



T.C.

ALTINBAŞ ÜNİVERSİTESİ

Fen Bilimleri Enstitüsü / Endüstri Mühendisliği

**GEOMETRİ VE KÜTLE MERKEZİ KONULARINI
ELE ALAN İNTERNET TABANLI EĞİTSEL BİR
OYUN OLAN GEOMERKEZ'İN TASARIMI VE
GELİŞTİRİLMESİ**

Barış AYDINLI

Yüksek Lisans Tezi

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Fikret Korhan TURAN

İstanbul, 2019

**GEOMETRİ VE KÜTLE MERKEZİ KONULARINI ELE ALAN
İNTERNET TABANLI EĞİTSEL BİR OYUN OLAN GEOMERKEZ'İN
TASARIMI VE GELİŞTİRİLMESİ**

Barış AYDINLI

Endüstri Mühendisliği

Yüksek Lisans Tezi

ALTINBAŞ ÜNİVERSİTESİ

2019

Bu çalışma tarafımızca incelenmiş olup, kapsam ve kalite açısından Yüksek Lisans tezi olmaya yeterli bulunmuştur.

Dr. Öğr. Üyesi Fikret Korhan TURAN

Danışman

İnceleme Komitesi Üyeleri (İlk isim jüri başkanına, ikinci isim tez danışmanına aittir.)

Dr. Öğr. Üyesi Fikret Korhan
TURAN

Endüstri Mühendisliği Bölümü,
Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi,
Altınbaş Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Saadet
ÇETİNKAYA

İşletme Bölümü, İşletme Fakültesi, Kadir
Has Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Ahad Khaleghi
ARDABİLİ

Endüstri Mühendisliği Bölümü,
Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi,
Altınbaş Üniversitesi

Bu çalışma bir Yüksek Lisans tezinin tüm gerekli şartlarını taşımaktadır.

Doç. Dr. Niyazi Onur BAKIR

Bölüm Başkanı

Fen Bilimleri Enstitüsü onayı: 21/08/2019

Prof. Dr. Oğuz BAYAT

Enstitü Müdürü

Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik davranışlara uygun olarak edinildiğini ve sunulduğunu beyan ederim. Ayrıca, bu kuralların ve davranışların gerektirdiği şekilde, bu çalışmada, orijinal olmayan tüm materyalleri ve sonuçları tamamen alıntı yaptığımı ve referans gösterdiğimi de beyan ederim.



Barış AYDINLI

İTHAF

Bu yüksek lisans tezimi, benim bu günlere gelmem için hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan ve her zaman yanımda olup desteklerini esirgemeyen sevgili aileme ithaf ediyorum.



TEŐEKKÜR

Araştırma konumun seçiminde beni yönlendiren, yol gösteren ve bu tezi bitirme sırasında desteklerini hiç esirgemeyen değerli tez danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Fikret Korhan TURAN' a teőekkürlerimi sunarım.



ÖZET

GEOMETRİ VE KÜTLE MERKEZİ KONULARINI ELE ALAN İNTERNET TABANLI EĞİTSEL BİR OYUN OLAN GEOMERKEZ'İN TASARIMI VE GELİŞTİRİLMESİ

AYDINLI, Barış

Yüksek Lisans, Endüstri Mühendisliği, Altınbaş Üniversitesi

Danışman: Fikret Korhan TURAN

Tarih: Ağustos, 2019

Sayfa: 44

Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarına öncelik verip bu alanların birbirinden bağımsız olarak değil de, bütünlük bir şekilde öğretilmesini savunan STEM (SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING and MATHEMATICS) eğitiminin bazı konularda yetersiz kaldığı gözlemlenmiştir. Bu yetersizlikleri gidermek amacıyla STEM eğitime alternatif olarak bu eğitim sistemine sanatı (ARTS) da dâhil eden STEAM eğitimi öne sürülmüş ve son yıllarda eğitimde sanatsal yaklaşım, eğlenerek öğrenme, oyun tabanlı eğitim gibi konular popülerlik kazanmıştır. Bu bağlamda, yapılan tez çalışması ile uzaydaki birden fazla cismin genel kütle merkezini bulma konusuna odaklanan GeoMerkez adlı internet tabanlı eğitsel bir bilgisayar oyunu tasarlanmış ve oyunun temel öğelerini ele alan bir prototip geliştirilmiştir. Literatürde geometri ve fizik konularına odaklanan kısıtlı sayıda eğitsel bilgisayar oyunu mevcut olup, GeoMerkez oyunu ile bunlardan hem içerik, hem de tasarım olarak farklı bir yaklaşım sunulmuş, böylece eğitim teknolojilerine özgün bir katkı yapılması hedeflenmiştir. Oyunun etkinliğini değerlendirmek ve oyun hakkında yorum almak amacıyla Fizik'e Giriş dersini alan 26 üniversite öğrencisi, dersi veren eğitmen ve bilgi teknolojileri alanında çalışan üç profesyonel ile ayrı ayrı pilot uygulamalar yapılmıştır. Bu uygulamalardan alınan olumlu geri dönüşlere değinilerek, elde edilen spesifik sonuçlar, çalışmayla ilgili kısıtlar ve gelecekte üzerinde çalışılabilecek araştırma konuları tartışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Yerçekimi oyunu, görsel en iyileme oyunu, eğitsel oyun, oyun tabanlı öğrenme, eğitsel eğlence, eğlenerek öğrenme, sürdürülebilirlik için eğitim.

ABSTRACT

DESIGN AND DEVELOPMENT OF GEOMERKEZ - A WEB BASED EDUCATIONAL GAME ON THE TOPICS OF GEOMETRY AND CENTER OF MASS

AYDINLI, Barış

M.Sc., Industrial Engineering, Altınbaş University

Supervisor: Fikret Korhan TURAN

Date: August, 2019

Pages: 44

It is observed that STEM (SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING and MATHEMATICS) education which gives the priority to the fields of science, technology, engineering and mathematics, and advocates an integrated approach in teaching these fields instead of an isolated one, involves certain inadequacies. To deal with them, by adding the ARTS element to STEM education, STEAM education has been proposed as an alternative, and themes such as artistic approach in teaching, learning by having fun and game based education have recently become popular. In this context, with this research, a web based educational computer game GeoMerkez focusing on finding the center of mass of multiple objects in space, is proposed and a prototype with basic components of the game is developed. The literature involves a limited number of educational computer games related to geometry and physics, and compared to those games, GeoMerkez provides an authentic approach in terms of both content and design with the aim of a unique contribution to educational technologies. To assess the effectiveness of the game and have some feedback, separate pilot studies were conducted with 26 undergraduate students registered to Introduction to Physics course, the instructor of the course and three information technology professionals. Referring to their positive comments, specific results of the pilot studies, limitations of the research, and future research directions were discussed.

Keywords: Gravity game, visual optimization game, educational game, game based learning, edutainment, learning by having fun, education for sustainability.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	vii
ABSTRACT.....	viii
TABLO LİSTESİ.....	x
ŞEKİL LİSTESİ.....	xi
KISALTMALAR	xii
SEMBOLLER	xiii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 LİTERATÜR TARAMASI.....	2
2. GEOMERKEZ OYUNUNUN TASARIMI	7
2.1 GEOMERKEZ OYUNUNUN TASARIMI.....	7
2.2 GEOMERKEZ OYUNUNUN TEKNOLOJİK ALT YAPISI.....	17
2.3 PİLOT UYGULAMALAR	25
2.4 KISITLAR	29
3. SONUÇ VE GELECEKTE YAPILABİLECEK ÇALIŞMALAR	30
KAYNAKÇA.....	32

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1: GeoMerkez oyunu zorluk seviyeleri ve bu seviyelerin içeriğine dair açıklamalar	8
Tablo 2.2: Şekil 2.9 ile gösterilen unsurların işlevleri	15
Tablo 2.3: GeoMerkez oyununun teknolojik alt yapısı.....	17
Tablo 2.4: Birinci anket sorusuna öğrencilerin vermiş olduğu cevaplar ve ortalaması	26
Tablo 2.5: İkinci anket sorusuna öğrencilerin vermiş olduğu cevaplar ve ortalaması	27



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Seviye 1.4'te çıkan örnek bir oyuna ait ekran görüntüsü.....	10
Şekil 2.2: Şekil 2.1'deki örnek oyunun oynanması ile elde edilen skor ve hata payını gösterir ekran görüntüsü	10
Şekil 2.3: Seviye 2.4'te çıkan örnek bir oyuna ait ekran görüntüsü.....	11
Şekil 2.4: Şekil 2.3'teki örnek oyunun oynanması ile elde edilen skor ve hata payını gösterir ekran görüntüsü	11
Şekil 2.5: Seviye 3.4'te çıkan örnek bir oyuna ait ekran görüntüsü.....	12
Şekil 2.6: Şekil 2.5'teki örnek oyunun oynanması ile elde edilen skor ve hata payını gösterir ekran görüntüsü	12
Şekil 2.7: Seviye 4.4'te çıkan örnek bir oyuna ait ekran görüntüsü.....	13
Şekil 2.8: Şekil 2.7'deki örnek oyunun oynanması ile elde edilen skor ve hata payını gösterir ekran görüntüsü	13
Şekil 2.9: GeoMerkez oyununun tasarımında bulunan unsurlar	15
Şekil 2.10: Oyun için oluşturulan katmanlı mimari	21
Şekil 2.11: MSSQL veritabanı diyagramı	22
Şekil 2.12: Öğrenciye ait isim, soyisim, doğum tarihi, cinsiyet, yaşadığı şehir ve ilçe bilgilerini tutan örnek MSSQL tablosu.....	23
Şekil 2.13: Öğrenciye ait eğitim bilgilerini tutan örnek MSSQL tablosu	23
Şekil 2.14: Şekil 2.12 ve Şekil 2.13'deki tabloları birbirine bağlayan örnek MSSQL tablosu.....	23
Şekil 2.15: Kullanıcının oyun skorunu ve oyunu ne kadar sürede tamamladığını tutan örnek MSSQL tablosu	24
Şekil 2.16: Oyunda kullanılan cisimlerin şekli ve şekline göre uzunluk, genişlik, yarıçap vb. özelliklerini tutan örnek MSSQL tablosu.....	24
Şekil 2.17: Oyunda kullanılan renkler ve bu renklerin yoğunluklarını tutan örnek MSSQL tablosu	24
Şekil 2.18: Oyunda kullanılan şekillerin koordinatlarını tutan örnek MSSQL tablosu	25
Şekil 2.19: Katılımcılara ait skorlar	29

KISALTMALAR

AJAX	: Asynchronous JavaScript and Extensible Markup Language
CSS	: Cascading Style Sheets
HTML	: Hyper Text Markup Language
LINQ	: Language Integrated Query
MSSQL	: Microsoft Structured Query Language
STEAM	: Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics
STEM	: Science, Technology, Engineering and Mathematics
T-SQL	: Transact- Structured Query Language

SEMBOLLER

- N : Cisim sayısı
- i : Cisim endeksi ($1 \leq i \leq N$)
- A_i : i cisminin yüzey alanı
- h_i : i cisminin yüksekliği (İki boyutlu tasarımda yükseklikler 1 birim varsayılmıştır.)
- V_i : i cisminin hacmi
- d_i : i cisminin yoğunluğu (Oyunda renkler ile temsil edilmiştir.)
- m_i : i cisminin kütlesi
- x_i : i cisminin kütle merkezinin x koordinatı
- y_i : i cisminin kütle merkezinin y koordinatı
- x_G : Cisimlere ait genel kütle merkezinin x koordinatı
- y_G : Cisimlere ait genel kütle merkezinin y koordinatı
- x_S : Öğrencinin ekranda seçtiği noktanın x koordinatı
- y_S : Öğrencinin ekranda seçtiği noktanın y koordinatı
- S : Öğrencinin aldığı skor (Cisimlere ait genel kütle merkezi ile öğrencinin ekranda seçtiği nokta arasındaki uzaklık olarak alınmıştır.)

1. GİRİŞ

İlk olarak Amerika Birleşik Devletleri'nde ortaya çıkan STEM (SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING and MATHEMATICS) fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının birbirleriyle etkileşimini sağlayan disiplinlerarası bir eğitim sistemidir (Akgün, 2015). STEM eğitiminin amacı fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının birbiriyle bütünleşmesini sağlayarak eğitimi öğrenciler için daha anlamlı ve ilişkili hale getirmek, dijitalleşen dünyada tüketici bireylerden çok üretici bireyler yetiştirmek ve bu sayede de bilim ve teknolojiye dayalı bir kalkınma modeli sunmaktır[40]. STEM eğitime en çok ağırlık veren ve dünyaya bu alanda öncülük eden Amerika Birleşik Devletleri'nde STEM eğitimi için Obama döneminde her yıl yaklaşık olarak 3 milyar dolar ayrılmıştır[3] ve Trump döneminde ise 200 milyon dolarlık bir hibe fonunun ayrılması planlanmıştır[47]. Amerika'yı bu anlamda takip edip, STEM eğitimi destekleyen ve bu sistemi benimseyen Çin, Japonya, Finlandiya, Singapur, Kore, İngiltere vb. pek çok ülke olmuştur[49].

STEM eğitimi ile hedef her ne kadar bilim ve teknoloji üretmede yetkin bireyler yetiştirip refah düzeyini arttırmak olsa da STEM eğitimi yaratıcılığın gelişmesi, toplumsal sorunlar ile etik değerlerin kavratılması ve sürdürülebilirlik, yapılan proje ve uygulamaların somutlaştırılıp ürün haline getirilebilmesi gibi konularda yetersiz kalmaktadır[44]. Bu nedenlerle son yıllarda STEM eğitimi eleştirilmiş ve bu yaklaşımın yerine STEAM yani STEM eğitime sanatın (ARTS) da bütünleşik olarak dahil edildiği bir yaklaşım önerilmektedir. Bu sayede sisteme yaratıcılık ve tasarım boyutu da katılarak tamamiyle bütünsel bir anlayış sistemi oluşturup, yapılan proje ve uygulamaların somut birer ürün haline getirilebilmesi ve istenen refah düzeyine ulaşılabilmesi hedeflenmektedir. Örneğin, Herro vd. (2018) çalışmalarında dijital teknolojilerin STEAM eğitim sistemine nasıl dahil edilebileceğini araştırmış ve eğitsel bilgisayar oyunlarının buradaki rolüne değinmiştir[23]. Öyle ki, oyun tabanlı eğitim, eğlendirirken öğreten, öğrencileri motive eden bir özellik barındırmakla beraber öğrencilere okulda almış oldukları eğitimi oynadıkları eğitsel oyunlar sayesinde pekiştirme fırsatı da sunmaktadır. Bu bağlamda, sunulan tez çalışmasının temel araştırma sorusu şu şekilde belirlenmiştir: "STEAM eğitimi baz alarak okullarda verilen geometri ve fizik derslerini öğrenciler açısından daha eğlenceli hale getirecek ve onların ilgili konuları öğrenmelerine olumlu yönde katkıda bulunacak eğitsel bir bilgisayar oyunu nasıl tasarlanıp geliştirebilir?"

Temel araştırma sorusuna yanıtlamak üzere sunulan tez çalışması ile ilk olarak geometride farklı şekillerdeki cisimlerin alanlarını ve hacimlerini bulma, fizikte ise birden fazla cismin kütle merkezini bulma konularını bütünleşik bir biçimde ele alan İnternet tabanlı eğitsel bir bilgisayar oyunu tasarlanmıştır. Daha sonra tasarlanan oyun için oyunun temel öğelerine odaklanarak bir prototip geliştirilmiş ve oyun hakkında yorum, öneri, geri bildirim vb. almak üzere öğrenci, eğitmen ve bilgi teknolojileri alanında çalışan profesyonellere çeşitli pilot çalışmalar yapılmıştır. GeoMerkez adı verilen oyun geometri ve fizik konularına odaklanan literatüdeki mevcut eğitsel bilgisayar oyunlarından hem konu, hem de tasarım olarak farklı olup, özgün bir yaklaşım sunmaktadır. GeoMerkez oyunu ile STEAM eğitimini destekleyici eğitim teknolojilerine katkı yapılarak, öğrencilerin ilgili konuları sıkılmadan, eğlenerek öğrenmesi, böylece lise ve üniversite seviyesinde verilen eğitimin etkinliğinin, kalitesinin artırılması hedeflenmiştir.

Bu tez çalışmasının 1.1. Bölümü'nde literatür taramasına yer verilmiş ve literatüre yapılan katkı detaylı olarak açıklanmıştır. 2.1 ve 2.2. Bölüm'lerde sırasıyla GeoMerkez oyununun tasarımı ve teknolojik alt yapısına yer verilmiştir. 2.3. Bölüm'de ise pilot uygulamalardan bahsedilmiş ve elde edilen çıktılar paylaşılmıştır. Son olarak, 2.4. Bölüm'de çalışmanın kısıtları tartışılmış ve bunlara dayanarak 3. Bölüm'de gelecekte yapılabilecek çalışmalara değinilmiştir.

1.1 LİTERATÜR TARAMASI

Geometri konusunu ele alan eğitsel bilgisayar oyunları üzerinde çalışan araştırmacılar ilk olarak doğru, eğri, ışın, açı vb. temel kavramlara odaklanmıştır. DiSessa (1980) Logo yazılımı ile lise ve üniversite öğrencilerinin bilgisayar ortamında düz ve eğri çizgiler çizebilmesine imkan tanıyan eğitsel bir oyun geliştirmiştir[17]. Douglas vd. (1997) üçüncü sınıf öğrencilerine uzunluk kavramı ve ölçülerini öğretirken yine Logo tabanlı bir bilgisayar oyunu kullanmış, bu oyun yardımıyla öğrencilerin uzunluk kavramı ile ilgili soruları çözerken geliştirdikleri stratejileri analiz etmiştir[14]. Hillel vd. (1989) de Logo yazılımını kullanarak 12 yaş grubu öğrencilere açı ve uzunluk kavramlarını içeren çeşitli sorular çözdürmüş, oyunda bulunan geri bildirim mekanizmasının öğrenmeye olan etkisini araştırmıştır[24]. Clements vd. (1996) ise açılar üzerine Logo ortamında geliştirdikleri bilgisayar oyununu üçüncü sınıf öğrencilerine oynatmış, oyunun öğrenmedeki etkinliğini test etmiştir[13]. Son olarak, Lee ve Chen (2014) ise lise öğrencilerine paralel doğruların özellikleri, çokgenlerde iç ve dış açılarının toplamı vb. düzlem geometrisi konularını öğretmede sanal gerçeklik uygulamalarından yararlanmıştır[29].

Diğer bir grup araştırmacı ise öğrencilerin iki ya da üç boyutlu uzamsal becerilerini ve perspektif algılarını geliştirmeye yönelik eğitsel bilgisayar oyunları üzerine çalışmıştır. Olkun vd. (2005) geometrik terim ve kavramların kelimelerle ifade edilmesine yönelik Tangram isimli bilgisayar oyununu dördüncü sınıf öğrencilerine oynatmış, oyunun öğrencilerin geometri dersindeki başarısına olan etkisini araştırmıştır[32]. Soldano vd. (2018) geometrik şekillerin Öklid bağıntılarıyla ifade edilmesine odaklanan bilgisayara karşı tek kişi ya da iki öğrenci arasında karşılıklı sorular sorularak oynanabilen bir bilgisayar oyunu geliştirmiş, geliştirdikleri oyunu kullanarak öğrencilerin kavrama ve gelişim süreçlerini takip etmiştir[42]. Laine vd. (2016) hikayeleme ve Van Hiele anlama düzeylerini baz alarak çeşitli geometri sorularını içeren Leometry adlı sanal gerçeklik oyununu geliştirmiş ve bu oyunun etkinliğini oyunu beşinci sınıf öğrencilerine oynatarak test etmiştir[28]. Ernest (1986) 15 yaş grubu öğrencilere Kartezyen koordinat sistemi ile geometrideki yansıma, simetri, dönme, çevirme gibi kavramları bir bilgisayar oyunu yardımıyla öğretmeyi amaçlamış ve bu amaçla çeşitli testler yapmıştır[20]. Yang ve Chen (2010) küçük dikdörtgen ve kareler kullanarak daha büyük şekiller oluşturmaya dayalı Pentomino isimli oyunun öğrencilerin uzamsal becerilerinin gelişmesine olan katkısını ortaya koymaya çalışmış ve bu katkının öğrencilerin cinsiyetine göre değişip değişmediğini araştırmıştır[48]. Chappell (1997) geometrik şekillerin döndürülmesine, yansıtılmasına ve yeniden ölçeklendirilmesine dayalı çeşitli hamleler içeren Geometric Golfer oyununu ele almış ve oyuna ait tasarım özelliklerinin (örneğin, oyun karakterinin cinsiyeti) kız ve erkek öğrencilerin oyuna karşı tutumlarını nasıl etkilediğini araştırmıştır[11]. Eilam ve Alon (2018) ilkokul öğrencilerinin perspektif algısını geliştirme amaçlı bir eğitim ve değerlendirme oyunu geliştirmiş, bu oyunun öğrenmedeki etkinliğini kullanılan nesne ve geometrik şekilleri değiştirerek farklı koşullar altında test etmiştir[19]. Smith vd. (2007) üç boyutlu bir küpü iki boyutta ifade etme konusunu ele alan İnternet tabanlı bir bilgisayar oyunu geliştirmiş, oyunun öğrencilerin geometrik şekilleri zihinlerinde soyut olarak canlandırabilme yeteneklerini geliştirip geliştirmedeğini araştırmıştır[39]. Smith ve Olkun (2005) geometrik şekilleri üç boyutlu olarak döndürme konusuna odaklanmış ve Logo tabanlı oyunlarda oyunun interaktif olup olmamasının öğrenmeye olan etkisini 9 yaş grubu öğrenciler ve üniversite öğrencileri üzerinde test etmiştir[38]. Roca-González vd. (2017) sanal gerçeklik uygulamaları ile öğrencilerin görselleştirme, döndürme ve konumlandırma gibi uzamsal becerilerinin gelişip gelişmediğini gözlemlemeye çalışmıştır[36].

Fizik konusu ile ilgili eğitsel bilgisayar oyunları üzerine çalışan araştırmacılar ise öncelikli olarak Newton mekaniği ve hareket konularına odaklanmıştır. Morrison vd. (2015)

öğrencilerden Newton mekaniği ile ilgili kavramları kendi cümleleri ile açıklamalarını isteyen bir benzetim oyunu geliştirmiş, geliştirdikleri oyunu bilişsel yük, yarattığı duygu, başarıya olan katkısı vb. açılardan değerlendirmiştir[31]. Rieber (1991) ve Dancy ve Beichner (2006) hareket konusunu durağan resimler yerine bilgisayar animasyonları ile anlatmaya çalışmış, bu animasyonları hem eğitim amaçlı, hem de ölçme değerlendirmeye yönelik sınavlarda kullanmıştır[35, 15]. Clark vd. (2011) Newton mekaniğini ele alan bir bilgisayar oyunu geliştirmiş, oyunun öğrenmedeki etkinliğini ortaokul ve lise öğrencilerinin katılımıyla test etmiştir[12]. Li (2010) ilkokul öğrencilerinden Newton'un hareket kanunlarını modelleyen bir dijital bilgisayar oyunu geliştirmelerini istemiş, öğrencilere hem oyunu geliştirirken, hem de oyunu oynarken neler öğrendiğini ve hissettiğini sormuştur[30]. Kao vd. (2017) Newton mekaniğini ele alan Crayon Physics Deluxe oyununda eğitmen tarafından belirlenen öğretim çerçevesi ya da öğretim çatısının öğrencilerin konuyu kavraması ve yaratıcılığındaki etkisini araştırmıştır[20]. Adams ve Clark (2014) Netwon'un üç hareket yasasına odaklanan SURGE: The Fuzzy Chronicles isimli bir bilgisayar oyunu geliştirmiş, oyunun farklı versiyonlarını ortaokul öğrencilerine oynatarak bilişsel yük, oyun kurgusu ya da akışı gibi faktörlerin oyunun etkinliğindeki rolünü araştırmıştır[1]. Anderson ve Wall (2016), Kinect adlı verilen hareket sensörlerini sanal gerçeklik ortamına entegre ederek, ortaokul öğrencilerine yer değiştirme, hız, ivme vb. konuları anlatmaya çalışmış, bu amaçla çeşitli uygulamalar yapmıştır[5]. Kim ve Shute (2015) kaldıraç, rampa ve basit sarkaç gibi araçların çalışma prensibini ele alan Physics Playground oyununu öğrencilerin fizik dersindeki başarısını ölçme ve değerlendirmede kullanmış, oyun kurgusunun yani oyun seviyelerinin farklı sıralarla oynanması durumunun öğrencilerin başarı ve eğlenme seviyelerine ne şekilde etki ettiğini araştırmıştır[27]. Shute vd. (2015) Physics Playground oyununu öğrencilere oynatarak süreklilik, duygusal durum, oyun içi süreçler vb. faktörlerin öğrenme çıktılarına olan etkisini araştırmıştır[37]. Husnaini ve Chen (2019) basit sarkaç sistemini sanal gerçeklik ortamında modellemiş ve fiziksel laboratuvar ile sanal gerçeklik ortamlarında yapılan basit sarkaç deneyleri arasında ortaokul öğrencilerinin başarıları açısından bir fark olup olmadığını gözlemlemeye çalışmıştır[25]. Sun vd. (2015) ise basit sarkac konusunu ele alan Cut the Rope oyunu ile dairesel hareket konusunu ele alan Angry Bird Space oyunlarını lise öğrencilerine oynatmış, oyun tabanlı eğitimin geleneksel yani sadece konu anlatımına dayalı eğitime göre daha etkin olup olmadığını araştırmıştır[43]. De Aldama ve Pozo (2019) eğik atış prensibine dayalı Angry Birds oyununun 16-17 yaş grubu öğrencilerin hareket konusunu daha iyi anlamalarında etkili olup olmadığını araştırmıştır[16]. Brna (1989) nesnelere sürtünmesiz ortamdaki hareketine odaklanan benzetim tabanlı bir oyun yardımıyla öğrencilerin ilgili konuyu kavrama süreçlerini gözlemlemiş çeşitli deneyler yapmıştır[8]. Oss

(2005) fizik kurallarının uçan nesnelere için nasıl işlediğini açıklama amaçlı bir uçuş benzetim programından yararlanmış ve uçuş benzetim programını oynayan öğrencilerin derse olan yaklaşımındaki değişimi gözlemlemeye çalışmıştır[33].

Fizik alanına yönelik eğitsel bilgisayar oyunları üzerine çalışan bazı araştırmacılar ise astronomi konusunu ele almıştır. DiSessa (1980) Logo yazılım ortamında gezegenlerin hareketini modellemiştir[17]. Gregorcic ve Haglund (2018) astronomi konusunu ele alarak gezegenlerin güneş etrafındaki hareketine yönelik benzetim modeli geliştirmiş, ortaokul öğrencilerinin geliştirilen model üzerinde deneyler yaparken neler hissettiğini ve öğrendiğini gözlemiştir[22]. Carr ve Bossomaier (2011) uzay, zaman ve hareket konularını ele alan Newton mekaniği ile görelilik kavramlarını birleştiren Relativistic Asteroids (RA) isimli bir oyun geliştirmiş, oyunu oynayan lise öğrencilerinden aldığı geri bildirimlere dayanarak oyunun etkinliğini değerlendirmiştir[9]. Reese et al. (2012) jeoloji ve uzay bilimleri konusunu ele alan Selene: A Lunar Construction Game isimli oyunu 12 ve 15 yaş grubu öğrencilere oynatmış, oyunu hem eğitsel bir araç, hem de öğrencilerin öğrenme seviyelerini ve hızlarını takip etmeye yarayan bir ölçme-değerlendirme aracı olarak kullanmıştır[34]. Adams vd. (2016) üç boyutlu bulmaca oyunu Portal'ı geliştirmiş, Portal oyununun üniversite öğrencilerinin uzamsal becerilerini geliştirip geliştirmediğini, Newton prensiplerini anlamalarına yardımcı olup olmadığını araştırarak oyunu iki boyutlu bulmaca oyunu Tetris ve kelime oyunu TextTwist ile karşılaştırmıştır[2].

Diğer bir grup araştırmacı ise elektrik ve manyetizma konularını ele almıştır. Falloon (2019) elektrik ve basit devre kurma konusuna odaklanan benzetim tabanlı eğitsel bir oyunu 5 yaş grubu öğrencilere oynatmış ve benzetim tabanlı oyunların öğrencilerin temel fizik konularını kavramlarındaki etkisini araştırmıştır[21]. Tsai vd. (2016) elektro-mıknatısların çekim prensibi üzerine kurulu Escape the Lab adlı bilgisayar oyununu üniversite öğrencilerine oynatmış, öğrencilerin göz hareketlerini takip ederek görsel davranış örüntüleri ile dikkat, kontrol, konsantrasyon, algı ve kavrama mekanizmaları arasındaki ilişkileri istatistiksel olarak analiz etmeye çalışmıştır[45]. Echeverría vd. (2012) fizik konusunu ele alan eğitsel amaçlı oyunların etkinliğini arttıracak bir eğitsel oyun tasarım yöntemi önermiş ve bu yöntem yardımıyla elektrostatik konusunu ele alan First Colony adlı oyunu yeniden tasarlayıp, öğrencilere oynatarak eski versiyonunun etkinliği ile kıyaslamıştır[18]. Anderson ve Barnett (2011, 2013) elektromanyetizm konusuna odaklanan Supercharged! isimli bilgisayar oyununu hem orta okul öğrencilerine hem de eğitim fakültesinde okuyan öğretmen adaylarına oynatmış, öğrencilerin

başarı seviyelerine ve aldıkları geri bildirimlere dayanarak oyunun pedagojik potansiyelini değerlendirmiştir[4, 6].

Bunların dışında farklı fizik konularına odaklanan araştırmacılar da olmuştur. Wegener vd. (2012) görelilik konusunu oyun tabanlı yaklaşımla sanal gerçeklik ortamında ele alan bir eğitim kiti geliştirmiş, öğrencilerin eğitim kitiyle ilgili deneyimlerini gözlemlemiştir[46]. Snir (1993) öğrencilere kütle, yoğunluk ve katı cisimlerin sıvılarda yüzmesi konusunu daha iyi kavratmak amaçlı benzetim tabanlı eğitsel bir oyun geliştirmiştir[41]. Chandler ve Chaillé (1993) aynalarda yansıma konusunu ele alan eğitsel bir bilgisayar oyunu geliştirmiş, oyunu 12 yaş grubu öğrencilere oynatarak oyunun tasarımında kullanılan ipucu verme vb. öğelerin oyunun etkinliğindeki rolünü araştırmıştır[10]. Astra vd. (2015) gazları hacim, basınç, sıcaklık, difüzyon vb. fiziksel özellikleri ile ele alarak benzetim yoluyla modellemeye imkan tanıyan bir Android telefon uygulaması geliştirmiş, geliştirdikleri uygulamanın eğitsel bir araç olarak etkinliğini lise öğrencileri ve öğretmenlerinden aldıkları geri bildirimlerle değerlendirmeye çalışmıştır[7].

Yapılan tez çalışması ile tasarlanan, temel öğelere sahip bir prototip olarak geliştirilen ve sonrasında test edilen GeoMerkez oyunu literatürdeki mevcut eğitsel oyunlardan farklı olarak hem geometri, hem de fizik konularına odaklanmaktadır. Ayrıca, GeoMerkez oyunu ile uzaydaki birden fazla cismin, cisimlerin sayı, şekil, çeşit, kütle (yoğunluk, yüzey alanı ya da hacim ile orantılı olarak), konum, hareket vb. niteliklerine göre değişen genel kütle merkezini bulma konusu ilk defa ele alınmış olup, bu bağlamda tamamen özgün bir yaklaşım ve tasarım sunulmuştur. Böylelikle, eğitim teknolojilerine katkı yapılarak, öğrencilerin ilgili konuları sıkılmadan, eğlenerek öğrenmesi, lise ve üniversite seviyesinde verilen eğitimin etkinliğinin ve kalitesinin artırılması hedeflenmiştir.

2. GEOMERKEZ OYUNUNUN TASARIMI

2.1 GEOMERKEZ OYUNUNUN TASARIMI

GeoMerkez uzaydaki birden fazla cismin genel kütle merkezini bulma konusunu ele alan İnternet tabanlı eğitsel bir oyundur. Öğrenci oyunda ekrana çıkan cisimlerin sayı, şekil, çeşit, kütle (yoğunluk, yüzey alanı ya da hacim ile orantılı olarak), konum, hareket vb. niteliklerine göre değişen genel kütle merkezinin yerini göz kararı tahmin etmeye çalışır. Öğrencinin yaptığı tahmin ile genel kütle merkezinin gerçek konumu arasındaki kuş uçuşu ya da Kartezyen uzaklık öğrencinin aldığı skor olarak ekrana yansıtılır. Dolayısıyla, öğrencinin skoru ne kadar küçükse öğrenci o kadar başarılıdır.

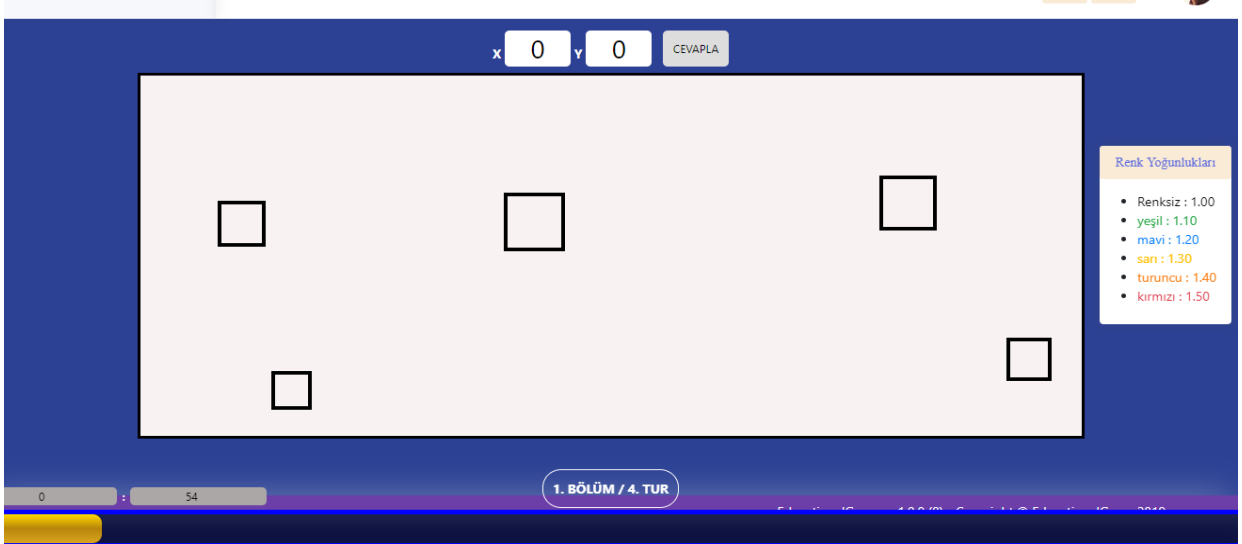
Tasarlanan GeoMerkez oyununun zorluk seviyeleri ve bu seviyelerin içeriğine dair açıklamalar Tablo 2.1’de verilmiştir. Örneğin, Seviye 1.4’te ekrana 5 adet cisim çıkmaktadır. Bu cisimlerin şekli düzenli (kare, daire, eşkenar üçgen vb.) bir yapıda olup, hepsi de aynı şekile sahiptir (Örneğin, hepsi de kare şeklindedir.) Renksiz olan bu cisimlerin yüzey alanları ya da hacimleri ve ekrandaki konumları rastgele bir şekilde belirlenmiştir. Ayrıca, cisimlerin bu nitelikleri sabittir; yani, bu niteliklere ait herhangi bir belirsizlik ya da cisimlerde hareket söz konusu değildir. Son olarak, bu seviye için yanıtlama süresi 60 saniye ile kısıtlanmıştır.

Şekil 2.1, Seviye 1.4’te çıkan örnek bir oyuna ait ekran görüntüsünü göstermektedir. Şekil 2.2, ise Şekil 2.1’deki oyunun oynanması ile elde edilen skor ve hata payını gösteren ekran görüntüsünü vermektedir. Benzer şekilde, Şekil 2.3-Şekil 2.4, Şekil 2.5-Şekil 2.6 ve Şekil 2.7-Şekil 2.8 sırasıyla Seviye 2.4, Seviye 3.4 ve Seviye 4.4’te çıkan örnek oyunlara ait ekran görüntülerini göstermektedir. Seviye 5, Seviye 6 ve Seviye 7’ye ait oyunların da yine aynı mantık çerçevesinde Tablo 1’de açıklandığı şekilde çalışması planlanmaktadır. Ancak, ilk etapta öğrencilerden, öğretmenlerden ve bilgi teknolojileri alanında çalışan uzmanlardan geri bildirim ve yorum almak amacıyla tasarlanan oyununun ilk dört seviyesi için bir prototip geliştirilmiş, Seviye 5, Seviye 6 ve Seviye 7’nin geliştirilmesi sonraki bir çalışmaya bırakılmıştır.

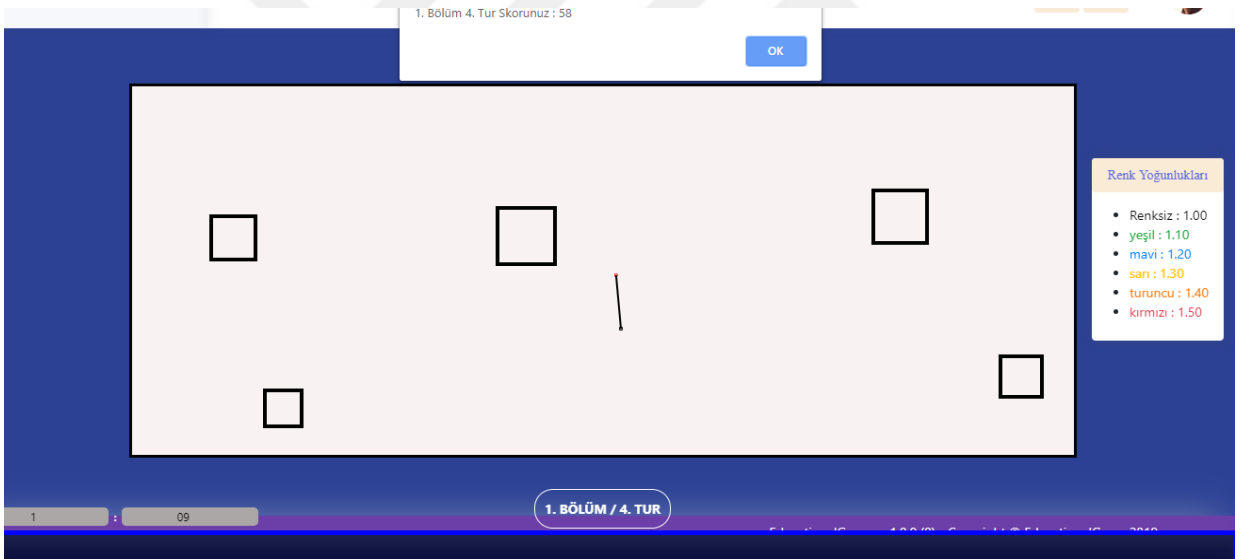
Tablo 2.1: GeoMerkez oyunu zorluk seviyeleri ve bu seviyelerin içeriğine dair açıklamalar

Oyunun seviyesi		Oyundaki cisimlerin sayısı	Oyundaki cisimlerin şekli	Oyundaki cisimlerin çeşidi	Oyundaki cisimlerin renkleri	Oyundaki cisimlerin yerleri	Oyunun süresi (saniye)
Seviye 1	Seviye 1.1	2 cisim	Düzenli	Tek çeşit	Renksiz	Sabit ve belirli	60
	Seviye 1.2	3 cisim	Düzenli	Tek çeşit	Renksiz	Sabit ve belirli	60
	Seviye 1.3	4 cisim	Düzenli	Tek çeşit	Renksiz	Sabit ve belirli	60
	Seviye 1.4	5 cisim	Düzenli	Tek çeşit	Renksiz	Sabit ve belirli	60
Seviye 2	Seviye 2.1	2 cisim	Düzenli	Tek çeşit	Renkli	Sabit ve belirli	70
	Seviye 2.2	3 cisim	Düzenli	Tek çeşit	Renkli	Sabit ve belirli	70
	Seviye 2.3	4 cisim	Düzenli	Tek çeşit	Renkli	Sabit ve belirli	70
	Seviye 2.4	5 cisim	Düzenli	Tek çeşit	Renkli	Sabit ve belirli	70
Seviye 3	Seviye 3.1	2 cisim	Düzenli	En az biri farklı	Renksiz	Sabit ve belirli	80
	Seviye 3.2	3 cisim	Düzenli	En az biri farklı	Renksiz	Sabit ve belirli	80
	Seviye 3.3	4 cisim	Düzenli	En az biri farklı	Renksiz	Sabit ve belirli	80
	Seviye 3.4	5 cisim	Düzenli	En az biri farklı	Renksiz	Sabit ve belirli	80
Seviye 4	Seviye 4.1	2 cisim	Düzenli	En az biri farklı	Renkli	Sabit ve belirli	90
	Seviye 4.2	3 cisim	Düzenli	En az biri farklı	Renkli	Sabit ve belirli	90
	Seviye 4.3	4 cisim	Düzenli	En az biri farklı	Renkli	Sabit ve belirli	90
	Seviye 4.4	5 cisim	Düzenli	En az biri farklı	Renkli	Sabit ve belirli	90

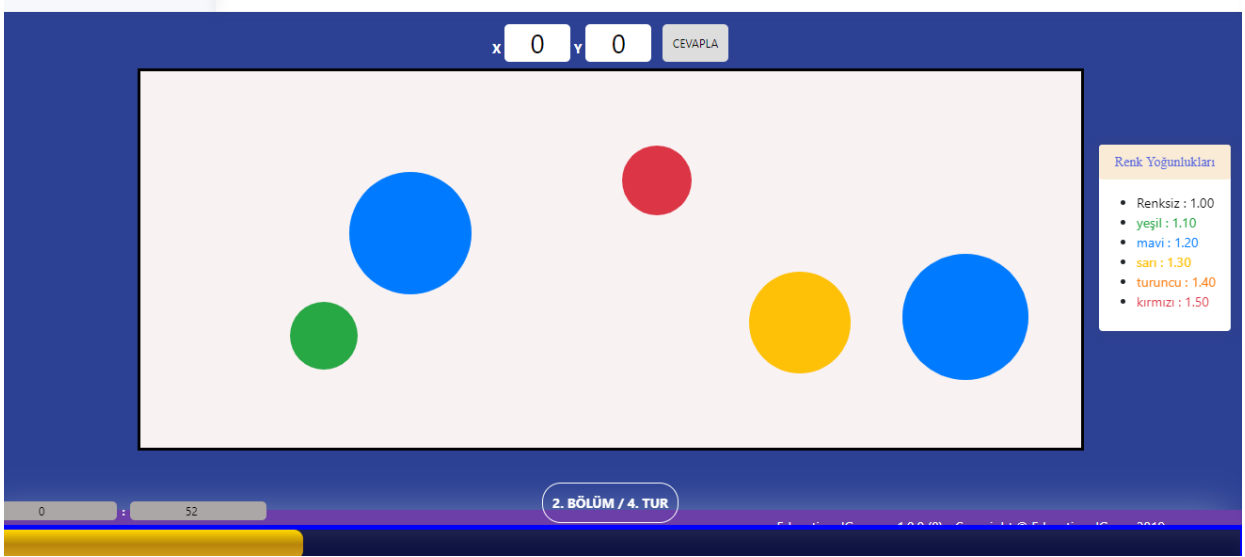
Seviye 5	Seviye 5.1	2 cisim	Düzensiz	En az biri farklı	Renksiz	Sabit ve belirli	100
	Seviye 5.2	3 cisim	Düzensiz	En az biri farklı	Renksiz	Sabit ve belirli	100
	Seviye 5.3	4 cisim	Düzensiz	En az biri farklı	Renksiz	Sabit ve belirli	100
	Seviye 5.4	5 cisim	Düzensiz	En az biri farklı	Renksiz	Sabit ve belirli	100
Seviye 6	Seviye 6.1	2 cisim	Düzensiz	En az biri farklı	Renkli	Sabit ve belirli	110
	Seviye 6.2	3 cisim	Düzensiz	En az biri farklı	Renkli	Sabit ve belirli	110
	Seviye 6.3	4 cisim	Düzensiz	En az biri farklı	Renkli	Sabit ve belirli	110
	Seviye 6.4	5 cisim	Düzensiz	En az biri farklı	Renkli	Sabit ve belirli	110
Seviye 7	Seviye 7.1	2 cisim	Düzensiz	En az biri farklı	Renkli	Belirsiz ya da cisimler hareketli	110
	Seviye 7.2	3 cisim	Düzensiz	En az biri farklı	Renkli	Belirsiz ya da cisimler hareketli	110
	Seviye 7.3	4 cisim	Düzensiz	En az biri farklı	Renkli	Belirsiz ya da cisimler hareketli	110
	Seviye 7.4	5 cisim	Düzensiz	En az biri farklı	Renkli	Belirsiz ya da cisimler hareketli	110



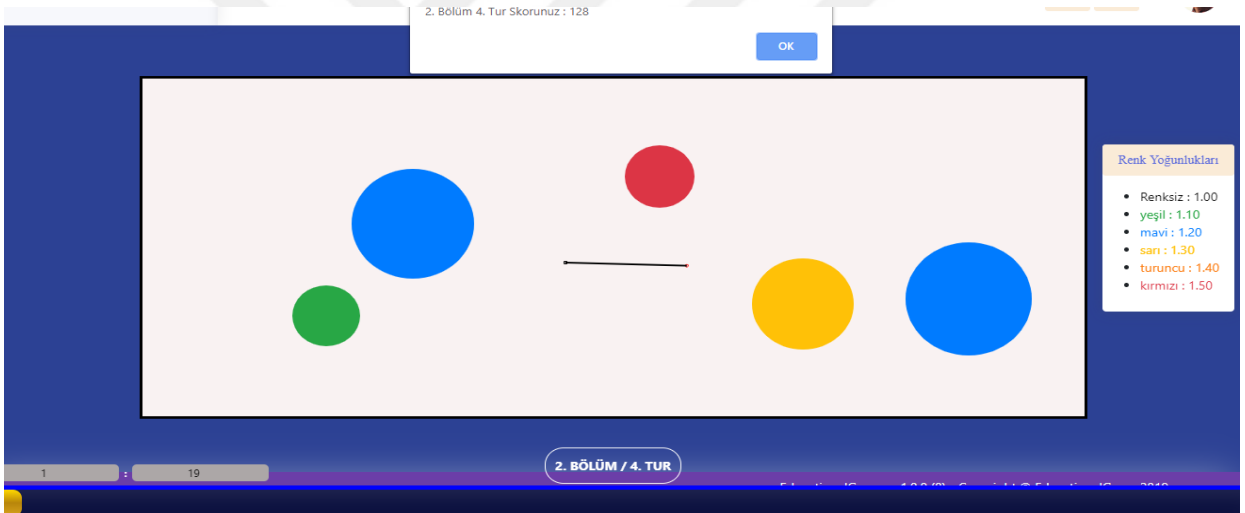
Şekil 2.1: Seviye 1.4'te çıkan örnek bir oyuna ait ekran görüntüsü



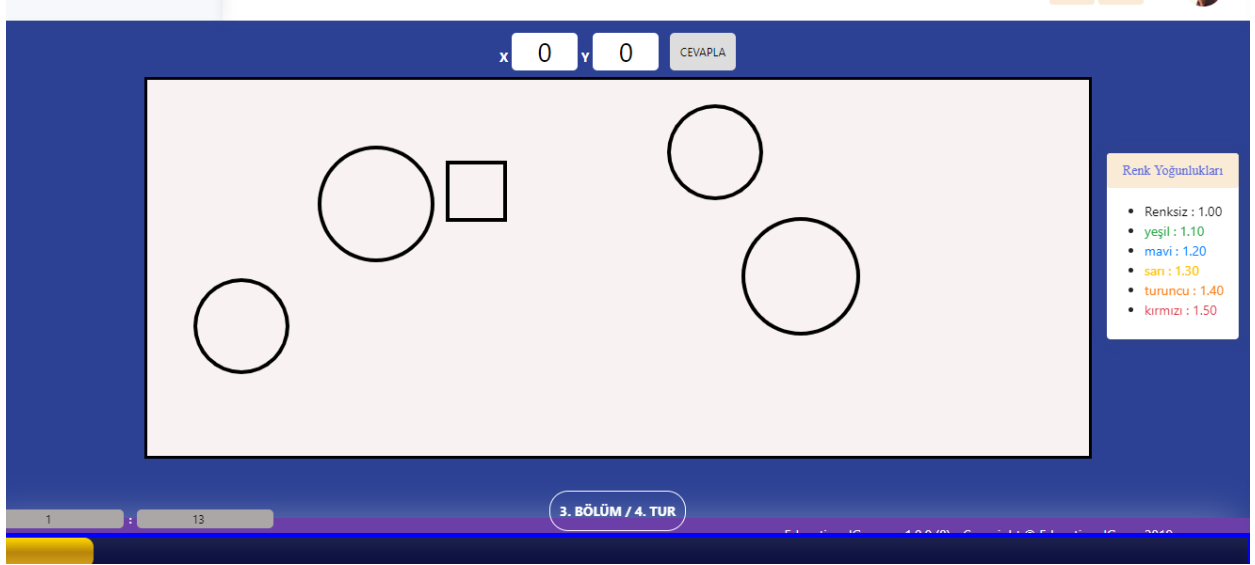
Şekil 2.2: Şekil 2.1'deki örnek oyunun oynanması ile elde edilen skor ve hata payını gösterir ekran görüntüsü



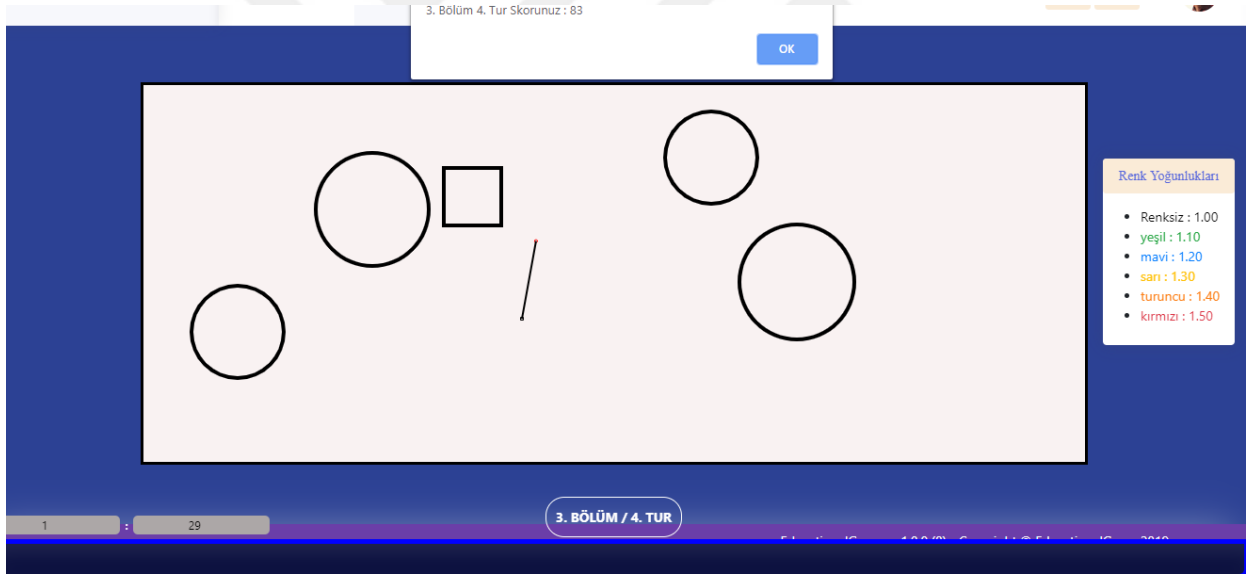
Şekil 2.3: Seviye 2.4'te çıkan örnek bir oyuna ait ekran görüntüsü



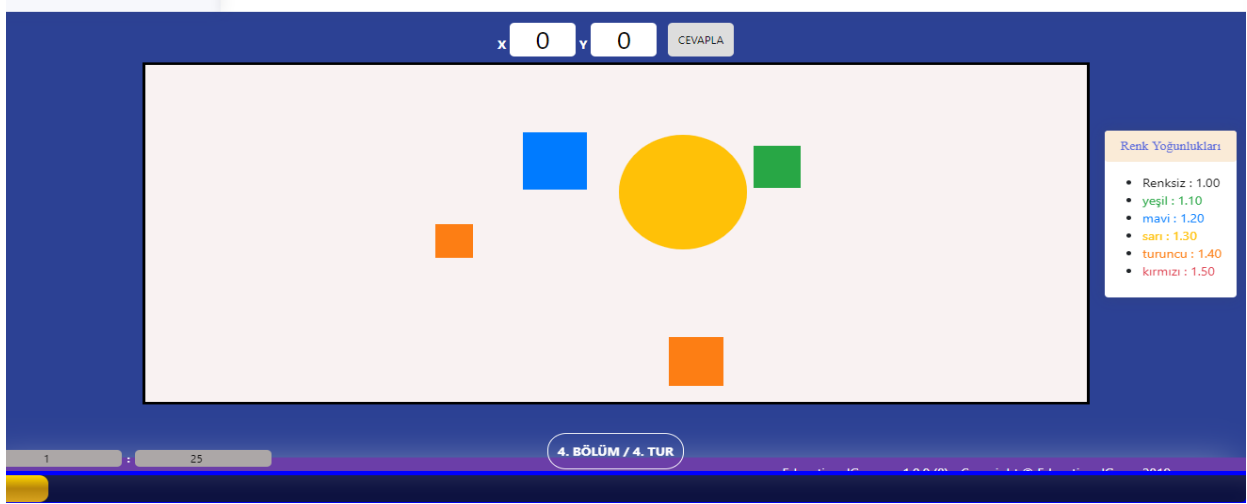
Şekil 2.4: Şekil 2.3'teki örnek oyunun oynanması ile elde edilen skor ve hata payını gösterir ekran görüntüsü



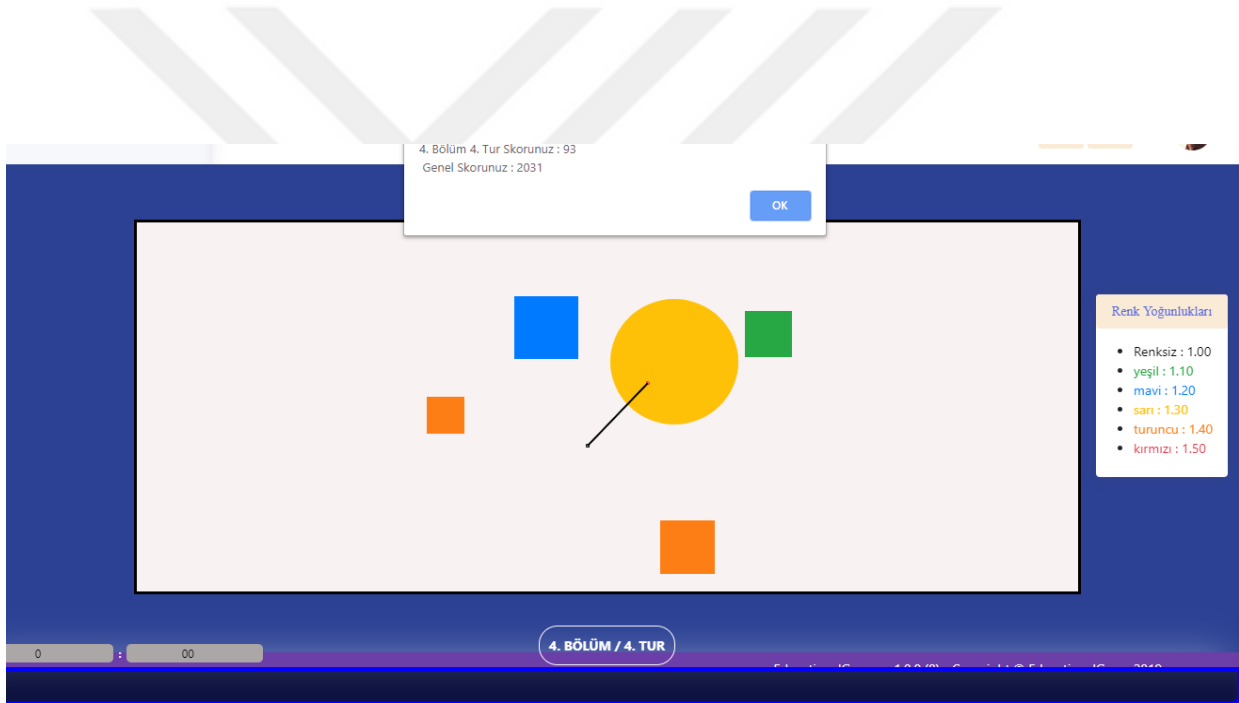
Şekil 2.5: Seviye 3.4'te çıkan örnek bir oyuna ait ekran görüntüsü



Şekil 2.6: Şekil 2.5'teki örnek oyunun oynanması ile elde edilen skor ve hata payını gösterir ekran görüntüsü



Şekil 2.7: Seviye 4.4'te çıkan örnek bir oyuna ait ekran görüntüsü



Şekil 2.8: Şekil 2.7'deki örnek oyunun oynanması ile elde edilen skor ve hata payını gösterir ekran görüntüsü

Birden fazla şekile ait genel kütle merkezinin konumu ve alınan skorun matematiksel olarak hesaplanması ise 2.1, 2.2, 2.3 ve 2.4'te yer alan denklemler ile verilmiş olup, ilgili parametreler aşağıdaki şekilde açıklanmıştır:

Parametreler:

N : Cisim sayısı

i : Cisim endeksi ($1 \leq i \leq N$)

- A_i : i cisminin yüzey alanı
 h_i : i cisminin yüksekliği (İki boyutlu tasarımda yükseklikler 1 birim varsayılmıştır.)
 V_i : i cisminin hacmi
 d_i : i cisminin yoğunluğu (Oyunda renkler ile temsil edilmiştir.)
 m_i : i cisminin kütlesi
 x_i : i cisminin kütle merkezinin x koordinatı
 y_i : i cisminin kütle merkezinin y koordinatı
 x_G : Cisimlere ait genel kütle merkezinin x koordinatı
 y_G : Cisimlere ait genel kütle merkezinin y koordinatı
 x_S : Öğrencinin ekranda seçtiği noktanın x koordinatı
 y_S : Öğrencinin ekranda seçtiği noktanın y koordinatı
 S : Öğrencinin aldığı skor (Cisimlere ait genel kütle merkezi ile öğrencinin ekranda seçtiği nokta arasındaki uzaklık olarak alınmıştır.)

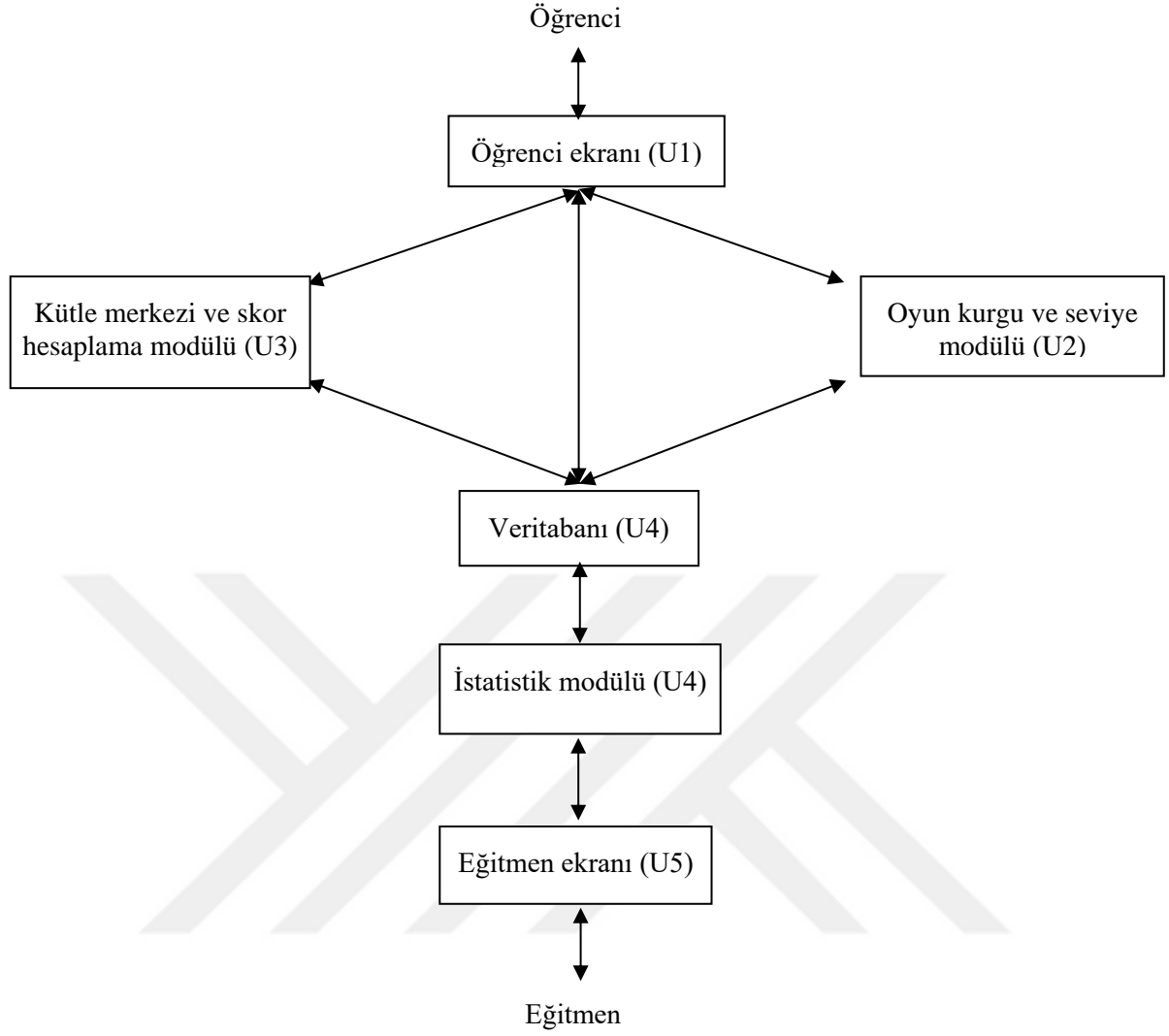
$$m_i = d_i V_i \quad (2.1)$$

$$x_G = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2 + \dots + m_N x_N}{m_1 + m_2 + \dots + m_N} = \frac{\sum_{i=1}^N m_i x_i}{\sum_{i=1}^N m_i} \quad (2.2)$$

$$y_G = \frac{m_1 y_1 + m_2 y_2 + \dots + m_N y_N}{m_1 + m_2 + \dots + m_N} = \frac{\sum_{i=1}^N m_i y_i}{\sum_{i=1}^N m_i} \quad (2.3)$$

$$S = \sqrt{(x_S - x_G)^2 + (y_S - y_G)^2} \quad (2.4)$$

GeoMerkez oyununun tasarımında bulunan unsurlar Şekil 2.9 ile gösterilmiş olup, her bir unsurun işlevi Tablo 2.2’de açıklanmıştır.



Şekil 2.9: GeoMerkez oyununun tasarımında bulunan unsurlar

Tablo 2.2: Şekil 2.9 ile gösterilen unsurların işlevleri

Unsur no	Unsur adı	Unsurun işlevi
1.	Öğrenci ekranı (U1)	Öğrencinin kimlik bilgilerini (isim, soyisim, eğitim bilgileri, iletişim bilgileri vb.) girdiği ve oyunu oynadığı ekranı temsil eder.
2.	Oyun kurgu ve seviye modülü (U2)	Oyun kurgu ve seviyelerine göre rastgele olarak ekrana çıkacak cisimlerin sayı, şekil, çeşit, renk (ya da yoğunluk), konum, hareket, yüzey alanı (ya da hacim) vb. niteliklerini belirler.
3.	Ağırlık merkezi ve skor hesaplama modülü (U3)	Ekrana çıkan cisimlerin sayı, şekil, çeşit, renk (ya da yoğunluk), konum, hareket, yüzey alanı (ya da hacim) vb.

		niteliklerini hesaba katarak genel kütle merkezine ait x ve y koordinatlarının değerini matematiksel olarak hesaplar. Ayrıca, öğrencinin seçtiği nokta ile genel ağırlık merkezinin gerçek konumu arasındaki kuş uçuşu ya da Kartezyen uzaklığı belirleyerek öğrencinin aldığı skoru hesaplar.
4.	Veritabanı (U4)	Öğrencilere ait kimlik bilgileri ile oynanan oyunlara ait skor değerleri, oynanma tarihleri, oynanma süreleri, cisimlerin nitelikleri ve koordinatları vb. her türlü bilginin depolandığı veritabanını temsil eder.
5.	İstatistiksel değerlendirme modülü (U5)	Öğrencilere ait başarı istatistiklerinin ve eğitmenin talep ettiği çeşitli istatistiksel test, tahmin vb. hesaplamaların yapıldığı modülü temsil eder.
6.	Eğitmen ekranı (U6)	Eğitmenin öğrencilere ait kimlik bilgisi, başarı bilgisi vb.'yi gözlemleyip ilgili istatistikleri takip edebildiği ekranı temsil eder.

Oyunun çalışma mantığı ya da prensibi unsurlara ithaf edilerek aşağıdaki adımlar ile özetlenmiştir:

Adım 1: Öğrenci, öğrenci ekranını (U1) kullanarak kimlik bilgilerini (isim, soyisim, eğitim bilgileri, iletişim bilgileri vb.) girerek sisteme üye olur.

Adım 2: Öğrenci oyuna başladığı zaman, oyun kurgu ve seviye modülü (U2) Tablo 1’de verildiği şekilde her biri 4 turdan oluşan oyunları sırasıyla öğrencinin ekranına (U1) yansıtır.

Adım 3: Öğrenci oyunu oynadıkça her seviye için ağırlık merkezi ve skor hesaplama modülü (U3) öğrencinin skorlarını hesaplar ve elde edilen skorları öğrencinin ekranına (U1) yansıtır.

Adım 4: Öğrenci eğer oyunu herhangi bir seviyede yarıda bırakırsa, daha sonra kaldığı yerden devam edebilir ya da öğrenci ekranından (U1) yapacağı tercihe göre oyuna baştan başlayabilir.

Adım 5: Öğrenci 28 seviyelik oyunu tamamladığında elde ettiği toplam skoru öğrenci ekranında (U1) görür.

Adım 6: Öğrenci ve oynanan oyunlara ait her türlü bilgi eş zamanlı olarak veritabanına (U4) kaydedilir.

Adım 7: Eğitimci, eğitimci ekranını (U6) kullanarak öğrenci ve oynanan oyunlara ait istatistik bilgileri talep eder.

Adım 8: İstatistiksel değerlendirme modülü (U5) eğitimcinin talep ettiği öğrenci ve oynanan oyunlara ait istatistiksel bilgileri hesaplar.

Adım 9: Eğitimci, eğitimci ekranını (U6) kullanarak öğrencilere ait kimlik bilgisi, başarı bilgisi vb.'yi gözlemleyip ilgili istatistikleri takip eder.

2.2 GEOMERKEZ OYUNUNUN TEKNOLOJİK ALT YAPISI

Şekil 2.9 ile gösterilip Tablo 2.2’de açıklanan unsurların geliştirilmesinde kullanılan teknolojiler ve bu unsurların geliştirilmesinde kullanılacak alternatif ya da diğer teknolojiler Tablo 2.3’te verilmiş, kullanılan teknolojiler aşağıdaki şekilde detaylı olarak açıklanmıştır.

Tablo 2.3: GeoMerkez oyununun teknolojik alt yapısı

Geliştirme aşamaları	Kullanılan/Kullanılacak teknolojiler
Öğrenci ekranının (U1) geliştirilmesi	Kullanılan teknolojiler: HTML, CSS, Bootstrap, JavaScript, JQuery, Ajax Kullanılacak diğer teknolojiler: FrontPage, Angular vb. diğer web tasarım teknolojileri
Oyun kurgu ve seviye modülünün (U2) geliştirilmesi	Kullanılan teknolojiler: C#, LINQ, Entity Framework, ASP.NET MVC Kullanılacak diğer teknolojiler: C, C++, Java, PHP, Python, Matlab vb. diğer yazılım teknolojileri
Ağırlık merkezini hesaplama modülünün (U3) geliştirilmesi	Kullanılan teknolojiler: C#, LINQ, Entity Framework, ASP.NET MVC

	<p>Kullanılabilecek diğer teknolojiler: C, C++, Java, PHP, Python, Matlab vb. diğer yazılım teknolojileri</p>
Veritabanının (U4) geliştirilmesi	<p>Kullanılan teknolojiler: MSSQL, T-SQL</p> <p>Kullanılabilecek diğer teknolojiler: MySQL, PLSQL, MongoDB vb. diğer veritabanı teknolojileri</p>
İstatistiksel değerlendirme modülünün (U5) geliştirilmesi	<p>Kullanılan teknolojiler: Şu an için yalnızca veritabanında temel istatistikler tutulmakta olup, herhangi bir istatistiksel test imkanı sunulmamaktadır.</p> <p>Kullanılabilecek diğer teknolojiler: Python, R, SPSS, SAS, Minitab, S-PLUS, STATA vb. istatistik yazılımları</p>
Eğitmen ekranının (U6) geliştirilmesi	<p>Kullanılan teknolojiler: HTML, CSS, Bootstrap, JavaScript, JQuery, Ajax</p> <p>Kullanılabilecek diğer teknolojiler: FrontPage, Angular vb. diğer web tasarım teknolojileri</p>

C#: .NET için Microsoft tarafından geliştirilen programlama dilidir. C# ile konsol uygulamaları, WPF (Windows Presentation Foundation) uygulamaları, Windows Forms uygulamaları, Unit Test uygulamaları, ASP.NET uygulamaları geliştirebilir, Web servisler yazabilir, mobil uygulama geliştirebilir ve kütüphaneler yazılabilir.

HTML (Hyper Text Markup Language): HTML, bir web sitesinde yazı, metin, bağlantı veya resimlerin eklenmesini sağlar. Tek başına HTML ile web siteleri geliştirilebilir ancak bu şekilde geliştirilen web siteleri statik olacaktır. Bir web sitenin görsel açıdan daha zengin bir hale getirilebilmesi için HTML'in Javascript ve CSS ile birlikte kullanılması gerekmektedir.

CSS (Cascading Style Sheets): CSS, HTML görünümünün kullanıcıya daha güzel sunulmasını sağlayan bir web teknolojisidir. Harici, dâhili ve etiket içinde olmak üzere üç tip

stil (style) kullanılır. Stil, HTML elemanlarının nasıl görüntüleneceğini tanımlar. HTML'de, bir belgeyi biçimlendirmek için kullanılacak etiketler mevcut değildir, çünkü HTML etiketleri yalnızca bir belgenin içeriğini tanımlamak için kullanılır.

JavaScript: JavaScript, web sayfalarında yaygın olarak kullanılan ve sisteme maliyeti az olan dinamik programlama dilidir. Uygulanması kullanıcı taraflı script olanağı tanınması bakımından dinamik sayfalar yapabilmeye ve kullanıcı ile etkileşim sağlamaya imkan vermektedir. JavaScript'i HTML içinde kullanarak;

- Görsel açıdan web içeriği iyileştirilebilir,
- Dinamik web içerikleri hazırlanabilir,
- Sayfanın fonksiyonelliği artırılabilir,
- Sunucu ile olan işlemlerde eş zamanlı olmayan işlemleri yapabiliriz.

JavaScript sahip olduğu nesneye dayalı(Object Oriented Programming) özellikleri sayesinde programlama açısından kolaylık sağlar. Node.js çalışma ortamı ile JavaScriptin sunucu tarafında çalışabilme olanağını bize verir.

JQuery: Web sayfaları üzerinde interaktif işlemlerin (pop-up açma, modal açma, renk değiştirme, grafik çizme vb.) yapılabilmesi amacıyla geliştirilmiş JavaScript'in özelleşmiş bir kütüphanesidir. JQuery kütüphanesi kullanılırken web sayfasının script tag'leri arasında verilip, HTML, CSS ve JavaScript'ten yararlanır.

Ajax (Asynchronous JavaScript and Extensible Markup Language): Servis veya metotlar ile parametre göndererek (örneğin, GET ve SET tipleri) istenen filtrelemeye göre veri alabilmek, veri kaydı sağlayabilmek veya sayfanın yeniden yüklenmesini engellemek için kullanılan, istekte bulunulan hedefin ortamından (örneğin, çağrılan servis ya da metodun bulunduğu sunucu) bağımsız bir tarayıcı teknolojisidir.

Bootstrap: Twitter'da çalışan iki mühendis tarafından web sayfaları ve uygulamaları geliştirmek için kullanılan bir HTML, CSS ve Javascript kütüphanesidir.

ASP.NET MVC: Microsoft'un ASP.NET teknolojisi üzerine MVC tasarım desenini etkili ve düzgün bir şekilde entegre ederek ortaya çıkartmış olduğu web uygulama geliştirme yapısıdır (framework).

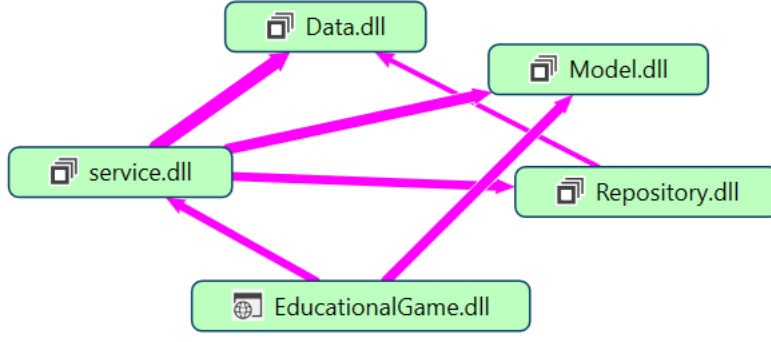
Entity Framework: Entity Framework Microsoft tarafından geliştirilen ve yazılım geliştiricilerin zor SQL sorguları yazmalarını ortadan kaldırarak bir ORM (Object Relational Mapping) imkanı sağlayan framework'tür. Entity framework'ün esas amacı uygulama içinde yazılım geliştiricisinin SQL tarafındaki veriler ile çok uğraşmadan direk uygulama tarafına odaklanmasını sağlamaktır. Entity Framework ile uygulama geliştirirken Database First, Model First ve Code First yaklaşımlarından biri kullanılabilir. Bu çalışmada ise "Database First" yaklaşımı kullanılmıştır. Database First yaklaşımında SQL Server üzerinde bir veritabanı ve bu veritabanında ihtiyaca göre tablolar, görünüm (view) ve saklı yordam (stored procedure) bulunmalıdır. Bu yaklaşım seçildiğinde SQL Server'dan bütün tablolara bakılarak uygun bir model oluşturulur ve bu model projeye entegre olur. Veritabana tablo veya sütun eklemek istendiğinde bu işlem SQL Server üzerinden yapılır ve sonra da uygulamada model güncellenir. Entity framework üzerinden verileri çekmek için veya ekle, güncelle, silme yapmak için LINQ (Language Integrated Query) ya da Lambda ifadeleri (Lambda Expressions) kullanırız. Bunlar bize nesnelere üzerinden direk veritabanı ile bağlantı kurmamızı sağlar. Sanki bir veritabanı yok, bütün veriler nesnenin içerisindeymiş gibi çalışır. Bu sayede sorgular daha kolay yazılmış olur.

LINQ (Language Integrated Query): LINQ güçlü bir sorgulama dilidir. C# programlama dili ile farklı ortamlardaki verileri sorgulamak veya verileri filtrelemek için kullanılır.

MSSQL (Microsoft Structured Query Language): Microsoft tarafından geliştirilen bir veritabanı türüdür.

Transact-SQL (T-SQL): MSSQL Server veritabanı için kullanılan sorgulama diline verilen isimdir. T-SQL ile sorguları çalıştırmak için Management Studio kullanarak SQL Server'a erişmek gerekir.

Oyun için oluşturulan katmanlı mimari ise Şekil 2.10 ile gösterilmiş ve her bir katman aşağıdaki şekilde açıklanmıştır:



Şekil 2.10: Oyun için oluşturulan katmanlı mimari

Data.dll: Veri tabanındaki tablo yapısının Database First yaklaşımı ile kod yapısına dönüştürüldüğü katmandır. Bu katmanda her bir tablo birer sınıf (class) olarak oluşur ve sütunları birer özellik (property) olarak tanımlanır. Bu sayede veritabanında bir tablo içerisinde yapacağımız işlemler için bu sınıflardan yardım alınır. Ayrıca bu katmanda bir tablo başka bir tablo ile ilişkili ise bu tür özel tanımlamalarda burada görülür. Şekil 2.11 oluşturulan MSSQL veritabanı diyagramını gösterirken, bu veritabanını oluşturan bazı tablolar örnek olarak Şekil 2.12-Şekil 2.17’de detaylı olarak verilmiştir.

Repository.dll: Bu katmanda veritabanı içerisinde tüm tablolarda ortak olarak yapılacak olan ekleme, düzenleme, veri sorgulama ve veri çekme gibi işlemler genel sınıf (generic class) türünden değişken olacak şekilde tek bir sınıf olarak tanımlanır. Böylece veritabanı üzerinde yapılacak tüm işlemler bu katman üzerinden geçerek, veriye erişim ve veriyi yönetim tek bir merkezden yapılmış olur.

Servis.dll: Kullanıcıdan gelen özel isteklerin ve veritabanı üzerinde yapılması gereken değişikliklerin işlenerek kullanıcıya istenilen sonucun veya istenilen verinin gönderildiği katmandır. Bu katmanda istenilen her istek ayrı ayrı metotlar içerisinde hazırlanır.

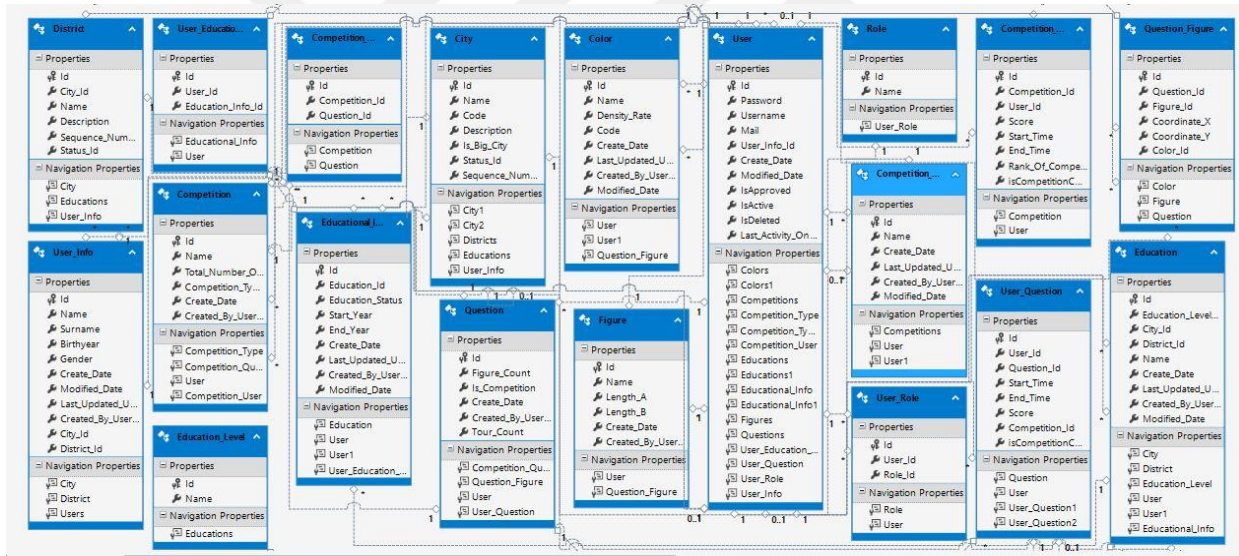
Model.dll: Kullanıcıların istedikleri tablo yapılarının ayrı ayrı sınıflar (class) içerisinde tutulduğu katmandır. Bu katman EducationalGame katmanı ile Servis katmanı arasında aracı katmandır. Bu katman sayesinde kullanıcıya istekleri haricinde fazla bilgi gönderilmez. Bu sayede kullanıcılara istenilmeyen özel bilgilerin verilmesinin de önüne geçilmiş olur.

EducationalGame.dll: Web katmanını temsil eder ve MVC mimarisi ile hazırlanmıştır.

Model: Servis katmanına ihtiyaç duyulmadan direk kullanıcı ile ilişkili veri yapılarının tutulduğu katmandır.

View: Kullanıcının gördüğü arayüzü içeren katmandır. Kullanıcılar Model, View, Controller içerisinde sadece View'i görmektedir. Örneğin, bir kullanıcı sayfasının HTML kodları View'da bulunur ancak kullanıcının verisi Model'den alınarak gösterilir.

Controller: Kullanıcıya web sayfası üzerinde sunulacak olan verileri Servis katmanı üzerinden çekip kullanıcıya aktarır veya Servis katmanına ihtiyaç olmayan durumlarda gelen isteği kendisi işleyerek kullanıcıya iletir.



Şekil 2.11: MSSQL veritabanı diyagramı

	Column Name	Data Type	Allow Nulls
🔑	Id	int	<input type="checkbox"/>
	Name	nvarchar(250)	<input type="checkbox"/>
	Surname	nvarchar(250)	<input type="checkbox"/>
	Birthyear	int	<input type="checkbox"/>
	Gender	int	<input type="checkbox"/>
	Create_Date	datetime	<input type="checkbox"/>
	Modified_Date	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>
	Last_Updated_UserId	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	Created_By_UserId	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	City_Id	int	<input type="checkbox"/>
	District_Id	int	<input type="checkbox"/>

Şekil 2.12: Öğrenciye ait isim, soyisim, doğum tarihi, cinsiyet, yaşadığı şehir ve ilçe bilgilerini tutan örnek MSSQL tablosu

	Column Name	Data Type	Allow Nulls
🔑	Id	int	<input type="checkbox"/>
	Education_Id	int	<input type="checkbox"/>
	Education_Status	bit	<input type="checkbox"/>
	Start_Year	int	<input type="checkbox"/>
	End_Year	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	Create_Date	datetime	<input type="checkbox"/>
	Last_Updated_UserId	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	Created_By_UserId	int	<input type="checkbox"/>
	Modified_Date	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>

Şekil 2.13: Öğrenciye ait eğitim bilgilerini tutan örnek MSSQL tablosu

	Column Name	Data Type	Allow Nulls
🔑	Id	int	<input type="checkbox"/>
	User_Id	int	<input type="checkbox"/>
	Education_Info_Id	int	<input type="checkbox"/>

Şekil 2.14: Şekil 2.12 ve Şekil 2.13'deki tabloları birbirine bağlayan örnek MSSQL tablosu

	Column Name	Data Type	Allow Nulls
🔑	Id	int	<input type="checkbox"/>
	Competition_Id	int	<input type="checkbox"/>
	User_Id	int	<input type="checkbox"/>
	Score	decimal(10, 2)	<input type="checkbox"/>
	Start_Time	datetime	<input type="checkbox"/>
	End_Time	datetime	<input type="checkbox"/>
	Rank_Of_Competition	int	<input type="checkbox"/>
	isCompetitionCompleted	bit	<input type="checkbox"/>

Şekil 2.15: Kullanıcının oyun skorunu ve oyunu ne kadar sürede tamamladığını tutan örnek MSSQL tablosu

	Column Name	Data Type	Allow Nulls
🔑	Id	int	<input type="checkbox"/>
	Name	nvarchar(250)	<input type="checkbox"/>
	Length_A	decimal(10, 2)	<input type="checkbox"/>
	Length_B	decimal(10, 2)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Create_Date	datetime	<input type="checkbox"/>
	Created_By_User_Id	int	<input type="checkbox"/>

Şekil 2.16: Oyunda kullanılan cisimlerin şekli ve şekline göre uzunluk, genişlik, yarıçap vb. özelliklerini tutan örnek MSSQL tablosu

	Column Name	Data Type	Allow Nulls
🔑	Id	int	<input type="checkbox"/>
	Name	nvarchar(250)	<input type="checkbox"/>
	Density_Rate	decimal(10, 2)	<input type="checkbox"/>
	Code	varchar(50)	<input type="checkbox"/>
	Create_Date	datetime	<input type="checkbox"/>
	Last_Updated_UserId	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	Created_By_UserId	int	<input type="checkbox"/>
	Modified Date	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>

Şekil 2.17: Oyunda kullanılan renkler ve bu renklerin yoğunluklarını tutan örnek MSSQL tablosu

	Column Name	Data Type	Allow Nulls
🔑	Id	int	<input type="checkbox"/>
	Question_Id	int	<input type="checkbox"/>
	Figure_Id	int	<input type="checkbox"/>
	Coordinate_X	decimal(10, 2)	<input type="checkbox"/>
	Coordinate_Y	decimal(10, 2)	<input type="checkbox"/>
	Color_Id	int	<input type="checkbox"/>

Şekil 2.18: Oyunda kullanılan şekillerin koordinatlarını tutan örnek MSSQL tablosu

2.3 PİLOT UYGULAMALAR

Geliştirilen GeoMerkez oyunu ile ilgili farklı perspektiflerden yorum ve geri bildirim almak üzere çeşitli pilot çalışmalar yapılmıştır. İlk olarak oyun dersi veren eğitmenin izni ve onayıyla Fizik’e Giriş dersini alan üniversite öğrencilerine oynatılmıştır. Araştırmacıların anlatımıyla derste önce kütle merkezi konusu işlenmiş ve tahtada teorik bir örnek çözülmüş, daha sonra da GeoMerkez oyunu projektör yardımıyla tahtaya yansıtılarak öğrencilerin katılımıyla oynanmıştır. Oyunun sonunda, öğrencilerden bir anket doldurmaları istenmiş ve tahtada çözülen soruya benzer tek soruluk bir sınav yapılmıştır. Ankette aşağıdaki iki soru sorulmuş, derse katılan 26 öğrencinin anket sorularına verdikleri yanıtlar Tablo 2.4 ve Tablo 2.5 ile gösterilmiştir:

Soru 1: Derste GeoMerkez oyununu oynamak hoşuma gitti.

Yanıt: Kesinlikle katılıyorum / Katılıyorum / Kararsızım / Katılmıyorum / Kesinlikle katılmıyorum

Soru 2: GeoMerkez oyunu Ağırlık Merkezi konusunu daha iyi anlamamı sağladı.

Yanıt: Kesinlikle katılıyorum / Katılıyorum / Kararsızım / Katılmıyorum / Kesinlikle katılmıyorum

Tablo 2.4: Birinci anket sorusuna öğrencilerin vermiş olduğu cevaplar ve ortalaması

Öğrenci	Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum	Puan
	5	4	3	2	1	
1			1			3
2	1					5
3		1				4
4		1				4
5				1		2
6			1			3
7		1				4
8			1			3
9	1					5
10	1					5
11	1					5
12		1				4
13		1				4
14	1					5
15	1					5
16		1				4
17		1				4
18		1				4
19	1					5
20	1					5
21	1					5
22		1				4
23		1				4
24	1					5
25	1					5
26		1				4
ORTALAMA						4,23

Tablo 2.5: İkinci anket sorusuna öğrencilerin vermiş olduğu cevaplar ve ortalaması

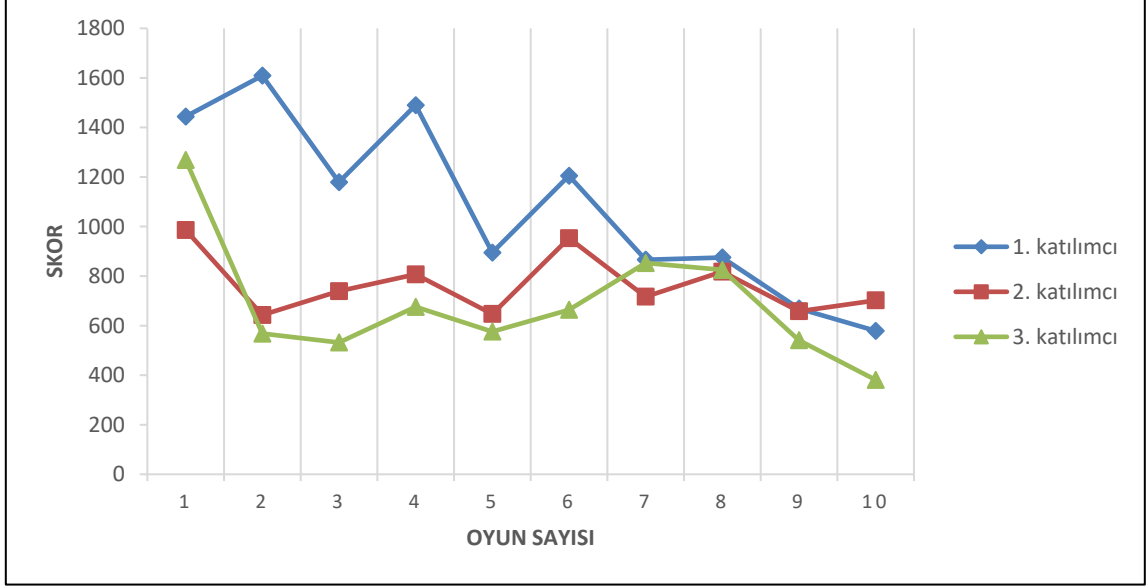
Öğrenci	Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum	Puan
	5	4	3	2	1	
1		1				4
2	1					5
3		1				4
4	1					5
5				1		2
6				1		2
7		1				4
8		1				4
9	1					5
10			1			3
11	1					5
12		1				4
13		1				4
14		1				4
15		1				4
16		1				4
17		1				4
18		1				4
19	1					5
20		1				4
21	1					5
22	1					5
23	1					5
24		1				4
25	1					5
26		1				4
ORTALAMA						4,15

26 öğrencinin verdiği cevapların ortalaması alındığında, öğrencilerin birinci anket sorusu için 4,23 gibi bir puanla “Katılıyorum” ile “Kesinlikle Katılıyorum” arasında olumlu görüş bildirdikleri görülmüştür. Benzer şekilde, ikinci soru için de ortalama 4,15 puanla

“Katılıyorum” ile “Kesinlikle katılıyorum” arasında olumlu geri dönüşte bulunmuşlardır. Anket sonrası yapılan tek soruluk sınavdan ise 21 öğrencinin tam puan (100 üzerinden 100) aldığı görülmüş ve %80 başarı sağlanmıştır. Ayrıca, oyun oynanırken sınıftaki öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun derse ilgisinin arttığı ve eğlendiği gözlemlenmiştir.

İkinci olarak, eğitmen yorumu ve geri bildirim almak amacıyla GeoMerkez oyunu dersi veren eğitmene oynatılmış, eğitmen kendisine yöneltilen “GeoMerkez oyununu oynamak hoşuma gitti.,” “GeoMerkez oyununu ders anlatırken kullanmak isterim.” ve “GeoMerkez oyununun öğrencilerin kütle merkezi konusunu daha iyi anlamalarını sağlayacağını düşünüyorum.” anket sorularını “Kesinlikle katılıyorum” şeklinde yanıtlamış, oyunun özellikle öğrencilerin dikkatini ve konsantrasyonunu arttırarak konuyu daha iyi anlamalarına yardımcı olacağını belirtmiştir. Ayrıca, oyunun oynayanı eğlendirmesi ve farklı duyuları uyararak oynayanı düşünmeye teşvik etmesi sayesinde öğrencilerin konuyu ileriki bir zamanda daha iyi hatırlamasını da sağlayabileceğini, dolayısıyla ileride oyunun öğrenmeye ve uzun dönemli hatırlamaya ne derece yardımcı olduğunu ölçmeye yönelik bir araştırma çalışmasının yapılabileceğini de ifade etmiştir.

Son olarak, GeoMerkez oyunu yorum alma ve geri bildirim amaçlı bilgisayar mühendisliği alanında lisans derecesine sahip ve kurumsal bir firmada bilgi teknolojileri biriminde çalışan üç profesyonele oynatılmıştır. Her bir katılımcı oyunu yaklaşık bir hafta boyunca toplam 10 kez oynamış ve her oyun için katılımcıların skorları takip edilmiştir. Şekil 2.19’da görüldüğü üzere, katılımcıların oynadıkları ilk üç oyun ile oynadıkları son üç oyunun ortalamaları dikkate alındığında genel olarak skorlarının düştüğü yani başarı düzeylerinin arttığı gözlemlenmiştir. Öğrencilere ve eğitmene sorulan anket sorularına benzer anket soruları katılımcılara da yöneltilmiş, “GeoMerkez oyununu oynamak hoşuma gitti.” ifadesi için üç katılımcı da “Kesinlikle katılıyorum” yanıtını verirken, “GeoMerkez oyununu boş zamanlarımda sadece eğlence amaçlı oynamak isterim.” sorusunu yine üç katılımcı da “Katılıyorum” şeklinde cevaplamıştır. Anket sorularına ek olarak, katılımcılar GeoMerkez oyununu beğendiklerini belirtmiş, oyunun ileride farklı şekillerde cisimler kullanılarak ya da kullanıcıların diğer oyuncuların skor ve sıralamalarını görmesini sağlayarak genişletilip geliştirilebileceğini ifade etmiştir.



Şekil 2.19: Katılımcılara ait skorlar

2.4 KISITLAR

GeoMerkez oyununun öğrencilerden öğretmenlerden ve teknolojileri alanında çalışanlardan yorum geri bildirim öneri vb. alarak kullanışlı ve etkin bir eğitsel oyun geliştirmek amacıyla tasarlanan GeoMerkez oyununun geliştirilmesi aşama aşama ele alınmıştır. Bu nedenle yapılan tez çalışması ile ilk aşama olarak tasarlanan oyunun ilk dört oyun seviyesini kapsayan bir prototip geliştirilmiş ve oyunu değerlendirmek amacıyla çeşitli pilot çalışmalar yapılmıştır. Bu bağlamda katılımlı bir oyun geliştirme yaklaşımının benimsenmesi oyun geliştirme sürecini uzatmış oyunun diğer seviyelerinin (Seviye 5-6-7) geliştirilmesi daha sonraki bir çalışmaya bırakılmıştır. Ayrıca yapılan pilot çalışmalar her ne kadar genel bir dış değerlendirme sunsa da görece küçük örneklemelere dayanmaktadır. Dolayısıyla daha sağlıklı bir değerlendirme için yeterli zaman ve bütçe temin edilerek daha çok katılımın olduğu pilot çalışmalar yapmak gerekmektedir.

Diğer taraftan eğitsel bilgisayar oyunlarının etkinliği ile ilgili bazı eleştiriler de mevcuttur[50]. Ancak bu eleştiriler çoğu zaman belirli koşullar altında geçerlidir. Örneğin herhangi bir eğitsel oyunun belirli bir yaş ya da cinsiyet grubu için etkin olmaması ya da öğrencileri yalnızca yüzeysel öğrenmeye teşvik etmesi gibi. Ancak bu tip sıkıntılar geliştirilen bütün eğitsel bilgisayar oyunları için geçerli olup oyun tasarımında öğretim çatısında ya da çerçevesinde yapılan değişiklik ve düzeltmelerle büyük ölçüde en aza indirilebilmektedir.

3. SONUÇ VE GELECEKTE YAPILABİLECEK ÇALIŞMALAR

2000'ler sonrası popülerleşen eğitimde STEM yaklaşımı bu yaklaşımla ilgili bazı yetersizliklerin ortaya çıkması sebebiyle son yıllarda yerini fen ve teknolojiyi sanatla birleştiren STEAM yaklaşımına bırakmaktadır. Bu bağlamda yapılan tez çalışması ile eğitime eğlenerek öğrenme ve oyun tabanlı bir yaklaşım sunmak öğrencilerin görsel hafıza, görsel eniyileme vb. becerileri geliştirmek ve geometri fizik vb. derslerdeki başarısını arttırmak amacıyla GeoMerkez isimli eğitsel bir bilgisayar oyunu tasarlanmıştır. Tasarlanan oyunun ilk dört seviyesi için bir prototip geliştirilmiş ve dış değerlendirme almak amacıyla öğrenci öğretmen ve bilgi teknolojileri alanında çalışan profesyonellerle çeşitli pilot uygulamalar yapılmıştır. Pilot uygulamalardan elde edilen olumlu değerlendirme ve geri dönüşlere dayanarak konu ve tasarım olarak özgün bir yaklaşım sunan GeoMerkez oyununun eğitim teknolojileri alanına önemli bir katkıda bulunma potansiyelinin olduğu düşünülmektedir.

Gelecekte yapılabilecek çalışmalar içerisinde ilk olarak GeoMerkez oyununun kalan üç seviyesinin geliştirilmesi planlanmaktadır. Daha sonra katılımın çok olduğu pilot çalışmalarla oyunun etkinliğinin ve kullanılabilirliğinin detaylı olarak ölçülmesi ve eğer düşük bulunursa oyunun tasarımında öğretim çatısında ya da çerçevesinde yapılan değişiklik ve düzeltmelerle bunun artırılması hedeflenmektedir. Bu aşamaların tamamlanması sonrasında oyunun çeşitli deneysel ve ampirik çalışmalar için de kullanılması mümkündür. Örneğin büyük veri ve çeşitli istatistiksel yöntemler yardımıyla öğrencilerin öğrenme sürecinin modellenmesi cinsiyet yaş okunulan okul yaşanan ülke şehir vb. faktörlerin bu süreçteki etkileri gibi konular detaylı olarak çalışılabilir.

GeoMerkez oyununun öncelikli olarak lise ya da üniversite seviyesinde geometri ve fizik derslerinde kullanılması düşünülmektedir. Ancak, ileride oyunun farklı eğitim alanlarına veya branşlara yönelik (askeri, uzay, tıp, çeşitli mühendislik branşları, yönetim bilimleri, sanat, spor vb.) varyasyonları da tasarlanıp geliştirilebilir. Örneğin tedarik zinciri ve lojistik yönetimi alanında çoğu zaman herhangi bir ürün dağıtım tesisinin kurulacağı yer ürün satış noktalarının önemi büyüklüğü uzaklığı gibi çeşitli stratejik faktörlere bağlıdır. Dolayısıyla kurulacak tesisin ürün satış noktalarının stratejik merkezinde yer alması gerektiği konusu GeoMerkez oyunu ile ele alınıp oyunda buna yönelik tasarımsal düzenlemeler yapılabilir.

Son olarak GeoMerkez oyununun farklı ya da yeni çıkan teknolojiler kullanılarak vasyasyonları da geliştirilebilir. Örneğin tasarlanan ve geliştirilen GeoMerkez oyunu şu an için büyük bir yapının içerisinde değildir; ancak, ileride var olan bir websitesinin parçası olarak kullanılması bir mobil uygulamaya dönüştürülmesi ya da üç boyutlu olarak sanal gerçeklik ortamında modellenmesi de mümkündür.



KAYNAKÇA

- [1] Adams, D. M., Pilegard, C., & Mayer, R. E. (2016). Evaluating the cognitive consequences of playing portal for a short duration. *Journal of Educational Computing Research*, 54(2), 173–195.
- [2] Adams, D. & Clark, D. B. (2014). Integrating self-explanation functionality into a complex game environment: Keeping gaming in motion. *Computers and Education*, 73, 149–159.
- [3] Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Corlu, M. S., Öner, T. & Özdemir, S. (2015). STEM eğitimi Türkiye raporu: Günün modası mı yoksa gereksinim mi? [A report on STEM Education in Turkey: A provisional agenda or a necessity?][White Paper]. İstanbul, Turkey: Aydın Üniversitesi. Retrieved from <http://www.aydin.edu.tr/belgeler/IAUSTEM-Egitimi-Turkiye-Raporu2015.pdf>
- [4] Anderson, J. L., & Barnett, M. (2013). Learning physics with digital game simulations in middle school science. *Journal of Science Education Technology*, 1–13.
- [5] Anderson, J. L., & Wall, S. D. (2016). Kinecting Physics: Conceptualization of Motion Through Visualization and Embodiment. *Journal of Science Education and Technology*, 25(2), 161-173.
- [6] Anderson, J., & Barnett, M. (2011). Using video games to support pre-service elementary teachers learning of basic physics principles. *Journal of Science Education and Technology*, 20, 347–362.
- [7] Astra, I. M., Nasbey, H., Nugraha, A. (2015). Development Of An Android Application In The Form Of A Simulation Lab As Learning Media for Senior High School Students. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(5), 1081-1088.
- [8] Brna, P. (1989). Programmed Rockets: An Analysis of Students' Strategies. *British Journal of Educational Technology*. 20(1):27-40.

- [9] Carr, D. ve Bossomaier, T. (2011). Relativity in a rock field: A study of physics learning with a computer game. *Australasian Journal of Educational Technology*, 27(6), 1042-1067.
- [10] Chandler TN, Chaillé C (1993) Process highlighters in a computer simulation: facilitation of theory-oriented problem solving. *J Educ Comput Res* 9(2):237–263
- [11] Chappell, K. K. (1997). Investigating the Impact of Elements in Educational Mathematics Software on Girls' Attitudes. *Journal of Educational Computing Research*, 17(2), 119–133.
- [12] Clark, D. B., Nelson, B., Chang, H., D'Angelo, C. M., Slack, K. & Martinez-Garza, M., (2011). Exploring Newtonian mechanics in a conceptually-integrated digital game: Comparison of learning and affective outcomes for students in Taiwan and the United States. *Computers and Education*, 57 (3), 2178-2195.
- [13] Clements, D. H., Battista, M. T., Sarama, J., & Swaminathan, S. (1996). Development of turn and turn measurement concepts in a computer-based instructional unit. *Educational Studies in Mathematics*, 30, 313–337.
- [14] Douglas H. Clements, Michael T. Battista, Julie Sarama, Sudha Swaminathan and Sue McMillen Clements, D., Battista, M., Sarama, J., Swaminathan, S., & McMillen, S. (1997). Students' Development of Length Concepts in a Logo-Based Unit on Geometric Paths. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28(1), 70-95.
- [15] Dancy, M.H. & Beichner, R. (2006). Impact of animation on assessment of conceptual understanding in Physics. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 2(1), 1-7.
- [16] De Aldama, C., & Pozo, J.-I. (2019). Do You Want to Learn Physics? Please Play Angry Birds (But With Epistemic Goals). *Journal of Educational Computing Research*. <https://doi.org/10.1177/0735633118823160>
- [17] DiSessa, A.A. (1980). Computation as a physical and intellectual environment for learning physics. In *Computer Assisted Learning in Physics Education* (pp. 67-75).

- [18] Echeverría, A., Barrios, E., Nussbaum, M., Améstica, M., & Leclerc, S. (2012). The atomic intrinsic integration approach: A structured methodology for the design of games for the conceptual understanding of physics. *Computers & Education*, 59(2), 806-816.
- [19] Eilam, B., & Alon, U. (2018). Children's Object Structure Perspective-Taking: Training and Assessment. *International Journal of Science and Mathematics Education*.
- [20] Ernest, P. (1986). Computer Gaming for the Practice of Transformation Geometry Skills, *Educational Studies in Mathematics*, 17(2), 205-207.
- [21] Falloon, G. (2019). Using simulations to teach young students science concepts: An Experiential Learning theoretical analysis. *Computers & Education*, 135(March), 138–159.
- [22] Gregorcic, B., & Haglund, J. (2018). Conceptual Blending as an Interpretive Lens for Student Engagement with Technology : Exploring Celestial Motion on an Interactive Whiteboard. *Research in Science Education*, 1–41.
- [23] Herro, D., Quigley, C. ve Jacques, L. A. (2018). Examining technology integration in middle school STEAM units, *Technology, Pedagogy and Education*, 27:4, 485-498
- [24] Hillel, J., Kieran, C. and Gurtner, J. L.: 1989, 'Solving structured geometric tasks on the computer: The role of feedback in generating strategies', *Educational Studies in Mathematics* 20, pp. 1–39.
- [25] Husnaini, S. J., & Chen, S. (2019). Effects of guided inquiry virtual and physical laboratories on conceptual understanding, inquiry performance, scientific inquiry self-efficacy, and enjoyment. *Physical Review Physics Education Research*, 15(1), 010119.
- [26] Kao, G. Y. M., Chiang, C. H., & Sun, C. T. (2017). Customizing scaffolds for game-based learning in physics: Impacts on knowledge acquisition and game design creativity. *Computers & Education*, 113, 294-312.
- [27] Kim, Y. J., & Shute, V. J. (2015). The interplay of game elements with psychometric qualities, learning, and enjoyment in game-based assessment. *Computers & Education*, 87, 340–356.

- [28] Laine, T. H., Nygren, E., Dirin, A., & Suk, H.-J. (2016). Science Spots AR: A platform for science learning games with augmented reality. *Educational Technology Research and Development*, 64(3), 507–531. doi:10.1007/s11423-015-9419-0
- [29] Lee, C.-Y., & Chen, M.-J. (2014). The Impacts of Virtual Manipulatives and Prior Knowledge on Geometry Learning Performance in Junior High School. *Journal of Educational Computing Research*, 50(2), 179–201.
- [30] Li, Q. (2010). Digital game building: Learning in a participatory culture. *Educational Research*, 52(4), 427–443.
- [31] Morrison, J. R., Bol, L., Ross, S. M., & Watson, G. S. (2015). Paraphrasing and prediction with self-explanation as generative strategies for learning science principles in a simulation. *Education Tech Research Development*, 63(6), 861–882.
- [32] Olkun S, Altun A, Smith G (2005). Computers and 2D geometric learning of Turkish fourth and fifth graders. *Br. J. Educ. Tech.* 36(2): 317-326.
- [33] Oss, S. (2005). Computers with wings: Flight simulation and personalized landscapes. *Journal of Science Education and Technology*, 14(1), 117–122. <https://doi.org/10.1007/s10956-005-2739-9>.
- [34] Reese, D. D., Tabachnick, B. G., & Kosko, R. E. (2015). Video game learning dynamics: Actionable measures of multidimensional learning trajectories. *British Journal of Educational Technology*, 46(1), 98-122.
- [35] Rieber, L.P. (1991). Effects of visual grouping strategies of computer-animated presentations on selective attention in science. *Educational Technology, Research, and Development*, 39, 5–15.
- [36] Roca-González, C., Martín-Gutiérrez, J., García-Domínguez, M., & del Carmen Mato Carrodegas, M. (2017). Virtual technologies to develop visual-spatial ability in engineering students. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 13(2), 441-468.

- [37] Shute, V. J., D’Mello, S. K., Baker, R., Cho, K., Bosch, N., Ocumpaugh, J., et al. (2015). Modeling how incoming knowledge, persistence, affective states, and in-game progress influence student learning from an educational game. *Computers & Education*, 86, 224–235.
- [38] Smith, G. G., & Olkun, S. (2005). Why Interactivity Works: Interactive Priming of Mental Rotation. *Journal of Educational Computing Research*, 32(2), 93–111.
- [39] Smith, G., Morey, J., & Tjoe, E. (2007). Feature masking in computer game promotes visual imagery. *Journal of Educational Computing Research*, 36, 351–372. doi: 10.2190/U124-1761-7PU5-3666
- [40] Smith, J. & Karr-Kidwell, P. (2000). The interdisciplinary curriculum: a literary review and a manual for administrators and teachers. Retrieved from ERIC database. (ED443172).
- [41] Snir J, Smith M, Grosslight J (1993) Conceptually enhanced simulations: a computer tool for science teaching. *J Sci Educ Technol* 2(2):373
- [42] Soldano, C., Luz, Y., Arzarello, F., & Yerushalmy, M. (2018). Technology-based inquiry in geometry: Semantic games through the lens of variation. *Educational studies in mathematics*. <https://doi.org/10.1007/s10649-018-9841-4>.
- [43] Sun, C.-T., Ye, S.-H., & Wang, Y.-J. (2015). Effects of commercial video games on cognitive elaboration of physical concepts. *Computers & Education*, 88, 169–181.
- [44] Taylor, P. C. S., Enriching STEM with the arts to better prepare 21st century citizens, 5th International Conference for Science Educators and Teachers (ISET), 6 –8 June 2017, Phuket, Thailand
- [45] Tsai, M. J., Huang, L. J., Hou, H. T., Hsu, C. Y., & Chiou, G. L. (2016). Visual behavior, flow and achievement in game-based learning. *Computers & Education*, 98, 115–129.
- [46] Wegener, M., McIntyre, T., McGrath, D., Savage, C., & Williamson, M. (2012). Developing a virtual physics world. *Australasian Journal of Educational Technology*, 28(3).

- [47] White House. (2017). “Education. Presidential Memorandum for the Secretary of Education”. 25 Eylül 2017. <https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/presidential-memorandum-secretary-education>.
- [48] Yang, J. C., & Chen, S. Y. (2010). Effects of gender differences and spatial abilities within a digital pentominoes game. *Computers and Education*, 55(3), 1220–1233.
- [49] Yıldırım, B. (2016). An analysis and meta-synthesis of research on STEM education, *Journal of Education and Practice*, 7(34), 23-33.
- [50] Young, M. F., Slota, S., Cutter, A. B., Jalette, G., Mullin, G., Lai, B., Simeoni, Z, Tran, M., & Yukhymenko, M. (2012). Our Princess Is in Another Castle: A Review of Trends in Serious Gaming for Education. *Review of Educational Research*, 82(1), 61–89. <https://doi.org/10.3102/0034654312436980>