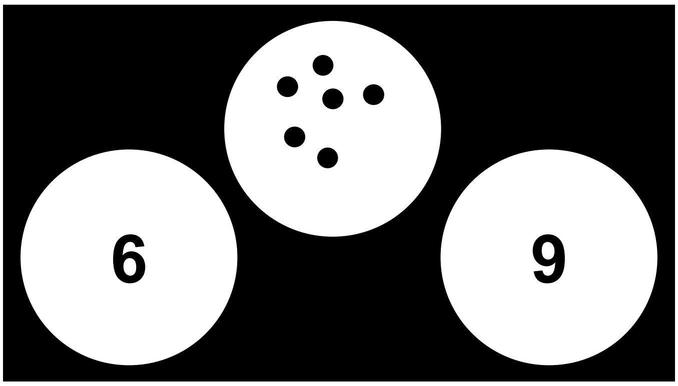

Figure 4. *An Example Trial from Numerical Mapping Task*

2.3. Procedure

All testing was done either in the children's home or in a classroom at their preschools. A quiet and comfortable room was provided in both situations. At the beginning of the study, all parent–child dyads engaged in a 10-minute-long semi-structured play session.

Next, parent–child dyads engaged in a shared book reading session. The mothers were not directly encouraged to provide mathematical input during either the play session or the book reading session; however, they were informed that the study was math-related during the recruitment process.

Afterward, the children received the math tasks one by one in the same order and the parents filled out the forms for the demographic information. Overall, the study took approximately one hour.

2.4. Coding

The play sessions and the book reading sessions were transcribed and coded for parental math input. All sessions were transcribed and coded by native speakers of Turkish. Coding was done based on Karadöller et al. (2025a) for both speech and gesture. Parental math input in speech and gesture was later categorized into two groups: speech-only and multimodal (speech and gesture combinations) input. Coding was performed twice, and disagreements were resolved through discussions.

2.4.1. Speech

For speech coding, four categories were defined: cardinality, counting, comparison, and unit of measurement. Cardinality[1] refers to directly using the number of the objects by the mother. Counting refers to performing counting by the mother. Comparison refers to the cases when the mother compares the numbers (e.g., "third," "two of them"). Unit of measurement refers to the cases when the number is followed by a measurable unit, such as "2 kilograms," "5 Turkish Liras," "age 3."[2] Moreover, the cases that included several types of input were coded as "other" (e.g., "1, 2, 3, 4, 5 *tane*" including cardinality and counting, and "10, 20₺, here you go" including counting and unit of measurement).

Few parents provided arithmetic input (N = 204 in the play session and N = 15 in the book reading session); however, since we were interested only in number development, we excluded these cases from the analysis.

---

[1] In Turkish, the word "*tane*" (~piece) can be used to refer the cardinal number of the object; even though it is a frequently used word, it does not add a different meaning to the Word or the sentence and not using is grammatically correct (Karadöller et al., 2025a). In the present study, the cases that used the word "tane" were coded as "cardinality" types.

[2] In Turkish, due to the word order, the word "*age*" comes after the number (e.g., "*3 yaş*").

2.4.2. Gesture

For gesture coding, only math-related gestures were coded. Beat gestures and pointing gestures that were used to refer to or mention other concepts than math were not considered. There were 3 types of gestures: number, pointing, and cardinality. Number gestures refer to showing the number of the objects with open and extended fingers by the number. Pointing refers to pointing at the objects (for play session) or the characters or objects on the page (for the book reading session) with open and extended fingers by the mother. Cardinality refers to pointing at each object (for the play session) or each picture on the page (for the book reading session) by the mother as they count or do a counting gesture. It could also refer to showing the whole set of objects. The coding was computed per utterance.

Next, we formed categories based on speech-only and multimodal input. Speech-only descriptions consisted of speech utterances without any math-related gestures. Multimodal descriptions involved speech-gesture combinations.

There were also some cases (N = 127 in the play session and N = 83 in the book reading session) where parents provided gesture-only descriptions, where the children received mathematical input only from gestures without accompanying speech; however, these cases were not included in the analyses.

2.5. Results

All analyses were done via Jamovi (Version 2.6).

2.5.1. Preliminary Analyses

Frequencies of input categories (i.e., cardinality, counting, comparison, unit of measurement and other) in play and book reading sessions for speech-only and multimodal inputs across book reading conditions (i.e., fingers, dots, neutral) can be found in Tables 1 and 2.

Table 1. *Frequencies of Input Categories in Play Session for Speech-Only and Multimodal Input Across Book Reading Conditions*

Speech-Only Math Input in the Play Session					Multimodal Math Input in the Play Session				
	Fingers	**Dots**	**Neutral**	**Total**		**Fingers**	**Dots**	**Neutral**	**Total**
Cardinality	202	306	289	797	Cardinality	44	97	111	252
Counting	62	144	94	300	Counting	55	60	77	192
Comparison	25	67	78	170	Comparison	9	8	5	22
Unit of Measurement	62	29	89	180	Unit of Measurement	5	2	2	9
Other (ca+cou)	3	5	1	9	Other (ca+cou)	2	5	2	9
Other (ca+com)	0	1	1	2	Other (ca+com)	0	0	0	0
Other (cou+UoM)	1	1	1	3	Other (cou+UoM)	0	1	1	2
Other (com+UoM)	2	2	3	7	Other (com+UoM)	0	0	2	2
Total Math Word Count	357	555	556	1468	Total Math Word Count	115	173	200	488
Total Utterance	2486	3369	3362	9216	Total Utterance	2486	3369	3362	9216

Table 2. *Frequencies of Input Categories in Book Reading Session for Speech-Only and Multimodal Input Across Book Reading Conditions*

Speech-Only Math Input in the Book Reading Session					Multimodal Math Input in the Book Reading Session				
	Fingers	**Dots**	**Neutral**	**Total**		**Fingers**	**Dots**	**Neutral**	**Total**
Cardinality	126	300	71	497	Cardinality	55	78	13	146
Counting	13	11	5	29	Counting	7	47	6	60
Comparison	36	58	15	109	Comparison	13	9	8	30
Unit of Measurement	0	5	3	8	Unit of Measurement	2	2	0	4
Other (ca+cou)	2	2	2	6	Other (ca+cou)	1	4	0	5
Other (ca+UoM)	0	1	0	1	Other (ca+UoM)	0	0	0	0
Total Math Word Count	177	377	96	650	Total Math Word Count	78	140	27	245
Total Utterance	1678	2240	1717	5635	Total Utterance	1678	2240	1717	5635

First, we conducted a one-way ANOVA[3] for each dependent variable (that is, speech-only math input in the play session, multimodal math input in the play session, speech-only math input in the book reading session, and multimodal math input in the book reading session) to examine whether parents differed in the frequency of math inputs they provided during the play session prior to book reading condition assignment and subsequently during the book reading sessions based on the assigned book reading condition.

Results showed that for the play session math inputs, parents did not differ in the way they provided speech-only ($F(2, 70) = 1.99$, $p = .145$) or multimodal ($F(2, 70) = 9.95$, $p = .391$) math input based on later-assigned book reading conditions. Therefore, parents in the three groups prior to random assignment to book reading conditions do not differ between each other with respect to the way they provide speech-only or multimodal math input.

In contrast, the results revealed that for the book reading session math inputs, parents differed in the frequency of speech-only ($F(2, 40.0) = 7.09$, $p = .002$) and multimodal ($F(2, 34.6) = 6.37$, $p = .004$) math input they provided across different book reading conditions.

According to the Post hoc tests conducted with the Tukey HSD correction, the dyads who read the dots book significantly differed than the dyads who read the neutral book for speech-only (mean difference = 11.24, $p = .002$) and multimodal (mean difference = 4.88, $p = .012$) input. Accordingly, the differences were due to the manipulations resulting from the assigned book reading conditions.

We further conducted two separate ANCOVAs (one for speech-only math input and one for multimodal math input) to examine the effect of the book reading condition on parental math input during the book reading session, controlling for the parental math input during play session as a covariate.

---

[3]We reported Fisher's ANOVA for the variables that met the homogeneity assumption ($p > .05$), and we reported Welsch's ANOVA for the variables that did not meet the homogeneity assumption according to the Levene's Homogeneity of Variances Test ($p < .05$).

In the first ANCOVA, the speech-only math input in the book reading session was the dependent variable, and the speech-only math input in the play session was the covariate.

In the second ANCOVA, the multimodal math input in the book reading session was the dependent variable, and the multimodal math input in the play session was included as the covariate.

In the first ANCOVA, the parental speech-only math input during play session was not statistically related to speech-only math input during book reading session, $F(1, 69) = 2.33$, $p = .131$, partial $\eta^2 = .03$.

Moreover, there was a significant effect of book reading conditions (fingers, dots, neutral) on book reading input after controlling for the play session input, $F(2, 69) = 6.28$, $p = .003$, partial $\eta^2 = .15$.

Post hoc comparisons revealed that parents who read the dots book significantly provided more speech-only input in the book reading session than the parents who read the neutral book, mean difference = 11.26, 95% CI [0.41, 1.59], $p_{Tukey} = .002$, Cohen's $d = 1.00$. No other effects were significant.

In the second ANCOVA, the parental multimodal math input during play session was statistically related to multimodal math input during book reading session, $F(1, 69) = 6.59$, $p = .012$, partial $\eta^2 = .09$. That is, parents who provided more multimodal math input during play session also provided more multimodal math input during book reading session, as indicated by regression ($\beta = .21$, $p = .002$).

There was also a significant effect of book reading conditions on book reading input after controlling the play session input, $F(2, 69) = 5.25$, $p = .008$, partial $\eta^2 = .13$.

Post hoc comparisons showed that the parents who read the dots book significantly provided more multimodal input in the book reading session than the parents who read the neutral book, mean difference = 5.18, 95% CI [0.33, 1.50], $p_{Tukey} = .005$, Cohen's $d = 0.92$. No other effects were significant (all *p*s > .05).

Next, we examined whether parental math inputs and children's math performance varied by children's gender.

ANOVA results showed that there were no significant gender differences in speech-only or multimodal parental inputs either in the play or book reading sessions.

On the contrary, in children's math performance, boys outperformed girls on forward counting ($F(1, 67.1) = 5.54$, $p = .021$), symbolic comparison task with small ($F(1, 71) = 11.15$, $p = .001$) and large distance activities ($F(1, 65.5) = 13.59$, $p < .001$), as well as on numerical mapping task with small ($F(1, 56.9) = 6.79$, $p = .012$) and large distance activities ($F(1, 71) = 6.23$, $p = .015$). No other gender differences in math tasks were significant (all *p*s > .05) (see Table 3).

Lastly, children's performance in most of the math tasks positively correlated with each other. The strongest correlations were found between Caterpillar Task and Forward Counting Task ($r = .52$, $p = < .001$), between Non-Symbolic Comparison Task (small distance) and Non-Symbolic Comparison Task (large distance) ($r = .65$, $p = < .001$), between Forward Counting Task and Symbolic Comparison Task (small distance) ($r = .43$, $p = < .001$), between Symbolic Comparison Task (small distance) and Symbolic Comparison Task (large distance) ($r = .66$, $p = < .001$), between Forward Counting Task and Numerical Mapping Task (small distance) ($r = .42$, $p = < .001$), between Symbolic Comparison Task (small distance) and Numerical Mapping Task (small distance) ($r = .52$, $p = < .001$), between Caterpillar Task and Numerical Mapping Task (large distance) ($r = .50$, $p = < .001$), between Forward Counting Task and Numerical Mapping Task (large distance) ($r = .53$, $p = < .001$), between Numerical Mapping Task (large distance) and Symbolic Comparison Task (large distance) ($r = .43$, $p = < .001$), and between Numerical Mapping Task (small distance) and Numerical Mapping Task (large distance) ($r = .42$, $p = < .001$). Only Backward Counting Task was significantly positively correlated with the book reading conditions, ($r = .23$, $p = .054$). Other correlations can be found in Table 4.

Table 3. *Descriptives of Math Tasks and Parental Input*

	Gender	*Mean*	*SD*	Minimum	Maximum
Caterpillar	Male	8.63	2.02	3.00	10.00
	Female	7.59	2.37	4.00	10.00
	Total	7.93	2.28	3.00	10.00
Forward Counting	Male	19.00	2.89	10.00	20.00
	Female	16.90	4.69	3.00	20.00
	Total	17.59	4.25	3.00	20.00
Backward Counting	Male	4.29	6.68	0.00	20.00
	Female	3.41	5.41	0.00	20.00
	Total	3.70	5.78	0.00	10.00
Non-Symbolic Comparison: small distance	Male	8.79	1.14	6.00	10.00
	Female	8.57	1.61	4.00	10.00
	Total	8.64	1.47	4.00	10.00
Non-Symbolic Comparison: large distance	Male	9.63	0.71	7.00	10.00
	Female	9.43	1.06	6.00	10.00
	Total	9.49	0.96	6.00	10.00
Symbolic Comparison: small distance	Male	8.04	1.57	5.00	10.00
	Female	6.39	2.16	1.00	10.00
	Total	6.93	2.12	1.00	10.00
Symbolic Comparison: large distance	Male	8.58	1.67	4.00	10.00
	Female	6.73	2.58	1.00	10.00
	Total	7.34	2.47	1.00	10.00
Numerical Mapping: small distance	Male	7.96	1.55	2.00	10.00
	Female	6.86	1.97	1.00	10.00
	Total	7.22	1.90	1.00	10.00
Numerical Mapping: large distance	Male	8.54	1.18	7.00	10.00
	Female	7.55	1.76	3.00	10.00
	Total	7.88	1.65	3.00	10.00
Speech-Only Input in Play	Male	21.25	14.50	0.00	71.00
	Female	18.73	13.17	0.00	52.00
	Total	19.56	13.57	0.00	71.00
Multimodal Input in Play	Male	9.08	11.95	0.00	42.00
	Female	5.69	5.87	0.00	28.00
	Total	6.81	8.44	0.00	42.00
Speech-Only Input in Book Reading	Male	10.75	14.62	0.00	58.00
	Female	7.88	10.83	0.00	56.00
	Total	8.82	12.18	0.00	58.00
Multimodal Input in Book Reading	Male	3.21	4.16	0.00	14.00
	Female	3.67	6.94	0.00	35.00
	Total	3.52	6.14	0.00	35.00

Note. $N_{\text{Girls}} = 49$, $N_{\text{Boys}} = 24$, $N_{\text{Total}} = 73$ for all math tasks and parental inputs. Out of two calculated scores, "without error" scores were considered for the descriptives of Forward Counting Task and Backward Counting Task.

Table 4. *Correlations Among All Math Task Scores and Book Reading Conditions*

		Caterpillar	Forward Counting	Backward Counting	Non-Symbolic Comparison: small distance	Non-Symbolic Comparison: large distance	Symbolic Comparison: small distance	Symbolic Comparison: large distance	Numerical Mapping: small distance	Numerical Mapping: large distance	Book Reading Conditions
Caterpillar	Peason's *r*	-									
	p-value	-									
Forward Counting	Peason's *r*	**.52**	-								
	p-value	<.001	-								
Backward Counting	Peason's *r*	**.23**	.22	-							
	p-value	.046	.066	-							
Non-Symbolic Comparison: small distance	Peason's *r*	.17	**.30**	.021	-						
	p-value	.141	.009	.857	-						
Non-Symbolic Comparison: large distance	Peason's *r*	.20	.15	.04	**.65**	-					
	p-value	.093	.211	.741	<.001	-					

Note. Two scores were calculated for Forward Counting Task and Backward Counting Task, as "with error" and "without error." "Without error" scores were considered for the correlations. Bold typeface indicates a significant effect.

Tablo 4. *Correlations Among All Math Task Scores and Book Reading Conditions* (continued)

Symbolic Comparison: small distance	Peason's *r*	**.34**	**.43**	**.39**	.17	.13	-				
	p-value	.004	<.001	<.001	.149	.263	-				
Symbolic Comparison: large distance	Peason's *r*	**.31**	**.30**	**.34**	.03	.01	**.66**	-			
	p-value	.007	.009	.003	.799	.934	<.001	-			
Numerical Mapping: small distance	Peason's *r*	**.37**	**.42**	**.29**	**.30**	**.26**	**.52**	**.40**	-		
	p-value	.001	<.001	.013	.009	.027	<.001	<.001	-		
Numerical Mapping: large distance	Peason's *r*	**.50**	**.53**	**.34**	**.38**	**.29**	**.40**	**.43**	**.42**	-	
	p-value	<.001	<.001	.003	<.001	.015	<.001	<.001	<.001	-	
Book Reading Conditions	Peason's *r*	.07	.06	**.23**	-.06	-.02	.09	.04	.20	.02	-
	p-value	.570	.644	.054	.606	.883	.453	.714	.087	.846	-

Note. Two scores were calculated for Forward Counting Task and Backward Counting Task, as "with error" and "without error." "Without error" scores were considered for the correlations. Bold typeface indicates a significant effect.

2.5.2. Main Analyses

Eight hierarchical regression models were conducted with two outcome variables: parental speech-only math input during book reading and multimodal parental math input during book reading, respectively. We included speech-only and multimodal inputs in different models to see their relationships between the same-category inputs.

All models followed an identical three-step sequence but varied in their mathematical task predictors and parental play session input modality.

All models first controlled for child gender[4] and play session math input (matched to outcome type: speech-only input for speech-only outcome models; multimodal input for multimodal outcome models).

The second step introduced children's mathematical skills: two models used Caterpillar Task scores, two models incorporated Forward Counting scores without error and Backward Counting scores without error (which was correlated with book reading conditions), and two models incorporated Non-Symbolic Comparison (small/large distance), Symbolic Comparison (small/large distance), and Numerical Mapping tasks (small/large distance). Mathematical skills were included in different models in order to see the relationships of different mathematical skills with the math input in book reading.

Finally, the last step introduced book reading conditions (fingers, dots, neutral) across all models.

For speech-only input predicted by child's gender and parental speech-only input during book reading at the first step, Caterpillar Task performance at the second step, and book reading conditions at the final step showed that the model was not significant ($F(2, 70) = 1.47$, $R^2 = .04$, $p = .238$) at the first step. Similarly, the model was not significant at the second step ($F(3, 69) = 0.98$, $R^2 = .04$, $p = .406$), and the second step

[4] Preliminary analyses indicated that children's gender was not related to any measures of parental input; however, it was related to some mathematical skills. Accordingly, gender was included as a control variable in all models.

did not significantly improve the model fit ($F(1, 69) = 0.05$, $\Delta R^2 = .00$, $p = .818$). However, the final step significantly improved the model ($F(2, 67) = 6.83$, $\Delta R^2 = .16$, $p = .002$), explaining 20.3% of the total variance ($F(5, 67) = 3.42$, $p = .008$).

That is, parents who were assigned to read the dots book provided more speech-only input compared to parents who were assigned to read the fingers book, ($\beta = .63$ $p = .031$). No other effects were significant (all ps > .05) (see Table 5).

For multimodal input predicted by child's gender and multimodal parental input during book reading at the first step, Caterpillar Task performance at the second step, and book reading conditions at the final step showed that the model was not significant ($F(2, 70) = 2.68$, $R^2 = .07$, $p = .076$) at the first step. Similarly, the model was not significant at the second step ($F(3, 69) = 1.77$, $R^2 = .07$, $p = .161$) and the second step did not significantly improve the model fit ($F(1, 69) = 0.03$, $\Delta R^2 = .00$, $p = .863$). However, the final step significantly improved the model ($F(2, 67) = 5.58$, $\Delta R^2 = .13$, $p = .006$), explaining 20.4% of the total variance, $F(5, 67) = 3.44$, $p = .008$). The multimodal input in the play session was a significant predictor, ($\beta = .30$, $p = .010$).

Also, parents who were assigned to read the fingers book provided more multimodal input compared to parents who were assigned to read the neutral book, ($\beta = -.54$, $p = .054$). No other effects were significant (all ps > .05) (see Table 5).

For speech-only input predicted by child's gender and parental speech-only input during book reading at the first step, Forward Counting and Backward Counting performances at the second step, and book reading conditions at the final step showed that the model was not significant ($F(2, 70) = 1.47$, $R^2 = .04$, $p = .238$) at the first step. Moreover, the model was not significant at the second step ($F(4, 68) = 1.18$, $R^2 = .07$, $p = .326$), and the second step did not significantly improve the model fit ($\Delta R^2 = .03$, $F(2, 68) = 0.91$, $p = .409$). However, the final step significantly improved the model ($\Delta R^2 = .15$, $F(2, 66) = 6.26$, $p = .003$), explaining 21.4% of the total variance, $F(6, 66) = 3.00$, $p = .012$. However, none of the predictors were significant in predicting speech-only math input (all ps > .05) (see Table 6).

For multimodal input predicted by child's gender and multimodal parental input during book reading at the first step, Forward Counting and Backward Counting performances at the second step, and book reading conditions at the final step showed that the model was not significant ($F(2, 70) = 2.68$, $R^2 = .07$, $p = .076$) at the first step. Similarly, the model was not significant at the second step ($F(4, 68) = 1.33$, $R^2 = .07$, $p = .267$), and the second step did not significantly improve the model fit ($\Delta R^2 = .00$, $F(2, 68) = 0.06$, $p = .947$). However, the final step significantly improved the model ($\Delta R^2 = .12$, $F(2, 66) = 5.03$, $p = .009$), explaining 19.5% of the total variance, $F(6, 66) = 2.67$, $p = .022$). The multimodal input in the play session was a significant predictor, ($\beta = .30$, $p = .013$). No other effects were significant (all *p*s > .05) (see Table 6).

For speech-only input predicted by child's gender and parental speech-only input during book reading at the first step, Non-Symbolic Comparison (small distance), Symbolic Comparison (small distance), and Numerical Mapping tasks (small distance) tasks performances at the second step, and book reading conditions at the final step showed that the model was not significant ($F(2, 70) = 1.46$, $R^2 = .04$, $p = .238$) at the first step. Similarly, the model was not significant at the second step ($F(5, 67) = 0.91$, $R^2 = .06$, $p = .483$), and the second step did not significantly improve the model fit ($\Delta R^2 = .02$, $F(3, 67) = 0.55$, $p = .650$). However, the final step significantly improved the model ($\Delta R^2 = .14$, $F(2, 65) = 5.80$, $p = .005$), explaining 20.5% of the total variance, $F(7, 65) = 2.40$, $p = .030$. However, none of the predictors were significant in predicting speech-only math input (all *p*s > .05) (see Table 7).

For multimodal input predicted by child's gender and multimodal parental input during book reading at the first step, Non-Symbolic Comparison (small distance), Symbolic Comparison (small distance), and Numerical Mapping (small distance) tasks performances at the second step, and book reading conditions at the final step showed that the model was not significant ($F(2, 70) = 2.68$, $R^2 = .07$, $p = .076$) at the first step. Similarly, the model was not significant at the second step ($F(5, 67) = 1.06$, $R^2 = .07$, $p = .388$), and the second step did not significantly improve the model fit ($\Delta R^2 = .00$, $F(3, 67) = 0.06$, $p = .982$). However, the final step significantly improved the model ($\Delta R^2 = .13$, $F(2, 65) = 5.15$, $p = .008$), explaining 20% of the total variance, $F(7, 65)$

= 2.33, p = .035). The multimodal input in the play session was a significant predictor, (β = .30, p = .014). No other effects were significant (all ps > .05) (see Table 7).

For speech-only input predicted by child's gender and parental speech-only input during book reading at the first step, Non-Symbolic Comparison (large distance), Symbolic Comparison (large distance), and Numerical Mapping (large distance) tasks performances at the second step, and book reading conditions at the final step showed that the model was not significant ($F(2, 70) = 1.47$, $R^2 = .04$, p = .238) at the first step. Similarly, the model was not significant at the second step ($F(5, 67) = 0.86$, $R^2 = .06$, p = .515), and the second step did not significantly improve the model fit ($\Delta R^2 = .02$, $F(3, 67) = 0.47$, p = .703). However, the final step significantly improved the model ($\Delta R^2 = .15$, $F(2, 65) = 5.97$, p = .004), explaining 20.6% of the total variance, $F(7, 65)$ = 2.41, p = .029.

That is, parents who were assigned to read the dots book provided more speech-only input compared to parents who were assigned to read the fingers book (β = .58, p = .046). No other effects were significant (all ps > .05) (see Table 8).

For multimodal input predicted by child's gender and parental speech-only input during book reading at the first step, Non-Symbolic Comparison (large distance), Symbolic Comparison (large distance), and Numerical Mapping (large distance) tasks performances at the second step, and book reading conditions at the final step showed that the model was not significant ($F(2, 70) = 2.68$, $R^2 = .07$, p = .076) at the first step. However, the model was significant at the second step, explaining 15.1% of the total variance, ($F(5, 67) = 2.38$, p = .047), yet it did not significantly improve the model fit ($\Delta R^2 = .08$, $F(3, 67) = 2.10$, p = .108). Moreover, the multimodal input in the play session (β = .27, p = .022) and children's scores of Symbolic Comparison Task (large distance) (β = -.26, p = .054) were significant predictors. Furthermore, the final step significantly improved the model ($\Delta R^2 = .09$, $F(2, 65) = 3.83$, p = .027), explaining 24% of the total variance, $F(7, 65) = 2.94$, p = .010). The multimodal input in the play session was a significant predictor, (β = .30, p = .010). No other effects were significant (all ps > .05) (see Table 8).

Table 5. *Differential Contributions of Parental Math Input in the Play Session, Children's Caterpillar Task Scores and Book Reading Conditions Separately for Speech-Only and Multimodal Parental Input in the Book Reading Session*

Outcome: Speech-Only Math Input in the Book Reading Session						**Outcome: Multimodal Math Input in the Book Reading Session**					
Predictors	***B***	***SE (B)***	***β***	***p***	***R^2***	**Predictors**	***B***	***SE (B)***	***β***	***p***	***R^2***
Step 1				.238	.04	Step 1				.076	.07
Gender	-2.50	3.03	-.97	.088		Gender	1.13	2.81	.09	.915	
Speech-Only Input in Play	0.15	0.11	.17	.159		Multimodal Input in Play	0.20	0.09	.27	**.025**	
Step 2				.406	.04	Step 2				.161	.07
Gender	-2.64	3.11	-.10	.399		Gender	1.19	1.57	.09	.956	
Speech-Only Input in Play	0.15	0.11	.17	.157		Multimodal Input in Play	0.20	0.09	.27	**.026**	
Caterpillar Task	-0.15	0.65	-.03	.818		Caterpillar Task	0.06	0.32	.02	.863	
Step 3				**.008**	.20	Step 3				**.008**	.20
Gender	-3.09	2.92	-.12	.293		Gender	1.26	1.50	.10	.403	
Speech-Only Input in Play	0.13	0.10	.14	.227		Multimodal Input in Play	0.22	0.08	.30	**.010**	
Caterpillar Task	0.44	0.62	.08	.481		Caterpillar Task	0.30	0.31	.11	.330	
Book Reading Conditions						Book Reading Conditions					
Dots – Fingers	7.62	3.45	.63	**.031**		Dots – Fingers	2.22	1.70	.36	.196	
Neutral – Fingers	-4.50	3.36	-.37	.185		Neutral – Fingers	-3.30	1.68	-.54	**.054**	

Note. Bold typeface indicates a significant effect.

Table 6. *Differential Contributions of Parental Math Input in the Play Session, Children's Counting Scores and Book Reading Conditions Separately for Speech-Only and Multimodal Parental Input in the Book Reading Session*

Outcome: Speech-Only Math Input in the Book Reading Session						**Outcome: Multimodal Math Input in the Book Reading Session**					
Predictors	***B***	***SE (B)***	***β***	***p***	***R^2***	**Predictors**	***B***	***SE (B)***	***β***	***p***	***R^2***
Step 1				.238	.04	Step 1				.076	.07
Gender	-2.50	3.03	-.10	.413		Gender	1.13	1.52	.09	.461	
Speech-Only Input in Play	0.15	0.11	.17	.159		Multimodal Input in Play	0.20	0.09	.27	**.025**	
Step 2				.326	.07	Step 2				.267	.07
Gender	-2.60	3.11	-.10	.407		Gender	1.12	1.58	.09	.483	
Speech-Only Input in Play	0.14	0.11	.16	.200		Multimodal Input in Play	0.20	0.09	.27	**.027**	
Forward Counting	-0.17	0.35	-.06	.622		Forward Counting	0.01	0.18	.01	.951	
Backward Counting	0.33	0.25	.16	.190		Backward Counting	-0.04	0.13	-.04	.742	
Step 3				**.012**	.21	Step 3				**.022**	.20
Gender	-3.17	2.95	-.12	.286		Gender	1.02	1.53	.08	.509	
Speech-Only Input in Play	0.13	0.10	.15	.199		Multimodal Input in Play	0.21	0.08	.30	**.013**	
Forward Counting	-0.06	0.33	-.02	.852		Forward Counting	0.06	0.17	.04	.730	
Backward Counting	0.29	0.25	.14	.240		Backward Counting	-0.05	0.13	-.05	.701	
Book Reading Conditions						Book Reading Conditions					
Dots – Fingers	6.06	3.51	.50	.089		Dots – Fingers	2.16	1.77	.35	.228	
Neutral – Fingers	-5.31	3.45	-.44	.128		Neutral – Fingers	-3.03	1.76	-.49	.089	

Note. Two scores were calculated for Forward Counting Task and Backward Counting Task, as "with error" and "without error." "Without error" scores were considered for the analysis. Bold typeface indicates a significant effect.

Table 7. *Differential Contributions of Parental Math Input in the Play Session, Children's Comparison Tasks Scores (small distance) and Book Reading Conditions Separately for Speech-Only and Multimodal Parental Input in the Book Reading Session*

Outcome: Speech-Only Math Input in the Book Reading Session						**Outcome: Multimodal Math Input in the Book Reading Session**					
Predictors	***B***	***SE (B)***	***β***	***p***	***R^2***	**Predictors**	***B***	***SE (B)***	***β***	***p***	***R^2***
Step 1				.238	.04	Step 1				.076	.07
Gender	-2.50	3.03	-.10	.413		Gender	1.13	1.52	.09	.461	
Speech-Only Input in Play	0.15	0.11	.17	.159		Multimodal Input in Play	0.20	0.09	.27	**.025**	
Step 2				.483	.06	Step 2				.388	.07
Gender	-2.45	3.30	-.10	.459		Gender	1.00	1.68	.08	.554	
Speech-Only Input in Play	0.18	0.11	.20	.106		Multimodal Input in Play	0.19	0.09	.27	**.031**	
Non-Symbolic Comparison	-0.64	1.03	-.08	.539		Non-Symbolic Comparison	-0.16	0.52	-.04	.758	
Symbolic Comparison	0.64	0.83	.11	.443		Symbolic Comparison	-0.11	0.42	-.04	.787	
Numerical Mapping	-0.86	0.95	-.14	.364		Numerical Mapping	0.10	0.46	.03	.839	
Step 3				**.030**	.21	Step 3				**.035**	.20
Gender	-2.94	3.16	-.11	.356		Gender	1.14	1.63	.09	.486	
Speech-Only Input in Play	0.15	0.11	.17	.156		Multimodal Input in Play	0.21	0.08	.29	**.014**	
Non-Symbolic Comparison	-0.34	0.99	-.04	.733		Non-Symbolic Comparison	-0.11	0.50	-.03	.830	
Symbolic Comparison	0.54	0.78	.10	.484		Symbolic Comparison	-0.12	0.39	-.04	.758	
Numerical Mapping	-0.37	0.90	-.06	.681		Numerical Mapping	0.36	0.45	.11	.432	
Book Reading Conditions						Book Reading Conditions					
Dots – Fingers	6.72	3.52	.55	.061		Dots – Fingers	1.87	1.75	.31	.290	
Neutral – Fingers	-4.53	3.51	-.37	.201		Neutral – Fingers	-3.46	1.78	-.56	.055	

Note. The trials of the Non-Symbolic Comparison Task, Symbolic Comparison Task and Numerical Mapping Task were grouped as "small distance" and "large distance." The scores of "small distance" trials were considered in the analysis. Bold typeface indicates a significant effect.

Table 8. *Differential Contributions of Parental Math Input in the Play Session, Children's Comparison Tasks Scores (large distance) and Book Reading Conditions Separately for Speech-Only and Multimodal Parental Input in the Book Reading Session*

Outcome: Speech-Only Math Input in the Book Reading Session						**Outcome: Multimodal Math Input in the Book Reading Session**					
Predictors	***B***	***SE (B)***	***β***	***p***	***R^2***	**Predictors**	***B***	***SE (B)***	***β***	***p***	***R^2***
Step 1				.238	.04	Step 1				.076	.07
Gender	-2.50	3.03	-.10	.413		Gender	1.13	1.52	.09	.461	
Speech-Only Input in Play	0.15	0.11	.17	.159		Multimodal Input in Play	0.20	0.09	.27	**.025**	
Step 2				.515	.06	Step 2				**.047**	.15
Gender	-3.93	3.31	-.15	.239		Gender	-0.40	1.61	-.03	.807	
Speech-Only Input in Play	0.16	0.11	.18	.144		Multimodal Input in Play	0.20	0.08	.27	**.022**	
Non-Symbolic Comparison	-0.68	1.59	-.05	.669		Non-Symbolic Comparison	-0.23	0.76	-.04	.765	
Symbolic Comparison	-0.45	0.68	-.09	.509		Symbolic Comparison	-0.64	0.33	-.26	**.054**	
Numerical Mapping	-0.50	1.04	-.07	.633		Numerical Mapping	-0.30	0.49	-.08	.542	
Step 3				**.029**	.21	Step 3				**.010**	.24
Gender	-4.03	3.13	-.16	.202		Gender	-0.19	1.57	-.02	.904	
Speech-Only Input in Play	0.15	0.10	.17	.158		Multimodal Input in Play	0.22	0.08	.30	**.010**	
Non-Symbolic Comparison	-0.32	1.48	-.03	.832		Non-Symbolic Comparison	-0.13	0.73	-.02	.862	
Symbolic Comparison	0.06	0.65	.01	.928		Symbolic Comparison	-0.45	0.32	-.18	.165	
Numerical Mapping	-0.67	0.97	-.09	.491		Numerical Mapping	-0.36	0.47	-.10	.457	
Book Reading Conditions						Book Reading Conditions					
Dots – Fingers	7.08	3.48	.58	**.046**		Dots – Fingers	1.59	1.69	.26	.351	
Neutral – Fingers	-4.36	3.41	-.36	.205		Neutral – Fingers	-2.89	1.67	-.47	.088	

Note. The trials of the Non-Symbolic Comparison Task, Symbolic Comparison Task and Numerical Mapping Task were grouped as "small distance" and "large distance." The scores of "large distance" trials were considered in the analysis. Bold typeface indicates a significant effect.

CHAPTER 3

DISCUSSION

In the present study, we examined whether parental math input during book reading is related to parents' own tendency to provide math input, the extent to which the book reading materials cue parents to produce math input, and the mathematical skills of preschool-aged children. We collected data from mothers and their children engaging in a semi-structured play session and a book reading session, the latter of which had three conditions (fingers, dots, neutral) and coded for parental speech-only and multimodal math inputs in both sessions. We also measured children's mathematical skills in cardinality, counting number sense, digit recognition, and matching number sense and digits.

First, our results showed that parental speech-only and multimodal math input did not differ across dyads during the play session, which took place prior to random assignment to book reading conditions. In contrast, parental math input differed across book reading conditions during the book reading session.

Second, parental math input during book reading was primarily shaped by contextual factors and parents' baseline input tendencies rather than by children's mathematical performance. In particular, parents' multimodal math input during the play session reliably predicted their multimodal math input during the book reading session, indicating stability in parents' use of gestures across activities. In addition, book reading conditions systematically influenced parental input: parents provided more speech-only math input when reading the dots book compared to the neutral book, and more multimodal math input when reading the fingers book compared to the neutral book, although these differences were marginal in some models. In contrast, children's mathematical task performance did not consistently relate to either speech-only or multimodal parental math input. Among the various mathematical skills examined, only symbolic comparison ability in large distance trials showed a relation to multimodal math input.

3.1. Multimodal Parental Input in the Play Session as a Significant Predictor

Our results robustly demonstrated that parents who provided multimodal input during the play session also tended to provide multimodal math input during the book reading session. This finding points to a stable pattern in parents' use of multimodal input across activities. Multimodal input has been identified as a central mode of parent–child interaction (Karadöller et al., 2025b), and prior work has consistently shown that parents naturally integrate gestures with speech when communicating with their developing children (Cook et al., 2012; Karadöller et al., 2024; Karadöller et al., 2025a; Karadöller et al., 2025b; Rowe et al., 2008). Our findings extend this literature by showing that parents' propensity to use multimodal input is not limited to a single interactional context but generalizes across distinct activities.

Notably, relatively few studies have examined whether parental input in one context predicts parental input in another. Most prior research has focused on associations between parental input and child outcomes, such as mathematical skills (LeFevre et al., 2009; Ramani et al., 2015) or language development (Karadöller et al., 2025a) or has treated parental input as an outcome predicted by child-related or demographic factors, such as age (Goldstein et al., 2016). In contrast, our study directly examined the relation between parental inputs across activities. To our knowledge, this is the first study to demonstrate that parents' multimodal math input during a semi-structured play session predicts their multimodal math input during a subsequent math-related book reading session.

These findings align with previous work showing that parents provide math-related input across variety of everyday contexts (Hanner et al., 2019; LeFevre et al., 2009; Ramani et al., 2015; Ünlütabak et al., 2022), particularly during early and middle childhood when foundational concepts are developing (Goldstein et al., 2016; MacDonald & Murphy, 2021). Moreover, parents have been shown to use gestures across diverse activities, including play, book reading, and instructional contexts (Karadöller et al., 2025a; Rowe et al., 2008; Ünlütabak et al., 2022). Our results build on this literature by providing direct evidence that parents' multimodal input reflects a stable interactional tendency that persists across contexts, rather than being solely driven by task-specific demands or experimental manipulation.

Taken together, these findings suggest that multimodal math input may represent a parent-specific communicative style that is both context-sensitive and internally consistent. By demonstrating cross-context continuity in parental multimodal input, the present study contributes a more nuanced understanding of how parents support early mathematical experiences in everyday interactions.

3.2. Book Reading Conditions as Significant Predictors

Book reading conditions emerged as significant predictors of parental input in several models, providing partial support for our hypotheses. Although we expected book reading condition to predict parental input across all models, condition effects were not uniformly observed. Contrary to our predictions, the fingers book did not consistently elicit the highest levels of parental math input.

When children's mathematical skills were not considered, parents assigned to read the dots book produced more speech-only and multimodal math input than parents in the neutral book condition. However, when children's mathematical skills were considered alongside the book reading condition, parents assigned to read the dots book continued to provide more speech-only input than those in the neutral book condition. Together, these findings suggest that abstract visual cues, such as dots, can effectively prompt parents to produce math-related talk, even in the absence of explicit gestural affordances.

In contrast, gestural cues embedded in the fingers book were more closely associated with increases in multimodal parental math input. Across several models, parents assigned to read the fingers book produced more multimodal input than the parents assigned to read the neutral book, although these effects were sometimes marginal and reached significance only in specific models (e.g., those including Caterpillar Task performance). This pattern suggests that gestural cues selectively support parents' use of multimodal input rather than uniformly increasing overall math-related talk. Previous work has similarly shown that parents' gesture use plays a central role in shaping multimodal interactions with children across activities (Hanner et al., 2019; LeFevre et al., 2009).

These findings align with prior research demonstrating that children benefit from increased parental math input, both speech-only and multimodal (Goldstein et. al., 2016; Gunderson & Levine, 2011; LeFevre et al., 2009; Levine et al., 2010). Our results extend this literature by showing that different types of cues embedded in books may differentially support the modality of parental math input. Specifically, abstract visual cues and gestural cues appear to facilitate parental input through partially distinct mechanisms, with abstract cues promoting speech-only math talk and gestural cues promoting multimodal input.

Interestingly, parents who read the dots book often provided more speech-only input than parents who read the fingers book, an effect that was significant in several models (e.g., those including Caterpillar Task scores and large-distanced Non-Symbolic Comparison, Symbolic Comparison, and Numerical Mapping tasks). Although this finding runs contrary to our hypothesis, it is consistent with evidence suggesting that gesture use may not uniformly support all early mathematical concepts. For instance, Yılmaz et al. (2025) reported that gesture use reduced children's performance in cardinality tasks, which closely aligns with the present findings given that the dots book elicited math input without relying on gestures. Previous work has also shown that gestural cues are particularly beneficial for supporting more abstract mathematical reasoning (Cook et al., 2013); whereas the present study focused on foundational skills such as cardinality and counting. Moreover, dot-based cues require dynamic mappings between gesture, number words, and quantity, potentially placing greater cognitive demands on both children and parents at this developmental stage.

3.3. Children's Symbolic Comparison (large distance) Scores as Significant Predictors

In the present study, we examined several mathematical skills as potential predictors of parental math input during book reading. Our results showed that only children's symbolic comparison performance on large distance trials related to multimodal parental math input. Symbolic comparison skill reflects children's digit knowledge and their ability to understand numerical magnitudes (Batchelor et al., 2015; Norris et al., 2015; Zhang et al., 2022) without relying on counting strategies or external supports such as fingers or objects.

Previous research has demonstrated that parents systematically adjust their input in response to their children's developmental levels and domain-specific knowledge. For instance, Goldstein et al. (2016) showed that parents provided more mathematical input to their older children, while Ramani et al. (2015) reported that parents produced more complex math input for with more advanced numerical knowledge. Similarly, Karadöller et al. (2025a) found that parents directed more multimodal input toward full-term children with lower vocabulary skills. Together, these studies suggest that parents are sensitive to their children's current level of understanding and adapt their input accordingly.

Our findings extend this literature by showing that higher levels of symbolic numerical knowledge may be associated with *reduced* multimodal parental math input during book reading. One possible interpretation is that parents perceive children with stronger symbolic comparison skills as requiring less gestural or multimodal scaffolding and therefore rely more on speech-based input. This interpretation is consistent with evidence suggesting that gesture use is particularly beneficial for supporting the acquisition of more complex or emerging mathematical concepts (Yılmaz et al., 2025). In the context of the present study, children who already demonstrated strong symbolic comparison abilities may not have elicited additional multimodal support from their parents.

Overall, these results indicate that children's mathematical skills do not broadly predict parental math input during book reading. Instead, associations between child skills and parental input appear to be limited and skill specific. This pattern suggests that while parents can adjust their input in response to children's abilities, such adjustments may occur selectively and depend on the particular mathematical domain being engaged.

3.4. Limitations and Future Directions

The present study focused on parental math input, analyzing parents' speech-only and multimodal (speech plus gesture) contributions during play and book reading. However, mathematical interactions are inherently bidirectional: children also actively contribute mathematical information during conversations (Rowe et al., 2008). Moreover, parents are known to tailor their input dynamically in response to children's moment-to-moment needs and existing knowledge (Karadöller et al., 2025a; Ramani et al., 2015). Future studies would therefore benefit from incorporating children's math-related speech and gesture use to more fully capture the interactive nature of parent–child mathematical exchanges.

In addition, although children's gesture use has been shown to play an important role in mathematical problem solving (Brooks et al., 2018), children's gestures were not examined in the present study. Investigating how children use gestures during math-related interactions and how parents respond to or build on these gestures represents an important direction for future research. Such work could provide deeper insight into how multimodal communication supports mathematical learning in naturalistic contexts.

The present study did not focus on gender differences; however, since math-related input can be impacted from the gender of the child (Uscianowksi et al., 2020), we controlled gender in our models. Our results did not show gender differences in terms of parental input. However, due to the purpose of the present study at the beginning, our data did not include girls and boys equally in our sample. Therefore, this difference may prevent us from generalizing our results about genders. In the future, boys and girls may be included numerically equally in a similar study in order to see the results of gender more suitably.

3.5. Conclusion

The present study investigated whether parental math input during book reading is related to parents' own tendency to provide math input, the extent to which the book reading materials cue parents to produce math input, and preschool-aged children's mathematical skills. Parental math input did not differ across dyads during the play session, which preceded random assignment to book reading conditions. In contrast, parental input differed systematically across book reading conditions: parents provided more speech-only math input when reading the dots book and more multimodal math input when reading the fingers book compared to the neutral book. Multimodal math input during play significantly predicted multimodal input during book reading, indicating stability in parents' use of gestures across activities. Children's mathematical performance was largely unrelated to parental input, with the exception of symbolic comparison skill in large distance trials, which was associated with multimodal input. Overall, parental math input appears to be shaped primarily by contextual cues and parents' own input tendencies rather than by children's mathematical skill levels.

REFERENCES

Anderson, A., Anderson, J., & Shapiro, J. (2005). Supporting multiple literacies: Parents' and children's mathematical talk within storybook reading. *Mathematics Education Research Journal, 16*(3), 5–26. https://doi.org/10.1007/BF03217399

Barner, D., Abreu-Mendoza, R. A., Gunderson, E., Lab, U. L. a. D., & Coordinator, L. L. (2025, January 16). ManyNumbers 1: A multilab international study of early number knowledge. *Developmental Science.* https://doi.org/10.17605/OSF.IO/2TK7U

Batchelor, S., Inglis, M., & Gilmore, C. (2015). Spontaneous focusing on numerosity and the arithmetic advantage. *Learning and Instruction*, *40*, 79–88. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2015.09.005

Brooks, N. B., Barner, D., Frank, M., & Goldin-Meadow, S. (2018). The role of gesture in supporting mental representations: The case of mental abacus arithmetic. *Cognitive Science*, *42*(2), 554–575. https://doi.org/10.1111/cogs.12527

Carey, S. (2009). *The origin of concepts.* Oxford University Press.

Carey, S., & Barner, D. (2019). Ontogenetic origins of human integer representations. *Trends in Cognitive Sciences, 23*(10), 823–835. https://doi.org/10.1016/j.tics.2019.07.004

Cook, S. W., Duffy, R. G., & Fenn, K. M. (2013). Consolidation and transfer of learning after observing hand gesture. *Child Development, 84*(6), 1863–1871. https://doi.org/10.1111/cdev.12097

Cook, S. W., Friedman, H. S., Duggan, K. A., Cui, J., & Popescu, V. (2017). Hand gesture and mathematics learning: lessons from an Avatar. *Cognitive Science*, *41*(2), 518–535. https://doi.org/10.1111/cogs.12344

Cook, S. W., & Goldin-Meadow, S. (2006). The role of gesture in learning: Do children use their hands to change their minds? *Journal of Cognition and Development, 7*(2), 211–232. https://doi.org/10.1207/s15327647jcd0702_4

Cook, S. W., Yip, T. K., & Goldin-Meadow, S. (2012). Gestures, but not meaningless movements, lighten working memory load when explaining math. *Language and Cognitive Processes*, *27*(4), 594–610. https://doi.org/10.1080/01690965.2011.567074

Dehaene, S. (2011). *The number sense: How the mind creates mathematics*. OUP USA.

Durkin, K., Shire, B., Riem, R., Crowther, R. D., & Rutter, D. R. (1986). The social and linguistic context of early number word use. *British Journal of Developmental Psychology, 4*, 269–288. http://dx.doi.org/10.1111/j.2044-835X.1986.tb01018.x

Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G., & Buchner, A. (2007). G*power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, *39*(2), 175–191. https://doi.org/10.3758/BF03193146

Fox, J., & Weisberg, S. (2023). *car: Companion to Applied Regression*. [R package]. https://cran.r-project.org/package=car

Fuson, K. C. (1991). Children's early counting: Saying the number-word sequence, counting objects, and understanding cardinality. In K. Durkin & B. Shire (Eds.), *Language and mathematical education* (pp. 27–39). Milton Keynes, Open University Press.

Goldstein, A., Cole, T., & Cordes, S. (2016). How parents read counting books and non-numerical books to their preverbal infants: An observational study. *Frontiers in Psychology*, *7*, 1100. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01100

Gunderson, E. A., & Levine, S. C. (2011). Some types of parent number talk count more than others: Relations between parents' input and children's cardinal-number knowledge. *Developmental Science*, *14*(5), 1021–1032. https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2011.01050.x

Hanner, E., Braham, E. J., Elliott, L., & Libertus, M. E. (2019). Promoting math talk in adult–child interactions through grocery store signs. *Mind, Brain, and Education*, *13*(2), 110–118. https://doi.org/10.1111/mbe.12195

Hannula, M. M., & Lehtinen, E. (2005). Spontaneous focusing on numerosity and mathematical skills of young children. *Learning and Instruction*, *15*(3), 237–256. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2005.04.005

Hilliard, C., & Cook, S. W. (2016). Bridging gaps in common ground: Speakers design their gestures for their listeners. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *42*(1), 91. http://dx.doi.org/10.1037/xlm0000154

Hyde, D. C., Khanum, S., & Spelke, E. S. (2014). Brief non-symbolic, approximate number practice enhances subsequent exact symbolic arithmetic in children. *Cognition, 131*(1), 92–107. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2013.12.007

Karadöller, D. Z., Demir-Lira, Ö. E., & Göksun, T. (2025a). Full-term children with lower vocabulary scores receive more multimodal math input than preterm children. *Journal of Cognition and Development*, 1–21. https://doi.org/10.1080/15248372.2025.2470245

Karadöller, D. Z., Sümer, B., & Özyürek, A. (2024). First-language acquisition in a multimodal language framework: Insights from speech, gesture, and sign. *First Language*, 1–38. https://doi.org/10.1177/01427237241290678

Karadöller, D. Z., Sümer, B., & Özyürek, A. (2025b). Advancing the multimodal language acquisition framework through collaborative dialogue. *First Language*, *0*(0), 1–13. https://doi.org/10.1177/01427237251379276

Kendon, A. (2017). Pragmatic functions of gestures: Some observations on the history of their study and their nature. *Gesture*, *16*(2), 157–175. https://doi.org/10.1075/gest.16.2.01ken

Kirkland, P. K., Guang, C., Cheng, Y., & McNeil, N. M. (2024). Mature number sense predicts middle school students' mathematics achievement. *Journal of Educational Psychology*, *116*(8), 1404–1420. https://doi.org/10.1037/edu0000880

Le Corre, M., & Carey, S. (2007). One, two, three, four, nothing more: An investigation of the conceptual sources of the verbal counting principles. *Cognition*, *105*(2), 395–438. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2006.10.005

LeFevre, J. A., Skwarchuk, S. L., Smith-Chant, B. L., Fast, L., Kamawar, D., & Bisanz, J. (2009). Home numeracy experiences and children's math performance in the early school years. *Canadian Journal of Behavioural Science/Revue Canadienne des Sciences du Comportement*, *41*(2), 55. https://doi.org/10.1037/a0014532

Levine, S. C., Suriyakham, L., Towe, M., Huttenlocher, J., & Gunderson, E. (2010). What counts in the development of children's number knowledge? *Developmental Psychology*, *46*(5), 1309–1319. https://doi.org/10.1037/a0019671

MacDonald, A., & Murphy, S. (2021). Mathematics education for children under four years of age: A systematic review of the literature. *Early Years*, *41*(5), 522–539. https://doi.org/10.1080/09575146.2019.1624507

Maas, M. (n.d.). *Bobbi telt tot 10* [Bobbi counts to 10] (M. Maas, Illus.). Uitgeverij Kluitman Alkmaar B.V.

McNeill, D. (1985). So you think gestures are nonverbal? *Psychological Review, 92*(3), 350–371. https://doi.org/10.1037/0033-295X.92.3.350

Mix, K. S., Sandhofer, C. M., & Baroody, A. J. (2005). Number words and number concepts: The interplay of verbal md nonverbal quantification in early childhood. *Advances in Child Development and Behavior*, *33*, 305–346. https://doi.org/10.1016/S0065-2407(05)80011-4

Mix, K. S., Sandhofer, C. M., Moore, J. A., & Russell, C. (2012). Acquisition of the cardinal word principle: The role of input. *Early Childhood Research Quarterly, 27*(2), 274–283. https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2011.10.003

Norris, J. E., McGeown, W. J., Guerrini, C., & Castronovo, J. (2015). Aging and the number sense: preserved basic non-symbolic numerical processing and enhanced basic symbolic processing. *Frontiers in psychology*, *6*, 999. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00999

Ramani, G. B., Rowe, M. L., Eason, S. H., & Leech, K. A. (2015). Math talk during informal learning activities in Head Start families. *Cognitive Development*, *35*, 15–33. https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2014.11.002

R Core Team (2024). *R: A Language and environment for statistical computing*. (Version 4.4) [Computer software]. https://cran.r-project.org (R packages retrieved from CRAN snapshot 2024-08-07)

Rowe, M. L., Özçalışkan, Ş., & Goldin-Meadow, S. (2008). Learning words by hand: Gesture's role in predicting vocabulary development. *First Language, 28*(2), 182–199. https://doi.org/10.1177/0142723707088310

Sarnecka, B. W., & Lee, M. D. (2009). Levels of number knowledge during early childhood. *Journal of Experimental Child Psychology, 103*, 325–337. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2009.02.007

Saxe, G. B., Guberman, S. R., Gearhart, M., Gelman, R., Massey, C. M., & Rogoff, B. (1987). Social processes in early number development. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, i–162. https://doi.org/10.2307/1166071

Swirbul, M., & Melzi, G. (2023). Family math engagement with young Latine children in the United States. *Child Development Perspectives*. https://doi.org/10.1111/cdep.12490

The jamovi project (2024). *jamovi*. (Version 2.6) [Computer Software]. https://www.jamovi.org

Uscianowski, C., Almeda, M. V., & Ginsburg, H. P. (2020). Differences in the complexity of math and literacy questions parents pose during storybook reading. *Early Childhood Research Quarterly, 50*, 40–50. https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2018.07.003

Ünlütabak, B., Aktan-Erciyes, A., Yılmaz, D., Kandemir, S., & Göksun, T. (2022). Parental input during book reading and toddlers' elicited and spontaneous communicative interactions. *Journal of Applied Developmental Psychology, 81*, 101436. https://doi.org/10.1016/j.appdev.2022.101436

Yılmaz, B., Doğan, I., Karadöller, D. Z., Demir-Lira, Ö. E., & Göksun, T. (2025). Parental attitudes and beliefs about mathematics and the use of gestures in children's math development. *Cognitive Development*, *73*, 101531. https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2024.101531

Yılmaz, Z. (2017). Young children's number sense development: Age related complexity across cases of three children. *International Electronic Journal of Elementary Education*, *9*(4), 891–902. https://iejee.com/index.php/IEJEE/article/view/291

Watts, T. W., Duncan, G. J., Siegler, R. S., & Davis-Kean, P. E. (2014). What's past is prologue: Relations between early mathematics knowledge and high school achievement. *Educational Researcher*, *43*(7), 352–360. https://doi.org/10.3102/0013189X14553660

Whitacre, I., Henning, B., & Atabaș, Ș. (2020). Disentangling the research literature on number sense: Three constructs, one name. *Review of Educational Research*, *90*(1), 95–134. https://doi.org/10.3102/0034654319899706

Zhang, Y., Ma, Y., & Zhou, X. (2022). The association between non-symbolic number comparison and mathematical abilities depends on fluency. *Cognitive Processing*, *23*(3), 423–439. https://doi.org/10.1007/s10339-022-01098-x

APPENDICES

A. APPROVAL OF THE METU HUMAN SUBJECTS ETHICS COMMITTEE

UYGULAMALI ETİK ARAŞTIRMA MERKEZİ
APPLIED ETHICS RESEARCH CENTER

ORTA DOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MIDDLE EAST TECHNICAL UNIVERSITY

DUMLUPINAR BULVARI 06800
ÇANKAYA ANKARA/TURKEY
T: +90 312 210 22 91
F: +90 312 210 79 59
ueam@metu.edu.tr
www.ueam.metu.edu.tr

18 OCAK 2024

Konu: Değerlendirme Sonucu

Gönderen: ODTÜ İnsan Araştırmaları Etik Kurulu (İAEK)

İlgi: İnsan Araştırmaları Etik Kurulu Başvurusu

Sayın Dr. Dilay Zeynep Karadöller Astarlıoğlu

Danışmanlığını yürüttüğünüz Tuğçe YALÇINKAYA'nın ***"Multimodal Ebeveyn Girdisi ve Okul Öncesi Çocuklarının Matematik Performansı Arasındaki İlişki"*** başlıklı araştırmanız İnsan Araştırmaları Etik Kurulu tarafından uygun görülerek **0199-ODTUİAEK-2024** protokol numarası ile onaylanmıştır

Bilgilerinize saygılarımla sunarım.

Prof. Dr. Ş. Halil TURAN
Başkan

Prof.Dr. İ. Semih AKÇOMAK
Üye

Doç. Dr. Ali Emre Turgut
Üye

Doç. Dr. Şerife SEVİNÇ
Üye

Doç. Dr. Murat Perit ÇAKIR
Üye

Dr. Öğretim Üyesi Süreyya ÖZCAN KABASAKAL

Dr. Öğretim Üyesi Müge GÜNDÜZ

B. PARENTAL APPROVAL FORM

Veli Onay Mektubu

Sayın Veliler, Sevgili Anne-Babalar,

Orta Doğu Teknik Üniversitesi Psikoloji Bölümü Yüksek Lisans öğrencisi olarak tez kapsamında “Multimodal Ebeveyn Girdisi ve Okul Öncesi Çocuklarının Matematik Performansı Arasındaki İlişki” başlıklı araştırma çalışmasını yürütmekteyim.

Bu çalışmanın amacı nedir? Çalışmanın amacı, ebeveynlerin jest ve söz kullanarak çocuklarına sağladıkları girdi ile okul öncesi çocuklarının matematik performansları arasındaki ilişkiyi incelemektir.

Sizin ve çocuğunuzun katılımcı olarak ne yapmasını istiyoruz?: Çalışmanın amacını gerçekleştirebilmek için çocuğunuzun ve sizin (anne ya da babadan biri) beraber oyun ve kitap etkinlikleri yapmasını ve sonrasında çocuğunuzun matematik içerikli çeşitli etkinlikleri yapmasını isteyeceğiz. Sizin ve çocuğunuzun oyun ve kitap etkinliği sırasındaki cevaplarınızı/davranışlarınızı video kaydı biçiminde toplayacağız. Katılmaya gönüllü olup çocuğunuzun da katılımına izin verdiğiniz takdirde uygun bir zamanda ev ziyareti ile bu etkinlikleri gerçekleştireceğiz. Sizden çocuğunuzun katılımcı olmasıyla ilgili izin istediğimiz gibi, çalışmaya başlamadan çocuğunuzdan da sözlü olarak katılımıyla ilgili rızası mutlaka alınacak.

Çocuğunuzdan alınan bilgiler ne amaçla ve nasıl kullanılacak?: Çocuğunuzdan ve sizden alacağımız cevaplar tamamen gizli tutulacak ve sadece araştırmacılar tarafından değerlendirilecektir. Elde edilecek bilgiler sadece bilimsel amaçla kullanılacak, çocuğunuzun ya da sizin isim ve kimlik bilgileriniz hiçbir şekilde kimseyle paylaşılmayacaktır. Bu çalışmadan alınacak bilgiler multimodal ebeveyn girdisi ve çocukların matematik performansı arasındaki ilişkinin anlaşılmasına önemli bir katkı sağlayacaktır.

Çocuğunuz ya da siz çalışmayı yarıda kesmek isterseniz ne yapmalısınız?: Çocuğunuzun cevaplayacağı soruların onun psikolojik gelişimine olumsuz etkisi olmayacağından emin olabilirsiniz. Yine de bu formu imzaladıktan sonra hem siz hem de çocuğunuz katılımcılıktan ayrılma hakkına sahipsiniz. Katılım sırasında sorulan sorulardan ya da herhangi bir uygulama ile ilgili başka bir nedenden ötürü çocuğunuz kendisini rahatsız hissettiğini belirtirse ya da kendi belirtmese de araştırmacı çocuğun rahatsız olduğunu öngörürse, çalışmaya sorular tamamlanmadan ve derhal son verilecektir. Şayet siz çocuğunuzun rahatsız olduğunu hissederseniz, böyle bir durumda çalışmadan sorumlu kişiye çocuğunuzun çalışmadan ayrılmasını istediğinizi söylemeniz yeterli olacaktır.

Bu çalışmayla ilgili daha fazla bilgi almak isterseniz: Araştırmayla ilgili sorularınızı aşağıdaki e-posta adresini kullanarak bize yöneltebilirsiniz.

Saygılarımla,

Tuğçe Yalçınkaya

Psikoloji Bölümü Yüksek Lisans Öğrencisi
Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara
e-posta:

Lütfen bu araştırmaya katılmak konusundaki tercihinizi aşağıdaki seçeneklerden size en uygun gelenin altına imzanızı atarak belirtiniz ve bu formu araştırmacıya veriniz.

A) Bu araştırmaya tamamen gönüllü olarak katılıyorum ve çocuğum ....’nın da katılımcı olmasına izin veriyorum. Çalışmayı istediğim zaman yarıda kesip bırakabileceğimi biliyorum ve verdiğim bilgilerin bilimsel amaçlı olarak kullanılmasını kabul ediyorum.

Baba Adı-Soyadı.............................   Anne Adı-Soyadı......................................

İmza ....   İmza ....

B) Bu çalışmaya katılmayı kabul etmiyorum ve çocuğumun ....’nın da katılımcı olmasına izin vermiyorum.

Baba Adı-Soyadı.............................   Anne Adı-Soyadı......................................

İmza ....   İmza ....

C. INFORMED CONSENT

ARAŞTIRMAYA GÖNÜLLÜ KATILIM FORMU

Bu araştırma, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Psikoloji Bölümü Yüksek Lisans öğrencisi Tuğçe Yalçınkaya tarafından yüksek lisans tezi kapsamında yürütülmektedir. Bu form sizi araştırma koşulları hakkında bilgilendirmek için hazırlanmıştır.

Çalışmanın Amacı Nedir?

Araştırmanın amacı, multimodal (jest ve söz ile) ebeveyn girdisi ile okul öncesi çağındaki çocukların matematik performansı arasındaki ilişkiyi incelemektir.

Bize Nasıl Yardımcı Olmanızı İsteyeceğiz?

Araştırmaya katılmayı kabul ederseniz, sizin için de uygun olan ve tarih ve saati önceden planlanmış bir ev ziyareti gerçekleştirilecektir. Ziyareti sadece araştırmacı (1 kişi) gerçekleştirecektir. Bu ev ziyaretinde çocuğunuz ve çalışmaya katılmaya gönüllü ebeveynlerinden biri ile oyun ve kitap etkinliği yapılacaktır. Bu etkinlikler daha sonra analiz edilmek üzere video kaydına alınacaktır. Sonrasında çocuğunuz ile araştırmacı matematik içerikli çeşitli etkinlikler yapacak ve araştırmaya gönüllü olarak katılan ebeveynden de demografik form doldurması istenecektir.

Sizden Topladığımız Bilgileri Nasıl Kullanacağız?

Araştırmaya katılımınız tamamen gönüllülük temelinde olmalıdır. Çalışmada sizden ve çocuğunuzdan kimlik belirleyici hiçbir bilgi istenmemektedir. Cevaplarınız tamamıyla gizli tutulacak ve sadece araştırmacılar tarafından değerlendirilecektir. Katılımcılardan elde edilecek bilgiler toplu halde değerlendirilecek ve bilimsel yayınlarda kullanılacaktır.

Katılımınızla ilgili bilmeniz gerekenler:

Bu çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayalıdır. Çalışma, genel olarak kişisel rahatsızlık verecek sorular veya uygulamalar içermemektedir. Ancak, katılım sırasında sorulardan ya da herhangi başka bir nedenden ötürü kendinizi rahatsız hissederseniz çalışmayı yarıda bırakabilirsiniz. Böyle bir durumda çalışmayı uygulayan kişiye çalışmadan çıkmak istediğinizi söylemek yeterli olacaktır.

Araştırmayla ilgili daha fazla bilgi almak isterseniz:

Çalışmanın sonunda, bu çalışmayla ilgili sorularınız cevaplanacaktır. Bu çalışmaya katıldığınız için şimdiden teşekkür ederiz. Çalışma hakkında daha fazla bilgi almak için Psikoloji Bölümü yüksek lisans öğrencisi Tuğçe Yalçınkaya (e-posta) ile iletişim kurabilirsiniz.

Yukarıdaki bilgileri okudum ve bu çalışmaya tamamen gönüllü olarak katılıyorum.

(Formu doldurup imzaladıktan sonra uygulayıcıya geri veriniz).

İsim Soyad Tarih İmza

---/----/-----

D. TURKISH SUMMARY / TÜRKÇE ÖZET

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Matematik becerileri, çocukların gelişiminin temel alanlarından birini oluşturur. Çocuklar, erken yaşlardan itibaren sayısal ve matematiksel kavramlarla etkileşime girme fırsatı bulurlar, bunların çoğu ebeveyn girdisi yoluyla ev ortamında ortaya çıkar (bkz., Anderson vd., 2005; Uscianowski vd., 2020).

Bu tür girdiler, yalnızca konuşma yoluyla veya konuşma ve jestlerle multimodel biçimlerde sağlanabilir, böylece matematiksel kavramların görsel temsillerini sunulur (Karadöller vd., 2025a). Ebeveyn matematik girdisinin önemini kabul edilmesine rağmen, nispeten az sayıda çalışma bunun çocukların matematik gelişimiyle ilişkisini incelemiştir (örn., Brooks vd., 2018; Cook vd., 2017) ve daha azı bu ilişkide jestlerin rolüne odaklanmıştır ancak jestlerin ebeveyn girdisinde baskın olduğu gösterilmiştir (Karadöller vd., 2025a).

Güncel çalışmada, kitap okuma sırasında ebeveynlerin matematik girdisinin, okul öncesi çocuklarının matematik becerileri, ebeveynlerin matematik girdi sağlama eğilimi ve kitap okuma materyallerinin ebeveynleri matematik girdisi üretmeye ne kadar yönlendirip yönlendirmediğini inceleyen kapsamlı bir yaklaşım benimsenmiştir.

Bu amaçla üç kitap okuma koşulunda (jestli  görsel işaret, soyut  görsel işaret ve işaretsiz) yalnızca konuşma ve multimodel (konuşma ve jestler) ebeveyn matematik girdisini, yarı yapılandırılmış bir oyun oturumunda ebeveyn matematik girdisini ve okul öncesi çocuklarının çeşitli matematik becerileri incelenmiştir.

1.1. Matematik Gelişimi

Matematik yeteneği genellikle çocukların okul çağında edindikleri becerilere bağlanır. Ancak çocuklar erken yaşlardan itibaren sözsüz görevlerde sayıların farkındalığını gösterirler ve konuşma, jest veya işaretler yoluyla sayı bağlantılı girdiye maruz kalırlar (Barner vd., 2025). Okul öncesi yıllardaki matematik becerisi, sonraki yıllardaki matematiksel başarılarla önemli ölçüde ilişkilidir (örn., Watts vd., 2014). Örneğin, "sayı hissi" çocukların erken yaşlardan itibaren sahip olduğu özelliklerden biridir (bkz., Dehaene, 2011) ve okul öncesi ile okul yılları boyunca kademeli olarak gelişir (Yılmaz, 2017). Bu kavram nesnelerin yaklaşık sayısal değerini anlamayı veya iki değerin birbirine göre azlığını ve çokluğunu saymadan tahmin etmeyi ifade eder.

Araştırmacılar, çocukların matematik anlayışlarını nasıl geliştirdiklerine dair birkaç teori önermiştir. Örneğin, çocuklar 2 yaşından sonra kısa süreliğine 10'a kadar sayı listesini "sayabilir" fakat sayıların anlamını ancak 4 yaşında öğrenirler (Carey ve Barner, 2019). Bilen-seviye çerçevesine göre, çocuklar sırasıyla bir bilenden iki bilene, üç bilene ve dört bilen seviyesine yaklaşık 6 aylık aralıklarla geçerler (Carey, 2009; Le Corre ve Carey, 2007; Sarnecka ve Lee, 2009). Bu seviyelerde çocuklar bilen-seviyelerinin ötesindeki sayı kelimelerinin anlamlarını bilmezler ancak sayı sembollerini eşdeğer küme boyutundaki nesnelerle eşleştirebilirler. Dört bilen olduklarında, yani yaklaşık 4 yaşındayken, "kardinalite" ilkesini de anlayabilirler. Kardinallik, bir nesne kümesinin miktarını gösteren sayı kelimesini ifade eder (örn., Carey ve Barner, 2019; Mix vd., 2005), aynı zamanda kümedeki nesneler sayıldığında söylenen son sayı değerini verir (Fuson, 1991). Çocuklar, gerçek hayatta kardinalite becerisini kazanarak sayı kelimelerini ve bu kelimelerin anlamlarını yaklaşık 46 aylıkken eşleştirmeye başlar (Levine vd., 2010; Ramani vd., 2015).

1.2. Ebeveyn Matematik Girdisi

Ebeveyn girdisi, bilişsel ve kavramsal anlama dahil olmak üzere çeşitli alanların gelişimiyle ilgilidir (bkz., Anderson vd., 2005; Uscianowski vd., 2020). Ramani ve arkadaşlarına (2015) göre oyun ve kitap okuma (Ünlütabak vd., 2022), alışveriş (Hanner vd., 2019; LeFevre vd., 2009) ve yemek pişirme (Swirbul ve Melzi, 2023), ebeveynlerin çocuklara bilgi vermesi için önemli etkinliklerdir. Bu etkinlikler çocukların bilişsel gelişimini ve kavramsal anlayışını destekler.

Sayılar, ebeveynlerin bu etkinlikler sırasında bebekleri ve küçük çocuklarıyla en sık konuştuğu konulardan biridir (Anderson vd., 2005; Gunderson ve Levine, 2011; Mix vd., 2012; Swirbul ve Melzi, 2023). Ebeveynlerin sayılar hakkında konuşması, çocukların matematik becerileriyle ilişkilidir. Ev ortamında "sayı konuşması"na maruz kalma, sayma yeteneklerinin gelişiminde kritik bir rol oynayabilir (Goldstein vd., 2016; Gunderson ve Levine, 2011; LeFevre vd., 2009; Levine vd., 2010). Bebeklikte bile, ebeveynler çocuklarıyla etkileşimde bulunduklarında sayılardan bahsederler. Çalışmalar, ebeveyn matematik girdisi için yaşın (Goldstein vd., 2016), girdi türünün (Karadöller vd., 2025a; Ramani vd., 2015) ve modalitenin (konuşma veya jest) (Cook vd., 2017; Karadöller vd., 2025a) önemini göstermektedir. Ayrıca, çalışmalar, çocukların çok erken yaşlardan itibaren ebeveyn matematik girdisi aldığını (Gunderson ve Levine, 2011; LeFevre vd., 2009; MacDonald ve Murphy, 2021; Mix vd., 2012) ve bu girdinin kendiliğinden multimodel olduğunu göstermektedir Karadöller vd., 2025a). Ancak multimodel matematik girdisi ile okul öncesi çocuklarda sayı becerilerinin gelişimi arasındaki ilişki iyi anlaşılmamaktadır. Ayrıca ebeveynlerin yalnızca konuşma veya multimodel matematik girdisi sağlama eğiliminin ne kadar olduğu ve kitap okuma materyallerinin bu girdi için onları yönlendirip yönlendirmediği ve nasıl yönlendirdiği bilinmemektedir. Ek olarak ebeveyn girdisi genellikle ya bir öngörücü ya da sonuç olarak incelense de bir etkinlikte (örn., yalnızca konuşma ve multimodel formlarda oyun oturumları) ebeveyn girdisinin başka bir etkinlikteki ebeveyn girdisi ile (örn., yalnızca konuşma ve multimodel biçimlerde kitap okuma oturumları) ilişkili olup olmadığı ve nasıl ilişkili olduğu konusunda çok az şey bilinmektedir.

1.3. Jestler ve Matematik Becerilerinin Gelişimi

Çocuklar, soyut kavramları öğrenirken jestleri gözlemlemekten faydalanır. Ebeveynler, kitap okuma gibi etkinlikler sırasında (Rowe vd., 2008; Ünlütabak vd., 2022) olduğu kadar matematikle ilgili kitap okuma etkinliklerinde de (Karadöller vd., 2025a) çocuklarıyla iletişim kurarken jestleri kullanırlar.

Çalışmalar hem eğitim ortamlarında hem de ev ortamında matematik öğrenimini desteklemede jestlerin rolünü giderek daha fazla incelemektedir (bkz., Cook vd., 2013). Daha yeni çalışmalar, jestlerin rolünün matematiksel alanlar arasında değişebileceğini göstermiştir. Yılmaz ve arkadaşları (2025) 4 yaşındaki çocuklarda jest kullanımını incelemiş ve görevler arasında farklı etkiler bulmuştur: Jestler sözel olmayan aritmetik performansı artırırken, çocukların kardinallik görevindeki performansını azaltmıştır. Yazarlar, erken yaştaki çocuklar için daha az jest kullanımının çocukların sayı kelimeleri, sayma gibi daha temel kavramları edinmeleri konusunda fayda sağlayabileceğini öne sürmüşlerdir ve jestlerin bu kavramları öğrenmede doğrudan desteklemeyebileceğini belirtmişlerdir.

Çalışmalar eğitim ortamlarının yanı sıra jestler ebeveyn girdisiyle evde erken matematik öğrenimiyle de ilişkili olduğunu göstermiştir (Karadöller vd., 2025a). Ancak kitap okuma sırasında ebeveyn jest kullanımı ile çocukların matematiksel performansı arasındaki ilişki hâlâ yeterince anlaşılmamaktadır. Ayrıca mevcut çalışmalar farklı etkinlikler ve görevler arasında jestli girdilerin miktarını ve doğasını nadiren karşılaştırır. Ek olarak önceki çalışmalar öncelikle küçük çocuklar veya okul çağındaki çocuklar üzerine odaklanmış, okul öncesi çocukları büyük ölçüde keşfedilmemiştir. Daha da önemlisi şimdiye kadarki çalışmalarda annelerin çocukların farklı matematik görevlerindeki performansını dikkate alarak ne kadar yalnızca konuşma ve multimodel matematik girdisi sağladığını sistematik olarak ayarlayıp ayarlamadığın araştırılmamıştır.

1.4. Güncel Çalışma

Güncel çalışma, kitap okuma sırasındaki ebeveynlerin matematik girdisinin; ebeveynlerin matematik girdisi sağlama eğilimiyle ilgili olup olmadığını, kitap okuma materyallerinin ebeveynleri matematik girdisi sağlamaya ne kadar yönlendirdiğini ve okul öncesi çocukların matematik becerilerinin bunlarla ilişkisini araştırmıştır.

Araştırma sorularımız aşağıdaki gibidir:

1. Ebeveyn matematik girdisi, oturumlar (oyun oturumu ve kitap okuma oturumu) ve kitap okuma koşulları ile ilgili olarak değişir mi?

2. Ebeveyn matematik girdisi, çocukların matematiksel becerileriyle ilgili mi?

Tüm anne-çocuk ikilileri önce aynı yarı yapılandırılmış oyun oturumunu tamamlayıp ardından rastgele bir şekilde kitap okuma koşullarından birine (parmaklar, noktalar veya nötr) atanacağından oyun oturumunda ebeveyn matematik girdisinde herhangi bir fark öngörülmemiştir. Buna karşılık ebeveyn matematik girdisinin, oyun oturumunda farklı kitap okuma koşullarında hem yalnızca konuşma hem de multimodel biçimlerde farklı olacağı öngörülmüştür. Matematikle ilgili kitapları (parmaklar ve noktalar) okuyan ebeveynlerin ipuçları olmayan kitabı (nötr) okuyan ebeveynlere kıyasla daha fazla ve multimodel matematik girdisi sağlayacağı öngörülmüştür. Ayrıca ipuçları içeren kitap okuma koşulları arasında parmaklar kitabına atanan ebeveynlerin noktalar kitabına atananlardan daha fazla matematik girdisi sağlayacağı öngörülmüştür. Ayrıca çocukların matematik becerilerinin kitap okuma sırasında ebeveynlerin sağladığı matematik girdilerinin miktarı ve modalitesi ile ilişkili olacağı öngörülmüştür.

BÖLÜM 2

YÖNTEM

Bu çalışma için Orta Doğu Teknik Üniversitesi İnsan Araştırmaları Etik Kurulundan (0199-ODTUİAEK-2024) etik onay ve Millî Eğitim Bakanlığından (54850036-044-E.436) araştırma izni alınmıştır. Ayrıca ebeveynlerden kendileri için bilgilendirilmiş onam ve çocukları için ebeveyn onay formları ve çocuklardan da sözlü onay alınmıştır.

2.1. Katılımcılar

Çalışmaya 73 adet (49 kız) 59 ay 19 gün ve 66 ay 20 gün yaş aralığındaki çocuklar ve anneleri katılmıştır. Tek dışlama kriteri gelişimsel ve öğrenme sorunları olan çocuklardır.

2.2. Araştırma Araçları

2.2.1. Oyun Oturumu

Çalışmanın başında ebeveyn-çocuk ikilileri 10 dakikalık çeşitli oyuncaklardan oluşan yarı yapılandırılmış bir oyun oturumuna katılmıştır.

2.2.2. Kitap Okuma Oturumu

Ebeveynlerden evde yaptıkları gibi çocuklarına kelimesiz resimli bir kitap okumaları istendi. Çalışmada kullanılan kitap, Monica Maas'ın (t.y.) "Bobbi Telt Tot 10" adlı eserinden uyarlanmıştır.

Bu çalışma amacıyla, üç kitap okuma koşulu oluşturulmuştur.

Jestli görsel işaret durumu (parmaklar kitabı), her sayfa için belirli numarayı gösteren el(ler) üzerindeki parmakları içermektedir. Soyut görsel işaret koşulu (noktalar kitabı), zar(lar) üzerinde belirli sayıyı gösteren noktaları içermektedir. Görsel işaret içermeyen (nötr kitap) koşul sayfalarının altında ise hiçbir ipucu bulunmamaktadır. Anne-çocuk ikilileri rastgele bir şekilde kitap okuma koşullarından birine atanmıştır.

2.2.3. Matematik Görevleri

2.2.3.1. Tırtıl Görevi

Görev, çocuğun kardinalite becerilerini ölçmektedir (Hanula ve Lehtinen, 2005). Çocuğun farklı sayıda ayakları olan tırtıllara çorap kutusundan doğru sayıda çorap getirmesi beklenmektedir.

Tırtılın ihtiyaç duyduğu tüm çoraplar aynı anda getirilmelidir ve çocuğun görevin nicel amacını, yani tırtıla tam olarak doğru sayıda çorap getirmeyi anladığı teyit edilmelidir. Alınabilecek en yüksek puan 10'dur.

2.2.3.2. İleri ve Geri Sayma Görevi

Çocuktan 20'ye kadar sayması ve ardından 20'den geriye doğru sayması istenmiştir. İki puan belirlenmiştir: Bunlar "hatalarla sayma" yani çocuğun ulaştığı en yüksek sayı ve "hatasız sayma" yani çocuğun hatasız ulaştığı en yüksek sayıdır.

Aynı puanlama geriye doğru sayma için de uygulanmıştır. İki görevde de alınabilecek en yüksek puan 20'dir. Çocuklara sayma sırasında müdahale edilmemiş ancak başlangıçta araştırmacı ilk iki sayıyı söylemiştir.

2.2.3.3. Sembolik Olmayan Karşılaştırma Görevi

Görev, çocuğun sayı hissini ve yaklaşık temsilleri anlamasını ölçmeyi amaçlamaktadır (Batchelor vd., 2015). Çocuk bilgisayar ekranında içinde farklı sayıda noktalar olan iki yuvarlak görmüş ve noktaları saymadan mümkün olan en hızlı şekilde daha fazla noktalı yuvarlağı seçmesi istenmiştir. Karşılaştırılan iki sayı arasındaki sayısal mesafe ya küçük (1 veya 2 mesafe) ya da büyüktür (3 veya 4 mesafe). Çocuklar 20 görev tamamlamıştır.

2.2.3.4. Sembolik Karşılaştırma Görevi

Bu görev, çocukların sayıları saymadan tanıyıp tanıyamayacağını ölçmektedir (Batchelor vd., 2015). Çocuk bilgisayar ekranında içinde farklı rakamlar olan iki yuvarlak görmüş ve mümkün olan en hızlı şekilde daha büyük rakamın olduğu yuvarlağı seçmesi istenmiştir. Karşılaştırılan iki sayı arasındaki sayısal mesafe ya küçük (1 veya 2 mesafe) ya da büyüktür (3 veya 4 mesafe). Çocuklar 20 görev tamamlamıştır.

2.2.3.5. Sayısal Haritalama Görevi

Bu görev, çocuğun sembolik olmayan sayısal uyarıcıları sembolik sayısal uyaranlara eşleme yeteneğini ölçmektedir (Batchelor vd., 2015). Çocuk bilgisayar ekranında içinde farklı rakamlar olan iki yuvarlak ve noktalar olan bir yuvarlak görmüş ve noktaları saymadan mümkün olan en hızlı şekilde nokta sayısına denk gelen rakamı içeren yuvarlağı seçmesi istenmiştir. Karşılaştırılan iki sayı arasındaki sayısal mesafe ya küçük (1 veya 2 mesafe) ya da büyüktür (3 veya 4 mesafe). Çocuklar 20 görev tamamlamıştır.

2.3. Uygulama

Tüm etkinlikler ya çocukların evinde ya da anaokullarındaki bir sınıfta yapılmıştır. Tüm ikililer aynı oyun oturumu materyallerini kullanmıştır. Öte yandan, kitap okuma oturumu için farklı kitaplar kullanılmıştır. Bir grup (23 ikili) jestli (parmaklar) ipuçlarının olduğu, başka bir deyişle sayıların resimlerini el hareketleri olarak gördükleri (örn., ✌) kitabı okumuştur. Diğer bir grup (25 ikili) ise kitabı soyut (noktalar) ipuçlarının olduğu yani zarlarda sayıları simgeleyen noktaların (örn., ) olduğu kitabı okumuş ve son grup da (25 ikili) ipuçlarının olmadığı (nötr koşul) kitabı okumuştur.

Oyun ve kitap okuma oturumlarından sonra çocuklar matematik görevlerini aynı sırayla tamamlamış ve ebeveynler de demografik bilgi formlarını doldurmuştur. Çalışma yaklaşık bir saat sürmüştür.

2.4. Kodlama

Oyun ve kitap okuma oturumları ebeveynlerin matematik girdisi için yazıya dökülmüş ve kodlanmıştır. Kodlama, Karadöller ve arkadaşları (2025a) örnek alınarak hem konuşma hem jest için yapılmıştır. Daha sonra "yalnızca konuşma" ve "multimodel" girdi grupları oluşturulmuştur.

2.4.1. Konuşma

Konuşma kodlaması için dört kategori tanımlanmıştır: kardinalite, sayma, karşılaştırma ve ölçüm birimi. Kardinalite, annenin nesnelerin sayısını doğrudan söylemesini, sayma annenin saymasını, karşılaştırma annenin sayıları karşılaştırdığı durumları, ölçü birimi ise sayının ardından ölçülebilir bir birimin geldiği durumları ifade eder.

2.4.2. Jest

Jest kodlamasında sadece matematikle ilgili jestler kodlanmıştır. Üç tür jest kategorisi tanımlanmıştır: sayı, işaret ve kardinalite. Sayı jestleri açık ve uzatılmış parmaklarla nesnelerin miktarını göstermeyi, işaret annenin açık ve uzatılmış parmaklarla nesnelere veya sayfadaki karakterlere işaret etmesini, kardinalite ise annenin her nesneyi tek tek sayarak veya toplu halde bir grup nesneyi göstererek işaret etmesini ifade etmektedir.

2.5. Bulgular

2.5.1. Ön Bulgular

Her bağımlı değişkeni içeren tek yönlü bir ANOVA yapılmıştır (oyun oturumunda yalnızca konuşma matematik girdisi, oyun oturumunda multimodel matematik girdisi, kitap okuma oturumunda yalnızca konuşma matematik girdisi ve kitap okuma oturumunda multimodel matematik girdisi).

Sonuçlar, oyun oturumu matematik girdilerinde, ebeveynlerin yalnızca konuşma ($F(2, 70) = 1.99$, $p = .145$) veya multimodel ($F(2, 70) = 9.95$, $p = .391$) matematik girdisi sağlama biçimlerinde daha sonra atanan kitap okuma koşullarına göre farklı olmadıklarını göstermiştir.

Buna karşılık kitap okuma oturumu matematik girdilerinde ebeveynlerin farklı kitap okuma koşullarında yalnızca konuşma ($F(2, 40.0) = 7.09$, $p = .002$) ve multimodel ($F(2, 34.6) = 6.37$, $p = .004$) matematik girdilerinin sıklığında fark olduğu görülmüştür. Tukey HSD düzeltmesi ile yapılan Post hoc testlere göre, noktalar kitabını okuyanlar yalnızca konuşma (ortalama fark = 11.24, $p = .002$) ve multimodel (ortalama fark = 4.88, $p = .012$) girdi için nötr kitabı okuyanlardan anlamlı şekilde farklıdır. Bu sonuçlar, kitap okuma koşullarının girdi konusunda fark yarattığını göstermektedir.

Kitap okuma oturumu sırasında ebeveynlerin matematik girdisi üzerindeki kitap okuma koşullarının etkisini incelemek için iki ayrı ANCOVA (biri yalnızca konuşma matematik girdisi, diğeri multimodel matematik girdisi için) gerçekleştirilmiş ve oyun oturumu sırasında ebeveyn matematik girdisini kovaryant olarak kontrol edilmiştir.

İlk ANCOVA'da, oyun oturumu sırasında ebeveynlerin yalnızca konuşma matematik girdisi, kitap okuma oturumundaki yalnızca konuşma matematik girdisi ile istatistiksel olarak ilişkili olmadığı bulunmuştur, $F(1, 69) = 2.33$, $p = .131$, kısmi $\eta^2 = .03$. Ayrıca oyun oturumu girdisi kontrol edildikten sonra kitap okuma koşullarının (parmaklar, noktalar, nötr) kitap okuma girdisi üzerinde önemli bir etkisi olduğu görülmüştür, $F(2, 69) = 6.28$, $p = .003$, kısmi $\eta^2 = .15$. Noktalar kitabını okuyan ebeveynlerin, nötr kitabı okuyanlara göre kitap okuma oturumunda daha fazla yalnızca konuşma girdisi sağladığı görülmüştür, ortalama fark = 11,26, %95 GA [0,41, 1,59], pTukey = .002, Cohen'in d = 1,00.

İkinci ANCOVA'da, oyun oturumu sırasında ebeveyn multimodel matematik girdisi, kitap okuma oturumundaki multimodel matematik girdisi ile istatistiksel olarak ilişkili bulunmuştur, $F(1, 69) = 6.59$, $p = .012$, kısmi $\eta^2 = .09$. Oyun oturumu sırasında daha fazla multimodel matematik girdisi sağlayan ebeveynlerin kitap okuma oturumunda da daha fazla multimodel matematik girdisi sağladığı görülmüştür, $\beta = .21$, $p = .002$). Oyun oturumu girdisi kontrol edildikten sonra kitap okuma koşullarının kitap okuma girdisi üzerinde önemli bir etkisi olduğu görülmüştür, $F(2, 69) = 5.25$, $p = .008$, kısmi $\eta^2 = .13$. Noktalar kitabını okuyan ebeveynlerin nötr kitabı okuyanlara göre daha çok multimodel girdi sağladığı görülmüştür, ortalama fark = 5.18, %95 CI [0.33, 1.50], pTukey = .005, Cohen'in d = 0.92.

Bir başka ANOVA, oyun veya kitap okuma oturumlarında yalnızca konuşma veya multimodel ebeveyn girdilerinde anlamlı cinsiyet farkları olmadığını göstermiştir.

Çoğu matematik görevi performanslarının birbirleriyle korelasyon halinde olduğu görülmüştür. Sadece geriye sayma ve kitap okuma koşulları arasında anlamlı pozitif korelasyon bulunmuştur ($r = .23$, $p = .054$).

2.5.2. Temel Bulgular

İki bağımlı değişken için (kitap okuma sırasında ebeveynlerin yalnızca konuşma matematik girdisi ve kitap okuma sırasında multimodel ebeveyn matematik girdisi) sekiz hiyerarşik regresyon modeli oluşturulmuştur.

Tüm modeller aynı üç adımı takip etmiş ancak matematik görevleri ve oyun oturumundaki ebeveyn girdi modalitesi modeller arasında farklılık yaratmıştır. Tüm modellerin ilk adımda çocuğun cinsiyeti ve oyun oturumu matematik girdisi kontrol edilmiştir (yalnızca konuşma girdisi modelleri için yalnızca konuşma girdisi ve multimodel girdi modelleri için multimodel girdi). İkinci adım çocukların matematik becerilerini içermektedir: iki modelde Tırtıl Görevi sonuçları, iki modelde hatasız İleri Sayma ve hatasız Geri Sayma sonuçları, iki modelde Sembolik Olmayan Karşılaştırma (küçük/büyük mesafe), Sembolik Karşılaştırma (küçük/büyük mesafe) ve Sayısal Haritalama Görevleri (küçük/büyük mesafe) yer almıştır. Son olarak, son adımda tüm modellerde kitap okuma koşulları (parmaklar, noktalar, nötr) bulunmaktadır.

İlk modelde ancak son adım modeli önemli ölçüde geliştirmiş ($F(2, 67) = 6.83$, $\Delta R^2 = .16$, $p = .002$) ve toplam varyansın %20.3'ünü açıklamıştır ($F(5, 67) = 3.42$, $p = .008$). Noktalar kitabını okuyan ebeveynler, parmaklar kitabını okuyan ebeveynlere kıyasla daha fazla yalnızca konuşma girdisi sağlamıştır ($\beta = .63$, $p = .031$). Başka hiçbir anlamlı etki bulunmamıştır (tüm p değerleri > .05).

İkinci modelde yine ancak son adım modeli önemli ölçüde geliştirmiş ($F(2, 67) = 5.58$, $\Delta R^2 = .13$, $p = .006$) ve toplam varyansın %20.4'ünü açıklamıştır, $F(5, 67) = 3.44$, $p = .008$). Oyun oturumundaki multimodel girdinin anlamlı bir yordayıcı olduğu görülmüştür ($\beta = .30$, $p = .010$). Buna ek olarak parmaklar kitabını okuyan ebeveynler, nötr kitabı okuyan ebeveynlere kıyasla daha fazla multimodel girdi sağlamıştır ($\beta = -.54$, $p = .054$). Başka hiçbir anlamlı etki bulunmamıştır (tüm p değerleri > .05).

Üçüncü modelde yine son adım modeli önemli ölçüde geliştirmiş ($\Delta R^2 = .15$, $F(2, 66) = 6.26$, $p = .003$) ve toplam varyansın %21.4'ünü açıklamıştır, $F(6, 66) = 3.00$, $p = .012$. Ancak, hiçbir değişken yalnızca konuşma matematik girdisini anlamlı bir şekilde yordamamıştır (tüm *p* değerleri > .05).

Dördüncü modelde yine son adım modeli önemli ölçüde geliştirmiş ($\Delta R^2 = .12$, $F(2, 66) = 5.03$, $p = .009$) ve toplam varyansın %19.5'ini açıklamıştır, $F(6, 66) = 2.67$, $p = .022$). Oyun oturumundaki multimodel girdinin anlamlı bir yordayıcı olduğu görülmüştür ($\beta = .30$, $p = .013$). Başka hiçbir anlamlı etki bulunmamıştır (tüm *p* değerleri > .05).

Beşinci modelde yine son adım modeli önemli ölçüde geliştirmiş ($\Delta R^2 = .14$, $F(2, 65) = 5.80$, $p = .005$) ve toplam varyansın %20.5'ini açıklamıştır, $F(7, 65) = 2.40$, $p = .030$. Ancak, hiçbir değişken yalnızca konuşma matematik girdisini anlamlı bir şekilde yordamamıştır (tüm *p* değerleri > .05).

Altıncı modelde yine son adım modeli önemli ölçüde geliştirmiş ($\Delta R^2 = .13$, $F(2, 65) = 5.15$, $p = .008$) ve toplam varyansın %20'sini açıklamıştır, $F(7, 65) = 2.33$, $p = .035$). Oyun oturumundaki multimodel girdinin anlamlı bir yordayıcı olduğu görülmüştür ($\beta = .30$, $p = .014$). Başka hiçbir anlamlı etki bulunmamıştır (tüm *p* değerleri > .05).

Yedinci modelde yine son adım modeli önemli ölçüde geliştirmiş ($\Delta R^2 = .15$, $F(2, 65) = 5.97$, $p = .004$) ve toplam varyansın %20.6'sını açıklamıştır, $F(7, 65) = 2.41$, $p = .029$. Noktalar kitabını okuyan ebeveynler, parmaklar kitabını okuyan ebeveynlere kıyasla daha fazla yalnızca konuşma girdisi sağlamıştır ($\beta = .58$, $p = .046$). Başka hiçbir anlamlı etki bulunmamıştır (tüm *p* değerleri > .05).

Sekizinci modelde ikinci adımın anlamlı ve toplam varyansın %15,1'ini açıkladığı görülmüştür ($F(5, 67) = 2,38$, $p = .047$) ancak ikinci adım da modeli anlamlı şekilde geliştirmemiştir ($\Delta R^2 = .08$, $F(3, 67) = 2.10$, $p = .108$). Oyun oturumundaki multimodel girdinin ($\beta = .27$, $p = .022$) ve çocukların büyük sayısal mesafeli Sembolik Karşılaştırma Görevi sonuçlarının ($\beta = -.26$, $p = .054$) anlamlı yordayıcılar olduğu da görülmüştür. Ayrıca son adım modeli önemli ölçüde geliştirmiş (ΔR^2 = .09, F(2, 65) = 3.83, p = .027) ve toplam varyansın %24'ünü açıklamıştır, F(7, 65) = 2.94, p = .010). Oyun oturumundaki multimodel girdinin anlamlı bir yordayıcı olduğu görülmüştür (β = .30, p = .010). Başka hiçbir anlamlı etki bulunmamıştır (tüm p değerleri > .05).

BÖLÜM 3

TARTIŞMA

Bu çalışmada ebeveynlerin kitap okuma sırasındaki matematik girdisinin; ebeveynlerin kendi matematik girdisi sağlama eğilimleri, kitap okuma materyallerinin ebeveynleri matematik girdisi üretmeye ne kadar yönlendirdiği ve okul öncesi çocuklarının matematik becerileriyle ilgili olup olmadığı incelenmiştir.

Bulgular, oyun oturumunda ebeveynlerin yalnızca konuşma ve multimodel matematik girdilerinin farklılık göstermediğini ancak kitap okuma oturumu sırasında ebeveynlerin matematik girdilerinin kitap okuma koşullarına göre farklılık gösterdiğini belirtmiştir.

Kitap okuma sırasında ebeveynlerin matematik girdisi, çocukların matematik performansından ziyade öncelikle bağlamsal faktörler ve ebeveynlerin temel girdi eğilimleriyle şekillenmiştir. Özellikle oyun oturumu sırasında ebeveynlerin multimodel matematik girdisi, kitap okuma oturumu sırasında multimodel matematik girdilerini istikrarlı şekilde yordamış ve bu ebeveynlerin etkinlikler arasında jest kullanımındaki istikrarını göstermiştir. Ayrıca kitap okuma koşulları ebeveyn girdisini sistematik olarak etkilemiştir. Ebeveynler noktalar kitabını okurken nötr kitaba kıyasla daha fazla yalnızca konuşma matematik girdisi sağlamış, parmaklar kitabını okurken ise nötr kitaba kıyasla daha fazla multimodel matematik girdisi sağlamıştır. Çocukların matematik görev performansı ne yalnızca konuşma ile ne multimodel ebeveyn matematik girdisi ile tutarlı şekilde ilişkili bulunmuştur. Sadece büyük sayısal mesafeli sembolik karşılaştırma becerisinin multimodel matematik girdisiyle ilişkili olduğu görülmüştür.

3.1. Oyun Oturumundaki Multimodel Ebeveyn Girdisi

Oyun oturumu sırasında multimodel girdi sağlayan ebeveynlerin kitap okuma oturumunda da multimodel matematik girdisi sağlama eğiliminde olduğu görülmüştür. Bu bulgu, ebeveynlerin etkinlikler arasında multimodel girdi kullanımında istikrarlı olduğunu göstermektedir. Önceki çalışmalar, multimodel girdinin baskın girdi türlerinden biri olduğunu (Karadöller vd., 2025a) ve ebeveynlerin çocuklarıyla iletişim kurarken doğal olarak jestleri konuşmayla entegre ettiğini tutarlı bir şekilde göstermiştir (Cook vd., 2012; Karadöller vd., 2024; Karadöller vd., 2025a; Karadöller vd., 2025b; Rowe vd., 2008). Bulgularımız, ebeveynlerin multimodel girdi kullanma eğiliminin tek bir bağlamla sınırlı olmadığını, farklı aktiviteler arasında genelleştirdiğini göstererek bu literatürü genişletmektedir.

Önceki araştırmaların çoğu, ebeveyn girdisi ile çocuk sonuçları arasındaki ilişkilere (Karadöller vd., 2025a; LeFevre vd., 2009; Ramani vd., 2015) odaklanmıştır. Buna karşılık mevcut çalışma doğrudan ebeveyn girdileri arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Bildiğimiz kadarıyla bu, ebeveynlerin yarı yapılandırılmış bir oyun oturumu sırasındaki multimodel matematik girdisinin sonraki matematikle ilgili kitap okuma oturumundaki multimodel matematik girdisini öngördüğünü gösteren ilk çalışmadır. Bu bulgular multimodel matematik girdisinin hem bağlama duyarlı hem de içsel tutarlı ebeveyne özgü bir iletişim tarzını temsil edebileceğini göstermektedir. Ebeveynlerin multimodel girdilerinde bağlamlar arası sürekliliği göstererek bu çalışma ebeveynlerin günlük etkileşimlerde erken matematik deneyimlerini nasıl desteklediğine dair bir anlayış sunmaktadır.

3.2. Kitap Okuma Koşulları

Kitap okuma koşulları, birkaç modelde ebeveyn girdisinin önemli yordayıcıları olarak ortaya çıkmış ve hipotezlerimizi kısmen desteklemiştir. Hipotezlerimizin aksine parmaklar kitabını okuyan ebeveynler en çok matematik girdisini sağlamamıştır.

Çocukların matematik becerileri dikkate alınmadığında noktalar kitabını okuyan ebeveynler, nötr kitabı okuyan ebeveynlere göre daha fazla yalnızca konuşma ve multimodel matematik girdisi sağlamıştır.

Çocukların matematik becerileri kitap okuma koşulu ile birlikte değerlendirildiğinde noktalar kitabını okuyan ebeveynler, nötr kitap koşullarındakilere göre yalnızca konuşma ile daha fazla girdi sağlamaya devam etmiştir. Bu bulgular, nokta gibi soyut görsel ipuçlarının jest olmasa bile ebeveynleri matematikle ilgili konuşmalar yapmaya etkili bir şekilde teşvik edebileceğini göstermektedir.

Buna karşılık jestli ipuçları içeren parmaklar kitabı multimodel ebeveyn matematik girdisindeki artışla daha ilişkilidir. Birçok modelde, parmaklar kitabını okuyan ebeveynler, nötr kitabı okuyan ebeveynlerden daha fazla multimodel girdi üretmiş ve belirli modellerde (örn., Tırtıl Görevi) anlamlı sonuçlar göstermiştir. Bu örüntü, önceki çalışmalarla örtüşerek (Hanner vd., 2019; LeFevre vd., 2009) jestli ipuçlarının ebeveynlerin matematikle ilgili genel konuşmaları yerine multimodel girdi kullanımını seçici olarak desteklediğini göstermektedir.

Bu bulgular, çocukların hem yalnızca konuşma ile hem de multimodel ebeveyn matematik girdisinin artışından fayda sağladığını gösteren önceki araştırmalarla örtüşmektedir (Goldstein vd., 2016; Gunderson ve Levine, 2011; LeFevre vd., 2009; Levine vd., 2010). Bulgular kitaplardaki farklı ipuçlarının ebeveyn matematik girdisi modalitesini farklı şekilde destekleyebileceğini göstererek bu literatürü genişletmektedir.

Noktalar kitabını okuyan ebeveynler, parmaklar kitabını okuyanlara göre genellikle daha fazla yalnızca konuşma girdisi sağlamıştır. Bu etki birkaç modelde (örn., Tırtıl Görevi ve büyük sayısal mesafeli Sembolik Olmayan Karşılaştırma, Sembolik Karşılaştırma ve Sayısal Eşleme görevleri gibi modellerde) anlamlı bulunmuştur. Bu bulgu hipotezimize aykırı olsa da jest kullanımının tüm erken matematik kavramları aynı şekilde desteklemeyebileceğini gösteren çalışmalarla tutarlıdır (örn., Cook vd., 2013; Yılmaz vd., 2025).

3.3. Çocukların Sembolik Karşılaştırma (Büyük Mesafe) Sonuçları

Bulgular, sadece multimodel ebeveyn matematik girdisi ile çocukların büyük sayısal mesafeli sembolik karşılaştırma performansının ilişkili olduğunu göstermiştir. Sembolik karşılaştırma becerisi, çocukların rakam bilgisini ve sayısal büyüklükleri anlama yeteneklerini yansıtır (Batchelor vd., 2015; Norris vd., 2015; Zhang vd., 2022). Önceki araştırmalar, ebeveynlerin çocuklarının gelişim seviyelerine ve alana özgü bilgiye yanıt olarak girdilerini sistematik olarak ayarladığını göstermiştir (örn., Goldstein vd., 2016; Karadöller vd., 2025a; Ramani vd., 2015).

Bulgular, kitap okuma sırasında multimodel ebeveyn matematik girdisinin azalmasıyla daha yüksek sembolik sayısal bilgi seviyelerinin ilişkili olabileceğini göstererek bu literatürü genişletmektedir. Ebeveynlerin daha güçlü sembolik karşılaştırma becerilerine sahip çocukların daha az jest veya multimodel iskelete ihtiyaç duyduğunu ve bu nedenle daha çok konuşma tabanlı girdi sağladığı düşünülebilir. Bu, jest kullanımının daha karmaşık veya gelişmekte olan matematiksel kavramların edinilmesini desteklemek için özellikle faydalı olduğunu gösteren çalışmalarla tutarlıdır (Yılmaz vd., 2025).

Genel olarak bu sonuçlar çocukların matematik becerilerinin kitap okuma sırasında ebeveynlerin matematik girdisini yordamadığını göstermektedir. Bu örüntü ebeveynlerin çocukların yeteneklerine göre girdilerini ayarlayabildiklerini ancak bu ayarlamaların seçici ve ilgilenilen matematik alanına bağlı olabileceğini göstermektedir.

3.4. Sınırlamalar ve Gelecek Çalışma Önerileri

Mevcut çalışma ebeveynlerin matematik girdisine odaklanmış, oyun ve kitap okuma sırasında ebeveynlerin yalnızca konuşma ve multimodel girdilerini analiz etmiştir. Bu nedenle gelecekteki çalışmalar, ebeveyn-çocuk matematik alışverişlerinin etkileşimli doğasını tam olarak yakalamak için çocukların matematikle ilgili konuşma ve jest kullanımını dahil etmekten fayda sağlayacaktır.

3.5. Sonuç

Mevcut çalışma, kitap okuma sırasında ebeveynlerin matematik girdisinin; ebeveynlerin matematik girdisi sağlama eğilimiyle ilgili olup olmadığını, kitap okuma materyallerinin ebeveynleri matematik girdisi üretmeye yönlendirip yönlendirmediğini ve okul öncesi çocuklarının matematik becerileriyle ilişkili olup olmadığını araştırmıştır. Kitap okuma koşulları arasında ise ebeveyn girdisinin sistematik olarak farklılık gösterdiği görülmüştür. Oyun sırasındaki multimodel matematik girdisi, kitap okuma sırasındaki multimodel girdisini anlamlı şekilde yordamıştır, bu ebeveynlerin jestleri etkinlikler arasında kullandığı istikrarı göstermektedir. Çocukların matematik performansı ebeveyn girdileriyle büyük ölçüde ilgisiz bulunmuş, sadece büyük sayısal mesafeli sembolik karşılaştırma becerisi performansının multimodel girdiyle ilişkisi görülmüştür. Genel olarak ebeveyn matematik girdisini çocukların matematik beceri seviyelerinden ziyade bağlamsal ipuçları ve ebeveynlerin kendi girdi eğilimleriyle şekillendirdiği görünmektedir.

E. THESIS PERMISSION FORM / TEZ İZİN FORMU

(Please fill out this form on computer. Double click on the boxes to fill them)

ENSTİTÜ / INSTITUTE

Fen Bilimleri Enstitüsü / Graduate School of Natural and Applied Sciences ☐

Sosyal Bilimler Enstitüsü / Graduate School of Social Sciences ☒

Uygulamalı Matematik Enstitüsü / Graduate School of Applied Mathematics ☐

Enformatik Enstitüsü / Graduate School of Informatics ☐

Deniz Bilimleri Enstitüsü / Graduate School of Marine Sciences ☐

YAZARIN / AUTHOR

Soyadı / Surname : Yalçınkaya
Adı / Name : Tuğçe
Bölümü / Department : Psikoloji / Psychology

TEZİN ADI / TITLE OF THE THESIS (**İngilizce** / English): RELATIONSHIP BETWEEN MULTIMODAL PARENTAL INPUT AND MATHEMATICAL SKILLS OF PRESCHOOLERS

TEZİN TÜRÜ / DEGREE: **Yüksek Lisans** / Master ☒ **Doktora** / PhD ☐

1. **Tezin tamamı dünya çapında erişime açılacaktır. /** Release the entire work immediately for access worldwide. ☒
2. **Tez iki yıl süreyle erişime kapalı olacaktır.** / Secure the entire work for patent and/or proprietary purposes for a period of **two years. *** ☐
3. **Tez altı ay süreyle erişime kapalı olacaktır.** / Secure the entire work for period of **six months**. ***** ☐

***** *Enstitü Yönetim Kurulu kararının basılı kopyası tezle birlikte kütüphaneye teslim edilecektir. / A copy of the decision of the Institute Administrative Committee will be delivered to the library together with the printed thesis.*

Yazarın imzası / Signature .... **Tarih** / Date ....
(Kütüphaneye teslim ettiğiniz tarih. Elle doldurulacaktır.)
(Library submission date. Please fill out by hand.)

Tezin son sayfasıdır. / This is the last page of the thesis/dissertation.