



Effect of Design Thinking-Based Robotic Activities on the Planning Skill ¹

ARTICLE TYPE	Received Date	Accepted Date	Published Date
Research Article	12.24.2021	10.13.2022	12.01.2022

Elif Güven Demir  ²
Düzce University

İrfan Gümüş  ³
Ministry of National Education

Abstract

This research analyzes the effect of design thinking-based robotic activities on the planning skills of elementary school students and student experiences regarding the process. 28 fourth-grade students participated in the study. The quantitative dimension of the study, which was modeled using an explanatory sequential mixed method design, was conducted by a one-group pretest-posttest quasi-experimental design while the qualitative dimension was carried out the using phenomenological model. The planning skills of the students were examined by the 4-Disc Tower of London Test. The qualitative data were obtained using a semi-structured interview method. Data were analyzed using One-Way Repeated Measures ANOVA and content analysis. Results show that design thinking-based robotic activities significantly increase the time students spend on planning, their planning skills, and the number of problems solved during three attempts. The number of problems solved at the first attempt did not show any significant increase. There was no significant difference in the gender variable in any one of the planning skill-related measurements. Results show that the students' perceptions of robotic activities changed, and awareness increased due to the involvement of coding, and although they found the mechanics dimension of the activities challenging, they had more fun than they had expected.

Keywords: Design-based thinking, educational robotics activities, executive functions, planning

Citation: Güven Demir, E., & Gümüş, İ. (2022). Effect of design thinking-based robotic activities on the planning skill. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences*, Volume(Issue), 916-978. <https://doi.org/10.30964/auebfd.1042755>

¹This research was produced from 118B267, "My Primary-School Robot Adventure" project supported by TUBITAK within the scope of the Nature Education and Science Schools program.

²*Corresponding Author:* Assist. Prof. Dr. Education Faculty, Primary School Department, E-mail: elifguvendemir@duzce.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-6685-5341>


³Teacher, Samsun Provincial Directorate of National Education, E-mail: mahmud.irfan@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8757-8726>



Tasarım Odaklı Düşünmeye Dayalı Robotik Etkinliklerin Planlama Becerisine Etkisi¹

MAKALE TÜRÜ	Başvuru Tarihi	Kabul Tarihi	Yayın Tarihi
Araştırma Makalesi	24.12.2021	13.10.2022	01.12.2022

Elif Güven Demir ²
Düzce Üniversitesi

İrfan Gümüş ³
Milli Eğitim Bakanlığı

Öz

Bu çalışmada tasarım odaklı düşünmeye dayalı robotik etkinliklerin ilkökul öğrencilerinin planlama becerilerine olan etkisi ve süreçle ilişkin öğrenci deneyimleri incelenmiştir. Araştırma 28 ilkökul 4. sınıf öğrencisinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Açıklayıcı ardışık karma desende modellenen araştırmanın nicel boyutu, ön test son test tek gruplu yarı deneysel modelde, nitel boyutu ise fenomenolojik desende yürütülmüştür. Öğrencilerin planlama becerileri Londra Kulesi Testi 4 diskli dijital versiyonu kullanılarak ölçülmüştür. Nitel veriler ise yarı yapılandırılmış görüşme yöntemi ile saptanmıştır. Araştırma verilerinin analizinde tekrarlı ölçümler için tek yönlü ANOVA ve içerik analizi tercih edilmiştir. Araştırma sonuçları tasarım odaklı düşünmeye dayalı robotik etkinliklerin öğrencilerin planlamaya ayırdıkları zaman, planlama becerisi ve üç deneme içinde çözülen sorun sayılarını anlamlı bir şekilde artırdığını göstermektedir. İlk denemede çözülen sorun sayısında ise anlamlı bir etki saptanamamıştır. Planlama becerisine ilişkin tüm ölçümlerde de cinsiyet değişkenine ilişkin anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bulgular, öğrencilerin robotik etkinliklere ilişkin algılarının değişim gösterdiğini, kodlamaya bağlı olarak robotik farkındalıklarının arttığını; etkinliklerin mekanik boyutunu zorlayıcı, sürecin genelini ise sandıklarından daha eğlenceli bulduklarını göstermektedir.

Anahtar sözcükler: Tasarım odaklı düşünme, eğitsel robotik etkinlikler, yönetsel fonksiyonlar, planlama

¹Bu araştırma TÜBİTAK tarafından Doğa Eğitimi ve Bilim Okulları programı kapsamında desteklenen 118B267 nolu "İlk-Okul Robot Maceram" projesinden üretilmiştir

²Sorumlu Yazar: Dr. Öğr. Üyesi, Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü, E-posta: elifguvendemir@duzce.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-6685-5341>

³Öğretmen, Samsun İl Milli Eğitim Müdürlüğü, E-mail: mahmud.irfan@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8757-8726>

Effect of Design Thinking-Based Robotic Activities on the Planning Skill

Educational robotic activities present themselves as one of the important tools that may contribute to the process of building skills for becoming successful in the 21st century (Khanlari, 2013). Early education in robotic coding, especially in elementary school, is a fun way to introduce information and communication technologies; besides, it contributes to the development of children's logical and linguistic skills, always focusing on pedagogical rather than technological issues (Scaradozzi et al., 2015). Robotic activities encourage the students to cope with the difficulties they encounter in problem-solving by way of designing, building, and programming processes and thus bring their creative and designer aspects in the learning environment into the forefront (Lathifah et al., 2019). Robotics design activities with open-ended questions and problem-solving situations based on real-life events provide active learning environments enabling the students to create their unique meanings based on the constructivist approach, whereby the creativity and curiosity of the students are stimulated (Amo et al., 2021). Educational robotic activities ensure that the children are engaged in computer sciences at an early age by encouraging the use of skills that require coding, e.g., programming, on one hand, and non-coding skills such as creativity and abstraction on the other (Anwar et al., 2019).

Educational robotic activities and robotics competitions are the most popular activities lately and they stimulate the critical thinking and problem-solving skills of the students (Menekse et al., 2017). Robotics competitions stimulate the students' intrinsic motivations for innovation and creativity, and at the same, these settings provide an ideal venue that nourishes children's lifelong learning skills through curiosity, observation, and interactive activities (Anwar et al., 2019). As educational robotic activities, on the one hand, require planning, sequential thinking, logical reasoning, and hypothesis generation, and the planned action, on the other hand, allows immediate feedback and hypothesis-testing; they enable the students to make self-evaluation and reasoning for their performance and potential mistakes, and at the same time to update their decisions and re-plan their future steps (Bargagna et al., 2019; La Paglia et al., 2018). From this aspect, educational robotic activities could be characterized as a learning process that empowers and reinforces executive function skills.

Executive function skills express a series of necessary and complicated cognitive control skills that stand out due to their day-to-day functionality (Marzocchi et al., 2020). Das and Misra (2014) suggest that there are various definitions for executive function skills, and yet the components of these definitions are all similar: planning, decision-making, reasoning, and self-perception skills. Executive function skills start to develop during the first years of life while significant developmental changes correspond to childhood and adolescence (Best & Miller, 2010). It is stated that these changes can be observed in problem-related tasks requiring planning, inhibition, and flexible thinking (Knapp & Morton, 2017).

Planning skill refers to the system that is responsible for three main components of executive function skills, i.e., controlling and organization of behaviors, selection and generation of strategies, and monitoring of performance (Das & Misra, 2014). Planning is explained as a higher-order component placed at the center of executive function skills (Will et al., 2014). Similarly, Tunstall (1999) also states that the prominent skill in executive function-related definitions and processes is the planning skill. Some researchers define planning together with the problem-solving skill and interpret it as a mental representation and a part of the problem-solving process (Hayes-Roth & Hayes-Roth, 1979; Juric et al., 2013; Zelazo et al., 1997). With a similar perspective, Lezak et al. (2004) define planning skill as the capacity of defining and organizing a set of stages to attain a goal. Shallice and Burgess (1991) addressed the planning skill in the executive attention model as a metacognitive function including such components as noticing, defining a problem, goal-oriented planning, execution of the plan, monitoring of the results, and the use of feedback to make changes. Tunstall (1999), who developed the Four Disc Version of the Tower of London Test (TLT4) method which was used for measuring the planning skill within the scope of this study, addressed planning as pre-planning which takes place before the action and simultaneous planning which takes place during the action.

What makes executive function skills outstanding and subject to the present study in case of planning skill is that executive function skills were associated with the diagnosis and prevention of learning disorders (Friedman et al., 2014; Holm et al., 2018; Toll et al., 2011) and neurodevelopmental disorders (Crisci et al., 2021; Otterman et al., 2019). Executive function skills, which are accompanied by higher-order thinking processes like planning and problem-solving that require staying goal-oriented, resistance to anti-stimuli and distractions, and making an effort to achieve positive, rather than short-term and immediate, results (Marzocchi et al., 2020) may have an impact on the individual's performance in learning processes. At this point, it is considered that the aforementioned skills have an aspect that accompanies the execution of robotic activities and allows for strengthening the same throughout and after the process. It is pointed out that to efficiently implement the planning skill, an individual needs to notice the changes resulting from the existing conditions, objectively examine his/her environment as well as his/her interaction with that environment, recognize the alternatives and their weights, make choices, analyze sequential and hierarchical ideas making up a conceptual structure that will lead the implementation of a plan, have good impulse control, and maintain memory and attention (Lezak et al., 2004). Executive function skills in case of the planning skill subject to the present study may be regarded as a facilitating tool of learning processes and at the same the desired output thereof.

When it comes to the development of executive function skills, five main approaches have come to the forefront recently: game- and curriculum-based approach, technology-based approach, physical activity-based approach, strategy-based approach, and causal mechanism-based approach (Marzocchi et al., 2020). It is pointed out that the intervention programs to be formulated must include cognitive,

affective, and motivational dimensions of executive function skills (Marzocchi et al., 2020). Hence, within the scope of the study, it is considered that educational robotic activities should be examined concerning the development of planning skills since they involve approaches standing out in executive function-related training.

Robotic programming activities require the prediction of each action, each step and its consequences, the selection of appropriate commands, and the constant repetition of such steps in the process of attaining the goal (Di Lieto et al., 2017). These thinking processes that continue in a cognitive cycle have the potential to strengthen planning, inhibition, and working memory skills (Di Lieto et al., 2017).

Among the studies in which the effect of coding and educational robotic activities on cognitive skills is examined, one can observe that the effect on the following variables is predominantly analyzed: visual-spatial skills, mental rotation, visual memory (Brainin et al., 2022); verbal comprehension, visual perception, working memory (D'Amico & Guastella, 2019); sustained attention, visual and temporal perception, self-regulation (Encarnação et al., 2014); problem-solving (Çalışkan, 2020; Gratani et al., 2021); reflective problem-solving (Budak et al., 2021; Kalelioğlu, 2015); sequencing skill (Kazakoff et al., 2013); computational thinking and creativity (Noh and Lee, 2020); story writing and visual-spatial skill (Peretti et al., 2020) In this regard, the focus is mostly on studying the effect of educational robotic activities on cognitive skills recently; on the contrary, the effect thereof on executive function skills, which is among cognitive skills, has been analyzed in a limited number of studies.

In the studies where the effect of educational robotic activities on visual-spatial memory and inhibition skills in early childhood (Di Lieto et al., 2017) as well as on inhibition skills of children with special needs (Di Lieto et al., 2020) is examined, it was observed that comments were made on the impact on planning skill, but the effect on planning skill was not specifically analyzed. Furthermore, as these studies enrolled small-age children, robotic activities in the physical learning environment, rather than robotic activities in the virtual environment, were carried out.

The study by Arfé et al., (2020) in which the effects of structured coding and STEM (non-coding) activities on the students' executive function skills in the virtual learning environment are compared, yielded different results depending on the tests used. In this study, a significant change in inhibition skill (planning time) was observed in the group in which STEM activities were applied while the group in which coding activities were applied did not show any significant change. It can be pointed out that the effect of coding activities on executive skills remains to be investigated. Indeed, Arfé et al. (2020) state that their study, which was conducted with the participation of first-grade students, would have a more significant effect on the executive function skills of the students if carried out in older-age groups in a way to include less structured creative problem-solving activities. Unlike the aforementioned studies, robotic coding activities were carried out in virtual and physical learning environments simultaneously in the present study. Different from digital and social

games, physical robotic activities provide the students with concrete feedback concerning rule perception and inhibition of impulsive attempts (Di Lieto et al., 2017). This, in turn, potentially contributes to the students' direct observation of the consequences of their attempts and the planning of new attempts.

Similar to the present study, the results of the study by La Paglia et al. (2018), conducted with the participation of fifth-grade students, showed a desirable change in planning skills and the number of attempts of the educational robotics activities group due to the intervention program. In a study by Araújo and Azoni (2020), in which the effect of educational robotic activities on executive function skills of 15 and 16-year-old students, a significant effect on the planning skill was observed. In the aforementioned studies, however, the explanation as to how the students experienced the process creating such change; the findings related to the variables of planning time, the number of problems solved at the first attempt, and the number of problems solved at three attempts, which give important clues about the planning time; and the framework of pedagogical understanding within which educational robotic activities are conducted, is lacking.

In that vein, the object of the present study is to extend and deepen the results of the studies conducted by Araújo and Azoni (2020), Arfé et al., (2020); Di Lieto et al., (2017), Di Lieto et al., (2020) and La Paglia et al., (2018). While doing so, it was aimed to provide an experimental example of the use of a specific pedagogical approach in the implementation of educational robotic activities as well as detailed data as to student experiences.

It has been set forth that structuring the training aiming at developing executive function skills with the game- and curriculum-based perspective involving the simultaneous use of new technologies and different disciplines should incite the cognitive and affective aspects of executive function skills extending to daily life (Marzocchi et al., 2020). Design thinking is defined as an analytic and creative process that engages a person in opportunities to experiment, create and prototype models, gather feedback, and redesign (Razzouk & Shute, 2012). It has been suggested that design thinking should be regarded as the main thinking model in school activities and that the main focus should be designing and ideation (idea-generation) processes rather than focusing on teaching the existing reality and principles (Li et al., 2019). It is believed that a design-oriented robotic process involving art, music, and cultural elements within the scope of the study will direct the students toward using planning skills beyond the stages of coding and algorithm writing. The study by Marzocchi et al. (2020), where intervention programs for executive function skills were analyzed, revealed that the most positive results were obtained in training where training activities forced the students to go beyond the virtual environment and play games. From this point of view, this study aims to examine the effect of design thinking-based robotic activities on planning skills and to illuminate the questions from previous research on planning skills using the data including student experiences.

Amo et al. (2021) have observed that studies on the use of educational robotics covered the methods of problem-solving-based learning, exploration-based learning, competency-based learning, cooperative learning, experience-based learning, and simulation-based learning; among which learning by practicing/experience was the most common followed by project-based learning. The present study, different from the literature, applies design thinking-based robotic activities and measures the effect thereof. There is a need for alternative approaches involving the participation of students in robotic activities by covering computer sciences perspective, i.e., robot programming and designing, within the process in a balanced manner since educational robotic activities are often associated with STEM subjects and the existing studies are confined to an area in which different robotic kits are used (Jung & Won, 2018; Kay, 2003). It has been expressed that not only robotics technologies but the curriculum, teaching, theory, method, and approaches should also be addressed in educational robotics studies with an understanding of shifting from technology towards educational robotics; and that research that reveals how the students learn and envisage changes in their interaction with technology should be conducted (Alimisis, 2012; Jung & Won, 2018; Kay, 2003).

The present study differs from the existing studies in that the process is not confined to technical subjects like coding, but a specific pedagogical approach that integrates design thinking into robotic learning processes and engages executive function skills in the process is employed. It is aimed to present an example of adopting an understanding, in the teaching of educational robotic activities, that activates and at the same time nourishes higher-order thinking skills sensitive to the interests and expectations of the students which are expected to be used in the learning process. Accordingly, the model formulated by Meltzer (2014), which envisages bringing executive function skills to the classroom environment, is interpreted together with the design thinking model developed by Doorley et al. (2018) under the guidance of the Stanford University Center for Design Research, and thus an effort was made to present a pedagogical approach suitable to the objectives of the study. As Meltzer (2014) states, a classroom environment engaging executive function skills involves goal setting, flexible thinking, organizing, prioritizing, memorizing and the self-monitoring processes. Doorley et al. (2018), on the other hand, points out that design thinking is made up of the following stages: empathy, defining, ideation, prototype building, and testing. Design thinking is considered an efficient teaching strategy that develops the 21st-century skills of elementary school students and offers a learning experience based on interaction and cooperation (Van Gompel, 2019). It has been expressed that executive function skills, which enable us to play with thoughts, flexibly adjust to changing conditions, and maintain our focus by resisting distractions, have critical importance for many desired skills and success in the 21st century (Diamond, 2013). Accordingly, it can be stated that an approach that engages executive function skills and puts forward design thinking is needed when it comes to reflecting educational robotic activities in the classroom environment in a way to employ 21st-century skills, going beyond technical skills. In this respect, the

conceptual framework offered by Doorley et al. (2018) and Meltzer (2014) was adapted to our study, the details being interpreted as presented in the sections below. It is thus aimed to introduce a pedagogical approach that covers educational robotic activities more comprehensively, i.e., such that cognitive skills will be encompassed, and to test its model implementation under experimental conditions.

Educational robotic activities often engage computational thinking in a way that requires the use of six dimensions thereof, i.e., decomposition, abstraction, algorithm design, debugging, iteration, and generalization. Learning computational thinking, especially problem-solving, depends on the ability to handle the problem and determine its components and possible solutions, which may be developed through collaboration, and collaboration, by its nature, is gender-driven (Ardito et al., 2020). Studies have revealed that gender variable plays an important role in participating and showing an interest in robotic activities (Gomoll et al., 2016; Witherspoon et al., 2016). Studies show that the confidence of girls when it comes to robotic activities is relatively less than that of boys (Küçük & Şişman, 2020; Nourbakhsh et al., 2004).

In a study by Ardito et al. (2020) in which student experiences of robotic activities were investigated, it was specified that boys mainly focused on the operational aspect of robotic activities, i.e., coding, and building, while the girls experienced the activities through group dynamics. In another study investigating the use of educational robotics (Angeli & Valanides, 2020), it was shown that boys benefited more from the individualistic, kinesthetic, spatially oriented, and manipulative-based activities while girls benefited more from the collaboration-based activities. This makes us think that students' experience, interest, and expectations may be affected by the gender variable, and thus the efficiency of the activities might be increased by taking this variable into account. From this viewpoint, the students' experiences in design-oriented robotic activities were addressed in terms of the gender variable.

Ardito et al. (2020) point out that stereotypes have an important role in girls' and boys' showing interest and participating in robotic activities. As a striking finding that proves the effect of stereotypes on the robotic process, in the study by Sullivan and Bers (2016), the students said that the robotic kits and other materials used in the activities did not have 'girly' colors but they more looked like cars and the activities did not appeal to girls. In the study by Gomoll et al. (2016), the students' participation and motivation were stated to be higher in learning environments where the students can reflect their interests, personalize their robots, and which allows autonomy. In this context and within the scope of the study, a design thinking-based process was established, and thus the students were enabled, after programming stages, to design the physical appearance of the robots as well as their environment by way of music, art, and culture, and to personalize their products. Studies show that human-centered robotic activities which emphasize the social aspect of science and technology are a factor that enhances the girls' participation in the process (Gomoll et al., 2016). At this point, it was aimed to prevent the limitation of the students' vision due to a prejudice

that robots look like cars and to broaden their points of view by emphasizing different areas of use of robots by incorporating daily life problems and activities intended for facilitating the lives of disabled persons into project activities. It has been pointed out that the employed teaching strategies directly affect the confidence, attitude, participation, and utilization ratios of girls and boys when it comes to robotic activities (Angeli & Valanides, 2020; Ardito et al., 2020; Nourbakhsh et al., 2004). The study by Nourbakhsh et al. (2004) found that a learning environment including teamwork and collaboration has a positive effect on the attitude and confidence of girls and boys in robotic activities. Furthermore, design thinking-based STEAM activities were detected to have an impact on the confidence, participation, and carrier planning levels of girls in relation to STEAM activities (Kijima et al., 2021).

It was thus aimed to create a design thinking-based robotic training process in which girls and boys will participate and benefit at the highest level possible, considering the fact that the gender variable was shown in the literature to affect the efficiency of robotic activities. As a result, the goal is to include other data in the literature on gender-related inhibiting and facilitating factors. The knowledge as to under what conditions and with what experiences an intervention program are carried out is as important as the efficiency of it is thought to be to the benefit of new practices and possible problems. First, one needs to hear the voices of children in order to clarify learning processes related to robotics technologies and find the meaning behind their learning and failures (Jung & Won, 2018). As for the dependent variable, planning skill, of the study, Marzocchi et al. (2020) express that the studies to be conducted on executive function skills need to be specifically addressed as to what works for whom and under what conditions. Therefore, within the scope of the research, quantitative and qualitative study methods were used together and an in-depth analysis of the experience of female and male students on design thinking-based robotic activities was aimed. According to this, the questions to be responded to within the scope of the study are as follows.

- Is there a significant difference between the planning time pretest-posttest scores of girls and boys?
- Is there a significant difference between pretest-posttest measurements of girls and boys as to the number of problems solved at the first attempt?
- Is there a significant difference between pretest-posttest measurements of girls and boys as to the number of problems solved at three attempts?
- Is there a significant difference between the planning skill pretest-posttest scores of girls and boys?
- How do the girls and boys evaluate their experiences with educational robotic activities?

Method

This section covers the information on the research model, study group, data collection tools, application-data collection process, and data analysis.

Research Model

This study was modeled in a mixed design wherein quantitative and qualitative research methods are used together. Among mixed design types, the explanatory sequential design was preferred to detect how the students experienced the process creating the effect of design thinking-based robotic activities on planning skills. This pattern, in which quantitative data was collected and analyzed at the first stage and qualitative data was collected depending on the quantitative data during the second stage, is recommended in cases when the characteristics of the sample in the quantitative dimension are taken into account for the selection of the sample to be included in the qualitative dimension of the research (Creswell & Plano Clark, 2011; Creswell et al., 2003).

The quantitative dimension of the study was modeled in a one-group pretest-posttest quasi-experimental design. The qualitative dimension, on the other hand, was designed using the phenomenological model. In phenomenological research, the focus is on the perceptions, perspectives, and experiences of the participants with the phenomenon as well as how they describe their experiences (Tekindal & Uğuz Arsu, 2020). Hence, the robotics experiences of the students participating in design-oriented robotic activities were analyzed using the phenomenological model.

Study Group

The research study group was selected from among 30 students studying in schools located in Samsun province and participating in the “Primary School Robot Adventure” project subsidized by TUBITAK [Scientific and Technological Research Council of Turkey], for the academic year 2017-2018. Thirty (30) students were selected by lot from the province-wide 90 applications to the announcement of the project. Due to the partial absence of 2 students for participation in the activities, the experimental group of the research consisted of 28 elementary school fourth-grade students, 14 girls and 14 boys, aged 9-10 years (9.3 ± 0.6). The reason why elementary school fourth-grade students were selected for the study is the statements in literature specifying that executive function-related inhibition skill starts to develop between 6 and 8 years of age, but it can only be completed at the age of 10 (Passler et al., 1985). Thus, the students aged 9-10, who are expected to complete their executive function-related developmental maturity, were enrolled in the study in an attempt to limit the effect of developmental stages on the intervention program.

For the selection of the students included in the qualitative dimension of the study, purposeful sampling was the preferred method, and after the analysis of the quantitative data, voluntary students with low, medium, and high-level changes in post-implementation planning skills were included in the sample. Consequently,

qualitative data was collected for the study with a total of 18 students (female:9; male:9), 6 from each level.

Ethical Committee Approval

This research was conducted with the permission of Ondokuz Mayıs University Social and Human Sciences Board, dated 27.12.2017 and numbered 2017/ 272-322

Data Collection Tools

Within the scope of the research, the Four Disc Version of the Tower of London Test was used to measure students' planning skills, and a semi-structured interview form was used to determine their experiences with educational robotic activities.

Four Disc Version of the Tower of London Test (TLT₄)

The Tower of London Test, the original version of which comprises 4 discs, was developed by Shallice (1982) to measure the planning skill during the studies regarding the so-called Executive Attention Systems brain functions. Taking the color-blindness variable into consideration, Tunstall (1999) developed the TLT₄ by changing the number and colors of the discs as well as the difficulty level of the problems.

The TLT₄, which contains 10 items of problem situations with increasing difficulty, is scored as follows: the number of problems solved at the first attempt, the number of problems solved at three attempts, the total score, and planning time (Tunstall,1999). The number of problems solved at the first attempt, at three attempts, and the total score measure the planning skill while planning time measures the executive function skills (Tunstall, 1999).

Planning time is calculated by averaging the time spent for each problem until touching the first disc. Planning time score measures, for the pre-planning process, patterning abilities such as conceptualization (coding the problem), construction (generating possible solutions), and inhibition skills (inhibiting inappropriate responses) (Tunstall, 1999).

The number of problems solved at the first attempt score measures the accuracy of the first plans while the number of problems solved at three attempts score measures the skills of using feedback, monitoring actions, modifying incorrect plans, and adjusting plans (Tunstall,1999).

The total score is calculated by scoring the problems solved at the first attempt as 3, the problems solved at the second attempt as 2, the problems solved at the third attempt as 1, and the unsolved problems as 0 (Tunstall, 1999). The total score, which ranges from 0 to 30, measures the planning skill (Tunstall, 1999).

During the validity and reliability studies carried out by Tunstall (1999) while developing the LKT₄, the split-half reliability was determined as .60 and the test-retest reliability as .71. In the version by Tunstall (1999), the TLT₄ with color beads was

employed by Güven Demir and Öksüz (2021) after transferring to the digital environment. The digital version of the TLT4 developed by Güven Demir and Öksüz (2021) based on the replacement of blue, black, yellow, and white beads based on certain rules and which does not comprise a cultural component was applied to the Turkish sample, thereby conducting item analysis and reliability studies. As in the first study, this study also collected data in child and adult samples, and in the former sample group, the mean difficulty level of LKT₄ was found to be .58, the discrimination level .33, the Cronbach Alpha value .60, and the split-half reliability value .62 (Güven Demir & Öksüz, 2021). According to the results of the item analysis within the scope of the study, the average item difficulty level was found to be .70, the average item discrimination level .31, and the internal consistency coefficient .76

Semi-Structured Interview Form

To determine the experiences of the students with educational robotic activities, a semi-structured interview form was prepared within the scope of the study. The conceptual framework of the study by Nourbakhsh et al. (2004) was taken as a reference for determining the students' experiences with robotic activities. In this context, semi-structured interview questions intended for taking student opinions on the activities of the study were planned in a way to comprise the dimensions of Coding, Mechanics, Teamwork, Problem-solving, Robotic view, and Self-Evaluation on Science and Technology. For the content validity of the interview form, the conceptual framework employed in the study of Nourbaksh et al. (2004) and the questions prepared in line with said framework were presented to the opinion of two experts specialized in science education and robotic activity. After getting the experts' opinions stating that the questions in the interview form fulfilled the targeted dimensions, the semi-structured interview form was finalized by pre-application of the questions with 2 female and 2 male students. Moreover, method triangulation was applied as working with small-age groups and post-process interviewing could result in possible data loss, and to prevent such loss and increase reliability. Consequently, student responses in the forum where daily questions were asked were utilized to determine and confirm the consistency of the data obtained from the interview method.

Implementation and Data Collection Process

Under the title of the implementation process, the implementation process of the educational robotic activities carried out within the scope of the research is explained. Under the data collection process title, explanations about how data collection tools were used during the research data collection are given.

Implementation Process

The study was conducted with the participation of 28 students studying in schools located in Samsun province and participating in the "Primary School Robot Adventure" project subsidized by TUBITAK, for the academic year 2017-2018. Within the scope of implementations which lasted for 39 course hours, the students

were trained for algorithm development and coding using the IDEA visual programming software, and for a robotic design using the O-bot robot kit. Among the tools used for the implementation of physical and virtual robotic applications within the framework of the study, the O-bot robot kit was opted for due to its ease of use for small-age groups; and the IDEA software was preferred since it is free of charge and allows for running the codes in a virtual environment via a simulation program without any need for physical material. With the interpretation, in line with the objectives of the present study, of models envisaging the use of robotics training, design thinking and executive function skills, the effects of which are investigated, the conceptual framework containing the following stages was planned. The approach of design thinking-based robotic activities, which was established within the scope of the present study based on the approaches of Doorley et al. (2018) and Meltzer (2014), consists of the stages of exploring, defining the problem, ideation, organizing, prototyping, and testing. Detailed information as to the stages and implementation process is provided below.

Exploring: As Doorley et al. (2018) state, the first stage of design thinking is to observe the behavior of those experiencing the target situation, interact with them, and empathize with them in an attempt to live the same experience as them. At this stage, as to the problem situation, the students are expected to recognize the difficulties, needs and expectations of others and their own during their daily lives. Within the scope of the research and in relation to this stage, some activities included web search, gathering information from the social environment, group discussion, and creative drama studies. For example, in a robotic design task intended for facilitating the daily lives of visually impaired people, a creative drama activity was performed so that students can recognize the needs of visually impaired people and empathize with them. Another activity was the janissary (mehter) band/music activity, in which the students were asked to make web research about the garments of historical janissary band members and their occupations. Similarly, the students were encouraged to make a web search at the ideation stage of the robotic project, which illustrated the architect and practitioner of the Turkish War of Independence Atatürk's journey to Samsun and his meetings in various cities of Türkiye. Thus, it is aimed to turn the ideation process into an exploration process of research, questioning, and empathy, prior to the stages of designing and robotic coding.

Problem Defining: At the stage of problem defining, an in-depth understanding of the target group and their needs is expected to be developed (Doorley et al., 2018). This stage also includes the stage of goal setting, which was employed in the model suggested by Meltzer (2014). The students having experienced an efficient goal-setting stage recognize the sub-goals of their goals, concretize the stages towards the target, review their time and sources, and get the opportunity to specify their points of view within the big picture (Meltzer, 2014). At this stage, the students were asked to interpret the information they obtained via research-questioning, brainstorming, group discussion, and creative drama techniques and to define their starting points for the project they were to prepare, within the scope of the study.

Ideation: At this stage, which is associated with the flexible thinking stage of Meltzer (2014) within the scope of this study, the students were asked to form a wide range of solutions concerning the problem situation the lines of which were defined during the previous stage (Doorley et al., 2018). The main point here is to stimulate the strengths of group members in a way to boost the innovative potential of their solution offers, within a fluent and flexible understanding (Doorley et al., 2018). Flexible thinking allows for different perspectives, adapting to and switching between unexpected situations, and integrating different representations into their solutions (Meltzer, 2014). At this stage, the students were asked to determine, together with their group friends, the solution offers, starting points, and justifications of the problem situation they are given, and to share them with their teachers.

Organizing: The students having clarified the solution offers are asked to plan the solution processes and stages as well as to prioritize the stages and sub-goals. Systemizing and sequencing the information enables students to use the available resources, materials, and time in an efficient and target-oriented manner (Mertz, 2014). At this stage, they are asked to share the flowchart indicating the stages of their work with their teachers. Within the framework of said planning, students were also expected to determine the sensors and actuators they will use in the robotic design process.

Prototyping: This stage was structured interpreting Mertz's (2014) memorizing and Doorley et al.'s (2018) prototyping stages together. The prototyping process allows the students to analyze and locate different possibilities (Doorley et al., 2018). At this stage, students are expected to keep the principal points in their minds while at the same time dealing with the details (Mertz, 2014). The students were asked to formulate the coding algorithm they will use on paper. The aim of the algorithm design process, starting on paper, is to increase the interaction between group members and develop the prototype of solution offers. After the completion of the algorithms formulated as a draft on paper after the approval of group members, implementation using IDEA visual programming software was started. The students were requested to run, test, and find the potential errors of their algorithm via the IdeaSim Robot Simulator. This stage involves, as envisaged by Mertz's (2014) model, frequent access to short-term memory.

Testing: This stage requires the students to transfer the programs they prepared on IDEA software to O-bots and test them. After the O-bot stage, they were asked to proceed with the stage of creating their robots and auxiliary materials (floor, decoration, etc.). Testing is the stage at which the students get feedback and observe the present situation concretely. What is expected from the students by adapting the self-monitoring stage of Mertz (2014) to the testing stage of Doorley et al. (2018) is to ensure that the students review their performances and direct their efforts differently whenever needed. The self-monitoring approach involves the students' evaluation of their strategies and performances by way of engaging metacognitive skills, throughout the learning process (Mertz, 2014). The scope of the testing stage

was expanded within the scope of the present study, incorporating the dimension of sharing with others. Accordingly, after each activity, the groups were allowed to present their projects to their peers and teachers. Hence, it was targeted, in addition to getting feedback, to enable the students to recognize different perspectives and expand their visions of creativity. On the other hand, it was aimed to allow them to address their self-monitoring behaviors from a broader perspective.

Within the scope of the study, a forum was created, and the students were asked questions daily to direct the interaction and communication among students on robotics-related issues through planned themes and to collect process-related data. This study, which aimed to enable the students to make evaluations of the day and ensure their readiness for the subject, took 5 days. The students' posts and messages were archived within the scope of the study.

Data Collection Process

Before the implementation, the digital version of LKT₄ was applied as a pre-test, and then the design thinking-based robotic training, which lasted 39 course hours, was initiated. Student responses to the questions asked in the forum throughout the process were archived as secondary qualitative data within the scope of the study. Once the activities were completed, the TLT₄ posttest was applied and then proceeding with data analysis. After the quantitative data analysis, the students with whom semi-structured interviews were to be conducted were determined and semi-structured interviews were performed with voice records taken.

Data Analysis

The equivalence of female and male students participating in the study in terms of pretest scores was tested with a t-test for independent groups. A one-way ANOVA test was used for repeated measurements to compare the changes in the students' PT, FP, TP, and PS scores before and after the experimental application (if any) together with the gender variable. Shapiro-Wilks and Kolmogorov Smirnov tests were used for the assumption of normality, which is one of the assumptions of the parametric tests, and it was found that only the distribution of FP scores in male and female groups was significant ($p < .05$). At this point, skewness-kurtosis values were checked, and it was specified that the skewness-kurtosis values of the FP pretest and posttest data were between the values +1 and -1. As Büyükoztürk, Çokluk, and Köklü (2010) state, the skewness and kurtosis values within the limits of +1 can be interpreted as the lack of excessive data deviation as compared to normal values. Once the Shapiro-Wilks and Kolmogorov Smirnov tests as well as the skewness and kurtosis values were analyzed, it was concluded that the data showed a normal distribution within the group. As the Mauchly Sphericity Test assumption of the ANOVA test was neglected for repeated measurements, the Greenhouse-Geiser correction was conducted. The assumption of the equality of variance-covariance matrices was tested using the Box's M test. The analysis results showed that the covariance matrices of PT, FP, TP, and PS scores were equal. Within the scope of the study, for the measurement of independent

variables' impact on dependent ones, the P value with a 0.05 margin of error and 95% confidence level as well as the eta-squared (η^2), a measure of effect size, was used.

The conceptual framework of the study by Nourbakhsh et al. (2004) was taken as a reference for qualitative data analysis of the study, adopting a deductive content analysis approach. Accordingly, student opinions were examined on the themes of Coding, Mechanics, Teamwork, Problem-solving, Robotic view, and Self-Evaluation in Science and Technology. The configured codes and themes were examined by two researchers and the level of inter-coder consistency was calculated. To that end, the formula of $\Delta = C \div (C + \partial) \times 100$ (wherein Δ : reliability coefficient, C: the number of subjects/terms agreed upon, ∂ : the number of subjects/terms not agreed upon) conceptualized as the inter-coder agreement in Miles and Huberman model was employed (Baltacı, 2017). According to this, the inter-coder agreement was found to be 98%.

Data triangulation was utilized to increase the validity and reliability of qualitative data and for the analysis of interview questions, the students' daily messages and posts on the topics shared on the forum created for the research were made use of.

Findings

Within the scope of the research, findings related to the effect of design thinking-based robotic activities on students' planning skills and educational robotic activity experiences were obtained.

Findings Related to Planning Skill Data

The descriptive statistics results of the participants' pre-test and post-test scores are presented in Table 1.

Table 1

Descriptive statistics results of the participants' pretest-posttest scores

Dependent Variables	Groups	N	Pretest		Posttest	
			X	SD	X	SD
Planning time (PT)	Girls	14	66.9	13.7	81.3	36.2
	Boys	14	68.5	17.7	86	42.3
	Total	28	67.7	15.6	83.6	38.7
The number of problems solved at the first attempt (FP)	Girls	14	0.35	0.4	0.21	0.4
	Boys	14	0.78	0.8	0.42	0.7
	Total	28	.57	.69	.32	.61
The number of problems solved at three attempts (TP)	Girls	14	6.7	1.4	7.2	1.1
	Boys	14	5.9	1.8	7.2	1.4
	Total	28	6.3	1.6	7.2	1.3
Planning Skill (PS)	Girls	14	19.4	3.5	21.4	2.7
	Boys	14	16.7	5	20.9	4
	Total	28	18	4.4	21.1	3.3

As shown in Table 1, there is an increase in average scores of girls and boys in planning time, the number of problems solved at three attempts, and the planning skill. However, there is a decrease between the pretest and posttest averages in terms of the number of problems solved at the first attempt. The detailed findings as to the above changes are included in the following sections. The analysis results regarding the change in the planning time scores of the students are given in Table 2.

Table 2

ANOVA results for repeated measurements of planning time

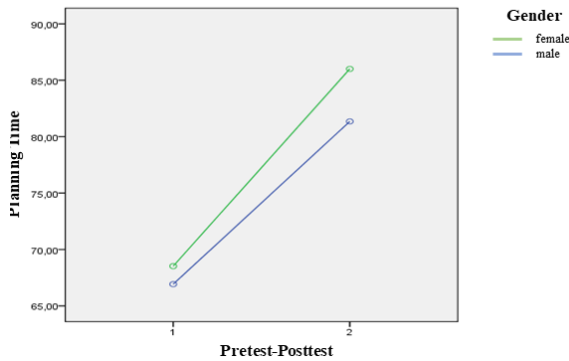
Source of Variation	Sum of Squares	Degrees of Freedom	Mean Square	F	p	η^2_p
Intergroup						
Group (F/M)	136.920	1	136.920	.118	.734	.005
Error	30083.728	26	1157.066			
Intragroup						
Measurement (Pretest-Posttest)	3561.065	1	3561.065	5.455	.027*	.173
Group*Measurement	32.657	1	32.657	.050	.825	.002
Error	16972.223	26	652.778			

*p< 0.05

As shown in Table 2, the group effect was not statistically significant as a result of the variance analysis performed on the planning time mean scores of female and male students ($F(1-26)=.118$; $p>.05$). Accordingly, it can be suggested that there is no significant difference between the mean planning time of girls and boys, without making any distinction between pretest and posttest measurements of the students. Moreover, as Seen in Figure 1, there is a statistically significant difference between planning time-related pretest-posttest averages of the students, without making any distinction between the groups ($F(1-26)=5.455$, $p<.05$, $\eta^2_p=.173$). According to this, without making any distinction between genders, 17% of the variation in PT mean scores of the students may result from the experimental procedure. When gender and PT pretest-posttest measurements (group*measurement) were analyzed together, the common effect was concluded not to be significant ($F(1-26)=.050$, $p>.05$).

Figure 1

PT score change of female and male students



The analysis results regarding the change in the number of problems solved in the students' first attempt are given in Table 3.

Table 3

ANOVA results for repeated measurements of the number of problems solved at the first attempt

Source of Variation	Sum of Squares	Degrees of Freedom	Mean Square	F	p	η_p^2
Intergroup						
Group (F/M)	.723	1	.723	2.525	.124	.089
Error	7.446	26	0.286			
Intragroup						
Measurement (Pretest-Posttest)	.875	1	.875	3.519	.072	.119
Group*Measurement	.161	1	.161	.646	.429	.024
Error	6.464	26	.249			

*p < 0.05

As shown in Table 3, the group effect was not statistically significant as a result of the variance analysis performed on the FP mean scores of female and male students ($F(1-26)=2.525$; $p>.05$). Accordingly, it can be suggested that there is no significant difference between mean FP scores of girls and boys, without making any distinction between pretest and posttest measurements of the students. Furthermore, there was no statistically significant difference between FP score-related pretest-posttest averages of the students, without making any distinction between the groups ($F(1-26)=3.519$, $p>.05$). When gender and pretest-posttest measurements (group*measurement) were analyzed together, the common effect was concluded not to be significant ($F(1-$

26)=.646, $p > .05$). The analysis results regarding the change in the number of problems solved at the three attempts of the students are given in Table 4.

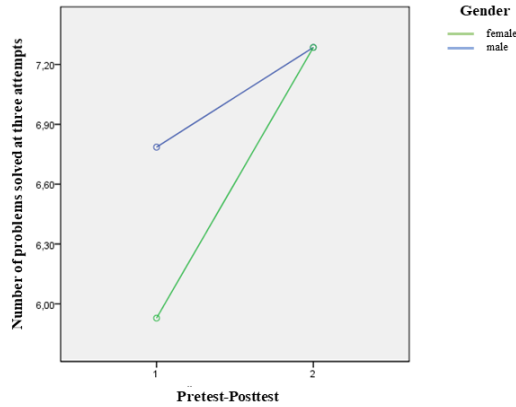
Table 4

ANOVA results for repeated measurements of number of problems solved at three attempts

Source of Variation	Sum of Squares	Degrees of Freedom	Mean Square	F	p	η_p^2
Intergroup						
Group (F/M)	2.571	1	2.571	.884	.356	.033
Error	75.643	26	2.909			
Intragroup						
Measurement (Pretest-Posttest)	12.071	1	12.071	7.589	.011*	.226
Group*Measurement	2.571	1	2.571	1.617	.215	.059
Error	41.357	26	1.591			

* $p < 0.05$

As shown in Table 4, the group effect was not statistically significant as a result of the variance analysis performed on the TP mean scores of female and male students ($F(1-26)=.884$; $p > .05$). Accordingly, it can be suggested that there is no significant difference between the mean TP of girls and boys, without making any distinction between pretest and posttest measurements of the students. Moreover, as Seen in Figure 2, there is a statistically significant difference between the TP score-related pretest-posttest averages of the students, without making any distinction between the groups. ($F(1-26)=7.589$, $p < .05$, $\eta_p^2=.226$). According to this, without making any distinction between genders, 22% of the variation in TP mean scores of the students may result from the experimental procedure. Also, when gender and pretest-posttest measurements (group*measurement) were analyzed together, the common effect was concluded not to be significant ($F(1-26)=1.617$, $p > .05$).

Figure 2*TP score change of female and male students*

The analysis results regarding the change in the planning skill scores of the students are given in Table 5.

Table 5*ANOVA results for repeated measurements of planning skill*

Source of Variation	Sum of Squares	Degrees of Freedom	Mean Square	F	p	η_p^2
Intergroup						
Group (F/M)	18.080	1	18.080	1.856	.185	.067
Error	253.232	26	9.740			
Intragroup						
Measurement (Pretest-Posttest)	135.161	1	135.161	12.110	.002*	.318
Group*Measurement	17.161	1	17.161	1.538	.226	0.56
Error	290.179	26	11.161			

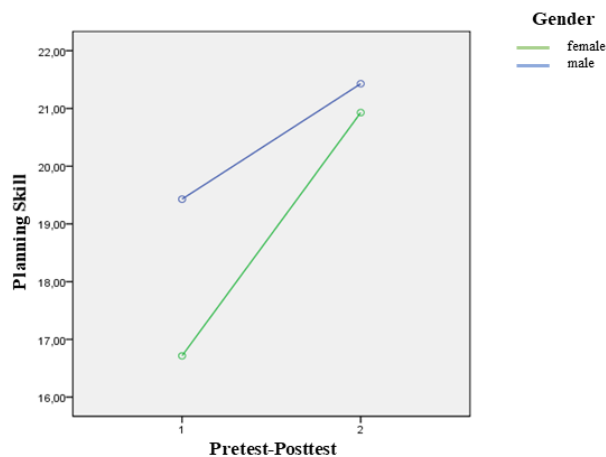
*p < 0.05

As shown in Table 5, the group effect was not statistically significant as a result of the variance analysis performed on the PS mean scores of female and male students ($F(1-26)=1107.2$; $p<.05$). Accordingly, it can be suggested that there is no significant difference between the mean PS of girls and boys, without making any distinction between pretest and posttest measurements of the students. Moreover, as Seen in Figure 3, there is a statistically significant difference between the PS score-related pretest-posttest averages of the students, without making any distinction between the groups. ($F(1-26)=12.110$, $p<.05$, $\eta_p^2=.318$). According to this, without making any

distinction between genders, 31% of the variation in PS mean scores of the students may result from the experimental procedure. Also, when gender and pretest-posttest measurements (group*measurement) were analyzed together, the common effect was concluded not to be significant ($F(1-26)=1.538, p>.05$).

Figure 3

PS score change of female and male students



Findings Obtained from Semi-Structured Interview

The opinions of the students participating in the study on design thinking-based robotic activities were analyzed in line with the themes comprising process components. Accordingly, student opinions were examined within the context of themes of “coding, mechanics, teamwork, problem-solving, robotic view, and self-evaluation on science and technology” covered by the conceptual framework of Nourbakhsh et al. (2004). As in quantitative data, there was no difference in the data obtained from interview questions pointing to the gender variable and shaping the themes obtained from qualitative data. Therefore, no gender distinction was made in the presentation of themes obtained from interview questions, and an evaluation of the opinions of all the students participating in the study was conducted. Under each theme, however, the opinions of female and male students were quoted in an attempt to present robotic activity-related opinions of the students shaped under the same theme in spite of the gender differences.

Coding Theme-Related Findings

This theme includes the students' experiences with the coding process they conducted in the IDEA software and tested in the IDEA simulation program

throughout the study. Accordingly, the students associated the coding process with the categories of Necessity of Coding, Competencies in Coding and Algorithm Writing. The categories and codes accessed under the coding theme within the scope of the research are presented in Table 6.

Table 6

Categories and codes related to coding theme

Categories	Codes	f
Necessity of coding	Controlling the robot	10
	Communicating with the robot	8
Algorithm Writing	Incorrect commands change the result	7
	Each step within coding is important	6
	A movement has many stages	5
Competencies in Coding	Coding is not very difficult	14
	Learning detailed thinking	7

Study results show an increase in students' awareness of the necessity of coding in the experimental application process in terms of the coding theme. The students indicated that they had thought that robots have mechanisms that can make autonomous decisions and that they realized the importance of the coding process that defines the movements of the robots by way of the activities. Apart from that, they considered coding as a process that enables communication with robots and by which they determine the moves defining the robots' movements. It was observed that, under the coding theme, some of the student opinions gathered in the category of algorithm writing. In this category, the students expressed their opinion that there are many stages presenting a movement within the process of algorithm writing; each stage is equally important; and incorrect commands change the result. Student opinions under the coding theme indicate that design thinking-based robotic activities increase coding-related competencies. It was observed that they associated such thoughts with the codes of 'Coding is not very difficult' and 'Learning detailed thinking'. Student responses in relation to findings are directly quoted as follows.

“I thought robots were very smart and they would do what we wanted; I didn't think we were to program them. I supposed they would get what we say, but it turns out that we must perform coding” (S10: Male).

“I can now communicate with the robot through coding; for example, move one square to the right, turn 360 degrees.” (S17: Male)

“I experienced when you make a mistake in the algorithm, all the other correct algorithms may be affected.” (S15: Male)

“Algorithm writing is what I liked most, when my robot did not move, I realized I skipped some of the steps.” (S1: Female)

“I had no idea about coding, and it is easier than I thought, we can do anything via coding.” (S9: Female)

“Coding is easier than I expected, only you must think slowly and in a detailed way, and it is important not to skip some parts.”(S4: Female)

Mechanics Theme Related Findings

This theme covers the student opinions on sensors and actuators, which are mechanic components of the O-bot, throughout the activities. Accordingly, in terms of the mechanical dimension of robotic activities, the students presented their opinions on the functions of the components making up the robot and having some knowledge of robots. The categories and codes accessed under the mechanics theme within the scope of the research are presented in Table 7.

Table 7

Categories and codes related to mechanics theme

Categories	Codes	f
Knowledge of robots	Perception of robots	12
	Sensors	8
	Actuators	6
Each component has an individual function	The hardest part	15
	Proper installation	9
	Using the right mechanism	6

The codes and categories about mechanics theme represent: the students' perception of robots has changed, their awareness of the sensors and actuators of the robots has increased, and they think that the selection of the component with the right function as well as proper installation thereof is necessary. The findings show that the robotic perception of the students has changed due to their experiences with the mechanical aspect of the robots and their awareness of mechanical parts and their functions has increased. Moreover, according to the students' opinion, it was the mechanics dimension that the students had the most difficulty throughout the activity. In this regard, student responses obtained from student opinions are directly quoted as follows.

I have learned that robots have the ability to see. There are more parts of the robots than I have seen in the movies. You have to know the names and functions of the sensors. You have to insert them in the right place, this is both important and very difficult (S3: Female)

It was difficult to join the cables and learn where they belong. Sometimes I got confused and the robot did not do as I command. For example, I did not know the location of the Sim card on the robot before the class (S12: Male)

“Connecting the mechanisms, in fact finding the right mechanism, was quite hard. It was also difficult to decide what to choose, line tracking or light sensor. You have to think well and make a thorough decision.” (S18: Male)

Teamwork Theme-Related Findings

This theme includes the student opinions on group work applied in the activities. In this respect, it was found that the students experienced group work through cooperation, fun learning, and socialization as well as the tasks they assumed in the group. The categories and codes accessed under the teamwork theme within the scope of the research are presented in Table 8.

Table 8

Categories and codes related to teamwork theme

Categories	Codes	f
Cooperation	Recognition of bad codes	4
	Asking about what is not understood	3
	Supporting	2
Fun learning	Far from boring	10
	Different opinions	8
Socialization	New friendships	9
	Harmony	1
Group task	Coding	6
	Mechanics	5
	Artistic design	3
	Problem-solver	3
	Spokesman	1

The student opinions on teamwork are associated with the categories of cooperation, fun learning, socialization, and group task. Students stated that the activity was beneficial in terms of the realization of bad codes, asking about what is not understood by other students, and obtaining social support in this sense, particularly within the coding stage of the group work conducted during design thinking-based activities. Apart from that, it was expressed that teamwork made learning fun; however, when it comes to the design dimension, different opinions were sometimes facilitating and sometimes difficult. In addition, they stated that they made new friends through group work and during the processes in which they shared their projects. When asked about their overall role in group work, task sharing in different components of the project was stated to be as follows: coding, mechanic tasks, designing, solution development, and presentation of the project; and the students associated themselves with specific tasks. In this regard, student responses obtained from student opinions are directly quoted as follows.

“Working on one's own would have been boring and difficult; working cooperatively is more fun.” (S5: Female)

“Asking questions about the robot and sending/receiving messages via the forum was nice, it was a social environment. Asking questions to our friends and helping each other was nice.” (S8: Female)

“Chatting with my friends on robots, even in the school bus, is very nice. There are numerous ideas.... Sometimes it is not easy to do what everyone wants.” (S13: Male)

“... In some projects, we had to cooperate with another student, for example, we had to be in harmony when taking the rabbit robot to its burrow.” (S11: Male)

“As I am good at drawing, decorating, and clothing the robot was generally my task, and of course, my friends helped me.” (S6: Female)

Problem-solving Theme Related Findings

This theme covers the student opinions on problem-solving processes they experienced during the project tasks they are given within the scope of the study. The categories and codes accessed under the problem-solving theme within the scope of the research are presented in Table 9.

Table 9

Problem-solving theme related findings

Categories	Codes	<i>f</i>
Research	Detailed thinking	7
	Web search	5
	Puzzle	3
	Imagination	7
	There is more than one answer	7
Creativity	Realizing how they would feel	5
	Drama	3
Empathy	Drama	3
	Discussion	2

The student opinions on the theme of problem-solving were determined to be associated with the categories of research, creativity, and empathy. Thus, the students point to the fact that the opportunity to web search on problem situations regarding their project tasks was quite beneficial, ensuring the ability to detailed thinking and learning. Likening the problem-solving process to a puzzle, the students stated that robotic design required imagination and different points of view to lead to better work. Some students expressed that drama activities made it easier for them to understand individuals with different needs, and thus they could find various solutions. In this

regard, student responses obtained from student opinions are directly quoted as follows.

“Sometimes, I have to use my imagination for problem-solving. I realized that imagination is important.” (S14: Male)

“Sometimes, a problem is like a puzzle. You have to think piece by piece.” (S16: Male)

“It was easier to come up with an idea when I understood what visually impaired people went through.” (S7: Female)

“Web search gave us new ideas.” (S2: Female)

“The problems may have different solutions; I do not think that there is only one answer.” (S1: Female)

Robotic View Theme-Related Findings

This theme includes student opinions on changing perspectives on robots throughout the whole process, from coding to design. The categories and codes accessed under the robotic view theme within the scope of the research are presented in Table 10.

Table 10

Robotic view theme related findings

Categories	Codes	<i>f</i>
Robotic image	Fun process	14
	Robotic control	10
	Creativity	7
	Sensors and actuators	6
	Change of robotic perception	18
Robot awareness	Level of knowledge	18
	Recognizing the robots in their surrounding	9

The student opinions on robotic view were associated with the categories of robotic image and robot awareness. Accordingly, it was observed that the pre-study robotic image of students was a single type, generally in the form of a car, due to the movies they watched while their perceptions of robots and their capabilities changed post-study. The students indicated a change of opinions since they did not realize robotic aspects other than car races, i.e., the aspect of them playing bowling, dancing, and being used in the representation of cultural and historical elements. Further, they gave examples of a functioning robotic process behind many technological instruments they come across during their daily lives, associating them with the activities. In addition to these, opinions indicating that they had specific awareness of the elements of the robots were shared, with their level of knowledge on the subject

being developed. In this regard, student responses obtained from student opinions are directly quoted as follows.

“It was fun to upload the code I wrote into the robot and see it move as I command. I started to like robots even more.” (S10: Male)

“It was the first time I saw a real, moving robot. Robots are lovelier than I see in movies, they do not look like boring car robots or fighting transformers.” (S3: Female)

“I had so much fun when it was us who moved the robots. It was nice to experience robot-making closely. Robots are not normally so smart, but when we upload, they work.” (S13: Male)

Coding the robots and making them dance was fun, I did not expect it to be fun, but thanks to this project I realized it. It was so much fun to make the robot play bowling; the janissary band activity was very surprising. (S8: Female)

“I realized that we were able to make the same caterpillar train as in the malls. Actually, it was a robot too.” (S2: Female)

“Before I thought the robots only worked, but now I know that they can also play games.” (S6: Female)

“Making robots is exciting, so I was excited. I liked the janissary band and caterpillar train most. Robots can do anything; you just need to code them as you want.” (S17: Male)

Findings Related to the Theme of Self-Evaluation in Science and Technology

This theme covers student opinions on science and technology through their experiences during the activities. The categories and codes accessed under the self-evaluation on science and technology theme within the scope of the research are presented in Table 11.

Table 11

Categories and codes of self-evaluation on science and technology

Categories	Codes	<i>f</i>
Self-sufficiency	Desire to build his/her robot	18
	Level of knowledge	18
	Increase in interest and effort	14
	Increase in computer skills	7
	Increased confidence	18
Technological awareness	Importance of details	16
	Curiosity in computer sciences	8
	Artificial intelligence	2
Future and carrier planning	Participation in courses and competitions	14
	Becoming a scientist	4

The student opinions were determined to be associated, in relation to the theme of self-evaluation in science and technology, with self-sufficiency, technological awareness, and future and carrier planning categories. Accordingly, the students desired and targeted to design their robots in their houses after the activities, which they associated with the increase in their level of information and skills. Moreover, it was found that their awareness, especially of computers and robotic technologies, increased and they planned to work on artificial intelligence. The students associated their experiences throughout the activities with the goals of developing their competencies by attending new courses, displaying their skills in national competitions, and being a scientist. In this regard, student responses obtained from student opinions are directly quoted as follows.

“I realized I had to be careful about details. When I found out that the food processor is not a robot, I was surprised, now I know the difference.” (S4: Female)

“I’ve never been this involved in technology before. It was actually a fun job.” (S9: Female)

“The world of technology is interesting. My computers skills increased.” (S5: Female)

“I want to be witty in computer-related issues. I want to give fast answers to the questions asked. I can now make my own robot.” (S15: Male)

“I want to make a robot that looks like me, because I can.” (S11: Male)

“I can now buy a robot and program it. I want to be a scientist when I grow up. I will make a robot capable of thinking by itself.” (S18: Male)

Discussion, Conclusion and Suggestions

The findings of the study show that there is a change between the pretest and posttest mean planning times of the students, 17% resulted from the applied experimental model. According to this finding, it can be advocated that design thinking-based robotic activities increased the planning time-related student scores. In other words, the students, while deciding on their first moves in relation to the target problem, needed to spend more time post-implementation even though they had spent less time pre-study. The planning time covers the time spent coding the problem, generating potential solutions, and selecting the appropriate one whereas the conceptualization includes the generation of visuospatial structures, potential solutions, analysis, and inhibiting inappropriate responses (Tunstall, 1999). From this point of view, it can be suggested that design thinking-based robotic activities increased the time the students spend on planning. Indeed, the results of studies in which different robotic activities were applied in different age groups revealed that the robotic activities increased the time spent on planning (Di Lieto et al., 2017; Di Lieto et al., 2020). However, in the study by Arfé et al. (2020), where the effect of coding and STEM activities on executive function skills was investigated, it was found that STEM activities resulted in a significant impact on planning time while

coding activities did not have a significant effect on planning time. Taking the similarities and differences with the literature into account as a whole, the outcome obtained within the scope of our study may have resulted from the process created by design thinking. When the finding reached by Arfé (2020) is interpreted with that of our study, it is possible to articulate that the variable that created the effect on planning time is the design thinking. Indeed, it stands out as an integral part of the STEM training process, revealing a mutual advantage relationship between them that requires design thinking, and nurturing one another (Alashwal, 2020; Li et al., 2019; Margot & Kettler, 2019).

Empathy is addressed as an important component of design thinking due to its aspect that facilitates understanding the essence of the problem being worked on (Voigt et al., 2019). With the implemented activities, the students who have to think more comprehensively, empathize with the groups experiencing the target problem when necessary, and review their needs in social life, may have to spend more time on planning. The students who have to consider, beyond coding, the robots' function in social life as well as the design of the physical environment emphasizing this situation may tend to restrain from faulty moves to reduce workload and thus spend more time on planning. The processes engaging design thinking direct the students to take such questions as “What if I did this?” and “What needs to be done if ...?” into consideration and construct the process on their minds first (Carroll et al., 2010). From this point of view, it can be suggested that design thinking-based robotic activities increased the time the elementary school students spend on planning, which finding is corroborated by other study results. Among qualitative study findings, the students' deduction that design thinking-based robotic activities require detailed thinking, research, and attaching importance to each stage supports the quantitative finding related to spending more time on planning.

Research findings reveal that there is no change in the pretest-posttest scores of the students in terms of the number of problems solved at the first attempt, due to the experimental model. The number of problems solved at the first attempt measures the accuracy of the individuals' first plans (Tunstall, 1999). In this context, it may be articulated that design thinking-based robotic activities do not create an impact that will increase the accuracy of the students' first plans. Contrary to the present study findings, La Paglia et al. (2018), in their study where they tested the effect of robotic activities involving the use of Lego Mindstorms on the planning skill, found that there was a decrease in the number of moves/attempts made by the students while problem-solving. This may result from the fact that the designing process is time-consuming and has a progressive structure, due to which it creates an effect occupying the working memory. It was pointed out in various studies that complex tasks increase cognitive load; the increasing working memory demands affect the planning behavior of the individual, thereby triggering simultaneous planning tendency rather than the first plans; and that simultaneous planning decreases the working memory load (Brown & Schmitter-Edgecombe, 2020; Davies, 2003; Köstering et al., 2014). Phillips et al. (2001) found that the individual processes of analyzing the problem, defining

sub-goals, generating solutions, and evaluating the action plan are affected by the limitations of memory. It was stated that correct planning was more dependent on simultaneous planning than mental planning, to a substantial extent (Phillips et al., 2001). The fact that the robotic activities applied within the scope of the study do not have an impact on the accuracy of first plans might as well result from the tendency of planning our daily experiences. Our daily life plans change spontaneously, and we find ourselves in a situation to modify our plans and decisions simultaneously (Cohen & Conway, 2007; Phillips et al., 2001). In this regard, the duration of the activities included in the study may not be enough to change this general tendency, and long-term studies might be needed. Moreover, because the overall activity duration is shorter than the duration in which the activities of the study are applied in the study by La Paglia et al. (2018), it can be said that the activity time may not alone be sufficient to account for this finding related to the lack of a change in the number of problems solved at the first attempt.

The data obtained from the study display that there is a 22% change, due to experimental activities, in the number of problems solved by the students at three attempts pre- and post-application. It was thus found that the number of problems solved by the students at three attempts showed an increase owing to design thinking-based robotic activities. It was expressed that the number of problems solved at three attempts measure the skills of recognizing and compensating for the mistakes, monitoring actions, generating feedback, and making use of said feedback while setting strategies (Tunstall, 1999). Hence, it can be said that design thinking-based robotic activities improve simultaneous planning skills. This may result from the fact that the progressive, sequential pedagogical approach adopted in the study encourages the students to make their plans based on their experiences in every step, rather than making an overall plan. Design and planning processes may have directed the students towards testing and compensating for their mistakes and planning their new moves accordingly. It was pointed out that the children using simultaneous planning included the characteristics of the problem in their plans to a greater extent (Case, 1985, as cited in Tunstall, 1999). Indeed, it was detected that programming skills are highly associated with metacognitive skills like self-regulation and monitoring (Robertson et al., 2020). Öztürk (2020) has found that the better the self-regulation skills of the students, the better their proportional reasoning skills. At this point, the reasoning skill which is addressed as logical thinking, making judgments and deductions (Dinçer & Cantürk Günhan, 2020), may represent the skill they engage in the increase in the number of problems solved at three attempts. The findings of the present study might be said to be consistent with the findings of other studies. The study by Socratous and Ioannou (2019) found that the robotic activities implemented in STEM classrooms affected the skills of regulation of cognition, e.g., meaning monitoring and debugging strategies. The results from other studies indirectly reveal, in a way to corroborate the study findings, educational robotics and coding activities improve the skills of critical thinking (Gorakhnath & Padmanabhan, 2020; Tonbuloglu & Tonbuloglu, 2019) and algorithmic thinking (Chiazzese et al., 2019; Tonbuloglu & Tonbuloglu, 2019)

The study findings indicate that design thinking-based robotic activities has led to a 31% change in the pre- and post-application planning skills of the students. Hence, it can be advocated that the basic hypothesis of the study has been confirmed and design thinking-based robotic activities improve the students' planning skills. This finding appears to be compatible with the findings obtained by other studies in the literature (Araújo and Azoni, 2020; Arfé et al., 2020; La Paglia et al., 2018). Consistent with the existing findings, the findings of the present study reveal that design thinking-based robotic activities improve the students' planning skills. At this point, differing from the other studies, it can be articulated that a pedagogical approach intended for the application of robotic activities has been experimentally proven to be efficient within the scope of the present study.

Study findings point to the fact that there was no gender-related difference in planning time, the number of problems solved at the first attempt, the number of problems solved at three attempts, and total score levels. This may be interpreted as the girls and boys experiencing the application activities in the same way. The findings from other studies in the literature also show that there is no significant gender-related effect on the performance with robotic activities (Castro et al. 2018; Sullivan & Bers, 2016; Taylor & Baek, 2019). This may have resulted from the fact that the pedagogical approach adopted in the study as well as the design thinking process enabled the students, girls and boys equally, to use the most suitable strategy for them during robotic activities. Angeli and Valanides (2020) found that girls and boys participated in the process applying different strategies. Furthermore, the robotic activities, the effects of which are investigated within the scope of the study, have been performed adopting an approach that engages design thinking; wherein each stage of the employed model requires teamwork and cooperation. The finding obtained by the study of Küçük and Şişman (2020) indicating that gender is not a variable having an impact on teamwork and STEM attitude emphasizes the role of design thinking in our study findings. The design dimension covered by educational robotic activities may have eliminated the potential effect of gender on the utilization of the activities. However, it was found in the study by Sullivan and Bers (2013) that there was no significant difference between girls and boys in terms of overall robotic tasks while there was a difference in mechanics and coding performances. This, in turn, emphasizes the importance of the pedagogical model applied in the delivery of educational robotic activities. The activities which are conducted with a focus on technical subjects, and which do not involve a planned pedagogical understanding, but serve as a transfer of technology may cause gender-related variables such as prejudices, stereotypes, and lack of experience in technical subjects, to have more impact on the learning process. It has been stated that a developmental gender-sensitive robotic learning environment will enable both female and male students to have a positive learning experience (Angeli & Valanides, 2020). When evaluated as a whole, all the above can be interpreted as follows: a gender-based change in the students' planning skills was not observed and the students experienced the learning process equally, i.e., without any gender-related distinction. However, among the

qualitative findings, the robotic perception that robots can be made to dance and play games was surprising and was entirely attributable to the girls' opinions. Besides, the fact that those who state that imagination is important in robotic activities were the boys makes one consider that the dimensions nourishing female and male students' awareness of design thinking-based activity process may vary. It is noteworthy that all the students referring, among qualitative findings, to cooperation in the teamwork theme and 'there is more than one answer' in the problem-solving theme were all girls. Angeli and Valanides (2020) found that female students preferred more cooperative interaction in robotic activities than male students did. It may be set forth, however, that it did not reach levels creating a gender-based change in planning skills and learning process-related experiences of the students. This may reveal the aspect of a design thinking-based process that activates the executive function skills, meeting student needs, and expectations regardless of gender, and improving metacognitive skills from this standpoint.

The findings regarding how the students experienced design thinking-based robotic activities within the scope of the study display that the students' perceptions and self-sufficiency opinions on robotic subjects have changed. It has been found that the change in students' perception of robots is connected to the coding process and that their awareness of the necessity of coding and the stages it involves has increased. For instance, the students' perception that the robots can do everything they are told has turned into one that the robots can do everything they are coded for. A similar outcome was observed in the study by Mayerová et al. (2019), wherein the students' perception of the technical capacity of the robots and the limitations of their capabilities was found to have changed.

The mechanical dimension of the activities was determined to be evaluated as the most challenging and complicated part. In the robotic activity conducted with elementary school students by Tatlısu (2020), the students stated that they had difficulty with the tasks involving mechanical parts. As the teamwork dimension-related findings show; the students experienced a difficult subject like robotics by asking questions to and helping one another made the process more fun for them; however, differing opinions were challenging and the students assumed specific roles while performing their projects. Atmatzidou and Demetriadis (2014) found in their study that the students liked group work and assumed various roles within the group. Similarly, in Durak et al.'s (2018) study, it was determined that the students experienced group work in robotic activities with the concepts of cooperation and sharing.

It was found, in relation to the problem-solving dimension, that the students considered research, creativity, and empathy beneficial in achieving a solution. It may be asserted that the student opinions on research, creativity, and empathy might have resulted from the pedagogical approach adopted within the scope of the study whereas their opinions on progressive thinking and the necessity of action may have stemmed from the experiences of algorithm writing. In the study by Tatlısu (2020), it was found

that robotic activities directed the students to progressive thinking in solving problems and had an impact on problem-solving approaches.

The most outstanding among the qualitative findings is the observable change in the students' awareness of robotics. It could be asserted that after the activity, the students' misconceptions about robotics were corrected, their image and mindscape of robotics changed, and they started to show an interest in robotic technologies, with more flexibility in thinking. Particularly, it can be said that their perspective on what they can do with robots has changed in a way to go beyond possible stereotypes and be reflected in their plans for science and technology. Likewise, there exist study findings in the literature that foresee the students' future-carrier plans being associated with robotics-related targets after the robotic activity (Atmatzidou & Demetriadis, 2014; Tatlısu, 2020). This may have resulted from the aspect of the design dimension incorporated into the study, which brings the process closer to daily life and children's world, beyond mere programming and mechanics. In addition, the students shared opinions on their improved computer use, coding, and robotic skills, associating their plans with this notion of self-sufficiency. Durak et al. (2018) also found that post-robotic activity student opinions on self-evaluation came forth in the codes of computer use, robotic design, and programming.

Study results indicate that the employed model yielded an increase in the skills of debugging, making use of feedback, and action monitoring, which are interpreted with the increase in the number of problems solved at three attempts. Although it presents an overall idea, this result makes it compulsory to conduct novel studies using different measurement tools with a view to the determination of which of these sub-skills present(s) the effect to a higher level. It has been found that design thinking-based robotic activities improved the planning skill, and yet working with the students of the same age group within the scope of the study does not make it possible to exclude the implicit effect of the age factor and developmental characteristics of the period on sub-skills like inhibition. Future studies could investigate the effect of the developed robotic activities on different age groups, with the same pedagogical understanding. The fact that the implemented activities do not have a significant impact on the accuracy of the students' first plans could be examined in terms of the activities' cognitive load and the causative factors. Novel studies compare the same activities to another group in which they are performed without design thinking stages to observe the pure effect of design thinking on such results.

One limitation of the study is that design thinking-based robotic activities subject to the study were tested using a one-group pretest-posttest design in addition to the lack of another group making comparison an option. Planning skill was measured using the TLT4 test, and the obtained results were limited to the precision and competence of the measuring tool in terms of measurement of the planning skill. The planning skill-related pretest scores of the students in the study group are equivalent, and the fact that skills such as using the right hand and algorithmic thinking that could affect the process were not excluded is considered a limitation.

Tasarım Odaklı Düşünmeye Dayalı Robotik Etkinliklerin Planlama Becerisine Etkisi

Eğitsel robotik etkinlikler, 21. yüzyılda başarılı olmayı sağlayan becerilerin geliştirilmesi sürecine katkı sağlayabilecek, önemli araçlardan biridir (Khanlari, 2013). Nitekim erken yaşlarda, özellikle ilkokulda verilen robotik kodlama eğitimi bilgi ve iletişim teknolojilerinin tanıtımının eğlenceli bir yolu olmanın yanında; teknik konulardan çok eğitimbilimsel hedeflere odaklanılarak, çocukların mantıksal ve dilsel becerilerinin gelişimine de katkı sunmaktadır (Scaradozzi ve diğ., 2015). Robotik etkinlikler tasarım, oluşturma ve programlama süreçleri ile öğrencileri, sorun çözmeye karşılaştıkları zorluklarla baş etmeye özendirerek, öğrenme ortamındaki üretici ve tasarımcı konumlarını öne çıkarmaktadır (Lathifah ve diğ., 2019). Gerçek yaşam durumlarına dayalı açık uçlu sorular ve sorun çözme durumları ile robot tasarlama etkinlikleri, öğrenci yaratıcılığı ve merakının güdülendiği, yapılandırılmaya yaklaşım dayalı olarak, öğrencilerin kendi biricik anlamlarını yaratmalarına olanak sağlayan etkin (aktif) öğrenme çevreleri sunmaktadır (Amo ve diğ., 2021). Eğitsel robotik etkinlikler, bir yandan programlama gibi kodlama gerektiren, bir yandan da yaratıcılık, soyutlama gibi kodlama gerektirmeyen becerileri kullanmaya özendirerek; çocukların erken yaşlarda bilgisayar bilimi ile meşgul olmalarını sağlamaktadır (Anwar ve diğ., 2019).

Nitekim eğitsel robotik etkinlikler ve robot yarışmaları son dönemlerin popüler etkinlikleri olup, öğrencilerin eleştirel düşünme ve sorun çözme becerilerini harekete geçirmektedir (Menekse ve diğ., 2017). Robotik yarışmalar bir yandan öğrencilerin yeniliğe ve yaratıcılığa ilişkin içsel güdülenmelerini harekete geçirirken, bir yandan da merak, gözlem ve etkileşimi işe koşarak yaşam boyu öğrenme becerilerini besleyen bir alan yaratmaktadır (Anwar ve diğ., 2019). Eğitsel robotik etkinlikler bir yandan planlama yapmayı, eylemlerin sonuçlarını tahmin etmeyi, uygun hamleleri seçmeyi, hipotez üretmeyi gerektirir; bir yandan da planlanan eylemin anında dönüt almaya ve hipotezi test etmeye olanak vermesi nedeniyle öğrencinin edimini, olası hatalarına ilişkin bir öz değerlendirme ve muhakeme yapmasını, kararlarını güncellemesini ve atacağı adımları tekrar planlamasını sağlamaktadır (Bargagna ve diğ., 2019; La Paglia ve diğ., 2018). Bu yönüyle eğitsel robotik etkinliklerin yönetsel fonksiyon becerilerini işe koşan ve pekiştiren bir öğrenme süreci oluşturduğu söylenebilir.

Yönetsel fonksiyon becerileri, günlük yaşamdaki işlevselliği ile öne çıkan bir dizi gerekli ve karmaşık bilişsel kontrol becerisini belirtmektedir (Marzocchi ve diğ., 2020). Das ve Misra (2014) yönetsel fonksiyon becerilerine ilişkin çok sayıda tanımın bulunduğu; ancak bu tanımların temel bileşenlerinin benzer olup planlama, karar verme, muhakeme ve kendilik algısı becerilerine karşılık geldiğini belirtmektedir. Yönetsel fonksiyon becerileri, yaşamın ilk yıllarında gelişmeye başlamakta olup, belirgin gelişimsel değişim, çocukluk ve ergenlik yıllarında ortaya çıkmaktadır (Best ve Miller, 2010). Bu değişimleri ise planlama, ketleme ve esnek düşünme gerektiren sorun durumlarına ilişkin görevlerde gözlemlenimin olanaklı olduğu belirtilmektedir (Knapp ve Morton, 2017).

Planlama becerisi, yönetsel fonksiyon becerilerini oluşturan üç temel sistemden davranışların kontrolü, düzenlenmesi, stratejilerin seçimi, oluşturulması ve edimin izlenmesinden sorumlu olan sistemi belirtmektedir (Das ve Misra, 2014). Planlama, yönetsel fonksiyon becerilerinin merkezinde konumlandırılmış üst düzey bir bileşen olarak belirtilmektedir (Will ve diğ., 2014). Benzer olarak Tunstall (1999) da yönetici fonksiyonlara ilişkin tanımlamalarda ve süreçlerin tamamında öne çıkan becerinin, planlama becerisi olduğunu belirtmektedir. Bazı araştırmacılar planlamayı sorun çözme becerisi ile birlikte tanımlayarak, sorun çözme sürecinin zihinsel bir temsili, bu sürecin bir parçası olarak yorumlamışlardır (Hayes-Roth ve Hayes-Roth, 1979; Juric ve diğ., 2013; Zelazo ve diğ., 1997). Benzer bir bakış açısı ile Lezak ve diğ., (2004) planlama becerisini bir amaca ulaşmak için bir dizi aşamayı tanımlayabilme ve düzenleyebilme kapasitesi olarak tanımlamıştır. Shallice ve Burgess (1991) yönetici dikkat sistemleri modelinde planlama becerisini sorunu fark etme, sorunu tanımlama, hedefe erişmek için plan yapma, planı uygulama, sonuçları izleme, değişiklik yapmak için geri bildirimlerden yararlanma şeklinde bileşenleri olan üst bilişsel bir fonksiyon olarak ele almışlardır. Araştırma kapsamında planlama becerisinin ölçülmesinde kullanılan Dört Diskli Londra Kulesi Testi (LKT₄)'ni geliştiren Tunstall (1999) ise planlamayı, eylemden önce gerçekleşen ön planlama ve eylem sırasında gerçekleşen eş zamanlı planlama olarak ele almıştır.

Planlama becerisi özelinde yönetsel fonksiyon becerilerini önemli ve bu araştırmaya konu kılan yönü ise çeşitli araştırmalarda yönetsel fonksiyon becerilerinin öğrenme bozuklukları (Friedman ve diğ., 2014; Holm ve diğ., 2018; Toll ve diğ., 2011) ve nöro gelişimsel bozuklukların saptanması ve önlenmesi ile ilişkilendirilmesidir (Crisci ve diğ., 2021; Otterman ve diğ., 2019). Hedef yönelimli kalma, karşıt dürtülere ve dikkat dağıtıcılara direnme, kısa ve acil sonuçlara değil; olumlu sonuçlara ulaşma çabasını gerektiren, planlama ve sorun çözme gibi üst düzey düşünme süreçlerinin eşlik ettiği yönetsel fonksiyon becerileri (Marzocchi ve diğ., 2020), bireyin öğrenme süreçlerindeki edimini etkileyebilir. Bu noktada söz konusu becerilerin robotik etkinliklerin yürütülmesine eşlik eden, süreç boyunca ve sonunda pekiştirilmesine olanak sağlayan bir yönü olduğu düşünülmektedir. Planlama becerisinin verimli bir şekilde uygulanabilmesi için bireyin varolan koşullardan kaynaklanan değişiklikleri fark edebilmesi, içinde bulunduğu çevreyi ve çevreyle olan etkileşimini nesnel olarak irdeleyebilmesi, seçenekleri ve ağırlıklarını fark edebilmesi, seçim yapabilmesi, bir planın uygulanmasına yön verecek kavramsal bir yapıyı oluşturan sıralı ve sıradizinsel fikirleri çözümleyebilmesi, iyi bir dürtü kontrolü, hafıza ve dikkati sürdürebilmesi gerektiği belirtilmektedir (Lezak ve diğ., 2004). Bu yönüyle araştırmaya konu edilen planlama becerisi özelinde yönetsel fonksiyon becerileri, öğrenme süreçlerinin kolaylaştırıcı bir aracı ve aynı zamanda arzu edilen çıktısı olabilir.

Yönetsel fonksiyon becerilerinin geliştirilmesi ile ilgili alanyazında son yıllarda oyun ve öğretim programı temelli yaklaşım, teknoloji temelli yaklaşım, fiziksel etkinliğe dayalı yaklaşım, strateji temelli yaklaşım ve nedensel mekanizmalara dayalı olmak üzere beş temel yaklaşımın ön plana çıktığı görülmektedir (Marzocchi ve diğ.,

2020). Oluşturulacak olan müdahale programlarının yönetsel fonksiyon becerilerinin bilişsel, duyuşsal ve motivasyonel boyutlarını içermesi gerektiği belirtilmektedir (Marzocchi ve diğ., 2020). Buradan hareketle araştırma kapsamında, yönetsel fonksiyonla ilgili eğitimlerde öne çıkan yaklaşımları da içermesi açısından, eğitsel robotik etkinliklerin planlama becerisini geliştirme noktasında incelenmesi gerektiği düşünülmektedir.

Robotik programlama etkinlikleri gerçekleştirilecek her eylemin, her adımın ve sonuçlarının öngörülmesini, uygun komutların seçimini ve hedefe ulaşma sürecinde bu adımların sürekli tekrar edilmesini gerektirmektedir (Di Lieto ve diğ., 2017). Bilişsel bir döngü içinde devam eden bu düşünme süreçleri planlama, ketleme ve çalışan bellek becerilerini güçlendirme potansiyeline sahiptir (Di Lieto ve diğ., 2017).

Kodlama ve eğitsel robotik etkinliklerin bilişsel beceriler üzerindeki etkisinin test edildiği araştırmalar incelendiğinde; ağırlıklı olarak görsel uzamsal beceriler, zihinsel rotasyon, görsel bellek (Brainin ve diğ., 2022); sözlü anlama, görsel algı, çalışan bellek (D'Amico ve Guastella, 2019); sürekli dikkat, görsel ve zamansal algı, öz düzenleme (Encarnação ve diğ., 2014); sorun çözme (Çalışkan, 2020; Gratani ve diğ., 2021); yansıtıcı sorun çözme (Budak ve diğ., 2021; Kalelioğlu, 2015); sıralama becerisi (Kazakoff ve diğ., 2013); bilgi işlemsel düşünme ve yaratıcılık (Noh ve Lee, 2020); hikaye oluşturma ve görsel uzamsal beceri (Peretti ve diğ., 2020) değişkenleri üzerindeki etkisinin incelendiği görülmektedir. Bu bağlamda son yıllarda eğitsel robotik etkinliklerin bilişsel beceriler üzerindeki etkisinin araştırılmasına yönelik ilginin yoğun olduğu, ancak bilişsel becerilerden olan yönetsel fonksiyon becerileri üzerindeki etkisinin sınırlı sayıda çalışmada incelendiği söylenebilir.

Eğitsel robotik etkinliklerin erken çocukluk dönemindeki çocukların görsel uzamsal bellek, ketleme (Di Lieto ve diğ., 2017) ve özel gereksinimli çocukların ketleme becerilerine (Di Lieto ve diğ., 2020) etkisinin araştırıldığı çalışmalarda, planlama becerisine olan etkisine ilişkin yorum getirilmekle birlikte, özel olarak planlama becerisi üzerindeki etkisinin incelenmediği görülmektedir. Bunun yanı sıra söz konusu çalışmalarda, küçük yaş grubu ile çalışılması nedeniyle fiziksel öğrenme ortamında robotik etkinlikler gerçekleştirilmiş olup, sanal ortamda robotik etkinliklere yer verilmemiştir.

Arfé ve diğ., (2020) sanal öğrenme ortamında yapılandırılmış kodlama ve STEM (kodlama içermeyen) etkinliklerinin öğrencilerin yönetsel fonksiyon becerilerine olan etkisini karşılaştırdıkları araştırmanın sonuçları, kullanılan testlere göre farklılık göstermiştir. Söz konusu çalışmada STEM etkinliklerinin uygulandığı grupta ketleme becerisi (planlama zamanı) açısından anlamlı bir değişim gözlenirken; kodlama etkinliklerinin uygulandığı grupta anlamlı bir değişim oluşmamıştır. Bu noktada kodlama etkinliklerinin yönetsel becerilere olan etkisinin araştırılmaya muhtaç noktaları olduğu söylenebilir. Nitekim Arfé ve diğ., (2020) ilkökul 1. sınıf öğrencileriyle yürüttükleri bu araştırmanın, daha büyük yaş grubunda ve daha az yapılandırılmış yaratıcı sorun çözme etkinliklerini içerecek şekilde yürütülmesinin, öğrencilerin yönetsel fonksiyon becerileri üzerinde daha büyük bir etki yaratacağını

belirtmektedirler. Söz konusu araştırmalardan farklı olarak bu araştırmada robotik kodlama etkinlikleri sanal ve fiziki öğrenme ortamları birlikte kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Dijital ve sosyal oyunlardan farklı olarak fiziki robotik etkinlikler, öğrencilere kuralları algılamaya ve dürtüsel hamleleri ketlemeye yönelik somut geri dönütler vermektedir (Di Lieto ve diğ., 2017). Bu durum öğrencilerin hamlelerin sonuçlarını doğrudan gözlemleyip, yeni hamlelerini planlamalarına ek katkı sunma potansiyeli yaratmaktadır.

Araştırma konusu ile benzer olarak La Paglia ve diğ., (2018) tarafından ilkokul 5. sınıf öğrencileri ile yürütülen çalışmada, eğitsel robotik etkinlik uygulanan grubun planlama becerisi ve hamle sayılarında müdahale programından kaynaklı istendik bir değişim olduğu saptanmıştır. Araújo ve Azoni (2020) tarafından eğitsel robotik etkinliklerin 15-16 yaş grubu öğrencilerin yönetsel fonksiyon becerileri üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmada planlama becerisi üzerinde anlamlı bir etki gözlemlenmiştir. Bununla birlikte sözü edilen araştırmalarda, bu değişimi yaratan süreci öğrencilerin nasıl deneyimlediklerine, planlama becerisi hakkında önemli ipuçları veren planlama zamanı, ilk denemede çözülen sorun sayısı, üç deneme içinde çözülen sorun sayısı değişkenlerine ilişkin bulgulara, eğitsel robotik etkinliklerin hangi eğitimbilimsel anlayış çerçevesinde gerçekleştirildiğine yönelik yeterli açıklamaya yer verilmemiştir.

Buraya kadar üzerinde durulanlardan hareketle bu araştırmanın amacı Araújo ve Azoni (2020), Arfé ve diğ., (2020); Di Lieto ve diğ., (2017), Di Lieto ve diğ., (2020) ve La Paglia ve diğ., (2018) tarafından gerçekleştirilen araştırmaların sonuçlarını genişletmek ve derinleştirmektir. Bunu yaparken belirli bir eğitimbilimsel yaklaşımın eğitsel robotik etkinliklerin uygulanması süreçlerinde kullanımına ilişkin deneysel bir örnek ve aynı zamanda öğrenci deneyimlerine yönelik ayrıntılı bir veri sunmak amaçlanmıştır.

Yönetsel fonksiyon becerilerini geliştirmeye yönelik eğitimlerin oyun ve öğretim programı temelli, yeni teknolojileri ve farklı disiplinleri birlikte kullanmayı içeren bir perspektifle yapılandırılmasının, yönetsel fonksiyon becerilerinin günlük yaşama uzanan bilişsel ve duyuşsal yönlerini özendirilmesi gerektiği belirtilmektedir (Marzocchi ve diğ., 2020). Tasarım odaklı düşünme, bireyin deneme, yaratma, modelleme, geri bildirimleri toplama ve yeniden düzenleme becerilerini işe koşan analitik ve yaratıcı bir süreç olarak belirtilmektedir (Razzouk ve Shute, 2012). Tasarım odaklı düşünmenin okul etkinliklerinde yer verilen temel düşünme modeli olarak ele alınması, yalnızca hali hazırdaki mevcut gerçeklik ve ilkeleri öğretmeye odaklanmanın ötesinde tasarım, düşünce üretimi süreçlerine ağırlık verilmesi önerilmektedir (Li ve diğ., 2019). Araştırma kapsamında yaratılmaya çalışılan sanat, müzik ve kültür öğelerinin yer aldığı tasarım odaklı bir robotik sürecin, öğrencileri kodlama ve algoritma yazma aşamalarının dışında da planlama becerilerini kullanmaya yönlendireceği düşünülmektedir. Marzocchi ve diğ., (2020) yönetsel fonksiyon becerilerine yönelik müdahale programlarını incelediği çalışmasında en olumlu sonuçların, etkinliklerin öğrencileri sanal ortamın dışına çıkmaya ve oyun

oynamaya zorladığı eğitimlerde ortaya çıktığını belirtmektedir. Bu noktadan hareketle bu araştırmada tasarım odaklı düşünmeye dayalı robotik etkinliklerin planlama becerisine olan etkisinin araştırılması; planlama becerisine ilişkin önceki araştırmalardan gelen soruların öğrenci deneyimlerini içeren veriler ile aydınlatılması amaçlanmaktadır.

Amo ve diğ., (2021) eğitsel robotik kullanımına ilişkin araştırmalarda, en çok yaparak yaşayarak öğrenme ve ikinci olarak da proje tabanlı öğrenme olmak üzere sorun çözme tabanlı öğrenme, keşif tabanlı öğrenme, yetkinlik temelli öğrenme, işbirlikli öğrenme, deneyim temelli öğrenme ve simülasyon temelli öğrenme gibi yöntemlere yer verildiğini belirlemişlerdir. Bu noktada alanyazından farklı olarak tasarım odaklı düşünmeye dayalı robotik etkinliklerin uygulandığı ve etkisinin ölçüldüğü bu çalışma gerçekleştirilmiştir. Alanyazında eğitsel robotik etkinliklerin sıklıkla STEM konuları ile ilişkilendirildiği ve çalışmaların farklı robotik kit türlerinin kullanımı gibi bir alana sıkıştığı; robotları programlama ve dizayn etme gibi bilgisayar bilimi perspektifinin de dengeli bir şekilde sürece dahil edilerek, öğrencilerin robotik etkinliklere katılımını öngören farklı yaklaşımlara gereksinim duyulduğu belirtilmektedir (Jung ve Won, 2018; Kay, 2003). Eğitsel robotik araştırmalarda teknolojiden eğitimbilime kayan bir anlayışla, yalnızca robotik teknolojiler değil; öğretim programı, öğretim kuram, yöntem ve yaklaşımların ele alınması, öğrencilerin nasıl öğrendiklerini ortaya koyan, teknolojiyle olan etkileşimlerinde değişiklik yaratılmasını öngören araştırmaların yapılması gerektiği belirtilmektedir (Alimisis, 2012; Jung ve Won, 2018; Kay, 2003).

Mevcut çalışmalardan farklı olarak bu çalışmada, kodlama gibi teknik konularla süreç sınırlandırılmayıp, tasarım odaklı düşünmeyi robotik öğrenme süreçlerine entegre eden ve yönetsel fonksiyon becerilerini bu süreçte işe koşan özel bir eğitimbilimsel yaklaşım esas alınmıştır. Buradaki amaç öğrenci ilgi, beklentilerine duyarlı ve öğrenme sürecinde kullanılması beklenen üst düzey düşünme becerilerini harekete geçiren ve aynı zamanda bunları besleyen bir anlayışın, eğitsel robotik etkinliklerin öğretiminde kullanımına bir örnek sunabilmektir. Buna göre yönetsel fonksiyon becerilerini sınıf ortamına taşımayı öngören ve Meltzer (2014) tarafından oluşturulan model, Stanford Üniversitesi tasarım enstitüsünün rehberliğinde Doorley ve diğ., (2018) tarafından geliştirilen tasarım odaklı düşünme modeli ile birlikte yorumlanarak, araştırmanın amaçlarına uygun pedagojik bir yaklaşım ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Meltzer (2014) yönetsel fonksiyon becerilerini işe koşan bir sınıf ortamının hedef belirleme, esnek düşünme, organize etme, öncelikleme, hafızada tutma ve kendini izleme süreçlerini içerdiğini belirtmektedir. Doorley ve diğ., (2018) ise tasarım odaklı düşünmeyi empati, tanımlama, fikir oluşturma, prototip oluşturma, test etme aşamalarından oluştuğunu belirtmektedir. Tasarım odaklı düşünmenin ilkokul öğrencilerinin 21. yüzyıl becerilerini geliştiren, etkileşime ve işbirliğine dayalı öğrenme deneyimi sunan, etkili bir öğretim stratejisi olduğu belirtilmektedir (Van Gompel, 2019). Düşüncelerle oynamamıza, değişen koşullara esnek bir şekilde uyum sağlamamıza, dikkat dağıtıcılara direnç göstererek odağımızı sürdürmemize olanak veren yönetsel fonksiyon becerilerinin, pek çok istendik beceri ve 21. yüzyılda başarı

için önemli bir yere sahip olduğunu belirtmektedir (Diamond; 2013). Bu noktadan hareketle eğitsel robotik etkinliklerin teknik becerilerin ötesine geçip, 21. yüzyıl becerilerini işe koşacak şekilde sınıf ortamına yansıtılmasında, yönetsel fonksiyon becerilerini işe koşan ve tasarım odaklı düşünmenin öne çıkarıldığı bir yaklaşıma gereksinim duyulduğu söylenebilir. Bu bağlamda Doorley vd., (2018) ve Meltzer (2014) tarafından sunulan kavramsal çerçeve, ayrıntıları ilerleyen bölümlerde sunulan şekliyle yorumlanarak araştırmamıza uyarlanmıştır. Böylece eğitsel robotik etkinliklerin üst bilişsel becerileri de içerecek şekilde, daha geniş bir kapsamda ele alan eğitimbilimsel bir yaklaşımın ortaya konulması ve buna ilişkin örnek uygulamanın deneysel koşullarda test edilmesi amaçlanmaktadır.

Eğitsel robotik etkinlikler sıklıkla sorunu parçalarına ayırma, soyutlama, algoritma oluşturma, hata ayıklama, yineleme ve genelleme olmak üzere altı boyutunu kullanmalarını gerektirecek şekilde bilgi işlemsel düşünmeyi işe koşturmaktadır (Chevalier ve diğ., 2020; Shute ve diğ., 2017). Bilgi işlemsel düşünmeyi, özellikle de sorun çözme, öğrenme, sorunu ele alma, bileşenlerini ve olası çözüm yollarını belirleyebilme becerisine bağlıdır, öyle ki bu işbirliği ile geliştirilebilmektedir, işbirliği ise doğası gereği cinsiyet güdümlüdür (Ardito ve diğ., 2020). Araştırmalar robotik etkinliklere katılım ve ilgide cinsiyet değişkeninin önemli bir role sahip olduğunu ortaya koymaktadır (Gomoll ve diğ., 2016; Witherspoon ve diğ., 2016). Araştırmalar kız öğrencilerin robotik etkinliklere ilişkin özgüvenlerinin erkek öğrencilere göre daha düşük düzeyde olduğunu göstermektedir (Küçük ve Şişman, 2020; Nourbakhsh ve diğ., 2004).

Ardito ve diğ., (2020) tarafından yapılan robotik etkinliklerle ilgili öğrenci deneyimlerinin araştırıldığı araştırmada, erkek öğrencilerin daha çok kodlama, kurma gibi robotik etkinliklerin operasyonel yönüne odaklandıkları, kız öğrencilerin ise daha çok grup dinamiği üzerinden etkinlikleri deneyimledikleri saptanmıştır. Bunun yanı sıra eğitsel robotik kullanımına ilişkin başka bir çalışmada da erkek öğrencilerin bireysel, kinestetik, mekansal yönelimli ve materyal odaklı, kız öğrencilerin ise işbirliğine dayalı etkinliklerden daha çok faydalandığı saptanmıştır (Angeli ve Valanides, 2020). Bu durum robotik etkinliklerde öğrenci deneyiminin, ilgi ve beklentilerinin cinsiyet değişkenine bağlı olarak değişim gösterebileceğini, dolayısıyla da gerçekleştirilecek etkinliklerin verimini bu değişken göz önünde bulundurularak artırmanın olanaklı olabileceğini düşündürmektedir. Bu noktadan hareketle öğrencilerin tasarım odaklı robotik etkinliklere ilişkin deneyimleri cinsiyet değişkeni açısından ele alınmıştır.

Ardito ve diğ., (2020) kalıp yargıların kız ve erkek öğrencilerin robotik etkinliklere olan ilgi ve katılımında önemli bir role sahip olduğunu belirtmektedir. Nitekim kalıp yargıların robotik süreçlere olan doğrudan etkisini göstermesi için çarpıcı bir bulgu olarak, Sullivan ve Bers (2016) tarafından yapılan çalışmada, öğrenciler kullanılan robot kitinin ve diğer malzemelerin kız renklerinde olmadığı, daha çok arabaya benzediği ve etkinliklerin kızların seveceği türden olmadığını belirtmişlerdir. Gomoll ve diğ., (2016) tarafından yapılan çalışmada öğrencilerin

ilgilerini yansıtabildikleri, robotlarını kişiselleştirebildikleri ve otonomiye imkan veren öğrenme ortamlarında öğrenci katılımının ve güdülenmesinin yüksek olduğu saptanmıştır. Bu bağlamda araştırma kapsamında tasarım temelli düşünmeye dayalı bir süreç oluşturularak, programlama aşamalarının ardından öğrencilerin robotlarının fiziksel görünümünü içinde bulunduğu çevreyi müzik, sanat, kültür alanları açısından tasarlama, ürünlerini kişiselleştirmelerine olanak verilmiştir. Araştırmalar bilim ve teknolojinin sosyal yönünü öne çıkaran insan merkezli robotik etkinliklerin, kız öğrencilerin sürece katılımını artıran bir faktör olduğunu göstermektedir (Gomoll ve diğ., 2016). Bu noktada proje etkinlikleri arasında günlük yaşam sorunlarına, engelli bireylerin yaşamlarını kolaylaştırmaya yönelik etkinliklere yer verilerek, robotların arabaya benzediği gibi bir ön yargının, öğrencilerin bakış açılarını sınırlandırmasını engellemek ve robotların farklı kullanım alanlarına ilişkin bakış açılarını genişletmek amaçlanmıştır. Kullanılan öğretim stratejilerinin kız ve erkek öğrencilerin robotik etkinliklerle ilgili özgüven, tutum, katılım ve yararlanma oranlarına doğrudan etki ettiği belirtilmektedir (Angeli ve Valanides, 2020; Ardito ve diğ., 2020; Nourbakhsh ve diğ., 2004). Nourbakhsh ve diğ., (2004) tarafından yapılan çalışmada takım çalışması ve işbirliği içeren bir öğrenme ortamının, kız ve erkek öğrencilerin robotik etkinliklere ilişkin tutum ve özgüvenini olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Bunun yanı sıra tasarım odaklı düşünmeye dayalı STEAM etkinliklerinin kız öğrencilerin STEAM etkinliklerine ilişkin özgüven, katılım ve kariyer planlama düzeylerine etki ettiği saptanmıştır (Kijima ve diğ., 2021).

Alanyazındaki cinsiyet değişkeninin robotik etkinliklerin verimine olan etkisine yönelik çıkarımlardan hareketle, kız ve erkek öğrencilerin mümkün olan en yüksek düzeyde katılım gösterebilecekleri ve yarar elde edebilecekleri tasarım odaklı düşünmeye dayalı bir robotik eğitim sürecinin yaratılması planlanmıştır. Böylece cinsiyete bağlı engelleyici ve kolaylaştırıcı öğelere ilişkin bir verinin daha literatüre kazandırılması amaçlanmıştır. Nitekim bir müdahale programının etkililiği kadar, hangi koşullar altında ve hangi deneyimlerle gerçekleştirildiğinin de bilinmesinin yeni uygulamalara ve olası sorunlara yarar sağlayacağı düşünülmektedir. Çocukların robotik teknolojilere ilişkin öğrenme süreçlerini netleştirmek, öğrenmeleri ve başarısızlıklarının arkasındaki anlamı bulmak için, önce seslerini duymak gerekmektedir (Jung ve Won, 2018). Araştırmanın bağımlı değişkeni olan planlama becerisi ile ilgili olarak da, Marzocchi ve diğ., (2020) yönetsel fonksiyon becerilerine yönelik olarak yapılacak çalışmaların neyin, kimin için ve hangi koşullar altında işe yaradığının özellikle ele alınması gerektiğini belirtmektedir. Bu nedenle araştırma kapsamında nicel ve nitel araştırma yöntemleri birlikte kullanılarak, etkisi araştırılan tasarım odaklı düşünmeye dayalı robotik etkinliklerin kız ve erkek öğrencilerce nasıl deneyimlendiğinin derinlemesine incelenmesi amaçlanmıştır. Buna göre araştırma kapsamında yanıt aranan sorular aşağıdaki şekildedir.

- Kız ve erkek öğrencilerin, planlama zamanı ön test son test puanları arasında anlamlı fark var mıdır?

- Kız ve erkek öğrencilerin, ilk denemede çözülen sorun sayısına ilişkin ön test son test ölçümleri arasında anlamlı fark var mıdır?
- Kız ve erkek öğrencilerin, üç deneme içinde çözülen sorun sayısına ilişkin ön test son test ölçümleri arasında anlamlı fark var mıdır?
- Kız ve erkek öğrencilerin, planlama becerisi ön test son test puanları arasında anlamlı fark var mıdır?
- Kız ve erkek öğrenciler, eğitsel robotik etkinliklere ilişkin deneyimlerini nasıl değerlendirmektedirler?.

Yöntem

Bu bölümde araştırma modeli, çalışma grubu, veri toplama araçları, uygulama-veri toplama süreci ve veri analizine ilişkin bilgilere yer verilmiştir.

Araştırma Modeli

Bu araştırma nicel ve nitel araştırma yöntemlerinin birlikte kullanıldığı karma desende modellenmiştir. Karma desen türleri arasından ise tasarım odaklı düşünmeye dayalı robotik etkinliklerin planlama becerisi üzerinde yarattığı etkiyi oluşturan süreci öğrencilerin nasıl deneyimlediklerini tespit etmek amacıyla açıklayıcı ardışık desen seçilmiştir. Bu desen ilk aşamada nicel verilerin toplandığı ve analiz edildiği; ikinci aşamada ise nicel verilere göre nitel verilerin toplandığı bu desen, araştırmanın nitel boyutunda yer alacak örneklemin seçiminde nicel boyutta yer alan örneklemin özelliklerinin dikkate alındığı durumlarda önerilmektedir (Creswell ve Plano Clark, 2011; Creswell ve diğ., 2003).

Araştırmanın nicel boyutu ön test son test tek gruplu yarı deneysel modelde desenlenmiştir. Nitel boyutu ise olgubilimsel yöntem benimsenerek tasarlanmıştır. Fenomenolojik araştırmalarda üzerinde çalışılan fenomene yönelik olarak katılımcıların algıları, bakış açıları, deneyimleri ve bu deneyimlerini nasıl betimledikleri üzerine odaklanılmaktadır (Tekindal ve Uğuz Arsu, 2020). Buna göre tasarım odaklı robotik etkinliklere katılan öğrencilerin robotik deneyimleri fenomenolojik yöntem aracılığıyla incelenmiştir.

Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubu 2017-2018 öğretim yılında Samsun iline bağlı okullarda öğrenim gören ve TÜBİTAK tarafından desteklenen “İlk-Okul Robot Maceram” projesine katılan 30 öğrenci arasından seçilmiştir. Projeye ilişkin il genelinde yapılan duyuruya gelen 90 başvuru içinden kura yöntemiyle seçilen 30 öğrenci araştırmaya dahil edilmiştir. 2 öğrencinin etkinliklere katılımında gösterdiği kısmi devamsızlık sebebiyle, araştırmanın deney grubunu 9-10 yaş aralığındaki 14 kız ve 14 erkek olmak üzere toplam 28 ilkokul 4. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır (9.3±0.6). Araştırmada ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin seçilmiş olmasının nedeni, alanyazında yönetsel fonksiyonlarla ilgili ketleme becerisinin 6-8 yaş aralığında

gelişmeye başladığının; ancak 10 yaş dolayında gelişiminin tamamlanabileceğinin belirtilmesidir (Passler ve diğ., 1985). Buradan hareketle yönetsel fonksiyonlara ilişkin gelişimsel olgunluğa erişmesi beklenen 9-10 yaş aralığındaki öğrenciler araştırmaya dahil edilerek, gelişimsel evrelerin uygulanan müdahale programına olan etkisi sınırlandırılmaya çalışılmıştır.

Araştırmanın nitel boyutunda yer alan öğrencilerin seçiminde ise amaçlı örnekleme yöntemi tercih edilmiş, nicel verilerin analizinin ardından uygulama sonrası planlama becerisindeki değişimi düşük, orta ve yüksek düzeyde olan gönüllü öğrenciler örnekleme alınmıştır. Buna göre her bir seviye grubundan 6 olmak üzere toplam 18 öğrenci (kız: 9, erkek: 9) ile araştırmanın nitel boyutuna ilişkin veri toplanmıştır.

Etik Kurul Kararı

Bu araştırma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulu'nun 27.12.2017 tarihli 2017/ 272-322 sayılı izniyle yürütülmüştür.

Veri Toplama Araçları

Araştırma kapsamında öğrencilerin planlama becerisinin ölçümünde 4 Diskli Londra Kulesi Testi, eğitsel robotik etkinliklere ilişkin deneyimlerini saptamak için yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır.

Dört Diskli Londra Kulesi Testi (LKT₄)

Özgün versiyonu 3 diskten oluşan Londra Kulesi Testi, Shallice (1982) tarafından "Yönetici Dikkat Sistemleri" adı verilen beyin fonksiyonlarına ilişkin çalışmaları sırasında planlama becerisini ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. Renk körlüğü değişkeni de göz önünde bulundurularak disk renk ve sayısının, soruların zorluğunun değiştirildiği LKT₄ ise Tunstall (1999) tarafından geliştirilmiştir.

Artan zorlukta sorunları içeren on maddeden oluşan LKT₄, ilk hamlede çözülen sorun sayısı, üç deneme içinde çözülen sorun sayısı, toplam puan ve planlama zamanı şeklinde puanlanmaktadır (Tunstall, 1999). İlk hamlede, üç deneme içinde çözülen sorun sayısı ve toplam puan planlama becerisini, planlama zamanı ise yönetsel fonksiyon becerilerine ilişkin ölçüm yapmaktadır (Tunstall, 1999).

Planlama zamanı her sorun için ilk diske dokununcaya kadar geçen zamanının ortalamasının alınmasıyla hesaplanmıştır. Planlama zamanı planlama öncesi sürece ilişkin ölçüm yapmakta olup, kavramsallaştırma (sorunun kodlanması), yapının oluşturulması (olası çözümlerin üretilmesi) ve ketleme becerilerine (uygun olmayan yanıtları ketleme) ilişkin ölçüm yapmaktadır (Tunstall, 1999).

İlk hamlede çözülen sorun sayısı puanı ilk planların doğruluğunu; üç deneme içinde çözülen sorun sayısı puanı ise geribildirimlerden yararlanma, eylemlerini izleme ve yanlış planları gözden geçirme ve planları düzenleme becerisini ölçmektedir (Tunstall, 1999).

Toplam puan ise ilk denemede çözülen sorunlerin 3, ikinci denemede çözülenlerin 2 ve üçüncü denemede çözülen sorunlerin 1, çözülemeyen sorunlerin ise 0 puan ile puanlanması ile hesaplanmaktadır (Tunstall,1999). 0-30 aralığında puanlanabilen toplam puan planlama becerisini ölçmektedir (Tunstall,1999).

Tunstall (1999) tarafından LKT₄'ün geliştirilmesi aşamasında gerçekleştirilen geçerlik ve güvenilirlik çalışmalarında iki yarı güvenilirliği .60, test tekrar test güvenilirliği ise .71 olarak saptanmıştır. Tunstall (1999) tarafından oluşturulan versiyonda renkli boncukların kullanıldığı LKT₄, Güven Demir ve Öksüz (2021) tarafından dijital ortama aktarılarak uygulanmıştır. Kültürel bir öge içermeyen ve mavi, siyah, sarı ve beyaz boncukların çeşitli kurallar çerçevesinde yer değiştirilmesine dayanan LKT₄'ün Güven Demir ve Öksüz (2021) tarafından geliştirilen dijital versiyonu, Türk örneklemini üzerinde uygulanarak madde analizi ve güvenilirlik çalışmalarına yer verilmiştir. İlk çalışmada olduğu gibi çocuk ve yetişkin örnekleminde verilerin toplandığı çalışmada çocuk örnekleminde LKT₄'ün ortalama güçlük düzeyi .58, ayırıcılık düzeyi .33, Cronbach Alfa değeri .60, iki yarı güvenilirlik değeri ise .62 olarak saptanmıştır (Güven Demir ve Öksüz, 2021). Bu araştırma kapsamında yapılan madde analizi sonuçlarına göre ortalama madde güçlük düzeyi .70, ortalama madde ayırıcılık düzeyi ise .31, iç tutarlık kat sayısı .76 olarak saptanmıştır.

Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

Araştırmaya katılan öğrencilerin eğitsel robotik etkinliklere ilişkin deneyimlerini saptamak amacıyla araştırma kapsamında yarı yapılandırılmış görüşme formu hazırlanmıştır. Öğrencilerin robotik etkinliklere ilişkin deneyimlerinin belirlenmesinde Nourbakhsh ve diğ., (2004) tarafından yapılan çalışmanın kavramsal çerçevesi temel (referans) alınmıştır. Buna göre çalışma kapsamında yer verilen etkinliklere ilişkin öğrenci görüşlerini belirlemeye yönelik yarı yapılandırılmış görüşme soruları Kodlama, Mekanik, Takım Çalışması, Sorun Çözme, Robotlara Bakış, Bilim ve Teknolojiye İlişkin Öz Değerlendirme boyutlarını içerecek şekilde planlanmıştır. Görüşme formunun kapsam geçerliğini sağlamak amacıyla, Nourbakhsh vd.'nin (2004) çalışmasında yer alan kavramsal çerçeve ve bu çerçeveye göre hazırlanan sorular, fen eğitimi ve robotik etkinlik konusunda deneyimli iki uzmanın görüşüne sunulmuştur. Uzmanların, görüşme formundaki soruların hedeflenen boyutları karşılamaına ilişkin görüşlerinin ardından; 2 kız ve 2 erkek öğrenci ile soruların ön uygulaması yapılarak, yarı yapılandırılmış görüşme formuna son biçimi verilmiştir. Bunun yanı sıra küçük yaş grubu ile çalışıyor olmaktan kaynaklanan ve görüşmelerin süreç sonunda yapılmasının, olası veri kaybına neden olmasının önüne geçmek ve güvenilirliği artırmak için, yöntem üçgenlemesine başvurulmuştur. Buna göre öğrencilere günlük soruların sorulduğu forumdaki öğrenci yanıtları, görüşme yönteminden elde edilen verilerin tutarlığının saptanması ve teyitinde kullanılmıştır.

Uygulama ve Veri Toplama Süreci

Uygulama süreci başlığı altında, araştırma kapsamında gerçekleştirilen eğitsel robotik etkinliklere ilişkin uygulama süreci açıklanmıştır. Veri toplama süreci başlığı altında ise araştırma verilerinin toplanması aşamasında veri toplama araçlarından nasıl faydalandığına ilişkin açıklamalara yer verilmiştir.

Uygulama Süreci

Araştırma 2017-2018 öğretim yılında Samsun iline bağlı okullarda öğrenim gören ve TÜBİTAK tarafından desteklenen “İlk-Okul Robot Maceram” projesine katılan 28 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. 39 ders saati süren uygulamalar kapsamında öğrencilere idea görsel programlama yazılımı kullanılarak algoritma geliştirme ve kodlama, O-bot robot kiti kullanılarak da robotik tasarım eğitimi verilmiştir. O-bot robot kitinin seçilmesinin nedeni küçük yaş grupları tarafından kullanımının kolay olması iken, idea programı ücretsiz ve simülasyon programıyla fiziksel materyale gereksinim duymadan kodlarını sanal ortamda çalışmalarına olanak tanınması nedeniyle, araştırma kapsamında fiziksel ve sanal robotik uygulamaların gerçekleştirilmesinde yeğlenmiştir. Etkisi araştırılan robotik eğitim, tasarım odaklı düşünme ve yönetsel fonksiyon becerilerinin eğitimde kullanılmasını ön gören modellerin araştırmanın amacına uygun olarak yorumlanması ile son hali aşağıdaki aşamaları içeren kavramsal çerçeve kapsamında planlanmıştır. Doorley ve diğ., (2018) ve Meltzer’in (2014) yaklaşımları esas alınarak bu araştırma kapsamında oluşturulan tasarım odaklı düşünmeye dayalı robotik etkinlikler yaklaşımı keşfetme, sorunu tanımlama, fikir oluşturma, düzenleme, prototip oluşturma ve test etme aşamalarından oluşmaktadır. Aşamalara ve uygulama sürecine ilişkin ayrıntılı bilgiye aşağıda yer verilmiştir.

Keşfetme: Doorley vd. (2018) tasarım odaklı düşünmenin ilk aşaması hedef durumu deneyimleyen kişilerin davranışlarını gözlemlemek, onlarla etkileşime geçmek ve aynı deneyimi yaşamaya çalışarak empati kurmak olduğunu belirtmektedir. Bu aşamada öğrencilerden verilen sorun durumu ile ilgili olarak kendilerinin ya da başkalarının günlük yaşamda karşılaştıkları güçlükleri, gereksinim ve beklentileri fark etmeleri amaçlanmaktadır. Bu aşamayla ilgili olarak araştırma kapsamında bazı etkinliklerde webde araştırma, sosyal çevreden bilgi toplama, grup tartışması ve yaratıcı drama çalışmalarına yer verilmiştir. Örneğin görme engelli bireylerin günlük yaşamını kolaylaştırmaya yönelik robotik bir tasarım görevinde, öğrencilerin öncelikle görme engelli bireylerin gereksinimlerini fark etme ve onlarla empati kurlarını sağlamaya yönelik yaratıcı drama çalışması yapılmıştır. Başka bir etkinlik olan mehteran takımı etkinliğinde ise tarihi mehteran takımı üyelerinin nasıl giyindiği ve neler yaptığı ile ilgili webde araştırma yapmaları istenmiştir. Benzer olarak Türk Kurtuluş Savaşının mimarı ve uygulayıcısı Atatürk’ün Samsun’dan başlayan yolculuğunu ve Türkiye’nin çeşitli yerlerindeki toplantılarını gösteren robotik projenin fikir aşamasında öğrencilerin webde arama yapmaları olanağı tanınmıştır. Böylece tasarımlarına ve robotik kodlamaya geçmeden evvel fikir

oluşturma sürecini araştırma sorgulamaya ve empatiye dayalı bir keşif sürecine dönüştürülmesi amaçlanmıştır.

Soruni Tanımlama: Soruni tanımlama aşamasında hedef gruba ve gereksinimlerine yönelik derin bir anlayış geliştirilmesi beklenmektedir (Doorley ve diğ., 2018). Bu aşama aynı zamanda Meltzer'in (2014) önerdiği modelde hedef belirleme olarak ifade edilen aşamayı içermektedir. Hedef belirleme aşamasını verimli geçiren öğrenciler hedeflerinin alt amaçlarını fark eder, hedefe giden yoldaki aşamaları somutlaştırır, zaman ve kaynaklarını gözden geçirir ve büyük resmin içinde kendi bakış açılarını belirleme olanağı elde ederler (Meltzer, 2014). Bu aşamada araştırma kapsamında öğrencilerden araştırma sorgulama, beyin fırtınası, grup tartışması, yaratıcı drama teknikleri ile elde ettikleri bilgileri yorumlamaları, hazırlayacakları projeye ilişkin kendi hareket noktalarını tanımlamaları istenmiştir.

Fikir Oluşturma: Araştırma kapsamında Meltzer'in (2014) esnek düşünme aşaması ile ilişkilendirilen bu aşama, bir önceki basamakta sınırları belirlenen sorun durumuna ilişkin olarak, çeşitlilik içeren geniş bir çözüm yelpazesi oluşturmaları istenir (Doorley ve diğ., 2018). Temas edilmek istenen esas nokta, akıcı ve esnek bir anlayış içerisinde grup üyelerinin güçlü yanlarını çözüm önerilerinin yenilikçi potansiyelini artıracak şekilde harekete geçirebilmektir (Doorley ve diğ., 2018). Esnek düşünme farklı bakış açılarına, beklenmeyen durumlara uyabilme, bunlar arasında geçiş yapabilme ve farklı temsilleri çözümlerine uygulayabilmeyi sağlamaktadır (Meltzer, 2014). Bu aşamada öğrencilerden grup arkadaşlarıyla birlikte kendilerine verilen sorun durumuna ilişkin çözüm önerilerini, hareket noktalarını ve gerekçelerini belirlemeleri ve öğretmenleri ile paylaşımları istenmiştir.

Düzenleme. Çözüm önerilerini netleştiren öğrencilerden, çözüm süreçlerini ve aşamalarını planlamaları, aşamaları ve alt amaçları önceliklemeleri istenmektedir. Sahip oldukları bilgileri sistematize etmek, sıralamak öğrenciye elindeki olanakları, materyallerini ve zamanını verimli ve hedefe yönelik kullanma olanağı tanımaktadır (Mertz, 2014). Bu aşamada grup üyelerinin çalışmalarının aşamalarını belirten akış şemasını öğretmenleriyle paylaşmaları istenmiştir. Bu planlama içinde öğrencilerden robotik tasarım sürecinde kullanacakları algılayıcı ve eyleyicileri de belirlemeleri beklenmiştir.

Prototip oluşturma. Bu aşama Mertz'in (2014) hafızada tutma ile Doorley vd.'nin (2018) prototip oluşturma aşaması birlikte yorumlanarak yapılandırılmıştır. Prototip oluşturma süreci öğrencilerin farklı ihtimalleri inceleme ve görmelerine olanak vermektedir (Doorley ve diğ., 2018). Bu aşamada öğrenciler bir yandan ayrıntılarla uğraşırken bir yandan da temel noktaları zihinlerinde tutmak durumundadırlar (Mertz, 2014). Bu aşamada öğrencilerden kodlama yaparken kullanacakları algoritmayı kağıt üzerinde oluşturmaları istenmiştir. Kağıt üzerinde başlayan algoritma oluşturma süreci grup üyelerinin etkileşimini artırma ve çözüm önerilerinin prototipini geliştirme amacı taşımaktadır. Kağıt üzerinde taslak olarak oluşturulan algoritmaların grup üyelerinin onayıyla tamamlanmasının ardından idea görsel programlama yazılımı ile uygulanmasına geçilmiştir. İdeaSim Robot

Simülâtörü ile öğrencilerden algoritmalarını simülâtörde çalıştırmaları, test etmeleri ve olası hataları fark etmeleri istenmiştir. Bu aşamada Mertz'in (2014) modelinde ön görüldüğü gibi sık sık kısa süreli belleğe erişim söz konusudur.

Test etme. Bu aşamada idea yazılımında oluşturdukları programlarını O-botlara aktarmaları ve test etmeleri istenmiştir. O-botlardaki aşamanın ardından ise robotlarının ve yardımcı materyallerin (zemin, süsleme vb.) oluşturulması aşamasına geçmeleri istenmiştir. Test etme aşaması öğrencilerin hedeflerine ilişkin dönüt aldıkları ve gelinen noktayı somut bir şekilde gözlemledikleri aşamadır. Doorley vd.'nin (2018) test etme aşamasına Mertz'in (2014) kendini izleme aşaması uyarlanarak, öğrencilerin kendi performanslarını gözden geçirmeleri ve gereksinim halinde mevcut çabalarını farklı şekilde yönlendirmeleri beklenmektedir. Kendini izleme yaklaşımı üst bilişsel becerilerini işe koşarak öğrenme sürecine, kullandıkları stratejiler ve performanslarına ilişkin değerlendirme yapmalarını içermektedir (Mertz, 2014). Test etme aşamasının kapsamı araştırma kapsamında genişletilerek, diğerleriyle paylaşma boyutu eklenmiştir. Buna göre her etkinliğin ardından grupların projelerini akranlarına ve öğretmenlerine sunma olanağı verilmiştir. Böylece dönüt almanın yanı sıra, öğrencilerin farklı bakış açılarını fark etmeleri, yaratıcılığa ilişkin bakış açılarının genişlemesi hedeflenmiştir. Bir yandan da kendini izleme davranışlarını daha geniş bir perspektifte ele almaları amaçlanmıştır.

Araştırma kapsamında öğrencilerin robotik konulardaki etkileşim ve iletişimini planlı temalar üzerinden yönlendirmek ve sürece ilişkin veri toplamak amacıyla bir forum açılarak, öğrencilere günlük sorular sorulmuştur. Öğrencilerin günün değerlendirmesini ve yeni konuya hazır bulunuşluğunu sağlamaya yönelik bu çalışma beş gün sürmüştür. Öğrenci paylaşımları ve iletileri araştırma kapsamında arşivlenmiştir.

Veri Toplama Süreci

Uygulama öncesi LKT₄'ün dijital versiyonu ön test olarak uygulanmış ve ardından 39 ders saati süren tasarım odaklı düşünmeye dayalı robotik eğitime geçilmiştir. Araştırma kapsamında süreç boyunca forumda sorulan sorulara gelen öğrenci yanıtları ikincil nitel veri olarak arşivlenmiştir. Etkinliklerin sona ermesinin ardından LKT₄'e ilişkin son test uygulaması yapılmış ve veri analizine geçilmiştir. Nicel veri analizinin ardından yarı yapılandırılmış görüşmelerin gerçekleştirileceği öğrenciler belirlenmiş ve ses kaydı alınarak yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

Verilerin Analizi

Araştırmaya katılan kız ve erkek öğrencilerin ön test puanları açısından denkliği bağımsız gruplar için t testi ile test edilmiştir. Öğrencilerin PZ, İP, ÜP ve PB puanlarındaki deneysel uygulama öncesi ve sonrası (varsa) değişimlerinin cinsiyet değişkeni ile birlikte karşılaştırılması için ise tekrarlı ölçümler için tek yönlü ANOVA testi kullanılmıştır. Parametrik testlerin varsayımlarından normallik varsayımı için Shapiro-Wilks ve Kolmogorov Smirnov testlerine başvurulmuş ve yalnızca İP

puanının kız ve erkek gruplarda dağılımının anlamlı olduğu bulunmuştur ($p < .05$). Bu noktada çarpıklık basıklık değerleri kontrol edilerek İP ön test ve son test verilerinin gruplar içi çarpıklık-basıklık değerlerinin +1 ile -1 değerleri arasında yer aldığı saptanmıştır. Büyüköztürk, Çokluk ve Köklü (2010) çarpıklık ve basıklık değerlerinin + 1 sınırları içinde kalıyor olmasının, verilerin normalden aşırı sapma göstermediği şeklinde yorumlanabileceğini belirtmektedir. Shapiro-Wilks ve Kolmogorov Smirnov testleri ve çarpıklık basıklık değerlerinin incelenmesinin ardından verilerin grup içinde normal dağılım gösterdiği kanısına ulaşılmıştır. Tekrarlanmış ölçümler için ANOVA testinin kürsellik (Mauchly Sphericity Test) varsayımı ise ihlal edildiği için Greenhouse-Geiser düzeltmesi yapılmıştır. Varyans kovaryans matrislerinin eşitliği varsayımı ise Box M testi ile test edilmiştir. Analiz sonuçları PZ, İP, ÜP ve PB puanlarının kovaryans matrislerinin eşit olduğunu göstermektedir. Araştırma kapsamında bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenler üzerindeki etkisinin ölçülmesinde 0.05 hata payı ve %95 güven düzeyi ile P değerinin yanı sıra etki büyüklüğü istatistiklerinden biri olan eta-kareden (η^2) yararlanılmıştır.

Araştırmanın nitel verilerinin analizinde ise tümdengelimsel içerik analizi yaklaşımı benimsenerek, Nourbakhsh vd. (2004) tarafından yapılan çalışmanın kavram çerçevesi temel (referans) alınmıştır. Buna göre öğrenci görüşleri Kodlama, Mekanik, Takım Çalışması, Sorun Çözme, Robotlara bakış, Bilim ve Teknolojiye ilişkin Öz Değerlendirme temalarında incelenmiştir. Oluşturan kod ve temalar iki araştırmacı tarafından incelenerek kodlayıcılar arası tutarlık düzeyi hesaplanmıştır. Bu amaçla Miles ve Huberman modelinde kodlayıcılar arasındaki görüş birliği olarak kavramsallaştırılan $\Delta = C \div (C + \delta) \times 100$ formülü kullanılmıştır (formülde, Δ güvenilirlik katsayısını, C üzerinde görüş birliği sağlanan konu/terim sayısını, δ üzerinde görüş birliği bulunmayan konu/terim sayısını belirtmektedir) (Baltacı, 2017). Buna göre kodlayıcılar arası görüş birliği %98 olarak saptanmıştır.

Nitel verilerin geçerlik ve güvenilirliğini artırmak amacıyla veri çeşitlemesine gidilerek, araştırma kapsamında açılan forum üzerindeki konu başlıklarında yer alan öğrencilere ait günlük ileti (mesaj) ve paylaşımlardan görüşme sorularının analizinde yararlanılmıştır.

Bulgular

Araştırma kapsamında tasarım odaklı düşünmeye dayalı robotik etkinliklerin öğrencilerin planlama becerisine etkisine ve öğrencilerin eğitsel robotik etkinlik deneyimlerine ilişkin bulgulara ulaşılmıştır.

Planlama Becerisi Verilerine İlişkin Bulgular

Katılımcıların ön test son test puanlarına ilişkin betimleyici istatistik sonuçları Tablo 1’de sunulmaktadır.

Tablo 1*Katılımcıların ön test son test puanlarına ilişkin betimleyici istatistik sonuçları*

Bağımlı Değişkenler	Groups	N	Öntest		Sontest	
			\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss
Planlama zamanı (PZ)	Kız	14	66.9	13.7	81.3	36.2
	Erkek	14	68.5	17.7	86	42.3
	Toplam	28	67.7	15.6	83.6	38.7
İlk denemede çözülen sorun sayısı (İP)	Kız	14	0.35	0.4	0.21	0.4
	Erkek	14	0.78	0.8	0.42	0.7
	Toplam	28	.57	.69	.32	.61
Üç deneme içinde çözülen sorun sayısı (ÜP)	Kız	14	6.7	1.4	7.2	1.1
	Erkek	14	5.9	1.8	7.2	1.4
	Toplam	28	6.3	1.6	7.2	1.3
Planlama Becerisi (PB)	Kız	14	19.4	3.5	21.4	2.7
	Erkek	14	16.7	5	20.9	4
	Toplam	28	18	4.4	21.1	3.3

Tablo 1 incelendiğinde kız ve erkek öğrencilerin planlama zamanı, üç deneme içinde çözülen sorun sayısı ve planlama becerisi puanları ortalamalarında artış yönünde bir değişimin olduğu görülmektedir. Bununla birlikte ilk denemede çözülen sorun sayısına ilişkin ön test ve son test ortalamaları arasında azalma yönünde bir değişim saptanmıştır. Söz konusu değişime ilişkin ayrıntılı bulgulara ilerleyen bölümlerde yer verilmiştir. Öğrencilerin planlama zamanı puanlarında meydana gelen değişime ilişkin analiz sonuçları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2*Planlama zamanına ilişkin tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları*

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p	η^2_p
Gruplararası						
Grup (K/E)	136.920	1	136.920	.118	.734	.005
Hata	30083.728	26	1157.066			
Gruplarıçi						
Ölçüm (Öntest-Sontest)	3561.065	1	3561.065	5.455	.027*	.173
Grup*Ölçüm	32.657	1	32.657	.050	.825	.002
Hata	16972.223	26	652.778			

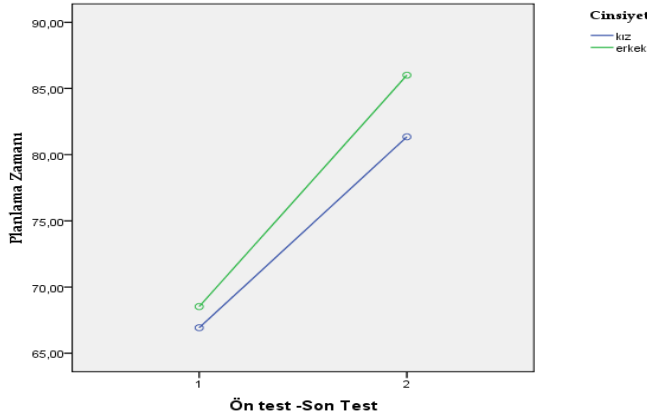
*p < 0.05

Tablo 2 incelendiğinde kız ve erkek öğrencilerin planlama zamanı puan ortalamaları üzerinde yapılan varyans analizi sonucunda grup etkisinin istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı saptanmıştır (F(1-26)=.118; p>.05). Buna göre kız ve erkek öğrencilerin ön-test ve son-test ölçümleri arasında ayırım yapmaksızın, planlama zamanı ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunmadığı yorumu yapılabilir.

Bununla birlikte, Şekil 1’de görüldüğü gibi, grup ayrımı yapmaksızın öğrencilerin planlama zamanına ilişkin ön test ve son test ortalamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır ($F(1-26)=5.455$, $p<.05$, $\eta^2_p=.173$).

Şekil 1

Kız ve erkek öğrencilerin PZ puanlarındaki değişim



Buna göre cinsiyet ayrımı yapılmadığında öğrencilerin PZ puan ortalamalarında gözlenen varyansın %17’sinin deneysel işlemde kaynaklandığı söylenebilir. Cinsiyet ve PZ ön test son test ölçümleri (grup*ölçüm) birlikte incelendiğinde ise ortak etkinin anlamlı olmadığı sonucuna varılmıştır ($F(1-26)=.050$, $p>.05$). Öğrencilerin ilk denemede çözülen sorun sayısı puanlarında meydana gelen değişime ilişkin analiz sonuçları Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3

İlk denemede çözülen sorun sayısına ilişkin tekrarlı ölçümler için anova sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p	η^2_p
Gruplararası						
Grup (K/E)	.723	1	.723	2.525	.124	.089
Hata	7.446	26	.286			
Gruplarıçi						
Ölçüm (Öntest-Sontest)	.875	1	.875	3.519	.072	.119
Grup*Ölçüm	.161	1	.161	.646	.429	.024
Hata	6.464	26	.249			

* $p< 0.05$

Tablo 3 incelendiğinde kız ve erkek öğrencilerin İP puan ortalamaları üzerinde yapılan varyans analizi sonucunda grup etkisinin istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı saptanmıştır ($F(1-26)=2.525$; $p>.05$). Buna göre kız ve erkek öğrencilerin ön test ve son test ölçümleri arasında ayırım yapmaksızın, İP puan ortalamaları arasında anlamlı düzeyde bir fark bulunmadığı yorumu yapılabilir. Bunun yanı sıra grup ayırımı yapmaksızın öğrencilerin İP puanlarına ilişkin ön test ve son test ortalamaları arasında da istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır ($F(1-26)=3.519$, $p>.05$). Cinsiyet ve ön test son test ölçümleri (grup*ölçüm) birlikte incelendiğinde de ortak etkinin anlamlı olmadığı sonucuna varılmıştır ($F(1-26)=.646$, $p>.05$). Öğrencilerin üç deneme içinde çözülen sorun sayısı puanlarında meydana gelen değişime ilişkin analiz sonuçları Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4

Üç deneme içinde çözülen sorun sayısına ilişkin tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları

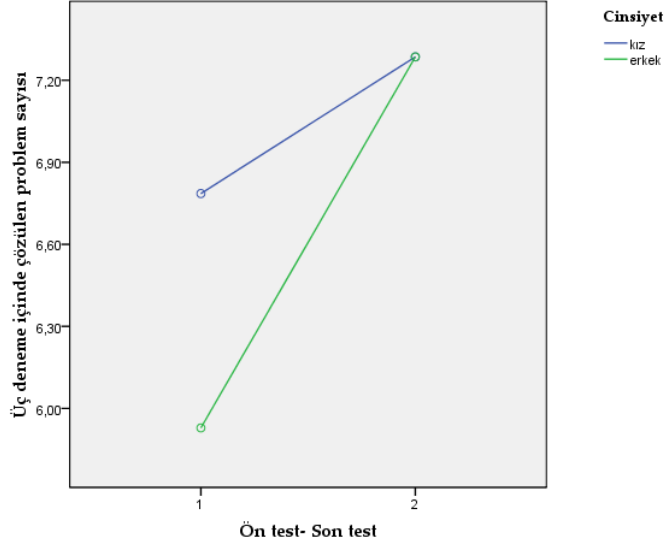
Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p	η^2_p
Gruplararası						
Grup (K/E)	2.571	1	2.571	.884	.356	.033
Hata	75.643	26	2,909			
Gruplarıçi						
Ölçüm (Öntest-Sontest)	12.071	1	12.071	7.589	.011*	.226
Grup*Ölçüm	2.571	1	2.571	1.617	.215	.059
Hata	41.357	26	1.591			

* $p < 0.05$

Tablo 4 incelendiğinde kız ve erkek öğrencilerin ÜP puan ortalamaları üzerinde yapılan varyans analizi sonucunda grup etkisinin istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı saptanmıştır ($F(1-26)=.884$; $p>.05$). Buna göre kız ve erkek öğrencilerin ön-test ve son-test ölçümleri arasında ayırım yapmaksızın, ÜP ortalamaları arasında anlamlı düzeyde bir fark bulunmadığı yorumu yapılabilir. Bununla birlikte Şekil 2’de görüldüğü gibi grup ayırımı yapmaksızın öğrencilerin ÜP puanına ilişkin ön test ve son test ortalamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır. ($F(1-26)=7.589$, $p<.05$, $\eta^2_p=.226$).

Şekil 2

Kız ve erkek öğrencilerin ÜP puanlarındaki değişim



Buna göre cinsiyet ayrımı yapılmadığında öğrencilerin ÜP puan ortalamalarında gözlenen varyansın %22'sinin deneysel işlemden kaynaklandığı söylenebilir. Bununla birlikte cinsiyet ve ön test son test ölçümleri (grup*ölçüm) birlikte incelendiğinde ortak etkinin anlamlı olmadığı sonucuna varılmıştır ($F(1-26)=1.617$, $p>.05$). Öğrencilerin planlama becerisi puanlarında meydana gelen değişime ilişkin analiz sonuçları Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5

Planlama becerisine ilişkin tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları

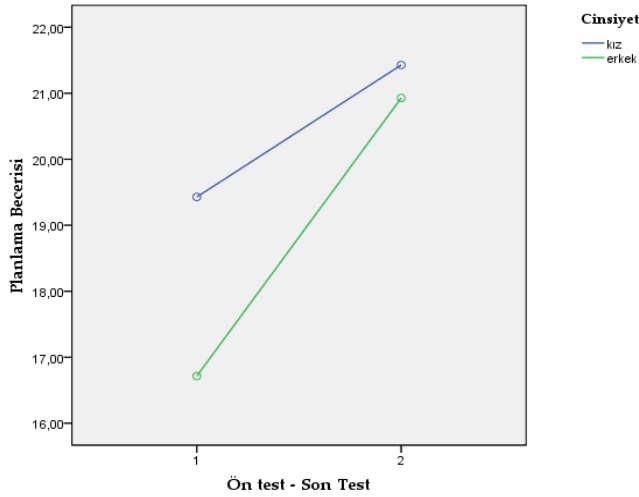
Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p	η^2_p
Gruplararası						
Grup (K/E)	18.080	1	18.080	1.856	.185	.067
Hata	253.232	26	9.740			
Gruplarıçi						
Ölçüm (Öntest-Sontest)	135.161	1	135.161	12.110	.002*	.318
Grup*Ölçüm	17.161	1	17.161	1.538	.226	0.56
Hata	290.179	26	11.161			

*p<0.05

Tablo 5 incelendiğinde kız ve erkek öğrencilerin PB puan ortalamaları üzerinde yapılan varyans analizi sonucunda grup etkisinin istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı saptanmıştır ($F(1-26)=1107.2$; $p<.05$). Buna göre kız ve erkek öğrencilerin ön-test ve son-test ölçümleri arasında ayırım yapmaksızın, PB ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunmadığı yorumu yapılabilir. Bununla birlikte Şekil 3'te görüldüğü gibi grup ayırımı yapmaksızın öğrencilerin PB puanına ilişkin ön test ve son test ortalamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır. ($F(1-26)=12.110$, $p<.05$, $\eta^2_p=.318$).

Şekil 3

Kız ve erkek öğrencilerin PB puanlarındaki değişim



Buna göre cinsiyet ayırımı yapılmadığında öğrencilerin PB puan ortalamalarında gözlenen varyansın %31'inin deneysel işlemde kaynaklandığı söylenebilir. Bununla birlikte cinsiyet ve ön test son test ölçümleri (grup*ölçüm) birlikte incelendiğinde ortak etkinin anlamlı olmadığı sonucuna varılmıştır ($F(1-26)=1.538$, $p>.05$).

Yarı Yapılandırılmış Görüşmeden Elde Edilen Bulgular

Araştırmaya katılan öğrencilerin tasarım odaklı düşünmeye dayalı robotik etkinliklere ilişkin görüşleri, sürecin bileşenlerini içeren temalar doğrultusunda incelenmiştir. Buna göre öğrenci görüşleri Nourbakhsh vd. (2004) kavram çerçevesinde yer alan "kodlama, mekanik, takım çalışması, sorun çözme, robotlara bakış, bilim ve teknolojiye ilişkin öz değerlendirme" teması çerçevesinde incelenmiştir. Nicel verilerde olduğu gibi, görüşme sorularından elde edilen verilerde de cinsiyet değişkenini işaret eden ve nitel verilerden elde edilen temaları

şekillendirecek bir farklılık saptanamamıştır. Bu nedenle görüşme sorularından elde edilen temaların sunumunda, cinsiyet ayrımı yapılmayarak, araştırmaya katılan tüm öğrencilerin görüşlerine yönelik değerlendirme yapılmıştır. Bununla birlikte, her temanın altında kız ve erkek öğrencilerin görüşlerinden alıntılar yapılarak; öğrencilerin cinsiyet farklılıklarına karşın aynı tema altında şekillenen robotik etkinlik görüşleri ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

Kodlama Temasına İlişkin Bulgular

Bu tema öğrencilerin araştırma süresince idea yazılımında gerçekleştirdikleri ve idea simülasyon programında test ettikleri kodlama sürecine ilişkin deneyimlerini içermektedir. Buna göre öğrenciler Kodlamanın Gerekliliği, Kodlamaya İlişkin Yeterlikler ve Algoritma Yazma Kategorileri ile kodlama sürecini ilişkilendirmişlerdir. Araştırma kapsamında kodlama teması altında erişilen kategori ve kodlar Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6

Kodlama temasına ilişkin kategori ve kodlar

Kategoriler	Kodlar	f
Kodlamanın Gerekliliği	Robota yön vermek	10
	Robotla iletişim	8
Algoritma Yazma	Hatalı komutların sonucu değiştirmesi	7
	Kodlamada her basamak önemli	6
	Bir hareketin çok sayıda aşaması olması	5
Kodlamaya İlişkin Yeterlikler	Kodlamanın çok zor olmaması	14
	Ayrıntılı düşünmeyi öğrenme	7

Araştırma bulguları, kodlama temasıyla ilişkili olarak öğrencilerin deneysel uygulama sürecinde kodlamanın gerekliğine ilişkin farkındalıklarının arttığını göstermektedir. Öğrenciler robotların özerk karar verebilen mekanizmaya sahip olduklarını düşündükleri, robotların hareketlerini tanımlayan kodlama sürecinin önemini etkinlikler sayesinde fark ettiklerini belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra kodlamanın robotlarla iletişim kurmayı sağlayan ve robotların hareketini tayin eden hamleleri belirledikleri bir süreç olarak değerlendirmişlerdir. Kodlama teması altında öğrenci görüşlerinin bir kısmının algoritma yazma kategorisinde toplandığı görülmüştür. Bu kategoride öğrenciler algoritma yazma sürecinde bir hareketi ortaya koyan çok sayıda basamak olduğu, her basamağın önemli olduğu ve hatalı komutların sonucu değiştirdiği şeklinde görüş belirtmişlerdir. Kodlama teması altında öğrenci görüşleri, tasarım odaklı düşünmeye dayalı robotik etkinliklerin kodlamaya ilişkin yeterliklerini artırdığı şeklindedir. Bu düşüncelerini de kodlamanın çok zor olmaması ve ayrıntılı düşünmeyi öğrenme kodları ile ilişkilendirdikleri görülmüştür. Bulgulara ilişkin olarak öğrenci yanıtlarından yapılan doğrudan alıntılar aşağıdaki gibidir.

“Robotların çok akıllı olduğunu, istediğimiz şeyi yapacağını düşünmüştüm, programlayacağımızı düşünmemiştim. Söylediğimde anlayacak sandım ama kodlamamız gerekiyormuş.” (Ö10: Erkek)

“Kodlayarak artık irtibat kurabiliyorum robotla bir kare sağa git, 360 derece dön diye.” (Ö17: Erkek)

“Algoritmadaki bir yanlış yaptığımız diğer tüm doğruları etkileyebildiğini gördüm.” (Ö15: Erkek)

“En çok algoritma yazmayı sevdim, robotum hareket etmeyince bazı aşamaları atladığımı fark ettim.” (Ö1: Kız)

“Kodlamayı daha önce bilmiyorum, kodlamak düşündüğümde daha kolaymış her şeyi yapabiliriz kodlayarak..” (Ö9: Kız)

“Kodlama sandığımdan daha kolaymış, sadece yavaş, detaylı düşünmek gerekiyor, bazı yerleri atlamamak çok önemli.” (Ö4: Kız)

Mekanik Temasına İlişkin Bulgular

Bu tema öğrencilerin etkinlikler süresince O-botun mekanik bileşenleri algılayıcılar ve eyleyiciler ile ilgili görüşlerini içermektedir. Buna göre öğrenciler robotik etkinliklerdeki mekanik boyuta ilişkin olarak robotları tanımak ve robotu oluşturan bileşenlerin görevleri üzerinden görüş bildirmişlerdir. Araştırma kapsamında mekanik teması altında erişilen kategori ve kodlar Tablo 7’de sunulmuştur.

Tablo 7

Mekanik temasına ilişkin kategori ve kodlar

Kategoriler	Kodlar	f
Robotları tanımak	Robot algısı	12
	Algılayıcılar	8
	Eyleyiciler	6
Her bir bileşenin ayrı bir işlevi olması	En zor kısım	15
	Doğru kurulum	9
	Doğru mekanizmayı kullanmak	6

Mekanik temasıyla ilgili elde edilen kod ve kategoriler, öğrencilerin robotlara ilişkin algılarının değiştiğini, robotların algılayıcı ve eyleyicilerine ilişkin farkındalıklarının oluştuğunu, hedefe ulaşmak için doğru işlevi içeren bileşeni seçmek ve doğru şekilde kurulumunu sağlamak gerektiğine ilişkin görüşlerini temsil etmektedir. Bulgular öğrencilerin robotların mekanik yönüne ilişkin deneyimlerinden hareketle robot algılarının değiştiğini, mekanik boyutunu oluşturan parçalara ve işlevlerine ilişkin farkındalıklarının arttığını göstermektedir. Bununla birlikte, etkinlik süresince öğrencilerin en çok zorlandıkları kısım olarak mekanik boyutunda görüş

bildirdikleri saptanmıştır. Buna ilişkin olarak öğrenci görüşlerinden yapılan doğrudan alıntılar aşağıdaki gibidir.

“Robotların görebildiğini öğrendim. Filmlerde gördüğümde daha fazla parçası varmış robotların. Algılayıcıların adlarını ve ne işe yaradıklarını bileceksin. Doğru yere takmak gerekir, bu önemli, hem de çok zor.” (Ö3: Kız)

“Kabloları birleştirmek, o kabloların nereye ait olduğunu bilmek kolay değildi. Bazen karıştı ve robot istediğimi yapmadı. Mesela sim kartın yerini bilmiyordum robotta dersten önce.” (Ö12: Erkek)

“Mekanizmaları bağlamak, aslında doğru mekanizmayı bulmak çok zordu. Hangisini seçeceğine karar vermek de zordu, çizgi takibi mi ışık sensörü mü? İyi karar vermek lazım, düşünerek.” (Ö18: Erkek)

Takım Çalışması Temasına İlişkin Bulgular

Bu tema etkinlikler süresince uygulanan grup çalışmaları ile ilgili görüşlerini içermektedir. Buna göre öğrencilerin grup çalışmalarını yardımlaşma, eğlenceli öğrenme, sosyalleşme ve grupta benimsedikleri görevler üzerinden deneyimledikleri saptanmıştır. Araştırma kapsamında takım çalışması teması altında erişilen kategori ve kodlar Tablo 8’de sunulmuştur.

Tablo 8

Takım çalışması temasına ilişkin kategori ve kodlar

Kategoriler	Kodlar	f
Yardımlaşma	Hatalı kodları fark etme	4
	Anlaşılmayan yerleri sorma	3
	Destek	2
Eğlenceli Öğrenme	Sıkıcılıktan uzak	10
	Farklı görüşler	8
Sosyalleşme	Yeni arkadaşlıklar	9
	Uyum	1
Gruptaki görev	Kodlama	6
	Mekanik	5
	Sanatsal tasarım	3
	Çözüm üretici	3
	Sözcü	1

Takım çalışması temasına yönelik öğrenci görüşleri yardımlaşma, eğlenceli öğrenme, sosyalleşme ve gruptaki görev kategorileri ile ilişkilendirilmiştir. Öğrenciler tasarım odaklı düşünmeye dayalı etkinliklerde yürütülen grup çalışmasının özellikle kodlama aşamasındaki hatalı kodları fark etme, anlaşılmayan yerleri birbirlerine sorma ve bu anlamda sosyal destek alma noktasında yarar sağladığını belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra takım çalışmasının öğrenmeyi eğlenceli duruma getirdiği ancak özellikle tasarım boyutunda farklı görüşlerin zaman zaman kolaylaştırıcı, zaman

zaman da zorlaştırıcı olduğunu belirtmektedirler. Ek olarak grup çalışması ve projelerini paylaştıkları süreçlerde yeni arkadaşlıklar edindiklerini belirtmişlerdir. Öğrencilere grup çalışmasındaki genel rollerinin ne olduğu sorulduğunda ise projelerinin farklı bileşenlerinde kodlamayı, mekanik görevleri, tasarımı, çözüm geliştirmeyi ve projelerini sunma şeklinde görev paylaşımı yaptıkları, öğrencilerin belli görevlerle kendilerini ilişkilendirdikleri saptanmıştır. Buna ilişkin olarak öğrenci görüşlerinden yapılan doğrudan alıntılar aşağıdaki gibidir.

“Tek başına çalışmak sıkıcı ve zor olurdu, birlikte yardımlaşarak daha eğlenceli.” (Ö5: Kız)

“Forum üzerinden arkadaşlarımla robotla ilgili sorulara yanıt vermek, mesajlaşmak güzeldi, sosyal bir ortama girdim. Arkadaşlarıma sorular sormak ve birbirimize yardım etmek güzeldi.” (Ö8: Kız)

“Robotlarla ilgili arkadaşlarımla, serviste bile sohbet etmek çok iyi. Çok değişik fikirler oluyor.Bazen herkesin istediğini yapmak kolay olmuyor.” (Ö13: Erkek)

“....Bazı projelerde iki kişi birlikte hareket etmemiz gerekiyordu, mesela tavşan robotu yuvasına götürürken uyumlu olmamız gerekiyordu.” (Ö11: Erkek)

“Resim yeteneğim olduğu için robotu süsleme, giydirme işini genelde benim dediğim şekilde yaptık, tabi arkadaşlarımla da yardım etti.” (Ö6: Kız)

Sorun Çözme Temasına İlişkin Bulgular

Bu tema araştırma kapsamında öğrencilere verilen proje görevlerinde deneyimledikleri sorun çözme süreçlerine ilişkin görüşlerini içermektedir. Araştırma kapsamında sorun çözme teması altında erişilen kategori ve kodlar Tablo 9’da sunulmuştur.

Tablo 9

Sorun çözme temasına ilişkin bulgular

Kategoriler	Kodlar	f
Araştırma Yapma	Ayrıntılı düşünme	7
	Webde araştırma	5
	Bulmaca	3
	Hayal gücü	7
	Tek doğrunun olmaması	7
Yaratıcılık	Nasıl hissederdilerdi fark etmek	5
Empati	Drama	3
	Tartışma	2

Sorun çözme temasına yönelik olarak öğrenci görüşlerinin araştırma yapma, yaratıcılık ve empati kategorileri ile ilişkilendirildiği saptanmıştır. Buna göre öğrenciler kendilerine verilen proje görevlerine ilişkin sorun durumlarına ilişkin webde araştırma yapma olanağının çok yararlı olduğunu, ayrıntılı düşünme ve

öğrenmelerini sağladığını belirtmektedirler. Sorun çözme sürecini bulmaca çözmeye benzeten öğrenciler, robot tasarılmanın hayal gücü gerektirdiğini, farklı bakış açılarının daha güzel çalışmaların ortaya çıkmasını sağladığını belirtmişlerdir. Bazı öğrenciler drama çalışmalarının farklı gereksinimleri olan kişilerin beklentilerini anlamalarını kolaylaştırdığını ve böyle farklı çözümler bulabildiklerini belirtmişlerdir. Buna ilişkin olarak öğrenci görüşlerinden yapılan doğrudan alıntılar aşağıdaki gibidir.

“Bazen sorun çözmek için hayal gücünü kullanman gerekiyor. Hayal gücümüzün iyi olması gerektiğini fark ettim” (Ö14: Erkek)

“Bulmaca çözmek gibi bazen sorunlar. Parça parça düşünmek gerekiyor.” (Ö16: Erkek)

“Göremeyen insanların neler yaşadığını anlayınca fikir bulmak daha kolay oldu.” (Ö7: Kız)

“İnternette araştırma yaptığımızda yeni şeyler aklımıza geldi.” (Ö2: Kız)

“Sorunların farklı çözüm yolları olabilir, tek doğru diye bir şey yok bence.” (Ö1: Kız)

Robotlara Bakış Temasına İlişkin Bulgular

Bu tema öğrencilerin kodlamadan tasarıma kadar olan süreçte robotlara ilişkin bakış açılarındaki değişime ilişkin görüşlerini içermektedir. Araştırma kapsamında robotlara bakış teması altında erişilen kategori ve kodlar Tablo 10’da sunulmuştur.

Tablo 10

Robotlara bakış temasına ilişkin bulgular

Kategoriler	Kodlar	f
Robot imajı	Eğlenceli bir süreç	14
	Robot kontrolü	10
	Yaratıcılık	7
	Algılayıcı ve eyleyiciler	6
	Robot algısının değişimi	18
Robot farkındalığı	Bilgi düzeyi	18
	Çevresindeki robotları fark etme	9

Robotlara bakış teması altındaki öğrenci görüşlerinin robot imajı ve robot farkındalığı kategorileri ile ilişkilendirildiği saptanmıştır. Buna göre öğrencilerin araştırma öncesi robot imajlarının izledikleri filmlerden hareketle tek tip ve genelde de araba formunda olduğu, araştırma sonrası ise robotlar ve yapabileceklerine ilişkin algılarının değiştiği saptanmıştır. Öğrenciler robotların araba yarışı dışında bowling oynayan, dans eden, kültürel ve tarihi öğelerin temsilinde kullanılan yönünü daha önce fark etmedikleri ve bu nedenle fikirlerinin değiştiğini belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra günlük yaşamda karşılarına çıkan pekçok teknolojik aracın arkasında işleyen

robotik bir süreç olduğuna yönelik örnekler vererek, etkinlikler ile ilişkilendirmişlerdir. Bunun yanı sıra robotları oluşturan öğelere ilişkin özel farkındalıklarının olduğu ve bilgi düzeylerinin geliştiğine ilişkin görüşleri saptanmıştır. Buna ilişkin olarak öğrenci görüşlerinden yapılan doğrudan alıntılar aşağıdaki gibidir.

“Robota yazdığım şeyi yüklemek, benim istediğim gibi onun hareket ettiğini görmek çok eğlenceliydi, robotları daha çok sevmeye başladım.” (Ö10: Erkek)

“İlk defa gerçek, hareket eden bir robot gördüm. Robotlar, filmlerde gördüğümünden daha sevimliymiş, sıkıcı araba robotlara ya da kavga eden transformerslara benzemiyor.” (Ö3: Kız)

“Robotları hareket ettirmeyi kendimiz yapınca çok eğlendim. Robot yapmaya daha yakından yaşamak güzeldi. Robotlar normalde çok akılsızlar ama biz yükleyince çalışıyor.” (Ö13: Erkek)

“Robotları kodlayıp dans ettirmek çok eğlenceliydi, eğlenceli olabileceğini tahmin etmezdim ama bu proje sonrasında eğlenceli alabileceğini fark ettim. ...Robota bowling oynatmak çok eğlenceliydi, Mehter takımı yaptığımız etkinlik de çok şaşırtıcıydı.” (Ö8: Kız)

“AVM’lerdeki tırtıl trenin aynısını yapabildiğimizi gördüm. Aslında o da robotmuş.” (Ö2: Kız)

“Robotların önceden sadece iş yaptıklarını düşünüyordum ama şimdi oyun bile oynayabildiklerini gördüm.” (Ö6: Kız)

“Robot yapmak heyecanlı o yüzden heyecanlandım. Mehter takımı ve tırtıl treni çok sevdim. Robotlar her işi yapar, istediğin gibi kodlarsan.” (Ö17: Erkek)

Bilim ve Teknolojiye İlişkin Öz Değerlendirme Temasına İlişkin Bulgular

Bu tema öğrencilerin etkinlikler süresince deneyimledikleri bilim ve teknolojiye ilişkin görüşlerini içermektedir. Araştırma kapsamında bilim ve teknolojiye ilişkin öz değerlendirme teması altında erişilen kategori ve kodlar Tablo 11’de sunulmuştur.

Tablo 11

Bilim ve teknolojiye ilişkin öz değerlendirme kategori ve kodlar

Kategoriler	Kodlar	f
Özyeterlilik	Kendi robotunu yapma isteği	18
	Bilgi düzeyi	18
	İlgi ve çaba artışı	14
	Bilgisayar becerisinin artışı	7
	Özgüven artışı	18

(devam ediyor)

Tablo 11 (devamı)

Kategoriler	Kodlar	f
Teknoloji farkındalığı	Ayrıntıların önemi	16
	Bilgisayar bilimine merak	8
	Yapay zeka	2
Gelecek ve kariyer planlama	Kurslara ve yarışmalara katılma	14
	Bilim insanı olma	4

Bilim ve teknolojiye ilişkin öz değerlendirme temasına ilişkin olarak öğrenci görüşlerinin öz yeterlik, teknoloji farkındalığı, gelecek ve kariyer planlama kategorileri ile ilişkilendirildiği saptanmıştır. Buna göre öğrencilerin etkinliklerin ardından evde kendi robotlarını tasarlamaya yönelik istek ve hedeflerinin oluştuğu, bunu ise daha çok bilgi düzeylerinin ve becerilerinin artışıyla ilişkilendirdikleri saptanmıştır. Bunun yanı sıra, özellikle bilgisayar ve robotik teknolojilerine ilişkin farkındalıklarının arttığı, yapay zeka çalışmalarını betimleyen planlamalarının olduğuna yönelik bulgu elde edilmiştir. Öğrenciler etkinlikler süresince edindikleri deneyimleri yeni kurslara katılarak geliştirmek, ulusal yarışmalarda becerilerini sergilemek ve bilim insanı olmaya yönelik kariyer hedefleri ile ilişkilendirmişlerdir. Buna ilişkin olarak öğrenci görüşlerinden yapılan doğrudan alıntılar aşağıdaki gibidir.

“Detayları çok iyi incelemem gerektiğini fark ettim. Mutfak robotunun robot olmadığını duyunca şaşırdım ve farkı artık anladım.” (Ö4: Kız)

“Daha önce teknolojiyle bu kadar uğraşmamıştım. Aslında eğlenceli bir işmiş.” (Ö9: Kız)

“Teknoloji dünyası çok ilginçmiş. Bilgisayar becerim arttı.” (Ö5: Kız)

“Bilgisayarla ilgili konularda daha hazır cevap olmak istiyorum. Sorulan sorulara hemen cevap vermek istiyorum. Artık kendi robotumu yapabilirim.” (Ö15: Erkek)

“Kendime benzeyen bir robot yapmak istiyorum, yapabilirim çünkü.” (Ö11: Erkek)

“Kendime bir robot alıp onu programlayabileceğim artık. Bilim insanı olacağım büyünce. Kendi kendine düşünen robot yapacağım.” (Ö18: Erkek)

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Araştırma bulguları öğrencilerin ön test ve son test planlama zamanı ortalamaları arasında, %17’si uygulanan deneysel modelden kaynaklanmak üzere bir değişim olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulguya göre tasarım odaklı düşünmeye dayalı robotik etkinliklerin, öğrencilerin planlama zamanına ilişkin puanlarında artışa neden olduğu söylenebilir. Başka bir ifade ile çalışmaya katılan öğrenciler, hedef sorunun çözümüne ilişkin ilk hamlelerine karar verirken uygulama öncesinde daha az zaman harcarken, uygulama sonrası daha fazla zaman harcama gereği hissetmişlerdir. Planlama zamanı sorunun kodlanması, olası çözümlerin üretilmesi ve uygun olanın

seçilmesi için harcanan zamanı içermekte olup; kavramsallaştırma, görsel-uzaysal yapıların, olası çözümlerin oluşturulması, analiz ve uygun olmayan tepkileri ketleme gibi örüntü becerilerini ölçmektedir (Tustall, 1999). Bu noktadan hareketle tasarım odaklı düşünmeye dayalı robotik etkinliklerin öğrencilerin planlama yapmaya ayırdıkları zamanı artırdığı söylenebilir. Nitekim farklı yaş gruplarında farklı türde robotik etkinliklerin uygulandığı araştırmaların sonuçları da robotik etkinliklerin planlamaya ayrılan zamanı artırdığını ortaya koymuştur (Di Lieto ve diğ., 2020; Di Lieto ve diğ., 2017). Bununla birlikte Arfé vd. (2020) tarafından kodlama ve STEM etkinliklerinin yönetsel fonksiyon becerileri üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmada, STEM etkinliklerinin planlama zamanı üzerinde anlamlı düzeyde etki yarattığı; ancak kodlama etkinliklerinin planlama zamanı üzerinde etkili olmadığı saptanmıştır. Alanyazınla benzeşen ve ayrılan yönleri birlikte ele alındığında, araştırma kapsamında elde edilen bu bulgu, tasarım odaklı düşünmenin yarattığı süreçten kaynaklanmış olabilir. Arfé (2020) tarafından yürütülen araştırmanın bulgusunu, araştırmanın bulgusu ile birlikte yorumlandığında, planlama zamanı üzerinde etkiyi yaratan değişkenin tasarım odaklı düşünme olduğunu söylemek olanaklıdır. Nitekim tasarım, STEM eğitimi sürecinin önemli bir parçası olarak öne çıkmakta; aralarında tasarım odaklı düşünmeyi gerektiren ve aynı zamanda birbirlerini besleyen karşılıklı bir yarar ilişkisi ortaya çıkmaktadır (Alashwal, 2020; Li ve diğ., 2019; Margot ve Kettler, 2019).

Empatinin, üzerinde çalışılan sorunun özünü anlamayı kolaylaştıran yönüyle tasarım odaklı düşünmenin önemli bir bileşeni olduğu belirtilmektedir (Voigt ve diğ., 2019). Uygulanan etkinliklerle daha kapsamlı düşünmek, yeri geldiğinde hedef sorunu yaşayan gruplarla empati kurmak, sosyal yaşam içerisindeki gereksinimlerini gözden geçirmek durumunda kalan öğrenciler, planlamaya daha fazla zaman harcamak durumunda kalabilirler. Kodlamanın ötesinde robotlarının sosyal yaşam içindeki fonksiyonunu, bu durumu vurgulayan fiziksel çevrenin tasarımını düşünmek durumunda kalan öğrenciler, iş yükünü azaltmak amacıyla hatalı hamlelerden kaçınmaya ve bunun için de planlamaya daha fazla zaman ayırma eğiliminde olabilirler. Tasarım odaklı düşünmeyi işe koşan süreçler “böyle yaparsam ne olur?”, “eğer ... olursa ne yapmak gerekir?” sorularını göz önünde bulundurmamak ve önce süreci zihinlerinde oluşturmak durumunda kalmalarını sağlamaktadır (Carroll ve diğ., 2010). Buradan hareketle tasarım odaklı düşünmeye dayalı robotik etkinliklerin ilkökul öğrencilerinin planlamaya ayırdıkları zamanı artırdığı ve bu bulgunun diğer araştırma sonuçlarıyla da desteklendiği söylenebilir. Nitel araştırma bulgularından, öğrencilerin tasarım odaklı düşünmeye dayalı robotik etkinliklerin ayrıntılı düşünme, araştırma yapma, aşamaları önemsemeyi gerektirdiğine ilişkin çıkarımları, planlamaya daha fazla zaman ayırmaya yönelik nicel bulguyu desteklemektedir.

Araştırma bulguları öğrencilerin ilk denemede çözülen sorun sayısına ilişkin ön test ve son test puanlarında deneysel modelden kaynaklanan bir değişim oluşmadığını ortaya koymaktadır. İlk denemede çözülen sorun sayısı, bireylerin ilk planlarının doğruluğunu ölçmektedir (Tustall, 1999). Bu bağlamda tasarım odaklı düşünmeye dayalı robotik etkinliklerin, öğrencilerin ilk planlarının doğruluğunu artıracak bir etki

yaratmadığını söylemek olanaklıdır. Araştırma bulgusundan farklı olarak, La Paglia vd. (2018) Lego Mindstorms kullanımını içeren robotik etkinliklerin planlama becerisi üzerindeki etkisini test ettikleri araştırmalarında, öğrencilerin sorun çözümünde yaptıkları hamle sayılarında azalma olduğunu saptamışlardır. Bu durum tasarım sürecinin zaman alan, aşamalı yapısı sebebiyle çalışan belleği meşgul eden bir etki yaratmasından kaynaklanmış olabilir. Çeşitli araştırmalarda kompleks görevlerin bilişsel yükü artırdığı, artan çalışan bellek istemlerinin bireyin planlama davranışını etkileyerek ilk planlardan çok, eşzamanlı planlama eğilimini tetiklediği, eşzamanlı planlamanın ise çalışan bellek yükünü azalttığı belirtilmektedir (Brown ve Schmitter-Edgecombe, 2020; Davies, 2003; Köstering ve diğ., 2014). Phillips vd. (2001) bireylerin sorunu çözümlenme, alt hedefleri tanımlama ve çözüm üretme, eylem planını değerlendirme süreçlerinin hafıza sınırlılığından etkilendiğini saptamıştır. Doğru planlamanın büyük bir oranda, zihinsel planlamadan çok eşzamanlı planlamaya bağlı olduğu belirtilmektedir (Phillips ve diğ., 2001). Araştırma kapsamında uygulanan robotik etkinliklerin ilk planların doğruluğu üzerinde etkili olamayışı, günlük yaşam deneyimlerimizdeki planlama eğilimimizden de kaynaklanıyor olabilir. Günlük yaşama ilişkin planlamalarımızın anlık durumlara göre değişim göstermekte ve planlarımızı, kararlarımızı eş zamanlı olarak biçimlendirmek durumunda kalmaktayız (Cohen ve Conway, 2007; Phillips ve diğ., 2001). Bu bağlamda araştırma kapsamında yer verilen etkinliklerin süresi, bu genel eğilimi değiştirmeye yetecek düzeyde olmayabilir ve uzun soluklu araştırmalara gereksinim duyulabileceği düşünülebilir. Bununla birlikte La Paglia ve diğ., (2018) tarafından yapılan çalışmada toplam etkinlik süresinin, araştırma etkinliklerinin uygulandığı süreden daha az oluşu nedeniyle, etkinlik süresinin ilk denemede çözülen sorun sayısında bir değişim elde edilemeyeşine ilişkin bu bulguyu açıklamakta yeterli olamayacağı söylenebilir.

Araştırmadan elde edilen veriler, öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrasında üç deneme içinde çözdükleri sorun sayısında deneysel etkinliklerden kaynaklanan %22 oranında bir değişim yaşadıklarını ortaya koymaktadır. Buna göre öğrencilerin üç deneme içinde çözdükleri sorun sayısının, tasarım odaklı düşünmeye dayalı robotik etkinliklerden kaynaklı olarak artış gösterdiği saptanmıştır. Üç deneme içinde çözülen sorun sayısının hataları fark etme ve telafi etme, eylemlerini izleme, dönüt oluşturma ve strateji belirlerken dönütlerden yararlanma becerilerini ölçtüğü belirtilmektedir (Tunstall, 1999). Buna göre tasarım odaklı düşünmeye dayalı robotik etkinliklerin eşzamanlı planlama becerilerini geliştirdiği söylenebilir. Bu durum araştırma kapsamında uygulanan eğitimbilimsel yaklaşımın aşamalı, ardışıklık içeren ve öğrencileri genel bir plan yerine, her aşamadan elde ettikleri deneyime göre bir sonrakini planlamaya yönlendiren yapısından kaynaklanıyor olabilir. Tasarım ve programlama süreçleri öğrencilerin hatalarını test etme, telafi etme ve yeni hamlelerini buna göre planlama eğilimine yönlendirmiş olabilir. Eş zamanlı planlamayı kullanan çocukların planlarına sorunun özelliklerini daha yüksek oranda dahil ettiklerini belirtmektedir (Case, 1985, akt. Tunstall, 1999). Nitekim programlama becerilerinin öz düzenleme, izleme gibi üst bilişsel beceriler ile yüksek düzeyde ilişkili olduğu saptanmıştır (Robertson ve diğ., 2020). Öztürk (2020),

öğrencilerin öz düzenleme becerisi arttıkça, orantısız akıl yürütme becerilerinin de arttığını belirlemiştir. Bu noktada mantıksal düşünme, yargıya varma ve sonuç çıkarma olarak belirtilen akıl yürütme becerisi (Dinçer ve Cantürk Günhan, 2020), öğrencilerin üç deneme içinde çözdükleri sorun sayısındaki artışta işe koştuğu beceriyi temsil ediyor olabilir. Araştırma bulgusunun alanyazındaki diğer araştırma bulgularıyla da uyumlu olduğu söylenebilir. Socratous ve Ioannou (2019) tarafından yapılan çalışmada STEM sınıfında uygulanan robotik etkinliklerin anlam izleme, hata ayıklama stratejileri gibi biliş düzenleme becerileri üzerinde etkili olduğu saptanmıştır. Diğer araştırma sonuçları da dolaylı bir şekilde araştırma bulgusunu destekleyecek şekilde eğitsel robotik ve kodlama etkinliklerinin eleştirel düşünme (Gorakhnath ve Padmanabhan, 2020; Tonbuloglu ve Tonbuloglu, 2019); algoritmik düşünme (Chiazese ve diğ., 2019; Tonbuloglu ve Tonbuloglu, 2019) becerilerini geliştirdiğini ortaya koymaktadır.

Araştırma bulguları, tasarım odaklı düşünmeye dayalı robotik etkinliklerin öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrası planlama becerilerinde %31'lik bir değişime neden olduğunu göstermektedir. Buna göre araştırmanın temel hipotezinin doğrulandığı, tasarım odaklı düşünmeye dayalı robotik etkinliklerin öğrencilerin planlama becerisini geliştirdiği söylenebilir. Bu bulgunun alanyazındaki diğer araştırma bulgularıyla da uyumlu olduğu görülmektedir (Araújo ve Azoni, 2020; Arfé ve diğ., 2020; La Paglia ve diğ., 2018). Mevcut bulgularla uyumlu olmakla birlikte, araştırma bulgumuz tasarım odaklı düşünmeye dayalı robotik etkinliklerin, öğrencilerin planlama becerisini geliştirdiğini ortaya koymaktadır. Bu noktada diğer çalışmalardan farklı olarak robotik etkinliklerin uygulanmasına yönelik pedagojik bir yaklaşımın etkililiğinin, araştırma kapsamında deneysel olarak kanıtlandığını söylemek olanaklıdır.

Araştırma bulguları öğrencilerin planlama zamanı, ilk denemede çözülen sorun sayısı, üç deneme içinde çözülen sorun sayısı ve toplam puan düzeylerinde, kız ve erkek olma durumlarından kaynaklanan bir değişimin olmadığı yönündedir. Bu durum kız ve erkek öğrencilerin uygulama etkinliklerini aynı şekilde deneyimledikleri şeklinde yorumlanabilir. Alanyazındaki diğer araştırma bulguları da cinsiyetin robotik etkinliklere ilişkin performans üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olmadığını göstermektedir (Castro ve diğ., 2018; Sullivan ve Bers, 2016; Taylor ve Baek, 2019). Bu durum araştırma kapsamında benimsenen pedagojik yaklaşımın ve tasarım odaklı düşünme sürecinin kız ve erkek öğrencilerin robotik etkinliklerde kendilerine uygun olan stratejiyi kullanmalarına olanak vermesinden kaynaklanmış olabilir. Angeli ve Valanides (2020) eğitsel robotik etkinliklerde kız ve erkek öğrencilerin farklı stratejiler uygulayarak sürece katıldıklarını saptanmıştır. Bunun yanı sıra araştırma kapsamında etkisi araştırılan robotik etkinlikler tasarım odaklı düşünmeyi işe koşan bir yaklaşımla gerçekleştirilmiş olup, uygulanan modelin her aşaması takım çalışması ve işbirliğini gerektirmektedir. Küçük ve Şişman (2020) tarafından cinsiyetin takım çalışması ve STEM'e yönelik tutum üzerinde etkili bir değişken olmadığı yönündeki araştırma bulgusunun, tasarım odaklı düşünmenin araştırma bulgumuzdaki payını vurguladığını söylemek mümkündür. Eğitsel robotik etkinlikler içerisinde tasarım

boyutu cinsiyetin etkinliklerden yararlanma noktasındaki olası etkisini ortadan kaldırmış olabilir. Bununla birlikte Sullivan ve Bers, (2013) tarafından yapılan çalışmada, robotik görevlerin geneline ilişkin performanslarında kız ve erkek öğrenciler arasında anlamlı bir fark yok iken, mekanik ve kodlama performanslarında farklılık olduğu saptanmıştır. Bu durum eğitsel robotik etkinliklerin verilmesinde uygulanan eğitimbilimsel modelin önemini vurgulamaktadır. Teknik konuları odağa alarak yürütülen ve planlı bir eğitimbilimsel anlayış içermeyen teknoloji transferi işlevi gören etkinlikler, teknik konularda önyargı, kalıp yargı, deneyim eksikliği gibi cinsiyetle ilişkilendirilebilecek değişkenlerin, öğrenme sürecine daha fazla etki etmesine neden olabilir. Gelişimsel cinsiyet olgusuna duyarlı bir robotik öğrenme ortamının, hem kız hem de erkek öğrencilerin pozitif bir öğrenme deneyimi yaşamalarını sağlayacağı belirtilmektedir (Angeli ve Valanides, 2020). Tüm bunlar birlikte değerlendirildiğinde, öğrencilerin planlama becerilerinde cinsiyetten kaynaklanan bir değişimin gözlenmemesi, öğrencilerin öğrenme sürecini cinsiyet açısından eşit şekilde deneyimledikleri şeklinde yorumlanabilir. Bununla birlikte nitel bulgular arasında yer alan robotların dans ettirilebildiği, oyun oynatılabildiğine ilişkin robot algısının öğrencileri şaşırttığına yönelik bulguların tamamı kız öğrencilerin görüşlerinden elde edilmiştir. Bunun yanı sıra robotik etkinliklerde hayal gücünün önemli olduğunu belirten öğrencilerin erkek öğrenciler olması, kız ve erkek öğrencilerin tasarım odaklı düşünmeye dayalı robotik etkinlik sürecine ilişkin farkındalıklarını besleyen boyutların değişiklik gösterebileceğini düşündürmektedir. Nitel bulgulardan takım çalışması temasında yardımlaşmaya, sorun çözme temasında tek doğrunun olmamasına yollamada (atıfta) bulunan öğrencilerin tümünün kız öğrenciler olması dikkat çekicidir. Angeli ve Valanides (2020) robotik etkinliklerde kız öğrencilerin erkek öğrencilerden farklı olarak, daha çok işbirliğine dayalı etkileşimi tercih ettiklerini saptamıştır. Bununla birlikte bu durumun öğrencilerin planlamaya ilişkin becerilerinde ve öğrenme sürecine ilişkin deneyimlerinde cinsiyetten kaynaklanan bir değişim yaratacak düzeyde olmadığını söylemek olanaklıdır. Bu durum yönetsel fonksiyon becerilerini harekete geçiren tasarım odaklı düşünmeye dayalı bir sürecin, öğrenci gereksinim ve beklentilerini cinsiyetten bağımsız olarak karşılayan ve bu yönüyle de üst bilişsel becerileri geliştiren yönünü ortaya çıkarıyor olabilir.

Araştırma kapsamında öğrencilerin tasarım odaklı düşünmeye dayalı robotik etkinlikleri öğrencilerin nasıl deneyimlediklerine yönelik bulgular öğrencilerin robotik konulara yönelik algı ve öz yeterlik inançlarının değiştiğini göstermektedir. Öğrencilerin robotlara ilişkin algılarındaki değişimin kodlama süreciyle bağlantılı olduğu, kodlamanın gerekliliği ve içerdiği aşamalara ilişkin farkındalıklarının arttığı saptanmıştır. Örneğin; öğrencilerin robotlara yönelik söylenen her şeyi yapabildiğine yönelik algıları, kodlayabildikleri her şeyi yapabileceğine yönelik bir algıya dönüşmüştür. Benzer bir bulgu Mayerová vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada da saptanmış, öğrencilerin robotların teknik kapasitesi ve yapabileceklerinin sınırına ilişkin algılarının değiştiği gözlemlenmiştir.

Etkinliklerin mekanik boyutunun kendilerini en çok zorlayan ve en karışık bölüm olarak değerlendirdikleri saptanmıştır. Tatlısu (2020) tarafından ilkökul öğrencileri ile yapılan robotik etkinliğinde de öğrenciler, mekanik parçalarla ilgili görevlerde zorlandıklarını belirtmişlerdir. Takım çalışması boyutu ile ilgili bulgular, robotik gibi zor bir konuyu birbirlerine soru sorarak, yardımcı olarak deneyimlemelerinin öğrenciler için süreci daha eğlenceli duruma getirdiğini; ancak tasarım boyutunda farklı görüşlerin zorlayıcı olduğunu, öğrencilerin projelerini gerçekleştirirken belli rolleri üstlendiklerini göstermektedir. Atmatzidou ve Demetriadis (2014) yaptığı çalışmada öğrencilerin grup çalışmasını sevdiğini ve grup içinde çeşitli rolleri benimsediklerini belirlemiştir. Benzer olarak Durak ve diğ., (2018) tarafından yapılan çalışmada da öğrencilerin robotik etkinliklerdeki grup çalışmalarını yardımlaşma ve paylaşma kavramlarıyla deneyimledikleri saptanmıştır.

Sorun çözme boyutuna ilişkin olarak öğrencilerin araştırma yapma, yaratıcılık ve empatiyi çözüme ulaştırmada yararlı buldukları saptanmıştır. Öğrencilerin araştırma yapma, yaratıcılık ve empatiye ilişkin görüşlerinin ise araştırma kapsamında uygulanan eğitimbilimsel yaklaşımdan; aşamalı düşünme ve hareket etmenin gerekliliğine ilişkin görüşlerinin ise algoritma yazma deneyimlerinden kaynaklandığı söylenebilir. Tatlısu (2020) tarafından yapılan çalışmada da robotik etkinliklerin öğrencileri sorun çözümünde aşamalı düşünmeye yönlendirdiği, sorun çözme yaklaşımlarına etki ettiği saptanmıştır.

Nitel bulgular arasında en dikkat çekici bulgu ise öğrencilerin robotiğe ilişkin farkındalıklarında gözlenen değişimdir. Öğrencilerin etkinlik sonrası robotiğe ilişkin kavram yanlışlarının düzeltilmesi, robotiğe ilişkin imaj ve düşünce kalıplarının değiştiği, daha esnek bir bakış açısıyla robotik teknolojilerine ilgi duymaya başladıkları söylenebilir. Özellikle robotlarla yapılabileceklerle ilişkin bakış açılarının olası kalıp yargılarının ötesine geçecek; bilim ve teknolojiye ilişkin gelecek planlarına yansıtacak şekilde değiştiğini söylemek olanaklıdır. Benzer olarak alanyazında robotik etkinlik sonrası öğrencilerin gelecek kariyer planlarının robotik hedeflerle ilişkilendirildiği araştırma bulguları mevcuttur (Atmatzidou ve Demetriadis, 2014; Tatlısu, 2020). Bu durumun araştırmaya dahil edilen tasarım boyutunun, süreci salt programlama ve mekanikliğin ötesine, günlük yaşama ve çocuk dünyasına yaklaştıran yönünden kaynaklandığı söylenebilir. Bunun yanı sıra öğrencilerin bilgisayar kullanım, kodlama ve robotik becerilerinin geliştiğine yönelik görüş bildirmiş ve gelecek planlarını bu öz yeterlik inançları ile ilişkilendirmişlerdir. Durak vd. (2018) de robotik etkinlik sonrası öz değerlendirmeye ilişkin öğrenci görüşlerinin bilgisayar kullanım, robot tasarlama, programlama kodlarında ortaya çıktığını saptamıştır.

Araştırma sonuçları uygulanan modelin üç deneme içinde çözülen sorun sayısındaki artış ile yorumlanan hata ayıklama, dönütlerden yararlanma, eylemleri izleme becerilerinde artış yarattığını göstermektedir. Bu sonuç genel bir fikir vermekle birlikte, mevcut etkinin bu alt becerilerin hangisinde daha fazla oranda görüldüğüne ilişkin farklı ölçme araçları ile yeni çalışmaların yapılmasını gerektirmektedir. Tasarım odaklı düşünmeye dayalı robotik etkinliklerin planlama

becerisini artırdığı saptanmakla birlikte, araştırma kapsamında aynı yaş grubundaki öğrencilerle çalışılması, yaş faktörünün ve dönemin gelişimsel özelliklerinin ketleme gibi alt becerilere olan örtük etkisini dışlamayı olanaklı kılmamaktadır. Başka çalışmalarda aynı eğitimbilimsel anlayışla geliştirilen robotik etkinliklerin, farklı yaş gruplarındaki etkisi araştırılabilir. Uygulanan etkinliklerin öğrencilerin ilk planlarının doğruluğuna anlamlı bir etkisinin olmayışı, etkinliklerin yarattığı bilişsel yük ve buna neden olan faktörler açısından araştırılabilir. Tasarım odaklı düşünmenin bu sonuçlardaki yalın etkisini görmek için, aynı etkinliklerin tasarım odaklı düşünme basamakları uygulanmadan yürütüldüğü başka bir grupla karşılaştırılmasına ilişkin yeni araştırmalara gereksinim duyulmaktadır.

Bu bağlamda belirtilmesi gereken bir nokta araştırmaya konu olan tasarım odaklı düşünmeye dayalı robotik etkinliklerin ön test son test tek gruplu modelde test edilmesi, karşılaştırma yapmayı olanaklı kılacak başka bir grubun olmayışı bir sınırlılık olarak alınmıştır. Planlama becerisi LKT4 testi ile ölçülmüş olup, elde edilen sonuçlar ölçme aracının planlama becerisini ölçme duyarlık ve yetkinliği ile sınırlıdır. Çalışma grubunda yer alan öğrencilerin planlama becerisine ilişkin ön test puanları denk olup, sürece etki edebilecek sağ eli kullanma, algoritmik düşünme gibi becerilerinin dışlanmamış olması bir sınırlılık olarak kabul edilmektedir..

References

- Alashwal, M. (2020). Design thinking in STEM education: A review. *International Research in Higher Education*, 5(1), 18. <https://doi.org/10.5430/irhe.v5n1p18>
- Alimisis, D. (2012). Robotics in education and education in robotics: shifting focus from technology to pedagogy. *Proceedings of the 3rd International Conference on Robotics in Education*, 9. <https://roboesl.eu/wp-content/uploads/2017/08/Robotics-in-Education-Education-in-Robotics.pdf>
- Amo, D., Fox, P., Fonseca, D., & Poyatos, C. (2021). Systematic review on which analytics and learning methodologies are applied in primary and secondary education in the learning of robotics sensors. *Sensors*, 21(1), 153. <https://doi.org/10.3390/s21010153>
- Angeli, C., & Valanides, N. (2020). Developing young children's computational thinking with educational robotics: An interaction effect between gender and scaffolding strategy. *Computers in Human Behavior*, 105, 105954. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.03.018>
- Anwar, S., Bascou, N., Menekse, M., & Kardgar, A. (2019). A systematic review of studies on educational robotics. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 9(2). <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1223>
- Araújo, G. L. L. de, & Azoni, C. A. S. (2020). Performance of executive functions in adolescents: Study of intervention with educational robotics. *Revista Psicopedagogia*, 37(112), 5-17. <https://doi.org/10.5935/0103-8486.20200006>
- Ardito, G., Czerkawski, B., & Scollins, L. (2020). Learning computational thinking together: effects of gender differences in collaborative middle school robotics program. *TechTrends*, 64(3), 373-387. <https://doi.org/10.1007/s11528-019-00461-8>
- Arfé, B., Vardanega, T., & Ronconi, L. (2020). The effects of coding on children's planning and inhibition skills. *Computers ve Education*, 148, 103807. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103807>
- Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2014). How to support students' computational thinking skills in educational robotics activities. *Proceedings of 4th international workshop teaching robotics, Teaching with Robotics & 5th International Conference Robotics in Education*. Padova: Italy. https://www.terecop.eu/TRTWR-RIE2014/files/00_WFr1/00_WFr1_06.pdf
- Baltacı, A. (2017). Nitel veri analizinde miles-huberman modeli [Miles-huberman model in qualitative data analysis]. *Ahi Evran University Institute of Social*

Sciences Journal, 3(1). <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/318527>

- Bargagna, S., Castro, E., Cecchi, F., Cioni, G., Dario, P., Dell’Omo, M., Di Lieto, M. C., Inguaggiato, E., Martinelli, A., Pecini, C., & Sgandurra, G. (2019). Educational robotics in down syndrome: a feasibility study. *Technology, Knowledge and Learning*, 24(2), 315-323. <https://doi.org/10.1007/s10758-018-9366-z>
- Best, J. R., & Miller, P. H. (2010). A developmental perspective on executive function. *Child development*, 81(6), 1641-1660. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01499.x>
- Brainin, E., Shamir, A., & Eden, S. (2022). Robot programming intervention for promoting spatial relations, mental rotation and visual memory of kindergarten children. *Journal of Research on Technology in Education*, 54(3), 1-14. <https://doi.org/10.1080/15391523.2020.1858464>
- Brown, K. D., & Schmitter-Edgecombe, M. (2020). Effects of initial planning on task execution performance of older adults: a naturalistic assessment paradigm. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 42(1), 1-13. <https://doi.org/10.1080/13803395.2019.1680610>
- Budak, E. Ç., Geçer, A. K., & Topal, A. D. (2021). The Effect of programming with scratch course on reflective thinking skills of students towards sorun solving. *Journal of Learning and Teaching in Digital Age*, 6(1), 72-80. <https://dergipark.org.tr/en/pub/joltida/854205>
- Büyüköztürk, Ş., Çoklu, Ö., & Köklü, N. (2010). *Sosyal bilimler için istatistik [Statistics for the social sciences]. (Second Edition)*. Pegem Akademi Publishing.
- Carroll, M., Goldman, S., Britos, L., Koh, J., Royalty, A., & Hornstein, M. (2010). Destination, imagination and the fires within: design thinking in a middle school classroom. *International Journal of Art & Design Education*, 29(1), 37-53. <https://doi.org/10.1111/j.1476-8070.2010.01632.x>
- Castro, E., Cecchi, F., Valente, M., Buselli, E., Salvini, P., & Dario, P. (2018). Can educational robotics introduce young children to robotics and how can we measure it? *Journal of Computer Assisted Learning*, 34(6), 970-977. <https://doi.org/10.1111/jcal.12304>
- Chevalier, M., Giang, C., Piatti, A., & Mondada, F. (2020). Fostering computational thinking through educational robotics: A model for creative computational sorun solving. *International Journal of STEM Education*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00238-z>
- Chiazzese, G., Arrigo, M., Chifari, A., Lonati, V., & Tosto, C. (2019). Educational robotics in primary school: measuring the development of computational

- thinking skills with the Bebras tasks. *Informatics*, 6(4), 1-12. <https://doi.org/10.3390/informatics6040043>
- Cohen, G., & Conway, M. A. (2007). *Memory in the Real World*. Psychology Press.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2011). *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. SAGE Publications.
- Creswell, J. W., Plano Clark, V. L., Gutmann, M. L., & Hanson, W. (2003). Advanced mixed methods research designs. In A. Tashakkori & C. Tedlie (Eds.), *Handbook of mixed methods in social & behavioral research*. SAGE Publications.
- Crisci, G., Caviola, S., Cardillo, R., & Mammarella, I. C. (2021). Executive functions in neurodevelopmental disorders: comorbidity overlaps between attention deficit and hyperactivity disorder and specific learning disorders. *Frontiers in Human Neuroscience*, 15. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2021.594234>
- Çalışkan, E. (2020). The effects of robotics programming on secondary school students on sorun-solving skills. *World Journal on Educational Technology: Current Issues*, 12(4), 217-230. <https://doi.org/10.18844/wjet.v12i4.5143>
- D'Amico, A., & Guastella, D. (2019). The robotic construction kit as a tool for cognitive stimulation in children and adolescents: The RE4BES protocol. *Robotics*, 8(1), 8. <https://doi.org/10.3390/robotics8010008>
- Das, J. P., & Misra, S. B. (2014). *Cognitive planning and executive functions: applications in management and education*. SAGE Publications.
- Davies, S. P. (2003). Initial and concurrent planning in solutions to well-structured soruns. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 56(7), 1147-1164. <https://doi.org/10.1080/02724980245000061>
- Di Lieto, M. C., Castro, E., Pecini, C., Inguaggiato, E., Cecchi, F., Dario, P., Cioni, G., & Sgandurra, G. (2020). Improving executive functions at school in children with special needs by educational robotics. *Frontiers in Psychology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02813>
- Di Lieto, M. C., Inguaggiato, E., Castro, E., Cecchi, F., Cioni, G., Dell'Omo, M., Laschi, C., Pecini, C., Santerini, G., Sgandurra, G., & Dario, P. (2017). Educational robotics intervention on executive functions in preschool children: A pilot study. *Computers in Human Behavior*, 71, 16-23. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.018>
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64(1), 135-168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Dinçer, B., & Cantürk Günhan, B. (2020). The effects of educational robotics applications on linear equations about algebraic reasoning. *Turkish Journal*

- of *Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 11(2), 492-527.
<https://doi.org/10.16949/turkbilmat.600379>
- Doorley, S., Holcomb, S., Klebahn, P., Segovia, K., & Utley, J. (2018). *Design Thinking Bootcamp Bootleg*. Hasso Plattner Institute of Design.
<https://dschool.stanford.edu/resources/design-thinking-bootleg>
- Durak, H. Y., Yılmaz, F. G. K., & Yılmaz, R. (2018). Robot tasarımı etkinliklerinin programlama öğretiminde kullanılmasıyla ilgili ortaokul öğrencilerinin görüşlerinin incelenmesi [Examining the opinions of secondary school students about the use of robot design activities in programming teaching]. *Ege Journal of Educational Technologies*, 2(2), 32-43.
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/eetd/issue/41971/479400>
- Encarnaçao, P., Alvarez, L., Rios, A., Maya, C., Adams, K., & Cook, A. (2014). Using virtual robot-mediated play activities to assess cognitive skills. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 9(3), 231-241.
<https://doi.org/10.3109/17483107.2013.782577>
- Friedman, S. L., Scholnick, E. K., Bender, R. H., Vandergrift, N., Spieker, S., Hirsh Pasek, K., Keating, D. P., Park, Y., & NICHD Early Child Care Research Network. (2014). Planning in middle childhood: Early predictors and later outcomes. *Child Development*, 85(4), 1446-1460.
<https://doi.org/10.1111/cdev.12221>
- Gomoll, A., Hmelo-Silver, C. E., Šabanović, S., & Francisco, M. (2016). Dragons, Ladybugs, and Softballs: Girls' STEM engagement with human-centered robotics. *Journal of Science Education and Technology*, 25(6), 899-914.
<https://doi.org/10.1007/s10956-016-9647-z>
- Gorakhnath, I., & Padmanabhan, J. (2020). Educational robotics through lego for enhancing critical thinking skill in science. *Journal of Critical Reviews*, 7(19), 1303-1312. <http://www.jcreview.com/?mno=104589>
- Gratani, F., Giannandrea, L., Renieri, A., & Annessi, M. (2021). Fostering students' sorun-solving skills through educational robotics in primary school. In M. Malvezzi, D. Alimisis, & M. Moro (Eds.), *Education in & with robotics to foster 21st-century skills* (pp. 3-14). Springer International Publishing
https://doi.org/10.1007/978-3-030-77022-8_1
- Güven Demir, E., & Öksüz, Y. (2021). Investigation of planning skills in children and adults with the computerized 4-disc version of the tower of London test. *Kastamonu Education Journal*, 29(3), 705-719.
<https://doi.org/10.24106/kefdergi.790903>
- Hayes-Roth, B., & Hayes-Roth, F. (1979). A cognitive model of planning. *Cognitive Science*, 3(4), 275-310. [https://doi.org/10.1016/S0364-0213\(79\)80010-5](https://doi.org/10.1016/S0364-0213(79)80010-5)

- Holm, M. E., Aunio, P., Björn, P. M., Klenberg, L., Korhonen, J., & Hannula, M. S. (2018). Behavioral executive functions among adolescents with mathematics difficulties. *Journal of Learning Disabilities, 51*(6), 578-588. <https://doi.org/10.1177/0022219417720684>
- Jung, S. E., & Won, E. (2018). Systematic review of research trends in robotics education for young children. *Sustainability, 10*(4). <https://doi.org/10.3390/su10040905>
- Juric, L. C., Richards, M. M., Introzzi, I., Andrés, M. L., & Urquijo, S. (2013). Development patterns of executive functions in children. *The Spanish Journal of Psychology, 16*. <https://doi.org/10.1017/sjp.2013.44>
- Kalelioğlu, F. (2015). A new way of teaching programming skills to K-12 students. *Computers in Human Behavior, 52*(C), 200-210. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.05.047>
- Kay, J. S. (2003). Teaching robotics from a computer science perspective. *Proceedings of the 19th Annual Consortium for Computing Sciences in Colleges, USA*. http://elvis.rowan.edu/~kay/papers/ccsce2003/robotics_from_cs_perspective.pdf
- Kazakoff, E. R., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2013). The effect of a classroom-based intensive robotics and programming workshop on sequencing ability in early childhood. *Early Childhood Education Journal, 41*(4), 245-255. <https://doi.org/10.1007/s10643-012-0554-5>
- Khanlari, A. (2013). Effects of robotics on 21st century skills. *European Scientific Journal, 9*(27), 26-36. <https://doi.org/10.19044/esj.2013.v9n27p%25p>
- Kijima, R., Yang-Yoshihara, M., & Maekawa, M. S. (2021). Using design thinking to cultivate the next generation of female STEAM thinkers. *International Journal of STEM Education, 8*(1), 1-15. <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00271-6>
- Knapp, K., & Morton, J. B. (2017). Executive functioning: A developmental cognitive neuroscience perspective. In M.J. Hoskyn, G. Iarocci, & A. R. Young (Eds.), *Executive functions in children's everyday lives: A handbook for professionals in applied psychology* (pp.9-20). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199980864.003.0002>
- Köstering, L., Stahl, C., Leonhart, R., Weiller, C., & Kaller, C. P. (2014). Development of planning abilities in normal aging: Differential effects of specific cognitive demands. *Developmental Psychology, 50*(1), 293-303. <https://doi.org/10.1037/a0032467>

- Küçük, S., & Şişman, B. (2020). Students' attitudes towards robotics and STEM: Differences based on gender and robotics experience. *International Journal of Child-Computer Interaction*. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2020.100167>
- La Paglia, F., Francomano, M. M., Riva, G., & La Barbera, D. (2018). Educational Robotics to develop executive functions visual spatial abilities, planning and sorun solving. *Annual Review of CyberTherapy and Telemedicine*, 16, 80-86. <https://publires.unicatt.it/en/publications/educational-robotics-to-develop-executive-functions-visual-spatia-3>
- Lathifah, A., Budiyanto, C. W., & Yuana, R. A. (2019). The contribution of robotics education in primary schools: Teaching and learning. *AIP Conference Proceedings*, 2194(1), 1-7. <https://doi.org/10.1063/1.5139785>
- Lezak, M. D., Howieson, D. B., Loring, D. W., Fischer, J. S., & Hannay, J. H. (2004). *Neuropsychological assessment*. Oxford University Press.
- Li, Y., Schoenfeld, A. H., diSessa, A. A., Graesser, A. C., Benson, L. C., English, L. D., & Duschl, R. A. (2019). Design and design thinking in STEM education. *Journal for STEM Education Research*, 2(2), 93-104. <https://doi.org/10.1007/s41979-019-00020-z>
- Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: A systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2>
- Marzocchi, G. M., Usai, M. C., & Howard, S. J. (2020). Editorial: Training and enhancing executive function. *Frontiers in Psychology*, 11(2031), 1-3. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.02031>
- Mayerová, K., Kubincová, Z., & Veselovská, M. (2019). Creating activities for after school robotic workshop with Ozobot Evo. *18th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET)*, 1-5. <https://doi.org/10.1109/ITHET46829.2019.8937366>
- Meltzer, L. (2014). Teaching executive functioning processes: promoting metacognition, strategy use, and effort. In S. Goldstein & J. A. Naglieri (Eds.), *Handbook of executive functioning* (pp. 445-473). Guilford Publications. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-8106-5_25
- Menekse, M., Higashi, R., Schunn, C. D., & Baehr, E. (2017). The Role of robotics teams' collaboration quality on team performance in a robotics tournament: robotics teams' collaborative behaviors and team performance. *Journal of Engineering Education*, 106(4), 564-584. <https://doi.org/10.1002/jee.20178>
- Noh, J., & Lee, J. (2020). Effects of robotics programming on the computational thinking and creativity of elementary school students. *Educational Technology Research and Development*, 68(1), 463-484. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09708-w>

- Nourbakhsh, I. R., Hamner, E., Crowley, K., & Wilkinson, K. (2004). Formal measures of learning in a secondary school mobile robotics course. *IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2004. Proceedings. ICRA '04. 2004*, 2, 1831-1836 Vol. 2. <https://doi.org/10.1109/ROBOT.2004.1308090>
- Otterman, D. L., Koopman-Verhoeff, M. E., White, T. J., Tiemeier, H., Bolhuis, K., & Jansen, P. W. (2019). Executive functioning and neurodevelopmental disorders in early childhood: A prospective population-based study. *Child and Adolescent Psychiatry and Mental Health*, 13, 38. <https://doi.org/10.1186/s13034-019-0299-7>
- Öztürk, M. (2020). Öz-düzenleme ile orantısal akıl yürütme arasındaki ilişki: sorun çözmeye yönelik yansıtıcı düşünmenin aracılık rolü [The relationship between self-regulation and proportional reasoning: The mediating role of reflective thinking towards problem solving]. *Education ve Science*, 45(204), 143-155. <https://doi.org/10.15390/EB.2020.8480>
- Passler, M. A., Isaac, W., & Hynd, G. W. (1985). Neuropsychological development of behavior attributed to frontal lobe functioning in children: 1, No 4. *Developmental Neuropsychology*, 1(4), 349-370. <https://doi.org/10.1080/87565648509540320>
- Peretti, G., Villani, D., Marangi, M., Pellizzari, F., Bruno, S. D., Guida, I., Marchetti, A., Riva, G., Rivoltella, P. C., & Massaro, D. (2020). Coding with me: Exploring the effect of coding intervention on preschoolers' cognitive skills. *Annual Review of Cybertherapy and Telemedicine*. 18 (Summer), 153-156. <http://hdl.handle.net/10807/200867>
- Phillips, L. H., Wynn, V. E., McPherson, S., & Gilhooly, K. J. (2001). Mental planning and the Tower of London task. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 54(2), 579-597. <https://doi.org/10.1080/713755977>
- Razzouk, R., & Shute, V. (2012). What is design thinking and why is it important? *Review of Educational Research*, 82(3), 330-348. <https://doi.org/10.3102/0034654312457429>
- Robertson, J., Gray, S., Toye, M., & Booth, J. (2020). The relationship between executive functions and computational thinking. *International Journal of Computer Science Education in Schools*, 3(4), 35-49. <https://doi.org/10.21585/ijcses.v3i4.76>
- Scaradozzi, D., Sorbi, L., Pedale, A., Valzano, M., & Vergine, C. (2015). Teaching robotics at the primary school: an innovative approach. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174, 3838-3846. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.1122>

- Shallice, T. (1982). Specific impairments of planning. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 298(1089), 199-209. <https://www.jstor.org/stable/2395870>
- Shallice, T., & Burgess, P. W. (1991). Deficits in strategy application following frontal lobe damage in man. *Brain: A Journal of Neurology*, 114(2), 727-741. <https://doi.org/10.1093/brain/114.2.727>
- Shute, V. J., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, 22(2017), 142-158. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.09.003>
- Socratous, C., & Ioannou, A. (2019). Using educational robotics as tools for metacognition: an empirical study in elementary stem education. *Immersive Learning Research Network Conference, UK*. 64-75. <https://doi.org/10.3217/978-3-85125-657-4-11>
- Sullivan, A., & Bers, M. U. (2013). Gender differences in kindergarteners' robotics and programming achievement. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(3), 691-702. <https://doi.org/10.1007/s10798-012-9210-z>
- Sullivan, A., & Bers, M. U. (2016). Girls, boys, and bots: gender differences in young children's performance on robotics and programming tasks. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 15, 145-165. <https://doi.org/10.28945/3547>
- Tatlısu, M. (2020). *Eğitsel robotik uygulamalarda sorune dayalı öğrenmenin ilkökul öğrencilerinin sorun çözme becerilerine etkisi* [The effect of problem-based learning on primary school students' problem-solving skills in educational robotics applications], [Master dissertation, Uludağ University] <http://acikerisim.uludag.edu.tr/jspui/handle/11452/15201>
- Taylor, K., & Baek, Y. (2019). Grouping matters in computational robotic activities. *Computers in Human Behavior*, 93, 99-105. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.12.010>
- Tekindal, M., & Uğuz Arsu, Ş. (2020). Nitel araştırma yöntemi olarak fenomenolojik yaklaşımın kapsamı ve sürecine yönelik bir derleme [A review of the scope and process of the phenomenological approach as a qualitative research method]. *Beyond the Horizon Scientific Journal*, 20(1), 153-182. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/uobild/issue/58856/813813>
- Toll, S. W. M., Van der Ven, S. H. G., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. H. (2011). Executive functions as predictors of math learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 44(6), 521-532. <https://doi.org/10.1177/0022219410387302>

- Tonbuloglu, B., & Tonbuloglu, I. (2019). The effect of unplugged coding activities on computational thinking skills of middle school students. *Informatics in Education*, 18(2), 403-426. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eric&veAN=EJ1233542&velang=tr&vesite=eds-live&veauthype=uid,cookie,ip>
- Tunstall, J. (1999). *Improving the utility of the tower of london, a neuropsychological test of planning* [Master dissertation, University of Griffith] <https://doi.org/10.25904/1912/866>
- Van Gompel, K. (2019). *Cultivating 21st century skills: An exploratory case study of design thinking as a pedagogical strategy for elementary classrooms* [Doctoral Dissertation, University of Pepperdine]. 22582555. <https://www.proquest.com/dissertations-theses/cultivating-21st-century-skills-exploratory-case/docview/2275957805/se-2?accountid=35366>
- Voigt, C., Unterfrauner, E., Aslan, T., & Hofer, M. (2019). Design thinking with children: the role of empathy, creativity and self-efficacy. *Proceedings of FabLearn 2019*, 144-147. <https://doi.org/10.1145/3311890.3311912>
- Will, E., Fidler, D., & Daunhauer, L. (2014). Executive function and planning in early development in down syndrome. *International Review of Research in Developmental Disabilities*, 47(2014), 77-98. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800278-0.00003-8>
- Witherspoon, E. B., Schunn, C. D., Higashi, R. M., & Baehr, E. C. (2016). Gender, interest, and prior experience shape opportunities to learn programming in robotics competitions. *International Journal of STEM Education*, 3(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0052-1>
- Zelazo, P., Carter, A., Reznick, J., & Frye, D. (1997). Early development of executive function: a sorun-solving framework. *Review of General Psychology*, 1, 198-226. <https://doi.org/10.1037/1089-2680.1.2.198>

Ethical Declaration and Committee Approval

In this research, the principles of scientific research and publication ethics were followed.

This research was conducted with the permission of Ondokuz Mayıs University Social and Human Sciences Board, dated 27.12.2017 and numbered 2017/ 272-322.

Bu araştırma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulu'nun 27.12.2017 tarihli 2017/ 272-322 sayılı izniyle yürütülmüştür.

Proportion of Author's Contribution

E. G. D. and İ.G. conceived of the presented idea. E.G.D. developed the theory. İ.G. developed experimental application content. E.G.D performed the computations and analytical methods. All authors discussed the results and contributed to the final manuscript.