



Ankara University Faculty of Educational Sciences Journal of Special Education

Year: 2018, Volume: 19 No:3, Page No: 485-509

DOI: 10.21565/ozelegitimdergisi.365076

RESEARCH

Received Date: 13.12.17

Accepted Date: 07.06.18

OnlineFirst: 11.06.18

Relationships Between Reasoning, Verbal Working Memory, and Language in Children with Early Cochlear Implantation: A Mediation Effect*

Hatice Akçakaya **
Ankara University

Filiz Aslan ***
Hacettepe University

Murat Doğan ****
Anadolu University

Esra Yücel *****
Hacettepe University

Abstract

The aim of this study was to examine the relationships between reasoning, working memory, and language in children with cochlear implants. A battery of tests of language, working memory, reasoning tasks, and speech perception tests was administered to each child. The participants were twenty-five children with deaf who had cochlear implant surgery before the age of 3. Parallel mediation analysis was conducted. The cause of reasoning is the working memory, however this effect is shown with the indirect effects of receptive and expressive language skills. As a result, activities to improve verbal working memory and receptive and expressive language skills might improve reasoning skills of children with cochlear implants.

Keywords: Reasoning, verbal working memory, cochlear implant, language, hearing loss, deaf, mediation.

Recommended Citation

Akçakaya, H., Aslan, F., Doğan, M., & Yücel, E. (2018). Relationships between reasoning, verbal working memory, and language in children with early cochlear implantation: A mediation effect. *Ankara University Faculty of Educational Sciences Journal of Special Education*, 19(3), 485-509. doi: 10.21565/ozelegitimdergisi.365076

*This article was produced from the master's thesis completed by Hatice Akçakaya under the supervision of Professor Esra Yücel, and Murat Dogan and doctoral dissertation by Filiz Aslan under the supervision of Professor Esra Yücel. It was also presented as an oral presentation in the International Congress of Special Education Thessaloniki/Greece (December, 2017).

**Corresponding author: Res. Assist., E-mail: hakca475@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6508-9809>

***Dr., E-mail: filizaslan@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-4267-2126>

****Associate Prof., E-mail: mudogan@anadolu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-4942-3760>

*****Prof., E-mail: esyucel@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-0002-0597-6358>

Reasoning, which is necessary to solve the problems encountered in daily life, is very important for academic achievement. Reasoning is a cognitive skill that is thought to form the foundation of human intelligence and the core of the intelligence (Evans, Newstead and Byrne, 1993). The most well-known intelligence theory that includes factors currently related to memory is Cattell-Horn-Carroll (CHC) theory. In CHC theory, the nature and structure of the cognitive skills are described in a three layer taxonomy (Flanagan, Ortiz and Alfonso, 2007). These layers include (1) general intelligence (g), (2) sixteen broad skills, and (3) almost 80 narrow skills (Flanagan and Dixon, 2013). One of the broad skills is the reasoning. It is defined as fluid reasoning (Gf) and is the ability to immediately solve the new problems in a planned and controlled manner that is not automatically executed. It consists of mental processes such as drawing conclusion, knowledge of concepts, classification, producing something new, testing hypotheses, defining relationships, comprehending indirect expressions, problem solving, making guesses, understanding relationships between patterns, reorganizing and transferring information. Inductive and deductive reasoning skills are thought to be the distinctive feature of fluid reasoning (Flanagan and Dixon, 2013; McGrew, 2005).

Inductive reasoning (I), is the ability to solve problems by exploring certain characteristics such as some concepts, rules, tendencies, and class memberships through utilizing pre-learned rules and observations. *General sequential deductive reasoning* (RG) is solution of a problem based on existing knowledge and rules in one step or several steps to solve a problem. *Quantitative reasoning* is the ability to solve problems through deduction or induction with concepts that include mathematical relationships and characteristics (McGrew, 2005). *Auditory reasoning* is interpreting, ordering, understanding, and forming relationships between the auditory materials according to Gardner's (1993) first version of Test of Auditory Reasoning and Comprehension. Seven sub areas of auditory reasoning in this test are as follows: general knowledge, comprehension, similarities, analogical completions, arithmetical reasoning, verbal absurdities, and directional orientation skills (as cited in Erbay and Ömeroğlu, 2013). Auditory reasoning is based on verbal information and includes high-level language skills. It is related to establishing relationships between concepts and making logical inferences. The first sub area that is general knowledge was defined by Gardner (1993) as information gathered by children as a result of home or school observations, experiences, and inquiries (as cited in Er and Tepeli, 2013). Auditory comprehension generally involves listening to and making inferences from a short story. For this skill to be achieved the child's short-term memory, attention, and high-level language skills are also expected to be good. For similarities children are expected to form relationships between objects (Ackerman, Beier and Boyle, 2005; Goldstone and Son, 2005), there was a significant relationship between this skill and vocabulary, short-term memory, and language development (Goldstone and Son, 2005). Analogical completion skill requires finding logical congruity between objects and events. Therefore, both high-level language skills and pre-learned information should be transferred to the presented condition (Chen and Siegler, 2013). Arithmetic (mathematical) reasoning includes problem solving, pattern recognition, classification, and recognizing pattern changes (English, 2004). The ability to distinguish verbal absurdities continues to be assessed in several intelligence tests (for example, Weschler intelligence tests and Stanford Binet). It is expected to reveal whether the information heard is related to the logical reasoning.

The Relationship between the CHC Theory and Working Memory

CHC theory was associated with Baddeley and Hitch's Multicomponent Working Memory theory. According to the CHC taxonomy, working memory is the building block for new learning and complex cognitive tasks. The strong relationship of working memory with the complex cognitive structures (such as reasoning), stems from the fact that it actively maintains the information and, when necessary, performs synchronous active processing (McGrew, 2005). There is a high level of correlation between working memory and reasoning ($r=.80-.90$), and the factor analyses showed that the cognitive structures are closely related but distinct structures (Kyllonen and Christal, 1990). In another study, for typically developing children, the relationships between reasoning, working memory, and processing speed have been examined. Almost half of the variance of the increase in the fluid reasoning resulted from the processing speed and developmental change in the working memory, and

almost four-thirds of the variance of the improvement in working memory arose from the developmental changes in the processing speed. Furthermore, it was seen that even when the age-related differences in the processing speed, working memory, and reasoning were controlled, individual differences in the processing speed directly affected working memory capacity and this was the direct determinant of individual differences in fluid intelligence (Fry and Hale, 1996). Baddeley (2007), who is one of the Multi Component Working Memory theorists, defined working memory as a structure which enables several higher level cognitive functions such as reasoning, language comprehension, learning, planning, problem solving, and performing mental mathematical operations. One of the components of the Multi Component Working Memory Model is phonological loop in which verbal items are stored and/or processed that is associated with language (Baddeley, 2007; Henry, 2012).

Language and Working Memory

Multi Component Working Memory Model suggests that phonological loop facilitates language acquisition. Phonological loop plays a critical role in the acquisition of native language in children and in adults it is crucial in learning a foreign language (Baddeley, 2003, 2007; Baddeley, Gathercole and Papagno, 1998; Masoura and Gathercole, 1999). Gathercole and Baddeley (1989) reported that in typically developing children the phonological memory which is assessed by the nonword repetition task predicts children's vocabulary. Various studies conducted with children who were 3 to 10 years old showed that there was a relationship between nonword repetition and vocabulary. The researchers interpreted this finding as that a large vocabulary might have helped participants in repeating nonwords (Baddeley, 2007). Even Papagno and Vallar (1995) worked with two groups in which participants spoke either one or more than one languages that were matched according to general IQ, visual-spatial short term memory (STM), and learning skills. Their learning skills of related Italian words were similar, in verbal STM (digit span and nonword repetition) performances of children who spoke more than one languages were superior. However, Brown and Hulme (1996) suggested that a good memory leads to a good vocabulary (as cited in Baddeley, 2007). Gathercole (1995) interprets the fact that children who have a good vocabulary were more successful in repeating nonwords as there is a reciprocal developmental relationship between long term lexical knowledge and nonword repetition. With these in mind Baddeley (2007) claimed that there are two factors that contribute to the nonword repetition namely the available language skills and phonological loop storage which has a limited capacity. For him language skills provide a good support however learning new words depends on phonological storage.

Relationships between the Auditory Reasoning, Working Memory, and Language in Children with Cochlear Implants

When the literature is reviewed it is seen that studies which assess language and reasoning skills of children with cochlear implants are limited. In one study, more than half of the school age children with cochlear implants ($N=181$) showed similar performance in language skills which consisted of utterance length, lexical diversity, and narrative structure; and reasoning skills which were assessed by the WISC-III Similarities subtest. Whereas in syntactic skills less than half of the sample gained scores similar to their peers. The variables which predicted language skills were nonverbal IQ, being in non-crowded families, and socioeconomic status as well as gender (being a girl). In other words, the girls who had a high performance IQ living in a family with few members with a high level of socioeconomic status had better language skills (Geers, Nicholas and Sedey, 2003).

In their study in which they monitored children with cochlear implants from elementary school to high school Geers and Sedey (2011) found that developmental speed of verbal reasoning skills was higher than expected and yearly rate of children's performance scores was more than the age level. Correlations between language and reasoning skills were moderate ($r=.44-.72$). Children with a high nonverbal IQ from a high socioeconomic status having a cochlear implant surgery at a young age and having a high speed of subvocal rehearsal skills had better language skills and children who had good language skills in the elementary school had also better language skills in middle school as well (Geers and Sedey, 2011).

Aslan (2016) compared auditory reasoning performances of 90 school-age children who were using cochlear implants in terms of having early or late cochlear implantations. The results showed that even though children with early implantation had higher auditory reasoning performance than the children with late implantation, children with early implantation had difficulty in certain subtests. Especially in the similarities and analogical reasoning subtests both groups of children had difficulties. Moreover, children with better auditory reasoning performance had better expressive language and vocabulary.

Children with cochlear implants show lower performance than their typically developing peers in tasks related to working memory (Akçakaya, 2015; Burkholder and Pisoni, 2003; Carter, Dillon and Pisoni, 2002; Cleary, Dillon and Pisoni, 2002; Dillon, Pisoni, Cleary and Carter, 2004; Lee, Yim and Sim, 2012; Soleymani, Amidfar, Dadgar and Jalaie, 2014; Watson, Titterington, Henry and Toner, 2006). The fact that in tasks of digit span, backward digit span (BDS) and nonword repetition tasks (STM and/or working memory tasks) children with cochlear implants show lower performance than their peers might be due to limited the STM, and limitations in coding, storing, and recalling verbal information (Burkholder and Pisoni, 2003, 2006; Carter et al., 2002; Pisoni and Cleary, 2003; Soleymani et al., 2014). Moreover, in coding and maintaining verbal information they use phonological and language related strategies less effectively than their peers (AuBuchon, Pisoni and Kronenberger, 2015). Limitations of children with cochlear implants in these processes also reflect themselves in assessment results related to speech and language such as in word recognition scores, vocabulary, language comprehension, and speech production (Burkholder and Pisoni, 2003, 2006; Carter et al., 2002; Cleary et al., 2002; Pisoni and Cleary, 2003; Soleymani et al., 2014). On the other hand, Akçakaya (2015) reported that children with early cochlear implants with normal nonverbal performance IQ and speech perception of 90% or more have simultaneous storing and processing skills likewise their peers for materials which they are familiar with, such as numbers. In another study, in the task of repeating sentences children with cochlear implants repeat the sentences a longer time and they pause during the recall process. This is linked to the low processing speed and limitations in coding (Burkholder and Pisoni, 2003, 2006). On the other hand in a longitudinal study the STM/working memory skills at the beginning predicted later speech and language skills (Harris et al., 2011). When all these studies are considered together whether language predicts working memory or vice versa is not clear. What is obvious is that there is a relationship between language and working memory/STM.

In a study, whether lower performance in cognitive abilities of children with hearing loss was due to the direct effect of hearing loss or children's decreased language experiences was examined. For this, 6-11 years old children of parents using sign language as their native language (children with hearing loss whose native language was sign language [$N=8$],) and children with hearing loss of whom typically hearing parents used sign language ($N=19$) and typically hearing children were compared. Nonverbal reasoning, nonverbal working memory and language skills were examined. Children with hearing loss who had typically hearing parents and used sign language showed lower performance than the other two groups regarding nonverbal working memory tasks. That is, children with hearing loss (native language is sign language) and children who were typically hearing performed better. This result was interpreted as that independent from the language modality (spoken language or sign language), enriched language experiences since birth has a critical role in nonverbal working memory. In addition, vocabulary (when the age and nonverbal reasoning were controlled) predicted the nonverbal working memory (Marshall et al., 2015).

Vernon, who is a psychologist and works with individuals with hearing loss and assesses their cognitive processes, was the first person to indicate that this group is highly heterogenous (Vernon, 2005). In other words, there are several factors affecting the success of the cochlear implant and these factors can be differentiated in each with individual cochlear implants. These are the onset of hearing loss regarding language acquisition, early diagnosis, early amplification, auditory deprivation, additional disabilities, communication mode, bilingualism at home, socioeconomic-cultural status, hearing status of the parents, having a high nonverbal IQ, being raised in non-crowded families, child's language learning environment, and cognitive processing skills (Blamey et al., 2001; Geers, 2002; Hodges, Ash, Balkany, Schloffman and Butts, 1999; Miyamoto et al., 1994; Pisoni and Cleary, 2003;

Willstedt-Svensson, Löfqvist, Almqvist and Sahlén, 2004). It is obvious that reaching generalizations is difficult with a group for which the success is affected by many factors. Therefore, we tried to work as much as possible to form a homogenous group regarding age of cochlear implantation, onset of hearing loss, nonverbal IQ, speech perception, communication modality (verbal communication), parents' hearing status (typically hearing parents). For example, the effect of confounding variables was physically controlled.

Assessment of Reasoning, Working Memory, and Language

When the research regarding reasoning, working memory, and language is examined it can be seen that there are mostly studies related to typically developing children. In one of these studies, Archibald (2013) examined the relationships between language, working memory, STM, IQ, and nonverbal reasoning of typically developing children. In the study, a total of 374 children who were 5 to 10 years old were examined and as a result it was seen that the task modality (auditory or visual), domain general working memory, language, phonological STM, and fluid reasoning might be distinct cognitive processes which could be effective on children's general verbal assessments. It was also stated that for children who were experiencing developmental difficulties regarding language this result might be effective in diagnosis and interventions (Archibald, 2013). In that study, verbal (auditory) reasoning was not examined.

Another study was conducted with typically developing preschool children ($N=160$) in Finland. The results of the factor analysis showed that receptive vocabulary, auditory reasoning, nonword repetition, STM skills, and oral motor coordination skills were significantly related to each other and verbal skills were gathered under one factor (Holopainen, Ahonen, Tolvanen and Lyytinen, 2000). During assessment, since answering reasoning questions requires verbal skills, this might have led to this result.

Archibald (2013) indicates that the language is assessed by tasks such as following instructions, recalling phonological information, defining similarities in the words presented verbally. In Turkey the norm referenced test of language namely Turkish Test of Early Language Development (TELD-3) includes verbal STM items which are based on repeating spoken sentences. In the same test, there are items regarding reasoning such as "John has brought his new plane to the classroom to show it to his friends. What do you think he said/told?" (Topbaş and Güven, 2013).

When the literature was examined there was not any studies encountered in which language, auditory (verbal) reasoning, and verbal working memory were considered together for children with cochlear implants. It is seen important for the intervention programs to determine the relationships between reasoning, working memory, and language in children with hearing loss. Based on the truth that reasoning and working memory assessments must be based on language, the purpose of this study was to examine the relationships between reasoning, working memory, and language in children with cochlear implants who were homogenized as much as possible. The research question of this study is as follows: "Do receptive and expressive language mediate the relationship between the working memory and reasoning?"

Method

This study was conducted at the Hacettepe University Department of Otorhinolaryngology, Audiology and Speech Pathology Unit. The study group consisted of the same children with cochlear implants who participated in studies of Akçakaya (2015) and Aslan (2016) that were simultaneously conducted. Having obtained the ethical committee approval of the Ethical Committee for Non-Interventional Clinical Research of Hacettepe University with the issue of 16969557-1149 and NI 14/299-17 decision number, the data collection of the study was initiated.

Research Design

This research was conducted as the relational-correlation design, in as much as it is the relationship definition between variables. In this design, it is conducted such as structural equation models, regression analysis, and mediation analysis (Creswell, 2014).

Participants and Inclusion Criteria

The participants of this study were 7;0-10;4 years old children with cochlear implants of whom 16 were females and 9 were males, totaling 25 children. The inclusion criteria for the study were as follows: (1) Cochlear implantation before the age of three (2) Speech perception scores 90% or more (3) Nonverbal IQ score of 85 or higher (4) Being monolingual at home (5) Not having any additional diagnosed disabilities other than hearing loss.

Within the scope of the above criteria initially 40 children with cochlear implants were assessed, then 15 children were excluded since they did not meet the inclusion criteria. Parents of all the children with cochlear implants had typically hearing. Children with cochlear implants were attending inclusion classrooms at their schools and their communication modality was monolingual and their education was presented with verbal communication. In none of the children with cochlear implants there were severe cochlear anomalies. The average free field thresholds for children with cochlear implants were between 250-6000 Hz 31 dB HL.

Table 1

Demographical, Audiological, and Educational Characteristics of Children with Cochlear Implants

Categorical Variables	Children with Cochlear Implants		
	<i>N</i>	<i>%</i>	
Gender			
Female	16	64	
Male	9	36	
Preschool Education			
Yes	25	100	
No	0	0	
Special Education			
Yes	23	92	
No	2	8	
Continuous Variables	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>N</i>
Age (months)	102.3	12.9	25
Age of onset of hearing loss (months)	8.6	6.8	25
Onset of HA age (months)	10.4	6.5	25
CI age (months)	23.2	7.4	25
CI duration (months)	78.9	14.4	25
Age of onset of preschool education (years)	4.3	1.1	25
Age of onset of special education (months)	22.6	18.4	23

HA: Hearing aids CI: Cochlear implant

Data Collection Tools

Demographical Information Form. A form was prepared by the first researcher to collect data regarding demographical, audiological, and educational characteristics of children with cochlear implants and data related to the variables included in Table 1 were obtained.

Glendon Auditory Screening Procedure (GASP). This test was used to determine the speech perception of children with cochlear implants and whether the children would be included in the study. This test is a part of the EARS (Evaluation of Auditory Responses to Speech) Test Battery (Esser-Leyding and Anderson, 2012). The test has two samples, and 10 question sentences. The children were asked to repeat the spoken

sentences. The list was administered to the child by the first researcher while seated at right across the ear level of the cochlear implant at a one-meter distance and with a lively voice in a room with a sound insulation of only auditory condition. The children's responses were recorded with a Sony brand ICD-TX50 model digital audio recorder as well as they were also marked on a separate form by pencil. The criteria of having 90% or above was added to the study since this was what was expected at the fifth year of using a cochlear implant.

Wechsler Intelligence Scale for Children-Revised (WISC-R). To determine the nonverbal IQ, performance subtests of this scale were administered to the children. Since nonverbal IQ might affect working memory scores, children who had 85 and higher were included in this study. Spearman Brown value of WISC-R is .96 and split half reliability is .91. Correlations between subtests are .51-.86 (Savaşır and Şahin, 1995). WISC-R was administered to the children by an expert psychologist.

Shortened Nonword Repetition List (S-NWR). It was used to assess verbal working memory. The original form was developed by Akoğlu and Acarlar (2014) with a structure unlike the language and by considering phonotactic rules of Turkish. To use with children with cochlear implants, Akçakaya (2015) shortened this list which consists of 36 nonwords. During the shortening, nonwords were recorded by a professional male speaker and then to balance inter-syllable sound levels for the recordings, normalization procedure was performed. Following normalization procedure, sound recordings were presented to typically developing children and the words which were found to be the most understandable were selected yielding 20 nonwords with 1-4 syllables (For details see Akçakaya, 2015). As a result, this list was presented with 4-second intervals in a quiet room with the standards of Industrial Acoustic Company (IAC). While the first researcher recorded the child's responses on a record sheet simultaneously the responses were recorded with a Sony brand ICD-TX50 model digital audio recorder. To conduct interobserver reliability, an expert audiologist who had typically hearing made transcriptions on a separate form. Interobserver reliability was 89.8%. For this study, the number of words correctly produced was accepted as the working memory score.

Turkish Test of Early Language Development (TELD-T). This test was conducted to assess receptive and expressive language skills of children with cochlear implants. TELD assesses language development of two to seven years eleven months old children in terms of morphology, semantics, and syntax. TELD which consists of parallel two forms as A and B forms has Cronbach Alpha coefficients as .85-.92, test retest reliability of .91-.98. For criterion validity it has .33-.58 correlations with Ankara Development Screening Inventory, .73-.87 correlations with Peabody Picture Vocabulary Test, and .46-.88 correlations with Turkish Test of Language Development (TOLD-Turkish). For construct validity the canonical discriminant function of the test with typically developing children and children with language disorders was examined, the Wilks Lambda values were found .31-.54 and it was reported that the function's discriminative power was significant (Güven and Topbaş, 2014). In this study TELD's A form was used and it was administered by the first and the second researchers.

Selçuk Auditory Reasoning and Processing Skills Test (SARPST). This was used to assess auditory reasoning skills of children with cochlear implants. It consists of six subscales of similarities, verbal absurdities, analogical completion, causal reasoning, arithmetical reasoning, and general knowledge. It is the Turkish adaptation of Gardner's (1993) Test of Auditory Reasoning and Processing Skills (TARPS) (Erbay, 2009). For internal consistency KR20 scores were calculated and found .69-.87 whereas test retest reliability was .90-.98. For content validity 4 experts were consulted and intra-class coefficient was reported as .85. For construct validity, factor analysis was conducted, and items were loaded on 6 factors and they were named. Each item explained 6.65 to 7.74% of the total variance and the total variance explained was 43.1% (Erbay, 2009). This test was administered by the second researcher.

Data Analysis

For the main purpose of this study the relationships between the working memory, language, reasoning skills, and the duration of cochlear implant were examined. In this study, it was investigated whether working memory predicted reasoning mediated by language or not. Therefore, in SPSS program PROCESS tool was used

to conduct parallel mediation analysis. Parallel mediation analysis included a predictor, independent variable (X), one predicted dependent variable (Y) and two mediator variables (M). In this analysis there are two paths: (1) without the mediator variable (M) X's direct effect on Y, (2) indirect effect of the path from X to M1 and from M1 to Y as well as the path from X to M2 and path from M2 to Y (Hayes, 2013). In mediation analysis, as a function of the mediator variable, causal relationship between the two variables are represented (Baron and Kenny, 1986; Hayes, 2013). There are some assumptions of the Mediation Analysis: (1) X must significantly predict Y (c path) (2) X must predict M (a path) (3) M must predict Y (b path) (4) When M is controlled, the correlation between X and Y must be lower (Baron and Kenny, 1986). Hayes (2013) states that

If c' is closer to zero than c and c' is not statistically significant, then it is claimed that M completely mediates X's effect on Y. That is, M entirely accounts for the effect of X on Y. By contrast, if c' is closer to zero than c but c' is statistically different from zero, then it is said that M partially mediates X's effect on Y. Only part of the effect of X on Y is carried through M. (p. 167)

Moreover, it is indicated that a full mediation can easily emerge in small samples, when a similar study is conducted with a larger sample a partial mediation can arise (Hayes, 2013). A full mediation means that when X predicts Y, there are not any more variables which explain it but the mediator M variable. In our study bias corrected bootstrapping confidence intervals method was used. For this method, normal distribution of the sample is not important. In this study, with 25 children with cochlear implants, bootstrapping confidence intervals method was applied and the confidence intervals were calculated for indirect effects and it was determined whether estimated variables had a partial or full mediation effect on the results was tested. Moreover, if in parallel mediation analysis, bootstrapping confidence intervals do not include zero, this points out that two indirect effects are different from each other (Hayes, 2013).

Table 2

Descriptive Statistics of Language, Reasoning, and Working Memory in Children with Cochlear Implants

Variables	Mean (N=25)	SD
Working Memory	6.6	2.7
Reasoning	21.7	8.8
Receptive Language	84.4	18.6
Expressive Language	83.8	18.2

Results

Descriptive statistics of children with cochlear implants are given in Table 2. It was found that working memory predicted reasoning with indirect effects of receptive and expressive language. As it can be seen in Figure 1 and Table 3 children with cochlear implants whose working memory was better also had better receptive ($a_2=3.369$) and expressive language ($a_1=4.986$) skills, children with cochlear implants who had better receptive ($b_2=0.129$) and expressive language ($b_1=0.294$) skills had better reasoning skills as well. As Hayes (2013) suggests a bias corrected bootstrap confidence interval for the indirect effect ($a_1b_1+a_2b_2=1.903$) based on 5000 bootstrap samples was fully above zero (for $M_1= 0.664$ to 2.828 , $M_2=0.054$ to 0.939). There was no evidence that working memory predicted reasoning independent of effects of receptive and expressive language. As a result, when the effects of receptive and expressive language were controlled there was not any evidence that the working memory predicted reasoning. In other words, the cause of reasoning is the working memory, however this effect is shown with the indirect effects of receptive and expressive language skills.

Table 3

Regression Coefficients, Standard Errors, and Model Summary Information for Receptive and Expressive Language Influence Parallel Mediator Model

Antecedent		M ₁ (Expressive Language)		M ₂ (Receptive Language)		Y (Reasoning)			
		Coeff.	SE	Coeff.	SE	Coeff.	SE		
X (Working Memory)	a_1	4.986***	1.225	a_2	3.369*	1.570	c'	0.333	0.411
M ₁ (Expressive Language)		-	-		-	-	b_1	0.294***	0.067
M ₂ (Receptive Language)		-	-		-	-	b_2	0.129*	0.058
Constant	i_{M1}	51.053***	9.264	i_{M2}	62.261***	12.591	i_Y	-16.014**	4.940
		$R^2=0.538$		$R^2=0.235$		$R^2=0.840$			
		$F(1,23)=16.560***$		$F(1,23)=4.607*$		$F(3,21)=28.853***$			

* $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$

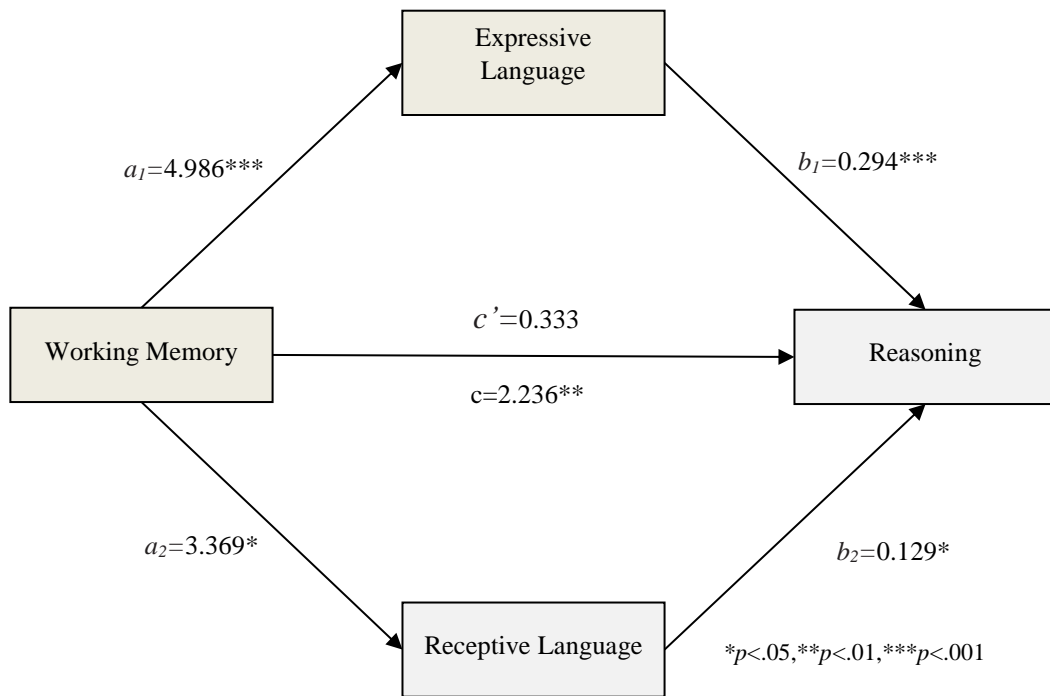


Figure 1. A statistical diagram of the parallel multiple mediator model for receptive and expressive language.

Discussion

In our study, the cause of a good reasoning is the working memory, however, this is manifested by the mediation effect of the receptive and expressive language skills. This is an expected finding, it shows that in nonword repetition task the children with cochlear implants based on their current language skills utilize to repeat nonwords. It is thought that they understand the words by utilizing their receptive language skills and then they answer the auditory reasoning questions by utilizing their expressive language skills. Previous studies report that for typically developing adults, there is a high correlation between working memory and reasoning (Kyllonen and Christal, 1990; Süß, Oberauer, Wittmann, Wilhelm and Schulze, 2002). The current study shows that this relationship might be causal by the mediation of language skills for children with cochlear implants. In addition,

when it is thought that the increase in the working memory and processing speed are effective on the increase of the fluid reasoning for typically developing children (Fry and Hale, 1996), the relationship between the working memory and reasoning is obvious. However, the place of the language skills in this relationship is also thought to be critical to be examined for typically developing children.

In a study in which analogical reasoning skills of children with hearing aids and cochlear implants were compared it was seen that they had statistically significant delays compared to their typically hearing peers. After the regression analysis, when the age and analogical reasoning skills of the group with hearing loss were controlled for, their language performances appeared to be an important variable. As a result, it was emphasized that there might be a relationship between learning concepts and supporting vocabulary and higher level grammatical structures for children with hearing loss and this might have an indirect effect on analogical reasoning (Edwards, Figueras, Mellanby and Langdon, 2010). Henner, Caldwell-Harris, Novogrodsky and Hoffmeister (2016) recommend that the verbal language-based analogical reasoning approach is used in the assessment of children with hearing loss, considering language-related deprivation associated with auditory deprivation. They compared the language-based analogical reasoning skills of children with hearing loss with the age at acquisition of sign language. According to this study, when they started to learn sign language earlier, they could differentiate between the correct and incorrect use of syntax and their performance in analogical reasoning skills were better than those who started to learn sign language at school. Similar results were found in the case of children with hearing loss in Poland through sign language, and in writing to their typically developing peers (Bandurski and Galkowski, 2004).

These results present supportive evidence for the critical effect of language on reasoning skills. The results of the current study support the notion that the working memory “ensures several high level functions such as reasoning, language comprehension, learning, planning, problem solving, and mental processing” (Baddeley, 2007; Rose and Craik, 2012). On the other hand, with bilateral cochlear implantation, auditory perception and language skills of children are improved in the earliest stages. Jacobs et al. (2016) evaluated verbal reasoning skills of children who started using cochlear implants simultaneously in both ears. According to their results, it has been observed that children who are observed to distinguish speech in noise and increase in auditory short-term memory span also develop complex cognitive skills based on verbal intelligence. Verbal reasoning skills are also positively influenced by all these results.

The current study has some limitations. Firstly, this study only examined the relationships between the verbal working memory, reasoning, and language skills in children with cochlear implants, therefore, the relationships for typically developing children were not examined. In fact, to see the bigger picture a similar study might be conducted with both typically developing children and children with cochlear implants to comparatively examine these relationships. Secondly, in this study a full mediation was obtained. A full mediation, as mentioned before, means that there are not any variables to be explained rather than receptive and expressive language skills in working memory’s prediction of reasoning. However, Hayes (2013) reports that with small samples a full mediation can be obtained, and when it is the case this result must be cautiously interpreted. Therefore, a similar study consisting of a large sample might be conducted. In addition, the comparison of different communication methods or different conditions (written, sign language assisted, and so forth) in the evaluation of reasoning skills of children with hearing impairments can also give information about their performances without language-specific tasks. As a conclusion, this study is important in terms of the fact that the working memory, and the reasoning skills of Turkish-speaking, school-aged children with cochlear implants are evaluated for the first time. Based on the results of the study, in the education programs of children with cochlear implants activities regarding verbal working memory and activities to improve receptive and expressive language skills might also improve reasoning skills of children with cochlear implants.

References

- Ackerman, P. L., Beier, M. E., & Boyle, M. O. (2005). Working memory and intelligence: The same or different constructs? *Psychological Bulletin*, 131(1), 30-60. doi: 10.1037/0033-2909.131.1.30
- Akçakaya, H. (2015). *Erken yaşta koklear implant uygulanan çocuklarda sözel çalışma belleği ve dil ile ilişkisinin incelenmesi [Evaluation of verbal working memory of early cochlear implanted children and its relationship with language]*. (Unpublished master's thesis, Hacettepe University, Institute of Health Sciences, Ankara, Turkey). Retrieved from: <http://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>. (Thesis Number 390292)
- Akoğlu, G., & Acarlar, F. (2014). Investigation of Turkish Nonword Repetition List for 3-9 years children. *Education and Science*, 39(173), 13-24. Retrieved from: <http://egitimvebilim.ted.org.tr/index.php/EB/article/view/2398/692>
- Archibald, L. M. (2013). The language, working memory, and other cognitive demands of verbal tasks. *Topics in Language Disorders*, 33(3), 190-207. doi: 10.1097/TLD.0b013e31829dd8af
- Aslan, F. (2016). *Erken ve geç dönem koklear implant uygulanan okul çağı çocuklarının işitsel muhakeme becerilerinin karşılaştırılması [Auditory reasoning skills in early and late cochlear implanted school aged children]*. (Unpublished doctoral dissertation, Hacettepe University, Institute of Health Sciences, Ankara, Turkey). Retrieved from: <http://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>. (Thesis Number 3420162)
- AuBuchon, A. M., Pisoni, D. B., & Kronenberger, W. G. (2015). Short-term and working memory impairments in early-implanted, long-term cochlear implant users are independent of audibility and speech production. *Ear and Hearing*, 36(6), 733-737. doi: 10.1097/AUD.0000000000000189
- Baddeley, A. (2003). Working memory and language: An overview. *Journal of Communication Disorders*, 36(3), 189-208. doi:10.1016/S0021-9924(03)00019-4
- Baddeley, A. (2007). *Working memory, thought, and action* (Vol. 45). New York: Oxford University Press. doi: 10.1093/acprof:oso/9780198528012.003.0002
- Baddeley, A., Gathercole, S., & Papagno, C. (1998). The phonological loop as a language learning device. *Psychological Review*, 105(1), 158-173. doi:10.1037/0033-295X.105.1.158
- Bandurski, M., & Gałkowski, T. (2004). The development of analogical reasoning in deaf children and their parents' communication mode. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 9(2), 153-175. doi: 10.1093/deafed/enh018
- Baron, R. M., & Kenny, D. A. (1986). The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 51(6), 1173-1182. Retrieved from: <http://webcom.upmf-grenoble.fr/LIP/Perso/DMuller/GSERM/Articles/Journal%20of%20Personality%20and%20Social%20Psychology%201986%20Baron.pdf>
- Blamey, P. J., Sarant, J. Z., Paatsch, L. E., Barry, J. G., Bow, C. P., Wales, R. J., et al., (2001). Relationships among speech perception, production, language, hearing loss, and age in children with impaired hearing. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 44(2), 264-285. doi: 10.1044/1092-4388(2001/022)
- Burkholder, R. A., & Pisoni, D. B. (2003). Speech timing and working memory in profoundly deaf children after cochlear implantation. *Journal of Experimental Child Psychology*, 85(1), 63-88. doi:10.1016/S0022-0965(03)00033-X

- Burkholder, R. A., & Pisoni, D. B. (2006). Working memory capacity, verbal rehearsal speed, and scanning in deaf children with cochlear implants. *Research On Spoken Language Processing Progress Report No. 26 (2003-2004) Indiana University*, 47-70. Retrieved from: <http://www.indiana.edu/~srlweb/pr/26/47-Burkholder.pdf>
- Carter, A. K., Dillon, C. M., & Pisoni, D. B. (2002). Imitation of nonwords by hearing impaired children with cochlear implants: Suprasegmental analyses. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 16(8), 619-638. doi:10.1080/02699200021000034958
- Chen, Z., & Siegler, R. S. (2013). Young children's analogical problem solving: Gaining insights from video displays. *Journal of Experimental Child Psychology*, 116(4), 904-913. doi: 10.1016/j.jecp.2013.08.009
- Cleary M., Dillon, C., Pisoni D. B. (2002). Imitation of nonwords by deaf children after cochlear implantation: Preliminary findings. *The Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology. Supplement*, 189(5_suppl), 91-96. Retrieved from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3432908/pdf/nihms-400204.pdf>
- Creswell, J. W. (2014). *Araştırma deseni nitel, nicel ve karma yaklaşımları [Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches]* (1st ed.). (S. B. Demir, Çev. Ed/Trans. Ed.). Ankara: Eğiten Kitap. (Orijinal kitabın yayın tarihi 2013) [The publication year of the original book is 2013]
- Dillon, C., Pisoni, D. B., Cleary, M., & Carter, A. K. (2004). Nonword imitation by children with cochlear implants: Consonant analyses. *Archives of Otolaryngology-Head & Neck Surgery*, 130(5), 587-591. doi:10.1001/archotol.130.5.587
- Edwards, L., Figueras, B., Mellanby, J., & Langdon, D. (2010). Verbal and spatial analogical reasoning in deaf and hearing children: The role of grammar and vocabulary. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 16(2), 189-197. doi: 10.1093/deafed/enq051
- English, L. D. (2004). Mathematical and analogical reasoning in early childhood. In L. D. English (Ed.), *Mathematical and analogical reasoning of young learners* (pp. 1-22). NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publishers.
- Er, S., & Tepeli, K. (2013). Farklı bilişsel tempoya sahip 5-6 yaş grubu çocukların işitsel muhakeme ve işlem becerilerinin incelenmesi [Examination of auditory reasoning and processing skills of 5-6 year old children having different conceptual tempo]. *Selçuk University The Journal of Institute of Social Sciences*, 30, 117-128. Retrieved from: <http://acikerisim.selcuk.edu.tr:8080/xmlui/handle/123456789/1463>
- Erbay, F. (2009). *Anasınıfına devam eden altı yaş çocuklarına verilen yaratıcı drama eğitiminin çocukların işitsel muhakeme ve işlem becerilerine etkisinin incelenmesi [The investigation of effects of creative drama education on six year old kindergarten students auditory reasoning and processing skills]*. (Unpublished doctoral dissertation). Selçuk University, Institute of Social Sciences, Konya, Retrieved from <http://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>. (Thesis Number 235273)
- Erbay, F., & Ömeroğlu, E. (2013). A study on the effects of creative drama education given to children attending nursery class on their auditory reasoning and processing skills. *Education and Science*, 38(169), 41-50.
- Esser-Leyding, B., & Anderson, I. (2012). EARS® (Evaluation of Auditory Responses to Speech): An internationally validated assessment tool for children provided with cochlear implants. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 74(1), 42-51. doi:10.1159/000335054
- Evans, J. S. B., Newstead, S. E., & Byrne, R. M. (1993). *Human reasoning: The psychology of deduction*. USA: Psychology Press.
- Flanagan, D. P., Ortiz, S. O., & Alfonso, V. C. (2007). *Essentials Cross-Battery Assessment*. Newyork: Wiley.

- Flanagan, D. P., & Dixon, S. G. (2013). The Cattell-Horn-Carroll Theory of cognitive abilities. In C. R. Reynolds & E. Fletcher-Janzen (Eds.), *Encyclopedia of special education: A reference for the education of children, adolescents, and adults with disabilities and other exceptional individuals* (pp. 1-13). Wiley Online Library. Retrieved from <https://books.google.com.tr/books?id=wdNpBchvdvQC>.
- Fry, A. F., & Hale, S. (1996). Processing speed, working memory, and fluid intelligence: Evidence for a developmental cascade. *Psychological Science*, 7(4), 237-241. Retrieved from: <http://www.jstor.org/stable/40062952>
- Gathercole, S. E. (1995). Is nonword repetition a test of phonological memory or long-term knowledge? It all depends on the nonwords. *Memory & Cognition*, 23(1), 83-94. Retrieved from: <https://link.springer.com/article/10.3758%2FBF03210559?LI=true>
- Gathercole, S. E., & Baddeley, A. D. (1989). Evaluation of the role of phonological STM in the development of vocabulary in children: A longitudinal study. *Journal of Memory and Language*, 28(2), 200-213. doi: 10.1016/0749-596X(89)90044-2
- Geers, A. E. (2002). Factors affecting the development of speech, language, and literacy in children with early cochlear implantation. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 33(3), 172-183. doi:10.1044/0161-1461(2002/015)
- Geers, A. E., Nicholas, J. G., & Sedey, A. L. (2003). Language skills of children with early cochlear implantation. *Ear and Hearing*, 24(1), 46-58. doi: 10.1097/01.AUD.0000051689.57380.1B
- Geers, A. E., & Sedey, A. L. (2011). Language and verbal reasoning skills in adolescents with 10 or more years of cochlear implant experience. *Ear and Hearing*, 32(1 Suppl), 39-48. Retrieved from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3157037/>
- Goldstone, R., & Son, J. (2005). Similarity. In K. J. Holyoak & R. G. Morrison (Eds), *The Cambridge handbook of thinking and reasoning* (pp. 13-37). UK: Cambridge University Press.
- Güven, S., & Topbaş, S. (2014). Erken Dil Gelişimi Testi-Üçüncü Versiyonu'nun Türkçe'ye uyarlama, geçerlik ve güvenilirlik ön çalışması [Adaptation of the Test of Early Language Development-Third Edition (TELD-3) into Turkish: Reliability and validity study]. *International Journal of Early Childhood Special Education*, 6(2), 151-176.
- Harris, M. S., Pisoni, D. B., Kronenberger, W. G., Gao, S., Caffrey, H. M., & Miyamoto, R. T. (2011). Developmental trajectories of forward and backward digit spans in deaf children with cochlear implants. *Cochlear Implants International*, 12(1), 84-88. doi:10.1179/146701011X13001035752534
- Hayes, A. F. (2013). *Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: A regression-based approach*. New York: Guilford Press.
- Henry, L. (2012). The working memory model. In L. Henry (Ed.), *The development of working memory in children* (pp. 1-37). London: SAGE Publications Ltd. doi:10.4135/9781446251348
- Henner, J., Caldwell-Harris, C. L., Novogrodsky, R., & Hoffmeister, R. (2016). American sign language syntax and analogical reasoning skills are influenced by early acquisition and age of entry to signing schools for the deaf. *Frontiers in Psychology*, 7(1982), 1-14. <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01982>
- Hodges, A. V., Ash, M. D., Balkany, T. J., Schloffman, J. J., & Butts, S. L. (1999). Speech perception results in children with cochlear implants: Contributing factors. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 121(1), 31-34. doi: 10.1016/S0194-5998(99)70119-1

- Holopainen, L., Ahonen, T., Tolvanen, A., & Lyytinen, H. (2000). Two alternative ways to model the relation between reading accuracy and phonological awareness at preschool age. *Scientific Studies of Reading*, 4(2), 77-100. doi: 10.1207/S1532799XSSR0402_01
- Jacobs, E., Langereis, M. C., Frijns, J. H. M., Free, R. H., Goedegebure, A., Smits, C., et al. (2016). Benefits of simultaneous bilateral cochlear implantation on verbal reasoning skills in prelingually deaf children. *Research in developmental disabilities*, 58(2016), 104-113. doi: 10.1016/j.ridd.2016.08.016
- Kyllonen, P. C., & Christal, R. E. (1990). Reasoning ability is (little more than) working-memory capacity?! *Intelligence*, 14(4), 389-433. doi: 10.1016/S0160-2896(05)80012-1
- Lee, Y., Yim, D., & Sim, H. (2012). Phonological processing skills and its relevance to receptive vocabulary development in children with early cochlear implantation. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 76(12), 1755-1760. doi:10.1016/j.ijporl.2012.08.016
- Marshall, C., Jones, A., Denmark, T., Mason, K., Atkinson, J., Botting, N., et al., (2015). Deaf children's non-verbal working memory is impacted by their language experience. *Frontiers in Psychology*, 6(527), 1-12. doi: 10.3389/fpsyg.2015.00527
- Masoura, E. V., & Gathercole, S. E. (1999). Phonological short-term memory and foreign language learning. *International Journal of Psychology*, 34(5-6), 383-388. Retrieved from: <http://blogs.sch.gr/stelam/files/2011/06/memory-and-vocabulary-learning.pdf>
- McGrew, K. S. (2005). The Cattell-Horn-Carroll Theory of cognitive abilities: Past, present, and future. In D. P. Flanagan & P. L. Harrison (Eds.), *Contemporary intellectual assessment: Theories, tests, and issues* (pp. 136-181). New York, NY, US Guilford Press.
- Miyamoto, R. T., Osberger, M. J., Todd, S. L., Robbins, A. M., Stroer, B. S., Zimmerman-Phillips, S., et al., (1994). Variables affecting implant performance in children. *The Laryngoscope*, 104(9), 1120-1124. doi: 10.1288/00005537-199409000-00012
- Papagno, C., & Vallar, G. (1995). Verbal short-term memory and vocabulary learning in polyglots. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 48(1), 98-107. doi: 10.1080/14640749508401378
- Pisoni, D. B., & Cleary, M. (2003). Measures of working memory span and verbal rehearsal speed in deaf children after cochlear implantation. *Ear and Hearing*, 24(1 Suppl), 106-120. doi:10.1097/01.AUD.0000051692.05140.8E
- Rose, N. S., & Craik, F. I. (2012). A processing approach to the working memory/long-term memory distinction: Evidence from the levels-of-processing span task. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 38(4), 1019-1029. doi: 10.1037/a0026976
- Savaşır, I., & Şahin, N. (1995). *Wechsler Çocuklar İçin Zeka Ölçeği-Geliştirilmiş Formu el-kitabı [Wechsler Intelligence Scale for Children-Revised (WISC-R) handbook]*. Ankara: Türk Psikologlar Derneği [Turkish Psychological Association Publications.]
- Soleymani, Z., Amidfar, M., Dadgar, H., & Jalaie, S. (2014). Working memory in Farsi-speaking children with normal development and cochlear implant. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 78(4), 674-678. doi:10.1016/j.ijporl.2014.01.035
- Süß, H. M., Oberauer, K., Wittmann, W. W., Wilhelm, O., & Schulze, R. (2002). Working memory capacity explains reasoning ability and a little bit more. *Intelligence*, 30(3), 261-288. doi: 10.1016/S0160-2896(01)00100-3

- Topbaş, S. & Güven, S. (2013). *TEDİL Türkçe Erken Dil Gelişimi Testi [Turkish Test of Early Language Development]*. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Vernon, M. (2005). Fifty years of research on the intelligence of deaf and hard-of-hearing children: A review of literature and discussion of implications. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 10(3), 225-231. doi: 10.1093/deafed/eni024
- Watson, D., Titterington, J., Henry, A., & Toner, J. (2006). Auditory sensory memory and working memory processes in children with normal hearing and cochlear implants. *Audiology and Neurotology*, 12(2), 65-76. doi:10.1159/000097793
- Willstedt-Svensson, U., Löfqvist, A., Almqvist, B., & Sahlén, B. (2004). Is age at implant the only factor that counts? The influence of working memory on lexical and grammatical development in children with cochlear implants. *International Journal of Audiology*, 43(9), 506-515. doi: 10.1080/14992020400050065



Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi

Yıl: 2018, Cilt: 19, Sayı: 3, Page No: 485-509

DOI: 10.21565/ozelegitimdergisi.365076

ARAŞTIRMA

Gönderim Tarihi: 13.12.17

Kabul Tarihi: 07.06.18

Erken Görünüm: 11.06.18

Erken Yaşta Koklear İmplant Uygulanan Çocuklarda Muhakeme, Sözel Çalışma Belleği ve Dil İlişkisi: Aracılık Etkisi*

Hatice Akçakaya **
Ankara Üniversitesi

Filiz Aslan ***
Hacettepe Üniversitesi

Murat Doğan ****
Anadolu Üniversitesi

Esra Yücel *****
Hacettepe Üniversitesi

Öz

Bu çalışmanın amacı erken yaşta koklear implant olan çocuklarda muhakeme, sözel çalışma belleği ve dil arasındaki ilişkileri incelemektir. Bu çalışmada muhakeme, sözel çalışma belleği, dil, konuşma algısı testi ve zeka testleri yapılmıştır. Çalışmaya üç yaşından önce koklear implant olmuş 25 çocuk katılmıştır. Sözü edilen değişkenlerdeki ilişkileri incelemek için paralel aracılık analizi yapılmıştır. Sonuç olarak koklear implantlı çocuklarda muhakemenin nedeninin alıcı ve ifade edici dil becerileri aracılığıyla sözel çalışma belleği olduğu görülmüştür. Bu sonuç koklear implantlı çocuklarda sözel çalışma belleği ve dil becerilerinin geliştirilmesinin onların muhakeme becerilerini de geliştirebileceğini düşündürmektedir.

Keywords: Muhakeme, sözel çalışma belleği, koklear implant, dil, işitme kaybı, aracılık analizi.

Önerilen Atıf Şekli

Akçakaya, H., Aslan, F., Doğan, M., & Yücel, E. (2018). Erken yaşta koklear implant uygulanan çocuklarda muhakeme, sözel çalışma belleği ve dil ilişkisi: Aracılık etkisi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi*, 19(3), 485-509. doi.: 10.21565/ozelegitimdergisi.365076

*Bu çalışma Prof. Dr. Esra Yücel ve Doç. Dr. Murat Doğan'ın danışmanlığında gerçekleştirilen Hatice Akçakaya'nın yüksek lisans, Prof. Dr. Esra Yücel'in danışmanlığında gerçekleştirilen Filiz Aslan'ın doktora tezinden üretilmiştir. Ayrıca bu çalışma Selanik'te yapılan Uluslar Arası Özel Eğitim Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur (Aralık, 2017).

**Sorumlu yazar: Ar. Gör., E-posta: hakca475@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6508-9809>

***Dr., E-posta: filizasl@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-4267-2126>

****Doç. Dr., E-posta: mudogan@anadolu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-4942-3760>

*****Prof. Dr., E-posta: esyucel@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-0002-0597-6358>

Günlük yaşamda karşılaşılan problemleri çözmek için gerekli olan muhakeme yeteneği akademik başarı için oldukça önemlidir. Muhakeme, insan zekasının temelini oluşturan ve zekanın özü olduğu düşünülen bilişsel bir yetenektir (Evans, Newstead ve Byrne, 1993). Halihazırda bellekle ilgili faktörleri içeren ve en çok tanınan zeka kuramı Cattell-Horn-Carroll (CHC) kuramıdır. CHC kuramında bilişsel yeteneklerin doğası ve yapısı üç katmanlı bir taksonomi içinde tanımlanır (Flanagan, Ortiz ve Alfonso, 2007). Bu katmanlar (1) genel zekayı (g) (2) on altı geniş kapsamlı yeteneği (3) yaklaşık 80 dar kapsamlı yeteneği içerir (Flanagan ve Dixon, 2013). Geniş kapsamlı yeteneklerden biri, muhakemedir. *Akııcı muhakeme* (Gf) olarak tanımlanır ve otomatik olarak gerçekleştirilmeyen, yeni problemleri anında planlı ve kontrollü bir biçimde çözümleyebilme yeteneğidir. Sonuç çıkarma, kavram bilgisi, sınıflandırma, yeni bir şey üretme, hipotezleri test etme, ilişkileri tanımlama, dolaylı anlatımları kavrama, problem çözme, tahmin etme, örüntüler arasındaki ilişkileri anlama, bilgiyi yeniden organize etme ve transfer etme gibi zihinsel işlemlerdir. Tümevarımsal ve tümdengelimli muhakeme becerileri, akıcı muhakemenin ayırıcı özelliği olarak düşünülmektedir (Flanagan ve Dixon, 2013; McGrew, 2005).

Tümevarımsal muhakeme (I), problem çözmek için önceden öğrenilen kurallardan ve gözlemlerden, yararlanarak bazı kavram, kural, eğilim, sınıf üyeliği gibi birtakım özellikleri keşfederek problem çözebilme yeteneğidir. *Genel sıralı tümdengelimli muhakeme* (RG) bir problemin çözümüne ulaşmak için bir veya birkaç adımda var olan bilgi ya da kurallardan yola çıkılarak problemin çözülmesidir. *Sayısal muhakeme* de matematiksel ilişki ve özellikleri içeren kavramlardan tümdengelim ya da tümevarım yoluyla problem çözme yeteneğidir (McGrew, 2005). *İşitsel muhakeme*, Gardner'ın 1993 yılında ilk versiyonunu yayınladığı İşitsel Muhakeme ve Anlama Testi'ne (*Test of Auditory Reasoning and Comprehension*) göre işitilen materyalin yorumlanması, sıralanması, anlaşılması ve bunlar arasında ilişki kurulmasıdır. Aynı testte işitsel muhakeme yedi alt alanda incelenmiştir: Genel bilgi, anlama (comprehension), benzerlikler, analogik tamamlama, aritmetik muhakeme, sözel anlamsızlıklar ve yönelimsel oryantasyon becerileri (akt., Erbay ve Ömeroğlu, 2013). İşitsel muhakeme, sözel bilgiye dayalıdır ve üst düzey dil becerilerini kapsamaktadır. Kavramlar arasında ilişki kurma ve mantıksal çıkarımlarda bulunma ile ilişkilidir. İlk alt alanı olan genel bilgi, Gardner (1993) tarafından çocukların evdeki ya da okuldaki gözlemleri, deneyimleri ve araştırmaları sonucu elde ettiği bilgiler olarak tanımlanmıştır (akt., Er ve Tepeli, 2013). İşitsel anlama ise, genellikle kısa bir öyküyü dinleme ve ondan sonuç çıkarmayı içermektedir. Bu beceriyi kazanabilmek için çocuğun kısa süreli bellek (KSB), dikkat ve üst düzey dil becerilerinin de iyi olması beklenmektedir. Benzerlikler Alt Testi'nde beklenen, nesnelere arasında ilişki kurulmasıdır (Ackerman, Beier ve Boyle, 2005; Goldstone ve Son, 2005). Bu beceri ile sözcük bilgisi, KSB ve dil gelişimi arasında anlamlı ilişki olduğu görülmüştür (Goldstone ve Son, 2005). Analogik tamamlama becerisi, nesnelere ve olaylar arasındaki mantıksal uygunluğu bulmayı gerektirmektedir. Bu nedenle üst düzey dil becerisinin yanı sıra daha önce öğrenilen bilgilerin sunulduğu koşula aktarılması gerekmektedir (akt., Chen ve Siegler, 2013). Aritmetik (matematiksel) muhakeme, problem çözme, örüntüyü tanıma, sınıflandırma ve örüntüdeki değişiklikleri fark etmeyi içermektedir (English, 2004). Sözel anlamsızlıkları ayırt etme becerisi birçok zeka testinde değerlendirilmeye devam etmektedir (örneğin Weschler zeka testleri, Stanford Binet). İşitilen bilginin, mantıksal muhakeme için ilişkili olup olmadığı çıkarımının yapılması beklenmektedir.

CHC Kuramı ve Çalışma Belleği İlişkisi

CHC kuramı, Baddeley ve Hitch'in Çok Bileşenli Çalışma Belleği (ÇB) kuramıyla ilişkilendirilmiştir. CHC taksonomisine göre ÇB yeni öğrenmeler ve karmaşık bilişsel görevleri gerçekleştirmek için gerekli yapıdır. ÇB'nin muhakeme gibi karmaşık bilişsel yapılarla olan güçlü ilişkisi bilgiyi aktif olarak sürdürmesinden ve gerektiğinde eşzamanlı aktif bir işlemlemeyi gerçekleştirmesinden kaynaklanmaktadır (McGrew, 2005). ÇB ve muhakeme arasında yüksek düzeyde korelasyonlar gözlenmiştir ($r=.80-.90$), yapılan faktör analizi çalışmalarında söz konusu bilişsel yapıların birbiriyle yakından ilişkili ancak ayrı yapılar olduğu bildirilmiştir (Kyllonen ve Christal, 1990). Bir başka çalışmada tipik gelişim gösteren çocuklarda muhakeme, ÇB ve işlemleme hızı arasındaki ilişkiler incelenmiş ve akıcı muhakemedeki artışın, varyansın neredeyse yarısının işlemleme hızı ve ÇB'deki gelişimsel değişikliklerden kaynaklandığı ve ÇB'deki iyileşmenin varyansın neredeyse dörtte üçünün işlemleme hızındaki gelişimsel değişikliklerden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Dahası işlemleme hızı, ÇB

ve muhakemedeki yaşla ilişkili farklar kontrol edildiğinde dahi işleme hızındaki bireysel farklılıkların ÇB kapasitesini doğrudan etkilediği ve bunun da akıcı zekadaki bireysel farklılıkların doğrudan belirleyicisi olduğu görülmüştür (Fry ve Hale, 1996). Çok Bileşenli Çalışma Belleği kuramcılarında Baddeley (2007) ÇB'yi, muhakeme kurma, dili anlama/yorumlama, öğrenme, planlama, problem çözme, zihinden işlem yapma gibi birçok üst düzey bilişsel fonksiyonun yerine getirilmesini sağlayan yapı olarak tanımlamıştır. Çok Bileşenli ÇB Modeli'nin dört bileşeninden biri dil ile ilişkilendirilen sözel öğelerin depolandığı ve/veya işlendiği sesbilgisel döngüdür (Baddeley, 2007; Henry, 2012).

Dil ve Çalışma Belleği

Çok Bileşenli ÇB Modelinde sesbilgisel döngünün dil edinimini kolaylaştırdığı iddia edilmiştir. Sesbilgisel döngünün çocuklarda anadil ediniminde, yetişkinlerde ise ikinci dil ediniminde önemli bir rol üstlendiği belirtilmiştir (Baddeley, 2003, 2007; Baddeley, Gathercole ve Papagno, 1998; Masoura ve Gathercole, 1999). Gathercole ve Baddeley (1989) tipik gelişim gösteren çocuklarda anlamsız sözcük tekrar etme görevi ile değerlendirilen sesbilgisel bellek becerilerinin onların sözcük dağarcıklarını yordadığını rapor etmişlerdir. Yaşları 3-10 arasında değişen çocuklarla yapılan pek çok çalışmada anlamsız sözcük tekrar etme ve sözcük dağarcığı arasında ilişki görülmüştür. Bu bulgu katılımcıların geniş sözcük dağarcığı becerilerinin onların anlamsız sözcükleri tekrar edebilmelerine yardımcı olabileceği şeklinde yorumlanmıştır (Baddeley, 2007). Hatta Papagno ve Vallar (1995); genel zeka, görsel mekânsal KSB ve öğrenme becerileri eşleştirilmiş bir dil bilen ve birden fazla dil bilen iki grupla çalışmıştır. Sonuç olarak, ilişkili İtalyanca sözcükleri öğrenme becerileri birbirine benzer bulunmuş, sözel KSB (sayı dizisi ve anlamsız sözcük tekrarlama) performanslarının birden fazla dil bilen grubun daha üst düzeyde performans gösterdiği belirtilmiştir. Buna karşın Brown ve Hulme (1996) ise iyi bir belleğin iyi bir sözcük dağarcığına yol açtığını iddia etmiştir (akt., Baddeley, 2007). Gathercole (1995) sözcük dağarcığı iyi olan çocukların anlamsız sözcükleri tekrar etmede daha başarılı olmalarını, uzun süreli sözcüksel bilgi ile anlamsız sözcük tekrar etme arasında karşılıklı gelişimsel bir ilişki olduğu şeklinde yorumlamıştır. Baddeley (2007) bu sonuçlardan yola çıkarak anlamsız sözcük tekrarlama katkıda bulunan iki etmenin olduğunu, bunlardan ilkinin mevcut dil becerilerinin, diğerinin ise sınırlı kapasitesi olan sesbilgisel deponun olduğunu iddia etmiştir. Dil becerilerinin iyi bir destek sağladığını, ancak yeni sözcük öğrenmenin sesbilgisel depoya bağlı olduğunu bildirmiştir.

Koklear İmplantlı Çocuklarda İşitsel Muhakeme, Çalışma Belleği ve Dil İlişkisi

Alanyazın incelendiğinde koklear implantlı çocukların dil ve muhakeme becerilerini değerlendiren çalışmaların sınırlı olduğu görülmüştür. Bir çalışmada okul çağı koklear implantlı grubun ($N=181$) yarısından fazlasının ifade uzunluğu, sözcüksel çeşitlilik ve öykü yapısı gibi dil değerlendirmeleri ile Wecshler Çocuklar için Zeka Ölçeği-III (Wecshler Intelligence Scale for Children [WISC]-III) Benzerlikler alt testi ile değerlendirilen sözel muhakeme becerileri işiten akranlarına benzer bulunmuştur. Sözdizimsel becerilerde ise örneklemin yarısından daha azının akranlarına benzer puanlar aldığı raporlanmıştır. Dil becerilerini yordayan değişkenlerin sözel olmayan zeka, kalabalık olmayan aileler ve sosyoekonomik durum ile cinsiyet (kız) olduğu belirtilmiştir. Başka bir deyişle sözel olmayan zekası yüksek, az sayıda aile üyesinden oluşan, sosyoekonomik düzeyi yüksek ailelerde büyüyen kız çocuklarının dil becerilerinin daha iyi olduğu bulunmuştur (Geers, Nicholas ve Sedey, 2003).

Geers ve Sedey (2011) koklear implantlı çocukları ilkokuldan liseye kadar takip ettikleri çalışmalarında, sözel muhakeme becerilerinin gelişme hızının beklenenin üzerinde olduğunu ve performans puanlarının yıllık oranının bir yaş düzeyinden fazla olduğunu raporlamışlardır. Dil ve muhakeme becerileri arasındaki korelasyonların ($r=.44-.72$) orta düzeyde olduğu belirtilmiştir. Ortaokuldaki dil becerilerini yordayan değişkenlere göre; sözel olmayan zekası yüksek, üst sosyoekonomik düzeye sahip, erken yaşta koklear implant olmuş, iç tekrarlama hızı yüksek olan çocukların dil sonuçlarının daha iyi olduğu, ilkokulda daha iyi dil becerilerine sahip çocukların ortaokulda daha iyi dil becerileri olduğu bulunmuştur.

Aslan (2016) çalışmasında, koklear implant kullanan okul çağındaki 90 çocuğun işitsel muhakeme performanslarını erken ya da geç dönemde koklear implant kullanmaya başlamaları açısından karşılaştırmıştır.

Çalışmanın sonuçlarına göre erken gruptaki çocukların işitsel muhakeme performansları geç gruptan daha iyi olmasına rağmen erken gruptaki çocukların zorlandıkları alt testler olduğu belirlenmiştir. Özellikle benzerlikler ve analogik muhakeme alt testlerinde her iki gruptaki çocukların da zorlandıkları gözlenmiştir. Ayrıca işitsel muhakeme performansı daha iyi olan çocukların, ifade edici dil becerileri ve sözcük bilgisi becerilerinin daha iyi olduğu gösterilmiştir.

Alanyazında koklear implantlı çocukların ÇB ile ilgili görevlerde tipik gelişen akranlarından daha düşük performans gösterdikleri bildirilmiştir (Akçakaya, 2015; Burkholder ve Pisoni, 2003; Carter, Dillon ve Pisoni, 2002; Cleary, Dillon ve Pisoni, 2002; Dillon, Pisoni, Cleary ve Carter, 2004; Lee, Yim ve Sim, 2012; Soleymani, Amidfar, Dadgar ve Jalaie, 2014; Watson, Titterington, Henry ve Toner, 2006). Araştırmalarda; sayı dizisi, ters sayı dizisi ve de anlamsız sözcük tekrar etme görevlerinde (KSB ve veya ÇB görevlerinde) koklear implantlı çocukların akranlarından daha düşük performans göstermeleri KSB kapasitelerinin daha kısıtlı olup, sözel bilgiyi kodlama, saklama ve geri çağırma süreçlerindeki sınırlılıklardan kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Burkholder ve Pisoni, 2003, 2006; Carter ve diğ., 2002; Pisoni ve Cleary, 2003; Soleymani ve diğ., 2014). Ek olarak sözel bilgiyi kodlama ve sürdürmede sesbilgisel ve dilsel stratejileri işiten akranlarına göre daha az etkin kullandıkları bildirilmiştir (AuBuchon, Pisoni ve Kronenberger, 2015). Bu süreçlerdeki kısıtlılıklar koklear implantlı çocukların sözcük tanıma puanları, sözcük dağarcığı, dili anlama ve konuşma üretimi gibi dil ve konuşma ile ilgili değerlendirme sonuçlarına da yansımıştır (Burkholder ve Pisoni, 2003, 2006; Carter ve diğ., 2002; Cleary ve diğ., 2002; Pisoni ve Cleary, 2003; Soleymani ve diğ., 2014). Öte yandan Akçakaya (2015), sözel olmayan zekası normal olan, %90 ve üzerinde konuşma algısına sahip olan erken yaşta koklear implant olan çocukların sayılar gibi aşına olan materyalleri eş zamanlı depolama ve işleme becerilerinin işiten akranlarına benzer olduğunu bildirmiştir. Bir diğer çalışmada, koklear implantlı çocukların cümle tekrar etme görevlerinde cümleleri daha uzun sürede tekrar ettikleri görülmüş ve hatırlama sırasında daha fazla duraklamalar gözlenmiştir. Bu durum düşük işleme hızı ve kodlamadaki sınırlılıklara bağlanmıştır (Burkholder ve Pisoni, 2003, 2006). Boylamsal bir çalışma ise başlangıçtaki KSB/ÇB becerilerinin daha sonraki dil ve konuşma becerilerini yordadığı sonucuna varmıştır (Harris ve diğ., 2011). Tüm çalışmalar bir arada düşünüldüğünde, dilin mi çalışma belleğini yoksa çalışma belleğinin mi dili yordadığı tam olarak net görünmemektedir. Açık olan durum ise dil ve ÇB/KSB arasında bir ilişkinin olduğudur.

Marshall ve diğerlerinin (2015) yapmış oldukları çalışmada, işitme kayıplı çocuklardaki daha düşük performansın doğrudan işitme kaybından ya da çocukların dil deneyimlerinin azalmasından kaynaklanıp kaynaklanmadığı araştırılmıştır. Bunun için anadili işaret dili olan işitme kayıplı ebeveynlerin çocukları (anadili işaret dili olan işitme kayıplı çocuklar) ($N=8$), işiten ebeveynleri olan işaret dili kullanan işitme kayıplı çocuklar ($N=19$) ve işiten 6-11 yaşlarındaki çocuklarla çalışılmıştır. İşiten ebeveynlere sahip işaret dili kullanan işitme kayıplı çocuklar diğer iki gruba göre sözel olmayan çalışma belleği görevlerinde daha düşük performans göstermiştir. Yani anadili işaret dili olan, işitme kayıplı çocuklar ve tipik işiten çocuklar daha iyi performans göstermiştir. Bu sonuç dil modalitesinin (konuşma dili ya da işaret dili) etkisinden bağımsız olarak doğumdan itibaren zengin dil deneyimlerinin sözel olmayan çalışma belleği için önemli bir role sahip olduğu şeklinde yorumlanmıştır. Ayrıca sözcük dağarcığının (yaş ve sözel olmayan muhakeme kontrol edildiğinde) sözel olmayan çalışma belleğini yordadığı bulunmuştur.

İşitme kayıplı grupla çalışan ve işitme kayıplı çocukların bilişsel süreçlerini değerlendiren psikologlardan Vernon (2005) ilk kez bu grubun oldukça heterojen olduğunu bildiren araştırmacıdır. Başka bir deyişle koklear implantın başarısını etkileyen pek çok etken bulunmaktadır ve bu etkenler her bir koklear implantlı bireyde farklılaşabilmektedir. Bunlar; dil edinim durumuna göre işitme kaybının başlangıç yaşı, erken tanı, erken işitme cihazı kullanma, işitme kaybıyla geçen süre, ek engelin varlığı, iletişim modu, evde iki dil kullanımı, sosyoekonomik-kültürel durum, ebeveynlerin işitme durumu, sözel olmayan zekanın iyi olması, kalabalık olmayan aileler, çocuğun dil öğrenme çevresi ve bilişsel işleme becerileridir (Blamey ve diğ., 2001; Geers, 2002; Hodges, Ash, Balkany, Schloffman ve Butts, 1999; Miyamoto ve diğ., 1994; Pisoni ve Cleary, 2003; Willstedt-Svensson, Löfqvist, Almqvist ve Sahlén, 2004). Başarıyı etkileyen birçok faktörün olduğu böylesi bir grupla

genellenebilir sonuçlara ulaşmanın zor olduğu aşikar görünmektedir. Bu sebeple araştırmamız mümkün olduğunca koklear implant olma yaşı, işitme kaybı başlama yaşı, sözel olmayan zeka, konuşma algısı, kullanılan iletişim biçimi (sözel iletişim), anne-baba işitme durumu (işiten ebeveynler) homojenleştirilen bir grupla çalışılmıştır. Söz gelimi karıştırıcı değişkenlerin etkisi fiziksel olarak kontrol edilmiştir.

Muhakeme, Çalışma Belleği ve Dilin Değerlendirilmesi

Muhakeme, ÇB ve dil ile ilgili çalışmalar incelendiğinde daha çok tipik gelişen çocuklarla yapılan çalışmalar karşımıza çıkmıştır. Bu çalışmalardan birinde Archibald (2013) tipik gelişen çocuklarda dil, ÇB, KSB, zeka ve sözel olmayan muhakeme arasındaki ilişkileri incelemiştir. Sonuç olarak beş-on yaşları arasındaki 374 tipik gelişen çocukla yapılan çalışmada görevin modalitesinden (işitsel ya da görsel) bağımsız ÇB, dil, sesbilgisel KSB ve akıcı muhakemenin çocukların genel sözel değerlendirmelerinin üzerinde etkili olabilecek ayrı bilişsel süreçler olduğunu bildirmiştir. Gelişimsel olarak dille ilgili zorluk yaşayan çocukların tanı ve müdahalelerinde bu durumun etkili olabileceği belirtilmiştir. Ancak sözü edilen çalışmada sözel (işitsel) muhakeme incelenmemiştir.

Bir diğer çalışma Finlandiya’da tipik gelişen okul öncesi çocuklarla ($N=160$) yapılmıştır. Faktör analizi sonuçları alıcı dil sözcük dağarcığı, işitsel muhakeme, anlamsız sözcük tekrar etme, KSB becerileri ve oral motor koordinasyon becerileri önemli derecede ilişkili bulunup sözel beceriler olarak tek faktör altında toplanmıştır (Holopainen, Ahonen, Tolvanen ve Lyytinen, 2000). Muhakeme sorularına yanıt vermenin sözel beceri gerektirmesinin bu sonuca neden olabileceği düşünülmektedir.

Archibald (2013) sözel becerilerin değerlendirilmesinde yönergeleri takip etme sesbilgisel bilgiyi hatırlama, sözel olarak sunulan sözcüklerdeki benzerlikleri tanımlama gibi görevlerle dilin değerlendirildiğini belirtmiştir. Türkiye’de kullanılan norm temelli Türkçe Erken Dil Gelişimi Testi’nde (TEDİL) söylenen cümlelerin tekrar edilmesine dayalı sözel KSB maddeleri yer almaktadır. Yine aynı testte muhakeme ile ilgili olarak “Can yeni uçağını göstermek için sınıfa getirdi. Sence Can sınıfa ne söylemiştir/anlatmıştır?” gibi muhakeme ile ilgili maddeler yer almaktadır (Topbaş ve Güven, 2013).

Alanyazın incelendiğinde koklear implantlı çocuklarda dil, işitsel (sözel) muhakeme ve sözel ÇB’nin birlikte ele alındığı bir çalışmaya rastlanılmamıştır. İşitme kayıplı çocuklarda muhakeme, ÇB ve dil ilişkilerinin belirlenmesi müdahale programları açısından önemli görünmektedir. Muhakeme ve ÇB değerlendirmelerinin dile dayalı olması gerçeğinden yola çıkılarak bu araştırmanın amacı mümkün olabildiğince homojenleştirilen koklear implantlı çocuklarda muhakeme, ÇB ve dil arasındaki ilişkileri incelemektir. Bu çalışmanın araştırma sorusu şöyledir: ÇB ve muhakeme arasındaki ilişkiye alıcı ve ifade edici dil aracılık eder mi?

Yöntem

Araştırma Hacettepe Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Ünitesi’nde yapılmıştır. Akçakaya (2015) ve Aslan’ın (2016) eş zamanlı çalışmaları ve onların çalışmalarında ortak olan koklear implantlı çocuklarla farklı araştırma soruları çalışmanın ortaya çıkmasına neden olmuştur. Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu, 16969557-1149 sayı ve GO 14/543-02 karar numarası ile 16969557-548 sayı ve GO 14/299-17 karar numarası etik kurul onayı sonrası çalışmaya başlanmıştır.

Araştırmanın Deseni

Bu araştırmanın amacı, değişkenler arası ilişkiyi tanımlama olduğu için araştırmanın deseni ilişki-korelasyonel desendir. Bu desende yapısal eşitlik modelleri, regresyon analizleri, aracılık analizi gibi analizler yapılmaktadır (Creswell, 2014).

Katılımcılar ve Dâhil Olma Ölçütleri

Bu araştırmanın katılımcıları 7;0-10;4 yaşları arasındaki 16’sı kız, 9’u erkek toplam 25 koklear implantlı çocuktur. Çalışmaya dahil olma ölçütleri şöyledir: (1) Üç yaşından önce koklear implant kullanmaya başlama (2)

Konuşma algısı puanlarının %90 ve üzerinde olması (3) Sözel olmayan zeka puanlarının 85 ve üzerinde olması (4) Evde tek dil kullanılması ve (5) İşitme kaybı dışında tanılanmış ek bir engelin olmamasıdır.

Yukarıdaki ölçütler kapsamında 40 koklear implantlı çocuk değerlendirmeye alınmış, 15 çocuk ölçütleri karşılamadığı gerekçesiyle çalışma dışı bırakılmıştır. Koklear implantlı çocukların hepsinin ebeveynleri normal işitmektedir. Koklear implantlı çocuklar kaynaştırma eğitimine devam etmekte ve iletişim modu sözel iletişim olup, sözel iletişim ile eğitim almaktadır. Ayrıca koklear implantlı çocukların hiçbirinde ileri derecede koklear anomali bulunmamaktadır. Serbest alan koklear implantlı işitme eşikleri ortalaması 250-6000 Hz arası 31 dB HL'dir.

Tablo 1

Kİ'li Çocukların Demografik, Odyolojik ve Eğitimsel Özellikleri

Kategorik Değişkenler	Koklear İmplantlı Çocuklar		
	N	%	
Cinsiyet			
Kız	16	64	
Erkek	9	36	
Okul öncesi Eğitim			
Evet	25	100	
Hayır	0	0	
Özel Eğitim			
Evet	23	92	
Hayır	2	8	
Sürekli Değişkenler	\bar{X}	SS	N
Yaş (ay)	102.3	12.9	25
İşitme kaybı tanı yaşı (ay)	8.6	6.8	25
İC başlama yaşı (ay)	10.4	6.5	25
Kİ yaşı (ay)	23.2	7.4	25
Kİ süresi (ay)	78.9	14.4	25
Okul öncesi eğitime başlama yaşı	4.3	1.1	25
Özel eğitime başlama yaşı (ay)	22.6	18.4	23

İC: İşitme cihazı Kİ: Koklear implant

Veri Toplama Araçları

Demografik Bilgi Formu. Koklear implantlı çocukların demografik, odyolojik ve eğitimsel özelliklerinin belirlenebilmesi için birinci araştırmacı tarafından bir form hazırlanmış ve Tablo 1'de yer alan ilgili değişkenler hakkında bilgi elde edilmiştir.

Glendonald İşitsel Tarama Prosedürü. Bu test konuşma algısının belirlenerek koklear implantlı çocukların çalışmaya dahil olup olmayacaklarının belirlenmesi için kullanılmıştır. Bu test İşitsel Konuşma Algısının Değerlendirilmesi Test Bataryasının (*EARS: Evaluation of Auditory Responses to Speech*) bir parçasıdır (Esser-Leyding ve Anderson, 2012). Bu testte iki örnek, 10 soru cümlesi bulunmaktadır. Çocuklardan söylenen cümleyi tekrar etmeleri istenmiştir. Liste birinci araştırmacı tarafından çocukla koklear implantlı kulak seviyesinin tam karşısında, oturur durumda, bir metre mesafeden canlı sesle, sadece işitsel olarak ses yalıtımlı odada uygulanmıştır. Çocukların yanıtı Sony marka ICD-TX50 modeli dijital ses kayıt cihazı ile kaydedilmekle birlikte bir forma ayrıca kayıt edilmiştir. Koklear implant sonrası beşinci yılda beklenen performans %90 ve üzerinde olduğu için çalışmaya bu ölçüt eklenmiştir.

Wechsler Çocuklar İçin Zekâ Ölçeği-Geliştirilmiş Formu (WÇZÖ-R). Sözel olmayan zekayı belirleme amacıyla bu testin performans alt testleri uygulanmıştır. Sözel olmayan zekanın ÇB puanlarını etkileyebileceği için 85 ve üzerinde puan alan çocuklar çalışmaya dahil edilmiştir. WÇZÖ-R Spearman Brown

değeri .96, yarıya bölme güvenilirliği .91'dir. Alt testler arası korelasyonlar 51-.86 arasında bulunmuştur (Savaşır ve Şahin, 1995). WÇZÖ-R uzman bir psikolog tarafından yapılmıştır.

Kısaltılmış Anlamsız Sözcük Tekrarlama Listesi (S-NWR). Sözel ÇB'yi değerlendirme amacıyla uygulanmıştır. Orjinali Akoğlu ve Acarlar (2014) tarafından dile benzemeyen bir yapıda, Türkçe'nin fonotaktik kuralları göz önünde bulundurularak oluşturulmuştur. Koklear implantlı çocuklarda uygulanmak üzere Akçakaya (2015), 36 anlamsız sözcükten oluşan bu listeyi kısaltmıştır. Kısaltma sürecinde anlamsız sözcükler profesyonel erkek bir spiker tarafından kayıt edilmiş, ardından kayıtların heceler arası ses düzeylerinin eşitlenmesi için normalizasyon işlemi uygulanmıştır. Ses kayıtları, normalizasyon işlemi takiben tipik gelişen çocuklara sunulmuş, en anlaşılır bulunan 1-4 heceli toplam 20 anlamsız sözcük seçilmiştir (Detaylar için bkz., Akçakaya, 2015). Sonuç olarak bu liste 4 sn aralıklarla Industrial Acoustic Company (IAC) standartlarındaki sessiz odada sunulmuştur. Çocukların cevapları, birinci araştırmacı tarafından kayıt çizelgesine işlenirken aynı zamanda Sony marka ICD-TX50 modeli dijital ses kayıt cihazı ile kayıt edilmiştir. Gözlemciler arası güvenilirlik için normal işiten bir uzman odyolog, farklı bir forma transkripsiyon çıkarmıştır. Gözlemciler arası güvenilirlik, %89.8 bulunmuştur. Bu çalışmada doğru üretilen sözcük sayısı ÇB puanı olarak kullanılmıştır.

Türkçe Erken Dil Gelişimi Testi (TEDİL). Koklear implantlı çocukların alıcı ve ifade edici dil becerilerini değerlendirme amacıyla uygulanmıştır. TEDİL, iki yaş ile yedi yaş on bir aylık çocukların dil gelişimlerini biçimbirim, anlambilgi ve sözdizimi açısından değerlendirmektedir. A ve B paralel iki formdan oluşan TEDİL'in Cronbach alfa değerleri .85-.92, test tekrar güvenilirliği .91-.98 arasında bulunmuştur. Ölçüt geçerliliği için Ankara Gelişim Tarama Envanteri ile .33-.58, Peabody Resim-Kelime Testi ile .73-.87 ve Türkçe Okul Çağı Dil Gelişim Testi (TODİL) ile .46-.88 arasında korelasyonlar görülmüştür. Yapı geçerliliği için tipik gelişen ve dil bozukluğu olan çocuklarda kanonik diskriminant fonksiyonu ile incelenmiş, Wilks Lambda değerleri .31-.54 arasında olup, fonksiyonun ayırma gücünün anlamlı olduğu raporlanmıştır (Güven ve Topbaş, 2014). Bu çalışmada TEDİL'in A formu kullanılmış olup, birinci ve ikinci araştırmacılar tarafından uygulanmıştır.

Selçuk İşitsel Muhakeme ve İşlem Becerileri Testi (SİMİBT). Koklear implantlı çocukların işitsel muhakeme becerilerini değerlendirme amacıyla kullanılmıştır. SİMİBT; benzerlikler, sözel anlamsızlıklar, analogik tamamlama, nedensel muhakeme, aritmetik muhakeme ve genel bilgi gibi altı alt testten oluşmaktadır. Gardner (1993) tarafından oluşturulan İşitsel Muhakeme ve İşleme Becerileri Testi'nin (Test of Auditory Reasoning and Processing Skills-TARPS) dilimize uyarlanmasıyla oluşturulmuş bir testtir (Erbay, 2009). İç tutarlılık için KR20 puanları .69-.87 arasında, test tekrar güvenilirliği .90-.98 arasında bulunmuştur. İçerik geçerliliği için dört uzman görüşü sınıf içi (intra-class) katsayısı .85 olarak raporlanmıştır. Yapı geçerliliği için faktör analizi yapılmış, maddeler altı faktörde toplanmış ve isimlendirilmiştir. Her bir maddenin varyans açıklama yüzdesi 6.65 ile 7.74 arasında değişmekte olup, toplam açıklanan varyans %43.1 bulunmuştur (Erbay, 2009). Bu test ikinci araştırmacı tarafından uygulanmıştır.

Verilerin Analizi

Çalışmanın temel amacı kapsamında ÇB, dil, muhakeme becerileri koklear implant süresi arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Bu çalışmada ÇB'nin muhakemeyi dil aracılığı ile yordayıp yordamadığı araştırılmıştır. Bu nedenle SPSS programında PROCESS aracı kullanılarak paralel aracılık analizi yapılmıştır. Paralel aracılık analizinde bir yordayıcı, bağımsız değişken (X), bir yordanan, bağımlı değişken (Y) iki aracı (mediator) değişken (M) bulunmaktadır. Bu analizde iki yol bulunmaktadır: (1) Aracı değişken (M) olmadan X'in Y'ye doğrudan etkisi, (2) X'den M1'ye giden yol ile M1'den Y'ye giden ve X'den M2'ye giden yol ile M2'den Y'ye giden, dolaylı yolun etkisidir (Hayes, 2013). Aracılık analizinde, aracı değişkenin bir işlevi olarak, iki değişken arasındaki nedensel ilişkinin değişimi ifade edilmektedir (Baron ve Kenny, 1986; Hayes, 2013). Aracılık Analizinin bazı varsayımları bulunmaktadır: (1) X, Y'yi manidar düzeyde yordamalıdır (c yolu) (2) X, M'yi yordamalıdır (a yolu), (3) M, Y'yi yordamalıdır (b yolu), (4) M kontrol edildiğinde X ve Y arasındaki ilişki daha küçük olmalıdır (Baron ve Kenny, 1986). Hayes (2013), eğer c'ye göre c' sifira daha yakın ise ve c' istatistiksel olarak manidar değilse X'in Y'yi yordamasında M'nin tam aracılık etkisi olduğunu bildirmektedir. Başka bir deyişle M, X'in Y üzerindeki

etkisini tam olarak açıklamaktadır. Bu durumun aksine eğer c' 'ye göre c' sifıra daha yakınsa fakat c' istatistiksel olarak sıfırdan farklı ise X 'in Y üzerindeki etkisinde M kısmi aracılık etmektedir. Ayrıca tam aracılık etkisinin küçük örneklerde daha kolaylıkla ortaya çıktığını, benzer bir çalışmanın büyük örneklerle gerçekleştirildiğinde kısmi aracılığın çıkabileceğini belirtmiştir. Ayrıca, tam aracılık etkisinde, X 'in Y 'yi yordamasında M aracı değişkenden başka açıklanacak değişkenin olmadığı anlamına gelmektedir.

Çalışmamızda sapması düzeltilmiş bootstrap güven aralığı (bias corrected bootstrapping confidence intervals) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde örneklemin normal dağılım göstermesi koşulu aranmamaktadır. Söz konusu yöntem uygulanarak dolaylı etkiler için güven aralıkları hesaplanmış ve sonuçlar üzerinde tahmini değişkenlerin kısmen ya da tümüyle aracılık etkisi olup olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca paralel aracılık analizinde bootstrap güven aralıkları sıfırı içermiyorsa, bu iki dolaylı etkinin birbirinden farklı olduğunu göstermektedir (Hayes, 2013).

Tablo 2

Kİ'li Çocukların Dil, Muhakeme ve Çalışma Belleği Betimsel İstatistikleri

Değişkenler	Ortalama (N=25)	SD
Çalışma Belleği	6.6	2.7
Muhakeme	21.7	8.8
Alıcı Dil	84.4	18.6
İfade Edici Dil	83.8	18.2

Bulgular

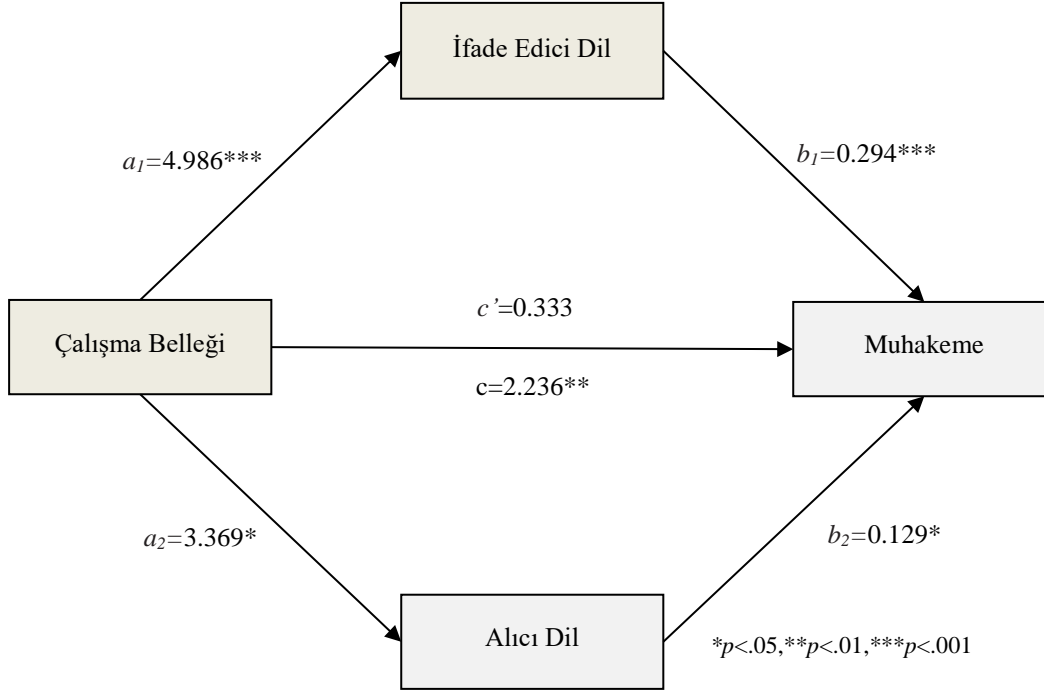
Koklear implantlı çocukların betimsel istatistikleri Tablo 2'de verilmiştir. ÇB'nin, muhakemeyi alıcı ve ifade edici dilin dolaylı etkisiyle yordadığı bulunmuştur. Şekil 1 ve Tablo 3'de görüldüğü gibi ÇB daha iyi olan koklear implantlı çocukların alıcı ($a_2=3.369$) ve ifade edici dil ($a_1=4.986$) becerileri daha iyi bulunmuş, alıcı ($b_2=0.129$) ve ifade edici dil ($b_1=0.294$) becerileri daha iyi olan koklear implantlı çocukların da muhakeme becerileri daha iyi bulunmuştur. Hayes'in (2013) önerdiği gibi sapması düzeltilmiş bootstrap güven aralığı dolaylı etkisi ($a_1b_1+a_2b_2=1.903$) 5000 bootstrap örnekleminde dayalı olarak tamamen sıfırın üzerinde bulunmuştur ($M_1=0.664-2.828$, $M_2=0.054-0.939$). ÇB'nin alıcı ve ifade edici dilin etkisinden bağımsız olarak muhakemeyi yordamasıyla ilgili kanıt rastlanamamıştır. Sonuç olarak alıcı ve ifade edici dil becerilerinin etkisi kontrol edildiğinde ÇB'nin muhakemeyi yordadığına dair kanıt elde edilememiştir. Başka bir deyişle muhakemenin nedeni ÇB'dir, ancak bu etkiyi alıcı ve ifade edici dil becerilerinin dolaylı etkisiyle gösterdiği bulunmuştur.

Tablo 3.

Paralel Aracılık Modelindeki Regresyon Katsayıları, Standart Hatalar ve Alıcı ve İfade Edici Dil Becerilerinin Aracılık Etkisi Model Özeti

Öncül	M ₁ (İfade Edici Dil)			M ₂ (Alıcı Dil)			Y (Muhakeme)		
		Coeff.	SE		Coeff.	SE	Coeff.	SE	
X (Çalışma Belleği)	a_1	4.986***	1.225	a_2	3.369*	1.570	c'	0.333	0.411
M ₁ (İfade Edici Dil)		-	-		-	-	b_1	0.294***	0.067
M ₂ (Alıcı Dil)		-	-		-	-	b_2	0.129*	0.058
Sabit Katsayı	i_{M1}	51.053***	9.264	i_{M2}	62.261***	12.591	i_Y	-16.014**	4.940
		$R^2=0.538$			$R^2=0.235$			$R^2=0.840$	
		$F(1,23)=16.560***$			$F(1,23)=4.607*$			$F(3,21)=28.853***$	

* $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$



Şekil 1. Alıcı ve ifade edici dil için paralel aracılık modeli.

Tartışma

Çalışmamızda iyi bir muhakeme yeteneğinin nedeninin çalışma belleği olduğu, ancak bunu alıcı ve ifade edici dil becerileri aracılığının etkisiyle gerçekleştirdiği bulunmuştur. Bu beklediğimiz bulgu, koklear implantlı çocukların anlamsız sözcük tekrar etme görevinde mevcut dilsel becerilerinden yararlanarak anlamsız sözcükleri tekrar ettiklerini göstermektedir. Alıcı dil becerilerini kullanarak anlamaları, ardından ifade edici dil becerilerini kullanarak işitsel muhakeme sorularını cevapladıkları düşünülmektedir. Önceki çalışmalar çalışma belleği ve muhakeme arasında yüksek ilişki olduğunu ($r=.80-.90$) raporlamışlardır (Kyllonen ve Christal, 1990; Süß, Oberauer, Wittmann, Wilhelm ve Schulze, 2002). Bu çalışma ise bu ilişkinin koklear implantlı çocuklarda dil becerileri aracılığıyla nedensel olabileceğini göstermektedir. Ayrıca tipik gelişen çocuklarda akıcı muhakemenin artışında çalışma belleği ve işleme hızındaki artışın etkili olduğu (Fry ve Hale, 1996) düşünüldüğünde çalışma belleği ve muhakeme arasındaki ilişkinin açık olduğu görülmektedir. Ancak dil becerilerinin bu ilişkideki yerinin tipik gelişen çocuklar için araştırılmasının önemli olduğu düşünülmektedir.

İşitme cihazı ve koklear implant kullanan çocukların analogik muhakeme becerilerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, işitme kayıplı çocukların tipik gelişen akranlarına göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde gecikmeleri olduğu saptanmıştır. Regresyon analizi sonrasında işitme kayıplı grupta yaş ve analogik muhakeme becerileri kontrol edildiğinde dil performanslarının önemli bir değişken olduğu ortaya konmuştur. Sonuç olarak işitme kayıplı çocuklarda sözcük dağarcığını ve üst-düzye dilbilgisel yapıların desteklemesi ile kavram öğrenimi arasında ilişki olabileceği; bunun da analogik muhakeme üzerinde dolaylı etkisi olabileceği vurgulanmıştır (Edwards, Figueras, Mellanby ve Langdon, 2010). Henner, Caldwell-Harris, Novogrodsky ve Hoffmeister (2016) işitme kayıplı çocuklarda, sözel dile bağımlı olarak yapılan analogik muhakeme yaklaşımının, işitsel yoksunlukla (dile bağlı yoksunluk da olacağı için) geçen zaman göz önünde bulundurularak yapılmasını önermektedirler. Araştırmacılar, çalışmalarında işitme kayıplı, işaret dili kullanan çocukların işaret dilini öğrenmeye başladıkları yaşla, dil temelli analogik muhakeme becerilerini değerlendirmişlerdir. Bu çalışmaya göre okul dönemindeki işitme

kayıplı çocuklar, işaret dili ile iletişim kurmaya daha erken başladıklarında hem sözdizimi yapılarında doğru ve hatalı kullanımları ayırt etmede, hem de analogik muhakeme becerilerinde, performanslarının okul çağında işaret dili öğrenmeye başlayanlara göre daha iyi olduğunu bildirmişlerdir. Benzer sonuçları Polonya’da işitme kaybı olan çocuklara işaret dili aracılığıyla, tipik gelişen akranlarına ise yazılı olarak sunulduğunda iki grup arasında analogik muhakeme performansı açısından bir fark olmadığı belirlenmiştir (Bandurski ve Galkowski, 2004). Bu bulgular da dilin muhakeme becerisindeki önemli etkisini içermesi açısından destekleyici kanıtlar sunmaktadır. Ayrıca bu çalışmanın sonuçları çalışma belleğinin “muhakeme kurma, dili anlama/yorumlama, öğrenme, planlama, problem çözme, zihinden işlem yapma gibi birçok üst düzey bilişsel fonksiyonun yerine getirilmesini sağlayan yapı” şeklindeki tanımlamayı desteklemektedir (Baddeley, 2007; Rose ve Craik, 2012). Diğer yandan çift taraflı koklear implant uygulamaları ile her iki kulağın erken dönemde işitsel uyarana ulaşması ile işitsel algı ve dil becerilerinde olumlu yönde gelişmeler izlenmektedir. Jacobs ve diğerleri (2016) eş zamanlı olarak her iki kulaklarında koklear implant kullanmaya başlayan çocukların sözel muhakeme becerilerini değerlendirmişlerdir. Onların sonuçlarına göre gürültüde konuşmayı ayırt etme, işitsel KSB aralığında artış olduğu gözlenen çocukların sözel bilgiye dayalı karmaşık bilişsel becerilerinde de gelişmeler gözlenmiştir. Sözel muhakeme becerileri de tüm bu sonuçlar doğrultusunda olumlu yönde etkilenmiştir.

Bu çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Birincisi, bu çalışma, sadece koklear implantlı çocuklarda sözel çalışma belleği, muhakeme ve dil becerileri arasındaki ilişkileri incelemeyi amaçladığı için tipik gelişen çocuklardaki dil, muhakeme ve ÇB ilişkileri incelenmemiştir. Aslında büyük resmi görmek için benzer bir çalışmanın tipik gelişen çocuklarla karşılaştırmalı olarak incelenmesinin daha iyi olabileceği düşünülmektedir. İkincisi, bu çalışmada tam aracılık elde edilmiştir. Tam aracılık daha önce de belirtildiği gibi sözel çalışma belleğinin muhakemeyi yordamasında alıcı ve ifade edici dil becerilerinden başka açıklanacak değişkenin olmadığı anlamına gelmektedir. Ancak Hayes (2013) küçük örneklerde tam aracılık elde edilebileceğini bu sonucun da dikkatli yorumlanması gerektiğini bildirmiştir. Bu nedenle benzer bir çalışmanın daha büyük örnekte incelenmesi gerektiği düşünülmektedir. Ayrıca işitme kayıplı çocukların muhakeme becerilerinin değerlendirilmesinde farklı iletişim yöntemlerinin ya da farklı uygulama koşullarının (yazılı, işaret dili destekli) karşılaştırılması da performansları hakkında bilgi verebilir. Sonuç olarak bu çalışma Türkçe konuşan koklear implant kullanıcıları okul çağı çocuklarının dil, çalışma belleği ve muhakeme becerileri arasındaki ilişkiyi inceleyen ilk çalışma olması açısından önem taşımaktadır. Çalışmanın sonuçları temel alınarak, koklear implantlı çocukların eğitim programlarında sözel çalışma belleği ve alıcı ve ifade edici dil becerilerini geliştirmeye yönelik etkinliklerin yer alması, koklear implantlı çocukların muhakeme becerilerini de geliştirebileceği düşünülmektedir.