

Eğitim Teknolojisi

kuram ve uygulama

Yaz 2018

Cilt 8

Sayı 2

Summer 2018

Volume 8

Issue 2

Educational Technology

theory and practice

ISSN: 2147-1908

Cilt 8, Sayı 2, Yaz 2018
Volume 8, Issue 2, Summer 2018

Genel Yayın Editörü / Editor-in-Chief: **Dr. Halil İbrahim YALIN**
Editör / Editor: **Dr. Tolga GÜYER**

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü / Publisher Editor: **Dr. Tolga GÜYER**
Redaksiyon / Redaction: **Mertcan ÜNAL, Dr. Burcu BERİKAN, Figen DEMİREL UZUN, Akça Okan YÜKSEL**
Dizgi / Typographic: **Dr. Tolga GÜYER**
Kapak ve Sayfa Tasarımı / Cover and Page Design: **Dr. Bilal ATASOY**
İletişim / Contact Person: **Dr. Tolga GÜYER**

Dizinlenmektedir / Indexed in: **ULAKBİM Sosyal ve Beşerî Bilimler Veritabanı (TR-Dizin), Türk Eğitim İndeksi, Sosyal Bilimler Atıf Dizini**

ETKU Dergisi **2011 yılından itibaren yılda iki defa** düzenli olarak yayınlanmaktadır.
Educational Technology Theory and Practice Journal is published regularly **twice a year since 2011.**

Editör Kurulu / Editorial Board*

Dr. Abdullah Kuzu
Dr. Ana Paula Correia
Dr. Aytekin İşman
Dr. Buket Akkoyunlu
Dr. Cem Çuhadar
Dr. Deniz Deryakulu

Dr. Deepak Subramony
Dr. Feza Orhan
Dr. H. Ferhan Odabaşı
Dr. Hafize Keser
Dr. Halil İbrahim Yalin
Dr. Hyo-Jeong So

Dr. Kyong Jee(Kj) Kim
Dr. M. Yaşar Özden
Dr. Mehmet Gürol
Dr. Özcan Erkan Akgün
Dr. S. Sadi Seferoğlu
Dr. Sandie Waters

Dr. Servet Bayram
Dr. Şirin Karadeniz
Dr. Tolga Güyer
Dr. Trena Paulus
Dr. Yavuz Akpınar
Dr. Yun-Jo An

* Liste isme göre alfabetik olarak oluşturulmuştur. / List is created in alphabetical order

Hakem Kurulu / Reviewers*

Dr. Abdullah Kuzu
Dr. Adile Aşkim Kurt
Dr. Agah Tuğrul Korucu
Dr. Arif Altun
Dr. Aslıhan İstanbullu
Dr. Aslıhan Kocaman Karoğlu
Dr. Ayça Çebi
Dr. Ayfer Alper
Dr. Aynur Kolburan Geçer
Dr. Ayşegül Bakar Çörez
Dr. Bahar Baran
Dr. Barış Sezer
Dr. Berrin Doğusoy
Dr. Betül Özyayın
Dr. Bilal Atasoy
Dr. Burcu Berikan
Dr. Çelebi Uluyol
Dr. Demet Somuncuoğlu Özerbaş
Dr. Deniz Atal Köysüren
Dr. Deniz Mertkan Gezgin
Dr. Ebru Kılıç Çakmak
Dr. Ebru Solmaz
Dr. Ekmel Çetin
Dr. Emin İbili
Dr. Emine Aruğaslan
Dr. Emine Cabi
Dr. Emine Şendurur
Dr. Engin Kurşun
Dr. Erinç Karataş
Dr. Erhan Güneş
Dr. Erkan Çalişkan
Dr. Erkan Tekinarslan
Dr. Erman Yükseltürk

Dr. Erol Özçelik
Dr. Ertuğrul Usta
Dr. Esmâ Aybike Bayır
Dr. Esra Yecan
Dr. Fatma Bayrak
Dr. Fatma Keskinçelik
Dr. Fezile Özdamlı
Dr. Filiz Kalelioğlu
Dr. Filiz Kuşkaya Mumcu
Dr. Funda Erdoğan
Dr. Gizem Karaoğlan Yılmaz
Dr. Gökçe Becit İşçitürk
Dr. Gökhan Akçapınar
Dr. Gökhan Dağhan
Dr. Gülfidan Can
Dr. H. Ferhan Odabaşı
Dr. Hafize Keser
Dr. Halil Ersoy
Dr. Halil İbrahim Akyüz
Dr. Halil İbrahim Yalin
Dr. Halil Yurdugül
Dr. Hanife Çivril
Dr. Hasan Çakır
Dr. Hasan Karal
Dr. Hatice Durak
Dr. Hatice Sancar Tokmak
Dr. Hüseyin Bicen
Dr. Hüseyin Çakır
Dr. Hüseyin Özçınar
Dr. Hüseyin Uzunboylu
Dr. Işıl Kabakçı Yurdakul
Dr. İbrahim Arpacı
Dr. İlknur Resioğlu

Dr. Kerem Kılıçer
Dr. Kevser Hava
Dr. M. Emre Sezgin
Dr. M. Fikret Gelibolu
Dr. Mehmet Akif Ocak
Dr. Mehmet Barış Horzum
Dr. Mehmet Kokoç
Dr. Mehmet Üçgül
Dr. Melih Engin
Dr. Meltem Kurtoğlu
Dr. Muhittin Şahin
Dr. Mukaddes Erdem
Dr. Murat Akçayır
Dr. Mustafa Sarıtepeci
Dr. Mustafa Serkan Günbatar
Dr. Mustafa Yağcı
Dr. Mutlu Tahsin Üstündağ
Dr. Müge Adnan
Dr. Nadire Çavuş
Dr. Necmi Eşgi
Dr. Nezh Önal
Dr. Nuray Gedik
Dr. Nurettin Şimşek
Dr. Onur Dönmez
Dr. Ömer Faruk İslim
Dr. Ömer Faruk Ursavaş
Dr. Ömür Akdemir
Dr. Özcan Erkan Akgün
Dr. Özden Şahin İzmirlil
Dr. Özlem Baydaş
Dr. Özlem Çakır
Dr. Ramazan Yılmaz
Dr. Recep Çakır

Dr. Salih Bardakçı
Dr. Sami Acar
Dr. Sami Şahin
Dr. Selay Arkün Kocadere
Dr. Selçuk Karaman
Dr. Selçuk Özdemir
Dr. Serap Yetik
Dr. Serçin Karataş
Dr. Serdar Çiftçi
Dr. Serkan Şendağ
Dr. Serkan Yıldırım
Dr. Serpil Yalçınalp
Dr. Sibel Somyürek
Dr. Soner Yıldırım
Dr. Şafak Bayır
Dr. Şahin Gökçearslan
Dr. Şeyhmus Aydoğdu
Dr. Tarık Kışla
Dr. Tayfun Tanyeri
Dr. Turgay Alakurt
Dr. Tolga Güyer
Dr. Türkan Karakuş
Dr. Uğur Başarmak
Dr. Ümmühan Avcı Yücel
Dr. Ünal Çakıroğlu
Dr. Veynel Demirer
Dr. Vildan Çevik
Dr. Yalın Kılıç Türel
Dr. Yasemin Deminarslan Çevik
Dr. Yasemin Gülbahar
Dr. Yasemin Koçak Usluel
Dr. Yavuz Akbulut
Dr. Yusuf Ziya Olpak
Dr. Yüksel Göktaş

* Liste isme göre alfabetik olarak oluşturulmuştur. / List is created in alphabetical order.

İletişim Bilgileri / Contact Information

İnternet Adresi / Web: <http://dergipark.gov.tr/etku>
E-Posta / E-Mail: tguyer@gmail.com
Telefon / Phone: +90 (312) 202 17 38

Adres / Adress: Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü, 06500 Teknikokullar - Ankara / Türkiye

Makale Geçmişi / Article History

Alındı/Received: 19.12.2017

Düzeltilme Alındı/Received in revised form: 10.04.2018

Kabul edildi/Accepted: 16.04.2018

**ÖĞRETMEN ADAYLARININ ROBOTİK PROGRAMLAMADA AKIŞ, KAYGI VE
BİLİŞSEL YÜK SEVİYELERİ**

Burak ŞİŞMAN¹, Sevda KÜÇÜK²

Öz

Bu çalışmanın amacı öğretmen adaylarının robotik programlama sürecindeki akış, kaygı ve bilişsel yük seviyelerinin deneyimli-deneyimsiz olma durumlarına göre karşılaştırılmasıdır. Çalışmanın örneklemini 19 öğretmen adayı (16 kadın, 3 erkek) oluşturmaktadır. Çalışma kapsamında öğretmen adayları beş robotik programlama etkinliği gerçekleştirmişlerdir. Bu etkinliklerden ikisi başlangıç düzeyi, üçü de deneyim gerektiren olarak gruplandırılmıştır. Çalışmada veri toplama aracı olarak akış yaşantısı ölçeği ve bilişsel yük ölçeği kullanılmıştır. Verilerin analizinde ise Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre öğretmen adaylarının genel olarak robotik programlama sürecinde akış ve bilişsel yük seviyelerinin yüksek, kaygılarının ise düşük olduğu ortaya çıkmıştır. Deneyimli-deneyimsiz olma durumlarına göre yapılan karşılaştırmada; öğretmen adaylarının deneyimli oldukları durumlarda akış düzeylerinin anlamlı olarak yüksek, bilişsel yük seviyelerinin de düşük olduğu ortaya çıkmıştır. Kaygı düzeylerinin ise her iki durumda anlamlı düzeyde farklılaşmadığı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar tartışılarak gelecekteki çalışmalara yön verici nitelikte öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: öğretmen adayları; robotik; programlama; akış; kaygı; bilişsel yük

**PRE-SERVICE TEACHERS' FLOW, ANXIETY AND COGNITIVE LOAD LEVELS IN
ROBOTICS PROGRAMMING**

Abstract

The aim of this study was to compare pre-service teachers' flow experience, anxiety and cognitive loads in the process of robotics programming, based on whether they were experienced or inexperienced. The sample of the study consisted of 19 pre-service teachers

¹ Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Üniversitesi, burak@istanbul.edu.tr

² Dr., İstanbul Üniversitesi, sevda.kucuk@istanbul.edu.tr

(16 females, 3 males). Within the scope of the study, pre-service teachers carried out five robotics programming activities. Two of these activities were grouped as beginner level and three as experience-requiring activities. The Flow Experience Scale and the Cognitive Load Scale were used as data collection tools in the study. Wilcoxon signed rank test was used in the analysis of the data. It was found that, in general, the flow experience and cognitive load levels of the pre-service teachers were high, and their anxiety levels were low in the process of robotics programming. It was also found that the pre-service teachers' level of flow experience was significantly higher, and their cognitive loads were lower if they were experienced. Anxiety levels were not significantly different in the either case. The results were discussed, and suggestions were presented in order to guide future studies.

Keywords: pre-service teachers; robotics; programming; flow; anxiety; cognitive load

Summary

Nowadays, with the developing technology, robots are used in many fields. Robots have first come to life in industry and then in various fields such as the military, medical, education and social life (Capek, 2004; Hockstein, Gourin, Faust, & Terris, 2007). Today, smart cars, smart watches, smart refrigerators, and smart home and city systems that are being produced, in essence, contain robotics science. The development of robotics training sets in order to teach children robotics science from early ages has enabled robotics training to become widespread as well. These training sets include basic robotics components such as plastic parts, sensors, motors, LEDs, and programmable micro-controllers that can be assembled together. Using these training sets, students can design various robots that can move around and sense the environment. This type of activity enhances students' skills in the Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) areas by providing an entertaining learning environment and is also effective in teaching them subjects in these areas (Benitti, 2012; Eguchi, 2010).

Papert (1971) argues that motivation is enhanced and learning process becomes more effective in educational robotics activities, as students can actively produce meaningful and original products (Lin et al., 2009; Lin, Liu, & Huang, 2012; Liu, Lin, & Chang, 2010; Liu, Lin, Feng, & Hou, 2013). Programmable robotics materials used in educational robotics activities enable students to design creative robots with various functions. In this process, students are able to build various robots using their design and programming skills, so their creativity develops, and the learning process becomes fun (Gerecke & Wagner, 2007; Lin et al., 2009). Thus, as students engage in activities, their motivation increases, and they focus on completing activities (Küçük & Şişman, 2017). However, it is necessary for students to make some cognitive effort during the programming phase of the robotics learning process. When the robotics learning process is evaluated from these points of views, the concepts of cognitive load and flow come to the forefront.

The flow theory that emerged in positive psychology was put forth in 1975 by Mihaly Csikszentmihalyi. Flow is defined as a high, balanced and intense psychological state that people experience according to their skill level when they participate in activities they are challenged with (Csikszentmihalyi, 1990). Most individuals get pleasure from activities they are engaged in when they become wholly absorbed in the flow of the activities

(Csikszentmihalyi, 2003). When individuals get carried away, what they experience are similar, regardless of their age, gender, and feelings of whatever they do during the activity (sports, play, drawing, etc.). This common feeling is called flow (Csikszentmihalyi, 2003). The individual who gets carried away in flow feels as if time does not pass as it has normally done (Munusturlar, Kurnaz, Yavuz, Özcan & Karaş, 2017). The individual who gets caught in flow simultaneously has a psychological state that is productive, motivated, and happy (Moneta & Csikszentmihalyi, 1996). In case of no flow experience, anxiety occurs.

Cognitive load refers to resources used by the working memory at a given time. Cognitive load is a multidimensional structure that affects learner while performing a task. It is divided into Intrinsic Cognitive Load, Extraneous Cognitive Load and Germane Cognitive Load (Paas & Van Merriënboer, 1994). For effective and efficient learning, the sum of these three cognitive loads should not exceed the capacity of the working memory (Paas, Renkl, & Sweller, 2003; Paas, Tuovinen, Tabbers, & Van Gerven, 2003). While the structure of instructional content is related to the intrinsic cognitive load, the process of designing instructional content is related to extraneous cognitive load. Germane cognitive load is the case in the process of the formation and regulation of mental structures. Instructional strategies and designs utilized in education require different levels of extraneous and germane cognitive load (Brünken, Plass, & Leutner, 2003; Kılıç-Çakmak, 2007).

In relation to all these components, it is important to evaluate cognitive load and flow experience in the robotics learning process from different viewpoints. Thus, in this study, robotics learning processes of pre-service teachers were examined in terms of flow and cognitive load.

Studies show that learning robotics motivates pre-service teachers to do scientific research, establishes their self-confidence in learning and teaching programming, reinforces their pedagogical beliefs about robotics teaching, and enhances their engagement with STEM (Hadjiachilleos et al., 2013; Kay, Moss, Engelman & McKlin, 2014; Kim et al., 2015; Sullivan & Moriarty, 2009). However, in spite of all these positive research-based outcomes, it can be said that there are limited studies on teachers and pre-service teachers and that there is a need for research that focuses on the robotics learning process in depth (Kim et al., 2015; Pittí, Curto, Moreno, & Rodríguez, 2013). Studies conducted with pre-service teachers can provide guidelines on robotics learning and how to teach it to their future students. Accordingly, the aim of the study was to compare pre-service teachers' flow experience, anxiety and cognitive loads in the process of robotics programming, based on whether they were experienced or inexperienced.

In this study, the causal-comparative research design, one of the non-experimental designs, was used. The sample of the study consisted of 19 pre-service teachers (16 females, 3 males) from different specialities. The pre-service teachers took the course "Robotics in Education II", which was offered to all students of the faculty, at an Education Faculty of a public university. The "Robotis Dream" robotics training set was used in the trainings given in the course. The pre-service teachers first learned the basic concepts of robotics science. Then they designed and programmed various robots that could move according to the data that received from sensors, using basic elements such as motors, sensors, micro-controllers.

The study covered a 10-week course period. During the instructional process, the pre-service teachers designed a robot for a week by combining the parts (motors, sensors, etc.) and then, in the subsequent week, they programmed the robot. Weekly instructional activities

were organized so that the pre-service teachers could acquire basic knowledge and skills about programming from simple to complex, and reinforce what they learned in the subsequent weeks. Within the scope of the study, the pre-service teachers designed and programmed five different robots in the lessons.

The Flow Experience Scale and the Cognitive Load Scale were used as data collection tools in the study. The Flow Experience Scale included flow and anxiety sub-factors. It is a scale with two-dimensions, 7-point Likert type, developed by Rheinberg, Vollmeyer and Engeser (2003), made up of 13 items. It was adapted to Turkish by İşigüzel and Çam (2014). The Cognitive Load Scale is a 9-point scale developed by Paas and Van Merriënber (1993). It was adapted to Turkish by Kılıç and Karadeniz (2004). The data were analyzed using the Wilcoxon signed rank test from nonparametric tests.

The pre-service teachers generally had high flow experience and cognitive load levels, and low levels of anxiety in the robotics programming process. The Wilcoxon signed rank test was used to determine whether the levels of flow experience, anxiety, and cognitive load differed significantly based on robotics programming experience. The experienced pre-service teachers were found to have significantly higher flow levels and significantly lower cognitive loads. Anxiety levels were not significantly different in the either case.

Giriş

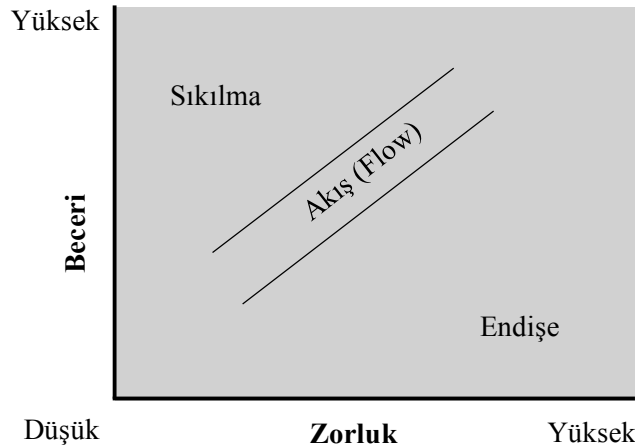
Günümüzde gelişen teknoloji ile birçok alanda robotlardan yararlanılmaktadır. 1920'li yıllarda Çek yazar Karel Capek'in bir bilim kurgu oyununda bahsettiği robot kavramı; öncelikle endüstride şimdilerde ise askeri, tıbbi, eğitim ve sosyal yaşam gibi çeşitli alanlarda hayat bulmuştur (Capek, 2004; Hockstein, Gourin, Faust, ve Terris, 2007). Robotik bilimi makine, elektronik ve bilgisayar mühendisliği gibi bilim dallarındaki bilgilerin de kullanılması ile yüksek teknoloji sistemlerin geliştirilebilmesini sağlamaktadır (Khan ve Khan, 2017). Günümüzde üretilmeye başlanan akıllı otomobiller, akıllı saatler, akıllı buzdolapları ve geliştirilen akıllı ev ve şehir sistemleri temelinde robotik bilimini barındırmaktadır. Robotik bilimi üniversite laboratuvarlarında, otomotiv, havacılık, savunma ve milyon dolarlık endüstri sektörlerinde uygulama alanı bulmaktadır (Johnson, 2003). Bununla birlikte günümüzde robotik teknolojisinin ön plana çıkmasıyla robotik alanında eğitilmiş bireylerin yetiştirilmesi önem kazanmıştır. Bu doğrultuda küçük yaşlardan itibaren çocuklara robotik bilimine yönelik bilgi ve beceriler kazandırmak amacıyla çeşitli robotik eğitim setleri geliştirilmiştir. Bu eğitim setleri birbirine monte edilebilen plastik parçalar, sensörler, motorlar, LED'ler ve programlanabilir mikro denetleyiciler gibi temel robotik bileşenlerini içermektedir. Öğrenciler bu eğitim setlerini kullanarak hareket edebilen ve çevresini algılayabilen çeşitli robotlar tasarlayabilmektedir. Bu tür etkinlikler öğrencilerin Fen, Teknoloji, Matematik ve Mühendislik (FeTeMM) alanlarındaki becerilerini geliştirmekte ve bu alanlardaki konuları öğrenmelerinde de etkili olmaktadır (Benitti, 2012; Eguchi, 2010).

Papert (1971)'in görüşlerine dayanan eğitsel robotik çalışmalarında öğrenciler aktif olarak anlamlı ve özgün ürünler oluşturabildikleri için öğrenme motivasyonları artmakta ve öğrenme süreci daha etkili hale gelmektedir (Lin vd., 2009; Lin, Liu ve Huang, 2012; Liu, Lin ve Chang, 2010; Liu, Lin, Feng ve Hou, 2013). Eğitsel robotik etkinliklerinde kullanılan programlanabilir robotik materyalleri öğrencilerin çeşitli işlemlere sahip yaratıcı robotlar tasarlamalarını sağlamaktadır. Bu süreçte öğrenciler tasarım ve programlama becerilerini

kullanarak çeşitli robotlar inşa edebildiklerinden yaratıcılıkları gelişmekte ve öğrenme süreci eğlenceli hale gelmektedir (Gerecke ve Wagner, 2007; Lin vd., 2009). Ayrıca öğrenciler amaçlarına ulaşabilmek için etkinlikleri tamamlamaya odaklanmaktadır (Küçük ve Şişman, 2017). Bununla birlikte robotik öğrenme sürecinin programlama aşamasında öğrencilerin bilişsel olarak belli bir çaba göstermeleri gerekmektedir. Robotik öğrenme süreci bu açılarından değerlendirildiğinde bilişsel yük ve akış kavramları ön plana çıkmaktadır.

Pozitif psikolojide karşımıza çıkan akış (flow) kuramı Mihaly Csikszentmihalyi tarafından 1975'te ortaya konmuştur. Akış, insanların zorlandıkları aktivitelere katıldıklarında sahip oldukları beceri düzeylerine göre yaşadıkları yüksek, dengeli ve yoğun bir psikolojik durum olarak tanımlanmaktadır (Csikszentmihalyi, 1990). Çoğu birey yaptıkları aktivitelerde kendilerini akışa kaptırdıklarında ilgili aktiviteden haz alırlar (Csikszentmihalyi, 2003). Bireylerin yaşlarından, cinsiyetlerinden, yaptıkları aktiviteden bağımsız olarak (spor, oyun, resim yapma gibi) sonuca ulaşabilmeye odaklandıklarında hissettikleri benzerdir. Bu ortak duygu durumuna akış adı verilmektedir (Csikszentmihalyi, 2003). Akış, bireyin kendi isteği ve arzusu ile bir aktiviteye katılması ile ortaya çıkan bir durumdur. Kendini akışa kaptıran birey, zamanın normalde geçtiği gibi geçmediğini hissetmektedir (Munusturlar, Kurnaz, Yavuz, Özcan ve Karaş, 2017). Ayrıca bu durumda bireyin eş zamanlı olarak verimli, motive olmuş ve mutlu bir psikolojik durumu olmaktadır (Moneta ve Csikszentmihalyi, 1996).

Şekil 1'de akış hissinin beceri ve zorluk ile ilişkisi gösterilmektedir. Gerçekleştirilen aktivitenin zorluk derecesi bireyin becerisinin altında ise sıkılma, zorluk derecesi bireyin becerisinin üstünde ise endişelenme söz konusu olmaktadır. Beceri ve zorluk derecesi dengelediği zaman bireyin kendini akışta hissetmesi mümkün olmaktadır. Birey kendini akışta hissettiğinde derin bir mutluluk duymakta ve tüm enerjisini aktivitedeki akış yaşantısını sürdürmek için kullanma isteği ortaya çıkarmaktadır. Akış yaşantısının oluşmadığı durumda ise kaygı hissi oluşmaktadır.



Şekil 1. Zorluk-beceri dengesi çıktısı (Csikszentmihalyi, Latter ve Weinkauff Duranso, 2017)

Bilişsel yük ise belirli bir zaman diliminde çalışma belleği tarafından kullanılan kaynakları ifade etmektedir. Bilişsel yük bir görevi yürütürken öğreneni etkileyen çok boyutlu bir yapı olup içsel bilişsel yük, dışsal bilişsel yük ve etkili bilişsel yük olarak üçe ayrılmaktadır (Paas ve Van Merriënboer, 1994). Etkili ve verimli öğrenme için bu üç bilişsel yükün toplamının çalışma belleğinin kapasitesini aşmaması gerekmektedir (Paas, Renkl ve Sweller, 2003; Paas, Tuovinen, Tabbers ve Van Gerven, 2003). Öğretim içeriğinin yapısı içsel bilişsel yük ile ilgili iken öğretim

içeriğinin tasarımlanması süreci dışsal bilişsel yük ile ilgilidir. Zihinsel yapıların oluşturulması ve düzenlenmesi süreçlerinde ise etkili bilişsel yük söz konusudur. Eğitim sürecinde kullanılan öğretim stratejileri ve tasarımları, dışsal ve etkili bilişsel yükün miktarlarında farklılıklar oluşturmaktadır (Brünken, Plass ve Leutner, 2003; Kılıç-Çakmak, 2007).

Alan yazında da belirtildiği gibi öğrenme başarısını etkileyen faktörler arasında kişinin öğrenme sürecindeki fonksiyonel durumu, aktif öğrenme süresi, öğrenme etkinliklerinin niteliği yer almaktadır (Engeser, Rheinberg, Vollmeyer ve Bischoff, 2005; Rheinberg, Vollmeyer ve Rollett, 2000). Bu bileşenlerle ilişkili olarak robotik öğrenme sürecindeki bilişsel yük ve akış yaşantısının farklı açılardan değerlendirilmesi önemli görülmektedir. Bu çalışmada da öğretmen adaylarının robotik öğrenme süreçleri akış ve bilişsel yük açılarından incelenmiştir.

Alan yazında eğitsel robotik aktivitelerinin FeTeMM bağlamında farklı eğitim düzeylerinde ders müfredatlarına dahil edilmesinin önemine dikkat çekilmektedir (Alimisis, 2013; Benitti, 2012; Gura, 2011; Yolcu ve Demirer, 2017). Okul öncesinden üniversite düzeyine kadar birçok eğitim seviyesinde FeTeMM bağlamında çalışmalar yürütülmektedir. Eğitsel robotik etkinliklerinin de öğrencilerin FeTeMM alanlarındaki bilgi ve becerilerini geliştirdiği göz önüne alındığında bu alandaki çalışmaların önemli olduğu söylenebilir (Koç ve Büyük, 2013). Birçok ülkede eğitsel robotik etkinliklerinin eğitim kurumlarında yaygınlaşabilmesi için öğretmenlere yönelik çeşitli eğitimler düzenlenmektedir (Arlegui, Pina ve Moro, 2013; Kay, Moss, Engelman ve McKlin, 2014; Kim vd., 2015; Perritt, 2010). Bunun yanı sıra öğretmen adaylarının profesyonel gelişimlerini desteklemek amacıyla robotik öğrenimine yönelik çalıştaylar ya da dersler yapılmaktadır (Bruder ve Wedeward, 2003; Hadjiachilleos, Avraamidou ve Papastavrou, 2013; Kay vd., 2014; Kaya, Newley, Deniz, Yesilyurt, ve Newley, 2017; Kim vd., 2015; Majherová ve Králík, 2017; Sullivan ve Moriarty, 2009). Bu tür dersler öğretmen adaylarının robotik öğrenmelerini ve gelecekte bu teknolojiyi dersleriyle bütünleştirmelerine yönelik beceriler kazandırmayı hedeflemektedir. Yapılan çalışmalar robotik öğreniminin öğretmen adaylarını bilimsel araştırmalar yapmaya motive ettiğini (Hadjiachilleos vd., 2013), programlama öğrenmeye ve öğretmeye yönelik özgüven oluşturduğunu (Jaipal-Jamani ve Angeli, 2017; Kay vd., 2014), robotiğin öğretime yönelik pedagojik inançlarını artırdığını, FETEMM'e yönelik meşguliyetlerini artırdığını göstermektedir (Hadjiachilleos vd., 2013; Kay vd., 2014; Kim vd., 2015; Sullivan ve Moriarty, 2009). Ancak çalışmalardan elde edilen tüm bu olumlu çıktılara rağmen öğretmen ve öğretmen adaylarına yönelik çalışmaların sınırlı olduğu, robotik öğrenme sürecini farklı açılardan inceleyen çalışmalara ihtiyaç olduğu söylenebilir (Kim vd., 2015; Pittí, Curto, Moreno ve Rodríguez, 2013). Öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilen çalışmalar robotik öğrenmeye ve gelecekteki öğrencilerine nasıl öğretilmeleri gerektiğine yönelik öneriler sunulmasını sağlayabilir. Bu doğrultuda çalışmanın amacı öğretmen adaylarının deneyimli-deneyimsiz olma durumlarına göre robotik programlama öğrenim sürecindeki akış, kaygı ve bilişsel yük seviyelerinin karşılaştırılmasıdır.

Yöntem

Bu çalışmada deneysel olmayan desenlerden nedensel karşılaştırmalı (causal-comperative) yöntem kullanılmıştır. Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemeyi amaçlayan bu yöntemle ortaya çıkmış bir durumun nedenleri ve bu nedenleri etkileyen değişkenlerin sonuçlarını belirlemek mümkündür (Fraenkel, Wallen ve Hyun, 2012; Sözbilir, 2014). Bu doğrultuda çalışmada öğretmen adaylarının robotik programlama

sürecinde oluşan akış, kaygı ve bilişsel yük seviyeleri deneyimli ve deneyimsiz olma durumlarına göre karşılaştırılmıştır.

Katılımcılar ve Araştırma Süreci

Çalışmanın örneklemini farklı branşlardan 19 öğretmen adayı (16 kadın, 3 erkek) oluşturmuştur. Öğretmen adayları Türkiye'deki bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesinde tüm fakülte öğrencilerine seçmeli olarak açılan "Eğitimde Robotik Uygulamaları II" dersini almışlardır. Ders kapsamında verilen eğitimlerde Robotis Dream robotik eğitim seti kullanılmıştır. Öğretmen adayları ders sürecinde öncelikle robotik biliminin temel kavramlarını öğrenmişler, sonrasında robot yapımında kullanılan motorlar, sensörler, mikro-denetleyici gibi temel öğeleri kullanarak sensörlerden aldığı verilere göre hareket edebilen çeşitli robotlar tasarlayıp programlamışlardır. Şekil 2'de robotik programlama sürecinde bazı öğretmen adaylarının görüntüsü verilmiştir.



Şekil 2. Robotik programlama yapan öğretmen adayları

Çalışma 10 haftalık bir süreci kapsamaktadır. Öğretim süreci boyunca bir hafta öğretmen adayları öncelikle robotun parçalarını birleştirerek robotların tasarımını yapmışlar ve sonraki haftada robotik programlamayla hareket, ses, kızılötesi vb. sensörleri kullanarak tasarladıkları robotlara farklı işlevler yüklemişlerdir. Haftalık etkinlikler öğretmen adaylarının basitten karmaşığa doğru programlama ile ilgili temel bilgi ve becerileri kazanmalarını ve ilerleyen haftalarda öğrendiklerini pekiştirmelerini sağlayacak şekilde düzenlenmiştir. Öğretmen adaylarının programlama sürecinde ilk defa karşılaşacağı konu ve kavramları içeren etkinlikler için deneyimsiz, daha önce en az bir kere karşılaştığı konu ve kavramları içeren etkinlikler için deneyimli kategorileri oluşturulmuştur. Bu doğrultuda çalışmada öğretmen adaylarının deneyimli-deneyimsiz olma durumlarına göre ders sürecindeki akış ve bilişsel yük seviyelerinin karşılaştırması yapılmıştır. Çalışma kapsamında öğretmen adayları derslerde beş farklı robotun tasarımını ve programlamasını yapmışlardır. Bu etkinlikler ve hedef kazanımları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Etkinlikler ve Hedef Kazanımlar

Etkinlik Adı	Kazanım Hedefi	Deneyimli/Deneyimsiz
1 Kamyon Robot	<ul style="list-style-type: none"> LED’i yakıp söndürme işlevlerini içeren programlar oluşturur. Dişli DC motorun hareketini içeren programlar oluşturur. Servo motorun hareketini içeren programlar oluşturur. Kızılötesi sensörlerden veri alma işlevini içeren programlar oluşturur. Sonsuz döngü kavramını açıklar. 	Deneyimsiz
2 Köstebek Robot	<ul style="list-style-type: none"> Karar yapısını ve işlevlerini açıklar. Karar yapıları içeren algoritmalar geliştirir. Dişli DC motorun hareketini içeren programlar oluşturur. Dokunmatik sensörlerden veri alma işlevini içeren programlar oluşturur. 	Deneyimsiz
3 Tank Robot	<ul style="list-style-type: none"> Kablosuz bağlantı ile kontrol işlevlerini içeren programlar oluşturur. Servo motorun hareketini içeren programlar oluşturur. Ses üretme işlevlerini içeren programlar oluşturur. Dişli DC motorun hareketini içeren programlar oluşturur. 	Deneyimsiz
4 Robotik Gitar	<ul style="list-style-type: none"> Kızılötesi sensörlerden veri alma işlevini içeren programlar oluşturur. Ses üretme işlevlerini içeren programlar oluşturur. 	Deneyimli
5 Forklift Robot	<ul style="list-style-type: none"> Kablosuz bağlantı ile kontrol işlevlerini içeren programlar oluşturur. Servo motorun hareketini içeren programlar oluşturur. Ses üretme işlevlerini içeren programlar oluşturur. Dişli DC motorun hareketini içeren programlar oluşturur. 	Deneyimli

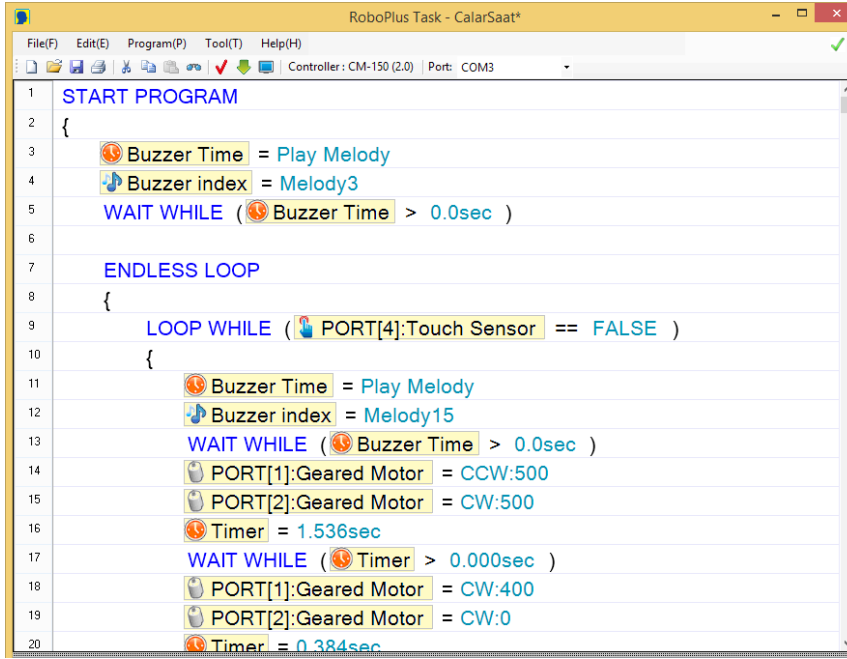
Etkinlikler sonucunda tasarlanan robotlar Şekil 3’de verilmiştir. Birinci etkinlikte öğretmen adaylarına sonsuz döngü kavramı, kızılötesi sensörlerden veri alma, DC motora hareket kazandırma, LED yakıp söndürme ve karar verme yapıları gösterilmiştir. Oluşturulan

kamyon robot, kızıl ötesi sensörleri ile siyah çizgiyi algılayıp bu çizgi üzerinde hareket etmektedir. İkinci etkinlikte ise düğmeye basılma durumunu tespit etme ve rastgele sayı üretme katılımcılara gösterilmiştir. Tasarlanan köstebek robotunda, başlarında düğme bulunan iki köstebek DC motor hareketi ile rastgele yukarı doğru hemen çıkar ve hemen iner. Katılımcı ortaya çıkan köstebeğe tasarladığı çekiç ile vurmaya çalışır. Köstebek yukarıda iken köstebeğe vurulduğunda düğmenin basılmış olma durumu tetiklenir ve katılımcı puan kazanır. Öğretmen adaylarına üçüncü etkinlikte kablosuz bağlantı ile iletişim kurabilme ile ilgili bilgiler verilmiştir. Oluşturulan tank robotu kumanda ile uzaktan yönlendirilebilmektedir ve sesler çıkartabilmektedir. Dördüncü etkinlikte öğretmen adayları bir robotik gitar tasarlamışlardır. Tasarlanan robotik gitar üzerinde bulunan iki kızılötesi sensör ile elin mesafesine göre farklı notalar çalacak şekilde programlanmıştır. Son etkinlikte ise bir forklift robot tasarlanmıştır. Tasarlanan forklift robot, tank robota benzer şekilde kablosuz bağlantı ile kontrol edilebilmekte ve çeşitli sesler çıkarabilmektedir.



Şekil 3. Robotik etkinlikleri

Katılımcılar yaptıkları robotları programlamak için C++ temelli geliştirilen RoboPlus Task ara yüzünü kullanmışlardır. Kullanıcı ara yüzü görüntüsü Şekil 4'te verilmiştir. Kamyon, köstebek ve tank robotlarında katılımcılar sensörlerden veri almayı sağlayan, motorları hareket ettirmeye yarayan, kablosuz bağlantı sağlamaya yarayan ve kontrol yapılarını içeren kod yapılarını kullanarak programlar oluşturmuşlardır. Robotik gitar ve forklift robotlarını programlarken ise önceki etkinliklerde öğrendikleri kod yapılarını kullanmışlardır.



Şekil 4. Programlama arayüzü

Veri Toplama Süreci

Çalışmada veri toplama aracı olarak akış yaşantısı ölçeği ve bilişsel yük ölçeği kullanılmıştır. Akış yaşantısı ölçeği akış ve kaygı alt faktörlerini içermektedir. Akış (Flow) Yaşantısı Ölçeği, Rheinberg, Vollmeyer ve Engeser (2003) tarafından geliştirilen ve Türkçe uyarlaması İşigüzel ve Çam (2014) tarafından yapılan, 13 maddeden oluşan iki boyutlu, 7'li Likert türünde bir ölçektir. Bilişsel Yük Ölçeği, Paas ve Van Merrienber (1993) tarafından geliştirilen Türkçe uyarlaması Kılıç ve Karadeniz (2004) tarafından yapılan 9'lu derecelendirme ölçeğidir.

Çalışmada öğretmen adayları her bir etkinlikte robotun programlanmasını yaparken ilk otuz dakika sonrası ara verilmiş ve Akış Yaşantısı Ölçeğini doldurmaları istenmiştir. Etkinlik sonunda da robotik programlama sürecinde oluşan bilişsel yük seviyelerini Bilişsel Yük Ölçeğini kullanarak derecelendirmişlerdir. Elde edilen veriler parametrik olmayan testlerden Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılarak analiz edilmiştir.

Bulgular

Elde edilen verilere göre öğretmen adaylarının deneyimli ve deneyimsiz olma durumlarına göre akış, kaygı ve bilişsel yük seviyeleri karşılaştırılmıştır. Tablo 2'de görüldüğü gibi öğretmen adaylarının genel olarak robot programlama sürecinde akış ve bilişsel yük seviyeleri yüksek, kaygı düzeyleri düşüktür.

Tablo 2. Öğretmen Adaylarının Akış, Kaygı ve Bilişsel Yük Seviyeleri

	Deneyimsiz		Deneyimli	
	M	SD	M	SD
Akış	5.71	.76	5.95	.68
Kaygı	3.29	1.24	2.98	1.44
Bilişsel Yük	7.65	.78	7.03	.85

Öğretmen adaylarının deneyimli ve deneyimsiz olma durumlarına göre akış, kaygı ve bilişsel yük seviyelerinin anlamlı düzeyde farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek amacıyla Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılmıştır. Tablo 3’de öğretmen adaylarının deneyimli oldukları durumlarda akış düzeylerinin anlamlı olarak yüksek, bilişsel yük seviyelerinin de anlamlı olarak daha düşük olduğu görülmektedir. Kaygı düzeylerinde ise her iki durumda anlamlı bir farklılık ortaya çıkmamıştır.

Tablo 3. Öğretmen Adaylarının Deneyimli-Deneyimsiz Olma Durumuna Göre Akış, Kaygı ve Bilişsel Yük Seviyeleri

		n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Akış	Negatif Sıra	4	6.50	26	-2.77	.005
	Pozitif Sıra	15	10.93	164		
Kaygı	Negatif Sıra	11	12.00	132	-1.49	.136
	Pozitif Sıra	8	7.25	58		
Bilişsel Yük	Negatif Sıra	14	11.11	155	-2.44	.015
	Pozitif Sıra	5	6.90	34		

Sonuçlar ve Tartışma

Bu çalışmada öğretmen adaylarının robotik programlama sürecindeki akış, kaygı ve bilişsel yük düzeyleri incelenerek deneyimli-deneyimsiz olma durumlarına göre karşılaştırmaları yapılmıştır. Öğretmen adaylarının genel olarak robotik programlama sürecinde akış düzeylerinin yüksek, kaygı düzeylerinin ise düşük olduğu ortaya çıkmıştır. Eğitsel robotik etkinlikleri öğrencilerin inşa etme, programlama ve tasarım becerilerini geliştirmede eğlenceli ve yaratıcılığı geliştiren yönleriyle ön plana çıkmaktadır (Gerecke ve Wagner, 2007; Lin vd., 2009). Bu sonuç öğretmen adaylarının robotik öğrenme sürecini eğlenceli olarak algılamalarıyla açıklanabilir. Bununla birlikte çalışmada öğretmen adayları kendi ilgileri doğrultusunda bu dersi seçmişlerdir. Dolayısıyla etkinlikleri gerçekleştirmeye yönelik içsel motivasyonlarının yüksek olduğu söylenebilir. Nitekim akış yaşantısında da bireylerin aktivite esnasındaki içsel motivasyonu sayesinde bulunduğu ana odaklanması, kendini keyifli, pozitif,

enerjik hissetmesi söz konusudur (Csikszentmihalyi, 1990). Bunun yanı sıra öğretmen adaylarının kaygı düzeylerinin de bütün etkinliklerde düşük olması etkinliklerdeki beceri ve zorluk derecesi dengesinin uygun olduğunu göstermektedir. Nitekim deneyimli-deneyimsiz olma durumuna göre öğretmen adaylarının kaygı düzeylerinde anlamlı bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Öğretmen adaylarının süreçte kaygı hissi yaşamamış olmaları gerek grup arkadaşlarından gerekse dersin öğretim üyesinden ihtiyaç duydukları anda yardım alabilmiş olmalarıyla da ilişkilendirilebilir. Alanyazında da programlama öğrenim sürecinde akranlardan yardım alabilmenin öğrencilerin kaygı düzeylerini düşürdüğü belirtilmektedir (Freeman, Jaeger, ve Brougham, 2004; Kinnunen ve Malmi, 2005). Ayrıca robotik programlamada öğrenciler programlamanın çıktısını somut olarak robotları üzerinde gördüklerinden ve robotik etkinlikleri eğlenerek öğrenme ortamı sunduğundan (Benitti, 2012; Eguchi, 2010) öğrenciler kaygı hissetmeden işlerini bitirmeye odaklanmış olabilirler.

Diğer yandan öğretmen adaylarının robotik programlama sürecinde bilişsel yük seviyelerinin oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. Programlama; matematik, analitik düşünme, problem çözme ve teknoloji kullanım becerilerinin birlikte kullanımını gerektirmektedir. Dolayısıyla programlama öğrenilmesi zor olarak algılanmakta ve programlama becerilerinin geliştirilmesi, deneyim gerektirdiğinden zaman almaktadır (Feldgen ve Clúa, 2004; Lahtinen, Ala-Mutka ve Järvinen, 2005; Wang ve Chen, 2010). Öğretmen adaylarının da robotik programlamayı yeni öğrenmeye başlamış olmaları etkinliklerde bilişsel olarak fazla çaba harcamalarına neden olmuş olabilir.

Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre öğretmen adaylarının deneyim kazandıkları durumlarda akışa kapılma hislerinin anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Alanyazında da bu sonuca benzer olarak oyun oynarken akışa kapılma deneyimi için oyunun zorluk derecesinin oyuncunun beceri düzeyi ile uyumlu olması gerektiği vurgulanmaktadır (Hamari vd., 2016; Kiili, 2005). Nitekim oyuncular deneyim kazandıkça oyunla ilgili becerileri de artmaktadır. Öğretmen adaylarının programlama ile ilgili deneyim kazandıkları durumda akışa kapılma hislerinin daha yüksek olması da benzer şekilde açıklanabilir. Ayrıca etkinliklerin tümünde öğretmen adaylarının bilişsel yük seviyelerinin yüksek olduğu ancak deneyim kazandıkları durumlarda bilişsel yük seviyelerinin anlamlı düzeyde daha düşük olduğu belirlenmiştir. Nitekim yapılan çalışmalar robotik öğreniminin programlama becerisi ve özgüvenini artırdığını (Jaipal-Jamani ve Angeli, 2017; Kay vd., 2014) göstermektedir. Bu çalışmada da öğretmen adaylarının robotik programlamada deneyim kazandıkça programlama beceri ve özgüvenlerinin artmış olması süreçte bilişsel olarak daha az çaba harcamalarını sağlamış olabilir.

Diğer yandan robotik programlamada konunun karmaşıklığından kaynaklanan içsel bilişsel yükün oluşması söz konusu olabilmektedir. Öğretmen adayları da başlangıçta robotik programlamada deneyimsiz olduklarından programlama onlara karmaşık gelmiş olabilir. Buna yönelik olarak çalışma kapsamında içsel bilişsel yükün düzenlenmesine yönelik çeşitli önlemler alınmıştır (Clark, Nguyen ve Sweller, 2011; Mayer, 2005). Örneğin programlama içeriği sunulurken konuyu basitten karmaşığı anlamlı parçalara bölerek öğrencinin anlaması kolaylaştırılmıştır. Öğrenci bir bölümle ilgili zihinsel yapı oluşturduktan sonra diğer bölüme geçilmiştir. Yani deneyimsiz olarak kategorilendirilen süreçte onların programlama yapıları ile ilgili zihinsel yapılar oluşturmaları sağlanmıştır. Böylece deneyimli olarak belirtilen kategorideki robotları programlarken içeriğin karmaşıklığından kaynaklanan bilişsel yük yönetilebilir hale geldiği düşünülmektedir.

Öneriler

Elde edilen sonuçlar robotik programlamada deneyim kazanmanın akış ve bilişsel yük açısından oldukça önemli olduğunu göstermektedir. Bu çalışma robotik programlama öğrenme sürecini öğretmen adaylarının deneyimli ve deneyimsiz olma durumlarına göre akış, kaygı ve bilişsel yük farklılıklarını göstermesi açısından önemli veriler sunmuştur. Ancak çalışma, örneklem sayısının ve gerçekleştirilen etkinlik sayısının az olması bakımından sınırlıdır.

Robotik programlama sürecinde öğrencilerin akışa kapılma hislerini arttırmak için etkinlikler öğrencilerin seviyelerine uygun olarak seçilmelidir. Bu etkinliklerde öğrencilerin beceri düzeyleri ve etkinliğin zorluk derecesi arasında denge kurulmalıdır. Diğer yandan robotik programlama öğretiminin ilk aşamalarında öğrencilerde oluşabilecek bilişsel yükü düşürmeye yönelik çeşitli önlemler alınmalıdır. İşsel bilişsel yükün düzenlenmesine yönelik olarak içeriğinin parçalara bölünerek sıralı bir şekilde verilmesi önerilmektedir. Öğrencilere bütün süreci bir kerede sunarak bilişsel yükü arttırmak yerine süreci anlamlı parçalara bölüp sıralayarak, önce parçaları sunmak, daha sonra da parçaların birbiri ile ilişkilerini bütün süreç içinde sunmak işleyen bellek üzerindeki bilişsel yükü azaltacaktır. Örneğin; sensörden aldığı verilerle engellere takılmadan hareket eden bir robot programlanacak ise sırası ile motoru hareket ettirme, sensörden veri alma, döngü ve karar yapıları gibi konular anlamlı parçalara bölünüp sunulduktan sonra tüm bu konuların ilişkisini içeren bütüncül programlama uygulaması gerçekleştirilebilir. Ayrıca öğrenciler robotik etkinliklerini eğlenceli bulduklarından süreçte akışa kolaylıkla kapılmaktadırlar. Ancak öğrenciler deneyimsiz olduklarında robotik programlama sürecinde zorlanabilmektedir. Bu da kendilerini akışa kaptırmalarına nispeten engel olabilmektedir. Öğrencilerin etkinlik sürecinde akıştan kopmalarını engellemek ve kaygılarını azaltmak için öğretmenler tarafından gerekli destek sağlanmalıdır. Bununla birlikte dışsal bilişsel yükün azaltılmasına yönelik olarak da çözümlü örnekler tercih edilebilir. Öğrencilerin deneyimsiz oldukları etkinliklerde öncelikle bütüncül problem yerine çözümlü örnekler sunulurken, bu basamakları incelemeleri sağlanabilir. Ayrıca programlama öğretiminde öğrenciler işlem ve kavramları somutlaştırmakta zorlanmaktadır. Bu da programlamanın zor bir konu olarak algılanmasına yol açmaktadır. Programlama eğitimlerinin; robotik programlama şeklinde tasarlanan robotlar ile öğretilmesi somutlaştırmayı sağlayabilir. Robotik programlamaya yönelik düzenlenecek eğitimlerde bu önerilerin göz önünde bulundurulması faydalı olabilir.

Gelecek çalışmalarda daha geniş bir örneklem grubu ile ve etkinlik sayısı artırılarak daha kapsamlı araştırmalar yapılabilir. İlkokuldan liseye farklı eğitim düzeyindeki öğrencilerin robotik programlamayı öğrenme sürecindeki akış, kaygı ve bilişsel yük durumları incelenerek karşılaştırılabilir. Nitel çalışmalar gerçekleştirilerek robotik programlama öğrenme süreci farklı açılardan derinlemesine incelenebilir.

Teşekkür

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje numaraları: 52382, 43480

Kaynakça

- Alimisis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 63-71.
- Arlegui, J., Pina, A., ve Moro, M. (2013). A PBL approach using virtual and real robots (with BYOB and LEGO NXT) to teaching learning key competences and standard curricula in primary level. In *Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystem for Enhancing Multiculturality* (pp.323-328). New York, NY, USA: ACM.
- Bruder, S., ve Wedeward, K. (2003). Robotics in the classroom. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 10(3), 25-29.
- Brünken, R, Plass, J. L., ve Leutner, D. (2003). Direct measurement of cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 53-61.
- Benitti, F.B.V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978-988.
- Capek, K. (2004). *R.U.R. (Rossum's Universal Robots)*. Penguin Group, New York.
- Çakmak, E. K. (2007). Çoklu ortamlarda dar boğaz: Aşırı bilişsel yüklenme. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(2).
- Clark, R. C., Nguyen, F., & Sweller, J. (2011). *Efficiency in learning: Evidence-based guidelines to manage cognitive load*. John Wiley & Sons.
- Csikszentmihalyi, M. (1975). *Beyond boredom and anxiety: Experiencing flow in work and play*. San Fransisco: Josey-Bass Inc. Publishers.
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The psychology of optimal experience*. New York: Harper & Row.
- Csikszentmihalyi, M. (2003). *Good business*. Published by the Penguin Group. Penguin Putnam Inc., 375 Hudson Street, New York, New York 100014, U.S.A.
- Csikszentmihalyi, M., Latter, P., ve Weinkauff Duranso, C. (2017). *Running Flow*. Champaign: Human Kinetics.
- Eguchi, A. (2010). What is educational robotics? Theories behind it and practical implementation. Editör D. Gibson ve B. Dodge. *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2010* (pp. 4006-4014). Chesapeake, VA: AACE.
- Engeser, S., Rheinberg, F., Vollmeyer, R., ve Bischoff, J. (2005). Motivation, Flow-Erleben und Lernleistung in universitären Lernsettings 1 Dieser Beitrag wurde unter der geschäftsführenden Herausgeberschaft von Joachim C. Brunstein akzeptiert. *Zeitschrift für pädagogische Psychologie*, 19(3), 159-172.
- Feldgen, M., ve Clúa, O. (2004). Games as a motivation for freshman students learn programming. *Frontiers in Education*, 2004. FIE 2004. 34th Annual (pp S1H/11–S1H/16 Vol. 3). IEEE.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., ve Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education* (8th ed.). New York: McGraw-Hill.

- Freeman, S. F., Jaeger, B. K., & Brougham, J. C. (2004). *Pair programming: More learning and less anxiety in a first programming course*. In Proc. ASEE Ann. Conf. (pp. 8885-8893).
- Gerecke, U., ve Wagner, B. (2007). The challenges and benefits of using robots in higher education. *Intelligent Automation and Soft Computing*, 13(1), 29–43.
- Gura, M. (2011). Getting started with Lego robotics: A guide for K-12 educators. <http://www.iste.org/images/excerpts/ROBOTS-excerpt.pdf> adresinden 15 Ekim 2017 tarihinde alınmıştır.
- 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.
- Hamari, J., Shernoff, D. J., Rowe, E., Coller, B., Asbell-Clarke, J., ve Edwards, T. (2016). Challenging games help students learn: An empirical study on engagement, flow and immersion in game-based learning. *Computers in Human Behavior*, 54, 170-179.
- Hockstein, N. G., Gourin, C. G., Faust, R. A., ve Terris, D. J. (2007). A history of robots: from science fiction to surgical robotics. *Journal of Robotic Surgery*, 1(2), 113-118.
- İşigüzel, B., ve Çam, S. (2014). The adaptation of Flow Short Scale to Turkish: A validity and reliability study. *Journal of Human Sciences*, 11(2), 788-801.
- Jaipal-Jamani, K., ve 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.
- Johnson, J. (2003). Children, robotics, and education. *Artificial Life and Robotics*, 7(1-2), 16-21.
- Kay, J. S., Moss, J. G., Engelman, S., ve 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.
- Kaya, E., Newley, A., Deniz, H., Yesilyurt, E., ve Newley, P. (2017). Introducing engineering design to a science teaching methods course through educational robotics and exploring changes in views of preservice elementary teachers. *Journal of College Science Teaching*, 47(2), 66-75.
- Kılıç, E., ve Karadeniz, Ş. (2004). Hiper ortamlarda öğrencilerin bilişsel yüklenme ve kaybolma düzeylerinin belirlenmesi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi Dergisi*, 10(4), 562-579.
- Kiili, K. (2005). Digital game-based learning: Towards an experiential gaming model. *The Internet and higher education*, 8(1), 13-24.
- Kim, C., Kim, D., Yuan, J., Hill RB., Doshi, P., ve Thai, CN. (2015). Robotics to promote elementary education preservice teachers' STEM engagement, learning, and teaching. *Computers & Education*, 91, 14-31.
- Kinnunen, P., ve Malmi, L. (2005). Problems in problem-based learning-experiences, analysis and lessons learned on an introductory programming course. *Informatics in Education*, 4(2), 193.

- Khan, M. S. S., ve Khan, M. A. S. (2017). A Brief Survey on Robotics. *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, 6(9), pp.38-45.
- Koç, A., ve Büyük, U. (2013). Fen ve teknoloji eğitiminde teknoloji tabanlı öğrenme: Robotik uygulamaları. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 10(1), 139-155.
- Kucuk, S., ve Sisman, B. (2017). Behavioral patterns of elementary students and teachers in one-to-one robotics instruction. *Computers & Education*, 111, 31-43.
- Lahtinen, E., Ala-Mutka, K., ve Järvinen, H.-M. (2005). A study of the difficulties of novice programmers. *ACM SIGCSE Bulletin* 37(3), pp 14–18.
- Lin, C., Liu, E.Z., Kou, C., Virnes, M., Sutinen, E., ve Cheng, S-S. (2009). *A case analysis of creative spiral instruction model and students' creative problem solving performance in a Lego® robotics course*. Editör Chang, M., Kuo, R., Kinshuk, Chen, G.-D., Hirose, M.. Edutainment 2009. LNCS, vol. 5670, pp. 501-505. Heidelberg: Springer.
- Lin, C. H., Liu, E. Z. F., ve Huang, Y. Y. (2012). Exploring parents' perceptions toward educational robots: Gender and socioeconomic difference. *British Journal of Educational Technology*, 43(1), E31-E34.
- Liu, E. Z-H., Lin, C-H., Feng, H-C., ve Hou, H-T. (2013). An analysis of teacher-student interaction patterns in a robotics course for kindergarten children: A pilot study. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 12(1), 9-18.
- Liu, E. Z. F., Lin, C. H., ve Chang, C. S. (2010). Student satisfaction and self-efficacy in a cooperative robotics course. *Social Behavior and Personality*, 38(8), 1135-1146.
- Majherová, J., ve Králík, V. (2017). Innovative Methods in Teaching Programming for Future Informatics Teachers. *European Journal of Contemporary Education*, 6(3), 390-400.
- Mayer, R. E. (2005). *The Cambridge handbook of multimedia learning*. Cambridge university press.
- Moneta, G. B., ve Csikszentmihalyi, M. (1996). The effect of perceived challenges and skills on the quality of subjective experience. *Journal of personality*, 64(2), 275-310.
- Munusturlar, S., Kurnaz, B., Yavuz, G., Özcan, Ö. ve Karaş, B. (2017). Boş Zaman Davranışını Açıklamaya Işık Tutan Kuramsal Yaklaşımlar. *Ulusal Spor Bilimleri Dergisi* 1(1), 1-19.
- Paas, F. G., ve Van Merriënboer, J. J. (1993). The efficiency of instructional conditions: An approach to combine mental effort and performance measures. *Human factors*, 35(4), 737-743.
- Paas, F., ve Van Merrienboer, J. J. G. (1994). Instructional control of cognitive load in the training of complex cognitive tasks. *Educational Psychology Review*, 6, 351-372.
- Paas, F., Renkl, A., ve Sweller, J. (2003). Cognitive load theory and instructional design: Recent developments. *Educational Psychologist*, 38, 1–4.
- Paas, F., Tuovinen, J. E., Tabbers, H., ve Van Gerven, P. W. (2003). Cognitive load measurement as a means to advance cognitive load theory. *Educational psychologist*, 38(1), 63-71.
- Papert, S. (1971). *Teaching Children Thinking. Artificial Intelligence*. Cambridge : Massachusetts Institute of Technology.

- 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.
- Pittí, K., Curto, B., Moreno, V., & Rodríguez, M. J. (2013). *Resources and features of robotics learning environments (RLEs) in Spain and Latin America*. In Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystem for Enhancing Multiculturality (pp. 315-322). New York, NY, USA: ACM.
- Rheinberg, F., Vollmeyer, R., & Rollett, W. (2000). *Motivation and action in self-regulated learning*. Editör M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner, Handbook of self-regulation (pp. 503-529).
- Rheinberg, F., Vollmeyer, R., & Engeser, S. (2003). *Die Erfassung des Flow-Erlebens [The assessment of flow experience]*. Editör J. Stiensmeier-Pelster ve F. Rheinberg. Diagnostik von Motivation und Selbstkonzept (pp. 261–279). Göttingen: Hogrefe.
- Sözbilir, M. (2014). *Nedensel karşılaştırmalı araştırma yöntemi*, Editör Mustafa Metin, Kuramdan uygulamaya eğitimde bilimsel araştırma yöntemleri, Pegem Akademi: Ankara.
- Sullivan, F. R., Moriarty, M. A. (2009). Robotics and discovery learning: Pedagogical beliefs, teacher practice, and technology integration. *Journal of Technology and Teacher Education*, 17(1), 109-142.
- Wang, L., ve Chen, M. (2010). The effects of game strategy and preference-matching on flow experience and programming performance in game-based learning. *Innovations in Education and Teaching International*, 47(1), 39-52.
- Yolcu, V., ve Demirer, V. (2017). A review on the studies about the use of robotic technologies in education. *SDU International Journal of Educational Studies*, 4(2), 127-139.