



## STEAM Dijital Oyun Platformunda Bulunan Eğitici İçerikli Dijital Oyunların Elektrik-Elektronik Mühendisliği Öğretim Müfredatına Entegrasyonu İçin Öneriler

Şehmus Fidan<sup>1\*</sup>, Ömer Ali Karaman<sup>2</sup>, Abdullah Yıldırım<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Elektronik ve Otomasyon Bölümü, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Batman Üniversitesi, Batman, Türkiye

<sup>3</sup>Pazarlama ve Reklamcılık Bölümü, Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu, Batman Üniversitesi, Batman, Türkiye

### Makale Tarihiçesi

Gönderim: 28.01.2022

Kabul: 06.01.2022

Yayın: 15.12.2022

### Araştırma Makalesi

**Öz-** Bu makalede eğitici içeriğe sahip dijital video oyunları ele alınmış olup Elektrik-Elektronik Mühendisliğine entegrasyonu için STEM (Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) felsefesi içinde bazı değerlendirilmeler yapılmıştır. STEM kavramına daha sonradan sanat kavramı da eklenerek genişletilen STEAM (Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Sanat, Matematik) felsefesiyle aynı ismi taşıyan STEAM dijital oyun dağıtım platformu 30.000'i geçen sayıda oyun sunmaktadır. Bu platform ayrıca en fazla eğitici içerikli dijital video oyunu sunan platform olarak dikkat çekmektedir. Eğitici içeriğe sahip dijital oyunlar öğrencilerin derse daha fazla katılımını sağlayarak motivasyonun artırılmasına, alan yeterliliğine ve takım çalışmasına olumlu katkı sunmaktadır. Eğitici içerikli oyunların belirlenmesi için STEAM oyun platformu içinde 100'den fazla oyun değerlendirmeye alınmış ve eğitici içeriğe sahip olanlar belirlenmiştir. Örnek olarak seçilen bazı oyunlar için incelemeler sunulduktan sonra en fazla indirilme ve olumlu yorum alma durumlarına göre değerlendirilmiştir. Literatürde seçilen eğitici içerikli oyunlar için bir sınıflandırma yapılmadığı için öneride bulunulmuştur. Yapılan incelemeler sonunda belirtilen oyunların Elektrik-Elektronik Mühendisliği bölümü müfredatına eklenebileceği ancak dikkate alınması gereken eksiklikler bulunduğu belirtilmiş ve öneriler sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler** – Bilim teknolojisi, elektrik-elektronik mühendisliği eğitimi, mühendislik matematik (stem), STEAM platformu

## Recommendations for the Integration of Educational Digital Games on the STEAM Digital Game Platform into the Electrical and Electronics Engineering Teaching Curriculum

<sup>1,2</sup>Department of Electronics and Automation, Vocational School of Technical Sciences, Batman University, Batman, Türkiye

<sup>3</sup>Department of Marketing and Advertising, Vocational School of Social Sciences, Batman University, Batman, Türkiye

### Article History

Received: 28.01.2022

Accepted: 06.01.2022

Published: 15.12.2022

### Research Article

**Abstract-** In this article, digital video games with educational content are discussed and some evaluations have been made within the STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) philosophy for their integration into Electrical-Electronics engineering. STEAM, digital game distribution platform, which bears the same name with the STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) philosophy, which was expanded by adding the concept of art to the STEM concept, offers more than 30,000 games. This platform also stands out as the platform that offers the most educational digital video games. Digital video games with educational content make a positive contribution to increasing motivation, field proficiency and teamwork by enabling students to participate more in the lesson. In order to determine the educational games, more than 100 games were evaluated in STEAM game distribution platform and those with educational content were determined. After the selected-game reviews were presented, it was evaluated according to the most downloaded and positive comments. Since the absence of classification for the digital video games with educational content, a recommendation are proposed. As a result, it has been stated that the mentioned games can be added to the curriculum of the Department of Electrical and Electronics Engineering, but there are deficiencies that need to be taken into account and suggestions are presented.

**Keywords** – Electrical-electronics, engineering education, math (STEM), science technology engineering, STEAM platform

<sup>1</sup> sehmus.fidan@batman.edu.tr

<sup>2</sup> omerali.karaman@batman.edu.tr

<sup>3</sup> abdullah.yildirim@batman.edu.tr

\* Sorumlu yazar

## 1. Giriş

Küresel anlamda eğitimin daha iyi hale getirilmesi için problem çözme becerileri yüksek, eleştirel düşünebilen, ekip çalışmasına yatkın insan gücünün yetiştirilmesinde modern eğitim yaklaşımlarına ihtiyaç duyulmaktadır (Çınar ve Çiftçi, 2016). Bu noktada ‘STEM (Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) Yaklaşımı’ yenilikçi bir eğitim yöntemi olarak 2000’li yıllardan beri üzerinde çokça çalışılan konulardan birisi olarak dikkat çekmektedir. Art, yani sanatın da eklenmesiyle birlikte STEAM olarak genişletilen bu yeni eğitim felsefesini benimseyen eğitimciler, STEAM’in öğrencilerin yaratıcılığını ve düşünme becerilerini geliştirdiğini belirtmişlerdir (Perignat ve Katz-Buonincontro, 2019).

Oyunlar ile ilgili geleneksel, dijital ve sanal oyunlar olmak üzere çeşitli sınıflandırma yöntemleri bulunmaktadır. Geleneksel oyunlar kovalamaca, saklambaç gibi fiziksel çabaya dayanırken dijital oyunlar bilgisayar, oyun konsolları ve mobil cihazlarda oynanabilen oyunlar olarak tanımlanmaktadır (Sağlam ve Topsümer, 2019). Son yıllarda teknolojik imkânların gelişmesiyle birlikte sanal gerçeklik oyunları da yaygınlık kazanmaya başlamıştır (Bayram ve Çalışkan, 2019). Özellikle evren ötesi kavramı (metaverse) hayatımıza girdikçe sanal gerçeklik oyunları ve bu oyunlara yönelik olarak verilen eğitimlerin hayatımızda çok daha fazla yer kaplayacağı düşünülmektedir (Collins, 2008). Oyunları eğitsel, dijital eğitsel ve ciddi oyunlar olarak amaçlarına göre de sınıflandırmak mümkündür. Eğitsel ve dijital eğitsel oyunlarda, oyunun öncelikli amacı öğretim olmamakla birlikte, ciddi oyunlarda oyun, belirli bir öğretim hedefine yönelik olarak tasarlanır veya kullanılır (Sezgin, 2016).

Oyun sayılarının ve oyunu oynayanların sayısındaki artışa paralel olarak bu alanda hizmet sağlayan dijital video oyun dağıtım sektörü de hızla büyümektedir. Dijital oyun dağıtım platformları içinde Steam, Epic Games, Humble Store, Itch.io, GOG (Green Man Gaming), Uplay, Fanatical vd. gibi çok fazla sayıda olmasa da oyun dağıtım platformları bulunmaktadır. Bu platformlar arasında sektör lideri olan STEAM oyun dağıtım platformu, 2003 yılından beri hızla büyümektedir. Steam üzerinden alınan verilerde günlük eş zamanlı oyuncu sayısı 25 milyon rakamını geçerek bu alanda rekor kırmıştır. Hatta bu platformda aynı gün içinde 7,4 milyon oyuncuya online oyun hizmeti sunulmuştur (Valve, 2001a). Online olarak büyük bir insan topluluğunu bir araya getirip bütün türlerde oyunları, oyun severlere sunan dijital oyun dağıtım platformları yorumlar, yorum istatistikleri, oyun türü vb. birçok özelliği bünyesinde barındırmakta ve kullanıcılara sunmaktadır. STEAM dağıtım platformu üzerinde farklı türde oyunlar kullanıcılara sunulmaktadır.

STEAM dijital oyun dağıtım platformu, en fazla eğitici içeriğe sahip oyun sunan platform olma özelliğine sahiptir. Bu platformda yapılan araştırmalarda STEAM felsefesi çerçevesinde sınıf içinde öğrencilere oynatılabilecek çeşitli oyunlar tespit edilmiştir. Seçilen oyunlar öğrencilerin yaratıcılık becerilerini, konu ile ilgili bilgilerini ve farkındalıklarını arttıracak niteliktedir. Bu oyunlardan bazıları Car Mechanic Simulator, Hacknet, TIS-100, Infinifactory, Shenzen-IO, EXAPUNKS, Opus-Magnum, While True Learn, Factorio, LogicBots, Hardware Engineers, 911 Operator, Hardware Engineering, Silicon Zeroes, Project Hospital, PC Building Simulator, Kerbal Space Program, Poly Bridge, Diesel Brothers, comet 64, Rover Mechanic Simulator, Main Assembly vb. oyunlardır. Bu oyunlar incelendiğinde oldukça eğitici olmanın yanında STEAM felsefesine uygun bir şekilde ele alınabileceği belirlenmiştir. Bu sebeple alt bölümlerde örneği verilen oyunlardan bazılarının içeriğinden bahsedilmiştir.

Srinivasan ve arkadaşları, 13 lisans öğrencisine dijital elektronik temellerini öğretmek için kullanılan bir dijital 3B bulmaca oyununu oynatarak sonuçları açıkladılar. Katılımcılar video oyununun dijital elektronik kavramlarını öğrenmede geleneksel yöntemlerden daha etkili bir yol olduğuna ve ayrıca video oyunlarının genel olarak elektrik mühendisliği konularını öğretmek için iyi araçlar olduğuna inandıklarını bildirdiler (Srinivasan ve diğ., 2011). Oyunlar, iyi bir mühendis olmaya katkıda bulunabilecek kişisel özellikleri geliştirir. Oyun ve simülasyon ortamları, gerçek bağlamları kopyalayabildikleri için mükemmel öğrenme araçlarıdır. Oyun tabanlı öğrenme özellikle mühendisler için gerekli olan yeterlilikleri ve becerileri geliştirdiğini göstermektedir (Carvalho, 2012). Topallı ve Çağıtay, Bilgisayar Mühendisliği, Yazılım Mühendisliği ve Bilişim Sistemleri Mühendisliği öğrencileri üzerinde oyun temelli bir araştırma projesi gerçekleştirmişlerdir. Bu üç bölümde ortak ders olan bilgisayar programlamaya giriş dersi pilot ders olarak seçilmiş olup öğrencilerin bir kısmı klasik dersi alırken diğer kısmı oyun tabanlı zenginleştirilmiş bilgisayar programlamaya giriş dersini aldılar. Yapılan çalışmada oyun temelli projenin öğrencilerin dersi daha iyi anlamalarına vesile olduğu ortaya konmuştur (Topallı ve Çağıtay, 2018). Velaora ve Kakarountas, Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar mühendisliği bölümlerinde verilen sayısal tasarım dersi için oyun temelli uzaktan eğitimin mümkün olduğu

bir çalışma önermişlerdir. Bu yeni öğrenme yaklaşımı öğrencilerin dikkatini çekmeyi başarmış olup daha odaklı çalışmalarını sağlamıştır. Öğrenciler tarafından iyi tasarlanmış bir model olarak kabul edilen bu yeni eğitim materyali öğrencilerin özgüvenini artırmıştır. Önerilen yöntemle öğrencilerin devrelerle sürekli tasarım yapması sağlanarak dersi daha iyi anlamaları sağlandı (Velaora ve Kakarountas, 2021).

Ülkemiz mühendislik fakültelerinde, özellikle son dönemlerde açılan bölümlerde, öğretim kalitesindeki seviye farklılıkları, laboratuvar yetersizlikleri, malzeme eksikliği, ekipmanların güncel olmayışı vb. önemli sorunlar bulunmaktadır (EMO, 2020). Bununla birlikte pek çok öğrenci, ilgi çekici olarak algılamadıkları derslere güçlü bir şekilde katılım göstermemektedir. Öğrencilerin ilgisini çekmeye yardımcı olacak bir yöntem olarak dijital oyunların müfredat içine yerleştirilmesi genel olarak daha motive edici olabilir. Eğitsel oyunlar, öğrencilere öğrenmeyi teşvik etmek için anında geri bildirim sağlarken; bunun yanında motive ve teşvik edici bir ortam sağlayabilir (Bodnar vd., 2016). Bu bağlamda, eğitici içerikli dijital oyunların, Elektrik-Elektronik Mühendisliğinde bazı laboratuvar derslerine entegre edilmesinin, öğrenmenin artırılması ile birlikte daha nitelikli zaman geçirilmesini sağlayacağı düşünülmektedir (Marston ve Kowert, 2020).

Mühendislik fakültelerinde karşılaşılan problemler Elektrik-Elektronik Mühendisliği gibi yoğun laboratuvar uygulamaları yapan bölümlerde daha büyük sorunlara neden olmaktadır. Özellikle algoritmalar, programlama, dijital elektronik, programlanabilir lojik kontrolörler ve mikrodenetleyiciler derslerinde uygulama geliştirmeye başlamadan önce yoğun soyut düşünme, problemin iyi tanımlanması ve problem çözümünün sistematik olarak yapılması gerekmektedir. Bu süreçte laboratuvar eksikliği yanında öğretim elemanın gerçek hayat uygulamalarını aktarmasındaki deneyimsizliği, derslerin yoğun içeriğe sahip olması derslerin anlaşılmasında problemi daha büyütme ve nitelikli bir eğitimin oluşmasına engel olmaktadır.

Örnek verilecek olursa; laboratuvar eksiklikleri olan üniversite bölümlerinde dijital elektronik ve mikrodenetleyiciler dersleri çoğunlukla sadece kâğıt üzerinde çözüm yaparak geçiştirilmektedir. Bazen de öğretim elemanı yeterliyse bilgisayar kullanılarak benzetim uygulamaları yapılmaktadır. Bilgisayarda benzetim programlarının kullanılması durumunda aslında bir benzetim programı gibi niteliklere sahip ancak dijital oyunlarda bulunan ekstra özellikler ile birlikte bir öykü çerçevesinde sunulan Silicon Zeroes, Shenzhen-IO gibi dijital oyunlar bu benzetim programlarının yerini kolaylıkla alabilir. Böylelikle STEM felsefesi dâhilinde ele alınan eğitici içerikli dijital oyunlar ders içeriğine haftalık bir saatlik uygulama olarak eklenebilir ve eğitim süreci daha kalıcı, kaliteli hale getirilebilir. Elbette ki dijital oyunlar gerçek laboratuvar uygulamasının yerini alamayacaktır ancak soyut becerilerin geliştirilmesi ve ders içeriğinde sunulan bütün elemanların fonksiyonlarına ait özellikler çok kolay bir şekilde öğrenilebilir. Bu çalışmanın amacı, oyun dağıtım platformlarında sunulan bazı dijital video oyunların öğretim amaçlı kullanılabilmesi üzerinde durularak oyunların STEM felsefesine uygunluğunun değerlendirilmesi ve bu doğrultuda literatüre katkıda bulunmaktır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Dijital Oyun Tabanlı Öğrenme Yaklaşımı

Son yıllarda STEAM ile ilgili araştırma yapan akademisyenler dijital teknolojilerin eğitim alanına daha fazla entegre edilmesi için çalışmalar yapmaktadır. Bunun yanında bugünün öğrencileri yaşamlarının her alanında bilgisayar, video oyunları, akıllı telefonlar ve diğer tüm dijital araçlarla kuşatılmış bir ortamla karşı karşıya kalmaktadır. Bu öğrencilerin klasik ve durağan eğitim yaklaşımları karşısında dikkat ve odaklanma problemleri yaşadıkları ifade edilmektedir. Bu olumsuzlukları ortadan kaldırmanın bir yolu öğrencilerin motivasyonlarını artıracak, eğitimi daha eğlenceli ve dikkat çekici hale getirecek öğrenme deneyimleri sağlamaktır (Prensky, 2001). Bu bağlamda oyun düşüncesini temel alan yaklaşımlar önemli görülmektedir.

İyi bir bilgisayar ya da video oyunu, insanların kendilerini yeni bir dünyada yeniden güncellemelerinin yanında eğlence ve öğrenme imkânlarına ulaşmaları bakımından önemli görülmektedir. Bu bağlamda oyun tabanlı öğrenme yaklaşımının güçlü bir öğrenme yaklaşımı olduğuna dikkat çekilebilir. Bu oyunların öğrenciyi öğrenmenin merkezi haline getirmesi bakımından STEAM felsefesine uygunluğu değerlendirilerek sistemin içerisine entegre edilmesi, öğrenmeyi daha eğlenceli ve katılımlı bir süreç haline getirebilir (Gee, 2003). Bu da öğrenme sürecinin daha kolay, ilginç ve etkili olmasına imkân sağlamaktadır.

Genel olarak oyunlar, anında geri bildirim vermesi, katılımcıların ilerlemelerini gözlemleyebilmesi ve onları oyun boyunca ilerlemeleri için ödüllerle motive etmede başarılıdır. Bu ödüller, gerçek fiziksel ödüller gibi somut olanlardan, zafer duygusu gibi soyut olana kadar değişebilir. Bu nedenle, oyunlarda ortak olan birçok yön, örneğin öğrenmeye yönelik deneme-yanılma yaklaşımı ve hızlı geri bildirim, doğrudan birçok öğrencinin

tercihlerine hitap eder ve bu özellikler onların öğrenme sürecine daha fazla ilgi duymalarını ve meşgul olmalarını sağlar. Bu şekilde ilgi duyma ve derse katılım, bugün birçok öğrencinin içeriğine ilgi duymayabileceği derslere katılımı artırarak mühendislik eğitimine katkı sağlayabileceği öngörülmektedir (Joiner vd., 2011; Morelock ve Matusovich, 2018).

Dijital oyun platformlarında oyunlar sınıflandırılırken genellikle bulmaca, platform, simülasyon, rol yapma vb. kavramlar kullanılmaktadır. Oyun incelemeleri içinde oyunların bu sınıflandırmalardan hangisi ya da hangilerine dâhil olduğu belirtilmiştir. Bunun yanında çalışmanın amacına da uygun olması açısından eğitim amaçlı bir sınıflandırma yapılmasının da önemli olduğu düşünülmektedir. Elektrik-Elektronik Mühendisliği bölümünde mikroişlemciler/mikrodenetleyiciler, sayısal/dijital elektronik, programlama vb. dersler, öğrenciler tarafından kavranması nispeten daha zor olmaktadır. Hatta öğrenciler tarafından bu soyut kavramlı dersler bazen hiç anlaşılammakta ve bu dersleri geçmek için genel olarak ezber yöntemi tercih edilmektedir. Uzun süren ders saatleri takip etmesi zor olmakla birlikte hızlı tüketim kültürüne alışmış Z kuşağı için takip etmesi daha zor olmaktadır. Ancak Z kuşağı nesli için dijital oyunlar hem eğlenceli hem de motive edicidir. Bu sebeple dijital oyun oynayarak ders anlatmak önemli bir fırsat olarak görülmelidir. Oyun platformlarında hâlihazırda sunulan bazı oyunlar eğlendirmenin ötesinde bu alanda çalışan ya da çalışacak olan kişilere soyut olan bazı kavramları algılamaları noktasında yardımcı olduğu çalışmalarla ortaya konulmuştur (Kuk vd., 2012). Dijital oyunların Elektrik-Elektronik Mühendisliği eğitiminde yardımcı yaklaşım olarak kullanılmasıyla ders müfredatlarındaki eşitsizlik, altyapı ve laboratuvar eksikliği gibi olumsuz etkenlerin minimum seviyelere indirilmesi noktasında alana katkıda bulunulacağı öngörülmektedir. Özellikle yeni açılan üniversitelerde laboratuvar noktasında ciddi altyapı eksikliği göze çarpmaktadır. Eski üniversitelerde dahi bazı laboratuvarlar tam değildir ya da laboratuvarlar güncel malzemelerle donatılmamıştır. Şayet laboratuvarlar eksiksiz ve güncel malzemelerden oluşsa bile dersin saati hem teorik hem de uygulama yapmaya yetmemektedir. Çoğu deney yapılamamaktadır. Bu anlamda ders saati dışında derslerle ilgili eğitsel dijital oyunlar, konunun anlaşılması ve bazı deneyler sonucunda ulaşılabilecek neticeyi kazandırabilir. Elektrik Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği bölümü öğrencileri için Mikroişlemciler ve CPU (Central Process Unit) tasarımı gibi konular soyut kalmakta bazen laboratuvar imkanları da yukarıda yazılan nedenlerden dolayı tam değerlendirilememektedir. Tam bu noktadan hareketle özellikle cep telefonu ile çok zaman geçiren ve oyun oynamaya meraklı Z kuşağı öğrencileri için dijital oyunlar derslerin anlaşılmasında yardımcı olabilir. Örneğin aşağıda detaylı açıklanan Silicon Zeroes oyununu kullanarak toplayıcılar, mandallar ve çoklayıcılar gibi çeşitli basit bileşenlerden karmaşık elektronikler oluşturulabiliyor. Söz konusu oyunda işin mantığını öğretmeye yönelik basit devrelerden başlayıp karmaşık devre oluşturmaya kadar çeşitli seviyeler bulunmaktadır. Bu durum bu çalışmada önerilen diğer oyunlar için de geçerlidir. Aşağıda Elektrik-Elektronik Mühendisliği alanında bu amaçla kullanılabilir oyunlara yönelik bazı uygulamalar örnek olarak sunulacaktır.

## 2.2. Elektrik-Elektronik Mühendisliği Öğretim Müfredatında Kullanılabilir Bazı Oyunların İncelenmesi

Yeni açılan üniversitelerde Elektrik-Elektronik Mühendisliği bölümlerinin laboratuvar imkânları nispeten kısıtlıdır. Teknik bilimlere odaklanan meslek yüksekokulları ise laboratuvar noktasında çok daha eksiktir. Bu eksiklikleri gidermek için derslerde çoğu zaman giriş seviyesinde benzetim uygulamaları yapılmaktadır. Ancak bazı durumlarda ders sadece teorik olarak verilmekte ve çok kısıtlı problemler çözümlenmenin ötesine geçilememektedir. Laboratuvar olanakları eksik olunca ağırlıklı olarak teorik işlenen derslerde öğrenciler motive olmakta zorlanmaktadır. Eğlendirici içeriğe sahip eğitici dijital oyunlar bu problemleri aşmak için kullanılabilir. Bu çalışma belirtilen problemleri aşmak için önerilebilecek oyunlara odaklanmaktadır.

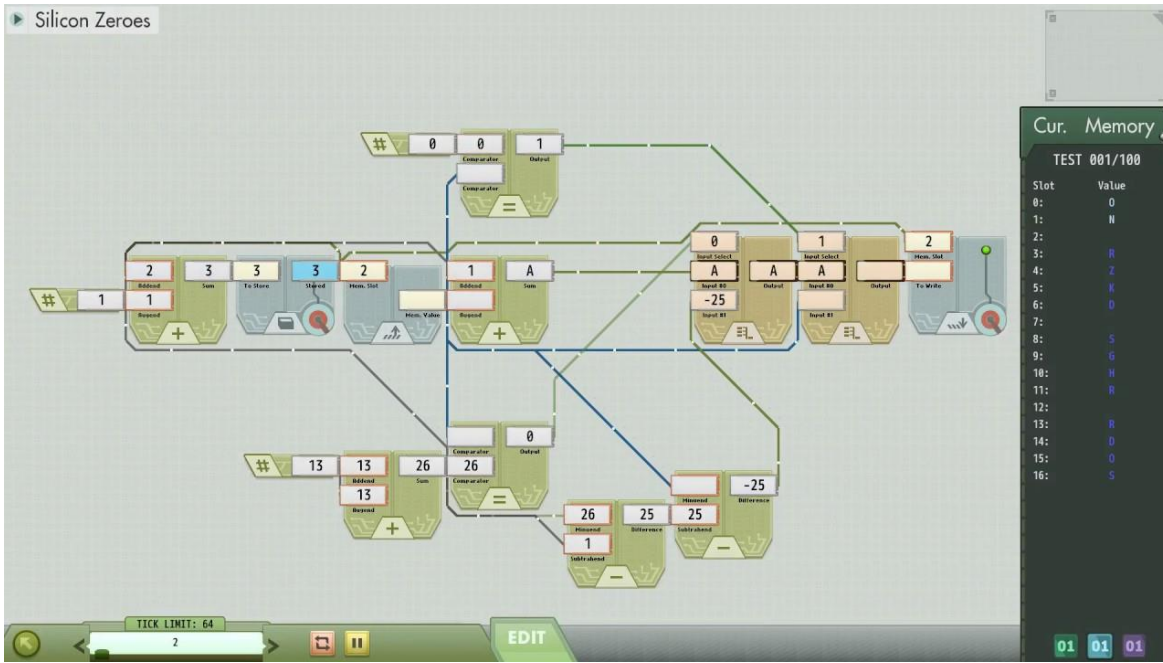
Bu öneri bütün mühendislik bölümlerinin müfredatları için yapılabileceği gibi Bilgisayar mühendisliği için de çok uygundur. Elektrik-Elektronik Mühendisliği müfredatındaki bazı dersler Bilgisayar mühendisliği müfredatında da okutulmaktadır. Bu makalede hem elektrik elektronik mühendisliği hem de bilgisayar mühendisliği bölümü öğrencileri için Silicon Zeroes, Shenhzen-IO ve benzeri oyunlar önerilmiş olup aşağıda detaylı incelenmiştir. Bu oyunlar vasıtasıyla hem CPU tasarım mantığı hem de Assembly yazılım dili öğrenilmiş olacaktır.

STEAM platformunda, STEAM felsefesi çerçevesinde değerlendirilebilecek ve Elektrik-Elektronik Mühendisliği eğitiminde yardımcı materyal olarak kullanılabilir oyunlar bulunmaktadır. Ancak öncelikle bu oyunların belirlenmesi ve niteliğinin incelenmesi gerekmektedir. Oyunlar belirlenirken temel olarak Elektrik-Elektronik Mühendisliğinde bulunan bazı derslerin içeriğine yakınlığı göz önüne alınmıştır. Örneğin

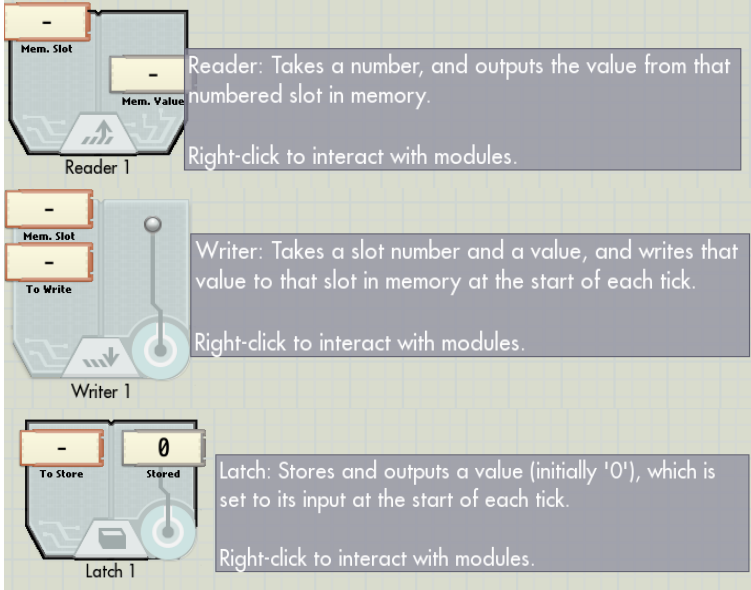
dijital elektronik dersinde ve (and), veya (or) gibi lojik kapılar en temel konulardır. Bu sebeple araştırılan oyunlar içinde lojik kapıların kullanıldığı Silicon Zeroes oyunu belirlenmiştir. Oyun belirlendikten sonra oyun ile ilişkili gerçek yorumlar incelenmiş ve derslere ek materyal olarak sunmak için gerçekten faydalı olup olmayacağı araştırılmıştır. Temel alınan bu yönetime uygun olarak belirlenen oyunların bir kısmı alt bölümlerde sunulmuştur.

### 2.2.1. Silicon Zeroes

Silicon Zeroes oyunu, sayısal elektronik dersi içeriğinde bulunan temel bileşenler, kapılar, toplayıcı vb. elemanları içeren karmaşık elektronik devreleri tasarlamayı amaçlayan bir oyundur. Oyun içeriği şu şekildedir. Kullanıcılar oyuna 60'lı yıllarda Silikon Vadi 'sinde bir start-up firması olarak başlamaktadır. Sonrasında müşterilerden gelen çeşitli projeler yapılarak oyunda ilerlenmektedir. Oyunun belli seviyelerinden sonra CPU tasarımı gibi çok daha karmaşık görevler yapılmaktadır. Eğitimde Elektrik-Elektronik veya bilgisayar ile alakalı bölümlerde bu oyun laboratuvar eksikliği olması durumunda ek bir ders materyali gösterilebilir veya tamamlanması gereken bir ödev olarak öğrencilere sunulabilir. Fikir vermesi açısından Silicon Zeroes oyun görünümü (Şekil 1)'de sunulmuştur. Bu şekil biraz incelenecek olursa sayısal elektronik dersinde temeli oluşturan lojik kapılar, kaydırma işlemleri, aritmetik işlem blokları, hafıza okuma/yazma bloğu vb. bulunmaktadır.



Şekil 1. Silicon Zeroes oyun görünümü



Reader: Belirlenen bir hafıza alanından okuma yapmayı sağlar.

Writer: Belirlenen bir hafıza alanına yazma yapmayı sağlar.

Latch Bloğu : Hafıza elemanı olarak kullanılan bir modüldür.

Şekil 2. Silicon Zeroes oyununa ilişkin bazı modüllerin tanıtımı

(Şekil 2)'de Silicon Zeroes oyununa ilişkin bazı modüller daha detaylı olarak sunulmuştur. Daha başka birçok modül içeren bu oyun incelendiğinde aslında bir senaryoya oturtulmuş sayısal elektronik uygulamalarının puzzle şeklinde sunulduğu görülmektedir.

Silicon Zeroes oyunu, Pleasing Fungus Games tarafından 29 Eylül 2016 yılında yayınlanmıştır. STEAM üzerinden alınan fiyatlar incelendiğinde 3 dolar civarı bir etikete sahip olan bu oyun 12+ yaş sınırlaması ile sunulmuştur. Oyun ile ilgili olarak yaklaşık olarak 185 adet yorum tespit edilmiş ve %95'inin olumlu olduğu görülmüştür. Olumsuz yorumlar ise çoğunlukla optimizasyon veya zorlukla ilgilidir. Eğitici içeriğe sahip olan bu oyun lise, ön lisans hatta lisans döneminde bile öğrencilere oynatılabilir. STEAM üzerinde yapılan yorumlara bakıldığında oyunun oldukça sevildiği ve eğitici bulunduğu değerlendirilmeleri dikkat çekmektedir. Ayrıca ilgili alanda profesyonel olmayan oyuncuların bile dijital tasarıma dönük birçok şey öğrendikleri ile ilgili geri dönüşler olmuştur. SpaceChem ve TIS-100 oyunlarının geliştiricisi Zach Barth, Silicon Zeroes oyunu için "CPU tasarımı hakkında hayal edebileceğim en iyi oyun" şeklinde yorum yapmıştır. (Steam, 2017a).

### 2.2.2. PC Building Simulator

E-posta üzerinden gelen siparişler doğrultusunda, ekran kartı yanan, güç kaynağı arızalanan, ana kartı sorunlu bilgisayarları tamir etme gibi görevleri yerine getirme üzerine geliştirilmiş bir oyundur. Oyunda gösterilen her bir ekipmanın lisanslı olması oyuncunun hem motivasyonunu hem de bilgisayar donanım piyasasında bulunan ekipmanlarla ilgili bilgisini oldukça arttırmaktadır. PC Building Simulator oyunu, Elektrik-Elektronik ve bilgisayar temelli bölümler için uygun olmasının ötesinde ilgisi olan birçok kişiye bilgi kazandırabilecek bir yapıya sahip olması tam olarak STEM oyun felsefesine uygunluğunu göstermektedir. (Şekil 3)'de STEAM üzerinden alınan PC Building Simülör oyununun çalışma ortamı görünümü verilmiştir.

29 Ocak 2019 yılında piyasaya sunulan PC Building Simülör oyunu, STEAM mağazası üzerinden alınan verilerde 24912 adet kullanıcı yorumunun %94'ü olumlu geri dönüş bildirmiştir. Satış rakamları bilinmese de yorumların genellikle olumlu olması ve oyun beğenme oranının yüksek olması, sunulan içeriğin sunum biçiminin sevildiği anlamına gelmektedir. Yorumlara bakıldığında ise oyunun eğitici olduğu birçok parçayı ve kavramı oyun üzerinden öğrenmenin mümkün olduğu anlaşılmaktadır (Steam, 2019a).



Şekil 3. PC Building Simülör oyununda çalışma ortamı görünümü

(Şekil 4)'te tasarlanmış bir PC'nin (Personal Computer) daha detaylı bir görünümü verilmiştir. Detaylara dikkat edilirse bir çalışma alanı, 3 boyutlu tasarlanmış PC kasası, fan vb. gibi özellikleri aslında bir PC tamir atölyesinin benzeri ortam mevcuttur. Oyun vasıtasıyla bilgisayar parçalarını montajlama, tamirat ve müşterilerden gelen sipariş üzerine istenilen teknik özellikte bir kasa tasarlama öğrenilmektedir. Oyunun ileri seviyelerinde işler biraz daha zorlaşmaktadır. Tasarlanan bilgisayar kasasının performansı oyun vasıtasıyla test edilebilmekte ve deneme yanılmayla birçok tecrübe kazanılmaktadır. Yaptıkça kişilerin tasarım performansı geliyor ve 3 boyutlu görünümüyle gerçek ortamı aratmayan bir ortam sunuyor. Özellikle laboratuvar eksikliğinin olduğu durumlar için çok iyi bir ortam sağladığı anlaşılmaktadır.

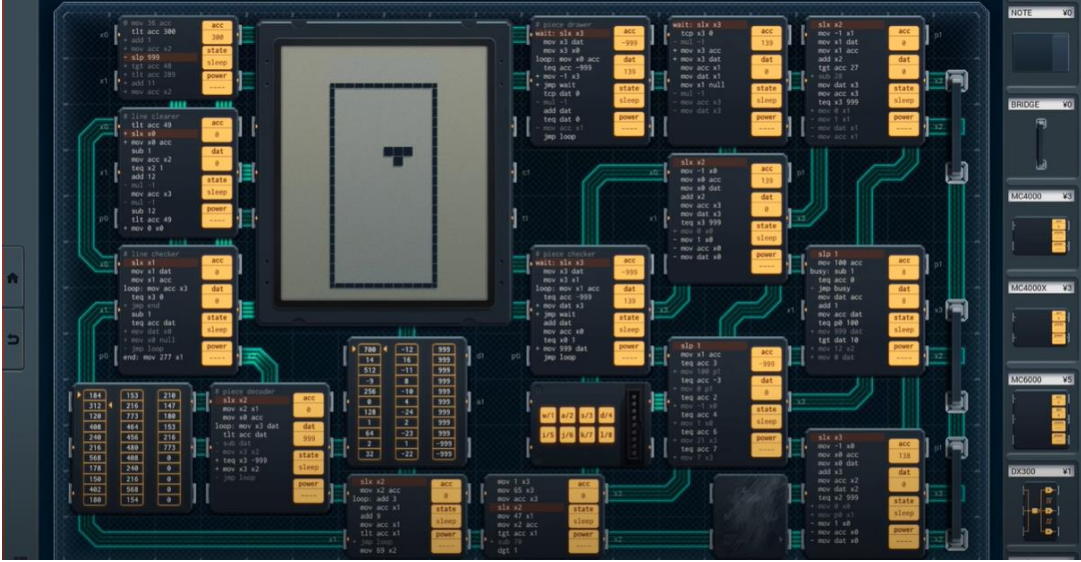


Şekil 4. PC Building Simülör oyununda tasarlanmış bir PC'nin görünümü

### 2.2.3. Shenhzen-IO

Shenhzen-IO oyununda mikrodenetleyiciler, bellek, mantık kapıları ve LCD (liquid-crystal display) ekranlar gibi farklı üreticilerin çeşitli bileşenlerini kullanarak devreler oluşturulabilmektedir. Oyunda her

komutun koşullu olarak yürütülebileceği kompakt ve güçlü bir Assembly dilinde kod yazılabilir. Assembly yazılım dili, Elektrik-Elektronik Mühendisliği ve bilgisayar mühendisliği öğrencileri tarafından zorlayıcı olarak belirtilen bir programlama dilidir. Shenhzen-IO oyunu sayesinde geleneksel öğretim yöntemleri yerine yenilikçi ve eğlendirici bir öğrenme yöntemi sunulmaktadır. Oyun ile ilgili yorumlarda biraz bilgi altyapısı gerektiği, her oyuncuya hitap etmediği, tasarım ve belge okumanın oldukça önemli olduğu belirtilmiştir (West, 2016). (Şekil 5)'de STEAM üzerinden alınan Shenhzen-IO oyununun genel görünümü verilmiştir. 17 Kasım 2016 yılında Zachtronix şirketi tarafından yayınlanan Shenhzen-IO oyunu hakkında STEAM dijital oyun platformu üzerinde 3109 adet inceleme belirlenmiştir ve oyun hakkında oldukça eğitici olduğu, derslerde tam olarak öğrenilemeyen bilgilerin öğrenilebileceği hakkında yorumlar yapılmıştır (West, 2016).



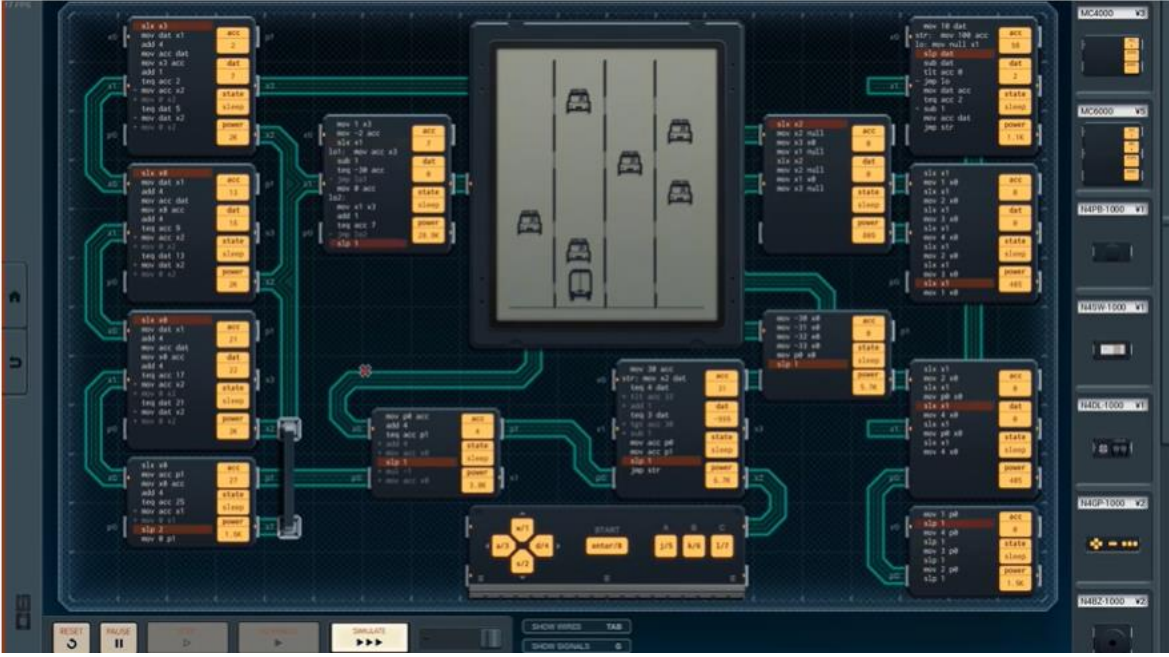
Şekil 5. Shenhzen-IO oyununun genel görünümü

(Şekil 5) klasik olarak bilinen Tetris oyununun Shenhzen-IO içinde tasarımı verilmiştir. Şekle bakıldığında farklı tetris şemalarının oyun vasıtasıyla tasarlanıp bu şemaların sağa, sola ve aşağı hareket etmesi ve bu sayede Assembly yazılım dilinin kavranması amaçlanmıştır. Görüldüğü üzere önerilen oyunların sadece eğlence amaçlı veya basit olmadığı ileri tasarımın mümkün olduğu anlaşılmaktadır. Hatta mikrodenetleyici/mikroişlemci konularını temel alan derslerin laboratuvarlarının tam olduğu durumlarda bile bu derece ileri bir tasarım yapmak oldukça zordur. Bu noktada böyle bir oyunun öğrenciye çok önemli bilgiler katacağı açıktır.

Şekil 6'da Shenhzen-IO oyunu ile Assembly yazılım dili ve mikrodenetleyiciler, bellek, mantık kapıları ve LCD ekranlar kullanılarak trafik oyunu tasarlanmıştır. Bu oyunda 4 şeritli bir yol var. Oyunda minibüs'ün karşıdan gelen arabalara çarpmamak için sürekli şerit değiştirmesi amaçlanmıştır. Öğrenciler, Shenhzen-IO oyunu ile bu şekilde çeşitli oyunlar tasarlayarak hem Assembly yazılım diline hâkim olma hem de mikrodenetleyici ve mantık kapılarını sanal ortamda uygulamalı olarak öğrenebilme imkanına sahip olacaklardır.

Shenhzen-IO oyunu, Elektrik-Elektronik Mühendisliği ve bilgisayar mühendisliği öğrencilerini mesleki olarak geliştirmek için önemli bir oyundur.



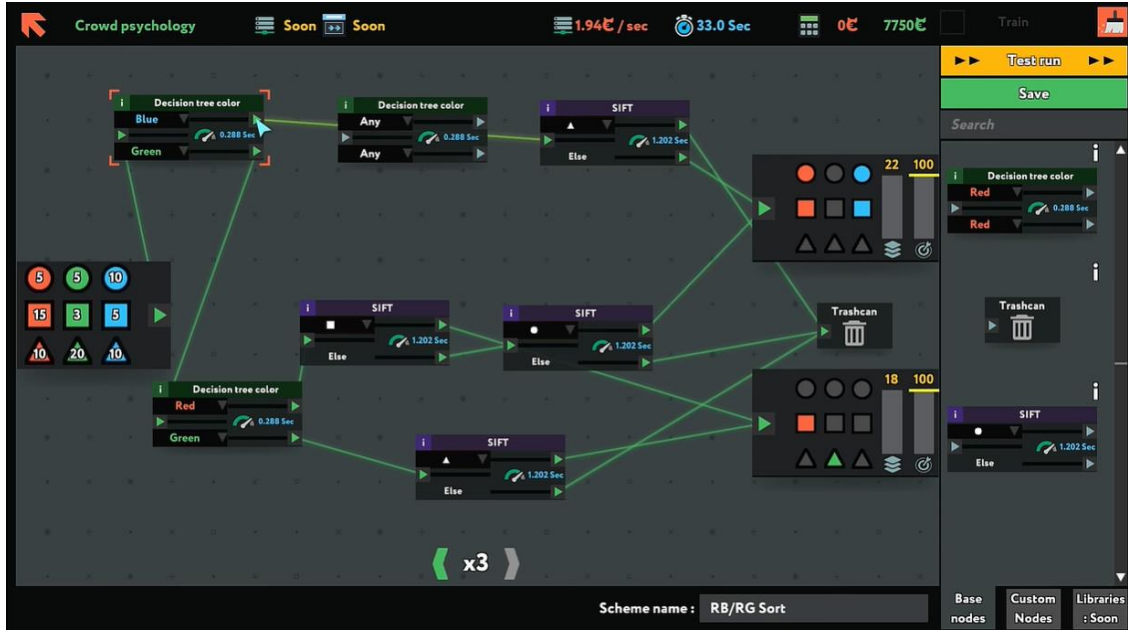


Şekil 6. Shenzhen-IO ile geliştirilmiş Trafik Oyunu

#### 2.2.4. While True Learn

While True Learn oyunu ile ilgili STEAM platformundaki oyun açıklamasında “Sinir ağları üreten bir makine öğrenimi uzmanısın ama kedin bu konuda senden daha iyi. Kedinin daha neler yapabileceğini öğrenmek amacıyla bulmacaları çözerek kedinin dilini anlamak için bir çeviri sistemi kur. Büyük bir servet kazan, kedi kıyafetleri al ve makine öğreniminin gerçekte nasıl çalıştığını öğren!” denilmiştir (Steam, 2019b). Oyun, makine öğrenimi ve ilgili teknolojilerin nasıl çalıştığını öğrenmek isteyenler için neredeyse benzersiz durumdadır. Oyun, uzman sistemlerden, tekrarlanan sinir ağlarına kadar gerçek hayattaki makine öğrenimi teknolojilerini temel almaktadır. Oldukça olumlu yorumlar alan bu oyun, makine öğrenme konularını tam olarak işlemese de genel konseptin anlaşılmasında oldukça orijinal bir içerik sunmaktadır. (Şekil 7)’de While True Learn oyununun görünümü verilmiştir.

Luden.io şirketi tarafından 17 Ocak 2019 yılında yayınlanan bu oyun yaklaşık 6 dolar fiyat etiketine sahiptir. 13+ yaş sınırlaması sahip olan oyun bazı zihinsel becerilerin gelişmesinin ardından rahatlıkla oynanabilir durumdadır. Oyun hakkında 4460 adet yoruma incelenmiş ve %92 oranında olumlu geri dönüşe sahip olduğu görülmüştür (Steam, 2019b). (Şekil 7)’de Karar Ağacı (Decision Tree) metodu ile nesne sınıflandırmaya bir örnek olması açısından önemlidir. Bu oyun Silicon Zeroes, Shenzhen-IO gibi laboratuvar ekşiğini giderme potansiyeli olan oyunlardan farklı olarak daha soyut kavramları öğretmektedir. Giriş seviyesinde makine öğrenme kavramlarını öğretme potansiyeli olan bu oyun ileri seviyede bir bulmaca oyunudur. Tasarımın bir puzzle şeklinde olması öğrencilerin kendini zihinsel olarak geliştirmesi için önemli fırsatlar sunmaktadır. Ayrıca oyun içinde makine öğrenmesi konularının gelişim tarihi, çalışma mantığını anlatan eğitici içerikler de bulunmaktadır.



Şekil 7. While True Learn oyunu ile nesne sınıflandırma

### 2.2.5. Comet 64

Comet 64, piyasada muadili olan 'Software Puzzle' oyunlarına kıyasla görsellik ve anlaşılabilirlik açısından en dikkat çekici olan ve 2021 yılı itibari ile yayına alınan programlama amaçlı bulmaca oyunu olarak tanımlanmaktadır. (Şekil 8)'te Comet 64 oyununa ait bir görsel sunulmuştur. Görselden görüleceği üzere yazılımın bir kısmı verilmekte ve boşluk kısmı oyunu oynayan kişi tarafından tamamlanması beklenmektedir.



Şekil 8. Comet 64 oyunundan bir kesit

İlk olarak 1984 yılında yayınlanan ve daha sonra geliştiriciler tarafından revize edilen ve mevcut 51 yorumu bulunan oyunun olumlu geri dönüş oranı ise %90'dır. Özellikle temel programlama becerisi gereken bölümlerde okuyan öğrenciler için comet 64 oyununu önermek mümkündür. Sadece dersi geçmenin ötesinde oyun içi senaryodaki gizemleri çözerek ve seviyeleri teker teker geçerek lider tablosuna girmek, motivasyon için önemlidir (Steam, 2021a).

### 3. Bulgular ve Tartışma

Çalışma kapsamında STEAM platformu üzerinde yapılan araştırmalarda tamamı incelenmemiş olsa bile, incelenen oyunlar arasından eğitici içeriğe sahip olabilecek nitelikte olan ve Elektrik-Elektronik mesleği ile ilişkilendirilebilecek oyunların bir kısmı (Tablo 1)'de verilmiştir. (Tablo 1)'de oyunların adı, yorum sayısı, olumlu geri dönüş yüzdesi ve oyun sınıflandırmasını gösteren bilgiler verilmiştir. Oyun dağıtım platformlarında oyunlar sınıflandırılırken genellikle bulmaca, platform, benzetim, rol yapma vb. kavramlar kullanılmaktadır. Bunun yanında çalışmanın amacına da uygun olması açısından eğitim amaçlı bir sınıflandırma yapılmasının da önemli olduğu belirlenmiştir. Buna göre oyunlar, elektronik tasarım tabanlı, fabrika kurulum ve optimizasyon tabanlı, yazılım geliştirme tabanlı, tabanlı, yönetim tabanlı olmak üzere 4 gruba ayrılmıştır. Yazılım geliştirme tabanlı olarak sınıflandırılan oyunlar temel olarak oyun içinde kod yazma, komut satırı kullanımı gibi kodlamaya dayalı becerileri geliştirmektedir. Fabrika kurulum ve optimizasyon tabanlı oyunlar seri üretim, fabrika kurulumu, otomasyon tasarımı gibi içeriklere sahip olan oyunları tanımlamaktadır. Yönetim tabanlı oyunlar kaynak yönetimi, strateji geliştirme, maliyeti minimize etme, üretim optimizasyonu gibi içeriklere sahip oyunları tanımlamaktadır. Son olarak Elektronik tasarım tabanlı oyunlar devre tasarımı yapılabilen ve oluşturulan devrelerin çalışma sırasını test edebileceğiniz nitelikte oyunlardır. Böyle bir sınıflandırma sayesinde seçilen oyunların hangi bölümlere ve derslere uygun olduğunu kolayca ayırt etmek mümkün olacaktır. Örneğin; elektronik tasarım tabanlı bir oyun, devre tasarımı ile ilgili olan dijital elektronik dersi ile ilgilidir.

Tablo 1

Oyun adı, yorum sayısı, olumlu yorum yüzdesi, oyun sınıflandırması ve öğrenim türü bilgileri

Oyun Adı	Yorum	Olumlu	Yorum	Oyun Sınıflandırması
Hacknet	10863	%93		Yazılım geliştirme tabanlı
TIS-100	2564	%97		Yazılım geliştirme tabanlı
Infinifactory	1459	%95		Fabrika Kurulum ve Optimizasyon tabanlı
Shenzen-IO	2324	%96		Elektronik tasarım tabanlı
EXAPUNKS	838	%96		Yazılım geliştirme tabanlı
While True Learn	4460	%92		Yazılım geliştirme tabanlı
Factorio	88822	%98		Fabrika Kurulum ve Optimizasyon tabanlı
Hardware Engineers	267	%86		Yönetim tabanlı
Hardware Engineering	166	%55		Elektronik tasarım tabanlı
Silicon Zeroes	185	%95		Elektronik tasarım tabanlı
PC Building Simulator	24912	%94		Elektronik tasarım tabanlı
Comet 64	51	%90		Yazılım geliştirme tabanlı

(Tablo 1)'de görüldüğü gibi bu kısımda STEAM Platformu üzerinden oynanan eğitici içerikli dijital öğrenme oyunlarının hâlihazırda yorum sayıları ve bu yorumların olumlu geri dönüş oranları verilmiştir. Bu oyunların hangi sınıflandırmaya dâhil olacağı, hem oyun açıklamalarından hem de oyunu oynayanların yorumları tek tek incelenerek karar verilmiştir. Ancak bu noktada dikkat edilmesi gereken bir diğer husus, örneğin bir oyunun yazılım geliştirme tabanlı olması diğer alanlarda kullanılamayacağı anlamına gelmemektedir. Bu bağlamda çalışma kapsamında değerlendirilen Elektrik-Elektronik alanında eğitim gören araştırmacı ve öğrenciler platform içerisinde yüzlerce oyunun eğitim amaçlı olarak kullanılabileceği öngörülmektedir. Tablo 1'de Hardware Engineers oyunu ve Hardware Engineering oyunları isim olarak birbirine oldukça benzemekle birlikte Hardware Engineers oyunu bir IT (Information Technologies) şirketini yönettiğiniz yönetim tabanlı bir oyun, Hardware Engineering ise elektronik devre tasarımı yapabildiğiniz bir benzetim içerikli oyundur.

### 4. Sonuç ve Öneriler

Dijitalleşmenin giderek yaygınlaştığı göz önünde bulundurulduğunda dijital oyunların eğitim amaçlı kullanılmasının eğitime destek amaçlı değerlendirilmesi açısından önemli olduğu düşünülmektedir. Bu çalışmada eğitici içeriğe sahip oyunların bir kısmı örnek olarak ele alınarak değerlendirilmiş ve öğretim

müfredatına entegrasyonu hakkında önerilerde bulunulmuştur. Oyunların dağıtım görevini üstlenen çeşitli platformlar bulunmakla birlikte STEAM bu alanda sektör lideri olması açısından önemlidir. STEAM platformunun tasarımı incelendiğinde bireysel kullanım için tasarlandığı ancak eğitim kurumlarına dönük özel bir tasarımının bulunmadığı görülmektedir.

STEAM oyun platform üzerinde eğitici içeriğe sahip olarak belirlenen oyunların yorumları incelendiğinde yorum yapanlardan bazılarının “derslerden çok daha eğitici ve eğlenceli” yorumu dikkate alındığında oyunların öğrenmeyi daha nitelikli hale getirebileceği iddia edilmektedir. Bu sebeple eğitim içinde bu tür oyunların kullanılıp kullanılmayacağı değerlendirilmeli ancak öneriler kısmında belirtilen hususlar üzerinde çalışılmalıdır. EEM müfredatının yoğun matematik, teorik ve laboratuvar eğitimine dayandığı hususunun -pedagojik yaklaşımın yanında- değerlendirilmesi önem arz etmektedir.

Örnek olarak sunulan Silicon Zeroes, PC Building Simulator, Shenhzen-IO ve While True Learn gibi oyunları bir süre oynayan araştırma ekibi Elektrik-Elektronik Mühendisliği öğrencilerine ders içinde bu oyunları oynatarak eğitim verilebileceğine kanaat getirmişlerdir. Belirtilen oyunlar dışında diğer bölümlerde oynatılmaya müsait oyunlar bulunmaktadır ancak bununla ilgili çalışmalar yapılması önerilmektedir.

Belirtilen öneriler sonraki çalışmalara yön vermek ve dijital oyunların eğitime entegrasyonunu sağlamak açısından önemlidir. Bu noktada çalışmada ortaya çıkan sonuçlar ışığında getirilen öneriler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Çok fazla dikkat dağıtıcı içeriğe sahip oyun platformları eğitim kurumları için özelleştirilmelidir.
- Dijital oyunları incelemeye odaklanmış akademik çalışmaların sayısı azdır. Bu sebeple oyunlar ve eğitime entegrasyonu hakkında mevcut problemleri çözecek akademik çalışmalar yapılmalıdır.
- Eğitici oyunların eğitime entegrasyonu çalışmalarını yürütecek dijital oyun inceleme komisyonu kurulmalıdır.
- Eğitsel içeriğe sahip dijital oyunlar belirlenmeli, içeriği incelenmeli ve STEAM felsefesi içinde uygulanabilirliği araştırılmalıdır.
- Dijital oyunların dil seçeneklerinin artırılması farklı dillerin konuşulduğu ülkelerde eğitimde fırsat eşitliği sağlanması bakımından önemlidir.
- Dijital oyunların derslerde oynatılabilmesi için eğitim yöneticilerine ve öğretmenlere farkındalık eğitimleri verilmelidir.
- Belirlenen oyunlar sürekli güncellenmekte ve yeni versiyonları çıkmaktadır. Yapılacak çalışmalarla oyun üreticilerinin geliştirdikleri oyunların, derslerde oynanabilir hale getirilmesi için nasıl güncelleme yapacaklarına dönük olarak önerilerde bulunulmalıdır.
- Oyunlar sadece oyun olmanın ötesinde görsellikleri ve müzikleri ile de bir sanat çalışması olarak düşünülmelidir. Belirlenen oyunların sanatsal açıdan değerlendirilerek STEAM yaklaşımında öğrenmenin daha iyi olacağı bir dönüşüme girmesi sağlanabilir.
- Başarı değerlendirme kriterlerinin nasıl olacağına dönük çalışmalar yapılmalıdır.
- Oyunların şiddet içeriği ve gayri ahlaki öğeleri incelenmelidir.
- Oyunlara ilişkin yaş sınırlaması kavram olarak şiddet öğeleri hakkında bilgi vermektedir. Ancak oyunun zihinsel olarak hangi yaştan itibaren oynanması gerektiği ile ilgili çalışma yapılmalıdır.
- Oyunların okullarda oynatılması durumunda lisanslama ile ilgili problemler ortaya çıkmaktadır. Bu problemler ilgili mevzuatlar çerçevesinde tekrar değerlendirilerek alandaki yasal engellerin ortadan kaldırılması gerektiği düşünülmektedir.

### Yazar Katkıları

Şehmus Fidan: Çalışma kapsamındaki eğitici içeriğe sahip dijital oyunları analiz ederek gerekli verileri toplamıştır.

Ömer Ali Karaman: Çalışma kapsamındaki eğitici içeriğe sahip dijital oyunları analiz ederek gerekli verileri toplamıştır.

Abdullah Yıldırım: Çalışmanın teorik kısmı ile ilgili gerekli verileri toplayıp makaleyi yazmıştır.

### Çıkar Çatışması

Çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

**Kaynaklar**

- Bayram, Ş. B., & Çalışkan, N. (2019). *Oyun tabanlı sanal gerçeklik uygulamasının psikomotor beceri öğretiminde kullanımı: Bir deneyim paylaşımı*. *Journal of Human Sciences*, 16(1), 155-163. Erişim adresi: <https://www.j-humansciences.com/ojs/index.php/IJHS/article/view/5508>.
- Bodnar, C. A., Anastasio, D., Enszer, J. A., & Burkey, D. D. (2016). Engineers at play: Games as teaching tools for undergraduate engineering students. *Journal of Engineering Education*, 105(1), 147-200. <https://doi.org/10.1002/jee.20106>
- Carvalho, C. V. (2012, April). Is game-based learning suitable for engineering education?., *2012 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 1-8). IEEE. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2012.6201140>
- Collins, C. (2008). Looking to the future: Higher education in the Metaverse. *Educause Review*, 43(5), 51-63. Erişim adresi: <https://er.educause.edu/articles/2008/9/looking-to-the-future-higher-education-in-the-metaverse>
- Çınar, S., Çiftçi, M. (2016). Disiplinler Arası Stem Yaklaşımına Yönelik Yapılan Çalışmaların İçerik Analizi. *10th International Computer and Instructional Technologies Symposium* (pp:1031-1038). Rize, Turkey. Erişim adresi: <https://avesis.erdogan.edu.tr/yayin/07afe3bb-0b4b-48be-a69a-b191bc8c69f8/disiplinler-arasi-stem-yaklasimina-yonelik-yapilan-calismalarin-icerik-analizi>
- Elektrik Mühendisleri Odası (2020). *Emo Bursa Şubesi 2020 Eğitim Raporu*, Bursa, Erişim adresi: [https://www.emo.org.tr/ekler/815cef00803e307\\_ek.pdf?tipi=1&turu=X&sube=15](https://www.emo.org.tr/ekler/815cef00803e307_ek.pdf?tipi=1&turu=X&sube=15)
- Gee, J. P. (2003). What video games have to teach us about learning and literacy. *Computers in Entertainment (CIE)*, 1(1), 20-20. <https://doi.org/10.1145/950566.950595>.
- Joiner, R., Iacovides, J., Owen, M., Gavin, C., Clibbery, S., Darling, J., Drew, B. (2011). Digitalgames, gender and learning in engineering: do females benefit as much as males? *Journal of Science Education and Technology*. 20(2), 178–185. <https://dx.doi.org/10.1007/s10956-010-9244-568>.
- Kuk, K., Jovanovic, D., Jokanovic, D., Spalevic, P., Caric, M., & Panic, S. (2012). Using a game-based learning model as a new teaching strategy for computer engineering. *Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences*, 20(2), 1312-1331. <https://doi.org/10.3906/elk-1101-962>
- Marston, H. R., & Kowert, R. (2020). What role can videogames play in the COVID-19 pandemic?. *Emerald Open Research*, 2, 34. <https://doi.org/10.35241/emeraldopenres.13727.2>
- Morelock, J. R., & Matusovich, H. M. (2018), All Games Are Not Created Equally: How Different Games Contribute to Learning Differently in Engineering, *Annual Conference & Exposition*, Salt Lake City, Utah. <https://dx.doi.org/10.18260/1-2--29766>
- Perignat, E., Katz-Buonincontro, J. (2019). STEAM in practice and research: An integrative literature review. *Thinking Skills and Creativity*, 31 (2019), pp. 31-43, <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.10.002>
- Prensky, M. (2001), Digital Natives, Digital Immigrants Part 1, *On the Horizon*, Vol. 9 No. 5, pp. 1-6. <https://doi.org/10.1108/10748120110424816>
- Sağlam, M., Topsümer, F. (2019). Üniversite Öğrencilerinin Dijital Oyun Oynama Nedenlerine İlişkin Nitel Bir Çalışma. *Akdeniz Üniversitesi İletişim Fakültesi Dergisi*, (32), 485-504. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/akil/issue/51740/617102>
- Sezgin, S. (2016). İnsan ve Oyun: Oyunların Dünü, Bugünü, Yarını. *VIII. Uluslararası Eğitim Araştırmaları Kongresi Bildiriler Kitabı* (343-354). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi. Mayıs 5-8, 2016. Çanakkale/Türkiye Erişim adresi: <https://atif.sobiad.com/index.jsp?modul=AW4RFtZbyZgeuuwfeBikmakaleAW4RFtZbyZgeuuwfeBik>
- Srinivasan, V., Butler-Purpy, K., & Pedersen, S. (2011). Developing Educational Games for Engineering Education: A Case Study. In P. Felicia (Ed.), *Handbook of Research on Improving Learning and Motivation through Educational Games: Multidisciplinary Approaches* (pp. 913-938). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-60960-495-0.ch042>
- Steam (2017a), *Silicon Zeroes*, Erişim adresi: [https://store.steampowered.com/app/Silicon\\_Zeroes/](https://store.steampowered.com/app/Silicon_Zeroes/)
- Steam (2019a), *PC Building Simulator*, Erişim adresi: [https://store.steampowered.com/PC\\_Building/](https://store.steampowered.com/PC_Building/)
- Steam (2019b), *while True: learn*, Erişim adresi: [https://store.steampowered.com/while\\_True\\_learn/](https://store.steampowered.com/while_True_learn/)
- Steam (2021a), *Comet\_64*, Erişim adresi: [https://store.steampowered.com/app/1397290/Comet\\_64/](https://store.steampowered.com/app/1397290/Comet_64/)
- Topallı, D., Çağıltay, N.E. (2018). Improving programming skills in engineering education through problem-based game projects with Scratch, *Computers & Education*, Volume 120, Pages 64-74, ISSN 0360-1315, <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.01.011>.
- Valve(2021a), *SteamAbout*. Erişim adresi: <https://store.steampowered.com/about/>

- Velaora, C., Kakarountas, A. (2021) Game-Based Learning for Engineering Education, *2021 6th South-East Europe Design Automation, Computer Engineering, Computer Networks and Social Media Conference (SEEDA)*, pp. 1-6, [https://doi.org/10.1109/SEEDA\\_CECNSM53056.2021.9566215](https://doi.org/10.1109/SEEDA_CECNSM53056.2021.9566215)
- West B. (2016), *Shenzen I-O*, Erişim adresi: <https://gamecloud.net.au/review/shenzhen-io>