

UNITY 3D Simülâtöründe Geliştirilen Yapay Zekâ (YZ) Tabanlı Dijital Oyunun Karar Verme Yeteneğinin Doğruluk Analizi

Mert Sezer ARDAL^{1*}, Hakan AYDIN² ve Yüksel BAL³

^{1*}İstanbul Topkapı Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, İstanbul, TÜRKİYE (mertsezerardal@gmail.com) (ORCID: 0000-0002-4702-9172)

³İstanbul Topkapı Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, İstanbul, TÜRKİYE (hakanaydinl@topkapi.edu.tr) (ORCID: 0000-0002-0122-8512)

²İstanbul Topkapı Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, İstanbul, TÜRKİYE (yukselbal@topkapi.edu.tr) (ORCID: 0000-0003-1816-8162)

Özet – Yapay Zekâ (YZ), insanın düşünme yöntemlerini taklit eden yapay yöntemleri geliştirmeye yönelik evrensel bir alandır. Bilgisayar oyunları görsel geri bildirim oluşturmak için bir kullanıcı arayüzü ile insan etkileşimini içeren donanım ve yazılımdan oluşan elektronik oyunlardır. Günümüzde bilgisayar oyunlarında giderek artan oranlarda insan benzeri zekâyı simüle etmek ve akıllı davranışlar oluşturmak için YZ teknolojisinin kullanıldığı görülmektedir. Özellikle yeni geliştirilen bilgisayar oyunlarında YZ'nın dijital oyunlara "Oyun Yapay Zekâsı" olarak entegre edildiği görülmektedir. Bu durumun arkasında esasen YZ ile karar verme, algılama ve tahmin becerilerinin sağlanarak dijital oyunlardaki oyun kurgusunun ve rakip oyuncu davranışının simüle edilmesi bulunmaktadır. Bu çalışmada kullanıcıların kendi dijital oyun modellerini geliştirmelerine imkân sağlayan açık kaynak kodlu Unity 3D Oyun simülâtörü ve "Jetbrains Rider" derleyicisi ile C# programlama dilinde YZ tabanlı bir bilgisayar oyununun geliştirilmesi (AI-DIGPOKGAME) ve doğruluk analizinin yapılması amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında 13 (onüç) adet deney gerçekleştirilmiştir. Söz konusu deneylerde oyuncunun YZ'ya karşı mücadele verdiği oyun kurgusu çerçevesinde YZ'nın rekabeti artırma ve mücadeleyi daima üst seviyede tutma adına oyunun temel ilkelerini başarıyla gerçekleştirdiği doğrulanmıştır. Bu araştırmanın dijital oyunlarda YZ ile karar verme, algılama ve tahmin becerilerinin sağlanarak oyunlardaki rakip oyuncu davranışının YZ tarafından simüle edilmesinin ortaya konulması ve gelecekte yeni bilgisayar oyun modellerinin YZ tabanlı olarak geliştirilmesi açısından YZ çalışma alanına katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler – Yapay Zekâ, Dijital Oyun, Oyun Yapay Zekâsı

Abstract – Artificial Intelligence (AI) is a universal field for developing artificial methods that mimic human thinking. Computer games are electronic games consisting of hardware and software that involve human interaction with a user interface to generate visual feedback. Nowadays, it is seen that AI technology is increasingly used in computer games to simulate human-like intelligence and create intelligent behaviors. Especially in newly developed computer games, it is seen that AI is integrated into digital games as "Game Artificial Intelligence". Behind this situation, there is essentially the simulation of game setup and opponent player behavior in digital games by providing decision making, perception and prediction skills with AI. In this research, it is aimed to develop an AI-based computer game (AI-DIGPOKGAME) and accuracy analysis in C# programming language with the open source Unity 3D Game simulator and "Jetbrains Rider" compiler, which allows users to develop their own digital game models. Within the scope of the study, 13 (thirteen) experiments were carried out. In the aforementioned experiments, it has been verified that within the framework of the game setup where the player fights against AI, AI successfully fulfills the basic principles of the game in order to increase competition and keep the fight at the highest level. It is considered that this research will contribute to the field of AI study in terms of revealing the simulation of rival player behavior in games by AI by providing decision making, perception and prediction skills with AI in digital games and developing new computer game models based on AI in the future.

Anahtar Kelimeler –Artificial Intelligence, Digital Game, Game Artificial Intelligence

I. GİRİŞ

Yapay Zeka (YZ) terimi, dinamik ve belirsiz ortamlarda akıl yürütme, anlam keşfi, genelleme veya geçmiş deneyimlerden öğrenme gibi insanlara özgü bilişsel kabiliyetlerle donatılmış sistemler için kullanılmaktadır. YZ alanı Makine Öğrenmesini (MÖ), Derin Öğrenmeyi (DÖ), Doğal Dil İşlemeyi (DDİ), Genetik Algoritmaları (GA), Uzman Sistemleri (US) ve daha pek çok alanı kapsayan bir şemsiye kavramdır. Genel anlamda

oyun terimi ise, katılımcıların birbirleriyle doğrudan rekabet içinde kurallara göre yürütülen fiziksel veya zihinsel bir yarışma olarak tanımlanabilir [1]. Oyunlar spor, masa oyunları, zar oyunları, domino veya taş oyunları, kalem kağıt oyunları, tahmin oyunları, kart oyunları, video oyunları ve simülasyon oyunları olarak kategorize edilebilir. İçinde bulunduğumuz bilgi çağında teknolojinin gelişmesiyle birlikte fiziksel olarak oynanan çoğu oyun dijital ortama taşınmış ve

varlığını bilgisayar sistemlerinde sürdürmeye başlamıştır. Bir bilgisayar oyunu, bir video oyun konsolu veya atari makinesi yerine kişisel bilgisayarlarda oynanan görsel geri bildirim oluşturmak için bir kullanıcı arayüzü ile insan etkileşimini içeren donanım ve yazılımdan oluşan elektronik bir oyun olarak tanımlanabilir. Video oyunları, kişisel bilgisayarlar, oyun konsolları, akıllı telefon veya tablet gibi bir cihazda oynanabilen elektronik oyunlardır [2]. Bilgisayar oyunları potansiyel olarak giderek daha popüler bir aktivite olarak sadece bir eğlence aracı değil, aynı zamanda bir çalışma alanıdır [3]. Oyun ortamının değiştiği ve oyun karakteri etrafında gerçekleştiği oyun türlerine karakter odaklı oyunlar olarak sınıflandırılmaktadır. Karakter odaklı oyunlarda oyun, anlatsal ve mekanik yollarla oyun karakteri etrafında tasarlanmaktadır [4]. Günümüzde gelişen bilgisayar teknolojileri ile birlikte artık çoğu oyunun akıllı telefonlar aracılığıyla kolaylıkla edinilip oynanabildiği bir gerçektir. Artık YZ teknik ve yöntemlerinden pek çok alan yanında ayrıca dijital oyunların geliştirilmesinde ve oynanmasında da yararlanılmaktadır. Yeni bilgisayar oyunlarında YZ teknik ve yöntemlerinin rakip oyun stratejilerini algılama, tahmin etme, buna karşın doğru oyun stratejilerinin belirlenerek uygulanması yöntemlerinde kullanıldığı görülmektedir. Güncel bilgisayar oyunlarında giderek artan oranlarda genellikle insan benzeri zekayı simüle etmek ve akıllı davranışlar oluşturmak için YZ teknolojisinin kullanıldığı görülmektedir. Bu durumun arkasında esasen YZ ile karar verme, algılama ve tahmin becerilerinin sağlanarak oyunlardaki davranışın simüle edilmesi bulunmaktadır.

Bilgisayar oyunlarından en çok popüler olanlardan birisi de ticari anlamda büyük sayılabilecek bir sektöre hakim olan kart oyunlarıdır. Kart oyunları şans faktörüyle beraber oyuncunun becerisine bağlı olan bir oyun türüdür. Kart oyunları arasında en çok bilinen ve de en çok oynanan bir oyunda ticari anlamda sektörde kendisine geniş yelpazede yer bulan poker oyunudur. Poker oyununun tarihçesi birkaç yüzyıl öncesine kadar dayanmaktadır. Bu oyunun atası olarak sayılabilecek “Primero”, “Primera”, “La Prime” gibi oyunların sırasıyla İspanya, İtalya, Fransa’da 1526’da ortaya çıktıkları görülmektedir [5]. Poker oyununun asıl kökeni Fransa’da popüler bir kart oyunu olan Poque’a dayanmaktadır [6]. Poque oyunu 1400’lü yıllarda ortaya çıkmış olan ve tıpkı poker gibi 52 kartlık deste ile oynanan bir oyundur. Bahse konu oyun Fransa’nın Amerika’daki kolonisine oyunun gelmesiyle özellikle Mississippi bölgesinde büyük bir rağbet görmüştür. 1803 yılında Louisiana bölgesinin Amerika’ya satılmasıyla [7] birlikte bu oyuna dair terimlerin çoğu değişmiş, yani kısacası Poker bir oyun kültürü değişimine şahit olmuştur. Zamanla bu oyun özellikle Birinci Dünya Savaşı’ndan itibaren büyük bir hızla Avrupa’ya ve Dünya’ya yayılmaya başlamıştır.

Unity oyun motoru birçok farklı kütüphaneyi ve bileşeni içeren ve 2D, 3D ve XR tabanlı dijital oyun uygulamalarını geliştirmeye imkan sağlayan bir oyun motorudur. Unity 3D ve benzeri oyun motorları, algoritma mantığının anlaşılmasını sağlar, bir problemin adım adım nasıl çözülmesi gerektiğini gösterir, bir projenin daha etkin bir şekilde yürütülebilmesine yardımcı olur [8]. Unity3D oyun motoru resmi olarak desteklediği büyük bir topluluk barındırmakta, bu sayede cevap aranan sorular pratikte Unity3D kullanan geliştiriciler tarafından direkt cevaplanmış olmakta ve yoğun etkileşim sağlanmaktadır [9]. Bu çalışmada kullanıcıların kendi dijital oyun modellerini geliştirmelerine imkân sağlayan açık kaynak kodlu Unity 3D Oyun simülatörü kullanmak suretiyle C#

programlama dilinde “Jetbrains Rider “derleyicisi ile YZ tabanlı bir bilgisayar oyununun geliştirilmesi (AI-DIGPOKGAME) ve doğruluk analizinin yapılması amaçlanmıştır. Bu çalışmanın literatüre katkıları şu şekilde ifade edilebilir:

- Çalışma kapsamında geliştirilen AI-DIGPOKGAME dijital oyunu YZ teknolojisi ile kodlanmıştır. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen deneylerde AI-DIGPOKGAME’deki YZ’nın işlevi yapılan deneyler ile test edilmiştir. Söz konusu deney sonuçları ile AI-DIGPOKGAME’de rakip oyuncu tarafından gerçekleştirilen oyuna ilişkin olayların YZ teknoloji tarafından başarıyla gerçekleştirildiği yapıldığı doğrulanmıştır.

- YZ teknolojisinin bilgisayar oyunlarına algılama, tahmin ve karar bağlamında geniş yelpazede sunduğu pek çok avantaj ortadadır. Bu bağlamda AI-DIGPOKGAME, YZ tabanlı açık kaynak kodlu bir uygulamadır. AI-DIGPOKGAME dijital oyununun YZ ile karar verme, algılama ve tahmin becerilerinin sağlanarak oyunlardaki davranışın simüle edilmesini ortaya koyması açısından önem taşıdığı değerlendirilmektedir.

Çalışmanın 2’inci bölümünde araştırmaya ilişkin material ve metotlara yer verilmiştir. 3’üncü bölümde çalışmada gerçekleştirilen deneysel sonuçlar açıklanmaktadır. Son olarak 4’üncü ve son bölümde çalışmaya ilişkin sonuç ve değerlendirmelere yer verilmiştir.

II. MATERYAL VE MOTOTLAR

A. Yapay Zeka (YZ)

YZ alanı, insanın düşünme yöntemlerini taklit eden yapay yöntemleri geliştirmeye yönelik evrensel bir alandır. YZ terimi aynı zamanda akıl yürütme, anlam keşfetme, genelleme veya geçmiş deneyimlerden öğrenme gibi anlamlar içinde kullanılmaktadır. Bir bilgisayarın veya kontrolündeki bir robotun çeşitli faaliyetleri zeki canlılara benzer şekilde yerine getirme kabiliyetidir. Bu terim, dinamik ve belirsiz ortamlarda akıl yürütme, anlam keşfi, genelleme veya geçmiş deneyimlerden öğrenme gibi insanlara özgü bilişsel kabiliyetlerle donatılmış sistemler için kullanılmaktadır. YZ kavramı ilk defa 1956 yılında C.Shannon, M.Minsky ve J.McCarthy tarafından ortaya konmuş bir kavramdır. Tablo 1’de değişik YZ tanımları yer almaktadır [10]. Değişik YZ tanımları Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. Yapay Zekâ (YZ) Tanımları [27]

İnsan gibi Düşünen Sistemler	Rasyonel Düşünen Sistemler
<ul style="list-style-type: none"> • Bilgisayarları düşündürmeye... kelimenin tam anlamıyla zihne sahip makineler yapmaya çalışan yeni ve heyecan verici çaba [Haugeland, 1985] • Karar verme, problem özme, öğrenme... gibi insan düşüncesi ile ilişkilendirdiğimiz aktivitelerin otomasyonu [Bellman, 1978] 	<ul style="list-style-type: none"> • Zihinsel yeteneklerin bilgisayarlı modeller (hesaplamalı) modeller aracılığıyla incelenmesi [Charniak ve McDermott, 1985] • Algılamayı, düşünmeyi ve davranmayı mümkün kılan bilgisayar modellerinin incelenmesi [Winston, 1992]

<u>İnsan gibi Davranan Sistemler</u>	<u>Rasyonel Davranan Sistemler</u>
<ul style="list-style-type: none"> • "İnsanların zekâlarını kullanarak gerçekleştirdiği fonksiyonları gerçekleştiren makinaları yapma sanatı [Kurzweil, 1990] • İnsanların hâlihazırda daha iyi olduğu işleri bilgisayarların nasıl yapabileceğine dair yürütülen çalışma [Rich and Knight, 1991] 	<ul style="list-style-type: none"> • Akıllıca davranan "agent"ların tasarımı üzerine yapılan çalışma [Poole et al., 1998] • İnsan yapımı şeylerde akıllı davranışın incelenmesi [Nilson, 1998]

Problemlerin çözümünde insanların düşünme ve hareket etme yeteneğine sahip olmayı amaçlayan YZ sistemleri için bilginin işlenmesi ve sunulması çok önemlidir. YZ destekli sistemler, verinin barındırdığı özelliklerden ve örüntülerden öğrenen, bu doğrultuda güncellenebilen arama ve tahminleme yapabilen gelişmiş algoritmalar kullanmaktadır. Bu amaçla kullanılan programlama dilleri geleneksel programlama dillerine göre bir takım farklılıklar gösterebilirler. YZ dilleri ile hesaplama da semboller, kurallar, ilişkiler, tasvir sunular, çözüme doğru arama ve heuristik kullanım ile hesaplama yapılabilen ve elde edilen cevaplar geleneksel diller ile yapılan hesaplamalara göre kesin değil, ancak yaklaşık cevaplar şeklinde olabilmektedir. YZ konuları hakkında önemli sorular Tablo 2’de yer almaktadır.

Tablo 2. Yapay Zekâ (YZ) hakkında önemli sorular [10]

Soru	Cevap
Yapay Zekâ amacı nedir?	Yapay zekâ insan zekâsını taklit edebilen ve insan davranışları gibi hareket edebilen sistemlerin geliştirilmesini hedeflemektedir. Yapay zekânın amacı, “bir insanın çözebileceği bir problemi çözmek” olarak tanımlanabilir.
Yapay Zekâyı disiplinleri hangileridir?	Yapay zekâyı sahiplenen Ekonomi, Sinirbilim, Psikoloji, Bilgisayar Mühendisliği, Kontrol Teorisi ve Siberetik, Dilbilim, Felsefe, Bilişsel Bilimler, Elektronik Bilimleri ve daha pek çok disiplin vardır.
Yapay Zekâ programlama dilleri hangileridir?	Yapay zekâ dilleri arasında IPL, SAIL, ALGOL, PLANNER, KRL, CLIPS, ART, PROLOG, LISP gibi diller yanında günümüzde kullanımı artan PYTHON dili sayılabilir. Bu programlama dillerinden “Python” programlama dili, özellikle son yıllarda yapay zeka alanında veri analizi gibi alanlarda kullanılan bir dil olarak ön plana çıkmıştır.

B. İlgili Çalışmalar

1950’li yıllardan itibaren günümüze kadar çeşitli oyun oynama programlarının geliştirilmesinde YZ alanındaki araştırmalardan faydalanılmıştır. Özellikle satranç, dama, othello, tavla ve poker gibi geleneksel tahta ve kart oyunlarında bu alanda önemli başarıların elde edildiği görülmektedir. Poker oyunu, YZ araştırmacıları için uzun süredir büyük bir ilgi odağı olmuş bir alandır. Bu oyun karar verme, blöf, sınırlara hakimiyet, taktiksel düşünme, risk ve kriz yönetimi gibi gerçek hayatta karşımıza çıkan birçok konuyu içeren karmaşık bir oyundur. Bu alanda özellikle tüm oyuncuları yenebilecek bir YZ sistem geliştirme, oyuncunun destesini tahmin etme gibi oyunu kazanmaya yardımcı olabilecek yapılar üzerinde çalışmalar bulunduğu görülmektedir.

Literatürde YZ alanından poker tabanlı oyunlarda olmak üzere hem profesyonel hazırlanmış YZ tabanlı bilgisayar oyunlarının gerçekleştirilmesinde oyun stratejilerinin belirlenmesi ve uygulanması kapsamında faydalandığı görülmektedir. Bu çalışmalara örnek olarak Loki isimli oyunun kodlarının gözden geçirilip yeniden yazılarak geliştirilen Poki oyunu gösterilebilir [11]. 2017’ye kadar geçen sürede Poki oyununun farklı isimlerde gelişimini sürdürdüğü ve bunların son örneği ise DeepStack olduğu görülmektedir [12]. DeepStack oyunu, poker gibi eksik bilgiye sahip oyunlar için geliştirilmiş bir genel amaçlı bir algoritmadır. Eksik bilgiden kasıt satrançta olduğu gibi diğer oyuncunun elini görülmediği dolayısıyla oynayan kişinin sınırlı bir bilgiye sahip olması durumudur. DeepStack, oyunun farklı aşamalarında bir önceki durumu ve mevcut durumu değerlendirerek karar vermeyi ve tahmin edilebilirliği en aza indirmektedir. Çünkü bu oyunda çoğu algoritma gibi oyunun başından itibaren oyun sonlanıncaya kadar doğru sabit bir yola sıkı sıkıya bağlı kalınmamaktadır. Literatürde yer alan poker oyunu ile bir başka çalışmada da Libratus adı verilen ve YZ ile gerçekleştirilmiş bir çalışmadır [13]. Bu oyun profesyonel dört oyuncuyu yenerken bu alandaki ciddiyetini kanıtlamıştır. Bu bilgisayar oyununda daha önce geliştirilmiş olan Deepstack bilgisayar oyunundan farklı olarak YZ tarafından genel bir strateji hazırlanmakta, oyun oynandıkça taslak detaylandırılmakta ve potansiyel açıklar tespit edilerek bu duruma uygun strateji ve yöntemler geliştirilmektedir. Böylelikle sürekli kendini geliştiren bir YZ tabanlı bir bilgisayar oyunu ortaya konulmuştur. Literatürde yer alan bir diğer çalışmada MÖ yöntemlerinden Destek Vektör Makinesi kullanılarak internet üzerinden diğer oyuncularla oyun oynanması geliştirilen “bot” uygulamasıdır [14]. Söz konusu dijital oyunda oyunun herhangi bir andaki durumu ilgili aksiyonla sınıflandırılmakta ve oyunda yer alan “bot”un karar vermesi oyunda yer alan YZ tabanlı sistem ile gerçekleştirilmektedir. Söz konusu oyunda geliştirilen “bot” sadece tek bir oyuncuya değil, fakat aynı zamanda birden fazla oyuncuya karşı mücadele edebilme yeteneğine sahiptir. Literatürde bulunan bir başka çalışmada rakibin elindeki kartları tahmin etmeye yönelik olarak geliştirilmiş olan bir çalışmadır [15]. Belirtilen çalışmanın diğer çalışmalardan farkı ise oyunu kazanma üzerine bir “bot” geliştirmek yerine rakibin elindeki kartları tahmin etmeye yönelik bir çalışmanın gerçekleştirilmiş olmasıdır. Dijital oyunda kullanılan YZ ile yapılan tahmin ne kadar doğru olursa alınacak aksiyonun da ona göre belirlenmiş olacağı ve böylece olası bir yenilginin

öüne geçilmiş olacağı aşikardır. Söz konusu çalışmada Karar Ağaçları (Decisin Tree) ve Yapay Sisnir Ağları (ANN, Artificial Neural Networks) kullanılmış ve %60-65 arasında değişen doğruluk oranları elde edilmiştir. Literatürde yer alan bir diğer çalışmada ise başlangıç veri seti Bayesian Networks ile rastgele oynamak yerine belli bir mantık çerçevesinde yapay zeka oyunu oynayarak bir veri seti oluşturulmuştur [16]. Söz konusu çalışmada oyunun simülasyonu Ruby programlama dili ile gerçekleştirilmiş, öğrenmeyi gerçekleştiren script python'da yazılmış ve çalışmada 4 katmanlı 100 nörona sahip bir YSA modeli geliştirilmiştir. Yiğiter ve Tatar [17] tarafından yapılan çalışmada geleceğin mimarlığında bilgisayar oyunlarının; önemli bir yere sahip olduğu, mimarlığın ve mekan kurgularının deneysel boyutuna katkı sağladığı, disiplinler arası bir çalışma gerektiren tasarım süreci ile mimarlık disiplini için ayrı bir uzmanlık alanı olarak görülmesi ve mimarlık eğitiminde de yer edinmesi gerektiği vurgulanmaktadır. YZ kullanımına bir örnek, satranç oynamak için tasarlanmış "Nim" oyunudur [18]. Bu oyun eski çağlardan beri oynanan matematiksel bir strateji oyun olup bu oyunda, oyunculardan biri en az bir veya o nesneyi ve etrafındaki diğer nesnelere oyundan kaldırır. AlphaGo, Google'ın YZ kullanan ve Google DeepMind tarafından geliştirilen "go game" oyununu oynayan bir programdır [19]. "Raven ve StarCraft: Brood War" adlı video oyunlarında YZ'nin kullanıldığı görülmektedir. Literatürde bilgisayar oyunlarında oyuncu için eğlence nasıl ölçülür ve bunu etkin bir şekilde oluşturabilen AI mekanizmaları neler olduğuna ilişkin çalışmalarda mevcuttur [20]. Geliştirilken bilgisayar oyunlarında bulanık mantığında kullanıldığı görülmektedir [21]. Başka bir oyun geliştirme çalışmasında rastgele bölüm oluşturma algoritmaları için rastgele bir hareket algoritması kullanıldığı görülmektedir [22]. Geliştirilken bilgisayar oyunlarında ayrıca bulanık mantık, YSA, Genetik Algoritmalar ve Derin Öğrenme gibi farklı yöntemlerin de kullanıldığı görülmektedir [23-24-26]. Bu bölümde yer alan araştırma bulguları literatürde YZ alanından poker tabanlı oyunlarda olmak üzere YZ tabanlı bilgisayar oyunlarının gerçekleştirilmesine ilişkin farklı çalışmaların olduğunu ortaya koymaktadır.

C. Çalışmada Önerilen Sistem

Çalışma kapsamında AI-DIGPOKGAME dijital oyunu masaüstü platformunda Unity oyun motorunda YZ tabanlı olarak geliştirilmiş ve oyun tasarımında "no-limit hold'em" yöntemi kullanılmıştır. Bu dijital oyun tek oyunculu olarak tasarlanmış olup çevrimiçi oyuna yönelik bir hizmet içermemektedir. Dolayısıyla oyunda bir veri tabanı kullanılmamıştır. Oyuncu ve botların sayısı başlangıçta birer adet olarak belirlenmiştir. Oyuna ilk kimden başlanacağı sorunu genelde video oyunu olan pokerde rastgele olarak belirlenmektedir. Gerçek hayatta ise herkese açık bir biçimde bir adet kart dağıtılır ve en yüksek değere sahip olan kişi ilk hamleyi yapma hakkı kazanır. Asıl oyuna geçmeden önce bahisler alınır. Kartları dağıtan oyuncunun solunda oturan kişi küçük kör (small blind) olarak tanımlanırken onun da solunda oturan kişi büyük kör (olarak tanımlanır). Bahis miktarları önceden belirlenmiştir ve genellikle küçük kör büyük körün yarısına eşittir. Küçük kör ve büyük kör ile tanımlanan kişiler daha kartlar dağıtılmadan ortaya bir bahis koymak durumunda kalırlar. Minimum bahis bir önceki "bet" veya "raise" yapıldığındaki miktardır. Örneğin bir önceki eldeki bahis X lira olsun. Herhangi bir oyuncu X liradan daha büyük miktarda

oyun tabiri ile bir "raise" yaptığında diğer oyuncunun bir daha "re-raise" yapabilmesi için en az bu kadar veya daha fazla bahis ortaya koyması gerekmektedir. "All-in" durumu, oyuncunun elindeki tüm bahsi ortaya koyma durumudur. Şekil 1'de görüldüğü gibi oyuncu bu kombinasyonlardan ne kadar yukarıda olanını yakalayabilirse oyunu kazanma ihtimali o kadar yükselmektedir.

Royal Flush	10♥ J♥ Q♥ K♥ A♥
Straight Flush	4♣ 5♣ 6♣ 7♣ 8♣
Four of a Kind	K♠ K♥ K♣ K♦ 3♠
Full House	10♥ 10♠ 10♦ A♣ A♣
Flush	10♠ K♠ 2♠ 6♠ 7♠
Straight	7♣ 8♣ 9♦ 10♠ J♥
Three of a Kind	5♠ 5♥ 5♣ J♦ A♦
Two Pair	A♠ A♥ 3♣ 3♠ J♣
One Pair	Q♦ Q♥ 2♥ 8♠ 9♣

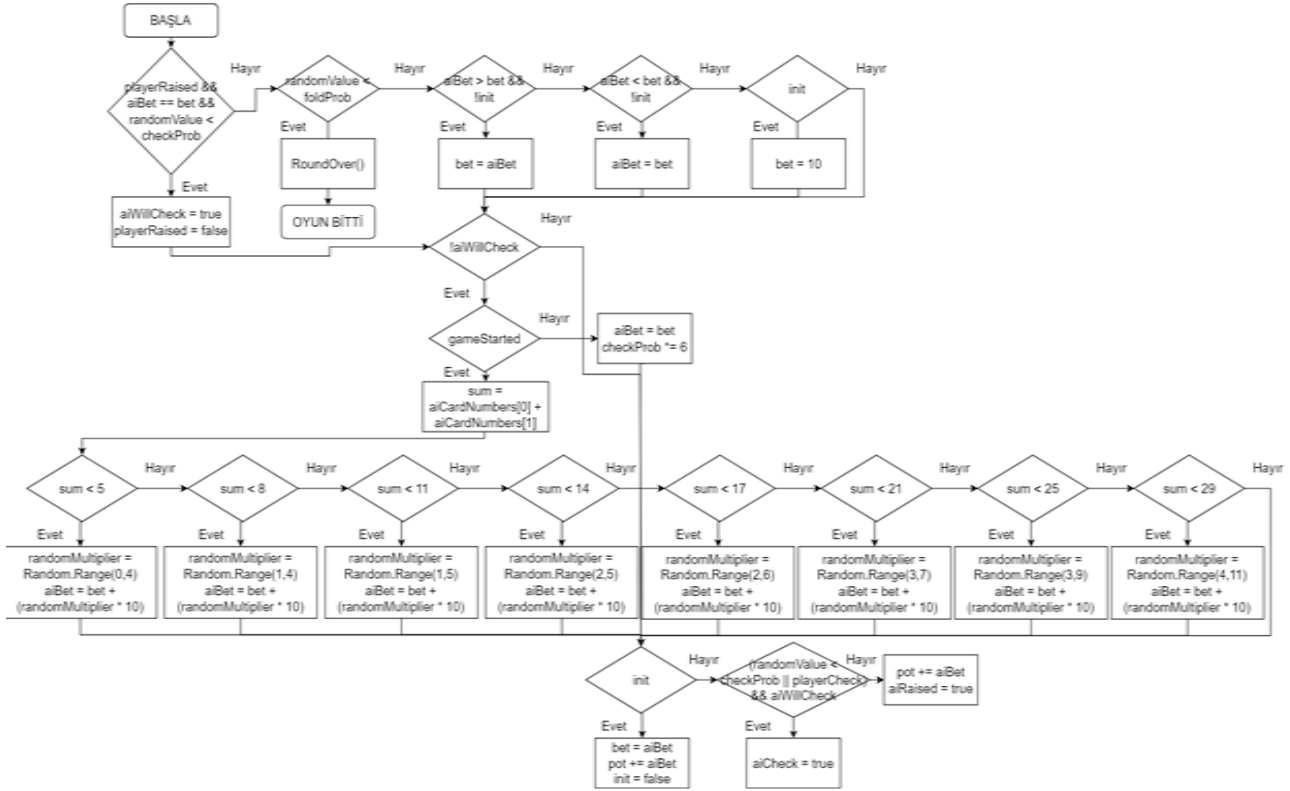
Şekil 1. AI-DIGPOKGAME Oyunu kart değerleri

Çalışma kapsamında tasarlanan ve geliştirilen AI-DIGPOKGAME bilgisayar oyununda en iyi beşli kart kombinasyonunu sağlayan oyuncu oyunu kazanmaktadır. Bu bağlamda oyuncu bu kombinasyonu oluştururken üç seçeneğe sahiptir. Birincisi elindeki iki kart ve ortadaki üç kart, ikincisi elindeki bir kart ve ortadaki dört kart, üçüncüsü de ortadaki beş kart durumudur. Elindeki kartları vermeden önce oyuncu bu son durumu seçtiğini diğer oyunculara belirtmelidir aksi takdirde ortadaki bahisten mahrum kalacaktır. Oyunun işleyişi, kuralları ve kart kombinasyonlarından sonra sıra YZ'nin oyunu oynarken nasıl bir yol izleyeceği ile ilgilidir. Oyunun kodlanmasında bu kadar karmaşık kuralların olduğu bir oyunda olabildiğince az mümkünse hiç kaybetmeden mücadele edebilen bir YZ tasarlanması hedeflenmiştir. Bu kapsamda çalışma YZ'nin öncelikle tek bir oyuncuya karşı kendisini sınaması, sonrasında eğer yeterince ilerleme sağlanırsa o zaman oyuncu sayısı artırılarak daha zor bir ortamda test edilmesi gerçekleştirilmiştir.

Şekil 2'de AI-DIGPOKGAME oyunundaki YZ'yı yöneten "AIBet" metodunun İş Akış Şeması görülmektedir. Söz konusu akış şemasına göre oyunda öncelikle YZ teknolojisi ile oyuncunun "raise" yapıp yapmadığı kontrol edilmekte, ayrıca bahislerin eşit olup olmadığını ve karar vermek için de "randomValue" ile "checkProb" değerlerini kıyaslanmaktadır. Eğer bahse konu koşullar doğru olarak sonuçlanırsa YZ "check" yapmaya karar vermektedir. Ancak eğer oyuncu "raise" yapmadıysa böyle bir durumda zaman YZ sistemde "fold" için bir kontrol yapmaktadır. Eğer kontrollerde "foldProb" ile "randomValue" değerleri karşılaştırılır ve sonuç doğru olarak tespit edilir ise "RoundOver" metodu çağırılmaktadır. Böyle bir durum sonucunda oyunu oyuncu kazanmış olmakta ve yeni oyun başlatılması için ekrana menü getirilmektedir. Ancak "aiBet" değeri "bet" değerinden fazla olur ise ve "init" değişkeni doğru olarak tespit edilir ise küçük olan değişken büyük olanın değerine atanmaktadır. Böylelikle bahis eli her başladığında eşitlik sağlanmış olur. Bu kontrol anlatılan tam tersi durumun geçerli olduğu durum için de

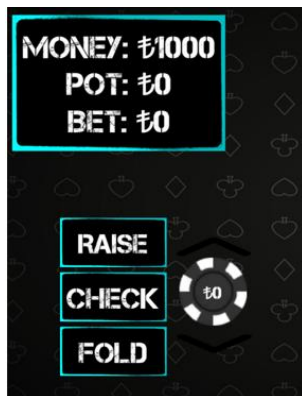
yapılmaktadır. Yani öncelikle "aiWillCheck" değişkeni kontrol edilmektedir. Çünkü eğer bot "check" yapmaya karar vermediyse "raise" yapılacaktır. Sistemde yer alan "gameStarted" değişkeni ilk bahis elinin kontrolü için vardır. Sistemde YZ'nın kör bahis evresinde ortaya çok fazla miktarda bahis koymaması, olabildiğince erken "check" yapması hedeflenmiştir. YZ'nın sahip olduğu kartların değerleri "sum" adlı değişkende tutulmakta ve belli seviyedeki eşik değerleri için kontrol edilmektedir. Bu kontrol sonucuna uygun belli bir

aralıkta bir bahis miktarı belirlenmekte ve ortaya konmaktadır. Son olarak "init" yani başlangıç bahis evresinde olduğu kontrol edilmekte ve değişkenle yapılan bahis ortadaki "pot" değişkenine eklenmektedir. İlk başta "aiWillCheck" değişkeni eğer doğru olduysa YZ bu aşamada "aiCheck" değişkenini true'ya çevirecek bahis oynamamaktadır. Eğer "aiWillCheck" değişkeni "false" ise ortaya bahsi koyup "aiRaised" değişkenini "true" yapmaktadır.



Şekil 2. "AIBet" Metodu İş Akış Şeması

Şekil 3'de AI-DIGPOKGAME oyununun oynanması için oyun kullanıcı tarafından ilk başlatıldığında ekrana gelen oyunun açılış ekranı yer almaktadır.



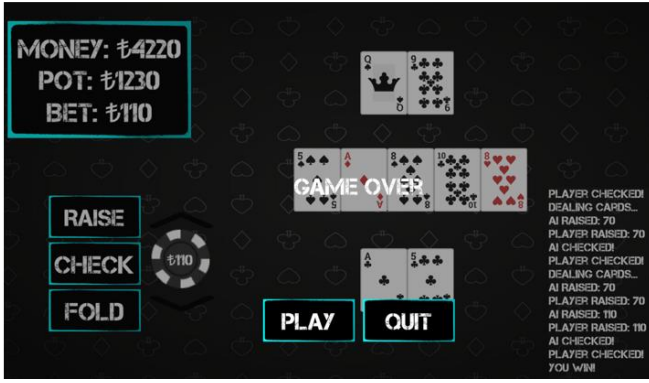
Şekil 3. Programın Açılış Ekranı

AI-DIGPOKGAME oyunundaki tüm scriptler "GameManager" tarafından yönetilmekte ve oyun "GameManager" üzerinden çalıştırılmaktadır. Şekil 4'de ilk kör bahis evresi bittikten sonraki oyuna ilişkin durumun örnek bir ekran görüntüsü yer almaktadır.



Şekil 4. Programın Ara Durum Örnek Ekranı

AI-DIGPOKGAME oyununda YZ bahis ortaya konulurken oyunculara dağıtılan oyun kartlarına göre belli bir aralıkta bahis miktarı belirlenmektedir. Bu aralıkların değişik sınırlarda olabilirlik durumu oyundaki kartların tahmin edilebilirliğini zorlaştırmaktadır. Oyundaki son bahis evresi de tamamlandıktan sonra ekrana Şekil 5'deki gibi bir görünüm gelmektedir.



Şekil 5. Programın Son Bahis Durumu Ekran Görüntüsü

III.DENEYSSEL ÇALIŞMALAR

Tablo 3’de araştırmanın gerçekleştirilmesi boyunca çalışma kapsamında gerçekleştirilen deneylere ilişkin yapılan deneyler

Tablo 3. Çalışmada Gerçekleştirilen Deneyler

S.Nu.	Deney Adı	Deney Açıklaması	Deney Sonucu
1.	Destenin karıştırılmış olması	Kartlar açıldığından sıralı düzenden farklı olması	+
2.	Arayüzlerin beklendiği gibi çalışması	Ekrandaki öğelerin görevlerini yerine getirmeleri	+
3.	Yeniden oynarken kartların kaybolmaması	52 kartlık destenin olması	+
4.	Kartların ikisinin kapalı olarak dağıtılması	Oyuncuların ikiye adet kapalı kart almaları	+
5.	Oyun kurallarının doğru işlemesi	Kuralların doğru işlendiğinin doğrulanması	+
6.	Hile yapılmadığının doğrulanması	Hile yapılmadığının doğrulanması	+
7.	Bahislerin doğru sırada ve doğru miktarda alınması	Gereken miktarda paranın ortaya konması	+
8.	Çekilen oyuncunun o el sonlanana kadar herhangi bir aksiyonda bulunmaması	Çekilen oyuncunun oyuna herhangi bir şekilde müdahale etmemesi	+
9.	Oyuncuya yapabileceği hamlelerin gösterilmesi	Bahis elinde bahis oynaması, oyun sonunda kartlarını göstermesi	+
10.	Yapay zekanın suistimal edilebilecek bir açığının olmaması	Yapay zekanın gereğinden fazla risk almaması	+
11.	Yapay zekanın veya oyuncunun, diğeri hamle yapmadan birinin üst üste hamle yapmaması	Bahis evresi boyunca oyuncu ve yapay zekanın birer birer hamle yapması	+
12.	Yeniden oyna seçildiğinde para bilgisi hariç her şeyin sıfırlanması	Oyuncunun ve yapay zekanın para bilgisi hariç diğer değişkenlerin sıfırlanıp ekranın hazırlanması	+
13.	Oyuncunun veya yapay zekanın parasının bahsi ortaya koyduğu sıradaeksiye düşüyorsa oyunun sonlanması	Ortaya konulan bahis sıfırın altında bir para bıraktığında oyunun sonlanması	+

Tablo 3’de yer alan ve gerçekleştirilen deneylerde öncelikle destenin karıştırılmış olduğundan emin olunması hedeflenmiştir. Çünkü sıralı bir deste olursa oyuncular rakibinin elindeki kartı tahmin edebilir ve ona göre bir strateji belirleyebilirler. Oyun menülerinin beklendiği gibi çalışması da çok önemlidir. Oyuncu “fold butonuna” tıkladığında oyundan çekilmesi gerekmektedir. Eğer oyun basit, anlaşılır bir arayüze sahip olursa oyuncunun kafasındaki karışıklık giderilir ve yapmak istediği hamleleri kolaylıkla gerçekleştirebilir. Her oyun bittiğinde kartların kaybolmaması gerekmektedir. 52 kartlık destenin olduğu doğrulandıktan sonra dealer belirlenip oyuna başlanabilir. Ayrıca oyuncuların kartların kapalı olarak dağıtılması gerekmektedir. Ve kartların oyun bitene kadar kapalı konumda kalmaları gerekmektedir. Oyun başladıktan sonra oyunun tüm kurallarının doğru bir biçimde ve her oyuncuya işlendiğinden emin olunmalıdır. Bu aşamadan sonra oyuncunun hile yapmadığı doğrulanmalıdır ve oyunun işleyişini oyuncunun lehine çevirecek bir “bug” varsa

ile deney sonuçları yer almaktadır. Söz konusu tabloda başarılı olarak gerçekleştirilen deneylerde başarılı olanlar pozitif olarak yani + matematiksel sembolü ile işaretlenerek özellikle belirtilmiştir. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen deneylerde AI-DIGPOKGAME dijital oyununda gözlemlenen tüm buglar ortadan kaldırılmış, gerekli optimizasyonlar yapılmış ve yayınlanmaya hazır hale getirilmiştir. Çalışma kapsamında toplamda 13 (onüç) adet farklı deney gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen her deney kendi içerisinde farklı aşamada yapılmıştır. Test listesinin bahse konu tabloda belirtilenlerle sınırlı kalmayıp zaman içerisinde genişletilebileceği veya daraltılabileceği değerlendirilmeye birlikte çalışmanın sınırlarının belirlenmesi açısından bu şekilde belirlenmiş ve tüm durumları burada ele almak listeyi çok uzatabileceğinden testler genel bir başlık altında ve çekirdek bir yapıda toplanmaya ve gerçekleştirilmeye çalışılmıştır.

giderilmelidir. Bahisler alınırken kurallarda belirtilen sıra takip edilmeli ve her oyuncunun minimum değere eşit veya geçecek şekilde belirttiği miktar kadar bahis ortaya konulmalıdır. “Fold” yapan oyuncunun oyunun geri kalanına hiçbir türlü müdahale etmemesi gerekmektedir. Ve o ana kadar koyduğu bahisleri oyuncuya iade edilmesi yerine ortadaki bahis havuzunda kalmalıdır. Herhangi bir karmaşıklığın önüne geçmek için oyuncunun yapabileceği hamleler gerekirse öne çıkarılmış bir tasarıma sahip olmalıdır. Yapamayacağı hamleler ise örneğin check butonu soluk bir biçimde ekranda gösterilmelidir. Gelecekte yapılabilecek olan testler sadece bu çalışmada yer alan testlerle sınırlı kalmayacaktır. Söz konusu tabloda belirtilen testler oyunun çalışması için kritik derecede öneme sahip testlerdir.

Çalışmada gerçekleştirilen deneylerde “raise” ve “call” ayrı mekanikleri eklemek yerine sadece “raise” mekanikliği seçilmiştir. Bu durumun nedeni olarak “call” seçeneğinin sadece diğer oyuncuyla aynı miktarda bahis yapıldığında

mevcut olan bir mekanik olması gösterilebilir. Bunun yerine dijital oyuna daha basit ve daha kolay anlaşılır "raise" mekanığı sadece eklenmiştir. Deneylerde eğer oyuncu diğer oyuncuyla aynı bahsi ortaya koymazsa "fold" yapmış olur ve oyunu diğer oyuncu kazanmaktadır. Çalışmada gerçekleştirilen deneylerde diğer bir problemde oyun döngüsünün nasıl kurulacağıyla ilgili olarak belirlenmiştir. Bu durum oyundaki ilk hamlenin her zaman YZ tarafından mı olacak yoksa her oyun başladığında rastgele bir seçimle ilk başlayan oyuncudan mı seçileceği ile ilgilidir. Burada YZ'nin her seferinde ilk adımı atması durumu kararlaştırılmıştır. Çünkü YZ oyun hamlesini yaptıktan sonra sıranın oyuncuya geçmesini sağlayan bilgisayar kodlamasının daha az ve basit bir yapıda gerçekleştirilebileceği durumu dikkate alınmıştır. Bu duruma örnek olarak ilk bahis evresinden sonraki bahis evrelerinde "check butonunun" pasif bir biçimde kalmak durumunda olması gösterilebilir, çünkü öyle bir senaryoda oyuncu henüz ortaya bir bahis koymamış durumda olacaktır. Anlatılan nedenlerden dolayı belirtilen sorunu çözmek için ilk hamleyi YZ'nin yapması gerekmektedir. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen deneylerde ortaya diğer bir sorun ise Y'nin nasıl bir bahis mantığında ilerlemesi gerektiğine karar vermesiyle ilgilidir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta YZ'nin tahmin edilebilirliğinin olabildiğince düşük tutulmasıdır. Oyuncu, YZ'nin ne zaman ve hangi durumlarda "raise", "check" veya "fold" yapacağını tahmin edilmesi oyunun sonucuna etki edecek önemli bir durumdur. AI-DIGPOKGAME dijital oyununda geliştirilen YZ kodlamasına "check" ve "fold" yapması için ayrıca bir eşik değeri belirlenmiştir. Bu değer bahis evresinin uzama süresine ve elindeki kartların değerine göre artabilmekte veya azalabilmektedir. Eşik değeri geçildiğinde ise YZ tarafından ilgili hamle gerçekleştirilmektedir. YZ tarafından bahisler ortaya konarken kartların değerleri dikkate alınmakta ve belli bir aralıkta bir miktar seçilip ortaya konmaktadır.

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen deneylerde oyuncular oyunu oynarken rakip oyuncu tarafından gerçekleştirilen oyuna ilişkin olayların YZ teknoloji tarafından başarıyla gerçekleştirildiği yapıldığı doğrulanmıştır.

IV. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Son yıllarda YZ konusunda dikkate değer şekilde ilerlemeler kaydedildiği ve bu teknolojinin sık sık gündemde kendine yer bulduğu bir gerçektir. Artık YZ konusunun birçok alanda hayatımızın bir parçası haline geldiği yadsınamaz bir gerçektir. YZ teknolojisi pek çok alan yanında ayrıca dijital oyun teknolojisi alanında da kendine giderek artan oranlarda yer bulan ve gelecekte de adından sıkça söz ettirecek güncel bir teknolojidir. Bu araştırmada kullanıcıların kendi dijital oyun modellerini geliştirmelerine imkân sağlayan açık kaynak kodlu Unity 3D Oyun simülâtörü ile C# programlama dilinde "Jetbrains Rider" derleyicisi ile YZ tabanlı bir bilgisayar oyununun (AI-DIGPOKGAME) geliştirilmiş ve söz konusu oyunun doğruluk analizi yine bu çalışma kapsamında yapılan 13 (onüç) adet deney ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen deneylerde AI-DIGPOKGAME oyuncularının oyunu oynarken rakip oyuncu tarafından gerçekleştirilen oyuna ilişkin olayların YZ teknoloji tarafından başarıyla gerçekleştirildiği doğrulanmıştır.

Araştırmada elde edilen sonuçlar, kullanıcıların kendi derin öğrenme modellerini kodlama yapmadan geliştirmelerine imkân sağlayan Unity 3D teknolojisi kullanılarak geliştirilen tasarımın etkinliğini göstermektedir. Bu çalışmanın birçok

araştırmacıyı ve kullanıcıyı cezbeden YZ tabanlı bilgisayar oyunlarının kullanıcılar tarafından geliştirilmesi açısından YZ çalışma alanına katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir.

Yazarların Katkıları

Yazarların makaleye katkıları eşittir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yazarlar bu çalışmanın Araştırma ve Yayın Etiğine uygun olduğunu beyan eder.

KAYNAKLAR

- [1] Suits, B. (1967). What is a Game?. *Philosophy of science*, 34(2), 148-156.
- [2] A. Haaranen, T. Rissanen, T. Laatikainen, and J. Kauhanen, "Digital and video games in health promotion: Systematic review of games and health behavior," *Finnish Journal of eHealth and eWelfare*, vol. 6, no. 4, pp. 153–163, 2014.
- [3] M. Palaus, E. M. Marron, R. Viejo-Sobera, and D. Redolar-Ripoll, pp. 248–248, 2017. *Neural basis of video gaming: A systematic review. Frontiers in human neuroscience*, 248.
- [4] B. Bostan, B. Tinli, and G. Çatak, pp. 273–295, 2020. [Online]. Available: <https://doi.org/10.18691/kulturveiletisim.709869>
- [5] DeDonno, M. A., & Detterman, D. K. (2008). Poker is a skill. *Gaming Law Review*, 12(1), 31-36.
- [6] History of poker – My Poker Coaching. Erişim Linki: <https://www.mypokercoaching.com/history-of-poker/> Erişim Tarihi: 27.05.2022
- [7] Adams, H. (2011). *History of the United States of America (1801-1817): Volume 4: During the Second Administration of Thomas Jefferson 2 (Vol. 2)*. Cambridge University Press.
- [8] KIRCI, P. 3D Game Design with UNITY 3D Game Simulator. *International Journal of Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies*, 3(2), 225-229.
- [9] Satman, A. G., & YAYIN, K. (2015). UNITY 3D (Vol. 146). KODLAB YAYIN DAĞITIM YAZILIM LTD. ŞTİ.
- [10] Aydın, H. (2021). *Yapay Zekâ Dijital Sistemler ve Uygulamaları (Bölüm 23. Siber Güvenlik ve Yapay Zekâ. Sayfa Nu: 479-509)*. Editör: Prof. Dr. Cemalettin KUBAT. Aralık 2021, ISBN: 978-605-9594-88-2.
- [11] Billings, D., Davidson, A., Schaeffer, J., & Szafron, D. (2002). The challenge of poker. *Artificial Intelligence*, 134(1-2), 201-240.
- [12] Moravčík, M., Schmid, M., Burch, N., Lisý, V., Morrill, D., Bard, N. & Bowling, M. (2017). Deepstack: Expert-level artificial intelligence in heads-up no-limit poker. *Science*, 356(6337), 508-513
- [13] Brown, N., & Sandholm, T. (2018). Superhuman AI for heads-up no-limit poker: Libratus beats top professionals. *Science*, 359(6374), 418-424.
- [14] Pfund, J. (2007). Support Vector Machines in the Machine Learning Classifier for a Texas Hold'em Poker Bot.
- [15] McNally, P., & Rafii, Z. (2008). *Opponent Modeling in Poker Using Machine Learning Techniques*. Northwestern University.
- [16] Costa, A. M. (2019). *A Study on Neural Networks for Poker Playing Agents (Doctoral dissertation, PUC-Rio)*.
- [17] YİĞİTER, U., & TATAR, E. MİMARLIK VE MEDYA ETKİLEŞİMİNDE OYUN TASARIMI. *GSI Journals Serie C: Advancements in Information Sciences and Technologies*, 2(1), 1-22.
- [18] C. E. Shannon, "Programming a Computer for Playing Chess. The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine," *Journal of Science*, vol. 41, no. 314, pp. 256–275, 1950.
- [19] J. X. Chen, "The evolution of computing: AlphaGo," *Computing in Science & Engineering*, vol. 18, no. 4, pp. 4–7, 2016.
- [20] G. N. Yannakakis, 2005. AI in computer games: generating interesting interactive opponents by the use of evolutionary computation.
- [21] M. Pirovano, *The use of fuzzy logic for artificial intelligence in games*, Milano, 2012.
- [22] M. Dehghani, Z. Montazeri, and O. P. Malik, "DGO: Dice game optimizer," *Gazi University Journal of Science*, vol. 32, no. 3, pp. 871–882, 2019.
- [23] T. Uzul and E. S. aykol, "Evaluating a Player's Network Class in a Multiplayer Game with Fuzzy Logic," *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, vol. 10, no. 1, pp. 163–173, 2020.
- [24] A. Lohokare, A. Shah, and M. Zyda, "Deep Learning Bot for League of Legends," *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial*

- Intelligence and Interactive Digital Entertainment, vol. 16, pp. 322–324, 2020.
- [26] M.Cetin, & Y. Sarica. Artificial Intelligence Based Game Levelling. *Balkan Journal of Electrical and Computer Engineering*, 8(2), 147-153.
- [27] Russell, S., & Norvig, P. (2002). *Artificial intelligence: a modern approach*.