



www.turkishstudies.net/turkishstudies

Turkish Studies

eISSN: 1308-2140

Research Article / Araştırma Makalesi



Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarına Yönelik Eğitsel Robotik Destekli STEM Kursu

Educational Robotics Supported STEM Course for Prospective Science Teachers

Sinan Çınar*

Abstract: With the rapidly developing science and technology, the increasing number of robotic devices in schools is a very important step for STEM education. On the other hand, the successful and effective use of educational robotic tools in STEM classrooms has become dependent on the interests and knowledge of teachers and teacher candidates. The aim of this study is to develop a robotic assisted STEM course for prospective science teachers and examine its effectiveness. In the study, a single group pretest-posttest quasi-experimental design without control group was used, which is one of the quantitative research designs. The study was conducted with 35 prospective science teachers within the Instructional Technologies and Material Development course. "STEM Questionnaire" and "Using Robotic Technology as a Learning Tool" were applied as pre and post tests as data collection tools. The obtained findings were analyzed descriptively in terms of frequency and percentage and with the dependent t-test method. According to the findings obtained, the robotic supported STEM course contributed to both prospective teachers' constructing the relationship between STEM disciplines in a meaningful way and changing their positive thoughts against the use of robotic tools as a teaching tool in science lessons. On the other hand, at the end of the course, most of the candidates think that they will encounter some obstacles such as cost, time limitation and technical problems during robotic assisted science teaching. In this context, robotic supported STEM education can be carried out as a separate course and classroom applications of educational robotic activities can be applied in "Teaching Practice I-II" courses under the guidance of expert instructors. Due to the Global Covid-19 pandemic, this type of research can be organized as "Mass Open Online Course (MOOC)" studies.

Structured Abstract: Introduction: It is an inevitable fact that the most important factor affecting the successful and effective use of educational robotic tools in classrooms is the role of the teacher. Because even if the classes are equipped with enough or even more robotic tools, it is the teachers who will integrate this technology into the curriculum (Altın & Pedaste, 2013; Khanlari & Kiaie, 2015; Ortiz, 2015). Therefore, teachers should have the knowledge and skills to integrate robotic applications into classrooms. Khanlari (2014), in his study examining teachers' thoughts about using robotic tools as teaching materials in the classroom, emphasized that teachers have some obstacles in integrating robotic applications into classrooms and their most important obstacle is that they lack pedagogical content knowledge about robotics. In this context, it is necessary to organize educational robotics courses for teachers and teacher candidates so that students' robotics education can become more qualified. However, when the national field is analyzed in this direction, there are few studies. Some of these studies reveal teachers' views on educational robotics (Çınar, 2017; Erten, 2019), and another part of them is about robotics for teachers (Erdem; 2019) and teacher candidates (Şişman & Küçük, 2018). teaching course work is seen. Despite the positive results obtained from

* Dr. Öğr. Üyesi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü
Asst. Prof. Dr., Recep Tayyip Erdogan University, Faculty of Education, Department of Elementary Classroom Teaching
ORCID 0000-0002-5208-8986

sinan.cinar@erdogan.edu.tr

Cite as/ Atıf: Çınar, S. (2020). Fen Bilimleri öğretmen adaylarına yönelik eğitsel robotik destekli STEM kursu. *Turkish Studies*, 15(7), 2853-2875. <https://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.43574>

Received/Geliş: 14 May/Mayıs 2020

Accepted/Kabul: 20 October/Ekim 2020

Copyright © MDE, Turkey

Checked by plagiarism software

Published/Yayın: 25 October/Ekim 2020

CC BY-NC 4.0

these studies, studies for teachers and teacher candidates are limited. It can be said that there is a need for studies that examine the educational robotic learning process from different angles. The aim of this study is to reveal the effect of the developed educational robotics supported STEM course on the pre-service science teachers' understanding of the STEM relationship and their views on the use of educational robotic tools in science teaching.

Method

In the study, a single group pretest-posttest quasi-experimental design without control group was used, which is one of the quantitative research designs. Since this study was conducted within the scope of Instructional Technologies and Material Design course, the study group consisted of 37 science teacher candidates (23 girls and 14 boys) studying in the third grade of Science Education at Recep Tayyip Erdoğan University Education Faculty in the fall semester of the 2017-2018 academic year. "STEM Questionnaire" and "Using Robotic Technology as a Learning Tool" were applied as pre -posttests as data collection tools.

Process

This course program was carried out within the Instructional Technologies and Material Design course, which is 4 hours per week, for a total of 36 hours for 9 weeks. Fishertecnic TX and TXT robotic sets were used in this course. The reason for using this set is that it has many parts such as the Fishertecnic set robotic set industrial kit, electrical kit, pneumatic kit, electromagnetic kit, robotic starter kit and robotic competition kit, and that students can easily assemble all these parts and produce a wide variety of models using their creativity (Kee, 2011). The content of the STEM course program developed consists of four parts; (a) Theoretical presentation, b) Engineering Design Process, (c) Programming, (d) Engineering Design Project, e) Integration of Robotics to Science Teaching.

Result and Discussion

The STEM course made an important contribution to the science teacher candidates' understanding of the relationship between STEM disciplines. Pre-service teachers associated science with many disciplines such as mathematics, technology, engineering, physics, chemistry, biology, geography, sports and music, both before and after the course. In addition, the candidates associated science with mathematics, technology and engineering from among these disciplines than first degree. On the other hand, after the course, teacher candidates' close association between science and technology and engineering increased significantly. The STEM diagrams drawn by the pre-service teachers highly support this positive change ($p < .05$). The reason for the occurrence of this positive change is that the candidates participate in "engineering design project", "photosynthesis" and "speed and acceleration" activities in which robotic technology and coding education is integrated into science subjects. According to Bybee (2010), the use of the Engineering Design Process (MTS) method, which is the production process of technology, in science and mathematics lessons, necessitates the use of basic engineering knowledge and skills and the principles of science and mathematics, so it naturally provides the relationship between STEM disciplines. In addition, the robotic supported STEM course contributed to the change in positive opinions of the pre-service teachers towards the use of robotic tools as a teaching tool in science lessons. Before the course, very few pre-service teachers think that robotic technology-supported science teaching will motivate students to participate more in learning activities and students' interest in science, technology, engineering and mathematics disciplines will increase. The reason for this situation is that prospective teachers do not have a concrete experience despite having some ideas about educational robotics (Alimisis 2012). In this context, considering the thoughts of the candidates after the course, it was found that the majority of them had the opinion that educational robotic activities would increase students' interest and motivation towards STEM fields ($p < .05$). In the occurrence of this positive change in teacher candidates' thoughts, the course provides the candidates with both knowledge and skills about using and designing robotic technology, as well as gaining knowledge and skills to integrate this knowledge and skill into science teaching. Another important reason why the course is effective in changing the candidates' thoughts about educational robotics positively is that the course is carried out for a long time and in a rich environment in material care. When the literature is examined, it is seen that such applications are limited to short-term and limited materials, learning the science of robotics, that is, the use and design of robotic materials (Chen & Chang, 2018). On the other hand, as a striking result, pre-service teachers continue to think that they will encounter some obstacles such as cost, time limitation and technical problems during educational robotic assisted science teaching after the course ($p > .05$). Educational robotic activities can be

carried out under the guidance of expert lecturers in " Teaching Practice I-II " courses in order to improve the prospective teachers' opinions about the feasibility of robotic assisted science teaching

Keywords: Science education, STEM education, Educational robotics, Prospective teacher, Pre-service education

Öz: Hızla gelişen bilim ve teknoloji ile birlikte okullarda robotik araçların sayısının gittikçe artması, STEM eğitimi için oldukça önemli bir adımdır. Diğer taraftan STEM sınıflarında eğitsel robotik araçların başarılı ve etkin bir şekilde kullanılması öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının ilgilerine ve bilgilerine bağımlı hâle gelmiştir. Bu çalışmanın amacı fen bilimleri öğretmen adaylarına yönelik robotik destekli STEM kursu geliştirmek ve etkililiğini incelemektir. Araştırmada nicel araştırma desenlerinden biri olan tek grup öntest-sontest kontrol grupsuz yarı deneysel desen kullanılmıştır. Çalışma Öğretim Teknolojileri ve Materyal Geliştirme dersi bünyesinde 35 fen bilimleri öğretmen adayı ile yürütülmüştür. Veri toplama aracı olarak “STEM Anketi” ve “Öğrenme Aracı Olarak Robotik Teknoloji Kullanma Görüş Anketi” ön ve son test olarak uygulanmıştır. Elde edilen bulgular betimsel olarak frekans ve yüzde şeklinde ve bağımlı t-testi yöntemi ile analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre robotik destekli STEM kursu hem öğretmen adaylarının STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi anlamlı bir şekilde yapılandırmasına hem de robotik araçların fen bilimleri dersinde bir öğretim aracı olarak kullanılmasına karşı pozitif yönde düşüncelerinin değişmesine katkı sağlamıştır. Diğer taraftan kurs sonunda adayların çoğunluğu robotik destekli fen öğretimi sırasında maliyet, zaman sınırlılığı ve teknik problemler gibi birtakım engeller ile de karşılaşacaklarını düşünmektedir. Bu bağlamda robotik destekli STEM eğitimi ayrı bir ders olarak yürütülebilir ve eğitsel robotik etkinliklerin sınıf uygulamaları “Öğretmenlik Uygulaması I-II” derslerinde uzman öğretim elemanları rehberliğinde uygulanabilir. Küresel Covid-19 pandemisi nedeniyle bu tür araştırmalar “Kitlelesel Açık Çevrimiçi Kurs (MOOC)” çalışmaları şeklinde düzenlenebilir.

Anahtar Kelimeler: Fen bilimleri eğitimi, STEM eğitimi, Eğitsel robotik, Öğretmen adayı, Hizmet-öncesi eğitim

Giriş

Öğrenme yaklaşımlarında ortaya çıkan değişimler öğretim sürecinde gerçekleştirilen etkinliklere de yansımış ve yapılandırmacı öğrenme yaklaşımıyla öğrencilerin çevreyle etkileşimi yoluyla bilgiyi kendilerinin yapılandırmalarını sağlayacak öğrenme ortamlarının oluşturulması ön plana çıkmıştır (Şişman ve Küçük, 2018). Bu öğrenme ortamlarının oluşturulmasında günümüz çocuklarının yaşadıkları ortamda bulunan akıllı oyuncaklar, akıllı saatler, akıllı telefonlar, akıllı buzdolapları, akıllı otomobiller ve akıllı evler göz önüne alındığında robotik uygulamaların kullanılması bir gereklilik olarak ortaya çıkmıştır. Ayrıca eğitim teknolojilerindeki güncel eğilimleri ortaya koyan New Media Consortium isimli kuruluşun 2017 yılı raporunda, günümüz okullarının hızla gelişen bilim ve teknolojiye ayak uydurması için robotik teknolojinin eğitim ortamlarında her geçen yıl daha fazla yer alacağı belirtilmiştir (Freeman, Jaeger & Brougham, 2004).

Aslında robotik teknolojinin eğitime entegrasyonu çalışmaları 80’li yılların başında ortaya çıktığı söylenebilir. 1980 yılında Seymour Papert, LEGO firması için logo yazılım dilini oluşturmuş ve 1987 yılında ise ilk mikro işlemcili (Lego tuğlası) Lego Mindstorm eğitsel robotik seti geliştirilmiştir. 90’lı yılların sonuna kadar neredeyse genç öğrenciler için mevcut olan tek eğitsel robotik araç bu kit olmuş ve okullarda kullanılmıştır (Hadjichilleos, Avraamidou & Papastavrou, 2013). Özellikle Lego eğitsel robotik araçların eğitim alanında kullanımı üzerine yapılan çalışmalarla, robotik biliminin okul öncesinden lisansüstü okula kadar her düzeyde mühendislik ve fen eğitiminin doğasını önemli ölçüde etkileme potansiyeline sahip olduğunun keşfedilmesiyle birlikte eğitimde robotik araçların kullanımına karşı ilgi giderek artırmıştır (Benitti, 2012). 2000’li yıllardan sonra bu sektöre ilgi giderek büyümüş ve bunun sonucunda VEX, Lego, Fishertecnic, Arduino gibi eğitsel robotik araçlar okullarda bir öğrenme nesnesi veya bir öğrenme

aracı olarak yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır (Alimisis & Kynigos, 2009; Cameron, 2005).

Eğitsel robotik uygulamalar fen, teknoloji ve mühendisliğin iş birliğiyle ortaya çıkmış olduğundan, disiplinler arası bir doğası da vardır. Çocuklar robotik uygulamalar sayesinde dişliler, manivelalar, motorlar, ısı ve renk sensörleri gibi teknoloji ve mühendislik soyut kavramlarının gerçek yaşamda uygulayarak somut bir şekilde keşfedebilirler. Bu araçlarla projelerini tasarlarlarken sıkıcı ve sönük yöntemlerle öğretilen STEM kavramlarını eğlenceli ve yaratıcı bir şekilde öğrenebilirler (Bers & Portsmore, 2006; Whitehead, 2010). Örnek olarak bu robotik uygulamalar sayesinde öğrenciler fen öğretiminde yer alan dişliler ve dişli oranı, dönen dişlinin yönetimi, tork, hız ve ivme, döngü, kaldıraç, denge, kaldırma kuvveti, hareket kanunları, elektrik akımı, seri ve paralel bağlama, ohm kanunu, ısı ve sıcaklık gibi konuları öğrenebilirler. Diğer taraftan bu araçlar matematik öğretiminde yer alan oran-orantı, tam sayılar, karekök, cebir eşitlikleri, trigonometri, ölçme, tahmin etme ve geometri ile ilgili problemlerin çözümlerinde de kullanılabilir (Stripling & Simmons, 2016). Ayrıca robotik uygulamalar malzemeleri birbirine monte etme gibi el becerisi de gerektirdiğinden öğrenciler problem çözme becerilerini uygulama, göz-el koordinasyonu ve ince motor becerileri gibi becerilerini de geliştirebilirler (Bers, Flannery, Kazakoff & Sullivan, 2014). Örnek olarak; Grubbs ve Strimel (2015), robotik destekli elektrik konusunun öğretiminin ortaokul öğrencilerinin yaratıcılık, problem çözme becerileri gibi STEM becerilerini geliştirmekle kalmayıp, aynı zamanda elektron akışını, seri ve paralel devre kavramalarını anlamlı bir şekilde öğrendiğini ve cebirsel denklemler kurma yeteneklerinin geliştiğini tespit etmiştir. Koç (2012) araştırmasında, ortaokulda kuvvet ve hareket konusunun öğretimi için robotik destekli yapılan deneylerin, öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ile fen dersine yönelik motivasyonunu artırdığını tespit etmiştir. Atmatzidou ve Demetriadis (2016) ise robotik etkinliklerin ilkökul öğrencilerinin problem çözme ve bilişsel düşünme gibi becerilerinin etkili bir şekilde geliştiğini, eğlendirici ve yaratıcı bir eğitim çerçevesi oluşturulduğunu ortaya çıkarmıştır. Özdoğru (2013) araştırmasında, fiziksel olaylar öğrenme alanının öğretimine yönelik eğitsel robotik etkinliklerin ortaokul öğrencilerinin akademik başarı, bilimsel süreç becerileri ve fen dersine karşı tutumlarını geliştirdiğini tespit etmiştir. Şişman ve Küçük (2018), ilkökul öğrencilerine yönelik gerçekleştirdikleri robotik öğretimi sonucunda, öğrencilerin öğrenme ortamını eğlenceli bulduklarını ve hayal güçlerinin geliştiğini belirlemiştir.

Okullara eğitsel robotik araçların istihdam edilmesi, STEM eğitimi için oldukça önemli bir adımdır. Fakat robotik aktivitelerin STEM müfredat amaçları ile ilişkilendirilmesi sınıfta STEM eğitimi için eğitsel robotik uygulamaların faydalarını daha çok genişletecektir (Bennetti, 2012). Otuz yılı aşkın süredir, sınıflarda robotik araçların bir öğrenme materyali olarak kullanımı teşvik edilmesine rağmen ortaokul sınıflarında robotik uygulamaların ortaokul müfredatı ile bütünleşmesini görmek oldukça zordur veya nadirdir. Son zamanlarda STEM programları içerisine robotik uygulamalar entegre edilmeye başlanmıştır (Eguchi, 2016). Türkiye’deki 2018 yılında Millî Eğitim Bakanlığınca yapılan değişiklikler ile “fen eğitiminde bilim ve mühendislik uygulamaları” olarak öğretim programlarına eklenmiştir. Fakat yenilenen fen bilimleri öğretim programında kodlama, robotik gibi yeni teknolojik alanlar entegre etmek yerine, bu tür uygulamaları Teknoloji ve Tasarım müfredatına ve Bilişim Teknolojileri ve Yazılım öğretim programına robotik bilimini öğrenme anlayışıyla yerini almıştır. Birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de disiplinler ders öğretimi anlayışı olduğundan, doğal olarak fen bilgisi öğretiminde eğitsel robotik uygulamaların yapılması fen bilgisi öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının ilgilerine ve bilgilerine bağımlı hâle gelmiştir. Bu durumda STEM eğitiminin başarısı için öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yönelik eğitici robotik kurs çalışmalarının yapılması gerekmektedir (Jormanainen, Zhang, Kinshuk & Sutinen, 2007). Ayrıca araştırmalar robotik öğreniminin öğretmenlerin bilimsel araştırmalar yapmaya motive ettiğini (Hadjichilleos et al., 2013), programlama öğrenmeye ve öğretmeye yönelik özgüven oluşturduğunu (Jaipal-Jamani & Angeli, 2017; Kay, Moss, Engelman & McKlin, 2014), robotiğin öğretimine yönelik pedagojik inançlarını artırdığını (Alimisis, 2012;

Ortiz, Bos & Smith, 2015), STEM'e yönelik tutumlarını artırdığını (Kay et all., 2014; Kim, Kim, Yuan, Hill, Doshi & Thai, 2015; Sullivan & Moriarty, 2009) ve STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi kavramlarına önemli bir katkı (Erdem, 2019) sağladığını göstermektedir. Bu durumda robotik uygulamalar öğretmenlerin STEM eğitimine karşı ilgi duymasını sağlayan ve STEM öğrenme ve STEM öğretimine girmesini sağlayan etkili bir araç olduğu söylenebilir.

Problem Durumu

Sınıflarda eğitsel robotik araçların başarılı ve etkin bir şekilde kullanılmasını etkileyen en önemli faktörün öğretmenin rolü olduğu kaçınılmaz bir gerçektir. Çünkü sınıflar yeteri kadar ve hatta gereğinden fazla robotik araçlar ile donatılmış olsa bile bu teknolojiyi öğretim programına entegre edecek olan kişi öğretmenlerdir (Altın & Pedaste, 2013; Khanlari, 2014; Khanlari & Kiaie, 2015; Kim et all., 2015; Ortiz, 2015). Bu yüzden öğretmenlerin robotik uygulamaları sınıflara entegre edebilecek bilgiye ve beceriye sahip olması gerekmektedir. Bu durumu destekleyici nitelikte olan Khanlari (2014), öğretmenlerin sınıflarda robotik araçları öğretim materyali olarak kullanma ile ilgili düşüncelerini incelediği çalışmasında, öğretmenlerin robotik uygulamaları sınıflara entegre etmede birtakım engellere sahip olduklarını ve en önemli engeline robotik hakkında pedagojik alan bilgisi yoksunu olduklarını vurgulamıştır.

Bu bağlamda eğitsel robotik uygulamaların STEM bağlamında önemli bir yere sahip olduğu Avrupa ülkelerindeki araştırmalar incelediğinde, öğretmen ve öğretmen adayları için öğrenme nesnesi olarak robotiğin öğretildiği “eğitimde robotik” kurslarının (Demo, Moro, Pina & Arlegui, 2012; Kay et all., 2014; Kim et all., 2015; Perritt, 2010) ve disiplinlere ait kavramların ya da eğitsel kazanımların öğretilmesi için robotiğin araç olarak kullanıldığı “eğitim için robotik” kurslarının yer aldığı dikkat çekmektedir (Alimisis & Kynigos, 2009; Sullivan & Moriarty, 2009; Alimisis, 2012; Kim et all., 2015). Örnek olarak; Sullivan ve Moriarty (2009), robotik uygulamaların yer aldığı bir profesyonel gelişim kursunun, ortaokul ve lise öğretmenlerinin öğretimde robotik uygulamalar hakkında düşüncelerine etkisini incelemiş ve kurs sonucunda öğretmenlerin robotik destekli keşif tabanlı öğrenme yöntemi ile öğrenci öğrenme ihtiyaçlarını karşılayabileceklerinin farkına vardıklarını tespit etmiştir. Alimisis (2012), fen bilimleri öğretmenlerinin robotik uygulamaların fen bilimleri dersine entegrasyonunu sağlamak için yapılandırmacı yaklaşıma dayalı kurs geliştirmiş ve kurs sonucunda, öğretmenler tarafından kullanılan yeni öğretim yöntemlerinin öğrenci bilgisini ve akademik performansını artırdığını ortaya çıkarmıştır. Başka bir çalışmada ise Kim ve diğerleri (2015), sınıf öğretmen adaylarının robotik uygulamaların fen bilimleri ve matematik dersine entegrasyonunu sağlamak için probleme dayalı kurs geliştirmiş ve kursun adayların eğitsel robot kullanma bilgi ve becerilerinin arttığı sonucuna varmıştır. Ortiz, Bos ve Smith (2015) ise mühendislik tasarım süreci, programlama, matematiksel bağlantılar ve probleme dayalı öğrenme konularının yer aldığı kurs programı geliştirmişler ve bu kursun aday öğretmenler ve hizmet-içi öğretmenler üzerindeki etkililiğini incelemişlerdir. Araştırma sonunda, öğretmen ve öğretmen adaylarının robotları başarıyla programlayabildiklerini ve robotik uygulamalara dayalı STEM öğretime karşı düşüncelerinin pozitif yönde değiştiğini tespit etmişlerdir.

Türkiye'deki alan yazın incelediğinde ise çalışmaların neredeyse tamamının ortaokul düzeyinde veya ortaokul öğrencilerine yönelik olarak yapıldığı görülmüştür (Çayır, 2010; Dönmez, 2017; Eraslan, Koç, Kılınç ve Böyük, 2013, Kılınç, Koç, Eraslan ve Böyük, 2013; Koç, 2012; Özdemir, Karaman, Özgenel, ve Özbolat, 2015; Özdoğru, 2013; Ramli, Yunus, ve Ishak, 2011). Örnek olarak; Çayır (2010), yaptığı çalışmada robotik araçlar ile desteklenmiş öğrenme ortamının ortaokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerisi ve benlik algısı üzerindeki etkilerini incelemiştir. Koç (2012) robotik destekli fen ve teknoloji laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine ve fen dersine karşı tutumuna etkisini incelemiştir. Eraslan ve diğerleri (2013) üstün zekâlı öğrencilerin fen öğretiminde robot teknolojisinin kullanımına yönelik olumlu görüşlerini araştırmıştır. Diğer bir çalışma da Özdoğru (2013) fiziksel olaylar öğrenme alanının

öğretiminde eğitsel robotik etkinlikler geliştirerek ortaokul öğrencilerinin akademik başarı, bilimsel süreç becerileri ve fen dersine karşı tutumlarını incelemiştir.

Öğrencilerin robotik eğitimlerinin daha nitelikli bir konuma gelebilmesi için öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yönelik eğitici robotik kursların da düzenlenmesi gerekmektedir. Fakat ulusal alan yazın bu doğrultuda analiz edildiğinde çok az çalışma bulunduğu ve bu çalışmaların bir kısmının öğretmenlerin eğitsel robotik hakkında görüşlerini ortaya çıkarma (Çınar, 2017; Erten, 2019; Göncü, Çetin ve Top 2018) diğer bir kısmının da öğretmen (Erdem; 2019) ve öğretmen adaylarına (Şişman ve Küçük, 2018) yönelik robotik bilimi öğretimi kurs çalışmalarının olduğu görülmektedir. Yapılan bu çalışmalardan elde edilen olumlu çıktılara rağmen öğretmen ve öğretmen adaylarına yönelik çalışmaların sınırlı olduğu, eğitsel robotik öğrenme sürecini farklı açılardan inceleyen çalışmalara ihtiyaç olduğu söylenebilir. Özellikle öğretmen adaylarına yönelik gerçekleştirilen çalışmalar eğitsel robotik öğrenmeye ve gelecekteki öğrencilerine nasıl öğretmeleri gerektiğine yönelik öneriler sunulmasını sağlayabilir. Bu doğrultuda çalışmanın amacı geliştirilen eğitsel robotik destekli STEM kursunun fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM ilişkisini anlamasına ve eğitsel robotik araçların fen bilimleri öğretiminde kullanılması ile ilgili görüşlerine etkisini ortaya çıkarmaktır.

Bu bağlamda araştırmanın alt problemleri; geliştirilen STEM kursunun

1. Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM ilişkisini anlamasına etkisi nedir?
2. Fen bilimleri öğretmen adaylarının eğitsel robotik araçların fen bilimleri öğretiminde kullanılması ile ilgili görüşlerine etkisi nedir?

Yöntem

Bu çalışmada nicel araştırma desenlerinden biri olan tek grup öntest-sontest kontrol grupsuz yarı deneysel desen kullanılmıştır. Bu araştırma desenin kullanılma sebebi, sınırlı sayıda değişkenleri incelemek yerine tek bir değişkeni derinlemesine incelenmek, ortamdaki verileri sistematik bir biçimde toplamak ve elde edilecek ürün sayesinde gelecekteki araştırmalar için nelere odaklanmanın gerektiğinin anlaşılmasını sağlamaktır (Büyüköztürk, 2007). Çalışmada bağımsız değişken olan eğitsel robotik destekli STEM kurs eğitim sürecinin bağımlı değişkenler olan öğretmen adaylarının STEM ilişkisini anlaması ile öğretim aracı olarak fen bilimleri dersinde kullanmasına ilişkin görüşlerine etkileri incelenmeye çalışılmıştır. Yarı deneysel desenin amacı da deneysel desenle aynıdır. Aralarındaki farklılık, yarı deneysel desende, deney gruplarının tesadüfen değil de belli ölçütlerde seçilmesidir (Ekiz, 2003; Karasar, 2012). Bu araştırma Öğretim Teknolojileri ve Materyal Tasarımı [ÖTMT] dersi bünyesinde yürütüldüğünden çalışma grubunu 2017-2018 eğitim-öğretim yılı güz yarıyılında Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği üçüncü sınıfta öğrenim gören 37 fen bilimleri öğretmen adayı (23 Kız ve 14 Erkek) oluşturmuştur.

STEM Eğitimi Kurs Programı

Bu kurs programı haftalık ders saati 4 saat olan Öğretim Teknolojileri ve Materyal Tasarımı dersi bünyesinde 9 hafta boyunca toplam 36 saatte yürütülmüştür. Bu kurs içerisinde Fishertecnic TX ve TXT robotik setleri kullanılmıştır (Şekil 1). Kursta bu eğitsel robotik setin kullanılma sebebi; ilk olarak Fishertecnic, LEGO ve VEX robotik setler ile birlikte okullarda yaygın olarak kullanılan bir robotik seti olmasıdır (Butting, Konar, Rumpe and Wortmann 2018). İkinci olarak Fishertecnic robotik seti sanayi kiti, elektrik kiti, pnömatik kiti, elektromanyetik kiti, robotik başlangıç kiti ve robotik yarışma kiti gibi çok çeşitli detaylı parçalara sahip olması ve öğrencilerin yaratıcılığını kullanarak bütün parçaları birbirine kolaylıkla monte edebilmeleri ve çok çeşitli modeller üretilenmeleridir (Karim, Lemaignan ve Mondada, 2015; Kee, 2011).



Geliştirilen STEM kurs programının içeriği dört bölümden oluşmaktadır; (a) Teorik sunum, b) Mühendislik Tasarım Süreci, (c) Programlama, (d) Mühendislik Tasarım Projesi, e) Robotiğin Fen Bilgisi Öğretimine Entegrasyonu. Geliştirilen STEM kursunun aşamaları ve içeriği Tablo 1’de sunulmuştur.



Şekil 1. Robotik uygulamalar yapan öğretmen adayları

Tablo 1. STEM Kursun Aşamaları ve İçeriği

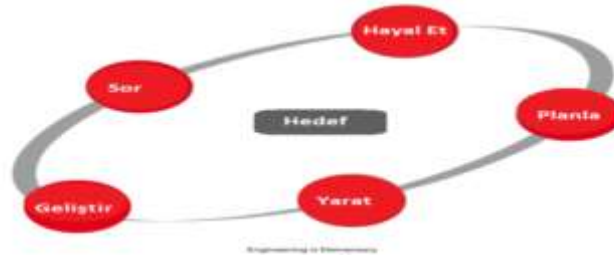
Program aşamaları	İçerik	Saat
Teorik	Proje tanımı	4 saat
	Eğitimde Robotik uygulamalar,	
	Disiplinler Arası STEM Eğitimin Doğası,	
Mühendislik Tasarım Süreci	Mühendislik Tasarım Süreci.	4 saat
	Mühendislik Tasarım Problemi: Köprü Tasarımı	
	Mühendislik Tasarım Problemi: Roller Coaster Tasarımı	4 saat
Kodlama	Robotik tasarım malzemelerini tanıma;	4 saat
	Atlı Karınca Tasarımı	

	Digital ve Analog Sensör tanıtımı;	4 saat
	Sergi salonu Tasarımı	
Mühendislik Tasarım Projesi	Mühendislik tasarım problemi	4 saat
	Fotosentez	4 saat
Robotiğin Fen	Hız ve İvme	4 saat
Bilgisi Öğretimine	Ders planı Geliştirme	4saat
Entegrasyonu		
Sergi	Sergi	---

STEM kursunda yer alan aşamaların içeriği;

Teorik Sunum aşaması: Kurs başlangıcında adaylar robotik konusunda farklı deneyime sahip olduğundan, heterojen olarak beş kişiden olmak üzere yedi öğrenci grubu oluşturulmuş ve tüm gruplara projenin amacı hakkında bilgi verilmiştir. Daha sonra robotik teknolojiye karşı pozitif bir tutum ve öğretimde kullanılabilirliği konusunda olumlu bir görüş oluşturmak için dünyada eğitim alanında robotik uygulamaların kullanımı ile ilgili örnekler (akran öğretimi, öğretmen ve öğretim materyali) sunulmuş ve STEM eğitimi hakkında bilgiler verilmiştir.

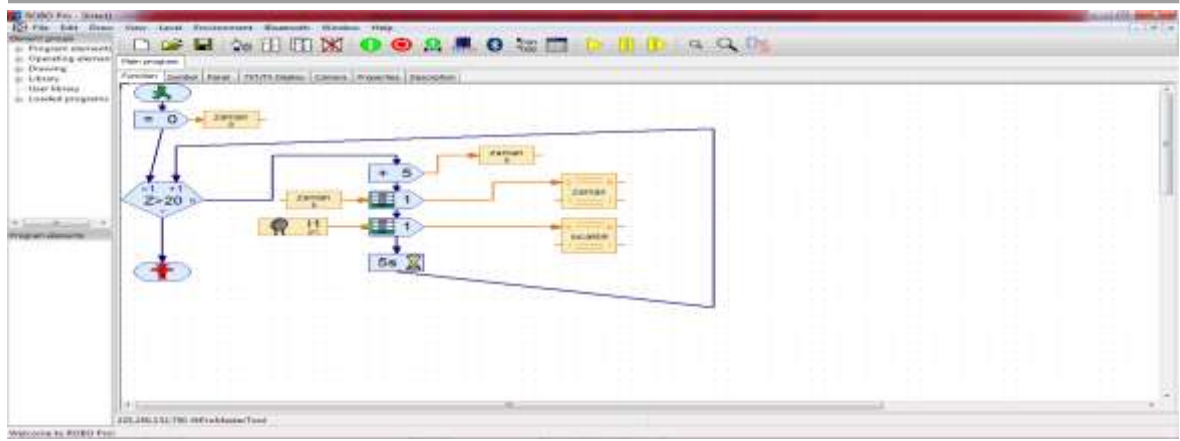
Mühendislik Tasarım Süreci aşaması: Bu bölümde STEM eğitiminde birçok disiplinin birbirine entegrasyonunu sağlayan Mühendislik Tasarım Süreci [MTS] yöntemi hakkında bilgi verilmiştir. Alan yazında yer alan çeşitli aşamalar ve döngüsel veya lineer şekilde olan MTS yöntemleri tanıtılmıştır. Bu kursta robotik araçlar ile uygulamalar yapılırken, Amerika’da Boston Bilim Müzesi tarafından geliştirilen “Engineering is Elementary-EİE, Mühendislik Temeldir” proje kapsamında anaokulu, okul öncesi, ilköğretim ve ortaöğretim düzeyinde öğrenci ve öğretmenlere mühendislik tasarımı öğretmek için kullanılan beş basamaklı MTS yöntemi kullanılmıştır (Şekil 2)



Şekil 2: MTS yönteminin basamakları

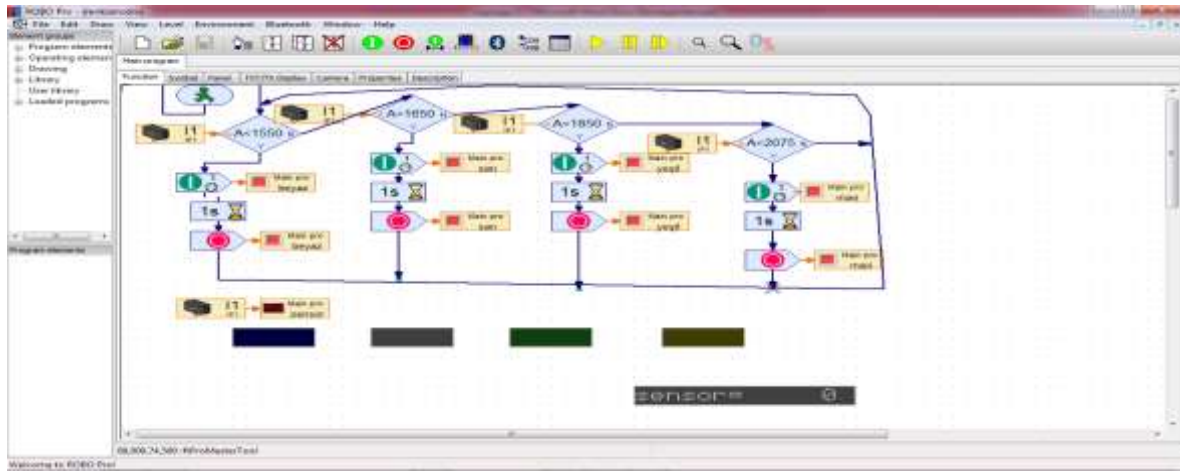
Katılımcı adayların, MTS yönteminin aşamalarını daha iyi öğrenmeleri için adaylar kendilerine sunulan iki tasarım problemini “Köprü tasarlama” ve “Roler coaster tasarlama” MTS yöntemini kullanarak üç boyutlu modeller geliştirmiş ve sınıfta sunmuşlardır.

Kodlama aşaması: Bu bölümde öğretmen adaylarına Fishertecnic TX ve TXT robotik kitleri malzemeleri; anahtar, lamba, led, motor, adım sayar motor, fotosel, transistör, iz sensörü, renk sensörü, ısı sensörü, mesafe sensörü, fotoresistor tanıtılmış ve ana kartın kısımları ayrıntılı olarak sunulmuştur. Ayrıca tüm malzemelerin ana karta nasıl bağlanacağı gösterilmiş ve malzemelerin ana kart üzerinden çalıştırılması için gerekli akış şeması yazımının nasıl yapılacağı temel ve ileri seviyede öğretilmeye çalışılmıştır. Kodlama bölümünde öğretmen adaylarının sensör ve motor simgelerini kullanarak oluşturdukları akış şemaları; örnek olarak, her beş dakikada bir ortamın sıcaklığını ölçen ısı sensörünün akış şeması Şekil 3’deki gibidir;



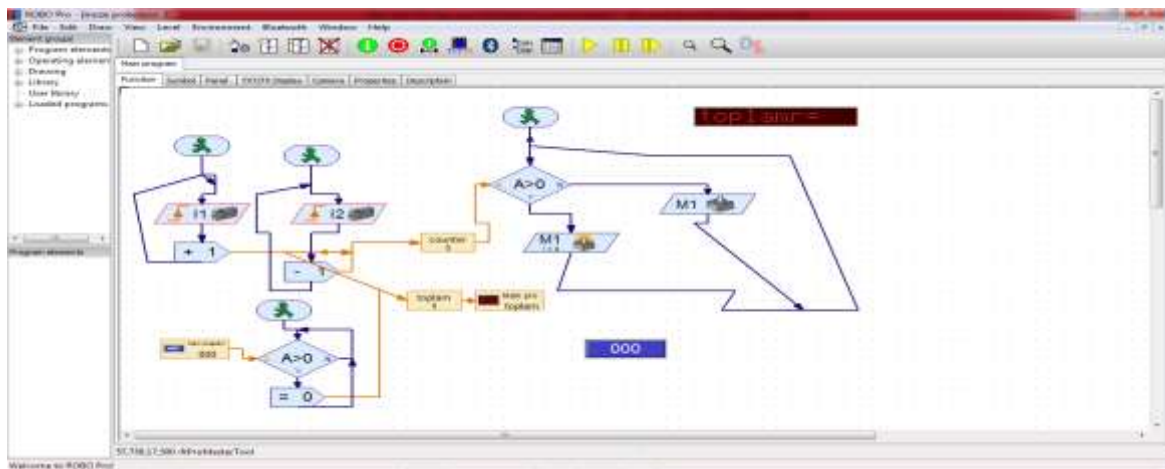
Şekil 3: Isı sensörünün akış şeması

Bir başka örnek ise Şekil 4’te görülen, kendisine gösterilen rengi algılayan renk sensörü akış şemasıdır.



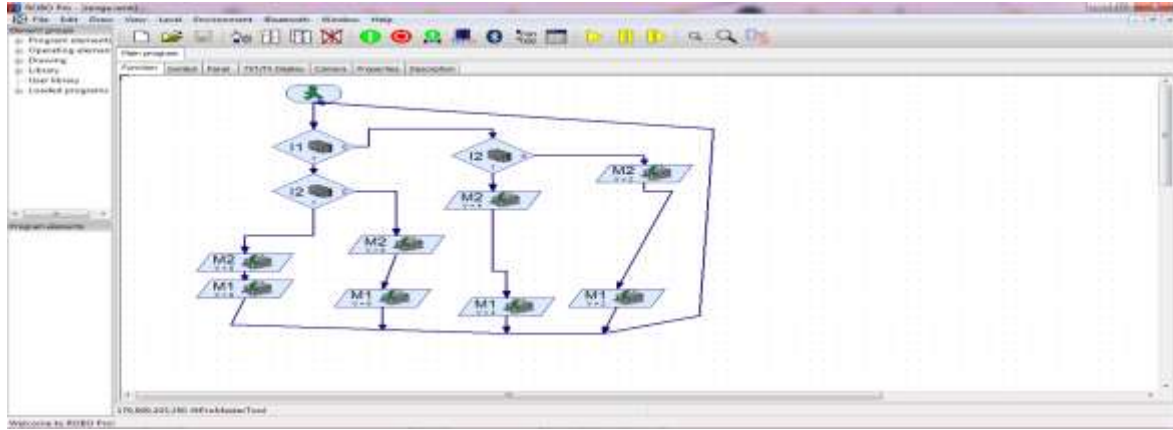
Şekil 4: Renk sensörünün akış şeması

Ayrıca tüm bu sensör, motor ve ana kartın nasıl çalıştığını daha iyi öğrenmeleri için öğrencilerden, “Sergi Salonu” etkinliği altında bir sergi salonunu günlük ziyaret eden kişi sayısını hesaplayabilen ve içeride birisi kaldığı zaman ikaz verecek bir akış şeması tasarlamaları istenmiştir. Örnek program Şekil 5’de verilmiştir.



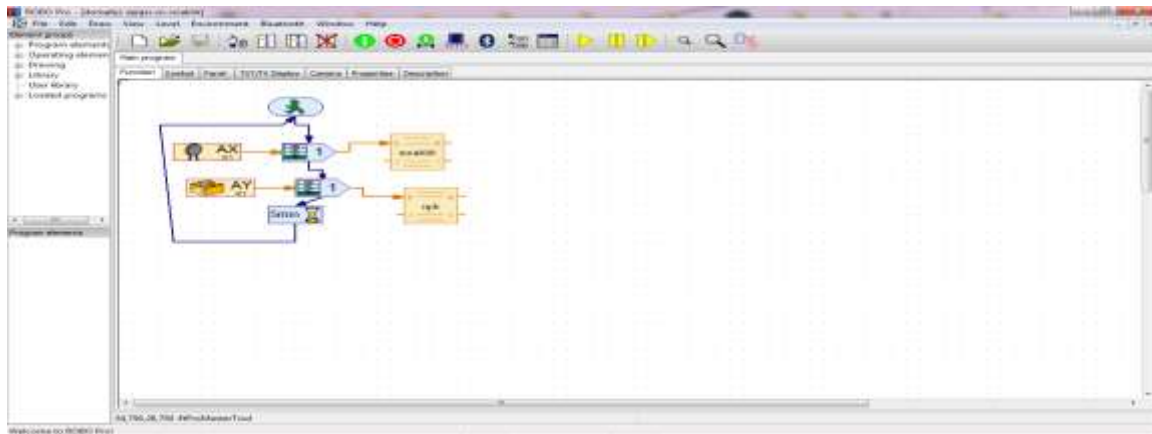
Şekil 5: Sergi salonu tasarımının akış şeması

Mühendislik Tasarım Projesi aşaması: Adaylardan, bu aşamada kendi belirledikleri bir probleme yönelik olarak bir akış şeması yazmaları ve üç boyutlu modellerini geliştirmeleri istenmiştir. Bu aşamada her bir öğretmen adayı, fen bilimleri öğretim programı ile ilişkili olarak bir konu veya sorun tespit edip ona yönelik olarak akış şemasını yazmış ve robotik malzemeleri kullanarak modellerini inşa etmiştir. Örnek olarak; bir grup öğrenci adayı, iz sensörü kullanarak siyah cisimlerin ışığı absorbe ettiği ve beyaz cisimlerin yansıttığı konusyla ilgili bir akış şeması geliştirmişlerdir. Şekil 6'daki programda robotik model iz sensörünü kullanarak siyah bandı takip ederek ulaşacağı yere gitmektedir.



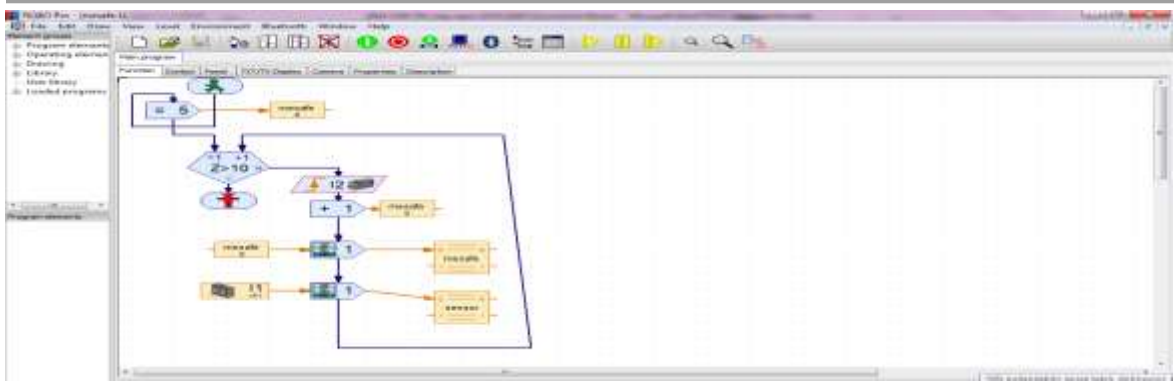
Şekil 6: İz sensörünün akış şeması

Robotiğin Fen Bilimleri Entegrasyonu aşaması: Bu kısımda öğretmen adayları, fotosentez ve ışık enerjisi konularının öğretimi için geliştirilen etkinliklere katılmış ve çeşitli tasarım modelleri geliştirmişlerdir. Birinci etkinlikte, öğretmen adayları fotosentez konusu ile ilgili olarak ‘‘Domates Serası’’ isimli mühendislik tasarım etkinliğine katılmışlardır. Şekil 7’de sera için oluşturulan akış şeması verilmiştir.



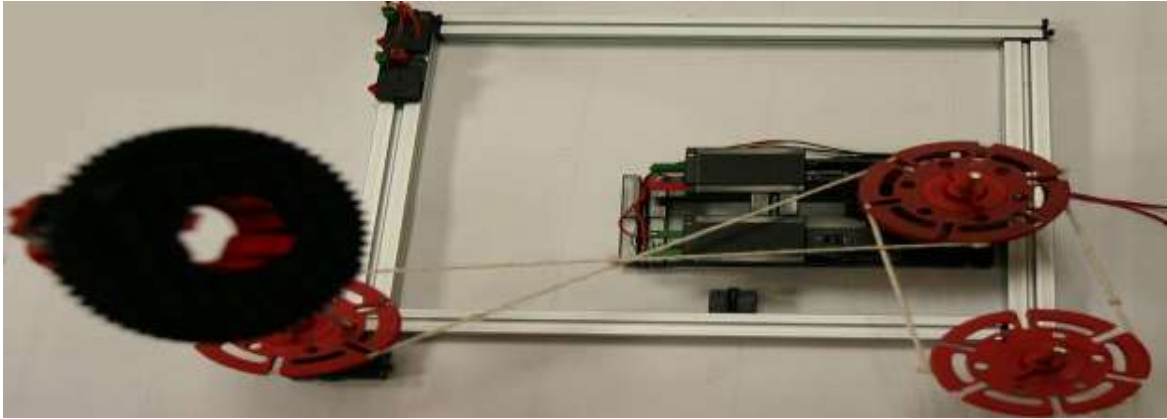
Şekil 7: Isı ve ışık direnci sensörlerinin akış şeması

İkinci etkinlikte, öğretmen adayları hız ve ivme konusu ile ilgili olarak ‘‘eğik düzlemdeki araba’’ mühendislik tasarım etkinliğine katılmışlardır. Bu etkinlikte kullanılan akış şeması Şekil 8’de verilmiştir.



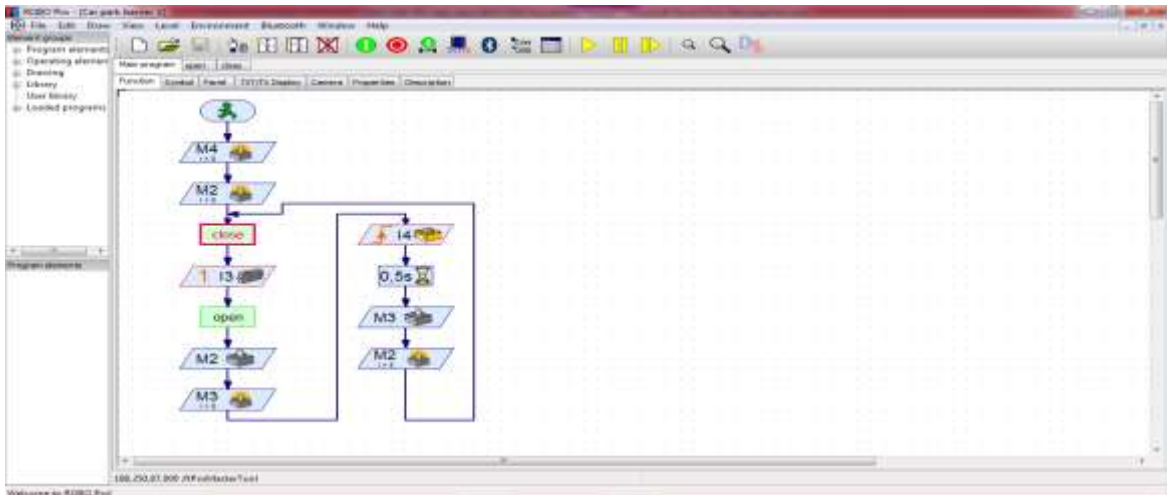
Şekil 8: Mesafe sensörünün akış şeması

Bu aşamada yapılan diğer bir etkinlikte ise öğretmen adaylarından, grup olarak seçtikleri bir fen konusunda robotik destekli öğretime dayalı örnek bir etkinlik geliştirmeleri istenmiştir. Öğretmen adayları “Hız” (1 adet), “Isı ve Sıcaklık” (2 adet), “Ay’ın Evreleri” (1 adet), “Gölge Oluşumu” (1 adet), “Güneş Tutulması” (1 adet) ve “Alternatif Enerji–Güneş Enerjisi” (1 adet) konularında toplamda 7 etkinlik geliştirmişlerdir. Daha sonra bu etkinlikler için akış şemaları gruplar tarafından yazılmıştır. Ay tutulması modelinin örnek resmi (Şekil 9) ve akış şeması (Şekil 10) aşağıda sunulmuştur.



Şekil 9: Ay tutulması modeli

Ay tutulması modelin akış şeması;



Şekil 10: Ay tutulması modelinin akış şeması

Veri Toplama Araçları ve Analizi

Araştırmada, robotik destekli STEM kursunun fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM ilişkisi anlamasına etkisini belirlemek için STEM Anketi ve öğretmen adaylarının robotik araçların fen bilimleri öğretiminde kullanılması ile ilgili görüşlerine etkisini tespit etmek için Öğrenme Aracı Olarak Robotik Teknoloji Kullanma Görüş Anketi ön ve son test şeklinde kullanılmıştır. Araştırmada çalışma grubundan iki öğretmen adayından biri sadece ön-testi uygulamasına diğeride son testi uygulamasına katılmadığından araştırmada 35 öğretmen adayının (22 Kız,13 Erkek) veri toplama araçlarından elde edilen yanıtlar analiz edilmiştir

STEM Anketi: İki açık uçlu sorudan oluşan anket kurs öncesi ve sonrası uygulanmıştır. Anketin ilk yaprağında bulunan birinci soruda, adaylardan fen bilimlerinin ilişkili olduğu disiplinleri sıralamaları istenmiştir.

Soru 1.

Fen bilimlimleri.....ilişkilidir.

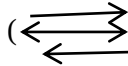
Fen bilimlimleri.....ilişkilidir.

Fen bilimlimleri.....ilişkilidir.

Fen bilimlimleri.....ilişkilidir.

İkinci yaprakta yer alan ikinci soruda ise adaylardan STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi gösteren bir şema çizmeleri istenmiştir.

Soru 2. Fen, mühendislik, teknoloji ve matematik disiplinleri arasındaki ilişkiyi okları

() kullanarak bir şema oluşturunuz.

Veri toplam aracının kapsam geçerliliği geçerliliği uzman görüşü ve başka sınıflarda öğrenim gören 5 fen bilgisi öğretmen adayı ile pilot çalışması yapılarak sağlanmıştır. Elde edilen bulgular betimsel olarak frekans ve yüzde şeklinde ve bağımlı t-testi yöntemi ile analiz edilmiştir.

Öğrenme Aracı Olarak Robotik Teknoloji Kullanma Görüş Anketi: Veri toplama aracı Khanlari (2014) tarafından geliştirilen İlk/Ortaokulda Robotik Kullanma Öğretmen Görüş Anketi'nden adapte edilmiştir. Ankette, öğretmen adaylarının sınıflarda robotik teknoloji kullanımı ile genel düşüncelerini belirlemek için 29 madde yer almaktadır. Bu ankette öğretmen adaylarından kendi düşüncelerine uyan anket maddelerinin yanına tik (✓) işareti koymaları istenmiştir. Yapılan pilot çalışma ile anketin güvenilirlik analizi Cronbach Alpha değeri 0.87 bulunmuştur. Elde edilen bulgular betimsel olarak frekans ve yüzde şeklinde ve Mc Nemar testi yöntemi ile analiz edilmiştir. Bu test analiz yönteminin kullanılma amacı, fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM kursu öncesinde ankete verdikleri cevaplar ile kurs sonrasında verdikleri cevaplar arasında anlamlı bir farklılık olup oluşmadığını incelemektir. Bu analizde anketlerden elde edilen veriler 1 ve 0 koduna dönüştürülmüştür; anketteki madde ile ilgili seçeneklerden “işaretlenmiş-✓” cevap 1 puan ve “işaretlenmemiş” cevap 0 puan olarak değerlendirmiştir.

Bulgular

Birinci Alt Probleme Yönelik Bulgular

STEM kursunun fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi anlamasına nasıl bir etkisinin olduğunu tespit etmek için STEM Anket bulguları analiz edilmiştir.

STEM Anketi'nin birinci sorusu fen bilimleri öğretmen adaylarının fen bilimlerini hangi disiplinlerle ilişkilendirdiğini ortaya çıkarmak için kullanılmıştır. Bu sorudan elde edilen veriler Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Adayların Fen Bilimlerini İlişkilendirdiği Disiplinler

		1. D.İ		2. D.İ		3. D.İ		4. D.İ	
		f	%	f	%	f	%	f	%
	Bilim Dalları								
	Matematik	9	26	11	32	9	26	5	15
	Teknoloji	10	29	9	26	6	17	4	12
	Mühendislik	6	17	7	18	7	20	8	23
	Fizik	3	9	3	9	8	17	11	32
	Kimya	3	9	3	9	2	6	2	6
	Biyoloji	2	0	0	0	2	6	1	3
Ön test	Sosyal bilimler	0	0	1	3	1	6	1	3
	Coğrafya	2	0	0	0	0	0	1	3
	Müzik	0	0	1	3	0	0	1	3
	Spor	0	0	0	0	0	0	1	3
Son test	Matematik	11	32	10	29	4	12	2	6
	Teknoloji	12	34	11	32	3	9	3	9
	Mühendislik	12	34	9	26	5	15	4	12
	Teknoloji	0	0	2	6	5	15	4	12
	Fizik	0	0	2	6	6	15	3	9
	Coğrafya	0	0	1	3	8	23	11	32
	Kimya	0	0	1	3	1	3	4	12
	Müzik	0	0	1	3	1	3	3	9
	Sosyal bilimler	0	0	0	0	2	6	0	0
	Biyoloji	0	0	0	0	1	0	0	0
	Spor	0	0	0	0	0	0	1	3

İ.D.İ: fen bilimlerinin Birinci Dereceden İlişkilendirildiği disiplin

Tablo 2’de görüldüğü gibi fen bilgisi öğretmen adayları, STEM kurs öncesinde ve sonrasında özellikle feni, matematik, teknoloji ve mühendislikle diğer disiplinlere göre daha çok ilişkilendirmişlerdir. STEM kursu sonrasında, adayların fenin matematikle ilişkilendirmesinde olan birinci dereceden ilişkisi %26’dan %32’ye yükselmiş ve ikinci dereceden ilişkisi ise %32’den %29’a düşmüştür. Fenin teknoloji olan ilişkilendirilmesi analiz edildiğinde ise birinci dereceden ilişkisi %29’dan %34’e ve ikinci dereceden ilişkisi de %26’dan %32’ye yükselmiştir. Fenin mühendislikle olan ilişkilendirilmesi incelendiğinde ise %17’den %38’e (yaklaşık iki kat) yükselmiş ve ikinci dereceden ilişkisi de %18’den %26’ya yükselmiştir. Ayrıca öğretmen adayları, STEM kursu öncesinde feni; fizik, kimya ve biyoloji ile birinci dereceden ilişkilendirirlerken, kurs sonrasında bu ilişkilendirme mühendislik disiplinine doğru kaymıştır.

STEM Anketi’nin ikinci sorusunda ise öğretmen adaylarından fen, teknoloji, mühendislik ve matematik arasındaki ilişkiyi oklar yardımı ile göstermeleri istenmiştir. Daha sonra bu şemalar

“Gerçekçi”, “Kısmen Doğru” ve “Yanlış” olarak kodlanmıştır. Kodlayıcı güvenilirliğini sağlamak amacıyla “[güvenirlilik = görüşbirliği / (görüş birliği + görüş ayrılığı)]” formülünden yararlanılmıştır (Miles ve Huberman, 1994). İki kodlayıcı arasında yüksek düzeyde (%88) uyumlu olduğu görülmüştür Öğretmen adaylarının bu dört disiplin arasındaki ilişkiyi gösterdiği şemalar Tablo 3’de sunulmuştur.

Tablo 3. Adayların STEM Şemaları

Şemalar		Ön test		Son test	
		f	%	f	%
	G	1	3	15	43
	G	5	15	10	29
	Y	6	18	2	6
	KB	4	12	1	3
	KB	4	12	1	3
	Y	5	15	1	3
	Y	4	12	3	9
	Y	4	12	1	3
	Y	2	6	1	3

G: Gerçekçi; KB: Kabul Edilebilir; Y: Yetersiz.

Tablo 3'e göre, STEM kurs öncesinde fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi gösteren "Gerçekçi (G)" çizimlerinin oranı %18 iken, kurs sonrasında bu oran %72'ye yükselmiş ve "Kısmen Doğru (KD)" çizimlerinin oranı ise %24'den %6'ya düşmüştür. "Yetersiz (Y)" çizimlerin oranı ise %63'den %24'de düşmüştür. Bu durumda, STEM kursunun fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi anlamalarında önemli bir katkı sağladığı söylenebilir.

Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyle ilgili cevapları arasında anlamlı bir farklılık olup oluşmadığını incelemek amacıyla; adayların STEM ilişkisi hakkındaki şemaları "Gerçekçi 3 puan", "Kabul Edilebilir 2 puan" ve "Yetersiz 1 puan" şeklinde puanlandırılarak, ön test ve son testten elde edilen puanların t-testi sonuçları Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4: STEM Anketi Ön-Son Test Puanları t-testi Sonuçları

	Ön/Son test	N	$\bar{X}$	SS	t
Çalışma grubu	Ön test	35	1.57	.78	5.67
	Son test	35	2.43	.917	34

Tablo 4'de görüldüğü gibi, STEM kurs öncesi ve sonrasında fen bilimleri adaylarının STEM disiplinleri arasındaki ilişkilendirmeyi gösterdiği şema çizimleri arasında anlamlı bir farklılığın olduğu görülmektedir ($t_{34}=-5,767$; $p>.05$). Ayrıca kurs öncesi ve sonrası ortalamalarına bakıldığında da bu anlamlı farklılık çok net olarak ortaya çıkmaktadır ($\bar{X}_{\text{ön}}= 1,57$; $\bar{X}_{\text{son}}= 2,43$).

İkinci Alt Probleme Yönelik Elde Edilen Bulgular

STEM kursunun, fen bilimleri öğretmen adaylarının robotik araçların fen bilimleri öğretiminde kullanılması ile ilgili görüşlerine nasıl bir etkisi olduğunu belirlemek için "Öğrenme Aracı Olarak Robotik Teknoloji Kullanma Görüş Ölçeği"nden elde edilen bulguların frekans ve yüzde dağılımları ve ön-son test sonuçları arasındaki istatistiksel anlamlılık derecesi (p) Tablo 6'da verilmiştir. Ayrıca Tablo 5 de verilmiştir.

Tablo 5: Adayların Öğrenme Aracı Olarak Eğitsel Robotik Hakkındaki Görüşleri

Madde			Ön test		Son test		p
			%	f	%	f	
1	Öğrencilerin akademik başarısını artırır.		23	8	57	20	.000*
2	Öğrencilerin iş birliği içerisinde çalışma kabiliyetini artırır.		57	20	86	30	.002*
3.	Öğrencilerin bilgi toplama kabiliyetini artırır.		34	12	49	17	.125
4.	Öğrencilerin dinleyici karşısında sunu yapma kabiliyetini artırır.		54	19	74	26	.016
5.	Öğrencilerin araştırma kabiliyetini artırır.		26	9	52	18	.004*
6.	Gelecek meslekler için öğrencileri hazırlar.		77	27	91	32	.063
7.	Öğrencilerin matematik ve okuma gibi temel becerilerin gelişmesine destekler.		23	8	40	14	.031*
8.	Öğrencilerin düşünceleri ve fikirlerini sunmasını sağlar.		54	19	60	21	.500

9.	Öğrencilerin sınavlarda yüksek not almasını sağlar.	14	5	40	14	.004*
10	Öğrencilerin aktif öğrenme stratejilerini kullanmasına teşvik eder.	34	12	65	23	.001*
11	Ebeveynlerin ve toplumun isteklerini karşılar.	51	18	74	26	.008*
12	Öğretmenin üretkenliğini ve etkililiğini artırır.	11	4	52	18	.000*
13	Öğrencilerin önemli klasik öğretim materyallerini ihmal etmesine yol açar (kütüphane kitapları gibi)	46	16	20	7	.004*
14	Ben robotiği başarılı bir şekilde uygulayacağıma inandığım için etkilidir.	26	9	80	28	.000*
15	Öğrencileri işbirlikçi çalışmaya teşvik eder.	63	22	74	26	.125
16	Sınıfın yönetimini oldukça zorlaştırır.	71	25	74	26	1,000
17	Öğrencilerin iletişim becerilerinin gelişimine katkı sağlar.	57	20	83	29	.004*
18	Önemli bir öğretim aracıdır.	37	13	71	25	.000*
19	Zaman, kaynak ve efor bakımından oldukça pahalıdır.	83	29	74	26	.250
20	Eğer öğretmenler robotik teknoloji erişimine sahipse ancak başarılı olabilirler.	49	17	60	21	.125
21	Eğitimci olarak öğretmenlerin işin ehli olduklarının hissetmesini sağlar.	37	13	83	29	.000*
22	Eğer öğretmenler robotik teknolojiyi kullanma konusunda yeterli eğitimi alırsalar ancak başarılı olabilir.	77	27	94	33	.031*
23	Öğretmenlere bilgi veren kaynak olma yerine öğrenmeyi kolaylaştıran rehber olma şansı verir.	37	13	45	16	.250
24	Çeşitli teknik problemlerle yol açacağı için daha çok zaman kaybına yol açar.	69	24	63	22	.500
25	Şayet aileler tarafından desteklenirse başarılı olabilir.	54	19	69	24	.063

26	Bütün kabiliyetli öğrenciler için etkili bir öğrenme aracıdır.	96	23	42	15	.008*
27	Benim profesyonel gelişimime katkıda bulunur.	48	17	86	30	.000*
28	Öğrencileri öğrenme aktivitelerine daha çok katılmasına motive eder.	37	13	75	26	.000*
29	Öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerine karşı ilgilerini artırır.	60	21	77	27	.031*

*p< .05

Tablo 5 incelendiğinde, STEM kursu uygulama sonrasında fen bilgisi öğretmen adaylarının çoğunluğu; robotik teknolojinin öğrencileri öğrenme aktivitelerine daha çok katılmaya motive edeceğini ve öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerine karşı ilgilerinin artacağını, bu durumun öğrencilerin sınavlarda yüksek not almasını sağlayacağını ve akademik başarılarının artacağını, öğrencileri aktif öğrenme stratejilerini kullanmaya teşvik edeceğini, matematik ve okuma gibi temel becerilerini geliştireceğini, böylece ebeveynlerin ve toplumun isteklerinin karşılanabileceğini düşünmektedirler. Öğretmen adaylarının bu kurs sonrası düşünceleri, kurs öncesi düşünceleri ile anlamlı bir farklılık göstermektedir (p<.05).

Diğer taraftan öğretmen adayları, bu tür öğretim ortamının sınıflarda başarılı olması için öğretmenlerin robotik teknoloji konusunda eğitim alması gerektiğini, aileler tarafından bu tür çalışmaların desteklenmesi gerektiğini savunmaktadırlar (p<.05). Ayrıca bu tür uygulamaların profesyonel gelişime katkıda bulunacağını ve öğretmenlerin işin ehli olduklarını hissetmelerini sağlayacağını düşünmektedirler (p<.05).

Dikkat çekici diğer bir nokta ise öğretmen adaylarının çoğunluğu, kurs öncesinde robotik teknolojinin fen bilgisi öğretiminde kullanılmasının, öğrencilerin kitap gibi öğretim materyallerini ihmal etmesine yol açacağını ve daha çok bu tür uygulamaların yetenekli öğrenciler için uygun olduğunu düşünürken, kurs sonrasında öğretmenlerin bu düşünceleri pozitif yönde değişmiştir (p<.05). Fakat fen bilgisi öğretmen adaylarının hem STEM kurs öncesi hem de sonrasında robotik teknolojinin sınıflarda uygulanması ile ilgili olarak bazı görüşlerinde anlamlı bir değişim olmamıştır. Adaylar, robotik teknolojinin gelecekteki meslekler için öğrencileri hazırlayacağını, öğrencilerin düşünceleri ve fikirlerini sunmasında yarar sağlayacağını ve öğrencileri işbirlikçi çalışmaya teşvik edeceğini düşünmektedirler (p>.05). Ayrıca adayların çoğunluğu, kurs sonrasında bu tür uygulamaların öğretmenlerin sınıfın yönetimini oldukça zorlaştıracığını, öğretmenler için zaman, kaynak ve efor bakımından oldukça maliyetli olacağını, öğretmenlerin robotik teknolojiye sahip olması durumunda başarılı olabileceğini, bu tür uygulamaların yapıldığı sınıflarda öğretmenlerin bilgi veren kaynak olmaya devam edeceğini ve öğretmenlerin bu tür materyalleri uygularken çeşitli teknik problemlerle karşılaşacağını ve bunun daha çok zaman kaybına yol açacağını düşünmektedirler (p>.05).

Tartışma ve Sonuçlar

Birinci Alt Probleme Yönelik Tartışma ve Sonuçlar

Bu araştırmada, geliştirilen robotik destekli STEM kursunun, fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM ilişkisini anlamasına ne derece etkisinin olduğu, ilk araştırma sorusunu oluşturmaktadır. Birinci alt probleme yönelik olarak STEM Anketi'nden elde edilen bulgular analiz edilmiştir.

Fen bilimleri öğretmen adayları hem STEM kurs öncesinde hem de kurs sonrasında fen bilimleri matematiği, teknoloji, mühendislik, fizik, kimya, biyoloji, coğrafya, spor ve müzik disiplinleri gibi birçok disiplinle ilişkilendirmiştir. Ayrıca adaylar fen bilimleri bu disiplinler içerisinde matematiği, teknoloji ve mühendislik ile birinci dereceden yani daha yakından ilişkilendirmişlerdir. Diğer taraftan öğretmen adaylarının kurs sonrasında fen bilimleri teknoloji ve mühendislikte olan yakın ilişkilendirmesi önemli derecede arttığı da görülmektedir. Kurs sonrasında fenin matematiği ile birinci dereceden ilişkisi de %6'lık bir yükseliş ve ikinci dereceden ilişkisi ise %3'lük bir düşüş meydana gelmiştir. Benzer olarak fen biliminin teknoloji ile olan birinci dereceden ilişkisinde %5'lik bir artış ve ikinci dereceden ilişkisi de %6'lık bir yükseliş olmuştur. Özellikle fen biliminin mühendislikle olan birinci dereceden ilişkisinde iki kattan daha fazla artış meydana gelmiş %17'den %38'e yükselmiş ve ikinci dereceden ilişkisi de ise %8'lik bir artış olmuştur. Ayrıca öğretmen adaylarının çizdikleri STEM şemaları da meydana gelen bu pozitif değişimi oldukça desteklemektedir. STEM kurs öncesinde fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi gösteren gerçekçi çizimlerinin oranı %18 iken kurs sonrasında ise bu %72'ye yükselmiş, dikkat çekici bir artış gerçekleşmiş ve dört kat arttığı görülmüştür ($p<.05$). Bu durumda STEM kursunun fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi anlamalarında önemli bir katkı sağladığı söylenebilir. Bu çalışmada olumlu değişimin meydana gelmesinde teknoloji ve mühendisliği fen bilimine entegre etmede önemli bir araç olan eğitsel robotik araçların STEM etkinliklerinde bir öğretim materyali olarak kullanılmasının önemli katkısı olduğu düşünülmektedir. Dugger (2010) teknoloji ve mühendisliğin geri plana itildiği bir STEM eğitiminde bireylerin STEM disiplinleri arasında sağlıklı bir ilişki kurmasının beklenilmesinin mümkün olmadığını belirtmektedir. Bu bağlamda STEM kursunda mühendislik tasarım süreci yöntemiyle robotik teknoloji ve kodlama eğitiminin fen konularına entegre edildiği “mühendislik tasarım projesi”, “fotosentez” ve “hız ve ivme” etkinliklerinin adayların fenin teknoloji ve mühendislik disiplinleri ile olan ilişkisini anlamasında etkili olduğu söylenebilir. Diğer taraftan öğretmen adaylarının mühendislik tasarım sürecini kullanarak robotik teknolojileri hız, ısı ve sıcaklık, Ay'ın evreleri, gölge oluşumu, Güneş tutulması ve alternatif enerji –güneş enerjisi- konularına entegre ederek etkinlik geliştirmeleri önemlidir. Bybee (2010)'ye göre teknolojinin üretim süreci olan Mühendislik Tasarım Süreci (MTS) yöntemi fen bilimleri ve matematik derslerinde kullanılması temel mühendislik bilgi ve becerileri ile fen ve matematik prensiplerinin kullanımını gerekli kıldığı için STEM disiplinlerinin birbirleri ile olan ilişkisini doğal olarak sağladığını ifade etmektedir. Benzer bulgulara Erdem (2019)'in bilsem ve sanat merkezi öğretmenlerine yönelik geliştirdiği robotik eğitim kursunda rastlanmaktadır. Çalışmada kurs sonunda öğretmenler STEM disiplinlerinin birbirini tamamlayan bütünlük disiplinler olduğunu ve bir ürün geliştirmek veya üretmek için bu disiplinleri bütünlük bir anlayışla kullanılması gerektiği şeklinde ifade etmiştir.

İkinci Alt Probleme Yönelik Tartışma ve Sonuçlar

Geliştirilen robotik destekli STEM kursunun, fen bilimleri öğretmen adaylarının eğitsel robotik araçların fen bilimleri öğretiminde kullanılması ile ilgili görüşlerinin değişmesine ne derece etkisinin olduğu, ikinci araştırma sorusunu oluşturmaktadır. İkinci alt probleme yönelik olarak Öğrenme Aracı Olarak Robotik Teknoloji Kullanma Görüş Anketi'nden elde edilen bulgular analiz edilmiştir.

STEM kurs öncesinde öğretmen adaylarının çok azı robotik teknoloji destekli fen bilimleri öğretimin, öğrencilerin öğrenme aktivitelerine daha çok katılmasına motive edeceğini ve öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerine karşı ilgilerinin artacağını düşünmektedir. Bu durumun ortaya çıkma sebebi aday öğretmenlerin eğitsel robotik ile ilgili birtakım fikirlere sahip olmalarına rağmen somut bir deneyime yaşamamasından kaynaklanabilir (Alimisis 2012; Bers ve Portsmore 2006; Khanlari 2014). Alan yazında öğretmenlerin hizmet-öncesi/içi eğitimlerinde robotik teknolojiyi derslere başarılı bir şekilde entegre etme bilgi ve becerisini kazanmalarında robotik konusunda deneyimli öğretmenlere ve uzmanların desteklerine

ihtiyaçları oldukları vurgulanmaktadır (Bers ve Portsmore, 2006; Khanlari, 2014). Bu bağlamda adayların kurs sonrası düşüncelerine bakıldığında, büyük bir çoğunluğunun eğitsel robotik etkinliklerin öğrencilerin STEM alanlarına karşı ilgi ve motivelerini arttıracak yönünde düşüncelere sahip oldukları tespit edilmiştir ($p<.05$). Ayrıca kurs öncesinde öğretmen adaylarının çok azı robotik teknoloji destekli bir fen öğretiminin öğrencilerin aktif öğrenme stratejilerini kullanmaya teşvik edeceğini ve öğrencilerin akademik başarılarının artacağını ve öğrencilerin hem toplumun hem de ailelerin taleplerini karşılayabilecek donanıma sahip olacağını düşünürken kurs sonrasında ise bu düşünceye büyük bir çoğunluğu sahip olmuştur ($p<.05$). Diğer önemli bir bulgu ise, kurs öncesinde adayların çoğunluğu robotik teknolojinin öğrencilerin kitap gibi öğretim materyallerini ihmal etmesine yol açacağını ve bu tür uygulamaların yetenekli öğrenciler için uygun olduğunu düşünürken kurs sonrasında öğretmenlerin bu düşünceleri pozitif yönde değiştirmiştir ($p<.05$). Bu durumda kurs sonunda öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun eğitsel robotik araçların fen derslerinde kullanılmasının öğrencilerin gelişimine önemli katkılar sağlayacağı yönünde düşüncelere sahip oldukları söylenebilir.

Eğitsel robotik hakkında öğretmen adaylarının profesyonel gelişimleri hakkındaki görüşlerindeki değişim incelendiğinde ise kurs öncesinde çok azı eğitsel robotik teknoloji konusunda eğitim alması gerektiğini, bu tür uygulamaların kendilerinin profesyonel gelişimine katkıda bulunacağını ve işin ehli olduklarını hissetmelerini sağlayacağını düşünürken kurs sonrasında büyük bir çoğunluğu bu olumlu düşüncelere sahip olmuştur ($p<.05$). Öğretmen adaylarının düşüncelerinde ki bu olumlu değişimin meydana gelmesinde STEM kursun adaylara hem robotik teknoloji kullanma ve tasarlama konusunda bilgi ve beceri kazandırması hem de bu bilgi ve beceriyi fen öğretimine entegre etme bilgi ve becerisi kazandırması gösterilebilir. STEM kursunun kodlama eğitimi kısmında öğretmenler robotik teknoloji malzemelerinin kullanımı konusunda bilgi edinmişler ve tasarım kısmında MTS yöntemini kullanarak problemlere karşı çözüm olarak robotik modeller geliştirme becerisi kazanmışlardır. Özellikle “fotosentez”, “hız ve ivme” ve “ders planı geliştirme” etkinlikleri sayesinde adayların eğitsel robotik hakkında kazandıkları bilgi ve beceriyi ders entegre fırsatı bulmuşlar ve eğitsel robotik etkinliklerin sınıflarda uygulanabilirliği yönünde bir deneyim yaşamışlardır. STEM kursunun adayların eğitsel robotik ile ilgili düşüncelerini pozitif yönde değiştirmede etkili olmasının diğer önemli neden ise kursun uzun süreli ve materyal bakımında zengin ortamda sürdürülmesi gösterilebilir. Alan yazın incelendiğinde de bu tür uygulamaların kısa süreli ve kısıtlı malzemeler ile daha çok robotik bilimini öğrenme, yani robotik malzeme kullanımı ve tasarımı konularıyla sınırlandırıldığı görülmektedir (Chen ve Chang, 2018; Khanlari, 2014).

Diğer taraftan kurs sonunda fen bilimleri öğretmen adaylarının çoğunluğu eğitsel robotik destekli fen öğretimine yönelik pozitif bir görüş geliştirmelerine rağmen eğitsel robotik destekli fen öğretimi sırasında maliyet, zaman sınırlılığı ve teknik problemler gibi birtakım engeller ile de karşılaşacaklarını düşünmektedir. Hem STEM kurs öncesinde hem de sonrasında adayların büyük bir çoğunluğu sınıflarda robotik destekli öğretim uygulamalarının yapılmasının öğretmenlerin bilgi veren kaynak olmaktan kurtaramayacağını, sınıf yönetiminin oldukça zorlaştıracak ve zaman, kaynak ve efor bakımından oldukça maliyet getireceğini düşünmektedir ($p>.05$). Ayrıca adaylar öğretmenlerin eğitsel robotik araçlara sahip olması durumunda başarılı olabileceğini ve uygulama sırasında çeşitli teknik problemlerle karşılaşacağını ve bunun daha çok zaman kaybına yol açacağını düşünmektedir ($p>.05$). Kurs öncesinde sahip olan bu düşüncelerinin kurs sonrasında da mevcut olduğu ortaya çıkmıştır.

Bu bağlamda çalışmayla ilgili şu öneriler de bulunabilir;

- Eğitsel robotik destekli STEM eğitimi bir ders bünyesinde değil de ayrı bir ders olarak STEM dersi şeklinde yürütülebilir. Özellikle bu dersin haftada 4 saatlik atölye şeklinde yürütülmesinin daha olumlu sonuçlar yaratacağı düşünülmektedir.

- STEM dersi bünyesinde kullanılan robotik materyallerin sadece tek bir markaya ait olmaması ve çeşitlilik göstermesi dersin etkililiğini artırabilir. Tek bir markaya ait materyallerle uğraşmak hem öğretmen adayının robotik araçlar hakkındaki bilgisini sınırlayabilir hem de adayların bu malzemelere ulaşamama gibi olumsuz bir düşünceyi ortadan kaldıra bilir.
- Öğretmen adaylarının robotik destekli fen bilimleri öğretimin yapılabilirliğine yönelik düşüncelerinin daha çok pozitif yönde gelişmesi için “Öğretmenlik Uygulaması I-II” derslerinde eğitsel robotik etkinlikler uzman öğretim elemanları rehberliğinde yürütülebilir.
- Bu çalışma da STEM kursu yüz yüze yapıldı. Küresel Covid-19 salgını nedeniyle “Kitlesel Açık Çevrimiçi Kurs (MOOC)” çalışmaları şeklinde düzenlenebilir.

Teşekkür

Bu çalışma Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje numarası: SBA-2016-703

Kaynakça

- Alimisis, D. (2012). *Robotics in Education & education in robotics: Shifting focus from technology to pedagogy*. Paper presented at the Robotics in Education
- Alimisis, D., & Kynigos, C. (2009). *Constructionism and Robotics in education*. In: Alimisis, D. (ed.) *Teacher Education on Robotic-Enhanced Constructivist Pedagogical Methods*, (pp. 11-26). ASPETE.
- Altin, H., & Pedaste, M. (2013) Learning Approaches to Applying Robotics in Science, *Education, Journal of Baltic Science Education*, 12(3), 365-377.
- Atmatzidou, S., & Demetriadis, N.S. (2016). Advancing students’ computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences, *Robotics and Autonomous Systems*, 75B, 661-670. <https://doi.org/10.1016/j.robot.2015.10.008>
- Benitti, F.B.V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58-(3), 978-988.
- Bers, M., & M. Portsmore (2006). Teaching partnerships: early childhood and engineering students teaching math and science through robotics. *Journal of Science Education and Technology* 14-(1), 59–73.
- Bers, M.U., Flannery, L., Kazakoff, E.R., & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, 7(2), 145–157. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.10.020>
- Butting, A., Konar, S., Rumpe, B., & Wortmann, A. (2018). Teaching Model-Based Systems Engineering for Industry 4.0: Student Challenges and Expectations. In *ACM/IEEE 21th International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems, Copenhagen, Denmark*.
- Büyüköztürk, Ş. (2007). *Deneyisel desenler öntest-sontest kontrol grubu desen ve veri analizi*. Pegem A Yayıncılık.
- Bybee, R.W. (2010). What is STEM education. *Science*, 329, 996. 10.1126/science.1194998
- Cameron, R.G. (2005). *Mindstorms Robolab: Developing Science Concepts During a Problem Based Learning Club*. Unpublished Doctoral Dissertation. The University of Toronto.

- Çayır, E. (2010). *Lego-Logo ile Desteklenmiş Öğrenme Ortamının Bilimsel Süreç Becerisine Benlik Algisi Üzerine Etkisinin Belirlenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi.
- Chen, Y., & Chang, C. (2018). The Impact of an integrated robotics STEM course with a sailboat topic on high school students' perceptions of integrative STEM, interest, and career orientation, *URASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(12),1-19, <https://doi.org/10.29333/ejmste/94314>
- Çınar, S. (2017). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Öğretim Materyali Olarak Robotik Teknoloji Kullanımı İle İlgili Düşünceleri, Ulead 2017 Annual Congress: Icre,437-442.
- Demo, G.B., Moro, M., Pina, A., & Arlegui, A. (2012). *In and out of the school activities implementing IBSE and constructionist learning methodologies by means of robotics*. In B. S. Barker, G. Nugent, N. Grandgenett ve V. Adamchuk (eds.), *Robots in K-12 education: A new technology for learning* (pp. 66-92). Hershey PA: IGI Global.
- Dönmez, İ. (2017). STEM eğitimi çerçevesinde robotik turnuvalara yönelik öğrenci ve takım koçlarının görüşleri (Bilim kahramanları buluşuyor örneği). *Eğitim, Bilim ve Teknoloji Araştırmaları Dergisi*, 2(1), 25-42.
- Dugger, W. E. (2010). Evolution of STEM in the United States (Paper) Presented at the 6th Biennial International Conference on Technology Education Research on Dec 8-11, 2010 in Australia.
- Eguchi, A. (2010). What is educational robotics? Theories behind it and practical implementation. *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*. Chesapeake, VA: AACE.
- Eguchi, A. (2016). RoboCupJunior for promoting STEM education, 21st century skills, and technological advancement through robotics competition. *Robotics and Autonomous Systems*, 75(B), 692–699.
- Ekiz, D. (2003). Eğitimde araştırma yöntem ve metodlarına giriş: Nitel, nicel ve eleştirel kuram metodolojileri. Anı Yayıncılık.
- Eraslan, M., Koç Şenol, A., Kılınç, A., & Böyük, U. (2013). Üstün zekâlı öğrencilerin fenöğretiminde robot teknolojisinin kullanımına yönelik görüşleri. *Researcher: Social Science Studies*,1, 24-39.
- Erdem, A. (2019). Robotics Training of Science and Arts Center Teachers: Suleymanpasa/Tekirdag Case. *Journal of Education and Training Studies*. 7(7), 50-61.
- Erten, E. (2019). *Kodlama ve Robotik Öğretimi Üzerine Bir Durum Çalışması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Freeman, S.F., Jaeger, B.K. ve Brougham, J. C. (2004). *Pair programming: More learning and less anxiety in a first programming course*. In Proc. ASEE Ann. Conf. (pp. 8885-8893).
- Göncü, A., Çetin, İ., & Top, E. (2018). Öğretmen adaylarının kodlama eğitimine yönelik görüşleri: bir durum çalışması, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi*, 48, 85-110.
- Grubbs, M. ve Strimel, G. (2015). Engineering design: the great integrator, *Journal of STEM Teacher Education*, 50-(1),77-90.
- Hadjiachilleos, S., Avraamidou, L. ve Papastavrou, S. (2013). The use of lego technologies in elementary teacher preparation. *Journal of Science Education and Technology*, 22(5), 614-629.

- Jaipal-Jamani, K., & Angeli, C. (2017). Effect of robotics on elementary preservice teachers' self-efficacy, science learning, and computational thinking. *Journal of Science Education and Technology*, 26(2), 175-192.
- Jormanainen, I., Zhang, Y. ve Sutinen, E. (2007). Pedagogical Agents for Teacher Intervention in Educational Robotics Classes: Implementation Issues. In *Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning, 2007. DIGITEL'07. The First IEEE International Workshop on* (pp. 49-56). IEEE.
- Karasar, N. (2012). *Bilimsel Araştırma Yöntemi*. Nobel Yayıncılık.
- Karim, M.E., Lemaignan, S., & Mondada, F. (2015). A review: Can robots reshape K-12 STEM education? *2015 IEEE International Workshop on Advanced Robotics and its Social Impacts (ARSO 2015), Lyon, France*.
- Kay, J.S., Moss, J.G., Engelman, S., & McKlin, T. (2014). *Sneaking in through the back door: Introducing K-12 teachers to robot programming*. In *Proceedings of the 45th ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 499-504). New York, NY, USA: ACM.
- Kee, D. (2011) "Educational Robotics—Primary and Secondary Education [Industrial Activities]," *Robotics & Automation Magazine*, IEEE, 18(4), 16 -19.
- Khanlari, A., & Kiaie, F.M. (2015). Using Robotics for STEM Education in Primary/Elementary Schools: *Teachers' Perceptions, The 10th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE 2015), July 22-24, 2015. Cambridge University, UK*.
- Khanlari, A (2014), *Teachers' Perceptions Of Using Robotics In Primary/Elementary Schools In Newfoundland And Labrador*. Unpublished Doctoral Dissertation, Memorial University.
- Kılınç, A., Koç Şenol, A., Eraslan, M., & Büyük U. (2013). Robotik destekli fen öğretimi: Bilsem örneği. *International Symposium on Changes and New Trends in Education, November 22-24, Konya, Turkey*.
- Kim, C., Kim, D., Yuan, J., Hill, R.B., Doshi, P., & Thai, C.N. (2015). Robotics to promote elementary education pre-service teachers' STEM engagement, learning, and teaching. *Computers & Education*, 9(1), 14-31.
- Koç, Ş.A. (2012). *Robotik Destekli Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları: ROBOLAB*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded Sourcebook*. (2nd ed). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Ortiz, M.A. (2015). The power of educational robotics as an integrated STEM learning, *Experience in Teacher Preparation Programs*, 44(5), 42-47.
- Ortiz, A.M., Bos, B., & Smith, S. (2015). The power of educational robotics as an integrated STEM learning experience in teacher preparation programs. *Journal of College Science Teaching*, 44(5), 42-47.
- Özdemir, D., Karaman, S., Özgenel, C., & Özbolat, A. (2015) Zihinsel Engellilere Yönelik Robot Destekli Öğrenme Ortamlarında Etkileşim Alternatiflerinin Belirlenmesi, *Journal of Research in Education and Teaching*, 4(1), 2146-919.
- Özdoğan, E. (2013). *Fiziksel Olaylar Öğrenme Alanı İçin Lego Program Tabanlı Fen ve Teknoloji Eğitiminin Öğrencilerin Akademik Başarılarına, Bilimsel Süreç Becerilerine ve Fen ve Teknoloji Dersine Yönelik Tutumlarına Etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi.

-
- Perritt, D.C. (2010). Including professional practice in professional development while improving middle school teaching in math. *National Teacher Education Journal*, 3(3), 73-76.
- Ramli, R., Yunus, M.M., & Ishak, N.M. (2011). Robotic teaching for Malaysian gifted enrichment program. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 15, 2528 –2532. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.04.139>
- Stripling, T., & Simmons, B. (2016). Get Students Revved Up! Robotics Brings Excitement to STEM. *Tech Directions*, 75(7), 13.
- Sullivan, F.S., & Moriarty, M.A. (2009). Robotics and discovery learning: Pedagogical Beliefs, teacher practice, and technology integration. *Technology and Teacher Education*, 17(1), 109-142.
- Şişman, B., & Küçük, S. (2018). Öğretmen adaylarının robotik programlamada akış, kaygı ve bilişsel yük seviyeleri, *EĞİTİM TEKNOLOJİSİ Kuram ve Uygulama*, 8(2), 108-124.
- Whitehead, S. H. (2010). *Relationship of robotic implementation on changes in middle school students' beliefs and interest toward science, technology, engineering and mathematics*. Unpublished Doctoral Dissertation, Indiana University.