



Açınsayıcı Eğitsel Oyunlarda Öğrenme Destek Türlerinin İncelenmesi

Yavuz Akpınar¹, Ekrem Kutbay²

¹ Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, akpinar@bogazici.edu.tr
ORCID: [0000-0002-9406-3795](https://orcid.org/0000-0002-9406-3795)

² Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, ekrem.kutbay@bogazici.edu.tr
ORCID: [0000-0002-9451-3282](https://orcid.org/0000-0002-9451-3282)

Sorumlu Yazar: Yavuz Akpınar

Makale Türü: Araştırma Makalesi

Kaynak Gösterimi: Akpınar, Y., & Kutbay, E., (2025). *Açınsayıcı eğitsel oyunlarda öğrenme destek türlerinin incelenmesi*. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 21(1), 65-86. <https://doi.org/10.17244/eku.1550084>

Etik Not: Araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur. Bu araştırma için Boğaziçi Üniversitesi İnsan Araştırmaları Etik Kurulu'ndan etik onay alınmıştır (Tarih: 13.01.2022, Sayı: 47440).

Investigating Different Learning Supports in Exploratory Serious Games

Yavuz Akpınar¹, Ekrem Kutbay²

¹ Department of Computer Education and Educational Technology, Bogazici University, Istanbul, Turkey, akpinar@bogazici.edu.tr ORCID: [0000-0002-9406-3795](https://orcid.org/0000-0002-9406-3795)

² Department of Computer Education and Educational Technology, Bogazici University, Istanbul, Turkey, ekrem.kutbay@bogazici.edu.tr ORCID: [0000-0002-9451-3282](https://orcid.org/0000-0002-9451-3282)

Corresponding Author: Yavuz Akpınar

Article Type: Research Article

To Cite This Article: Akpınar, Y., & Kutbay, E., (2025). *Açınsayıcı eğitsel oyunlarda öğrenme destek türlerinin incelenmesi*. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 21(1), 65-86. <https://doi.org/10.17244/eku.1550084>

Ethical Note: Research and publication ethics were followed. For this research, the ethical approval was obtained from Bogazici University Human Research Ethics Committee (Date: 13.01.2022, Number: 47440).

Açınsayıcı Eğitsel Oyunlarda Öğrenme Destek Türlerinin İncelenmesi

Yavuz Akpınar¹, Ekrem Kutbay²

¹ Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, akpinar@bogazici.edu.tr
ORCID: [0000-0002-9406-3795](https://orcid.org/0000-0002-9406-3795)

² Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, ekrem.kutbay@bogazici.edu.tr
ORCID: [0000-0002-9451-3282](https://orcid.org/0000-0002-9451-3282)

Öz

Bu çalışma, açınsayıcı bir dijital eğitsel oyun ortamının bilgisayar programlamada yeni olan öğrencilerin nesne yönelimli programlama kavramsal bilgisi geliştirmelerine etkisini dört değişik öğrenme destek senaryosunda incelemeyi amaçlamıştır. Dört farklı sürüm olarak geliştirilen eğitsel oyunda öğrenme destekleri, (a) önceden gösterme ve eğitsel kılavuz desteği, (b) sadece eğitsel kılavuz desteği, (c) eğitsel kılavuz ve öğrenme ürününe özgü destek ve (d) eğitsel kılavuz ve akran iş birliği olarak çeşitlendirilmiştir. Çalışmanın nicel verileri ön ve son başarı testleri, çevrimiçi öz-düzenleme ölçeği ve öğrenme nesnesi değerlendirme ölçeği ile toplanmış, nitel verileri ise deney grubundaki bazı öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerle toplanmıştır. Çalışmaya aynı içeriği oyun ortamı dışında öğretmenle çalışan bir kontrol grubu da dahil edilmiştir. Dört deney ve bir kontrol grubundaki (n=149) öğrencilerden elde edilen verilerin çözümlemesi, açınsayıcı dijital oyun ortamında kullanılan öğrenme destek türlerinin öğrenmeye farklı etkisine işaret etmiştir. Çalışmada ayrıca öğrenme destek türü, çevrimiçi öz düzenleme ve öğrenme nesnesi değerlendirme değişkenlerinin etkileşimi istatistiksel olarak incelenmiştir. Çalışma açınsayıcı dijital eğitsel oyunlarda öğrenme desteklerinin kullanımı üzerine bir dizi öneri ve olası araştırma konularını tartışmıştır.

Makale Bilgisi

Anahtar Kelimeler: Eğitsel kılavuz, iş birliği, önden gösterme, öğrenme ürünü örneklendirme, ciddi eğitsel oyun, programlama

Makale Geçmişi:

Geliş: 15 Eylül 2024
Düzeltilme: 2 Ocak 2025
Kabul: 13 Ocak 2025

Makale Türü: Araştırma Makalesi

Investigating Different Learning Supports in Exploratory Serious Games

Abstract

This study aimed to investigate effects of four versions of an exploratory serious game with four different instructional supports on novice students' developments of knowledge in object-oriented programming. Types of instructional supports integrated into each version of the game are (a) foreshadowing and pedagogical agent support, (b) only pedagogical agent support, (c) pedagogical agent and product-goal support, and (d) pedagogical agent and peer collaboration support. The study collected both quantitative and qualitative data; a pre and a post achievement test, an online self-regulation scale and a learning object evaluation scale provided quantitative data, while a semi-structured interview with selected students provided qualitative data. In addition to four experimental groups, a control group who studied the same learning content with a teacher only was also included. The analysis of those five groups' data (n=149) revealed that different instructional supports in an exploratory serious game have different effects on learning. Further analysis was conducted to unveil interaction between instructional supports, level of online self-regulation and value attribution to the serious game. Finally, the study discussed the use of instructional supports in exploratory serious games, and provided suggestions on further research questions.

Article Info

Keywords: Pedagogical agent, collaboration, foreshadowing, product-goal example, serious game, programming

Article History:

Received: 15 September 2024
Revised: 2 January 2025
Accepted: 13 January 2025

Article Type: Research Article

Extended Abstract

Introduction

Suggestions for implementing serious games in learning environments have recently increased, along with the increase in the use of digital technology in learning environments. Serious games with rich knowledge representation tools and dynamic knowledge manipulation mechanisms may get students to be active in learning. Most of the previous research on serious games used the games as an environment to practice and reinforce students' behaviors developed outside game settings. Those studies limitedly employed exploratory serious games in order to teach a particular curriculum unit (Tokac et al., 2019). Despite the fact that it was observed that students develop knowledge and skills, engage actively in activities, and develop positive dispositions towards the environment in some game-based learning environments, the evidence about positive effects of serious games on achievement are not yet persuasive (Metwally et al., 2021; Sun et al., 2021).

Students may miss critical knowledge in exploratory serious games, fail in integrating or linking prior learning with the new knowledge presented in the serious games, need a human teacher's instructional support or confirmation on knowledge integration, and experience cognitive load problems in exploratory serious games. In turn, these may result in lack of understanding and learning. For that reason, exploratory serious games with different types of integrated learning supports may increase students' productive interaction with the game. For example, in a research by Noroozi et al (2020), it was observed that integrating learning supports (modelling, interactivity, narration, feedback, contextualization, pedagogical agent, and detailed descriptions) to serious games to teach complex cognitive skills such as argumentation were effective in increasing students' achievement.

This study aimed to investigate effects of four versions of an exploratory serious game with four different instructional supports on novice students' developments of knowledge in object-oriented programming (OOP). Types of instructional supports integrated into each version of the game are (a) foreshadowing and pedagogical agent support, (b) only pedagogical agent support, (c) pedagogical agent and product-goal support, and (d) pedagogical agent and peer collaboration support. The study sought answers to the following research questions:

1. To what extent, variables of different learning supports, self-regulations on online learning, and evaluating serious game as a learning object independently and/or interactively effect novice students' developments of knowledge in OOP?
2. Is there a significant difference between learning gains of students who study conceptual knowledge of OOP within four versions of exploratory serious game with four different instructional supports and the ones who study within a conventional classroom?
3. What are students' suggestions on improvements of learning activities and learning supports in the serious game versions?

Method

The study followed a mixed research methodology (Creswell, 2003), and collected both quantitative and qualitative data; a pre and a post achievement test, an online self-regulation scale and a learning object evaluation scale provided quantitative data, while a semi-structured interview with selected students provided qualitative data. In addition to four experimental groups, a control group who studied the same learning content with a teacher only was also included. The sample of the study (n=149) consisted of students enrolled to a teaching program of a faculty of education in a state university. The control groups students were the freshman students in the computer education program, while the experimental group students, assigned to an experimental group randomly, were the second and third year students of teaching programs, including, science, mathematics, physics, chemistry, foreign language, and counseling.

Four different versions of the exploratory serious game were developed by following a blend of instructional design approaches (including 4C/ID model by van Merriënboer et al., (2002), experiential game design by Kiili (2005), ARCS motivation theory by Keller (2010), and activity theory by Engeström (1987)) were used by the experimental groups in a computer laboratory with 30 computers. The control group students studied the same content in their classroom with their lecturer's direct instruction and hands-on activities in the computer laboratory. All groups answered a pre-test on OOP knowledge and a self-regulated online learning scale (Kilis & Yıldırım, 2018) prior to the learning activities, the experimental groups answered a learning object evaluation scale (Gürer & Yıldırım, 2014) after the experiments. Additionally, both groups answered a post achievement test on OOP knowledge. Further, four students of the experimental groups participated to a semi-structured interview to provide suggestions over the serious game.

Results

In order to analyze independent and interactive of effects variables of prior knowledge in OOP, different learning supports, self-regulations on online learning, and evaluating serious game as a learning object on novice students' developments of knowledge in OOP, 2x4x2 MANOVA test was conducted. The test revealed that four different learning supports and value of serious game as a learning object independently affected students' post test scores and learning gain scores. Additionally, the pre test scores influenced students' post test scores and learning gain scores. However, interactive effect of self-regulations on online learning, different learning supports and evaluating serious game as a learning object on novice students' developments of knowledge in OOP was not observed. Moreover, comparison tests on learning gains between the groups showed that mean gain scores of the Pedagogical Agent group was significantly greater than mean gain scores of the control group, all other groups had identical mean gain scores. Also all experimental groups showed marked improvements from the pre test to the post test.

The qualitative data obtained from the semi-structured interviews showed that the students welcomed the serious game as a learning environment. Conversely, they suggested to increase the number of learning activities, drill sets as well as game mechanics. Besides, they suggested to include activities independent from concrete contextualization, supporting context fading approach.

The findings of this study confirmed (e.g., Alfieri et al. 2011; Furtak et al. 2012; Hwang et al., 2023) that when appropriate type and amount of instructional supports integrated into exploratory serious games, learning gain could be increased. This study tested limited number of support schemes (foreshadowing and pedagogical agent support, only pedagogical agent support, pedagogical agent and product-goal support, and pedagogical agent and peer collaboration support) in teaching a highly abstract learning domain, OOP. In further research, other support schemes integrated into serious games should be tested in teaching similar abstract learning units as well as in teaching more concrete learning units.

Giriş

İnsanoğlunun endokrin sistemini kolayca etkin kılan ve kullanıcı merkezli olan dijital oyunlar her yaştan bireyin dikkatini çekmektedir. Bu nedenle sadece eğlence aracı olarak değil, iş ve akademi ortamlarında da dijital oyunlar değişik formlarda işe koşulmaktadır. İş ortamlarındaki bazı görevler oyunlaştırılarak çalışanların iş tatmini ve iş verimini artırmak hedeflenmektedir. Öğrenme ortamlarında ise etkinlik setleri oyunlarla bütünleşik olarak tasarlanarak öğrencilerin öğrenme için ayırdıkları enerji ve zaman ile öğrenme sürecine etkin katılımını artırmak hedeflenmektedir. Ciddi oyun türündeki dijital eğitsel oyunlar, kurgusal ve/veya gerçek dünya olgularının benzeşimini, eğlence ve/veya fantezi öğelerini ve yetişek ve ders öğelerini öğrenci katılımını sürekli kılacak şekilde bütünleşik bir formda sunan sistemlerdir. Bu sistemlerin sağladığı öğrenme etkinlikleri değişik öğrenme ve öğretme stratejilerini destekleyebilmektedir. Dijital teknolojilerin öğrenme ortamlarında kullanımıyla birlikte dijital eğitsel oyunların öğrenme ortamlarında kullanımına dönük öneriler ve uygulamalar artmaktadır. Öğrenme ve öğretme kuramlarını dikkate alarak hazırlanan dijital öğrenme araçları, hızlı dönüt verebilirlik, etkileşimlilik, esneklik ve uyarlanabilirlik gibi özellikleri nedeniyle daha tercih edilebilir öğrenme ve öğretme araçları olabilir (van den Hurk ve diğ., 2019). Eğitsel oyunların özellikle öğrencilerin zor buldukları, örneğin programlama gibi konu alanlarının öğretilmesinde işe koşulması öteden beri geleneksel sınıf ortamında zaman zaman uygulanmakta olan bir strateji olarak gözlenmektedir.

Zengin bilgi temsil biçimleri ve dinamik bilgi manipülasyon araçlarıyla öğrencileri aktif kılabilen eğitsel oyunlar, önceki araştırmaların çoğunda, başka ortamlarda öğrenilenlerin pekiştirilmesi için düzenlenen egzersiz tipi eğitsel oyun formunda işe koşulduğu, belli konu alanlarında kavram ve süreçlerin temelden öğretilmesi için açınıcı eğitsel oyunların sınırlı bir şekilde işe koşulduğu gözlenmektedir (Tokac ve diğ., 2019). Ayrıca, bazı eğitsel oyun tabanlı öğretim ortamlarında öğrencilerin bilgi ve becerilerinde gelişme, etkinliklere katılımının artması ve olumlu duyuşsal çıktılar raporlanmış olmasına rağmen bu alandaki başarıya dönük sunulmuş kanıtlar henüz ikna edici düzeyde değildir (Sun ve diğ., 2021). Eğitim sürecindeki etkinliklerin oyunlaştırılması ile ilgili bir çalışmada (Metwally ve diğ., 2021) 46 meta-analiz çalışması incelenmiş ve eğitsel oyunların kuramsal temelleri, tasarımları, geliştirilmeleri ve öğrenmeye etkilerinin hangi öğrenme destek türlerinde daha çok olduğuna dair konularda yerleşik ve genellenebilir bulguların yetersiz olması nedeniyle özellikle “geçerleme” araştırmalarına gereksinim olduğu ortaya çıkarılmıştır. Öte yandan, açınıcı ve deneyimsel bilgisayar tabanlı öğrenme ortamlarında öğrencinin öğreneceği yeni bilgi örüntüsü içindeki kritik bilgileri kaçırma, yeni bilgi ile öncekileri yanlış ilişkilendirme ya da ilişkilendirmede başarısızlık, kurulan doğru zihinsel model için öğretmen teyidine gereksinim duyma, bilişsel yük artışı yaşama gibi olgular öğrencinin yeterince öğrenme gerçekleştirememesine neden olabilmektedir. Söz konusu öğrenme engelleri açınıcı öğrenme ortamlarının bilgi keşfettiriciliğinin önüne geçebilmektedir (Westera, 2019). Öğrencinin ders ortamındaki etkinliklere katılımını sağlayan açınıcı eğitsel oyunlara eklenecek öğrenme destekleri, öğrenci-oyun etkileşiminin öğrenme ürününe dönüşümünü sağlayabilir. Örneğin, argümantasyon becerisi gibi karmaşık bilişsel becerinin geliştirilmesinde kullanılan oyun tabanlı öğrenme ortamlarında da öğrenme desteği (modelleme, etkileşimlilik, sözel temsille destek, dönüt, bağlamaştırma, pedagojik ajan, ayrıntılı anlatı) kullanımının öğrenme çıktılarını artırdığına dönük araştırma bulguları bulunmaktadır (Noroozi ve diğ., 2020). İşte bu araştırma, açınıcı eğitsel oyunlarda öğrencinin hem oyun oynamasını aksatmayan hem de oyunda yansıtılan soyut kavram ve süreçlere dair içerik öğrenimini zorlaştırmayan (bilişsel yükü düzenleyen) öğrenci-oyun etkileşim örüntüsünün tasarımında pedagojik unsurlardan olan öğrenme desteklerinin nasıl kullanılacağına dönük bilgi sağlamayı amaçlamaktadır.

Açınıcı doğası ve barındırdığı çok sayıda oyun mekaniği ve öğrenme mekaniği nedeniyle çok bileşenli bir öğrenme ortamı niteliği taşıyan dijital açınıcı eğitsel oyunlarda öğrencinin öğrenme sürecinde daha çok öğrenme desteği ihtiyacı içinde olduğu gözlenmiştir (Akkaya ve Akpınar, 2022; Wouters ve Van Oostendorp, 2013; Zhonggen, 2019). Eğitsel oyunda sunulan olanaklara ilaveten verilecek öğrenme desteği, eğitsel oyun ortamıyla etkileşimde öğrencinin bilişsel sürece daha etkin katılması, yeni bilginin ayırt edilmesi, yeni bilginin organize edilmesi ve öncekilerle ilişkilendirilmesini sağlayacaktır. Eğitsel oyunlarda öğrenme desteğinin içerik öğrenmeye etki büyüklüğü 0,34 (Cohen’s d) ve beceri öğrenimine etkisi 0,62 olarak meta analiz çalışmalarında gözlenirken, genel olarak bu etki büyüklüğü 0,44 olarak gözlenmektedir (Wouters ve Van Oostendorp, 2013). Cai ve diğ. (2022), tamamladıkları meta-analiz çalışmasında da genel etki büyüklüğü benzer ($g=0,43$) olarak gözlenmiştir. Ancak, öğrenme desteklerinin eğitsel oyunlarda değişik konu alanlarının öğrenimine ne denli yardımcı olabildiği ve destek türlerine ait karşılaştırmalı bulgular çeşitlilik göstermektedir.

Öğrenme Destek Türlerine Dönük Çalışmalar

Eğitsel oyunlarda sunulan farklı öğrenme destekleri öğrenciler için bir kılavuz rolü oynayabilmektedir. Buna karşın, eğitsel oyunlarda sunulan öğrenme desteklerinin öğrenmeyi doğrudan etkilemediğine dönük bulgular da mevcuttur. Örneğin, Wouters ve diğ. (2011), yetişkinler için hücre konusundaki bir oyunda olacaklarla ilgili oyun içinde önceden

bilgilendirilenlerle bilgilendirilmeyenlerin son testteki başarıları arasında fark gözlenmediği ancak önceden bilgilendirilen öğrencilerin diğer gruba göre daha meraklı kılındığının gözlemlendiğini bulgulamışlardır. Diğer bir çalışmada, O'Rourke ve diğ. (2014), bir eğitsel oyunda sağlanan *ipucu formundaki* dört farklı tür *desteğin* öğrencilerin kesir konusundaki başarılarına etkisini incelemişlerdir. Sunulan destekler şunlardır: (a) oyun içindeki hangi parçalar kullanılırsa doğru çözüme ulaşılır sorusunu yanıtlayan somut ipucu, (b) bir problemin çözümü için oyun öğeleri bağlamında yanıtlanması gereken alt sorular olarak sunulan soyut ipucu, (c) bir problem setini çözdükten sonra ödül formunda sunulan ve içerik bilgisi içeren destek türü olarak ödül nesnesi olarak ipucu, (d) bir problem seti çözüldükten sonra doğrudan ödül olarak verilen içerik desteği. Veri çözümlemeleri, öğrenme desteğinin ödül formunda verildiği grupların eğitsel oyunu oynama süreleri diğer gruplara göre daha uzamış, ancak dört tür öğrenme desteğinin de öğrenmeye etkisinin benzer olduğu gözlenmiştir. Buna karşın, dört tür destekten hiçbirini almayan öğrencilerin konudaki başarıları dört tür destekten herhangi birini alan tüm öğrencilerin başarılarından daha yüksek olmuştur.

Benzeri bir çalışmada, Yang ve diğ. (2021), eğitsel oyun içinde oyun etkinliğini tamamlamaya dönük destek, oyun içinde içeriği anlamaya dönük destek, öğrencinin konudaki (lise fizik) ön bilgisi ve oyun içindeki etkinlikleri tamamlama performansları arasındaki etkileşimi incelemişlerdir. Çalışma, öğrencilerin konudaki ön bilgilerinden bağımsız olarak eğitsel oyun içinde oyun etkinliğini tamamlamaya dönük verilen desteğe içeriği anlamaya dönük verilen destekten daha çok başvurduğunu göstermiştir. Öğrencilerin oyun etkinliği tamamlama ve içerik desteklerine başvurmaları, ne oyundan öğrenmeleri ne de oyun içindeki performanslarıyla anlamlı düzeyde bir etkileşim gösterdiği gözlemlendiği ifade edilmektedir. Eğitsel oyuna eklenen öğrenme desteklerinden yönlendirici desteğin öğrenci başarısını düşürdüğüne dönük araştırma bulguları da mevcuttur. Örneğin Hawlitschek ve Joeckel (2017), lise düzeyi tarih öğretimine dönük bir eğitsel oyunu deney ve kontrol grubuna oynatmışlardır. Deney grubuna, açınısıyıcı oyun sonunda kendilerine oyun içinde öğrendiklerine dönük sorular sorulacağı şeklinde yönlendirici destek verilirken, kontrol grubuna yönlendirici destek verilmeden oyunu eğlenme amacıyla tamamlamışlardır. Araştırmacılar, deney grubunda öğrencilere oyun başında verilen yönlendirici desteğin öğrencileri oyundaki görev dışı bilişsel süreçlerle meşgul ettiğini, dışsal bilişsel yükü artırdığını ve öğrenmeyi azalttığını raporlamışlar ve eğitsel oyunu öğrencilere sadece “oyun” olarak kullandırmanın öğrenci başarısını artıracaklarını önermişlerdir.

Eğitsel oyunlarda işe koşulan öğrenme desteklerinin öğrenmeye katkısına dönük bulguların daha yoğun olduğu gözlenmektedir. Alfieri ve diğ. (2011), değişik konu alanlarındaki ünitelerin öğretimiyle ilgili meta-analiz çalışmalarında minimal kılavuzluk sağlayan veya hiç kılavuzluk sağlamayan keşfettirici öğrenme ortamlarının “doğrudan öğretim” ortamlarına göre daha az etkili olduğunu ($d = -0.38$), ancak keşfettirici öğrenme ortamlarında yeterli kılavuzluk sağlandığında doğrudan öğretim ortamlarına göre keşfettirici öğrenme ortamlarının orta düzeyde daha etkili ($d = 0.30$) olduğu gözlenmiştir. Furtak ve diğ. (2012), benzer bir meta-analizde fen bilgisi konularını keşif yoluyla öğrenen öğrencilere öğretmenin sağladığı kılavuzluk ile geleneksel öğrenme ortamlarının öğrenme çıktılarına etkisini incelemişlerdir. Çalışmada, kılavuz (öğretmen) destekli keşif yoluyla öğrenme ortamlarının geleneksel yöntemle göre daha etkili ($d = 0.25$) olduğu gözlenmiştir. Benzer bir başka meta analiz çalışmasında, Lazonder ve diğ. (2016), keşif yoluyla öğrenmenin diğer öğrenme yöntemlerine göre daha etkin olabilmesi koşulunun öğrencilere yeterince destek sunulması olduğunu ifade etmişlerdir. Araştırmacılar 72 araştırma üzerinden tamamladıkları meta-analiz çalışmasında, genel olarak keşif yoluyla öğrenme ortamlarında sunulan kılavuzluğun öğrenme çıktılarına etki büyüklüğünün orta düzeyde ($d = 0.50$) olduğunu tespit etmiştir. Bazı meta-analiz çalışmaları Kirschner ve diğ. (2010) tarafından sunulan minimum kılavuzluğun öğrenciyi zora soktuğuna dönük argümanı desteklemektedir; ancak öğrenciye sunulacak kılavuzluğun zamanlaması, miktarı, türü ve ünitelerin doğasına göre nasıl farklılaşacağı henüz netleşmemiştir.

Eğitsel oyun öncesi sunulan öğrenme desteği

Öğrenme desteklerinin teknoloji tabanlı ve geleneksel öğrenme ortamları ile eğitsel oyun içindeki yeri ve zamanı konusundaki çalışmaların yıllar içinde devamlılık gösterdiği gözlenmektedir. Örneğin, öğrenme etkinlikleri öncesinde sunulan ön-öğretim ve öğrenme etkinlikleri sonrasında sunulan öğretim de öğrenme desteği olarak işe koşulabilmektedir. Bu iki tür öğrenme desteğinin etkisini Mayer ve diğ. (2002), üç grup öğrencinin bir dersi, çoklu-ortam ders, ön-öğretimle destekli çoklu ortam ders ve eğitsel oyun etkinliği sonrası öğretim senaryosuyla çalıştığı deney düzeneğinde incelemiştir. Üç grubun son testlerdeki hatırlama puanları benzer bulunurken, ön-öğretim senaryosuyla çalışan grubun son testlerdeki transfer puanları diğer iki grubunkinden yüksek olmuştur. Benzeri bir başka çalışmada, Yaman ve diğ. (2008), ortaokul öğrencilerine bir benzeşimde sağlanan benzeşim olanaklarıyla problem çözme veya benzeşim olanaklarına ek olarak verilen problemin adımlar halinde nasıl çözüleceğine dönük desteğin sunulduğu iki öğretim ortamının başarıya ve konuya ilgiye etkisini incelemişlerdir. Problem çözmenin nasıl yapılacağına dönük öğrenme desteği alan öğrencilerin başarıları ve konuya olan ilgileri diğer grubunkinden anlamlı olarak yüksek olmuştur.

Tsai ve diğ. (2013), farklı zamandan birinde sağlanan öğrenme desteğinin öğrenmeye katkısını bir fizik eğitsel oyununda sınamışlardır. Deney grupları, eğitsel oyun öncesi ve oyun sırasında öğrenme desteği, sadece oyun esnasında öğrenme desteği alan gruplar olarak oyunu tamamlarken, kontrol grubu hiç öğrenme desteği almadan oyunu tamamlamıştır. Verilerin çözümlemesi oyun etkinliği öncesinde ve oyun sırasında öğrenme desteği alan grubun son test başarı puanı diğer iki gruptan daha yüksek olmuştur. Bu grubun aldığı öğrenme desteğinin miktarı diğer iki gruptan fazladır, öğrenme desteği arttıkça başarı da artmıştır. Bu grubun eğitsel oyun başındaki etkinliklerde etkinliği yaparken sunulan öğrenme desteklerini çalışmak için uzun zaman harcadığı ancak oyunun sonuna doğru etkinlikleri yaparken sunulan öğrenme desteklerini kullanmadığı gözlenmiştir. Buna karşın, sadece oyun etkinlikleri sırasında öğrenme desteği alan öğrencilerin oyunun başından sonuna doğru destek kullanma süreleri artmıştır. Araştırmacılar oyun etkinliği öncesi sunulan öğrenme desteklerinin öğrenci yanıtlarındaki kesinlik düzeyini artırma işlevi görebileceğini ifade etmişlerdir. Aynı bağlam ve amaçla yapılan ancak farklı sonuç elde eden bir çalışmada (Rahimi ve diğ., 2022) deney grubundaki öğrenciler fen bilgisi konusundaki eğitsel bir oyunu oynarken öğrenme desteğini oyun içindeki her bir oyun seviyesi öncesi veya sonrası almışlardır. Kontrol grubundaki öğrencilerse eğitsel oyunun etkinliklerini tamamlarken öğrenme desteği almamışlardır. İki farklı zamandan birinde destek alan deney grubu öğrencileri her bir oyun seviyesinde kontrol grubu öğrencilerine göre daha çok zaman harcamışlar, daha az hayal kırıklığı yaşamışlar ve daha az görev grubu (oyun seviyesi) tamamlamışlardır. Görev grubu sonrası destek alan deney grubu öğrencileri kontrol grubuna göre oyun içindeki etkinliklerde daha az başarılı ancak deney sonrası transfer testlerinde daha çok başarılı olmuşlardır. Öğrenme desteğini görev öncesi veya sonrası alan iki deney grubunun ünitelerdeki başarıları arasında anlamlı fark gözlenmemiştir. Buna karşın, benzer bir çalışmada öğrenme desteğinin zamanı önemli bir değişken olarak gözlenmiştir. Barzilau ve Blau (2016) bir matematik öğretim oyununda öğrenme desteğini iki değişik senaryoda sunmuşlardır: (1) öğrenme etkinliği öncesi, (2) öğrenme etkinliği sonrası. Kontrol grubu öğrenme desteği almamıştır. Öğrenme desteğini eğitsel oyun etkinliği öncesi alan grubun başarısı desteği etkinlik sonrası alan ve hiç destek almayan grubun başarısından daha yüksek olmuştur. Araştırmacılar, öğrenme desteğini eğitsel oyun etkinliği öncesi alan öğrencilerin önceki öğrenmeleriyle oyun içinde öğrenecekleri yeni bilgileri entegre etmede daha çok başarılı olduğunu gözlemişlerdir.

Öğrenme desteğinin sunulma zamanına ek olarak, eğitsel oyun dışı öğrenme ortamlarında bilgiyi anlamlandırmada kullanılan temsil biçimleri (içerik görselleştirme ve canlandırma gibi) öğrenme desteği olarak öğrencileri desteklemektedir. Bilgi temsil biçimlerinin öğrenme desteği olarak eğitsel oyunlarda kullanılmasına dönük yapılan bir çalışmada üniversite öğrencilerinin astronomi öğrenimi incelenmiştir (Herder ve Rau, 2022). Araştırmacılar, öğrenciler eğitsel oyunda verilen görevi yaparken görevle ilgili ekrandaki içerik görselleştirme temsillerini ekrandaki formüllerle nasıl ilişkilendireceklerine ve ekran araçlarını nasıl kullanacaklarına dönük yönergeler sunmuşlardır. Çalışmada temsil biçimlerinin, öğrenme desteği olarak eğitsel oyunda öğrenilen konuda ön bilgisi yüksek olan öğrencilere ön bilgisi az olanlara oranla daha çok yardımcı olduğu gözlenmiştir. Bainbridge ve diğ. (2022), fizik kavramlarını açıklayan kısa canlandırmaları öğrenme desteği olarak bir fizik öğrenme oyununa ekleyerek ortaokul ve lise öğrencilerinin fizik öğrenmelerine katkısını incelemişlerdir. Kısa animasyonları öğrenme desteği olarak kullanan öğrencilerin oyun sonundaki uzun-erimli transfer başarı testi puanları ilgili türden öğrenme desteği almayanlara göre daha yüksek bulunurken, iki grubun kısa-erimli transfer başarı test puanları farklılık göstermemiştir. Ayrıca, öğrenme desteği rolünde oyuna eklenen kısa animasyonların öğrencilerin motivasyon ve oyunu eğlenceli bulmasını olumsuz etkilemediği gözlenmiştir. Bir öğrenme ünitesindeki bilgilerin farklı temsil biçimleri arasındaki ilişki ve dönüşümün öğretilmesi gerekliliğine ek olarak, bilginin farklı temsil biçimlerinin eğitsel oyunlarda işe koşulması bir öğrenme desteği olarak da katkı sağlayabildiği gözlenmektedir.

Farklı temsil biçimlerinden olan üç boyutlu görselleştirmelerin eğitsel oyunlarda işe koşulması incelenmiştir. Örneğin, eğitsel oyundaki öğretim desteğinin içerdiği bilginin kavramsal ve/veya prosedürel bilgi olmasının öğrenmeye etkisini bir 3D eğitsel matematik (oran ve orantı, geometrik şekillerle ilgili cebirsel ifadeler ve çözümleri) oyununda 6. sınıf öğrencileri ile inceleyen çalışmada, Pan ve Ke (2023), sunulan desteğin etkileşim akışını engellemediğini gözlemiştir. Ancak oyun etkinliğiyle birlikte sadece prosedürel bilgi (problem çözümünü modelleme) içeren öğretim desteğiyle oynayan öğrencilerin, hem matematik kavramsal bilgisinde hem de matematik problem çözme bilgisinde, oyunu sadece kavramsal bilgi içeren veya hem kavramsal bilgi hem de prosedürel bilgi içeren öğretim desteğiyle çalışan öğrencilerden daha başarılı olduğu gözlenmiş, söz konusu üç tür destekten en az etkili olanınsa sadece kavramsal bilgi içeren destek olduğu tespit edilmiştir.

Temsil biçimine ek olarak sunulan öğretimsel yardımların ayrıntısı da incelenen değişkenlerdir. Örneğin, açınısayıcı bir eğitsel oyuna eklenen ayrıntılı açıklamaları öğrenme desteği olarak kullanan grupla aynı konuyu sadece bir sunu ile çalışan grubun başarısının karşılaştırıldığı araştırmada (Adams ve diğ., 2012), birinci deneyde patojenler konusunu bir sunuyla çalışan grubun hatırlama ($d=1.37$) ve transfer ($d=0.57$) test puanları oyun grubunkilerden yüksek

bulunmuştur. Araştırmacılar ikinci deneyde, eğitsel oyunla öğrenilen üniteyi elektrik olarak değiştirip aynı öğrenme koşullarını sınamışlardır. Birinci deneyin sonucuna benzer olarak, elektrik konusunu bir sunuyla çalışan grubun son test puanları diğer grubunkilerden yüksek ($d=0.31$) bulunmuştur. Araştırma, eğitsel oyunlara eklenecek öğrenme desteklerinin gerekli olduğu ancak ayrıntılı açıklamaların öğrenme desteği olarak kullanılmamasını önermiştir. Buna karşın, Weingärtner ve Weingärtner (2023) lise düzeyi kuantum mekaniği konusunda geliştirdikleri bir eğitsel oyuna entegre ettikleri “doğrudan konuya özgü açıklama sunan öğrenme desteğinin” öğrenmeye yardımcı olduğunu bulgulamıştır.

Bir eğitsel oyunda sunulan farklı öğrenme desteklerinin farklı meta-bilişsel etkisi olabilmektedir. Örneğin Fiorella ve Mayer’in (2012) tamamladığı iki çalışmadan birincisinde iki grup öğrenci elektrik devreleri konusunu bir eğitsel oyunda çalışmışlardır: Gruplardan biri sadece oyun ile dersi çalışırken diğer grup oyuna ek olarak elektrik devrelerinin çalışma prensipleriyle ilgili olarak kağıtta sunulan meta-bilişsel açıklamaları ve kavramsal bilgileri çalışmışlardır. Kağıt ortamında meta bilişsel destek alan grubun uzun-erimli transfer test puanları almayan gruba göre daha yüksek ($d=0.77$) olmuştur. İkinci deneyde, kağıtta sunulan meta-bilişsel destekler değiştirilerek, elektrik devrelerinin çalışma prensipleriyle ilgili bilgiler doğrudan sunulmak yerine boşluk doldurma etkinliği olarak sunulmuştur. Gruplardan biri meta-bilişsel desteğin yeni sürümü ve oyun ile çalışırken, diğeri sadece oyun ile konuyu çalışmıştır. Birinci deneyin sonucuna benzer olarak, kâğıt ortamında meta bilişsel destek alan grubun uzun-erimli transfer test puanları almayan gruba göre daha yüksek ($d=0.53$) olmuştur. Bir başka eğitsel oyun çalışmasında, Vandercruysse ve diğ. (2016), eğitsel bir matematik eğitimi oyununa eklenen kavramsal açıklamaların (oyun içi destek) veya oyun içi destek olmaksızın kağıt ortamında verilen kavramsal açıklamaların öğrenme desteği olarak kullanımını öğrenme desteğinin olmadığı kontrol grubu öğrencilerinin başarılarıyla karşılaştırmıştır. Kağıt ortamında verilen desteğin daha etkili olduğu raporlanırken, algılanan kullanışlılık, algılanan eğlenceliklik, motivasyon ve oyun içi performansın sağlanan destek koşullarından anlamlı olarak etkilenmediği gözlenmiştir. Söz konusu iki deney, eğitsel oyunlara entegre edilen kağıt ortamındaki meta bilişsel destek ve konunun kritik bilgilerinin öğrenmeyi anlamlı olarak etkilediğini göstermiştir.

Farklı bir tür meta-bilişsel destek olarak eğitsel oyunu tamamlayan öğrencilerin oyun içindeki etkinliklerini yazılı olarak özetleme davranışlarının başarıya etkisini inceleyen çalışmada (Van Der Meij ve diğ., 2013), eğitsel oyunu bir kez bireysel olarak oynayan öğrenciler önce konu testini yanıtlamış daha sonra bireysel veya ikiserli gruplarda kubaşık olarak oyun içindeki etkinliklerini yazılı olarak özetlemişlerdir. Lise öğrencilerinin bir işletme yönetimini deneyimleyerek öğrendikleri oyun sonrası yapılan özetleme etkinliğinde öğrencilerin şu soruları yanıtlaması istenmiştir: (a) oyun içindeki temel olaylarla ilgili somut deneyimlerinizi yazınız, (b) oyun içinde verdiğiniz temel kararların gerekçelerini (yansıtıcı deneyimler) yazınız, (c) verdiğiniz kararın neden doğru olduğunu (soyut kavramlaştırma) yazınız, (d) oyunda öğrendiklerinizi farklı bağlamlara nasıl taşırsınız (aktif deney yapma). Özetleme etkinliği sonrasında her iki gruptaki öğrenciler oyunu tekrar bireysel olarak oynamışlardır. Yapılan ölçümler, özetleme etkinliğini tek başlarına yapan öğrenci grubunun kubaşık gruba oranla daha çok öğrendiğini bulgulamıştır. Benzer olarak Zumbach ve diğ. (2020), işe koşulan benzeri bilişsel ve meta-bilişsel öğrenme desteklerinin sosyal bilimler öğretim oyunlarında da öğrenmeyi desteklediğini bulgulamıştır.

Bir meta-biliş stratejisi olarak eğitsel oyun içinde kullanılan modelleme türü öğrenme desteğinin öğrenmeye etkisi, bir blok tabanlı programlama öğretimi oyununda bilgi-işlemsel düşünme (BİD) becerisi geliştirme bağlamında incelenmiştir (Liu ve Jeong, 2022). Araştırmacılar, oyun içinde verilen temel öğrenme desteğiyle çalışan kontrol grubunun başarısı ile öğrenme desteğine ek olarak BİD kavramlarına özel ön açıklamalar ve örnek problem çözme (modelleme) desteğiyle çalışan öğrenci grubunun başarısını karşılaştırmıştır. Ortaokul öğrencilerinin katıldığı çalışmada sadece oyun içinde sağlanan öğrenme desteği ile çalışan öğrencilerle deney grubundakilerin performansları, algılanan eğlenme ve algılanan öğrenme düzeyleri benzer olmuştur. İki grubun yakın-erimli transfer son test puanları benzerlik gösterirken, uzak-erimli transfer son test puanları oyun içinde verilen temel öğrenme desteğiyle çalışan kontrol grubu lehine farklılık göstermiştir. Deney grubu bilişsel desteği çalışmak için kısa süre zaman harcamıştır (ortalama 100 saniye), verilen bu destekleri sadece kendisine verilen oyun etkinliğini hızla tamamlamak için bir bilişsel kısa yol olarak kullanmıştır. Örnek problem çözmenin üç farklı destek türünden biri olarak işe koşulduğu benzer bir çalışmada Zhi ve diğ. (2018), bilgisayar programlamada döngüler ve fonksiyonlar konularını öğreten bir eğitsel oyununun (BOTS) etkinliğini ortaokul öğrencileriyle ($n=21$) sınamıştır. Destek senaryoları, metinle ek açıklama, adım adım problem çözme ve problem çözümünde hata bulma ve düzeltme olarak çeşitlendirilmiştir. Çalışma, problem çözümünde hata bulma ve düzeltme türü desteğin döngülerin öğrenilmesinde, metinle ek açıklama ve adım adım problem çözme türü destek sürümlerinden daha fazla etkin olduğu, son iki tür desteğin etki düzeyinin benzer olduğunu göstermiştir. Hata bulma ve düzeltme grubundaki öğrencilerin eğitsel oyunda zaman kullanımı ve oluşturdukları kodların uzunluğu ve tutarlılığı bakımından diğer gruplardan daha etkin olduğu da gözlenmiştir.

Öğrenme desteğinin kubaşık olarak kullanımını yabancı dil öğrenimi alanında inceleyen bir çalışmada Hwang ve diğ. (2023), İngilizce öğreniminde bilişsel olarak tahmin etme ve fiziksel hareketi bir arada kullanarak kubaşık çalışan bir çoklu ortam oyunu ile bir deney gerçekleştirdiler. İkili gruplar olarak oyunu oynayan lise öğrencilerinden biri oyunu oynarken diğeri ona yardımcı olmuştur, kontrol grubu öğrencileri oyunu tek başlarına tamamlamışlardır. Deney grubunda yardımcı rolü oynayan eş öğrenci, oyuncu rolü oynayan arkadaşına yazılı ipucu ve resimsel ipucu sunarken, oyuncu arkadaşı fiziksel hareketler ve İngilizce terimlerle sözel olarak sorulara yanıt vermiştir. Deney grubu öğrencileri oyun içinde tamamladıkları etkinliklerin tümünde ve deney sonrası verilen başarı testlerinde kontrol grubu öğrencilerinden daha başarılı bulunmuştur. Çalışmada, eğitsel oyunlara eklenen kubaşık senaryoları ile öğrencilere sunulan metinsel ve resimsel desteklerin öğrenmeye yardımcı olduğu gözlenmiştir.

Benzer bir çalışmada, Van Der Meij ve diğ. (2020) eğitsel oyunu kubaşık olarak oynarken kubaşık çalışma senaryolarında farklılık yaratmanın başarıya etkisini incelemişlerdir: Eğitsel oyun içinde verilen bir dizi kubaşık çalışma yönergelerini (scripted collaboration) kullanarak veya kullanmayarak oyunu kubaşık olarak tamamlayan öğrencilerin başarıları karşılaştırılmış ve kubaşık çalışma yönergeleriyle oyunu tamamlayan öğrencilerin son test puanlarının anlamlı olarak yüksek olduğu gözlenmiştir. Benzeri bulgular Chen ve Law (2016) çalışmasında ve aksi yönde bulgular Ter Vrugte ve diğ. (2015) çalışmasında da daha önce gözlenmiştir. Chen ve Law (2016) çalışmasında lise fizik (kuvvet ve hareket) konusunu kubaşık çalışan öğrenci gruplarında benzer bulgular gözlenmiştir. Ancak, Ter Vrugte ve diğ. (2015) çalışmasında eğitsel oyun sırasında kubaşık çalışma yönergesi kullanmanın öğrencilerin konudaki (oran-orantı) başarılarını artırmadığı gözlenmiştir, ayrıca kubaşık çalışma yönergesinden yararlanmayı belirleyen temel değişkenlerden birinin öğrencilerin konudaki ön bilgilerinin olduğu tespit edilmiştir. Yukarıdaki son iki çalışmada eğitsel oyuna eklenen kubaşık çalışma yönergelerinin öğrenci motivasyonunu olumsuz etkilediği de raporlanmıştır.

Çalışmalarda farklı öğrenme desteklerinin öğrenmeye katkısına dönük bulgular değişkenlik göstermekle birlikte öğrenme desteklerinin ders içindeki yeri ve türünün de kritik olduğu gözlenmektedir. Öğrenme desteğinin varlığına ek olarak onun niteliğinin öğrencilerce algılanması da öne çıkmaktadır. Hyöng (2022) iş-yönetimi oyunuyla işletme yönetimi çalışan üniversite öğrencilerinin eğitsel oyun içinde verilen öğrenme destek algılarının, onların oyunsal deneyimini artırdığını, bunun yanında öğrenci grubu içinde aktif olmanın ve oyun içindeki akışkanlığın da öğrenme desteği algısını ve oyunsal deneyimini artırdığını tespit etmiştir. Görev temelli, açınısayıcı ve deneyimsel bilgisayar tabanlı öğrenme ortamlarında öğrencinin öğreneceği yeni bilgi örüntüsü içindeki kritik bilgileri kaçırma, yeni bilgi ile öncekileri yanlış ilişkilendirme ya da ilişkilendirmede başarısızlık, kurulan doğru zihinsel model için öğretmen teyidine gereksinim duyma, bilişsel yük artışı yaşama gibi olgular öğrencinin yeterince öğrenme gerçekleştirememesine neden olabilmektedir. Söz konusu öğrenme engelleri açınısayıcı öğrenme ortamlarının bilgi keşfettiriciliğinin önüne geçebilir. Bu nedenle, Westera (2019) öğrencinin oyun oynaması aksasa bile (1) oyun içinde öğrenilmesi gereken kavramsal yapıların yeri geldiğinde açıklanmasını ve (2) yapılan etkinliğin neyin öğrenilmesi için yapıldığına dönük yansıtıcı bilgi sunulmasını önermektedir.

Eğitsel oyun platformlarıyla ilgili yapılan deneysel desenlerdeki çalışmalarda gözlenen eksiklikler şunlardır: eğitsel oyunların öğrenmeye kısa süreli müdahaleler olarak sınılanmış olması, sınıanan konu alanlarının dar olması, sınıanan uygulamaların çoğunun sadece pratik yaptırma üzerine kurulmuş olması, sınıanan uygulamaların öğrenci için yeni olması nedeniyle “yenilik” özelliğinin araştırma sonuçlarına istenmedik yansımaları, geliştirilen uygulamalarda bilgi temsil biçimlerine yeterince vurgu yapılmamış olması, uygulamalarda öğrenme mekanizmalarına/öğelerine yeterince eğilinmemiş olması, problem formülasyonu ve formül manipülasyonuna yeterince eğilinmemesi, tasarlanan düzeneklerde bilişsel yükün yeterince dikkate alınmaması, eğitsel oyundaki bağlam öğeleri ile eğitsel oyunda kapsanan konu arasında ilişki kurulmadan gerçekleştirilmiş tasarımlar ve oyun mekaniklerinin öğrenme mekanikleri önüne geçmesi (Abbasi ve diğ., 2021; Akpınar, 2005; Bainbridge ve diğ., 2022; Tokac ve diğ., 2019; Sun ve diğ., 2021; Van Der Meij ve diğ., 2020). Ayrıca, açınısayıcı eğitsel oyunlarda kullanılacak öğrenme desteklerinin ders içindeki yeri ve türü ile bunların öğrenci öz düzenleme becerileri ile etkileşiminin çalışıldığı yeterli çalışma bulunmamaktadır. Özellikle programlama bilgi ve becerisi gibi soyutlamaların yoğun olduğu konu alanlarının öğretilmesine dönük hazırlanmış açınısayıcı eğitsel oyunlar içinde etkili öğrenme destek mekanizmaları ile ilgili genellenebilir araştırma bulguları mevcut değildir.

Öğrenme Destekleri, Öz-Düzenleme ve Değer Verme Etkileşimi

Dijital oyun tabanlı öğrenme ortamlarının etkileşimli araçlar ile donanmış olması durumunda bu ortamlar öğrencide uzun erimli bir ilgi oluşturmakta, aksi halde sadece geçici ve kısa süreli bir ilgi oluşturabilmektedir (Repenning ve diğ., 2010; Sun ve diğ., 2021). Ayrıca, bu ortamların öğrencilerin hatalarına ve bilginin problem çözümünde uygun kullanımına dönük sundukları dönüt mekanizmalarının yetersiz olduğu belirtilmektedir (ör. Abbasi ve diğ., 2021). Özellikle problem

çözme gibi üst düzey davranışların öğrenilmesi sürecinde ortaya çıkan içsel bilişsel yükün dengelenmesi gerekmektedir (Lister, 2011): Tasarlanan eğitsel oyun düzeneklerinde bilişsel yükün yeterince dikkate alınmaması ciddi bir problemdir. 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 ve diğ., 2003; Paas ve diğ., 2003). Öğretim içeriğinin yapısı içsel bilişsel yük ile ilgili iken öğretim içeriğinin tasarımı 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 ve diğ., 2003; Çakmak, 2007). Öğrenme ve oyun dinamikleriyle çok sayıda bileşene sahip eğitsel oyun temelli öğrenme ortamlarında bilişsel yükü öğrencinin yönetmesi gereklidir. Bu nedenle, öğrenme ortamının öğrencilerin öz düzenleme becerilerini destekleyerek aktif katılımlarını sağlaması ve etkinliklerinden dersler çıkarmaya özendirilmesi gerektiği önerilmiştir (Pedrosa, Cravino ve diğ., 2016). Sosyo-bilişsel kuram çerçevesinde önerdiği modelde Zimmerman (2013) öz düzenlemenin şu üç özelliğe sahip olması gerektiğini belirtmiştir: (1) öğrencinin etkinlik yaparken bir hedef belirlemesi ve bu hedefe ulaşma için plan yapmasının desteklenmesi, (2) öğrencinin değişik stratejiler kullanırken kendi öğrenmesini gözlemesi ve kontrol etmesinin sağlanması, (3) öğrencinin yaptığı etkinliklerin öğrenmesine katkısını irdelemesi. Bir amaca ulaşmak için, öğrencinin kendi duygu, düşünce ve davranışlarının farkında olması ve bunları yönlendirmesi öğrenme için önemlidir. Öz düzenleme becerisi geliştirilebilir bir beceridir. Öz düzenleme becerisi yüksek olan öğrenciler öğrenmede hedef belirleme, derste aktif olma ve ders öğelerini kontrol etme konusunda daha isteklidir; ayrıca yapacakları görevi yerine getirme kapasitesine olan öz yeterlikleri yüksektir.

Öz düzenleme becerisiyle oyundan fayda sağlayan öğrencinin oyuna dönük değerlendirmesi etkilenebilmektedir. Şöyle ki eğitsel oyunların temel özelliklerinden biri öğrencinin oyundaki görevleri tamamlama motivasyonunu artırmaktır. Öğrencinin öğrenme ortamına dönük motivasyonunu etkileyen temel etmenler arasında ortamın öğrenci katılımını en yüksek düzeyde tutabiliyor olması ve eğlenceli bir deneyim sunabiliyor olması bulunmaktadır (Chen ve Chen, 2014; Prensky, 2001). Öğrencilerin öğrenme ortamında algıladıkları kendi öğrenme performansları, öğrenme ortamının kullanıcı merkezli olması ve kolay kullanabilmesi, onların öğrenme ortamına ve o ortamdaki etkileşimlerine attettikleri değeri belirlemektedir (Itten ve Petko, 2014). Buna bağlı olarak, öğrencilerin öğrenme ortamındaki görevleri yapmasına yardımcı olacak araçlara ve ortama yönelik attettikleri değer onların akademik performansını etkilemektedir (Ak ve Kutlu, 2017; Alpert ve diğ., 2021; Liu ve diğ., 2023). Sonuç olarak, bir eğitsel oyun ortamında sağlanan öğrenme desteği, öğrencinin oyun içindeki bilişsel ve duyuşsal davranışlarıyla etkileşim içinde olacağından, onun eğitsel oyuna dönük değer yargısını etkileyebilir. Dolayısıyla, öğrencilerin var olan “öğrenmede öz düzenleme becerileri”, “oyuna attettikleri değer” ile öğrenme desteğine sahip eğitsel oyundan öğrenmeleri arasındaki etkileşimlerin incelenmesi önem arz etmektedir.

Araştırma problemleri

Yukarıda verilen öğrenme desteklerinin biri ve birkaçı öğrenme ortamında aynı anda sunulabilir. Açınsayıcı eğitsel oyunlarda hangi destek türünün öğrencinin öğrenmesine diğer destek türlerinden daha fazla katkıda bulunduğu yeterince çalışılmış bir konu değildir. Bu nedenle, bu çalışmanın amacı, bir açınsayıcı dijital eğitsel oyun ortamının; bilgisayar programlamada yeni olan öğrencilerin sıkça öğrenme problemi yaşadıkları (Abbasi ve diğ. 2022) nesne yönelimli programlama (NYP) kavramsal bilgisini geliştirmelerine etkisini değişik öğrenme-destek senaryolarında incelemektir. Araştırmada şu problemlere yanıt aranmıştır:

1. Farklı öğrenme desteği, öz-düzenleme, eğitsel oyunu bir öğrenme nesnesi olarak değerlendirme değişkenlerinin tümü birlikte ve/veya birkaçı birlikte; öğrencilerin etkinlikler sonunda geliştireceği NYP kavramsal bilgisi gelişimini ne derece etkilemektedir?
2. Farklı öğrenme desteklerine sahip açınsayıcı eğitsel oyunlarla öğrenenler ile geleneksel etkinliklerle öğrenenlerin geliştirdiği NYP kavramsal bilgisi arasında fark var mıdır?
3. Öğrencilerin eğitsel oyundaki öğrenme etkinlikleri ve destekleriyle ilgili problem ve geliştirme önerileri nelerdir?

Yöntem

Bu çalışma bütünsel olarak karma araştırma yöntemiyle tamamlanmıştır (Creswell, 2003), araştırma problemlerinin çoğuna verilecek yanıtlar temelde ön ve son test ile yarı deneysel türde (Creswell, 2013) nicel yöntemde yapılan işlemlerden elde edilen verilerin çözümlenmesiyle sağlanmıştır. Öte yandan, deney grubu öğrencilerinden bazılarıyla yarı yapılandırılmış görüşmeler yoluyla (Patton, 2015) öğrencilerin yazılımlardaki öğretim yardımları hakkındaki görüşleri sorgulanarak nicel yöntemle elde edilen verilere destek sağlanması amaçlanmıştır. Çalışmanın nicel yöntemle

yürütülen bölümü yarı deneysel türde olduğundan ve öğrencilerin tümüyle deney yapmak olası olmadığından, ulaşılabilirlik özelliği dikkate alınarak bir kamu üniversitesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi lisans programı 1. sınıf öğrencileri ve Eğitim Fakültesindeki diğer öğretmen yetiştiren bölümlerin 1, 2 ve 3. sınıf öğrencileriyle çalışılmıştır (çalışmaya katılan toplam öğrenci sayısı 180 olmasına rağmen geçerli veri sağlayan 149 öğrenci olmuştur). Deney grubu (DG) öğrencileri NYP dersini almamış öğrencilerken, kontrol grubu (KG) öğrencileri NYP dersini almakta olan BÖTE bölümü öğrencilerinden oluşmuştur. Öğretim teknolojileri dersine kayıtlı gönüllü öğrencilerin deney gruplarına atanması dersin şubeleri çerçevesinde rastgele yapılmıştır.

Uygulama ve veri toplama

Farklı öğrenme destek türlerine sahip 4 yazılım sürümü, uzman kontrollerinden ve ekran nesnelerindeki düzenin kullanılabilirlik testleri yapıldıktan sonra, öğrenmeye katkıyı test etmek üzere dört DG öğrencilerine uygulanmıştır. Uygulamalar 30 istasyonlu bilgisayar laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. KG öğrencileri NYP içeriğini zorunlu derslerinde her dönem öğrendikleri etkinliklerle (öğretmen sunumu ve laboratuvarında programlama uygulamaları) öğrenmişlerdir. Tüm gruplara çalışma öncesi beşli Likert tipinde 24 madde ile altı alt boyutta öz düzenlemeyi ölçen çevrimiçi öz düzenleme ölçeği (Kilis ve Yıldırım, 2018), eğitsel oyuna attettikleri değeri ölçmek üzere oyun sonrası DG öğrencilerine beşli Likert tipinde 30 maddeden oluşan öğrenme nesnesi ölçeği (Gürer ve Yıldırım, 2014) ve tüm gruplara, deneyden önce ve sonra başarı ön ve son-testleri (19 maddelik ve toplam 23 puanlık) uygulanarak öğrencilerin NYP kavramsal bilgisini ölçen test uygulanmıştır. Tüm DG öğrencileri oyun içindeki tüm etkinlikleri iki ders saatinde tamamlamıştır. Ayrıca veri toplama ve deneysel işlem etkinlikleri tamamlanan deney gruplarındaki birer öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşmeler grup çalışması şeklinde yapılarak aşağıdaki çerçeve sorulara yanıt vermeleri istenmiştir.

1. Geliştirilmiş bu öğrenme ortamıyla geleneksel programlama dilinden NYP geçiş sence ne kadar doğru?
2. Etkinlikler zor muydu? Neden?
3. Programdaki hangi etkinlikleri bir öğretmen ile birlikte yapmayı tercih edersin? Neden?
4. Programın hangi özelliğini değiştirmek isterdin? Neden?

Eğitsel oyun sürümleri

Bu çalışmada kullanılan açısayıcı eğitsel oyunun tasarımında, öğretim desteklerinin tasarımını ortamda sunulan oyun mekanikleri ile ilişkilendiren deneyimsel oyun tasarım modeli (Kiili, 2005), soyutlamaların bulunduğu öğrenme ünitesini çalışmaya dönük öğrenci motivasyonunu artıracak görevlerin tasarımı için ARCS motivasyon kuramı (Keller, 2010), açısayıcı eğitsel oyunlardaki öğrenme ve oyun mekaniklerinin birlikte organizasyonu için 4C/ID öğretim tasarım modeli (van Merriënboer ve diğ., 2002) ve öğrenme ortamında sağlanan öğrenme bağlamı ve öğrenme araçları ile öğrencilerin etkileşimini betimlemeye yardımcı olan aktivite kuramı (Ensgeström, 1987) harmanlanarak kullanılmıştır (Akpınar, Kutbay ve Akkaya, 2023). Keşfettirici bir eğitsel oyunda öğrenciler, oyun içindeki konu alanı içeriğini ihmal edebilmekte veya konu alanı içeriğine odaklanmaktan kaçınabilmektedir. Bu nedenle, öğrenme desteği olarak öğrenme etkinlikleri öncesinde sunulan ön-öğretim ve önceden işaret etme, etkinlikler sırasındaki kılavuzluk ve iş birliği ile etkinlikler sonrasında sunulan çözüm veya keşfedilecek bilgi diğer ortamlara göre keşfettirici eğitsel oyunlarda daha önemli birer destek ögesi olabilmektedir. Bu çalışmada; “NYP bilgilerini açısayıcı şekilde öğrenmeyi” engellemesi yerine desteklemesi açısından yukarıdaki öğrenme destek türlerinden dördü tek başına veya eşlenik olarak eğitsel oyun ortamının dört sürümünde işe koşulmuştur. Bu destekler şunlardır: (a) Önceden gösterme (foreshadowing) desteği, öğrencinin oyun içerisindeki etkinlikleri yaparken geliştireceği programlama bilgisinin C# programlama dilinde nasıl ifade edildiğinin oyundaki her bir etkinlik seti öncesi öğrenciye sunulacağı destek türüdür. Oyunu oynayan öğrencinin konu alanına özgü bilgiyi önceden alarak işlemesi hedeflenmektedir. Önceden gösterme desteği yeni bilginin ayırt edilmesi türü bir zihinsel etkinliktir. (b) Öğrenme ürününe (product goal) dönük öğrenme desteği, öğrencinin oyun içerisindeki etkinlikleri yaparken geliştireceği programlama bilgisinin C# programlama dilinde nasıl ifade edildiğinin oyundaki her bir etkinlik seti sonrası öğrenciye sunulacağı destek türüdür. Oyunu oynayan öğrencinin konu alanına özgü bilgiyi ilgili oyun etkinliğinden sonra alarak işlemesi hedeflenmektedir. Öğrenme ürününe dönük öğrenme desteği de yeni bilginin ayırt edilmesi türü bir zihinsel etkinliktir. (c) Eğitsel kılavuz (pedagogical agent) tarafından verilen öğrenme desteği, öğrencinin oyun içerisindeki etkinlikleri yaparken geliştireceği programlama bilgisinin nasıl organize edildiğinin oyundaki her bir etkinlik seti öncesi öğrenciye sunulacağı destek türüdür. Eğitsel kılavuz desteği yeni bilginin düzenlenmesi türü bir zihinsel etkinliktir. (d) Akran iş birliği desteği (collaboration) öğrencinin oyun içerisindeki etkinlikleri yaparken geliştireceği programlama bilgisinin nasıl organize edildiğinin oyundaki her bir etkinlik seti sırasında ve etkinlik seti sonrası bir akranla oyun içeriğinin daha belirgin hale getirilmesi ve bilgi setlerinin ilişkilendirilmesi amacıyla kurgulanan destek türüdür. Öğrenciler akranıyla birlikte oyundaki etkinlik setleri sonrası kağıt ortamındaki etkinlikleri tamamlaması istenmiştir. Akran desteği yeni bilginin düzenlenmesi ve öncekilerle

ilişkilendirilmesine dönük bir zihinsel etkinliktir. Bu araştırmada bu dört tür öğrenme desteği, eğitsel oyuna dört şekilde yerleştirilmiştir: (1) Önceden gösterme ve eğitsel kılavuz desteklerinin yer aldığı oyun (ÖG+EK), (2) sadece eğitsel kılavuz desteği sunan oyun (EK), (3) Eğitsel kılavuz ve öğrenme ürününe dönük desteklerin yer aldığı oyun (EK+ÖÜ), (4) Eğitsel kılavuz ve ekran iş birliğinin yer aldığı oyun (EK+Aİ). Dört sürümde kapsanan NYP ders hedefleri şunlardır: (a) Sınıf, metot, nesne, kapsülleme (encapsulation), kalıtılma (inheritance) ve çok biçimlilik (polymorphism) kavramlarını tanımlayabilme ve örneklendirme, (b) Bir kalıtı ilişkisinde alt sınıf ve türetilmiş sınıfları ayırt edebilme, (c) Sınıf ve nesne yapılarını ayırt edebilme, (d) Sınıfların birbiriyle iletişimini açıklayabilme, (e) NYP’de kapsüllemenin rolünü açıklayabilme, (f) NYP’nin özelliklerini açıklayabilme, (g) Bir sınıfın özelliklerini açıklayabilme, (h) Temel döngü ve koşul ifadeleri oluşturabilme. Kontrol grubu ders sorumlusunun anlatısı ve laboratuvar etkinlikleri ile ders içeriğini çalışmıştır.



Şekil 1. Eğitsel kılavuz sürümünden bir ekran



Şekil 2. Eğitsel kılavuz ve öğrenme ürünü destekleri içeren sürümden bir ekran

Nicel verilerin çözümlenmesi

Gruplardan elde edilen nicel veri setinin (Tablo 1 ve 2) normal dağılım gösterdiği grup verilerinin basıklık ve eğrilik değerlerine göre teyit edilmiştir. Deney ve kontrol gruplarının uygulamalar öncesi ölçülen COD düzeylerinin (Tablo 2) benzer olduğu yapılan ANOVA testiyle tespit edilmiştir ($F_{(4,144)}=1.656$; $p>0.05$). Farklı öğrenme destekleriyle çalışan deney gruplarının çevrimiçi öz düzenleme (COD) ve öğrenme nesnesi değerlendirme (OND) puanları ile son başarı testi ve erişim testi puanları arasındaki etkileşim incelenmek üzere $2 \times 4 \times 2$ MANOVA testi uygulanmıştır. COD ve OND puanları ortanca değerine göre gruplar alt ve üst olmak üzere iki seviyede ele alınmıştır. Bu testin ön koşullarından olan (i) veri gruplarının normal dağılımı eğiklik ve basıklık katsayılarıyla teyit edilmiş, (ii) erişim testi puanları için Mahalanobis uzaklık aralıkları (minimum=0.017 ve maksimum=9.436; $ss=1.644$) kabul edilebilir (Akbulut, 2010) düzeyde bulunmuş, (iii) Box eşitlik matris test sonuçları (Box's $M=46.983$; ($F=1.035$; $df1=39$; $df2=3721.995$; $p>0.05$), grupların bağımlı değişken puanlarının homojenliğini göstermiş, (iv) Levene testi grupların bağımlı değişken verilerindeki hata varyanslarının eşdeğer olduğunu göstermiş ($F=1.105$; $df1=15$; $df2=107$; $p>0.05$) ve (v) Pillai iz değeri (0.192; $F=3.791$; $p<0.001$) de olası etkileşime işaret etmiştir.

Tablo 1. Ön ve Son testlere ait betimsel veriler

Grup	n	Ön Test		Son Test		Erişim		Son-Ön Test Cohen's d
		Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	
ÖG+EK	39	3.64	3.78	6.41	3.66	2.76	3.01	0.74
EK	29	4.52	3.99	8.79	2.69	4.27	3.71	1.25
EK+ÖÜ	18	4.28	2.88	6.61	3.82	2.33	3.71	0.69
EK+Aİ	37	6.43	3.12	8.43	2.64	2.00	3.43	0.69
Kontrol	26	8.42	2.73	9.85	3.27	1.42	3.61	0.47
Toplam	149							

Tablo 2. Çevrimiçi Öz-düzenleme Düzeyi ve Öğrenme Nesnesi Değerlendirme puanlarına ait betimsel veriler

Grup	n	Öz-düzenleme		Öğrenme Nesnesi Değ.	
		Ort.	S.S.	Ort.	S.S.
ÖG+EK	39	3.25	0.68	2.40	1.96
EK	29	3.51	0.41	3.92	0.63
EK+ÖÜ	18	3.14	0.49	3.63	1.07
EK+Aİ	37	3.25	0.47	3.70	0.65
Kontrol	26	3.28	0.49		
Toplam	149	3.29	0.54		

Eğitsel oyun sürümlerindeki dört farklı öğrenme desteğinin ($F=2.991$; $sd=3$; $p<0.05$) ve öğrenme ortamına atfedilen değer (OND) ($F=4.403$; $sd=3$; $p<0.05$) birbirinden bağımsız olarak son test ve erişim puanlarındaki değişkenliğe anlamlı etkisi olduğu gözlenmiştir. Ayrıca, ön test puanlarının son test ve erişim ($F=54.847$; $sd=1$; $p<0.001$) puanlarındaki değişkenliği belirlemede etmen olduğu gözlenmiştir. Buna karşın, COD düzeyinin tek başına ve COD, OND ve öğrenme destek türü değişkenlerinin ikili veya üçlü olarak etkileşim içinde son test ve erişim puanlarındaki değişkenliğe anlamlı etkisi olmadığı gözlenmiştir.

Tüm grupların uygulamalar öncesi ve sonrası elde ettikleri başarı farkı olarak ölçülen erişim düzeyleri arasındaki fark ANOVA testiyle ($F_{(4,144)}=2.795$; $p<0.05$) incelenmiştir. Gruplardan en az birinin diğerlerinden en az birinden farklı erişime sahip olduğu teyit edildikten sonra, grupların erişim ortalamaları arasındaki fark Bonferroni testiyle incelenmiştir. Buna göre, EK grubu erişim ortalaması ($ort.=4.275$; $ss=3.711$) kontrol grubu erişim ortalamasından ($ort.=1.423$; $ss=3.613$) EK grubu lehine anlamlı ($t_{(53)}=2.852$; $p<0.01$) olarak farklı bulunmuştur. Diğer deney gruplarının kendi aralarında ve kontrol grubu erişim ortalamaları arasındaki fark benzer olarak gözlenmiştir. Bu sonuç Cohen's d etki değerleriyle de teyit edilmiştir (Tablo 1). Gruplar arası erişim karşılaştırmalarına ilaveten her grubun ön ve son başarı testleri arasındaki fark Bonferroni testiyle incelenmiş ve kontrol grubu dışındaki tüm deney gruplarının (ÖG+EK grubu $t_{(38)}=5.740$, $p<0.01$; EK grubu $t_{(28)}=6.203$, $p<0.01$; EK+ÖÜ grubu $t_{(17)}=2.668$, $p<0.01$; EK+Aİ grubu $t_{(36)}=3.545$, $p<0.01$) ön ve son test başarı ortalamaları arasında son test lehine fark gözlenmiştir. Bu bulgu, deney gruplarının ön testten son teste geliştirdikleri bilgi miktarı olarak yorumlanmalı ve kontrol grubunun ön test başarı ortalamasının deney gruplarınınkinden yüksek olduğu dikkate alınmalıdır.

Yarı yapılandırılmış görüşmeler ve nitel veriler

Veri toplama ve deneysel işlem etkinlikleri tamamlanan dört deney grubundaki her sınıftan birer öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılarak aşağıdaki çerçeve sorulara (bkz. Tablo 3) yanıt vermeleri istenmiştir. Deneyler sonunda katılımcılardan etkinliklerle ilgili olarak bir saat kadar sürecek bir toplantıya katılmaya gönüllü olan olmadığı laboratuvar ortamında sorulmuş ve her deney grubundan birer öğrenci (iki erkek ve iki kadın) yarı yapılandırılmış görüşmeye gönüllü olmuştur. Öğrenci katılımcılarla randevulaşarak aşağıdaki soruları yanıtlamaları için araştırmacının ofisinde bir toplantı yapılmıştır. Toplantıda tanıştırılan öğrenciler informal bir atmosferde soruları yanıtlamışlar. Öğrencilerden oyunun ÖG+EK ve EK+ÖÜ sürümünü kullananların Scratch ile kodlama konusunda kısa süreli deneyimleri olmuşken, diğer gruptakilerin herhangi bir programlama ortamıyla ilgili deneyimi olmadığı görüşmede belirlenmiştir.

Tablo 3. Yarı yapılandırılmış görüşme içerikleri

Oyun sürüm katılımcısı	Soru ve yanıtlar
ÖG+EK	Tamamlamış olduğunuz oyundaki etkinlikler zor muydu? Neden? Alanım olmadığından programlama öğretmeye yönelik bir oyunun daha zor olacağını beklemekteydim ama oyunu kolay buldum, Oyundaki yönergeleri dikkatle takip edince görevleri gayet kolayca tamamladım.
EK+Aİ	Aynı fikirdim.
EK+ÖÜ	Benim de alanım değil ama oyunun zorluk derecesi uygun, çocuk oyunu modundan çıkarılmış.
EK	Bence zor değildi. Yeterince açıklama var. Eğlenceliydi de.
	Oyundaki kavramları C# programlama dilinde işe vuruklaştırmaya dönük örnekler işe yaradı mı?
ÖG+EK	Bence yeterli değildi.

EK+ÖÜ	Bence de, ama buradaki robot programlama ile C# programlama dilinde programlamanın çok farklı olduğunu anladım, C# yapısı çok farklı, buradaki komutlardan çok uzak.
EK	bizim versiyonda yoktu.
EK+AI	Benim versiyonda kağıtta verilmiş etkinlikler vardı ama kavramları programlamada örneklendirmek için verilmişti, geliştirilmeli. Olmasını ister miydin?
EK	Neden olmasın.
EK+AI	Evet. Geliştirilmiş bu öğrenme ortamıyla geleneksel programlama dilinden NYP geçiş sence ne kadar doğru?
ÖG+EK	Kavramların tanımlarını öğretiyor ama programda örnekleri verilen C# programlama dilinde bu kavramları işe vuruklaştırmak zor olacaktır. Oyun içinde C# programlama dilinde bu kavram ya da süreçlerin nasıl kullanılacağı konularında pratik yaptırma iyi olur.
EK+ÖÜ	Aynı fikirdeyim, Oyunda kavramlar çok somut hale getiriliyor ama anladığım kadarıyla C# programlama dilinde bunları kullanmak daha soyut bir süreç, bu nedenle oyunda öğretilenlerin oyun içinde soyutlama pratikleri de olmalıdır.
EK	C# programlama dili nasıl bir dildir bilmiyorum ama oyun içinde öğretilenlerin somut bir temel olduğunu söyleyebilirim, muhtemelen C# programlama dili oyundaki robot kodlarından daha karmaşık hatta soyut olabilir. C# programlama diline ya da başka bir dile geçiş yapılması bekleniyorsa, oyundaki etkinliklere ek etkinlikler olmalıdır.
EK+ÖÜ	C# programlama diliyle ilgili açıklamalar bizim sürümde vardı ama yeterli olduğunu söyleyemem,
ÖG+EK	Aynı fikirdeyim, C# programlama dili yapısı yani komutlar, yani ek bileşenler gerekli, bu ortamdan diğer ortama, yani C# a geçiş açıklamaları ve etkinlikler gerekli, yeni versiyonda bunlar yapılmalı.
EK+AI	Oyunun kapsamı artırılırsa olabilir. Programdaki hangi etkinlikleri bir öğretmen ile birlikte yapmayı tercih edersin? Neden?
EK	Hiçbir etkinliği. Yani tüm etkinlikler tek başımıza yapılabilir kolaylıkta, yeterince açıklama var, onları takip eden herkes tek başına yapabilir. Oyun içindeki görsel sistemden ders çıkarıp, konuyu anladığımı düşünüyorum.
ÖG+EK	Mevcut sürümdeki etkinlikleri yapmak için öğretmen desteğine gerek yok ama burada öğrenilenleri C# ortamına transfer etmek için oyundaki özellikler yeterli değil bence. Oyundaki görselleştirme iyiydi.
EK+ÖÜ	Bence de iyiydi.
ÖG+EK	Oyundaki komut yapısını model alıp C# diline uyarlamak kolay olmayacaktır diye düşünüyorum. Çünkü bizim sürümde verilen C# dili örneklerine göre C# dilinde ek bir şeyler daha bilmek lazım, onlar için öğretmen açıklamaları iyi olur.
EK+AI	Ben arkadaşım ile yaptım ama ek olarak öğretmen etkinlikleri de iyi olur.
EK+ÖÜ	Öğretmen ya da daha gelişmiş oyun sürümü, gerçi gelişmiş oyun sürümü de olsa öğretmen desteği de olsa iyi olur. Programın hangi özelliğini değiştirmek isterdin? Neden?
EK	Son etkinlik, çok uzun ve sıkıcı ama zor değil.
EK+ÖÜ	Evet bence uzun ve ortasında başarısız olunca iyice sıkıcı olabiliyor. Gerçi, bir etkinlikteki süreç içinde sadece son hatayı düzeltmek için bile tüm etkinliği baştan yapmak zorunda olmak da beni motive etti ve bir hatada tüm etkinliği baştan sona yeniden yapmam süreci öğrenmeme yardımcı etti. Benim önerim, son etkinlik kısaltılmalı, oyunda sık sık ödüller verilmeli, grafik tasarımı daha sevimli olmalı.
EK	Ses, sesi değiştirmeyi öneririm, benim için rahatsız edici olması motive edici oldu ama daha sevimli bir ses olmalı. Yanlış yaptığımda oyunda verilen hata seslerinden kaçınmak için de doğru davranışa yöneldim.
ÖG+EK	Oyunu tamamlayınca puan vermiyor ama görevlerin kendi içinde meydan okuyucu olması ve onları tamamlamak oyun aroması veriyor. Puan da eklenmeli. Bir de aralara sorular konulsa daha iyi olur.
EK+AI	Bizim sürümde kağıtta sorular vardı, fena değildi.
EK	Arayüzün kullanımı oyunun başında tanıtılmalı. Girişte programla ilgili daha çok bilgi verilmeli. Oyunun kuralları da başta ayrıntılı verilmeli. Bunlar kısa bir video ile verilebilir.
EK+ÖÜ	Evet, bir de bilgi işlemsel düşünme ve programlama ile ilgili olan ve genel hayattan buraya transfer etmemiz beklenen fonksiyon ve koşullar gibi kavramlara da programın girişinde yer verilmelidir.
ÖG+EK	Arkadaşlara katılıyorum, Her kavramla ilgili verilen etkinlik sayısı artırılmalıdır. Çok sayıda etkinliği aynı oyun içinde yapmanın yaratacağı problemin üstesinden de oyun daha modüler bir yapıda hazırlanarak gelinebilir ki ben bunu tercih ederim.

Benzer düzenekte hazırlanmış oyunlarla başka dersleri de çalışmayı tercih eder misiniz?	
EK	Ben ederdim, bazı özellikler de geliştirilince daha iyi olacaktır.
EK+ÖÜ	Evet bence de, ama C# gibi soyutlamaların olduğu içerikleri öğrenmek için çok değişiklik gerek
ÖG+EK	Aynen, aynı fikirdeyim.
EK+Aİ	Bence de.

Görüşme verilerinin çözümlemesine göre, öğrenme ortamının tasarımında izlenen harmanlanmış modelin genelde deney grubu katılımcılarınca olumlu bulunduğu gözlenmiştir. Öğretim tasarımının öğrenciler için yeni ve soyut bir konu olan programlama kavramlarını kolaylaştırdığı ifade edilmiş, ancak etkinliklerin geliştirilmesi ve sayıca artırılması önerilmiştir. Ayrıca, eğitsel oyunun öğretmeyi hedeflediği programlama kavramlarını kullanma konusunda daha çok sayıda pratik yaptırma etkinlikleri barındırması ve görsel olarak somut bağlamdaki örneklerden bağlam bağımsız ortama geçiş için ayrı etkinlik setlerinin sunulması önerilmiştir. Eğitsel oyunda sunulan öğrenme desteklerine ilaveten öğretmen desteğinin de olmasını isteyen bir katılımcı olmuştur. Bir katılımcı eğitsel oyunun mevcut ses olanaklarının uyarlanabilir ve/veya kişiselleştirilebilir olmasına vurgu yaparken, iki katılımcı oyun mekaniklerinin yeni sürümde artırılmasını önermiştir.

Tartışma

Bu çalışmanın bulguları, eğitsel oyunlarda öğrencilere sunulan öğrenme desteklerinin etkisi konusunda alan yazındaki önceki bulgularla benzerlikler ve farklılıklar göstermektedir. Öncelikle, ÖG+EK, sadece EK, EK+Aİ ve EK+ÖÜ gruplarında oyunu değişik destek senaryolarında tamamlayan bazı öğrencilerden yarı-yapılandırılmış görüşme yoluyla alınan verilere göre; dört tür yardımın da öğrencilerce olumlu karşılandığı ve eğitsel oyunları öğrencilerin motive edici bulduğu gözlenmiştir. Benzer bulgular, Abbasi ve diğ. (2021), Florea ve diğ. (2016) ve Mathrani ve diğ. (2016) çalışmalarında da gözlenmiştir. ÖG+EK, EK+Aİ ve EK+ÖÜ yazılım sürümlerinin öğretmeyi hedeflediği NYP kavramsal bilgilerinin yazılım dışındaki başka bir programlama dilinde işevuruk hale getirilmesi öğrencilerce “soyutlama gerektiren ve soyut ortama transfer edilmesi gereken bir bilgi seti” olarak yorumlanmış ve soyut transfer işlemi için bu iki sürümde verilen transfer açıklama/desteklerine ek olarak öğretmen yardımı veya kılavuzluğunun da verilmesinin kendilerini daha rahat hissettireceğini ve soyut transferi daha kolaylaştıracağını ifade etmişlerdir. Bu gözlem, Ramirez-Rosales ve diğ. (2016) Software-Kids eğitsel oyununu kullanarak yaptıkları çalışma bulgularını teyit etmektedir. Ayrıca ve Mathrani ve diğ. (2016) programlama kavramlarından fonksiyon, koşullar ve öz-yineleme kavramlarını robot programlama senaryosunda öğrettikleri çalışma bulgularından olan “somut etkinlikler içeren robot programlama etkinliğinin transferi için ek etkinliklere gereksinim olduğu” bulgusuyla örtüşmektedir. Benzer olarak, açınısayıcı oyun tabanlı programlama öğrenme ortamlarında öğrencilerin bilgi geliştirebildiğine ve olumlu duyuşsal çıktılar elde edildiğine dönük bulgular da (Örneğin, Sun ve diğ., 2021) bu çalışmada teyit edilmiştir. Ayrıca, açınısayıcı öğrenme ortamlarında yeterli kılavuzluk sağlandığında öğrenmeye katkısının artacağına dönük önceki bulguları (ör., Alfieri ve diğ. 2011; Furtak ve diğ. 2012; Hwang ve diğ. 2023) ciddi eğitsel oyunlar bağlamında teyit edilmiştir.

Deney sonrası görüşmeye katılan ÖG+EK ve EK+ÖÜ yazılım sürümlerinden birini kullanan öğrenciler, C# ortamında NYP kavramlarının nasıl işe koşulacağına dönük etkinlik öncesi veya etkinlik sonrası verilen açıklamalarla oyun içinde bunlara ilişkin sunulan içeriklerin format ve doğalarının birbirinden belirgin olarak farklı olduğunu ifade etmişlerdir. Yeni sürümlerde C# veya benzer bir dildeki yapılarla oyun içindeki yapıların birbirine daha yakın ya da daha benzer olması gerektiğini ya da eğitsel oyun içindeki somut yapıdan soyut yapıya geçişe dönük etkinlikler gerektiğini ifade etmişlerdir. Öğrenciler bu önerilerinin yerine getirilirken eğitsel oyunun mevcut somutlaştırma yaklaşımının özellikle korunması gerektiğini tercih ettiklerini de beyan etmişlerdir.

Rahimi ve diğ. (2022) çalışmasında, öğrenme desteğini görev öncesinde ve sonrasında alan öğrencilerin eğitsel oyunda geliştirdikleri fen bilgisi başarıları benzer olmuştur. Çalışmamızda etkinlik öncesi veya sonrası desteklere ek olarak oyun etkinliği sırasında da destek sunulmuştur ancak sadece oyun etkinliği sırasında destek alanların karşılaştırma yapılan diğer destek koşullarına göre daha çok öğrendiği gözlenmiştir. C# ortamında NYP kavramlarının nasıl işe koşulacağına dönük etkinlik öncesi veya etkinlik sonrası verilen açıklamalar öğrencilerin yeterince odaklanmadığı destekler olmuştur, bu ek destekler öğrencilerin dışsal bilişsel yük deneyimlemelerine de neden olmuş olabilir. Benzeri bir çalışmada (Yang ve diğ., 2021) öğrenciler oyun içindeki etkinlik sırasında verilen ve oyun etkinliğini tamamlamaya dönük olan desteğe daha çok (içeriği anlamaya dönük verilen desteğe nazaran) başvurmuşlardır. Çalışmamızdaki az sayıdaki nitel veriler bu bulguları teyit eder yöndedir.

Diğer birçok araştırma bulgusu aksine, bu çalışmanın ÖG+EK, EK+Aİ ve EK+ÖÜ yazılım sürümlerinden birini kullanan öğrencilerin başarısı, sadece NYP kavramsal bilgisinin oyun içinde işe vuruklaştırılmasını öğrenmelerine dönük destek alan ama C# dilinde nasıl işe vuruklaştırılacağına dönük destek almayan EK grubu öğrencilerinin

başarısından düşük olmuştur. Bu bulgu eğitsel oyuna eklenen öğrenme desteklerinden yönlendirici tür desteğin öğrenci başarısını düşürdüğüne dönük Hawlitschk ve Joeckel'in (2017) bulguları ile örtüşmektedir. ÖG+EK ve EK+ÖÜ yazılım sürümlerinde ve az sayıda da olsa EK+Aİ sürümünde oyundaki görev dışı C# örnekleri, öğrencilerin bilişsel karmaşa yaşamalarına sebep olmuş olabilir. Bu olası sebebi yarı yapılandırılmış görüşmeye katılan ilgili grup öğrencileri C# örneklerini soyut buldukları şeklinde açıklamışlardır ki somut örüntülerle yeterince ilişkilendirilmeyen soyut temsillerin öğrenmede bilişsel yükü artırdığı bilinmektedir. Ayrıca, ÖG+EK, EK+Aİ ve EK+ÖÜ yazılım sürümlerini kullanan öğrencilerden öğrenmeleri gereken bilgi örüntüsünün kapsamının geniş olduğu yönünde bir fikir ve öğrencilerin C# gibi bir programlama diline dönük içeriği bir öğretmen desteği olmadan geliştiremeyecekleri sonucuna varmalarına neden olmuş olabilir.

Mayer, Mathias ve Wetzell (2002) çalışmasında ön-öğretim desteği ile çalışan öğrenciler diğer gruplara göre daha başarılı bulunmuşken, mevcut çalışmamızda ön-öğretim desteği almayan ama sadece öğrenme etkinlikleri sırasında EK'dan etkinlik tamamlama ve kavramsal bilgiyi açıklayan yardım alan öğrenciler NYP kavramsal bilgisi öğrenmede daha başarılı olmuşlardır. Bu bulgu Pol ve diğ. (2008) çalışmasında fizik öğrenirken ipucu türü destek alan öğrencilerde de gözlenmiştir. Ancak Pol ve diğ. (2008) çalışmasında ayrıca öğrenme etkinlikleri sonunda örnek problem çözümü desteği alan öğrenciler de anlamlı puan artışı gösterirken, bu çalışmada EK desteğine ek olarak etkinlik sonunda transfer desteği alan öğrenci grubu sadece EK desteği alanlara göre daha az puan artışı göstermiştir.

Parong ve Mayer'in (2018) sanal gerçeklikle çalışan öğrencilere her bir etkinlik sonrası sunduğu konu özeti çalışmasını yapan öğrenciler, etkinlik sonrası konu özeti yardımı almayanlardan daha başarılı olmasına karşın, bu çalışmada etkinlik öncesi veya sonrası transfer desteği alan öğrenciler sadece etkinlik desteği alanlara göre daha az öğrenmişlerdir. Etkinlik öncesi veya sonrası destek alanların sunulan destek içeriklerine odaklanmadığı veya sunulan içerikler soyut olarak nitelendirildiğinden ihmal edilmiş olabilir, somut içerikle etkileşim tercih edilmiş olabilir (ki görüşmelere katılan öğrencilerin ifadeleri de bu yöndedir). Çalışmamıza benzer bağlam ve benzer içerikte yapılan bir başka çalışmada Liu ve Jeong (2022), blok tabanlı programlama öğretimi oyununa ekledikleri ön açıklamalar ve oyun içi açıklamalar şeklinde iki tür destekle çalışan öğrencilerin başarıları benzer olmuştur. Zhi ve diğ. (2018) yaptıkları çalışmada programlama kavramlarından döngü ve fonksiyonların öğreten bir oyunu kullanmışlar, oyunda sağlanan metinle ek açıklama ve öğrenme ürünü türünde adımlarla problem çözme türü yardımların öğrenmeye yardımcı olduğu gözlenirken, bu çalışmada verilen ek desteklerin sadece EK tarafından sağlanan ve oyun içindeki etkinliği tamamlamaya ve ilgili kavramla oyun içindeki programlamayı açıklayan desteği alan öğrencilerden daha az başarılı olmuştur. EK tarafından sağlanan destek, tamamen bir robotu yönlendirme bağlamında bir kavramsal yapının nasıl işe koşulduğunu öğrenmek ve ilgili kavramın nasıl oluştuğunu öğrencinin deneyimlemesine olanak sağlamaktadır, ancak bu bilgilerin başka bir ortama transferini sağlamak üzere sunulan destek türleri bu çalışmada yeterince başarılı olamamıştır.

Sonuç ve Öneriler

Veri çözümlemesi, farklı öğrenme desteği, çevrimiçi öz düzenleme ve öğrenme nesnesi değerlendirme değişkenlerinin etkileşimli olarak NYP erişimindeki değişimin ne kadarını etkilediğini inceleyen testlere göre; NYP erişimini, tek başına (a) eğitsel oyunda farklı öğrenme desteği alma [%8] ve (b) "uygulamayı bir öğrenme nesnesi olarak değerlendirme düzeyi" [%4] değişkeninin küçük oranda etkilediği, (c) çevrimiçi öz düzenleme becerisinin tek başına etkili olmadığını göstermiştir. Söz konusu üç bağımsız değişkenin ikili ve/veya üçlü etkileşim içinde bağımlı değişkene anlamlı etkisi gözlenmemiştir. EK grubunun NYP erişiminin Kontrol grubununkinden istatistiksel olarak farklı olduğunu, ÖG+EK, EK+Aİ ve EK+ÖÜ gruplarınınkinden daha yüksek olmasına rağmen istatistiksel olarak farklı olmadığını göstermiştir. Tüm grupların başarı son ve ön testleri arasındaki farka işaret eden Cohen's d katsayıları grupların tümünde eğitsel müdahalelerin etkisinin orta ve büyük düzeyde olduğu, en büyük etki değerinin EK grubu (d=1.25) ve en küçük etki değerinin kontrol grubu (d=0.47) erişiminde olduğu gözlenmiştir.

Deney grubundaki öğrenciler, sadece kendileri için yeni olan ve alan yazına göre öğrenilmesi kolay olmayan bir öğrenme ünitesi olan NYP kavramlarını 50-80 dakika süreyle bir eğitsel oyunla çalışarak öğrenmeye çalışmışlardır. EK grubu C# diline referanslar veren örnek kod açıklamalarına dönük öğretim yardımı almadan sadece eğitsel ajanın verdiği öğretim destekleri ile çalışırken, diğer üç deney grubundan daha az öğrenme desteği almıştır. Buna karşın, ÖG+EK ve EK+ÖÜ deney grupları eğitsel ajanın verdiği desteklere ek olarak C# diline referanslar veren örnek kod açıklamalarına dönük öğretim yardımı almışlardır. EK+Aİ deney grubu eğitsel ajanın verdiği desteği bir akranıyla iş birliği içinde kullanmıştır, bu iş birliği grubundaki öğrencilerin NYP ön bilgileri benzerdir ve eğitsel ajan desteğini akranla birlikte kullanmış ve etkinliklerin bilişsel yükünü akranıyla paylaşmıştır. Deney grupları eğitsel oyunda sunulan yazılım sürümlerine özgü öğretim destekleri dışında üniteyle ilgili öğretmen yardımı almamışlar ve oyun dışında ek etkinlikler yapmamışlardır. Her bir kavramla ilgili oyun sürümlerinde sunulan (ikişer) etkinlikleri tamamlamışlardır,

sadece EK+AI deney grubu oyunda tamamladığı görev grubuna ait iki hatırlama sorusunu oyunu oynarken kâğıt ortamında tamamlamıştır. Bu deney koşullarında EK grubu daha fazla NYP bilgisi geliştirebilmiştir, ancak burada EK grubu öğrencilerince geliştirilen söz konusu bilgi düzeyinin yeterli olduğu vurgulanmamakta, eğitsel oyunlara eklenecek yardım türlerinin öğrenmeye etkisinin olabileceğine işaret edilmektedir.

Oyun içindeki etkinlikleri tamamlamayı hedefleyen dört deney grubundaki öğrencilerin oyun içinde kazandıkları bilgileri kod yazmaya transfer etmede (ön ve son testteki bilgi işlemsel düşünme soruları öğrencilerin döngü ve koşul ifadeleri içeren ve herhangi bir dil veya formda ifade etmelerine izin veren sorulardır) yeterli başarıyı gösteremedikleri gözlenmiştir. Söz konusu transferin öğrencilerce kolayca yapılabilmesi için hangi koşullar ve/veya araçlara ihtiyaç olduğuna dönük yeni bulgulara ihtiyaç vardır. Bu konular sonraki araştırmaların incelemesi gereken kritik araştırma problemleri arasında yer almalıdır.

Ön-öğretimsel destek ve öğrenme ürününe dönük öğretimsel destek yeni bilginin ayırt edilmesi türü zihinsel etkinliklerdir. Buna karşın, eğitsel kılavuz tarafından verilen öğretimsel destek yeni bilginin düzenlenmesi türü bir zihinsel etkinliktir. Bu araştırmada yeni bilginin ayırt edilmesine ek olarak organize edilmesine dönük olarak verilen desteğin birlikte kullanıldığı koşulların yeterli öğrenme desteği olamadığı gözlenmiştir. Bunun nedeni ayırt etme ve/veya düzenleme etkinliklerinin sayısı ve/veya doğa olarak yeterli olmaması olabilir. Bu koşulların yeniden düzenlenerek sınanması gereklidir. Bu bağlamda:

- NYP kavramsal bilgisinin C# gibi programlama dillerinde işe vuruklaştırılması ve NYP kavramsal bilgisinin öğrenilmesinde zihinsel karmaşa yaşanmasını önlemek amacıyla, NYP kavramsal bilgisinin somutlaştırıldığı öğrenme ortamıyla, bu bilgilerin soyutlamasının yapılacağı programlama diliyle ilişkisini daha iyi kurduracak, ÖG+EK, EK+AI ve EK+ÖÜ türü yardımların geliştirilmesi ve değiştirilmesi gereklidir.
- Eğitsel oyun içinde sunulan öğrenme etkinlik setlerinde somut-soyut ilişkisini kurdurmaya yönelik etkinlikler bulunmalıdır.
- Öğrenme etkinlik setlerinde somut-soyut temsil/format ilişkisini kurdurmaya yönelik etkinliklerin yeterince pekiştirilmesini sağlayacak pratik etkinlikleri de oyun içine ya da oyuna ek olarak sunulmak üzere geliştirilmelidir.
- Bu araştırmada kapsanmayan ve sınanmayan diğer tür öğrenme destek türleri (Wouters ve Oostendorp, 2013) için farklı eğitsel oyun sürümleri geliştirilerek yeni araştırmalarda bunların NYP kavramsal bilgilerini soyutlamaya ve BD becerisi geliştirmeye etkileri incelenmelidir.

Bunlara ek olarak, çalışma bulgularının genellenebilirliğini artırmak için daha büyük örneklemelerle bulgular teyit edilmelidir, bu çalışmada örneğin EK+AI grubundaki öğrencilerin sayısı bazı öğrencilerin son testte araştırmadan çekilmeleri nedeniyle diğer gruplara göre daha az kalmıştır. Çalışmanın bir diğer kısıtı olan aynı sorulardan oluşan ön ve son başarı testlerinin farklı sorulardan oluşturulması önemlidir. Öte yandan, öğrenme desteği olarak eğitsel kılavuzun sunduğu yardımlar dışındaki desteklerden öğrencilerin daha çok yararlanmasını sağlamak üzere söz konusu desteklerin oyun içindeki düzeneklere eklenmesiyle elde edilecek yeni sürümlerin sınanması sağlanmalıdır. Ayrıca, oyun içinde kazanılan kavramsal yapıların C# gibi ortamlara nasıl transfer olunacağına ilişkin öğrenme etkinlikleri ve desteklerin yeni sürümlerde inşa edilmesi ve bu desteklerle birlikte öğretmen desteğinin de dikkate alınması mevcut çalışmanın kısıtlılıklarını gidermeye yardımcı olacaktır.

Araştırmacıların Katkısı

Birinci yazar çalışmanın kurgu, alan yazın tarama, çözümleme, raporlama kalemlerinden, ikinci yazarsa veri toplama ve rapor kontrolü kalemlerinden sorumludur.

Destek

Bu çalışma Boğaziçi Üniversitesi BAP tarafından BAP#22D02P1 koduyla desteklenmiştir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar çalışmada herhangi bir çıkar çatışmasının bulunmadığını beyan etmişlerdir.

Kaynakça

- Abbasi, S., Kazi, H., Kazi, A. W., Khowaja, K., & Baloch, A. (2021). Gauge NYP in student's learning performance, normalized learning gains and perceived motivation with serious games. *Information*, 12(3), 101. <https://doi.org/10.3390/info12030101>
- Adams, D. M., Mayer, R. E., MacNamara, A., Koenig, A., & Wainess, R. (2012). Narrative games for learning: Testing the discovery and narrative hypotheses. *Journal of Educational Psychology*, 104(1), 235. <https://doi.org/10.1037/a0025595>
- Ak, O., & Kutlu, B. (2017). Comparing 2D and 3D game-based learning environments in terms of learning gains and student perceptions. *British Journal of Educational Technology*, 48(1), 129-144.
- Akbulut, Y. (2010). *Sosyal Bilimlerde SPSS Uygulamaları*. İstanbul: İdeal.
- Akkaya, A., & Akpınar, Y. (2022). Experiential serious-game design for development of knowledge of OOP and computational thinking skills, *Computer Science Education*, 32(4), 476-501.
- Akpınar, Y., & Turan, M. (2012). Designing a collaborative learning game: Its validation with a turn-taking control scheme in a primary science unit. *Education & Science*. 37(163), 254-267.
- Akpınar, Y., (2005). *Bilgisayar Destekli Öğretim ve Uygulamalar*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Akpınar, Y., Kutbay, E., & Akkaya, A. (2023). Designing exploratory serious games with learning supports. *Journal of Theory & Practice in Education*, 19(1), 83-96. <https://doi.org/10.17244/eku.1248565>
- Alfieri, L., Brooks, P. J., Aldrich, N. J., & Tenenbaum, H. R. (2011). Does discovery-based instruction enhance learning? *Journal of Educational Psychology*, 103(1), 1-18
- Alpert, J. B., Young, M. G., Lala, S. V., & McGuinness, G. (2021). Medical student engagement and educational value of a remote clinical radiology learning environment. *Academic Radiology*, 28(1), 112-118.
- Bainbridge, K., Shute, V., Rahimi, S., Liu, Z., Slater, S., Baker, R. S., & D'Mello, S. K. (2022). Does embedding learning supports enhance transfer during game-based learning? *Learning and Instruction*, 77, 101547. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2021.101547>
- Brünken, R., Plass, J. L., & Leutner, D. (2003). Direct measurement of cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 53-61.
- Cai, Z., Mao, P., Wang, D., He, J., Chen, X., & Fan, X. (2022). Effects of scaffolding in digital game-based learning on student's achievement: A three-level meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 34(2), 537-574.
- Çakmak, E. K. (2007). Çoklu ortamlarda dar boğaz: Aşırı bilişsel yüklenme. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(2), 1-24.
- Chen, C. H., & Law, V. (2016). Scaffolding individual and collaborative game-based learning in learning performance and intrinsic motivation. *Computers in Human Behavior*, 55, 1201-1212.
- Chen, Z. H., & Chen, S. Y. (2014). When educational agents meet surrogate competition: Impacts of competitive educational agents on students' motivation and performance. *Computers & Education*, 75, 274-281.
- Creswell, J. W. (2003). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. CA: Sage
- Creswell, J. W. (2013). *Educational research* (5th ed.). MA: Pearson.

- Csikszentmihalyi, M. (2014). Toward a psychology of optimal experience. In M. Csikszentmihalyi, *Flow and the foundations of positive psychology* (pp. 209-226). Dordrecht, Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9088-8_14
- Engeström, Y. (1987). Learning by expanding. Helsinki: Orienta-Konsultit.
- Fiorella, L., & Mayer, R. E. (2012). Paper-based aids for learning with a computer-based game. *Journal of Educational Psychology*, 104(4), 1074–1082.
- Florea, A., Gellert, A., Florea, D., & Florea, A.-C. (2016). Teaching programming by developing games in Alice. In I. Roceanu, D. Dubois, D. Beligan, F. Moldoveanu, M. I. Dascalu, I. Stanescu, & D. Barbieru (Ed.), *The International Scientific Conference eLearning and Software for Education. 1*, pp. 503-510. Bucharest: "Carol I" National Defence University Publishing House.
- Furtak E. M., Seidel T., Iverson H., & Briggs D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300–329.
- Hawlicsek, A., & Joeckel, S. (2017). Increasing the effectiveness of digital educational games: The effects of a learning instruction on students' learning, motivation and cognitive load. *Computers in Human Behavior*, 72, 79-86.
- Herder, T., & Rau, M. A. (2022). Representational-competency supports in the context of an educational video game for undergraduate astronomy. *Computers & Education*, 190, 104602. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104602>
- Hwang, W. Y., Manabe, K., & Huang, T. H. (2023). Collaborative guessing game for EFL learning with kinesthetic recognition. *Thinking Skills and Creativity*, 48, 101297. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101297>
- Iten, N., & Petko, D. (2014). Learning with serious games: Is fun playing the game a predictor of learning success? *British Journal of Educational Technology*, 47(1), 151-163
- Keller, J. M. (2010). Motivational design for learning and performance. NY: Springer.
- Kiili, K. (2005). Digital game-based learning: Towards an experiential gaming model. *Internet and Higher Education*, 8, 13-24.
- Kilis, S., & Yildirim, Z. (2018). Online self-regulation questionnaire: Validity and reliability study. *Cukurova University Faculty of Education Journal*, 47(1), 233-245.
- Lazonder, A. W., & Harmsen, R. (2016). Meta-analysis of inquiry-based learning: Effects of guidance. *Review of Educational Research*, 86(3), 681–718.
- Lister, R. (2011). Programming, syntax and cognitive load (part 2). *ACM Inroads*, 2(2), 16-17.
- Liu, Y., Zheng, X., & Hau, K. T. (2023). Would emphasizing the instrumental value of learning help unmotivated students? Large-scale cross-cultural comparisons. *Personality and Individual Differences*, 207, 112148. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2023.112148>
- Liu, Z., & Jeong, A. C. (2022). Connecting learning and playing: the effects of in-game cognitive supports on the development and transfer of computational thinking skills. *Educational Technology Research and Development*, 70(5), 1867-1891.
- Mathrani, A., Christian, S., & Ponder-Sutton, A. (2016). Playit: Game based learning approach for teaching programming concepts. *Educational Technology and Society*, 19(2), 5-17.
- Mayer, R. E., Mathias, A., & Wetzell, K. (2002). Fostering understanding of multimedia messages through pre-training: Evidence for a two-stage theory of mental model construction. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 8(3), 147-154.

- Metwally, A. H. S., Nacke, L. E., Chang, M., Wang, Y., & Yousef, A. M. F. (2021). Revealing the hotspots of educational gamification: An umbrella review. *International Journal of Educational Research*, 109, 101832. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2021.101832>
- Noroozi, O., Dehghanzadeh, H., & Talaei, E. (2020). A systematic review on the impacts of game-based learning on argumentation skills. *Entertainment Computing*, 35, 100369. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2020.100369>
- Paas, F., & Van Merriënboer, 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., & Sweller, J. (2003). Cognitive load theory. *Instructional Science*, 32, 1-8.
- Paas, F., Tuovinen, J. E., Tabbers, H. & Van Gerven, P. W. M. (2003). Cognitive load measurement as a means to advance cognitive load theory. *Educational Psychologist*, 38(1), 63-71.
- Pan, Y., & Ke, F. (2023). Effects of game-based learning supports on students' math performance and perceived game flow. *Education Technology Research & Development*, 71, 459-479.
- Parong, J., & Mayer, R. E. (2018). Learning science in immersive virtual reality. *Journal of Educational Psychology*, 110(6), 785-797.
- Pedrosa, D., Cravino, J., Morgado, L., & Barreira, C. (2016). Self-regulated learning in programming. In *Proceedings of Int. Conference on Immersive Learning* (pp. 87-101). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-41769-1_7
- Pol, H. J., Harskamp, E. G., & Suhre, C. J. (2008). The effect of the timing of instructional support in a computer-supported problem-solving program for students in secondary physics education. *Computers in Human Behavior*, 24(3), 1156-1178.
- Prensky, M. (2001). *Digital Game-Based Learning*. McGraw-Hill, NY.
- Rahimi, S., Shute, V. J., Fulwider, C., Bainbridge, K., Kuba, R., Yang, X., ... & D'Mello, S. K. (2022). Timing of learning supports in educational games can impact students' outcomes. *Computers & Education*, 190, 104600. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104600>
- Repenning, A., Webb, D., & Ioannidou, A. (2010). Scalable game design and the development of a checklist for getting computational thinking into public schools. In G. Lewandowski, S. Wolfman, T. J. Cortina, & E. L. Walker (Ed.), *Proceedings of the 41st ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 265-269). NY: ACM. <https://doi.org/10.1145/1734263.1734357>
- Ter Vrugte, J., de Jong, T., Vandercruijsse, S., Wouters, P., van Oostendorp, H., & Elen, J. (2015). How competition and heterogeneous collaboration interact in prevocational game-based math education. *Computers & Education*, 89, 42- 52.
- Tokac, U., Novak, E., & Thompson, C. G. (2019). Effects of game-based learning on students' mathematics achievement: A meta-analysis. *Journal of Computer Assisted Learning*, 35(3), 407-420.
- Tsai, F. H., Kinzer, C., Hung, K. H., Chen, C. L. A., & Hsu, I. Y. (2013). The importance and use of targeted content knowledge with scaffolding aid in educational simulation games. *Interactive Learning Environments*, 21(2), 116-128.
- Van den Hurk, A., Meelissen, M., & van Langen, A. (2019). Interventions in education to prevent STEM pipeline leakage. *International Journal of Science Education*, 41(2), 150-164.
- Van Der Meij, H., Leemkuil, H., & Li, J. L. (2013). Does individual or collaborative self-debriefing better enhance learning from games? *Computers in human behavior*, 29(6), 2471-2479.

- Van Der Meij, H., Veldkamp, S., & Leemkuil, H. (2020). Effects of scripting on dialogues, motivation and learning outcomes in serious games. *British Journal of Educational Technology*, 51(2), 459-472.
- Van Merriënboer, J. J., Clark, R. E., & de Croock, M. B. (2002). Blueprints for complex learning: The 4C/ID-model. *Educational Technology Research and Development*, 50(2), 39-61.
- Vandercruysse, S., ter Vrugte, J., de Jong, T., Wouters, P., van Oostendorp, H., Verschaffel, L., ... & Elen, J. (2016). The effectiveness of a math game: The impact of integrating conceptual clarification as support. *Computers in Human Behavior*, 64, 21-33.
- Weingärtner, M., & Weingärtner, T. (2023). Quantum Tic-Tac-Toe-learning the concepts of quantum mechanics in a playful way. *Computers and Education Open*, 4, 100125. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2023.100125>
- Westera, W. (2019). Why and how serious games can become far more effective: Accommodating productive learning experiences, learner motivation and the monitoring of learning gains. *Journal of Educational Technology & Society*, 22(1), 59-69.
- Wouters, P., & van Oostendorp, H. (2013). A meta-analytic review of the role of instructional support in game-based learning. *Computers & Education*, 60(1), 412-425.
- Wouters, P., Van Oostendorp, H., Boonekamp, R., & Van der Spek, E. (2011). The role of game discourse analysis and curiosity in creating engaging and effective serious games by implementing a back story and foreshadowing. *Interacting with Computers*, 23(4), 329-336.
- Xinogalos, S. (2016). Designing and deploying programming courses. *Education and Information Technologies*, 21(3), 559-588.
- Yaman, M., Nerdel, C., & Bayrhuber, H. (2008). The effects of instructional support and learner interests when learning using computer simulations. *Computers & Education*, 51(4), 1784-1794.
- Yang, X., Rahimi, S., Shute, V., Kuba, R., Smith, G., & Alonso-Fernández, C. (2021). The relationship among prior knowledge, accessing learning supports, learning outcomes, and game performance in educational games. *Educational Technology Research and Development*, 69(2), 1055–1075.
- Zhi, R., Lytle, N., & Price, T. W. (2018). Exploring instructional support design in an educational game for K-12 computing education. In *Proceedings of the 49th ACM technical symposium on computer science education* (pp. 747-752). SIGCSE'18, February 21-24, Baltimore, MD, USA. <https://doi.org/10.1145/3159450.3159519>
- Zhonggen, Y. (2019). A meta-analysis of use of serious games in education over a decade. *International Journal of Computer Games Technology*. <https://doi.org/10.1155/2019/4797032>
- Zimmerman, B. J. (2013). From cognitive modeling to self-regulation: A social cognitive career path. *Educational Psychology*, 48(3), 135–147.
- Zumbach, J., Rammerstorfer, L., & Deibl, I. (2020). Cognitive and metacognitive support in learning with a serious game about demographic change. *Computers in Human Behavior*, 103, 120-129.