

A Longitudinal Study of Early Math Skills, Reading Comprehension and Mathematical Problem Solving

Zeynep Çiğdem ÖZCAN ^a, Handan DOĞAN ^{**b}

^aİstanbul Medeniyet University, Faculty of Education Sciences, İstanbul/Turkey

^bMaltepe University, Faculty of Education, İstanbul/Turkey



Article Info

DOI: 10.14527/pegegog.2018.001

Article History:

Received 31 March 2017
Revised 24 May 2017
Accepted 30 June 2017
Online 17 November 2017

Keywords:

First grade,
Mathematical problem solving,
Early math skills,
Reading comprehension.

Article Type:

Research paper

Abstract

Mathematical problem solving is regarded as the one of the important cognitive activities. Children are introduced with mathematical word problems that require reading and understanding in the first grade. Students have trouble with word problems in every level of education. For this reason, it is important to find the reasons for this issue in the first year of primary school. The purpose of this study is to find the relationship between mathematical problem solving with early math skills and reading comprehension. Specifically, the aim of this study is to determine which of these variables are most powerful in predicting mathematical problem solving performance. The panel research method as a type of longitudinal study was used in this study. The sample of this study consists of 185 first grades (66–84 month) students from a public elementary school in İstanbul. The measurement instruments are Bracken Basic Concept Scale: Expressive, reading comprehension questions and mathematics problem-solving questions. The final model implies that early math skills have direct effects on reading comprehension ($\beta=.34$) and mathematical problem solving ($\beta=.45$). Reading comprehension has a direct effect on mathematical problem solving ($\beta=.27$). However, this effect is smaller than the effect of early math skills.

Erken Matematik Becerileri, Okuduğunu Anlama ve Matematiksel Problem Çözme İle İlgili Boylamsal Bir Çalışma

Makale Bilgisi

DOI: 10.14527/pegegog.2018.001

Makale Geçmişi:

Geliş 31 Mart 2017
Düzeltilme 24 Mayıs 2017
Kabul 30 Haziran 2017
Çevrimiçi 17 Kasım 2017

Anahtar Kelimeler:

Birinci sınıf,
Matematiksel problem çözme,
Erken matematik becerileri,
Okuduğunu anlama.

Makale Türü:

Özgün makale

Öz

Matematiğin odak noktası olarak kabul edilen problem çözme genellikle en önemli bilişsel etkinliklerden biri olarak kabul edilir. Öğrenciler okuduğunu anlama becerisi içeren matematiksel problemlerle birinci sınıfta tanışır. Öğrenciler, eğitimin her seviyesinde matematik problemleri çözmede güçlük yaşayabilmektedirler. Bu nedenle ilköğretim birinci sınıfında yaşanan güçlüklerin sebeplerini saptamak önemlidir. Bu çalışmanın amacı matematiksel problem çözme ile erken matematik becerileri ve okuduğunu anlama becerisi arasındaki ilişkileri incelemektir. Özellikle bu araştırmanın amacı bu değişkenlerden hangisinin matematiksel problem çözme performansını yordamada daha önemli olduğunu belirlemektir. Bu çalışmada boylamsal panel araştırma modeli kullanılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu İstanbul'da resmi bir ilkokulda okuyan 185 birinci sınıf (66-84 ay) öğrencisi oluşturmaktadır. Ölçüm araçları olarak Bracken Temel Kavram Ölçeği-İfade Edici Formu, okuduğunu anlama soruları ve matematiksel problem çözme soruları kullanılmıştır. Araştırmanın sonuçları erken matematik becerilerinin, okuduğunu anlama ($\beta=.34$) ve matematiksel problem çözme ($\beta=.45$) üzerinde doğrudan etkisi olduğuna işaret etmektedir. Okuduğunu anlamanın da matematiksel problem çözme üzerinde etkisi vardır ($\beta=.27$). Fakat bu etkinin, matematikle ilgili temel kavramların etkisinden daha düşük olduğu saptanmıştır.

Introduction

* Author: cigdem.ozcan@medeniyet.edu.tr

** Author: handandogan@maltepe.edu.tr

Orcid ID: <http://orcid.org/0000-0002-1132-5455>

Orcid ID: <http://orcid.org/0000-0002-5776-8649>

Every child starting primary school enters a new and a different environment. In this environment, cognitive skills such as learning to read and write, and doing math using his/her knowledge from the preschool period are expected from the child. Problem-solving that is a part of mathematics is one of the higher levels cognitive skills expected from first grade students. Problem solving that is regarded as the one of the important cognitive activities is considered as a focal point of mathematics (Yan, Wiles, & Yu-Ying, 2008). In the last 30 years, its presence in curricula has notably increased. Although matching, classifying, ordering, patterning and thinking about numbers are a few examples of the initial problem solving kindergarten activities (Smith, 2001); children are introduced to mathematical word problems that require reading and understanding in the first grade. In the first grade of Turkish elementary schools, children are also required to learn addition and subtraction. They learn to use these skills either in their basic form such as $5+8=13$ or in the context of word problems such as “I have 5 marbles, and my brother gave me 8 marbles. How many marbles do I have altogether?” On the other hand, many students in every level of education experience difficulties in solving word problems (Fuentes, 1998; Mayer, 1998). For this reason, it is important to find the reasons for this issue for the first year of elementary school.

A number of longitudinal studies have been published recently on mathematical development in the transitional period from pre-school to elementary school (e.g. Aunio & Niemivirta, 2010; Duncan et al., 2007; Wilson, 2014). In these studies it is stated that the construction of mathematics learning are built up earlier (Sarama & Clements, 2007), and effective early education has been shown to provide a foundation for later academic success and, in particular, mathematics achievement (Aunio & Niemivirta, 2010; Duncan et al., 2007; Grissmer, Grimm, Aiyer, Murrah, & Steele, 2010; Jordon, Glutting, & Ramineni, 2010; Pagani, Fitzpatrick, Archambault, & Janosz, 2010; Wilson, 2014). The majority of these studies have focused on young children’s early literacy and math skills, often assessed in terms of identifying letters, words, numbers, counting and shapes (Miller, Müller, Giesbrecht, Carpendale, & Kerns, 2013). These studies will be presented in chronological order.

One of the most-cited studies was conducted by Duncan et al. (2007) who inquired about which kindergarten characteristics matter the most in predicting later academic achievement. According to this study, early mathematics skills showed the most power in predicting later mathematics and reading achievement. In fact, preliminary mathematics skills predicted later reading better than preliminary reading skills. In addition, behavioural and emotional adjustment as well as social skills in kindergarten had no significant influence on later achievement. Aunio and Niemivirta’s (2010) study, conducted after Duncan et al. (2007), has parallel results. They concluded that the acquisition of relational and counting skills that were early math skills before formal schooling are predictive of the learning of basic and applied arithmetic skills and of later overall mathematical performance. Again, one of the early mathematics skills, number sense, investigated by Jordon et al. (2010) was found to be a powerful predictor of later mathematics performance not only at the end of first grade but also the end of third grade. Moreover, number sense alone made a significant and unique contribution to regression model.

Pagani et al. (2010) replicated the model of school readiness described in Duncan et al. (2007). They included various other characteristics in the model and their results supported the findings of Duncan et al. (2007). According to this study, kindergarten cognitive skills, namely receptive vocabulary and number knowledge, as well as hyperactive behaviours, are associated with academic achievement by the end of the fourth grade. In addition to early attention, math and reading skills, Grissmer et al. (2010) added two new skills (fine motor skills and general knowledge) to predict children’s later achievement. These two skills, when combined with attention, added significant additional predictive power for fifth grade scores compared to early math and reading scores alone. One of the latest studies was conducted by Wilson (2014). They added three independent variables: social skills, self-regulation and work related skills. In their study, again, early academic skills are the strongest predictors of later performance on both standardized tests and grades. Early mathematics skills were more strongly predictive of later math achievement than early reading skills, but also of total achievement and grades.

When the results of these studies are evaluated, it can be concluded that math related factors were more effective on academic achievement than other factors. If we want to search for reasons for failure in mathematical problem solving in the first grade, it is important to consider early math skills. Academic achievement is a cumulative process involving mastering new skills and improving existing skills (Entwisle & Alexander, 1996; cited in Duncan et al., 2007). For that reason, as well as existing skills, new skills are also very important for mathematical problem solving. One of the important new skills taught in the first grade is reading comprehension (Fuentes, 1998), which is frequently researched in relation with mathematical problem solving.

Reading comprehension that must be acquired at the beginning of the first years of schooling is defined as the ability to read a text, process it and understand its meaning (Rose et al., 2000). An individual's ability to comprehend a text is influenced by his/her traits and skills, one of which is the ability to make inferences. Reading skills are based on identifying symbols of the written language, language knowledge, cognitive skills and skills related to the world. In the literature, it is frequently stated that students who have difficulty with reading comprehension also have difficulty understanding the problem in the text, which is an obstacle for students to reach a correct solution. So, educators need to improve students' reading in order to improve their mathematics learning (Fuentes, 1998). For example, in his study, Hite (2009) tried to increase reading comprehension skills of children in order to improve their problem solving abilities, with successful results.

Students encountered with mathematical word problems that most of them have difficulty with for the first time at the first grade. Therefore, it is important to reveal variables such as reading comprehension skills and early math skill to prevent students from this obstacle. As seen from the literature, early math skills (as existing skills) and reading comprehension skills (new skill) were searched separately with mathematics achievement, but there is almost no study related to mathematical problem solving. In the literature, Duncan et al.(2007) defined early math skills as counting, ordinals vs. relative size; Jordon et al. (2010) defined them as number sense, counting knowledge, number recognition, number comparison, non-verbal calculation and story problems; Claessens and Engel (2013) defined them as identifying numbers, recognizing geometric shapes and counting; Aunio and Niemivirta (2010) defined them as early numeracy comparison, classification, one to one correspondence, seriation, the use of number words, structured counting. Early math skills include comparing words (e.g. high, low), positional words (e.g. in, out), directional words (forward, backward), sequence words (e.g. first), the language of time (morning, day of week), shape words (e.g. circle, square), number words (e.g. more, less) and math symbols (e.g. +, -). It is important to conduct studies that consider all of these skills as a whole. In this study, different from the literature, some new skills (such as direction, etc.) were added, and Bracken's basic math related concepts with reading comprehension were taken into consideration; early math skills were defined as numbers/counting, sizes/comparisons, shapes, direction/position, quantity, and time/sequence (Bracken, 1986). The total score of these skills, which are part of Brackens' scale, was taken into consideration.

Therefore, the aim of the present study was to examine the relations between mathematical problem solving, reading comprehension and early math skills (numbers/counting, size/comparison, shape, direction/position, quantity, time/sequence). Specifically, our goal was to determine which of these variables are more critical in predicting mathematical problem solving performance. Therefore, the research problems are:

1. Are there significant relationships between the variables: early math skills (numbers/counting, sizes/comparisons, shapes, direction/position, quantity and time/sequence), reading comprehension and mathematical problem solving?
2. What are the predictive power of early math skills and reading comprehension on mathematical problem solving?

Method

Research Design

A non-experimental quantitative research method was used in this study. Since the sample was researched two times (at the beginning of the year and at the end of the year) this study can be considered a panel study that is a type of longitudinal study. In panel studies the same selected people participate two or more times to collect further data (Johnson & Christensen, 2014).

Participants

This study was carried out at an elementary school in Kadıköy, which is one of the districts of İstanbul and is the most crowded and cosmopolitan city in Turkey. All of the first graders (n=190) were included in the study. The students that could not participate at the end of the study were excluded, so the sample of this study consists of 185 first grade (66–84 month) students consisting of 74 (40.00%) female and 111 (60.00%) male students.

Data Collection Tools

Three instruments were used in this study: Bracken Basic Concepts Scale, a mathematical problem solving test and a reading comprehension test.

The Bracken basic concept scale: Expressive form: The Bracken Basic Concepts Scale: Expressive Form, developed by Bracken (1984) for evaluating basic concepts in the development of children between 3.00–6.11 years old, was used in this study. The scale consists of 10 sub-tests. The sub-tests are ranged as colours, letters/sound, numbers/counting, size/comparison, shapes, direction/position, self/social awareness, texture/material, quantity and time/sequence. Only math related factors were used in this study. The adaptation of Bracken Basic Concepts Scale: Expressive Form was done by Yoleri and Sevinç (2011). Test-retest correlation was found $r = .99$ ($p=.00$) in the reliability study. The Cronbach alpha internal consistency coefficient was .91 and Spearman-Brown's two half-test correlation was .86. KR-20 reliability was calculated as .89. The analyses show that the scale is reliable and valid. The School Readiness Score: School Readiness Composite (SRC) section takes approximately 5–10 minutes. In this study, KR-20 reliability was calculated as .88.

Mathematical problem solving questions: As a mathematical problem solving measure, five mathematics problems were given to students. For the first and second questions, the objective was "solving problems related with addition" and for the third and fourth questions, the objective was "solving problems related with subtraction". These four questions were one-step questions. The objective of last question was a combination of these two objectives, and it included two steps. With the help of three class teachers, all of the problems were taken from the first grade course book, which was published by the Turkish Ministry of National Education. Each question was scored by taking the Holistic Scoring Rubric into account. The Holistic Scoring Rubric was developed by the Centre for Research on Evaluation, Standards, and Students Testing (CRESST) in 1995 (Aschbacher et al., 1995, cited in Asık, 2009). It took one class hour (40 minutes) to complete this test. In the Holistic Scoring Rubric, students' performance was scored on a scale ranging from 0 to 4 for each question. Briefly, 0 = totally wrong or no answer at all; 1 = an incomplete and/or incorrect solution providing evidence in attempt to solve the problem; 2 = incorrect solution by selecting appropriate strategies; selecting appropriate procedures/strategies to solve the problem, but the solution was not entirely correct; 4 = totally correct solution.

An example of these problems is given in the following.

Ayşe has 17 books. She read 3 of them. Find the number of books that were not read.

Reading comprehension questions: A 42-word reading from a storybook, which is suggested for first graders, was chosen with the approval of teachers, and six questions within the scope of 5N 1K (what, why, how, where, when, who) are asked. Students read the whole story without any time limit, and then they were asked questions. They were awarded 1 point for each correct answer, and 0 points for each unanswered question or incorrect answer. The reading text was selected by three teachers. The reading text consisted of one paragraph and 45 words. Children had read this text as a group. Later on, they answered seven questions prepared in 5 W 1 H (what, where, when, why, who, how) format. The total score was obtained by adding (summing up) the total number of correctly given answers.

Procedure

Bracken Basic Concepts Scale: Expressive Form was applied to 185 students at the beginning of the year over 15 days (in the first half of October), and mathematical problem solving and reading comprehension measurement tools were applied at the end of the educational year (in the first half of May). Applications were done individually (for Bracken Basic Concepts Scale), or in a classroom (for both mathematical problem solving and reading comprehension questions), assigned by the school administration.

Data Analysis

First skewness and kurtosis values of variables were calculated to test normality of data. Then, before testing predictive power of early math skills and reading comprehension relationship these variables were tested whether they have significant relationship with mathematical problem solving or not. Then in order to test predictive power of independent variables linear regression method was conducted by using AMOS.18 program (Arbuckle, 2009).

Results

Table 1 presents the descriptive data and Pearson's correlation matrix for the participants. Before examining the statistical analysis the presence of outliers, linearity and normality of the data is examined. Considering skewness and kurtosis values of variables, it was concluded that the variables were normally distributed. The resulting correlations largely fell in theoretically expected directions (see Table 1 for correlations). The correlations demonstrated that the variables were mostly inter-correlated and not excessively high. Considering the regression model as a whole, the analyses indicated that (see Table 2) the fit of the hypothesised theoretical model to data matrix was acceptable (Simsek, 2007). ($\chi^2(20) = 23.95$, $\chi^2/df = 1.19$, $p = .00$; GFI = .93, AGFI = .87, RMSEA = .05, CFI = .95, NFI = .78).

According to results it is observed that RMSEA value was higher than expected so data from residuals and modification indexes were analysed. It was concluded that there must be a causal effect of basic math related concepts on reading comprehension (modification index [MI] = 4.20; with a minimum expected value for the parameter of .39). On the theoretical level, since it is positive, this effect seems logical and it indicates that basic math related concepts are associated with reading comprehension.

Table 1.
Correlation Matrix and Descriptive Data of Variables.

Observed Variables	Problem Solving	Numbers/ Counting	Size/ Comparison	Shapes	Direction/ Position	Quantity	Time/ Sequence	Reading Comprehension
Problem solving	-							
Numbers/Counting	.37*	-						
Size/Comparison	.19	.20	-					
Shapes	.29*	.12	.11	-				
Direction/Position	.15	.07	.21	.14	-			
Quantity	.40*	.40*	.33	.36*	.22	-		
Time/Sequence	.38*	.18	.17	.25*	0.15	.50*	-	
Reading comprehension	.48*	.17	.06	.20	.07	.11	.19	-
M	13.37	15.78	4.73	6.76	21.87	8.11	10.35	5.06
SD	3.91	2.77	.55	1.30	2.67	1.60	1.78	1.42
Skewness	-.27	-.58	.43	.05	-.96	-.23	.32	-.84
Kurtosis	-.15	.85	.98	-.40	.92	-.31	-.61	.96

* p = .00

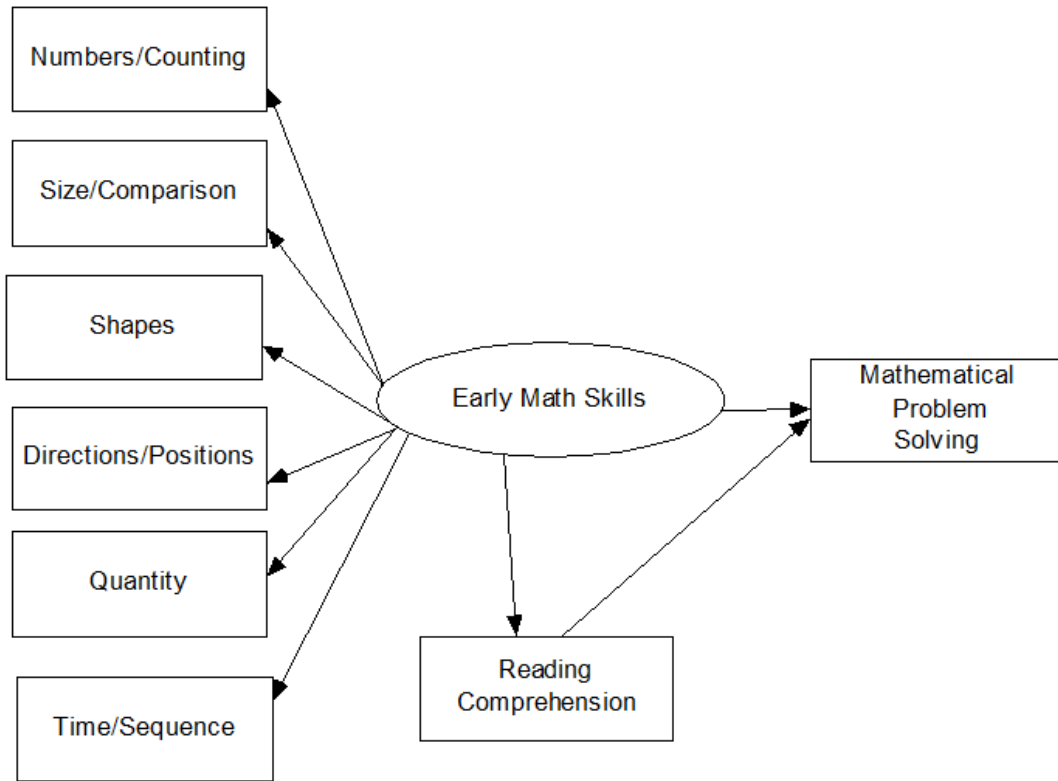


Figure 1. *Hypothesised regression model.*

Table 2.
Goodness of Fit Indexes of Original and Modified Regression Model.

Goodness of fit	χ^2/sd	GFI	AGFI	RMSEA	CFI	NFI
Original model	1.19	.93	.87	.05	.95	.78
Modified model	.98	.94	.89	.00	1.00	.82

In addition to this modification, the error covariances were reviewed, and it was decided that no error correlations would be made to the model. The modified model was tested and the results of the path analysis indicated that every causal and correlational relation was significant. As seen in Table 2, these modifications yielded an improvement in fit over the previous model ($\chi^2(19) = 18.67$, $\chi^2/df = .98$, $p = .00$; GFI = .94, AGFI = .89, RMSEA = .00, CFI = .99, NFI = .82)

Table 3.
The Standardized Regression Weights for the Final Model.

	Regression weights
Reading comprehension <--- Early math skills	.34
Mathematical problem solving <--- Early math skills	.45
Mathematical problem solving <--- Reading comprehension	.27

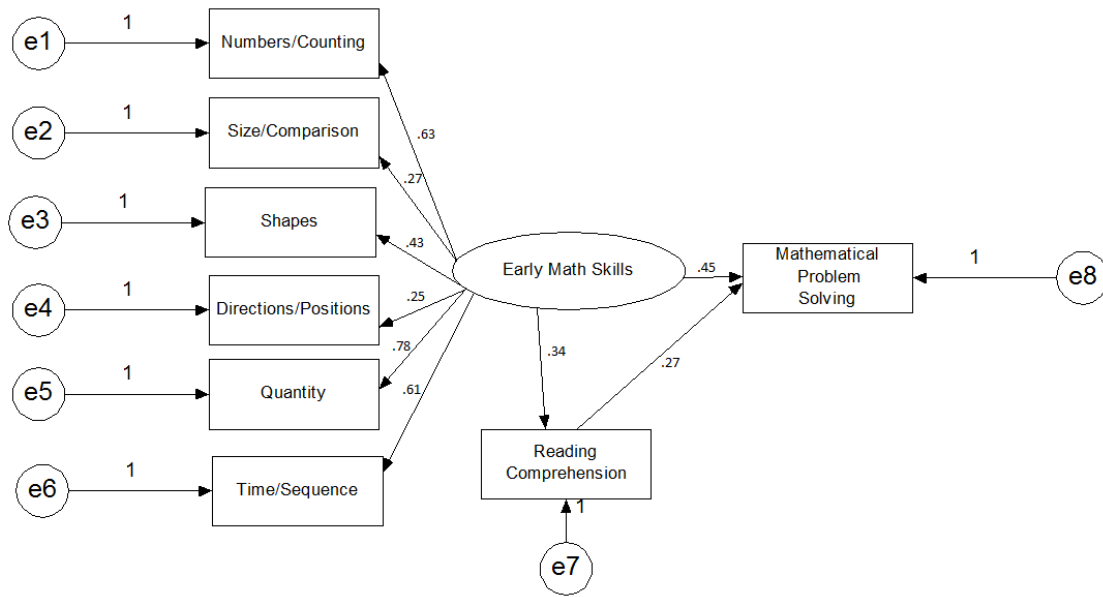


Figure 2. *Modified regression model.*

The final model implies that basic math related concepts have direct effects on reading comprehension ($\beta = .34$) and mathematical problem solving ($\beta = .45$). Reading comprehension has a direct effect on mathematical problem solving ($\beta = .27$), but this effect is smaller than the effect for basic math related concepts (see Table 3 and Figure 2).

Discussion, Conclusion & Implementation

The aim of the present study was to examine the relations between mathematical problem solving and early math skills (numbers/counting, size/comparison, shape, direction/position, quantity, time/sequence) and reading comprehension. According to the results of this study, both early math skills and reading comprehension skills were predictors of mathematical problem solving. Moreover, early math skills were a stronger predictor of later mathematical problem solving than reading comprehension skills. Although the studies related to the effects of kindergarten education on academic achievement have been frequently studied, in recent years, the effect of early math skills that were obtained during preschool education were included in studies. In these studies, early math skills, especially counting skills, have been found to be good predictors of later mathematics performance (Aubrey, Godfrey, & Dahl, 2006), and counting skills in kindergarten, such as number–word sequence

skills and enumeration skills, have shown to predict basic arithmetic skills in the early grades of primary schools (Jordan, Kaplan, Locuniak, & Ramineni, 2007). Again, some of them concluded that having the number concepts results in deeper understanding of mathematical problems (Baroody, 2003 cited in Duncan et al., 2007).

Results of this study show that, not only early math skills but also reading comprehension was a powerful predictor of mathematical problem solving. Some children develop algorithm skills (e.g. the ability to compute) quite well, but they had difficulty with word problems (Fuentes, 1998), and because of the difficulty in word problems, they need to translate words into mathematical symbols. In addition to mathematical computations, the need for comprehending what he/she read is very important while solving math word problems.

Instead of reading ability (new skills), early math skills (existing skills) have a more powerful effect on mathematical problem solving. Similar results were also found by Duncan et al. (2007). They concluded that mathematics ability upon entry to kindergarten is a strong predictor of later academic success, and in fact, even a better predictor of later success than early reading ability (Duncan et al., 2007).

One of the striking results of this study was that early math skills were also a predictor of reading skills. As indicated in the literature, mathematics performance and reading skills have been shown to be closely related. For example, Light and De Fries (1995) showed that difficulties in arithmetic were associated with the development of reading ability. Moreover, studies that dealing with children with learning disabilities have shown that difficulties in reading and in math often take place together (Jordan, Hanich, & Kaplan, 2003; Jordan, Kaplan, & Hanich, 2002; Vilenius-Tuohimaa, Aunola, & Nurmi, 2008).

School readiness of a child requires competence in areas of development. Inefficiency in one of the development areas negatively affects a child's school readiness. Similarly, math readiness of a child is comprised of all early math skills. A deficiency in one of them may have a negative effect on a student's math achievement. According to this point of view, studying early math skills more extensively and as a whole is one of contribution of this study to the literature. Moreover, different from the literature, in this study, mathematical problem solving, which is an important part of math education, was taken into consideration as a dependent variable.

This study determines the importance of early math skills for not only mathematics problem solving but also reading comprehension. Studying only the first grade is a limitation of this study. These students may also be observed in the second, the third and the fourth grades.

Türkçe Sürüm

Giriş

İlkokula başlayan her çocuk, öncekinden farklı bir ortama girer. Bu ortamda çocuktan, okul öncesi dönemden getirdiği bilgilerini kullanarak okumayı ve yazmayı öğrenmek ve matematikle uğraşmak gibi bilişsel beceriler beklenir. Matematiğin bir parçası olan problem çözme, birinci sınıf öğrencilerinden beklenen üst düzey bilişsel becerilerden biridir. Önemli bilişsel faaliyetlerden biri olarak görülen problem çözme, matematiğin odak noktalarından biri olarak kabul edilmektedir (Yan, Wiles, & Yu-Ying, 2008). Son 30 yıl içinde, matematik öğretim programlarındaki varlığı dikkat çekici derecede artmıştır. Her ne kadar sayıların eşleştirilmesi, sınıflandırılması, sıralanması, modellenmesi ve sayılar hakkında düşünme okul öncesi problem çözme faaliyetlerinin ilk örneklerinden birkaçı olsa da (Smith, 2001), çocuklar ilk defa birinci sınıfta, okuma ve anlama gerektiren matematik problemleri ile karşı karşıya kalmaktadırlar. Türkiye'deki ilkokullarının birinci sınıfında, çocuklardan toplama ve çıkarma öğrenmeleri beklenir. Bu becerileri ya $5+8=13$ gibi temel biçimde, ya da '5 misketim var, kardeşim bana 8 misket verdi. Toplam kaç misketim oldu?' gibi matematik problemleri bağlamında öğrenirler. Diğer taraftan, birçok öğrenci matematik problemleri çözmekte zorlanır (Fuentes, 1998; Mayer, 1998). Öğrenciler eğitimin her seviyesinde matematik problemleriyle sorun yaşamaktadırlar. Bu nedenle, ilkokulun ilk yıllarında bu sorunun nedenlerinin tespit edilmesi önemlidir.

Okul öncesi eğitimden ilkokula geçiş dönemindeki matematiksel gelişim hakkında yakın zamanda bir dizi boylamsal araştırma yayımlanmıştır (örn. Aunio & Niemivirta, 2010; Duncan et al., 2007; Wilson, 2014). Bu araştırmalarda, matematik öğreniminin yapısının daha erken yaşlarda oluşturulduğu (Sarama & Clements, 2007) ve etkili bir erken eğitimin daha sonraki akademik başarının, özellikle de matematikte başarının temelini teşkil ettiği gösterilmiştir (Aunio & Niemivirta, 2010; Duncan et al., 2007; Grissmer, Grimm, Aiyer, Murrah, & Steele, 2010; Jordon, Glutting, & Ramineni, 2010; Pagani, Fitzpatrick, Archambault, & Janosz, 2010; Wilson, 2014). Bu araştırmaların büyük çoğunluğunda küçük çocukların erken yaştaki okuma-yazma ve matematik becerilerine odaklanılmış ve sıklıkla harflerin, kelimelerin, sayıların, saymanın ve şekillerin tanımlanması bakımından değerlendirmiştir (Miller, Müller, Giesbrecht, Carpendale, & Kerns, 2013). Bu araştırmalar kronolojik sırayla sunulacaktır.

En fazla atıfta bulunulan araştırmalardan biri Duncan vd. (2007) tarafından gerçekleştirilmiştir ve bu araştırmada hangi anaokulu özelliklerinin daha sonraki akademik başarının öngörülmesinde en büyük öneme sahip olduğu incelenmiştir. Bu araştırmaya göre, daha sonraki matematik ve okuma başarısını öngörme konusunda en büyük gücü erken matematik becerileri sergilemektedir. Hatta erken matematik becerileri daha sonraki okuma becerisini erken okuma becerilerine göre daha iyi öngörmektedir. Buna ek olarak, anaokulunda davranışsal ve duygusal adaptasyonun ve bunun yanı sıra sosyal becerilerin, daha sonraki başarılar üzerinde önemli hiçbir etkisi olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Aunio ve Niemivirta'nın (2010) Duncan vd.'den (2007) sonra gerçekleştirdikleri araştırması paralel sonuçlar vermiştir. Erken matematik becerileri olan ilişkisel ve sayma becerilerinin örgün eğitimden önce kazanılmasının temel ve uygulamalı aritmetik becerilerinin öğrenilmesini ve daha sonraki genel matematik performansını öngördüğü sonucuna varmışlardır. Yine, erken matematik becerilerinden biri olan ve Jordon vd. (2010) tarafından araştırılan sayı algısının sadece birinci sınıfın sonundaki değil, aynı zamanda üçüncü sınıfın da sonundaki matematik performansının kuvvetli bir öngörüsünü teşkil ettiği görülmüştür. Dahası, tek başına sayı algısı, regresyon modeline önemli ve benzersiz bir katkı sağlamıştır. Pagani vd. (2010), Duncan vd. (2007) tarafından tanımlanan okula hazır olma modelini tekrarlamıştır. Modele başka çeşitli nitelikler dâhil etmişlerdir ve sonuçları yine Duncan vd.'nin (2007) bulgularını desteklemiştir. Bu araştırmaya göre, anaokulunda kazanılan bilişsel beceriler, yani alıcı dilde kelime bilgisi ve sayı bilgisi ve bunların yanı sıra hiperaktif davranışlar, dördüncü sınıfın sonunda akademik başarıyla ilişkilidir.

Erken dikkat, matematik ve okuma becerilerine ek olarak, Grissmer vd. (2010), çocukların daha sonraki başarılarını öngörmek için iki yeni beceri (ince motor becerileri ve genel kültür) eklemiştir. Bu iki beceri, dikkatle birleştirildiğinde, tek başına erken matematik ve okuma puanlarına kıyasla beşinci sınıf puanları için önemli bir ek öngörme gücü sağlamıştır. En yeni çalışmalardan biri Wilson (2014) tarafından gerçekleştirilmiştir. Üç bağımsız değişken eklemiştir: sosyal beceriler, öz düzenleme ve çalışmayla ilgili beceriler. Yine araştırmalarında, erken yaştaki akademik beceriler hem standart testlerle hem de notlarla ilgili daha sonraki performansın en kuvvetli ön göstergeleri olmuştur. Erken yaştaki matematik becerileri erken yaştaki okuma becerilerine kıyasla sonraki matematik başarısının ve ayrıca genel başarının ve notların daha güçlü bir ön göstergesi olmuştur. Bu araştırmaların sonuçları değerlendirildiğinde, diğer faktörlere kıyasla matematikle ilgili faktörlerin akademik başarı üzerinde daha etkili olduğu sonucuna varılabilir. Birinci sınıfta matematiksel problem çözmede başarısızlığın nedenleri hakkında bilgi alınması isteniyorsa, erken yaştaki matematik becerilerini göz önünde bulundurmak önemlidir. Akademik başarı, yeni becerilerin kazanılmasını ve mevcut becerilerin geliştirilmesini kapsayan kümülatif bir süreçtir (Entwisle & Alexander, 1996; cite in: Duncan et al., 2007). Bu nedenle, mevcut becerilerin yanı sıra yeni beceriler de matematiksel problem çözme bakımından çok önemlidir. Birinci sınıfta öğretilen önemli yeni becerilerden biri okuduğunu anlamadır (Fuentes, 1998) ve sıklıkla matematiksel problem çözmeyle birlikte araştırılmaktadır.

Eğitimin ilk yıllarının başında kazanılması gereken okuduğunu anlama becerisi bir metni okuma, işleme ve anlamını anlama becerisi olarak tanımlanmaktadır (Rose et al., 2000). Bir bireyin bir metni anlama yeteneğini, aralarında çıkarım yapma yeteneğinin de bulunduğu özellikleri ve becerileri etkiler. Okuma becerileri yazılı dilin simgelerini tanımlamaya, dil bilgisine, bilişsel becerilere ve dünyayla ilgili becerilere dayanmaktadır. Literatürde, okuduğunu anlama konusunda zorluk çeken öğrencilerin metindeki problemi anlamakta da zorlandığı, bunun da öğrencilerin doğru bir çözüme ulaşmasının önünde bir engel teşkil ettiği sıklıkla belirtilmiştir. Bu nedenle eğitimciler, öğrencilerin matematik öğrenimini geliştirmek için okuma becerilerini de geliştirmelidirler (Fuentes, 1998). Örneğin Hite (2009), araştırmasında, çocukların okuduğunu anlama becerilerini ilerleterek onların problem çözme becerilerini geliştirmeye teşebbüs etmiş ve başarılı sonuçlar elde etmiştir.

Sözlü matematik problemleriyle karşılaşan öğrencilerin çoğunluğun birinci sınıfta bu konuda zorluk çektiği görülmüştür. Bu nedenle, bununla ilgili olan okuduğunu anlama becerileri ve erken matematik becerileri gibi değişkenlerin ortaya çıkarılması, öğrencilerin bu engele takılmalarının önlenmesi için önemlidir. Literatürden anlaşıldığı üzere, erken matematik becerileri (mevcut beceriler olarak) ve okuduğunu anlama becerileri (yeni beceri) matematik başarısı bağlamında ayrı olarak araştırılmıştır, fakat matematiksel problem çözmeyle ilgili hemen hiç araştırma bulunmamaktadır. Alan yazında, Duncan vd. (2007) erken matematik becerilerini sayma ve sıralama olarak; Jordon vd. (2010) sayı algısı, sayma bilgisi, sayı tanıma, sayı karşılaştırma, sözlü olmayan hesaplama ve dört işlem problemleri olarak; Claessens ve Engel (2013) sayıları tanıma, geometrik şekilleri tanıma ve sayma şeklinde, Aunio ve Niemivirta (2010) da erken matematiksel karşılaştırma, sınıflandırma, bire bir eşleme, dizme, sayı kelimelerinin kullanılması ve yapılandırılmış sayma olarak tanımlamıştır. Erken matematik becerileri sözcüklerin (örn. yüksek, alçak), konumsal sözcüklerin (örn. içeride, dışarıda), yön sözcüklerinin (ileri, geri), sıra sözcüklerinin (örn. birinci), zaman dilinin (sabah, haftanın günü), şekil sözcüklerinin (örn. daire, kare), sayı sözcüklerinin (örn. daha fazla, daha az) ve matematik simgeleri (örn. +, -) karşılaştırılmasını da kapsamaktadır. Tüm bu becerileri bir bütün olarak dikkate alan araştırmaların yapılması önemlidir. Dolayısıyla, alan yazından farklı olarak bu araştırmaya bazı yeni beceriler (örn. yön vb.) eklenmiştir ve bu araştırmada erken matematik becerileri sayılar/sayma, boyutlar/karşılaştırma, şekiller, yön/konum, miktar ve zaman/sıralama olarak tanımlanmıştır (Bracken, 1986). Bu beceriler Bracken temel kavramlar ölçeği: İfade edici formunun matematik ile ilgili alt boyutlarını oluşturmaktadır. Bu nedenle, mevcut araştırmanın amacı matematiksel problem çözme, okuduğunu anlama ve erken matematik becerileri (sayılar/sayma, boyut/karşılaştırma, şekil, yön/konum, miktar, zaman/sıralama) arasındaki ilişkileri incelemek olmuştur. Özellikle bu çalışmanın amacı matematiksel problem çözme performansının yordanmasında bu değişkenlerden hangisinin daha kritik olduğunu belirlemektir. Bu nedenle, araştırma soruları aşağıdaki gibidir:

1. Erken matematik becerileri (sayılar/sayma, boyut/karşılaştırma, şekiller, yön/konum, miktar ve zaman/sıralama), okuduğunu anlama ve matematiksel problem çözme değişkenleri arasındaki ilişkiler istatistiksel olarak anlamlı mıdır?
2. Erken matematik becerileri ve okuduğunu anlama becerileri matematiksel problem çözme becerisini yordamakta mıdır?

Yöntem

Araştırma Deseni

Bu araştırmanın yöntemi deneysel olmayan nicel araştırma yöntemidir. Örneklemin iki defa (yılın başlangıcında ve yılın sonunda) incelenmesi nedeniyle, bu araştırma boylamsal araştırma çeşitlerinden biri olan panel araştırması olarak kabul edilebilir. Panel araştırmalarında, çalışmaya katılan bireylerden iki veya daha fazla ölçüm alınır (Johnson & Christensen, 2014).

Katılımcılar

Bu araştırma, Türkiye'nin en fazla nüfuslu ve kozmopolit şehri olan İstanbul'un bir ilçesi olan Kadıköy'deki bir ilkokulda yürütülmüştür. Araştırmaya okuldaki tüm birinci sınıf öğrencileri (n=190) dâhil edilmiştir. Araştırmanın son ölçümü alınırken katılamayan öğrenciler araştırmaya alınmamıştır. Böylece bu araştırmanın çalışma grubu 185 birinci sınıf (66-84 ay) öğrencisinden meydana gelmekte olup bunların 74'ü (%40.00) kız, 111'i (%60.00) ise erkektir.

Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada üç ölçme aracı kullanılmıştır: Bracken Temel Kavramlar Ölçeği, matematiksel problem çözme soruları ve okuduğunu anlama soruları.

Bracken temel kavramlar ölçeği: İfade edici formu: Bu araştırmada, 3.0 – 6.11 yaş arası çocukların gelişiminde temel kavramların değerlendirilmesi için Bracken (1984) tarafından geliştirilen Bracken Temel Kavramlar Ölçeği: İfade Edici Form kullanılmıştır. Ölçek 10 alt boyuttan meydana gelmektedir. Alt boyutlar renk, harf/ses, sayı/sayma, boyut/karşılaştırma, şekiller, yön/konum, öz/sosyal farkındalık, doku/malzeme, miktar ve zaman/sıralamadır. Bu araştırmada sadece matematikle ilgili alt boyutlar kullanılmıştır. Bracken Temel Kavramlar Ölçeği: İfade Edici Formun uyarlanması Yoleri ve Sevinç (2011) tarafından yapılmıştır. Güvenilirlik araştırmasında test - tekrar test korelasyonu $r = .99$ ($p=.00$) olarak bulunmuştur. Cronbach alfa iç tutarlılık katsayısı .91, Spearman-Brown korelasyon katsayısı .86'dır. KR-20 güvenirliği .89 olarak hesaplanmıştır. Analizler ölçeğin güvenilir ve geçerli olduğunu göstermektedir. Okula Hazırlık Puanı: Okula Hazırlık (SRC) kısmı yaklaşık olarak 5-10 dakika sürmektedir. Bu araştırmada, KR-20 güvenirliği .88 olarak hesaplanmıştır.

Matematiksel problem çözme soruları: Öğrencilerin matematiksel problem çözme becerilerini ölçmek amacıyla beş adet matematik problemi verilmiştir. Bu sorulardan birinci ve ikinci soruların kazanımı 'toplamayla ilgili problemler çözmek', üçüncü ve dördüncü soruların kazanımı ise 'çıkarmayla ilgili problemler çözmek'tir. Bu dört soru bir adımlı sorulardır. Son sorunun kazanımı bu iki kazanımın birleşiminden oluşmuş olup çözümü iki adımlıdır. Bütün problemler üç sınıf öğretmenin yardımıyla, Türkiye Cumhuriyeti Milli Eğitim Bakanlığı'nca yayımlanmış birinci sınıf ders kitaplarından alınmıştır. Her bir soru, Bütünsel Puanlama Yönergesinin dikkate alınarak puanlanmıştır. Bütünsel Puanlama Yönergesi Değerlendirme, Standartlar ve Öğrenci Testleri Araştırma Merkezi (CRESST) tarafından 1995'te

geliştirilmiştir (Aschbacher et al., 1995, cite in: Asık, 2009). Bu testin tamamlanması bir ders saati (40 dakika) sürmüştür. Bütünsel Puanlama Yönergesinde öğrencilerin performansı her bir soru için 0 ile 4 arasındaki bir ölçek üzerinde puanlanmıştır. Kısaca, 0 = tamamen yanlış veya yanıt yok; 1 = problemi çözme teşebbüs edilmiş; eksik ve/veya hatalı bir çözüm; 2 = uygun stratejilerin seçilmesi fakat hatalı çözüm; 3= problemi çözmek için uygun stratejilerin seçilmesi, fakat çözümün tam doğru olmaması; 4 = tamamen doğru çözümdür.

Bu problemlere bir örnek aşağıda verilmiştir.

Ayşe'nin 17 kitabı vardır. Bunlarda 3'ünü okumuştur. Okunmamış kitapların sayısını bulunuz.

Okuduğunu anlama soruları: Birinci sınıflar için önerilen bir öykü kitabından alınan 42 kelimelik bir okuma parçası öğretmenlerin onayıyla seçilmiştir ve 5N1K (ne, neden, nasıl, nerede, ne zaman, kim) kapsamında altı soru sorulmuştur. Öğrenciler herhangi bir zaman kısıtlaması olmadan öykünün tamamını okumuşlardır ve kendilerine sorular sorulmuştur. Öğrencilere her bir doğru yanıt için 1 puan, yanıtlanmamış veya yanlış yanıtlanmış her bir soru için ise 0 puan verilmiştir.

Süreç

Bracken Temel Kavramlar Ölçeği: İfade Edici Form 185 öğrenciye eğitim ve öğretim yılının başında 15 gün zarfında (Ekim'in ilk yarısı), matematiksel problem çözme ve okuduğunu anlama ölçüm araçları da eğitim yılının sonunda (Mayıs'ın ilk yarısı) uygulanmıştır. Uygulamalar bireysel olarak (Bracken Temel Kavramlar Ölçeği için) veya okul idaresince sağlanan bir sınıfta (hem matematiksel sorun çözme hem de okuduğunu anlama soruları için) yapılmıştır.

Veri Analizi

Öncelikle, verilerin normalliğinin test edilmesi için değişkenlerin çarpıklık ve basıklık değerleri hesaplanmıştır. Erken matematik becerileri ve okuduğunu anlama değişkenlerinin matematiksel problem çözme becerilerini yordama gücü test edilmeden önce bu değişkenlerin matematiksel problem çözmeyle anlamlı bir ilişkiye sahip olup olmadıklarını tespit etmek amacıyla veriler analize tabi tutulmuştur. Daha sonra, bağımsız değişkenlerin yordama gücünün test edilmesi için, AMOS.18 programından yararlanılarak Doğrusal Regresyon Analizi uygulanmıştır (Arbuckle, 2009).

Bulgular

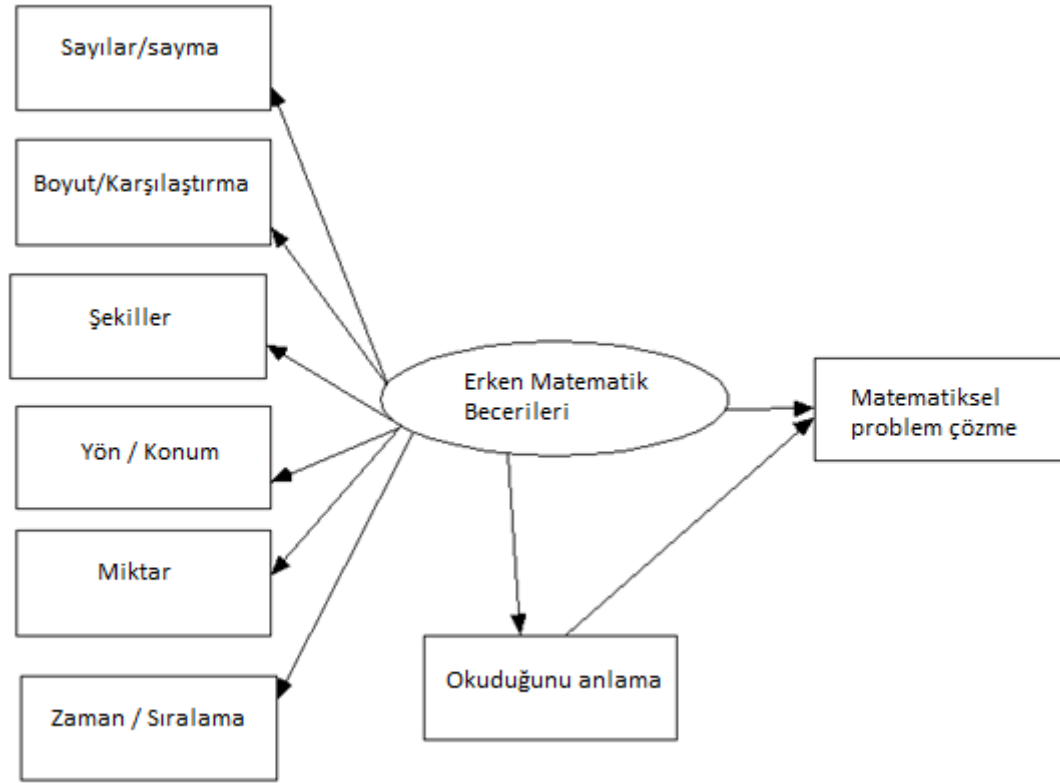
Tablo 1, betimleyici istatistikleri ve değişkenler için Pearson korelasyon analizi sonuçlarını sunmaktadır. İstatistiksel analizin incelenmesinden önce, uç değerler ve doğrusallığın varlığı incelenmiş verilerin normalliğine ilişkin analizler gerçekleştirilmiştir. Değişkenlerin çarpıklık ve basıklık değerleri dikkate alınınca, değişkenlerin dağılımın normal olduğu sonucuna varılmıştır. Ortaya çıkan korelasyonlar teorik olarak beklenen düzeydedir(korelasyonlar için bkz. Tablo 1). Korelasyon katsayıları değişkenlerin çoğunlukla birbiriyle ilişkili olduğunu ve bu ilişkinin de aşırı yüksek olmadığını göstermiştir.

Regresyon modeli bir bütün olarak göz önüne alındığında, analiz (bkz. Tablo 2) sonuçları varsayılan teorik modelin uyum indislerinin kabul edilebilir sınırlarda olduğunu göstermiştir (Şimşek, 2007). ($X^2(20) = 23.95$, $X^2/df = 1.19$, $p = .00$; GFI = .93, AGFI = .87, RMSEA = .05, CFI = .95, NFI = .78). Sonuçlara göre, RMSEA değerinin beklenenden yüksek olduğu gözlemlenmiştir ve bunun üzerine artık değerler ve düzeltme indekslerinden elde edilen bilgiler analiz edilmiştir. Okuduğunu anlama üzerinde erken matematiksel becerilerden nedensel bir etkisinin olması gerektiği sonucuna varılmıştır (modifikasyon indeksi [MI] = 4.20; parametre için .39'luk bir asgari beklenen değerle). Teorik seviyede, pozitif olması nedeniyle bu etki mantıklı görünmektedir ve temel matematiksel kavramların okuduğunu anlamayla ilişkili olduğuna işaret etmektedir.

Tablo 1.*Değişkenlerin Korelasyon Matrisi ve Betimleyici Verileri.*

Gözlemlenen Değişkenler	Problem Çözme	Sayılar/ Sayma	Boyut/ Karşılaştırma	Şekiller	Yön / Konum	Miktar	Zaman / Sıra	Okuduğunu Anlama
Problem çözme	-							
Sayılar/Sayma	.37*	-						
Boyut/Karşılaştırma	.19	.20	-					
Şekiller	.29*	.12	.11	-				
Yön/Konum	.15	.07	.21	.14	-			
Miktar	.40*	.40*	.33	.36*	.22	-		
Zaman Sıra	.38*	.18	.17	.25*	.15	.50*	-	
Okuduğunu anlama	.48*	.17	.06	.20	.07	.11	.19	-
M	13.37	15.78	4.73	6.76	21.87	8.11	10.35	5.06
SD	3.91	2.77	0.55	1.30	2.67	1.60	1.78	1.42
Çarpıklık	-.27	-.58	.43	.05	-.96	-.23	.32	-.84
Basıklık	-.15	.85	.98	-.40	.92	-.31	-.61	.96

* p = .00

**Şekil 1.** Varsayılan regresyon modeli.**Tablo 2.***Orijinal ve Düzeltilmiş Regresyon Modelinin Uyum İyiliği İndeksleri.*

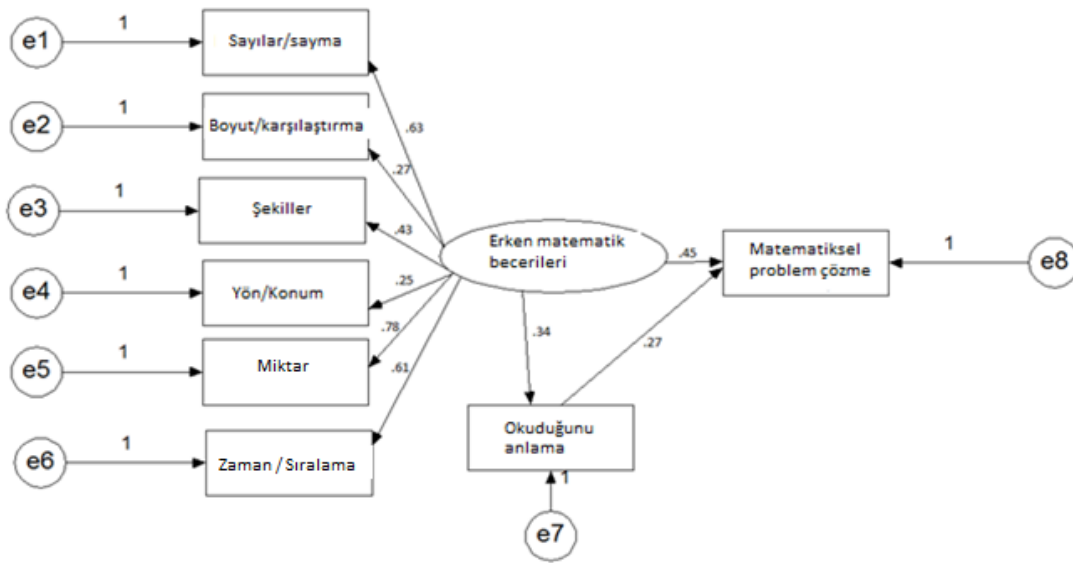
Uyum İyiliği İndeksleri	X ² /sd	GFI	AGFI	RMSEA	CFI	NFI
Orijinal model	1.19	.93	.87	.05	.95	.78
Değiştirilmiş model	.98	.94	.89	.00	1.00	.82

Bu düzeltmeye ek olarak, hata kovaryansları incelenmiştir ve modelde herhangi bir hata korelasyonunun yapılmamasına karar verilmiştir.

Düzeltilmiş model tekrar test edilmiştir ve analiz sonuçları her bir nedensel ve bağıntısal ilişkinin anlamlı olduğuna işaret etmiştir. Tablo 2'de görüldüğü üzere, bu düzeltmeler önceki modele göre uyumda bir iyileşme sergilemiştir ($X^2(19) = 18.67$, $X^2/df = .98$, $p = .00$; GFI = .94, AGFI = .89, RMSEA = .00, CFI = .99, NFI = .82).

Tablo 3.
Nihai Model için Standartlaştırılmış Regresyon Ağırlıkları.

	Regresyon ağırlıkları
Okuduğunu anlama <--- Erken matematik becerileri	.34
Matematiksel problem çözme <--- Erken matematik becerileri	.45
Matematiksel problem çözme <--- Okuduğunu anlama	.27



Şekil 2. Düzeltilmiş regresyon modeli.

Son model, erken matematiksel becerilerin okuduğunu anlama ($\beta=.34$) ve matematiksel problem çözme ($\beta=.45$) üzerinde doğrudan etkisinin olduğunu göstermektedir. Okuduğunu anlama, matematiksel problem çözme üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir ($\beta = .27$), fakat bu etki erken matematik becerilerine ilişkin etkiden daha küçüktür (bkz. Şekil 2 ve Tablo 3).

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu araştırmanın amacı matematiksel problem çözme becerileri ile erken matematik becerileri (sayılar/sayma, boyut/karşılaştırma, şekil, yön/konum, miktar, zaman/sıralama) ve okuduğunu anlama becerileri arasındaki ilişkileri incelemektir. Bu araştırmanın sonuçlarına göre, hem erken matematik becerileri hem de okuduğunu anlama becerileri matematiksel problem çözmenin anlamlı yordayıcılarıdır. Dahası, erken matematik becerilerinin, okuduğunu anlama becerilerine kıyasla matematiksel problem çözme yordama gücü daha fazladır. Okul öncesi eğitiminin akademik başarı üzerindeki etkisiyle ilgili araştırmalara alan yazında sıklıkla rastlanmaktadır. Son yıllarda, okul öncesi eğitim sırasında kazanılan erken matematik becerilerinin etkisi de araştırmalara dâhil edilmiştir. Bu araştırmalarda erken matematik becerilerinin, özellikle de sayma becerilerinin daha sonraki matematik

performansını yordama gücünün iyi olduğu (Aubrey, Godfrey, & Dahl, 2006) ve erken sayma becerilerinin, örneğin sayı-sözcük sıralaması becerilerinin ve sayma becerilerinin ilkokulun ilk sınıflarında temel aritmetik becerilerine etkili olduğu (Jordan, Kaplan, Locuniak, & Ramineni, 2007) görülmüştür. Yine, bunlardan bazıları sayı kavramlarına sahip olmanın matematik problemlerinin daha derinden kavranabilmesini sağladığı sonucuna varmıştır (Baroody, 2003 cite in: Duncan et al., 2007).

Bu araştırmanın sonuçları, sadece erken matematik becerilerinin değil, aynı zamanda da okuduğunu anlamanın da matematiksel problem çözmenin güçlü bir yordayıcısı olduğunu göstermiştir. Bazı çocuklar işlem yapma becerilerini (örn. hesaplama yeteneği) oldukça iyi geliştirmiş olmalarına rağmen sözlü problemleri çözmeye konusunda zorluk yaşamakta (Fuentes, 1998) ve problemlerindeki sözlü matematiksel ifadeleri matematik sembollerine çevirmeye ihtiyaç duymaktadırlar. Bu sebeple işlem yapma becerisine ek olarak, okuduğunu anlama ihtiyacı sözlü matematik problemlerin çözümünde son derece önemlidir.

Okuduğunu anlama becerisi (yeni beceriler) yerine erken matematik becerileri (mevcut beceriler) matematiksel problem çözümü üzerinde daha güçlü bir etkiye sahiptir. Benzer sonuçlar Duncan vd. (2007) tarafından da elde edilmiştir. Anaokuluna girişte matematik yeteneğinin sonraki akademik başarının güçlü bir yordayıcısı olduğu, hatta bunun erken okuma yeteneğinden bile daha önemli bir yordayıcısı olduğu sonucuna varmışlardır (Duncan et al., 2007).

Bu araştırmanın çarpıcı sonuçlarından biri, erken matematik becerilerinin okuma becerilerinin de bir yordayıcısı olduğudur. Alan yazında da belirtildiği üzere matematik performansı ile okuma becerileri arasında yakın bir ilişki vardır. Örneğin, Light ve De Fries (1995) aritmetikte yaşanan zorlukların okuma yeteneğinin gelişimiyle ilişkili olduğunu göstermiştir. Dahası, öğrenme güçlükleri olan çocukların incelendiği araştırmalar, okuma ve matematikteki zorlukların sıklıkla birlikte görüldüğünü göstermiştir (Jordan, Hanich, & Kaplan, 2003; Jordan, Kaplan, & Hanich, 2002; Vilenius-Tuohimaa, Aunola, & Nurmi, 2008).

Bir çocuğun okula hazırlığı, gelişim alanlarında yetkinlik gerektirir. Gelişim alanlarından birindeki yetersizlik, bir çocuğun okula hazırlığını olumsuz olarak etkilemektedir. Okula hazırlıkla aynı şekilde, bir çocuğun matematiğe hazırlığı da bütün erken matematik becerilerini kapsamaktadır. Bunlardan birindeki bir eksiklik, bir öğrencinin matematik başarısı üzerinde olumsuz bir etkiye yol açacaktır. Bu bakış açısına göre, erken matematik becerilerinin daha kapsamlı ve bir bütün olarak incelenmesi, bu araştırmanın alan yazına yaptığı bir katkıdır. Dahası, alan yazından farklı olarak bu çalışmada, matematik eğitiminin önemli bir kısmını teşkil eden matematiksel problem çözme, bağımlı bir değişken olarak dikkate alınmıştır.

Bu araştırma erken matematik becerilerinin sadece matematiksel problem çözme bakımından değil, aynı zamanda okuduğunu anlama bakımından da önemini göstermektedir. Sadece birinci sınıfların incelenmesi bu çalışmadaki bir sınırlılıktır. Bu öğrenciler ikinci, üçüncü ve dördüncü sınıfta da gözlemlenebilirler.

References

- Arbuckle, J. L. (2009). *Amos 18*. Crawfordville, FL: AMOS Development Corporation.
- Asık, G. (2009). *A model study to examine the relationship between metacognitive and motivational regulation and metacognitive experience during problem solving in mathematics*. Unpublished master's thesis, Bogaziçi University, İstanbul.
- Aubrey, C. Godfrey, R., & Dahl, S. (2006). Early mathematics development and later achievement: Further evidence. *Mathematics Education Research Journal*, 18(1), 27-46.
- Aunio, P. & Niemivirta, M. (2010). Predicting children's mathematical performance in grade one by early numeracy. *Learning and Individual Differences*, 20, 427-435.
- Bracken, B. A. (1984). *Bracken basic concept scale*. Chicago: The Psychological Corporation.
- Bracken, B. A. (1998). *Bracken basic concept scale-revised, examiner's manual*. Texas: Harcourt Brace and Company.
- Claessens, A. & Engel, M. (2013). How important is where you start? Early mathematics knowledge and later school success. *Teachers College Record*, 115(6), 1-29.
- Duncan, G.J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A. C., Klebanov, P., Pagani, L. S., Feinstein, L., Engel, M., Brooks-Gunn, J., Sexton, H., Duckworth K., & Japel, C. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental Psychology*, 43(6), 1428-1446.
- Fuentes, P. (1998). Reading comprehension in mathematics. *The Clearing House*, 72(2), 81-88.
- Grissmer, D., Grimm, K. J., Aiyer, S. M., Murrah, W. M., & Steele, J. S. (2010). Fine motor skills and early comprehension of the world: Two new school readiness indicators. *Developmental Psychology*, 46, 1008-1017.
- Hite, S. (2009). *Improving problem solving by improving reading skills. Math in the Middle Institute Partnership Summative Projects for MA Degree*. University of Nebraska-Lincoln. Retrieved March, 30, 2017, from <http://digitalcommons.unl.edu/mathmidsummative/9>.
- Jordon, N. C., Kaplan, D., & Hanich, L. B. (2002). Achievement growth in children with learning difficulties in mathematics: Findings of a two-year longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 94(3), 586-597.
- Jordan, N. C., Hanich, L. B., & Kaplan, D. (2003). A longitudinal study of mathematical competencies in children with specific mathematics difficulties versus children with comorbid mathematics and reading difficulties. *Child Development*, 74(3), 834-850.
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Locuniak, M. N., & Ramineni, C. (2007). Predicting first-grade math achievement from developmental number sense trajectories. *Learning Disabilities Research & Practice*, 22(1), 36-46.
- Jordon, N. C., Glutting, J., & Ramineni, C. (2010). The importance of number sense to mathematics achievement in first and third grades. *Learning and Individual Differences*, 20, 82-88.
- Light, J. G. & DeFries, J. C. (1995). Comorbidity of reading and mathematics disabilities genetic and environmental etiologies. *Journal of Learning Disabilities*, 28(2), 96-106.
- Mayer, R. E. (1998). Cognitive, metacognitive, and motivational aspects of problem solving. *Instructional Science*, 26(1-2), 49-63.
- Miller, M. R., Müller, U., Giesbrecht, G. F., Carpendale, J. I., & Kerns, K. A. (2013). The contribution of executive function and social understanding to preschoolers' letter and math skills. *Cognitive Development*, 28, 331- 349.
- Pagani, L.S., Fitzpatrick, C., Archambault, I., & Janosz, M. (2010). School readiness and later achievement: A French Canadian replication and extension. *Developmental Psychology*, 46 (5), 984-994.

- Rose, D.S., Parks, M., Androes, K., & Mc Mahon, S.D. (2000). Imagery-based learning: Improving elementary students' reading comprehension with drama techniques. *The Journal of Educational Research*, 94(1), 55-63.
- Sarama, J. & Clements, D. H. (2007). Early childhood mathematics learning. In J. F. K. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 461-555). Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- Simsek, Ö. F. (2007). *Introduction to structural equation model: Basic principles and LISREL applications*. Ankara: Ekinoks.
- Smith, S. S. (2001). *Early childhood mathematics*. United States of America: Allyn & Bacon.
- Vilenius-Tuohimaa, P. M., Aunola, K., & Nurmi, J. E. (2008). The association between mathematical word problems and reading comprehension. *Educational Psychology*, 28(4), 409-426.
- Wilson, S. J. (2014). *School readiness and later achievement: Results from a meta-analysis of longitudinal studies*. Paper presented at the Annual Meeting of the Society for Research on Educational Effectiveness, Nashville, Tennessee. Retrieved July 14, 2015, from <https://my.vanderbilt.edu/predictors/files/2013/07/Wilson-SREE-2014-FINAL.pdf>.
- Yan, P. X., Wiles, B., & Yu-Ying, L. (2008). Teaching conceptual model-based word problem story grammar to enhance mathematics problem solving. *Journal of Special Education*, 42(3), 163-178.
- Yoleri, S. & Sevinç, M. (2011). Turkish adaptation of the Bracken Basic Concept Scale: Expressive form. *Erzincan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4(2), 505-522.

