

## Oyun Teorisi Perspektifinden Bilgisayar Oyunlarında Yapay Zekâ Kullanımı Üzerine Bir Değerlendirme

Ahmet EFE\*

### Öz

Yapay zekâ (YZ), oyun ve oyun teorisi, son derece farklı ancak birbiriyle yakından ilişkili disiplinlerdir. Oyun Teorisi, adından oldukça farklı olarak, bir YZ modelinin yapılandırılması ve planlanması söz konusu olduğunda uğraşılması gereken ciddi bir mesele haline gelmiştir. Bununla birlikte, YZ'deki oyun teorisinin gücünü anlamak için, oyun teorisini ve uygulamalarını gerçekte neyin oluşturduğunun temellerini anlamak önem arz etmektedir. Son araştırmalar, bu alanlar arasındaki bağlantıların derin olduğunu ve bu araştırma disiplinleri arasındaki boşluğu doldurmanın zamanının geldiğini göstermektedir. Bu nedenle YZ tabanlı bilgisayar oyunlarının tasarlanması ve geliştirilmesi, çeşitli disiplinlerden profesyonellerin dahil olabileceği karmaşık bir inovasyon olabilir. Buna göre, bir bilgisayar oyununun farklı bölümlerinde oyun tasarımını desteklemek için YZ tabanlı oyun teorisinin kullanımı incelenerek bilgisayar oyunları, oyun teorisi ve YZ arasındaki ilişkinin bir fotoğrafı çekilmektedir. Bu çalışmada, YZ'nin kullandığı doğrusal makine öğrenimi, doğası gereği büyük ölçüde tek boyutlu unsurlarla ilgilenirken, YZ'nin gerçek gücünün aslında oyun teorisini ve bunun çeşitli yönlerini uygulamasıyla ortaya çıkabildiği ileri sürülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Oyun Teorisi, Bilgisayar Oyunları, Yapay Zekâ, Makine Öğrenmesi, Nash Dengesi

### An Evaluation on the Use of Artificial Intelligence in Computer Games from Perspective of the Game Theory

#### Abstract

Artificial intelligence (AI), game and game theory are extremely different but closely related disciplines. Game Theory, quite different from its name, has become a serious issue to deal with when it comes to configuring and planning an AI model. However, to understand the power of game theory in AI, it is important to understand the basics of what actually makes up game theory and its applications. Recent research shows that the links between these fields are deep and it is time to bridge the gap between these research disciplines. Therefore, designing and developing AI-based computer games can be a complex innovation that can involve professionals from a variety of disciplines. Accordingly, here is a photograph of the relationship between computer games, game



**Derleme Makale (Review Article)**

**Geliş/Received:** 25.04.2021

**Kabul/Accepted:** 24.04.2024

**DOI:** <https://dx.doi.org/10.17336/igusb.927479>

\* Doç. Dr., CISA, CRISC, PMP, Kıdemli Bölgesel Risk Yönetimi Sorumlusu, IFRC Avrupa, Budapeşte, Macaristan. E-posta: [icsiacag@gmail.com](mailto:icsiacag@gmail.com) **ORCID** <https://orcid.org/0000-0002-2691-7517>

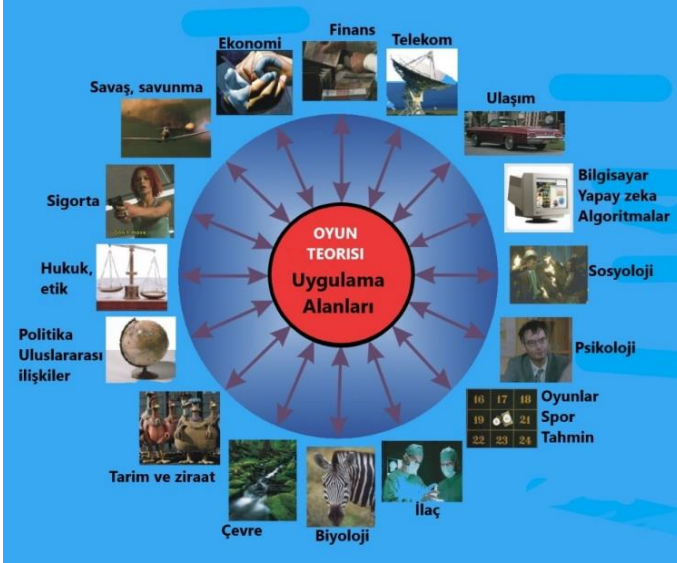
theory and AI by examining the use of AI-based game theory to support game design in different parts of a computer game. In this study, it is suggested that while linear machine learning used by AI deals with one-dimensional elements to a great extent by its nature, the real power of AI can actually be revealed by its application of game theory and its various aspects.

**Keywords:** Game Theory, Computer Games, Artificial Intelligence, Machine Learning, Nash Equilibrium

## 1. Giriş

Oyun teorisi, insan davranışlarının matematiksel bir keşfi olarak başladı. Oyun teorisi, bağımsız, çıkarıcı ve rekabetçi etmenler arasındaki etkileşimin matematiksel çalışması olarak ifade edilebilir. Kullanılmaya başlandığı ilk zamandan beri bu terim, sadece insanlar için değil, hayvanlar ve bilgisayarlar için de karar verme bilimini kapsayacak şekilde genişleme göstermiştir. Başlangıçta, oyun teorisi yalnızca sıfır toplam "oyunlara" bakıyordu. Sıfır toplam, bir kişinin "kazanması" ve diğerinin "kaybetmesi" durumunda geçişkenlik olduğu için toplamdaki sonuçta ek bir "değer" eklenmediği anlamına gelir. Oyun Teorisi ekonomi, psikoloji ve siyaset biliminde çok kullanılmakla birlikte biyoloji ve bilgisayar bilimi çalışmalarında da yer almaktadır. Oyun teorisi çalışmaları geliştikçe, sıfır toplam olmayan oyunlarda da kullanılmaya başlandı. Bu genişleme, kazan-kazan çözümlerinin mümkün olduğu veya en azından kaybet-kaybet durumlarının önlenilebileceği durumlarla da ilgilenmek anlamına gelmekteydi (Shoham, 2008).

Oyun teorisinin ilgili kitlesi son yıllarda çarpıcı bir şekilde büyüme göstermiş ve Şekil-1 de görüldüğü üzere şimdi siyaset bilimi, biyoloji, psikoloji, ekonomi, dilbilim, sosyoloji ve bilgisayar bilimi gibi çok çeşitli disiplinlerde kullanılabilir. Şekil 1. Oyun Teorisi Uygulama Alanları



Kaynak: [http://euler.fd.cvut.cz/predmety/game\\_theory/](http://euler.fd.cvut.cz/predmety/game_theory/) den devşirilmiştir.

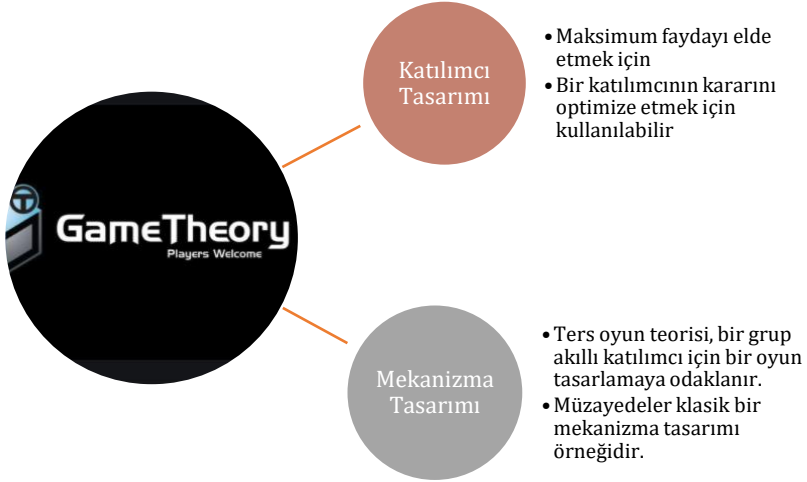
Şekil 1. Oyun Teorisi Uygulama Alanları

Oyun teorisi, matematiksel bir çerçeve içinde ajanlar arasındaki çatışma ve iş birliği gibi etkileşimleri inceler. Bu etkileşimler, her ajanın mümkün olan her kararı ve bu kararların her olası kombinasyonunu analiz eder. Oyun teorisi, her bir karar kombinasyonuna karşılık gelen ödüller ve kayıplarla ilgilenir. Bu bilgiler ışığında, oyunun olasılıkları belirlenebilir.

Gerçek dünyadaki stratejik etkileşimler oldukça karmaşıktır ve oyun teorisi modelleri kullanılarak anlaşılabilir hale getirilebilir. Örneğin, Nash Denge, Pareto Verimliliği, çok sayıda denge, Simetrik ve Asimetrik denge gibi modeller, bu karmaşıklıkları ele almak için kullanılabilir. Dengeli bir oyun, oyuncuların eşit "kazanma" olasılıklarına sahip olduğu bir durumu ifade ederken, dengesiz bir oyun, oyuncuların her seferinde doğru kararı verseler bile, bir oyuncunun diğerine göre avantajlı olduğu bir durumu ifade eder.

Oyun teorisi, savaş stratejilerinden iş stratejilerine ve hatta tahta oyunlarına kadar çeşitli alanlarda uygulanabilir. Özellikle YZ dünyasında, oyun teorisinin uygulanması oldukça ilginç olabilir. YZ sistemleri, çok boyutlu ve çok faktörlü etkileşimlerin modellendiği bir alandır ve oyun teorisi, bu sistemlerin geliştirilmesinde önemli bir rol oynayabilir.

Ancak, bazı durumlarda, özellikle çok katılımcılı ortamlarda, oyun teorisi uygulanması daha zor olabilir. Bu tür ortamlarda, oyun teorisi, Katılımcı ve Mekanizma tasarımları olmak üzere iki temel role hizmet edebilir. Örneğin, satış tahmini optimizasyonu gibi bazı alanlarda, oyun teorisi direkt olarak uygulanabilirken, diğer durumlarda daha karmaşık bir yaklaşım gerekebilir.



**Şekil 2.** Oyun Teorisinin iki alanı olarak katılımcı ve mekanizma tasarımları

Bu dijital çağda popüler oyunların çoğu, YZ ve oyun teorisi sayesinde geliştirilmektedir. Ancak, oyun teorisi sadece oyunlarla sınırlı değildir; aynı zamanda Generative Adversarial Networks (GAN'lar), makine öğrenimi algoritmaları ve manipülasyona dirençli sistemler gibi diğer büyük YZ uygulamalarıyla da ilişkilidir. Kısacası, oyun teorisi, birden fazla kişinin dahil olduğu mantıksal problemlerin çözümünde yapay zekâda kullanılabilir. Oyunlar, elbette, oyun teorisinin en açık ifadesi olsa da, bu kavramların uygulandığı tek alan değildir. Bu nedenle, oyun teorisi ve yapay zekânın birleşimi, birçok farklı alanda etkili olabilir. Çünkü bir görevi gerçekleştirmek için

iş birliği yapan veya rekabet eden birden fazla "katılımcıyı" içeren senaryolar, YZ teknikleri kullanılarak oyunlaştırılabilir ve geliştirilebilir. Bu durum, oyun teorisinin ve yapay zekânın, yazılım sistemlerini düşünmenin ve modellemenin bir yolu olduğu noktasını açıklar.

Betimleyici ve kavramsal ilişki arayıcı bu çok disiplinli çalışmada, öncelikle oyun teorisinin bilgisayar destekli ve YZ tabanlı oyun geliştirmedeki rolüne ilişkin ilgili literatür taraması yapılmıştır. Oyun teorisi bağlamında farklı oyun türleri incelenmiş, Nash dengesi kavramına vurgu yapılmış, bilgisayar ve çevrimiçi oyun geliştirmede oyun teorisi ele alınmış ve son olarak gerekli analiz ve değerlendirmeler yapılarak sonuçlandırılmıştır.

### 1.1. Varsayımlar

Çalışmamıza esas olan temel varsayımlar şunlardır:

1) Oyun Teorisi ve Yapay Zekâ Entegrasyonu: Varsayım, oyun teorisinin YZ (YZ) gelişiminde önemli bir rol oynayabileceğini önerir. Bu, oyun teorisi prensiplerinin, YZ sistemlerinin stratejik kararlarını geliştirmede ve optimize etmede etkili bir şekilde kullanılabilmesini kabul eder.

2) Çoklu Katılımcı Ortamlar: Oyun teorisi ve YZ'nin en etkili şekilde kullanılabilmesi varsayım, çoklu katılımcıların olduğu karmaşık ortamlardır. Bu tür ortamlar, oyun teorisi ve YZ'nin çatışma ve iş birliği senaryolarını modellemek ve optimize etmek için potansiyel sağlar.

3) Oyun Geliştirme ve Optimizasyon: Varsayım, oyun geliştiricilerinin oyunlarını daha dengeli ve rekabetçi hale getirmek için oyun teorisi ve YZ tekniklerini kullanabileceğini ileri sürer. Bu, oyunlarını daha ilgi çekici ve dengeli hale getirmek isteyen geliştiriciler için bir potansiyel olarak görülür.

4) Oyun Teorisi ve YZ'nin Çeşitli Alanlara Uygulanabilirliği: Oyun teorisi ve YZ'nin yalnızca oyunlarla sınırlı olmadığı varsayımı, bu iki alanın çok çeşitli disiplinlerde uygulanabileceğini öne sürer. Bu, ekonomi, psikoloji, biyoloji, sosyoloji ve diğer disiplinlerdeki stratejik etkileşimleri anlamak ve optimize etmek için potansiyel sağlar.

### 1.2. Araştırma Hipotezi:

Makalenin ana hipotezi şu şekilde kurgulanmıştır:

Oyun teorisi prensipleri, YZ algoritmalarıyla entegre edildiğinde, bilgisayar oyunlarının tasarımı ve geliştirilmesinde daha dengeli, rekabetçi, ve etkileyici deneyimler yaratma potansiyeline sahiptir. Bu potansiyel, oyun geliştiricilerine ve araştırmacılara daha iyi oyun tasarlama ve optimize etme konusunda yeni yaklaşımlar sunabilir. Bu hipotezi desteklemek için, oyun teorisi ve YZ ile ilgili literatür incelenecek ve bilgisayar oyunlarının geliştirme süreçlerinde bu iki alanın nasıl kullanılabilmesi araştırılacaktır.

## 2. Literatür

Konuyla ilgili yapılan araştırmada, Scholar veri tabanındaki yayınlardan faydalanılmıştır. "Oyun teorisi" başlığı altında yapılan aramada yaklaşık 3.430.000, "yapay zekâ" başlığı altında yapılan aramada ise 2.680.000 adet yayın bulunmuştur. Ayrıca, "yapay zekâ ve oyun teorisi" başlığı altında yapılan aramada ise 997.000 adet yayın elde edilmiştir. Ancak, Türkçe literatürde bu konuda yeterli düzeyde yayın bulunmadığı belirlenmiştir. "Yapay zekâ ve oyun teorisi" ile "oyun teorisi ve bilgisayar oyunları" başlıkları altında yapılan Türkçe aramalarda hiçbir yayına rastlanmamıştır. Bununla birlikte, "yapay zekâ" başlığı altında 12.800 yayın, "oyun teorisi" başlığı altında

ise 1940 yayın bulunmuştur. Bu nedenle, YZ ile oyun teorisi arasındaki ilişkiyi ele alan bir çalışmanın literatüre önemli katkılar sağlayabileceği ve büyük bir öneme sahip olduğu ifade edilebilir.

Son zamanlarda, oyun teorisine olan ilgi, değişimlerin modellemesinden dağıtılmış protokollerin tasarımına kadar değişen kullanımlarıyla çeşitli araştırma disiplinlerinde yeniden artmıştır. YZ topluluğunda, oyun teorisi, çoklu ajanlı sistemlerde stratejik ve iş birliğine dayalı etkileşimi incelemek için baskın bir model olarak öne çıkmaktadır. Klasik çalışmalar zengin matematiksel temeller ve denge kavramları sunmaktadır; ancak, oyun teorisinin büyük ve karmaşık sistemlere uygulanabilmesi için gerekli olan hesaplama ve temsil anlayışlarına dair çalışmalar sınırlıdır. Hızla gelişen hesaplamalı oyun teorisi, bu tür algoritmik problemleri ele almaktadır (Shoham, 2008).

Günümüzde, teori, çeşitli biyolojik oyunların modellenmesinde doğa bilimlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Aslında, teorisinin ilkeleri, web tabanlı akıllı ajanların veya robotların karmaşık karar verme problemleriyle karşılaşabileceği durumları ele alabilir (Tennenholtz, 2002), veya değişimsel oyun teorisinin, farklı dinamikler ve biyolojik oyunlar arasındaki etkileşimde kullanılabilir (Nowak & Sigmund, 2004).

Singapur'daki Sussex Üniversitesi, Imperial College London ve Nanyang Teknoloji Üniversitesi'ndeki araştırmacılar, robotların insanlara güvenli ve çok yönlü bir şekilde yardımcı olmasını sağlamak için oyun teorisini kullandılar. İlk kez, araştırma ekibi, insan kullanıcının davranışını anlayabilen bir robotu programlamak için uyarlanabilir kontrol ve Nash dengesi oyun teorisini kullandı. Bu buluş, spor eğitimi, fiziksel rehabilitasyon veya ortak sürüş gibi alanlarda insanları tamamlayan robotlara yardımcı olabilir. Ancak, robotların geliştirilmesi henüz erken aşamadır ve şu anda, kullanıcılar insanlarla yakın iş birliği yapmak için yeterince sezgisel değildir. Araştırmacılar, insan kullanıcıların davranışlarını tanımlayarak ve oyun teorisinden yararlanarak robotların en iyi şekilde tepki vermesini sağlayan bir sistem geliştirmiştir (Liang ve Xiao, 2010).

Nature Machine Intelligence'da yayınlanan bir makalede, araştırmacılar bir robotun bir insanla fiziksel etkileşimi için oyun teorisini nasıl kullandıklarını ve felç geçirmiş bir kişinin motor kontrolünü yeniden eğitmesine yardımcı olmak için nasıl kullanılabileceğini özetlemektedir. Oyun teorisi, ekonomik ajanların kendi kazançlarını en üst düzeye çıkarmak için nasıl karar verdiklerini ve birbirleriyle nasıl etkileştiklerini anlamak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak, bir robot ile insan kullanıcının etkileşimine başarılı bir şekilde uygulamak için araştırmacılar, robotun insanın niyetini bilememesi sorununun üstesinden gelmek zorunda kalmıştır. Bu nedenle, araştırmacılar, robotun insan partnerini tanımlamasını sağlayan bir yöntem geliştirmiştir. Bu durumda, bir reaktif robotik programlama sistemi kullanılmıştır, bu da robotun insan kullanıcının kontrolünü öğrenmesini ve kendi kontrolünü buna göre uyarlamasını sağlamaktadır. Bu sayede, robot insan kullanıcının eylemlerini anlayabilir, yanıt verebilir ve görevleri başarıyla ve minimum çabayla gerçekleştirebilir. Oyun teorisini insan-robot etkileşimine uygulamak için, robotun insan kullanıcının kontrol hedeflerini aynı anda onlarla sorunsuz bir şekilde etkileşime girecek şekilde belirleyebilmesi gerekmektedir (Li ve diğerleri, 2019).

İlerleme kaydedilen bir alanda, çok boyutlu bir fonksiyonun optimumunu bulmak için oyun teorisinin kavramlarının kullanılması dikkate değerdir. Bu bağlamda, Lambert, Epelman ve Smith (2005) hayali oyunu, oyuncuların her birinin tek bir değişkeni temsil ettiği ve küresel bir maliyet fonksiyonunu optimize etmek için bağımsız olarak hareket ettiği bir optimizasyon buluşsal yöntemi olarak öne sürmüşlerdir. Analiz, bu bağımsız değişkenlerin ürünleri olan nesnel işlevler sınıfına dikkati çeker ve bu nedenle pratikte oldukça sınırlıdır. Benzer şekilde, Wolpert ve diğerleri, eylemleri aracılığıyla küresel bir maliyet işlevini en üst düzeye çıkarmaya çalışan bağımsız oyuncuları değerlendirmişlerdir (Lee & Wolpert, 2004; Wolpert, 2004). Bununla birlikte,

optimizasyon, tüm oyuncular tarafından seçilen değişkenlerin ortak dağılımlarına göre gerçekleştirilecektir. Her oyuncu için bağımsız seçimlerle sonuçlanan bir ortalama alan yaklaşımı kullanılır. Fudenberg ve Levine (1999), Makine öğrenimi ve istatistiğin tekniklerini kullanarak oyun-teorik algoritmalarını geliştirme bağlamında, kurgusal oyunun Bayesçi bir öğrenme prosedürü olduğunu göstermektedir. Ancak bu yorum, hayali oynatmanın bir tür eklenti sınıflandırıcı olduğunu göstermektedir (Ripley, 2000) ve yöntemi geliştirmek için Bayesçi tekniklerinin tüm gücünü kullanmaktan vazgeçmemektedirler (Grünwald ve diğerleri, 2004).

Görüldüğü üzere bu konuyla ilgili önemli araştırmaları ve çalışmaları genel anlamda şu şekilde sınıflandırılabilir:

### **2.1. Oyun Teorisi ve Yapay Zekâ Entegrasyonu**

Oyun teorisi ve YZ entegrasyonu konusunda yapılan çalışmalar, bilgisayar oyunlarının tasarımı ve oynanabilirliği üzerinde önemli etkileri olduğunu göstermektedir (Shoham, 2008). Oyun geliştiricileri, oyun teorisi prensiplerini kullanarak YZ algoritmalarını geliştirerek daha akıllı ve rekabetçi YZ karakterleri oluşturabilirler (Yannakakis & Hallam, 2018).

### **2.2. Çoklu Katılımcı Ortamlar ve Oyun Teorisi**

Çoklu katılımcı oyunlar, oyun teorisi ve YZ'nin en etkili şekilde uygulanabileceği senaryolardan biridir. Bu tür oyunlarda, oyuncular arasındaki stratejik etkileşimlerin modellenmesi ve optimize edilmesi karmaşık bir görev olabilir (Tennenholtz, 2002). Oyun teorisi, oyuncular arasındaki iş birliği ve rekabeti anlamak ve daha dengeli oyun deneyimleri sunmak için kullanılabilir (Bowling et al., 2003).

### **2.3. Oyun Geliştirme ve Optimizasyon**

Oyun geliştiricileri, oyun teorisi ve YZ tekniklerini kullanarak oyunlarını daha dengeli ve rekabetçi hale getirebilirler. Nash dengesi, oyunların dengeye ulaştığı noktayı tanımlamak için kullanılabilir ve bu, oyunların daha adil ve ilgi çekici hale getirilmesine yardımcı olabilir (Zhang & Faltings, 2019). Ayrıca, oyun teorisi modelleri, oyunların dengesizliklerini ve kazançlarını incelemek için kullanılabilir (Hart & Mas-Colell, 2013).

### **2.4. Oyun Teorisi ve YZ'nin Çeşitli Alanlara Uygulanabilirliği**

Oyun teorisi ve YZ'nin sadece bilgisayar oyunları ile sınırlı olmadığı vurgulanmalıdır. Bu iki alan, ekonomi, psikoloji, biyoloji, sosyoloji ve diğer birçok disiplindeki stratejik etkileşimleri anlamak ve optimize etmek için kullanılabilir (Nowak, 2006). Örneğin, ekonomi alanında, oyun teorisi, rekabetçi pazarların analizi ve iş birliği stratejilerinin belirlenmesi için yaygın olarak kullanılmaktadır (Fudenberg & Tirole, 1991).

Literatür taraması, oyun teorisi ve YZ'nin bilgisayar oyunlarında kullanımının, oyunların daha dengeli, rekabetçi ve ilgi çekici hale getirilmesine katkı sağlayabileceğini göstermektedir. Bu iki alanın entegrasyonu, oyun geliştiricilerine daha akıllı ve özgün YZ karakterleri oluşturma fırsatı sunar. Ayrıca, çoklu katılımcı ortamlarda oyun teorisi, oyuncular arasındaki stratejik etkileşimleri daha iyi anlamak ve optimize etmek için kullanılabilir. Bu, oyunların daha adil ve dengeleyici hale getirilmesine yardımcı olabilir.

Öte yandan, oyun teorisi ve YZ'nin çeşitli alanlarda uygulanabilirliği, bu iki alanın sadece bilgisayar oyunları ile sınırlı olmadığını göstermektedir. Ekonomiden biyolojiye

kadar birçok disiplinde, stratejik etkileşimleri modellemek ve anlamak için bu tekniklerin potansiyeli bulunmaktadır.

Sonuç olarak, oyun teorisi ve YZ'nin bilgisayar oyunları ve diğer disiplinlerdeki uygulamaları hala gelişmekte olan bir alandır ve daha fazla araştırmaya ihtiyaç duymaktadır. Bu alanın ilerlemesi, daha akıllı ve etkileyici YZ sistemlerinin geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

### 3. Oyun Teorisi Bağlamındaki Oyun Türleri

Oyun teorisi bağlamında oyun türlerini değerlendirmek için, farklı oyunların stratejik özelliklerini, oyuncu etkileşimlerini ve kazanma koşullarını analiz etmek önemlidir. Aşağıda, oyun türlerinin değerlendirilmesi için kullanılacak bazı yaklaşımları içeren bir açıklama bulunmaktadır (Osborne & Rubinstein, 1994):

1) Oyunların Temel Stratejik Özellikleri: Oyun türleri, temel stratejik özelliklerine göre değerlendirilebilir. Bu özellikler arasında oyuncuların bilgi seviyeleri (tam bilgi, kısmi bilgi, bilgisizlik), oyunun sıfır toplam veya sıfır toplam olmayan bir oyun olması, oyunun rekabetçi veya işbirlikçi olması gibi faktörler yer alır. Örneğin, sıfır toplam oyunlar genellikle rekabetçi oyunlardır, bu nedenle bu tür oyunların stratejileri farklılık gösterebilir (Fudenberg & Tirole, 1991).

2) Oyuncu Etkileşimleri ve Karar Süreçleri: Oyun türlerini değerlendirirken, oyuncu etkileşimlerini ve karar süreçlerini incelemek önemlidir. Oyuncular arasındaki etkileşimler, oyunun dinamiklerini ve çatışma seviyelerini belirler. Bazı oyunlar simultane (eşzamanlı) kararlar gerektirirken, diğerleri ardışık kararları içerebilir. Bu etkileşim biçimleri, oyuncuların stratejilerini etkileyebilir (Rasmusen, 2007).

3) Kazanma Koşulları ve Hedefler: Her oyun türü farklı kazanma koşullarına ve hedeflere sahiptir. Kazanma koşulları oyunun sonucunu belirlerken, oyuncuların hedefleri stratejilerini şekillendirir. Oyunlar, oyuncuların toplam kaynakları artırmaya, rakipleri alt etmeye veya belirli bir amaca ulaşmaya çalıştığı farklı kazanma koşullarıyla gelir (Binmore, 2007).

4) Oyunun Denge Noktaları: Oyun türlerini değerlendirmek için, denge noktalarını ve denge dışı stratejileri incelemek önemlidir. Nash dengesi gibi denge noktaları, oyuncuların en iyi yanıtlarını temsil eder ve stratejik istikrarı belirler. Oyunun denge noktaları, oyuncu davranışlarını anlamak için kullanışlıdır (Fudenberg & Tirole, 1991).

5) Oyunların Uygulama Alanları: Oyun türlerini değerlendirmek için, farklı oyunların gerçek dünya uygulama alanlarını incelemek de önemlidir. Oyun teorisi, ekonomiden biyolojiye, politikadan bilgisayar bilimine kadar birçok alanda kullanılır. Oyun türlerinin bu farklı uygulama alanları, oyunların nasıl modellendiği ve analiz edildiği konusunda farklılıklar yaratabilir (Myerson, 1991).

Dolayısıyla, oyun teorisi bağlamında oyun türlerini değerlendirmek için oyunların stratejik özellikleri, oyuncu etkileşimleri, kazanma koşulları, denge noktaları ve uygulama alanları göz önüne alınmalıdır. Bu faktörler, oyunların analiz edilmesi ve anlaşılması için önemlidir.

Şu anda, yaklaşık 5 tür oyun sınıflandırması vardır. Bunlar aşağıdaki gibidir (Qohen-Solal, 2020):

- Sıfır Toplamlı ve Sıfır Toplamlı Olmayan Oyunlar: Sıfır toplamlı olmayan oyunlarda birden fazla oyuncu vardır ve hepsinin başka bir oyuncunun herhangi bir hamlesinden dolayı bir avantaj kazanma seçeneği vardır. Sıfır toplamlı oyunlarda, ancak bir oyuncu bir şey kazanırsa, diğer oyuncular önemli bir final kaybedeceklerdir.

- Eşzamanlı ve Sıralı Oyunlar: Sıralı oyunlar, her oyuncunun başka bir oyuncunun hareketinden haberdar olduğu daha popüler oyunlardır. Eşzamanlı oyunlar içlerinde olduğu gibi daha zordur, oyuncular eşzamanlı bir oyuna dahil olurlar. Masa oyunları, sıralı oyunların mükemmel bir örneğidir ve aynı zamanda sıra tabanlı veya kapsamlı biçimli oyunlar olarak da adlandırılır.
- Kusursuz Bilgi ve Kusursuz Bilgilendirme Oyunları: Kusursuz bir bilgi oyununda, her oyuncu diğer oyuncunun hareketinin farkındadır ve aynı zamanda diğer oyuncunun nihai oyunu kazanmak için uygulayabileceği çeşitli stratejilerin de farkındadır. Kusurlu bilgi oyunlarında ise hiçbir oyuncu diğerinin ne yaptığının farkında değildir. Kart oyunları ve Satranç ise kusursuz bilgi oyunlarının mükemmel bir örneğidir.
- Asimetrik ve Simetrik Oyunlar: Asimetrik oyunlar, her oyuncunun farklı ve genellikle çelişen bir nihai hedefe sahip olduğu galibiyet oyunlarıdır. Simetrik oyunlar, tüm oyuncuların aynı nihai hedefe sahip olduğu, ancak her biri tarafından kullanılan stratejinin tamamen farklı olduğu oyunlardır.
- İşbirliğine Dayalı ve İşbirliğine Dayalı Olmayan Oyunlar: İş birliği olmayan oyunlarda, her oyuncu ortak oyunlarda kendi adına oynar, oyuncular nihai hedefe ulaşmak için ittifaklar oluşturur.



Şekil 3. Oyun Teorisi Kapsamındaki Oyun Türleri



#### 4. Oyunlarda Nash Dengesi

Nash dengesi, Oyun Teorisinin özü olarak düşünülebilir. Temelde bir oyundaki birden fazla oyuncunun iş birliği denge noktasını gösteren durudur. Nash Dengesi, her oyuncuya maksimum karı garanti eder. Bunu Generative Adversarial Networks (GANs) yardımıyla anlamaya çalışalım. *Ayırıcı (DNN) ve Üretici (GNN)* olarak iki sinir ağının birleşimidir: Üretici Sinir Ağı, analiz ettiği girdi görüntüleri ile beslenir ve ardından gerçek girdi görüntülerini olabildiğince yakın temsil etmek için yapılan yeni örnek görüntüler üretir. Görüntüler üretildikten sonra, Ayırıcı Sinir Ağına gönderilir. Bu sinir ağı, kendisine gönderilen görüntüleri analiz edip yargılar ve bunları üretilen görüntüler ve gerçek girdi görüntüleri olarak sınıflandırır. Görüntü orijinal görüntü olarak sınıflandırılırsa, DNN değerlendirme parametrelerini değiştirir. Görüntü, oluşturulan yapay bir görüntü olarak sınıflandırılırsa, görüntü reddedilir ve GNN'ye geri döndürülür. GNN daha sonra, üretilen görüntünün kalitesini iyileştirmek için parametrelerini değiştirir. Bu, her iki sinir ağının parametrelerinde herhangi bir değişiklik yapmasına gerek kalmayana ve her iki sinir ağında daha fazla gelişme olamayana kadar devam eden rekabetçi bir süreçtir. Bu daha fazla iyileştirmenin olmadığı durum "NASH Dengesi" olarak bilinir. Başka bir deyişle, GAN, her iki oyuncunun da bir Nash Dengesi bulmak için sürekli olarak kendilerini optimize ettiği 2 oyunculu rekabetçi bir oyundur (Genç ve Kadah, 2018).

Herhangi bir oyunda, ajanlardan birinin stratejilerini diğer ajanların önünde açıklaması gerekir. Açıklama sonrası oyunculardan hiçbiri stratejilerini değiştirmese oyunun Nash Dengesine ulaştığı anlaşılır. Peki, eşzamanlı bir oyunda Nash Dengesine nasıl ulaşılır? Pek çok örnek var ama en ünlüsü Mahkûmların İnkilemidir. Kapalı çanta değişimi Oyunu, Arkadaş veya Düşman Oyunu ve tekrarlanan Snowdrift Oyunu gibi daha başka örnekler de var. Tüm bu oyunlarda iki oyuncu yer alır ve son elde her iki oyuncunun da vermesi gereken bir kararın sonucudur. Her iki oyuncu da ayrılma ve iş birliği arasında bir seçim yapmak zorundadır. Her iki oyuncu da iş birliği yaparsa, son el her ikisi için de olumlu olacaktır. Ancak, her iki oyuncu da kusurluysa, son el her iki oyuncu için de negatif olacaktır. Bir oyuncunun arıza olduğu ve diğerinin birlikte hareket ettiği bir kombinasyon varsa, son el biri için pozitif, diğeri için negatif olacaktır. Nash Dengesi burada önemli bir rol oynar. Ancak her iki oyuncu da birbirlerine fayda sağlayan ve her ikisine de olumlu bir oyun sağlayan bir strateji yazarsa, bu sorunun çözümü en uygun olacaktır. Bu ikilemi çözmeye çalışan daha birçok gerçek örnek ve bir dizi kod parçası var. Bununla birlikte, temel öz, rahatsız bir durumda Nash Dengesinin elde edilmesidir.

#### 5. Bilgisayar ve Çevrimiçi Oyun Geliştirmede Oyun Teorisi

Oyun teorisini oyun geliştirmeye uygulamanın en net yollarından biri, olasılıkları dengelemektir. Oyuncular için haksızlık hissi kadar sinir bozucu olan çok az şey var. Bir oyuncunun diğeri oyunculara karşı haksız bir avantajı olmamalıdır. Bunu yalnızca bilerek yapmaktan kaçınmakla kalmaz, aynı zamanda bu seçeneği kazara dahil etmekten de kaçınmak istersiniz. Bu her zaman işe yaramıyor. Oyuncular kuralları çiğnemenin yollarını bulur. Oyun teorisi, oyun karar vermeyi içeriyorsa, adil bir oyun tasarlamaya yardımcı olabilir. Kart oyunları buna güzel bir örnektir. Ancak beceri (refleksler, nişan alma vb.) içeren oyunlarınız olduğunda oyun teorisi yardımcı olamaz. Bir oyuncunun daha iyi bir şut olmasını hesaba katamaz, onlara yalnızca oyun içi oyun alanında bir seviye verebilir. Halo'nun hile modu gibi bir formatta kendi kendine tasarlanmış bir haritayı donatmak yeterince iyidir. Ve Counter-Strike gibi oyunlarda bazı oyuncuların çekilişte daha hızlı olacağına saygı duymalısınız. Peki, oyuncular çok oyunculu oyunlarda istenmeyen bir seçim bulduğunda ve bu seçim bozuk bir oyuna yol açarsa ne olur? Oyuncuların bir oyunda kendilerine haksız bir avantaj sağlamak için yapabilecekleri bir

seçim varsa, birkaç oyuncu bunu bulacak ve kötüye kullanmaya başlayacaktır (Li ve diğerleri, 2019). İlk başta, tüm oyuncular için bu seçimi yapmamak sinir bozucu olabilir. Daha fazla oyuncu fark ettikçe, daha fazla oyuncu bu seçimi yapmaya başlar ve kendilerine haksız bir avantaj sağlayabilir. Oyunda bir şansa sahip olmanın tek yolu bu haksız avantajı kullanmaktır. Açıkçası, bu oyunun oynanış şeklini değiştiriyor. Oyuncular amaçlanan mekanizayı takip etmiyor ve oyun olması gerektiği gibi çalışmıyor. Bu genellikle oyunu daha az eğlenceli hale getirir. Peki işin içerisine YZ girdiğinde ne olur? YZ insan oyuncuların hile yaptığının farkına varabilir mi? bu hususta söylenebilecek pek çok şey vardır.

### 5.1. Bilgisayar Oyunlarında Kendi Kendine Öğrenme ve Sonuçları

Kendi kendine öğrenme, YZ ve bilgisayar oyunları alanında önemli bir konu olmuştur. Bu özellik, bilgisayar oyunlarına adaptif ve akıllı davranışlar kazandırma potansiyeline sahiptir (Sutton & Barto, 2018).

Kendi kendine öğrenme özelliği, bir YZ sisteminin oyun içi deneyimlerden öğrenme yeteneğini ifade eder. Bu özellik, birkaç temel bileşenle teknik olarak mümkün olabilir:

1) Veri Toplama ve Gözlemeleme: YZ, oyun içi davranışları sürekli olarak gözlemlemeli ve veri toplamalıdır. Bu, oyuncu hareketlerini, oyunun durumunu ve sonuçları izlemeyi içerir (Lipton et al., 2015).

2) Özellik Mühendisliği: Gözlenen veriler, öğrenme için uygun özelliklere dönüştürülmelidir. Özellik mühendisliği, YZ'nin oyun içi bilgileri anlamasına yardımcı olur (LeCun et al., 2015).

3) Model Seçimi: YZ sistemi, verileri analiz etmek ve öğrenmek için uygun bir model seçmelidir. Derin öğrenme (deep learning) ve takviye öğrenme (reinforcement learning) gibi teknikler sıkça kullanılır (Sutton & Barto, 2018).

4) Eğitim ve Yeniden Değerlendirme: YZ, belirli bir süre boyunca verileri kullanarak bir modeli eğitir. Daha sonra, modelin performansını değerlendirmek ve gerektiğinde yeniden eğitmek önemlidir (LeCun et al., 2015).

Kendi kendine öğrenme özelliğinin bilgisayar oyunlarına uygulanmasının sonuçları oldukça önemlidir:

1) Daha Akıllı Düşmanlar: Oyunculara daha zorlu bir deneyim sunmak için YZ tarafından öğrenilen davranışlar, yapay düşmanların daha akıllı ve öngörülemez olmasını sağlayabilir (Silver et al., 2016).

2) Dinamik Oyun Dengelemesi: Kendi kendine öğrenme özelliği, oyun geliştiricilerine dinamik olarak oyun dengelemesi yapma yeteneği sunar. Bu, oyuncu deneyimini sürekli olarak iyileştirmek için kullanılabilir (Sutton & Barto, 2018).

3) Kişiselleştirilmiş Deneyimler: YZ, oyuncuların tercihlerini ve becerilerini öğrenerek kişiselleştirilmiş oyun deneyimleri sunabilir. Bu, oyuncuların daha fazla bağlantı kurmalarına ve daha uzun süre oyun oynamalarına yardımcı olabilir (Silver et al., 2016).

4) Hızlı Öğrenme ve Adaptasyon: YZ, oyun içi deneyimlerden hızla öğrenebilir ve yeni stratejiler geliştirebilir. Bu, oyuncuların zorluk seviyelerine daha hızlı uyum sağlamalarına yardımcı olabilir (Lipton et al., 2015).

Dolayısıyla, kendi kendine öğrenme özelliği, bilgisayar oyunlarının daha akıllı, dinamik ve kişiselleştirilmiş hale gelmesini sağlayabilir. Bu, oyuncuların daha tatmin edici bir deneyim yaşamasına ve oyun geliştiricilerinin oyunlarını sürekli olarak iyileştirmesine olanak tanır.

## 5.2. Yapay Zekâ ile Oyun Teorisi

Oyun teorisi, günümüzde YZ modelleri oluşturmada çok önemli bir unsurdur. Başlangıç olarak, oyun ortamları ve modelleri, "taklitçi öğrenme" veya "pekiştirmeli öğrenme" dahil olmak üzere makine öğrenimi için giderek daha popüler eğitim mekanizmaları haline geliyor. Yer kazandığı alan, bir oyun modeli içindeki diğer araçlar arasındaki oyunlaştırılmış etkileşimlere katılmak için yapılabilen çok-etmenli sistemlerdir. Oyun teorisi, çok aracı sistemlerin bir hedefe ulaşmak, farklı YZ programlarının etkileşime girmesini sağlamak ve ihtiyaç duyduğu bazı önemli yetenekleri kolaylaştırmak için derin öğrenme sistemlerinde çok önemli hale gelmiştir. Oyun teorisi, her bir temsilcinin amacının, aynı boyuttaki diğer ajanların eylemlerini hesaba katarak oyunu kazanmak olduğu varsayımına dayanır. Oyun teorisi temelde, önceden tanımlanmış kurallar (oynama veya manevra yapma) ve sonuçlar bağlamında, hepsi eşit derecede rasyonel olan farklı oyuncular (araçlar) arasındaki tipik stratejik etkileşim için kullanılan bir matematik daldır. Her oyuncu veya temsilci, bencil olan ve belirli bir strateji kullanarak elde edilecek ödülü en üst düzeye çıkarmaya çalışan rasyonel bir varlıktır.

Bunun YZ ile ilişkisi nedir? Pekiştirmeli öğrenmede, çok sayıda aracı oyun boyutları dahilinde birbiriyle etkileşir. Hedefin kazanmak olduğu ve diğer değişkenlerin değişmeden kaldığı göz önüne alındığında, oyunu kazanan temsilci nihayet en uygun olarak kabul edilir. Birden fazla aracı, makine öğreniminde pekiştirmeli öğrenmenin temeli olan bir görevi doğru ve verimli bir şekilde gerçekleştirmek için oyun boyutlarında rekabet edebilir veya iş birliği yapabilir. Bu aynı zamanda gerçek dünyadaki sorunları çözmeye potansiyeline sahiptir ve YZ 'de uygulanan oyun teorisinin kullanımı, siber güvenlikten sağlık hizmeti teşhisine kadar farklı alanlarda yaygınlaşmaktadır. Tipik ortamlarda, oyun mekanizması akılda nihai hedef (çıktı) ile tasarlanmıştır. Oyun Teorisi artık hem Makine Öğrenimi algoritmaları hem de birçok günlük yaşam durumu için açıklayıcı bir faktör haline geldi. Örneğin SVM'yi (Destek Vektör Makinesi) düşünün. Oyun teorisine göre SVM, bir oyuncunun diğerine sınıflandırma için en zor noktaları sağladıktan sonra en iyi hiper uçağı bulmaya zorladığı 2 oyuncu arasında oynanan bir oyundur. Bu oyunun son maçı, yarışan her iki oyuncunun stratejik yetenekleri arasında bir değiş tokuş olacak bir çözümdür (Petrovski, 2004).

Tüm oyunların açık bir kurallar ve talimatlar seti vardır. Oyunu kazanmak için kurallarla oynamak. Bu oyunları dijital olarak yapmak için, oyuncu sayısını ve kuralları dikkate alan bazı algoritmalar geliştirmek gerekir, bu nedenle oyun teorisi devreye girer. Dijital olarak oynadığımız popüler oyunların çoğu YZ ve Oyun teorisinin yardımıyla geliştirilmiştir. Oyun teorisi sadece oyunlarla sınırlı değil, aynı zamanda Generative Adversarial Networks (GAN'lar), makine öğrenimi algoritmaları, manipülasyon, dayanıklı sistem, çok ajanlı YZ sistemi, taklit ve pekiştirmeli öğrenme vb. gibi büyük YZ uygulamalarına da sahiptir. Herhangi bir sorun iki bölüme ayrılabilir, birincisi tek bir kişinin bir işi yapmaya çalıştığı zamandır ve ikincisi, bir kişinin kararını bir kişinin kararını etkilediği bir oyundaki gibi birçok kişinin aynı işi yapmaya çalıştığı zamandır. Oyun teorisi çok sayıda dinamik problemi çözmek için de gereklidir. Multi-agent Reinforcement Learning'de (MRL), oyun teorisinin uygulanmasıyla, YZ tarafından yönetilen sürücüsüz arabaları kullanarak bir bölgenin trafik akışını iyileştirebiliriz. Arabaların her birinin dış çevre ile mükemmel bir etkileşimi vardır. Ya arabalar bir grup olarak düşünürse işler daha karmaşık hale gelebilir. Bu tür sistemlerde, bir temsilcinin optimal politikası sadece ortama değil, aynı zamanda diğer temsilcilerin politikalarına da bağlıdır. Bu durumlar, robotik, telekomünikasyon, ekonomi, dağıtılmış kontrol, açık artırma, trafik ışığı kontrolü vb. gibi çeşitli alanlarda doğal olarak ortaya çıkmaktadır. Bu alanlarda, çok etmenli öğrenme ya alanın karmaşıklığı nedeniyle ya da kontrol doğası

gereği merkezden uzaklaştırılmıştır. Bu tür sistemlerde, temsilcilerin ya diğer öğrencilerle koordinasyon kurarak ya da onlarla rekabet ederek eldeki soruna iyi çözümler bulabilmeleri önemlidir (Nowe ve diğerleri, 2012).

Algoritmaların, biçimsel yöntemlerin ve YZ'nin üç odak alanındaki oyun teorisinin rolleri oldukça farklıdır. Algoritmik oyun teorisi, oyunlarda algoritmik hesaplamaya özellikle hesaplama çözümü kavramları ve dağıtılmış bilgisayar sistemlerinin analizi ve inşasında oyun teorik tekniklerinin kullanımına odaklanma eğilimindedir. Mantık ve biçimsel yöntemlerde oyunlar, sistemlerin dallanma davranışları hakkında akıl yürütmede ve birden çok bileşen içeren sistemlerin doğrulanmasında ve sistem sentezinde kullanılır. YZ de oyun teorisi kavramları çok etmenli sistemlerin analizinde rutin olarak kullanılmaktadır. Üç alandan birinde çalışan çoğu araştırmacı, oyun teorisinin rollerini kendi alanları dışında günlük olarak deneyimleme fırsatına sahip değildir. Bilgisayar bilimindeki oyunlar üzerine alternatif perspektifler sunarak, bu çok disiplinli konu hakkında daha fazla araştırma yapılması, gelecekteki araştırma gündemlerini muhtemelen etkileyecektir. Örneğin, algoritmik oyun teorisi üzerinde çalışan bir araştırmacı, zaman içinde gelişmeyen oyunları inceleme eğiliminde olan algoritmik oyun teorisi araştırmalarının aksine, resmi yöntem araştırmasının oyun dinamiklerini modelleme biçiminden etkilenecektir. Son zamanlarda algoritmik oyun teorisinde araştırılan titreyen el dengesi gibi çözüm kavramlarının kullanımı, gayri resmi yöntemler ve çok ajanlı sistemlerin analizinde çağdaş biçimsel yöntemlerden tekniklerin kullanımı üzerine tartışmalar da mevcuttur. Biçimsel yöntemler, çok etmenli sistemler ve algoritmalarından oluşan araştırma topluluklarının çok fazla örtüşmediği ve disiplinler arası herhangi bir araştırma gündemi oluşturmanın zaman aldığı göz önüne alındığında bu belki de şaşırtıcı olmayacaktır (Chaudhuri ve diğerleri, 2017).

Bir arabanın diğer araba ile çatışabileceğini düşünebilmek gerekir. Çünkü belirli bir rotayı takip etmek seyahatleri için uygun olabilir. Bu durum, oyun teorisi ile kolaylıkla modellenebilir. Oyun teorisi açısından, arabalar oyuncu olarak hareket eder ve Nash Dengesi, farklı otomobiller arasındaki iş birliğinin noktasıdır. Pekiştirmeli öğrenme için basit bir ortam olan robotlar, çok-ajanlı ortamda öğrenim politikasıyla ödül veya ceza alır. Pekiştirmeli öğrenme, bir temsilcinin çevreyle gerçek veya sanal veya artırılmış gerçeklikle etkileşime girerek öğrenmesini sağlamayı amaçlamaktadır. Bir temsilcinin rastgele bir ortamla etkileşime girdiğini ve bir ödül veya ceza yoluyla bir politika öğrendiğini varsayalım, ancak birden fazla aracı devreye sokulmuşsa aynı ortam, artık mümkün olmayacaktır. Bunun nedeni, artık etkileşimin birden çok aracı ve çevre arasında gerçekleşmesidir. Bu nedenle, birden fazla aracıya sahip bir sistemin modellenmesi zor bir iştir, birkaç aracıdaki artış, araçların birbirleriyle etkileşime girmek için kullandıkları olası yolların katlanarak artmasıyla sonuçlanabilir, bu ve benzer sorunlar oyun teorisi ile düzeltilabilir.

### 5.3. Google YZ Botu ve Strateji Oyunu StarCraft II

Son yıllarda bilgisayar gücü çok hızlı ilerliyor ve giderek daha fazla YZ uzmanı dikkatlerini oyun tasarımına çevirdikçe, dijital oyun YZ tasarımı hakkında daha radikal düşünmek için açık bir fırsat var. Yalnızca önemli YZ inovasyonunun zamanı değil, aynı zamanda dijital oyun tasarımının önemli etkileşimli yönlerini kayda değer ölçüde geliştirmenin, yeni oyun senaryoları için fırsatlar sağlamanın ve ortamı bir sanat formu olarak ilerletmenin de önemli olduğu öneriliyor. Dijital oyunlarda YZ'nin gelişmiş kullanımından kaynaklanan sorunlar tartışılabilir ve oyuncu duygusunu etkilemek, ahlaki ikilemler, oyuncu tarafından yaratılan hikayeler, dinamik ve uyarlanabilir oyun dünyaları ve karakter inanılabilirliği gibi oyunun oynanışı üzerindeki etkileri araştırılabilir (Charles, 2003).

YZ sistemlerinin hızlı ilerlemeleri, insanların bilgisayarlardan daha iyi yaptığı şeyler listesinin dışına sürekli olarak çıkıyor. YZ, satranç ve Go gibi masa oyunlarında insanları geride bıraktı ve Bayan Pacman gibi klasik bilgisayar oyunlarında astronomik olarak yüksek puanlar alabildi. Daha karmaşık oyunlar, YZ'nin bir sonraki sınırının bir parçasını oluşturur. YZ çalışan bir ekip OpenAI tarafından geliştirilen botları yenerken, OpenAI Five olarak bilinen, sonuçta profesyonel oyuncuların bir ekip geçen yıl kaybettiler. Google'ın DeepMind YZ almış olduğu son StarCraft II'de birkaç profesyonel oyuncuyu defalarca yendi. DeepMind, oyun teorisi yardımıyla tecrübesi iyi bilinen "sosyal ikilemler" mantığı etrafında tasarlanmıştır. Bunlar, bir oyundaki katılımcıların bencil olmaktan faydalanabileceği ancak herkes bencil davranırsa tüm katılımcıların kaybedeceği oyun teorisi senaryolarının bir çeşididir. Bu tür bir sorunun en kötü senaryosu "mahkûm ikilemi"dir. Ünlü sorun, bir soyguna yakalandıktan sonra, diğer kişiye karşı ifade vermeleri halinde iki kişinin serbest bırakılmasının teklif edildiğini belirtir. Her iki katılımcı da diğer kişinin kararının farkında değildir. Alternatif olarak, soyguncular iş birliği yapmayı reddederlerse 10 yıla kadar hapis cezasına çarptırılabilirler ve diğer kişi onlara karşı ifade verirse, taraflardan hiçbiri iş birliği yapmazsa 5 yıla kadar yatacaklar. Buna benzer durumlarda oyun teorisi tüm ihtimalleri makul ölçüde dikkate almayı gerektirmektedir.

Google'ın sahip olduğu DeepMind, Facebook'un YZ araştırma bölümü ve dünyadaki diğer YZ ekiplerinde araştırmacılar, yazılımlara her zamankinden daha karmaşık video oyunlarının nasıl oynanacağını öğretmek için sıkı çalışmaktadırlar. Bu, Çin masa oyunu Go'dan klasik Atari oyunlarına, dünyanın profesyonel oyun devrelerine hâkim olan rekabetçi bir beşe beş strateji yarışması olan Valve's Dota 2 kadar gelişmiş oyunlara kadar her şeyi içerir. Buradaki amaç, daha ilginç, dinamik ve gerçekçi oyun deneyimleri yaratacak YZ geliştirmek değildir. YZ araştırmacıları, oyunları bir yazılım parçasının zekâ düzeyini ölçmek için büyük ölçüde kullanıyorlar ve çünkü katı kural ve ödül sistemlerine sahip sanal dünyalar, yazılımı eğitmek için özellikle yararlı bir ortam olarak düşünülmektedir. DeepMind'deki misyon, yapay bir genel zekâ oluşturmaktır ve bir insanın yapabileceği herhangi bir zihinsel görevi yerine getirebilir (Statt, 2019).

#### 5.4. AlphaStar Oyununun Yapımı

AlphaStar olarak adlandırılan StarCraft II için YZ sürümü, denetimli öğrenme ve pekiştirmeli öğrenme yoluyla oyunları oynamayı öğrenmiştir. İlk olarak, YZ ajanları, insan oyuncularını analiz edip kopyalayarak, temel stratejileri öğrenerek algoritmalar eğitildi. İlk ajanlar daha sonra en güçlü ajanların kaldığı bir tür sanal ölüm maçında birbirleriyle oynadılar. Zamanla, temsilciler oyunda daha iyi hale geldi ve yol boyunca yeni stratejiler ve taktikler öğrenmeye başladı. YZ'nin avantajlarından biri, bu tür bir süreci süper hızda geçebilmesi ve daha iyi araçları hızla geliştirebilmesidir. DeepMind araştırmacıları, AlphaStar ajanlarının yaklaşık 14 günde yaklaşık 200 yıllık oyun süresine eşdeğer olduğunu tahmin ediyor. AlphaStar YZ ajanları, YouTube ve Twitch üzerinden yayınlanan bir dizi oyunda insan profesyonel oyuncularla karşı karşıya getirildi. Profesyonel oyuncu Grzegorz "MaNa" Komincz final oyununu kazanarak insanlık adına bazı gururları kurtarmayı başaramadan önce YZ'lar insan rakiplerini alt ederek, tam on oyun kazandı. AlphaStar'ın performansı hakkında yorum yapan uzmanlar, işlerin biraz sorunlu hale geldiği bir dereceye kadar "olağanüstü" ve "sıradışı" gibi kelimeler kullandılar. AlphaStar, mikro yönetim olarak bilinen savaşta birimleri kontrol etme ve yönetme konusunda özellikle yetenekli olduğunu kanıtlamış olmaktadır. DeepMind araştırmacıları, YZ'lerin herhangi bir zamanda haritanın yalnızca tek bir bölümüne odaklandığını, ancak ilginç bir şekilde, AlphaStar'ın YZ aracısının kazanılan maç sırasında daha kısıtlı bir kamera görüntüsü ile sınırlı olduğunu ifade etmişlerdir (Garisto, 2019).

### 5.5. Yapay Zekâların Oyunlardaki Mücadelesi

StarCraft II ve Dota 2 gibi oyunlar, YZ'lerde pek çok zorluk çıkarmaktadırlar. Karmaşık oyun teorisi / stratejileri, kusurlu / eksik bilgilerle çalışan, çok değişkenli ve uzun vadeli planlamayı üstlenen, gerçek zamanlı karar verme, geniş bir eylem alanında gezinme ve her noktada çok sayıda olası karar verme, sadece buzdağının tepesidir. YZ'lerin her iki oyundaki performansı etkileyici görünmekle birlikte aynı zamanda mücadele ettikleri söylenebilecek bazı alanları da göstermiştir. Dota 2 ve StarCraft II'de, YZ botları daha uzun oyunlarda veya şaşırtıcı, alışılmadık stratejilerle karşılaştıklarında daha savunmasız görünmektedirler. Zamanla karmaşıklıkla mücadele edebilirken hızlı değişikliklere adapte olabilmektedirler. Bu YZ'lerin nasıl öğrendiğiyle bağlantılı olabilir. Bir görevi yerine getirdikten sonraki ilk birkaç saat içinde bile, insanlar bir YZ yı çok daha uzun süren bir aşinalık ve beceri kazanma eğiliminde görmektedirler (Prosser, 2019).

Dota 2 ve StarCraft II'de YZ ile insanlar arasındaki mutlak üstünlük savaşları devam ederken, YZ'nin yakında hüküm sürmesi muhtemel görünmektedir. Diğer oyun türlerinde de benzer şeyler olduğu söylenebilmektedir. 2017 yılında, Carnegie Mellon Üniversitesi'nden bir ekip Libratus YZ'sini dört profesyonelle karşı karşıya getirdi. 20 günlük Limitsiz Texas Holdem'den sonra, Libratus 1,7 milyon dolar değer artışı kaydetmiştir. Bir başka olası aday da Noel'de aile uyumunun yok edicisi olan Monopoly oyunudur. Poker blöf içerirken Monopoly ise müzakere içermektedir. YZ'nin başa çıkmaya özellikle uygun olmadığını düşünebileceğiniz beceriler olarak ifade edilebilirler. Bununla birlikte, Facebook'ta yapılan bir YZ deneyi, YZ botlarının bu tür görevleri üstlenmekten daha fazla yetenekli olduğunu göstermiştir. Botlar yetenekli müzakereciler olduğunu kanıtladılar ve bir nesneye ilgi duyuyormuş gibi pazarlık stratejileri geliştirerek blöf gibi tamamen başka bir şeyle ilgilendikleri gözlemlenmiştir.

### 5.6. YZ'nin Yenildiği Oyunlar

Kesin bir cevap olmamakla birlikte YZ'nin yenildiği liste hızla kısalmaktadır. YZ'nin oyun ustalığı ilk bakışta araştırmaya odaklanmak için garip bir alan gibi görünse de kesin kanı, YZ'nin bir oyunda ustalaşmayı öğrenme biçiminin diğer alanlara aktarılabilir olmasıdır. Örneğin, Libratus poker oynayan YZ, finansal ticarete veya politik müzakerelerde işe yarayabilecek stratejiler kullanmıştır. Aynı AlphaStar için de geçerlidir. AlphaStar projesinin eş lideri Oriol Vinyals'ın The Verge'e söylediği gibi "Her şeyden önce, DeepMind'deki misyon yapay bir genel zekâ oluşturmaktır". 350'den fazla YZ araştırmacısının katıldığı 2017 yılında yapılan bir araştırmaya göre, YZ'nin on yıl içinde insanlardan daha iyi bir sürücü olabileceğini öngörülmektedir. Yüzyılın ortalarında, YZ çok satan bir roman yazabilecektir. 2060 yılına gelindiğinde, YZ her şeyi bizden daha iyi yapabilir hale gelecektir (Prosser, 2019).

Bunun iyi ya da kötü bir şey olduğunu düşünseniz de YZ'nin olayları farklı şekilde görmemize yardımcı olma konusunda genellikle gözden kaçan bir yeteneği olduğunu belirtmekte fayda vardır. Ne zaman DeepMind ve AlphaGo insan şampiyonu Lee Sedol yendi o zaman Go topluluğu da ondan öğrendiklerini uygulamaya çalışmıştır. Lee, AlphaGo ile maçtan sonra galibiyet serisi almıştı. Aynı şey şu anda insan ve YZ oyunlarını yoğun bir şekilde inceleyen Dota 2 ve StarCraft II topluluklarında da yaşanmaktadır.

### 5.7. Kendi Kendine Öğretilen YZ'nin En İyi Olduğu Strateji Oyunu "Go"

StarCraft II'de deneyimli oyuncular, kaynakları yöneterek, karmaşık savaş manevraları uygulayarak ve nihayetinde rakiplerini alt ederek çok görevli işleri başarabilmektedir. Profesyoneller oyunu son derece hızlı bir şekilde oynayarak dakikada

300'den fazla eylem gerçekleştiriyor. DeepMind'ın YZ sinin temelini oluşturan makine öğrenimi teknikleri, özel talimatlar verilmekten ziyade büyük veri kümelerinden kalıpları tanımayı öğrenen yapay sinir ağlarına dayanır (Garisto, 2019).

DeepMind AlphaStar'ı ilk olarak Aralık 2018'de bir dizi laboratuvar tabanlı test oyununda üst düzey oyuncularla karşı karşıya getirdi. YZ, iki profesyonel insan oyuncuyla oynadı ve yendi. Ancak eleştirilenler, bu gösteri maçlarının adil bir mücadele olmadığını, çünkü AlphaStar'ın insanüstü hız ve hassasiyete sahip olduğunu iddia etmişlerdir. Ekip, AlphaStar'ı laboratuvardan çıkarıp Avrupa StarCraft II sunucularına bırakmadan önce, daha adil bir yarışma haline getirmek için YZ'nin reflekslerini kısıtlamıştı. Temmuz ayında oyuncular, potansiyel olarak YZ ile eşleştirilme şansı için seçebileceklerini bildirdiler. Denemeyi kör tutmak için DeepMind, AlphaStar'ın YZ kimliğini gizleyerek normal insan gibi kendisini göstermiştir. Düşük rütbeli rakiplerini ezerken nihayetinde yüksek rütbeli oyunculara karşı 90 maçtan 61 galibiyetini toplamıştır.

### **5.8. Kendi Kendine Öğrenen Yazılımlar ve Video Oyunları**

Şu anda gördüğümüz şey, YZ'nin teknolojik yönünü yakalamak ve oyun geliştiricilere oyunlarında gerçekten uygulamaya koyabilecekleri yeni yetenekler ve yeni şeyler vermektir ki bu çok heyecan verici görünmektedir. Oyunlarda öngörülemeyen YZ ile bu tür deneylerin çoğunlukla akademisyenler ve bağımsız geliştiricilerle sınırlı olduğu anlaşılmaktadır. Ancak bu tür bir çalışma büyük stüdyoların ve halka açık oyun yayıncılarının ticari baskılarından uzakta görünmekte ve şimdi gerçek YZ destekli oyun deneyimlerinin temelini atılmakta, sinirsel yapının sürekli gelişen doğası etrafında kasıtlı olarak tasarlanmış olan ağlar ve makine öğrenimi destekli sistemler ön plana çıkmaktadır (Cohen-Solal, 2020).

YZ'nin insanlarla bir tür işbirlikçi haline geldiği, tasarımcıların ve geliştiricilerin sanat varlıkları, tasarım seviyeleri oluşturmalarına ve hatta tüm oyunları sıfırdan oluşturmalarına yardımcı olan bir gelecek görülmektedir. Bu tür araçların sonucu, küçük takımların çok daha büyük ve daha karmaşık oyunlar yapabilmesidir. Ek olarak, daha büyük stüdyolar, açık dünya ortamları oluşturmaya ve gerçek dünyanın karmaşıklığına daha yakın olan simülasyonlar ve sistemler oluşturmaya gelince sınırları zorlayabilir. YZ tabanlı otomatik oyun tasarımının sürekli öğrenmeye dayanan algoritmalarından dolayı gerçekten heyecan verici kısmı, oyunların tasarımının siz oynamayı bırakana kadar bitmemiş olmasıdır.

Şirketler, hataları keşfetmek ve oyundaki karışıklıkları gidermek için YZ araçlarına yazılımları hızlandırılmış seviyelerde test edebilecektir. Ayrıca, makine öğrenimini ve diğer teknikleri oyun içi analitik için vazgeçilmez veri madenciliği araçları olarak görünmektedir. Böylece oyun stüdyoları oyuncu davranışlarını inceleyebilmekte ve bir oyunu zaman içinde iyileştirmek için yeni içgörüler oluşturabilmektedir. Ayrıca, sahte olanlar orijinallerden ayırt edilemeye kadar kalıpları denemek ve doğru bir şekilde kopyalamak için bir çift YZ ve veri yığını kullanılarak bir tür makine öğrenimi yöntemi olan, üretici rakip ağlar veya GAN'lar olarak bilinen alanda kayda değer ilerlemeye işaret edilmektedir. GAN araştırmasının sonucu, gerçek insanlar için geçen benzersiz insan yüzleri geliştirme ve canlı video çekimlerine yakın görünen oyun grafikleri oluşturmada şaşırtıcı bir ilerleme olarak görülmektedir. Şu anda ne kadar büyük bir burun istediğinizi, tam olarak hangi cilt tonunu istediğinizi ve hangi saç istediğinizi seçebileceğiniz oyunlarda karakter editörleri sağlanabilmektedir. Bunlar, gelecekte üretken yöntemler kullanılarak çok daha gelişmiş hale gelecektir (Statt, 2019).

## 6. Sonuç

Oyun teorisi, halk sağlığı hizmetleri, kamu güvenliği ve doğal yaşam gibi alanlardaki çeşitli uygulamalarında giderek artan bir şekilde gerçek dünyanın bir parçası haline gelmektedir. Şu anda oyun teorisi GAN'larda, çok-etmenli sistemlerde ve taklitçi ve pekiştirmeli öğrenmede rakip eğitimde kullanılmaktadır. Kusursuz bilgi ve simetrik oyunlar söz konusu olduğunda, birçok Makine Öğrenimi ve Derin Öğrenme tekniği uygulanabilir. Asıl zorluk, Poker gibi eksik bilgi oyunlarının üstesinden gelmek için tekniklerin geliştirilmesinde yatmaktadır. Oyunun karmaşıklığı, çok fazla kart kombinasyonu olması ve çeşitli oyuncular tarafından tutulan kartların belirsizliğinde yatmaktadır. Şimdiye kadar, kendi kendine öğrenen YZ türü, yani daha geniş makine öğrenimi devriminin derin öğrenme alt kümesi, kendi kendine giden arabalarda, bilgisayarla görmede ve doğal dil işlemede ilerlemelere yol açmıştır. Bu, YZ'deki bu gelişmelerden bazılarının, DeepMind'ın rhapsiz AlphaGo programı ve OpenAI'nin Dota 2 botu gibi video oyunları oynayarak kendini geliştiren yazılım sayesinde olmasına rağmen artık profesyonel seviyedeki oyuncuları yenilebilir hale gelmiştir.

Gelecekte oyun geliştiricilerin bu araçlara erişebilecekleri ve günümüzün en son YZ araştırmaları olarak kabul edilenleri kullanan sürükleyici ve akıllı oyunlar yaratmaya başlayabilecekleri bir nokta vardır. Sonuç, oyuncu geri bildirimlerini değiştirebilen ve bunlara yanıt verebilen karmaşık oyunların ve onlarla daha fazla zaman geçirdikçe gelişebilen oyun içi karakterlerin oluşturulmasını otomatikleştiren geliştirme araçları olacaktır. Kurgu gibi gelmekle birlikte gerçeğe düşündüğümüzden daha yakın olduğu söylenebilir. Oyun teorisinin ayrıca makine öğreniminde günlük yaşamı ve gerçek dünya uygulamalarını etkileyen çeşitli uygulamaları vardır. Başkalarının yaptığı eylemler ve kararlarla yeniden şekillenen hayatımızın oyunundayız.

Bu makale, oyun teorisinin ne eğlence oyunlarına odaklanırken ne de herhangi bir şekilde eğlenceyle ilgilenmezken, bilgisayar oyunlarını anlamak ve tasarlamak için YZ ile birleşik araçlar sağlayabileceğini literatürdeki çalışmalar ışığında tartışmaktadır. Oyun analizinin sistematik ve teorik kavramlarını tanımlayan makale, böyle bir yaklaşımın, özellikle oyun dengesi ve topluluk yönetimi konusunda tasarım ve analiz üzerindeki çalışmalara doğrudan ilham verebileceğini iddia etmiştir. Makale, oyun-teorisi bakış açısının YZ tabanlı oyun dinamiklerinin anlaşılmasına nasıl katkıda bulunabileceğini de göstermeye çalışmıştır.

Sonuç olarak araştırmamızda verilen varsayımlar ve araştırma hipotezi, mantıksal ve teknik olarak doğrulanabilir olabilir, ancak gerçek dünyada bu doğrulamayı sağlamak için daha fazla araştırma ve veri toplama gerekecektir. İşte bu varsayımların ve hipotezin geçerliliğini ve doğrulanabilirliğini destekleyen bazı nedenler şu şekilde ifade edilebilir:

1) Çoklu Katılımcı Ortamlar: Birçok bilgisayar oyunu çoklu oyunculu (multiplayer) ve karmaşık bir çevrede oynanır. Oyun teorisi, bu tür ortamlarda oyuncular arasındaki çatışma ve iş birliği senaryolarını modellemek ve optimize etmek için kullanılabilir.

2) Oyun Geliştirme ve Optimizasyon: Oyun geliştiricileri, oyunlarını daha ilgi çekici ve dengeli hale getirmek istediklerinde oyun teorisi prensiplerini kullanabilirler. Bu, oyuncuların oyunlarını daha keyifli bulmalarını sağlama potansiyeline sahiptir.

3) Oyun Teorisi ve YZ'nin Çeşitli Alanlara Uygulanabilirliği: Oyun teorisi ve YZ, yalnızca bilgisayar oyunları ile sınırlı değildir. Bu iki alan, ekonomi, psikoloji, biyoloji ve diğer birçok disiplinde stratejik etkileşimleri anlamak ve optimize etmek için kullanılır. Bu, bu alanların geniş uygulanabilirlik potansiyeline işaret eder.

4) Oyun Teorisi ve YZ Entegrasyonu: Bilgisayar oyunlarında YZ, stratejik kararlar almak ve oyunculara karşı rekabet etmek için kullanılır. Oyun teorisi, bu tür stratejik kararların matematiksel analizini sunar. Dolayısıyla, oyun teorisi ve YZ entegrasyonu



mantıklı bir yaklaşım olabilir. YZ ve oyun teorisi bir araya geldiğinde, oyun sektöründe birçok ilginç uygulama ortaya çıkabilir. Bunlardan bazıları şu şekilde sıralanabilir:

- **Oyun YZ Geliştirilmesi:** YZ, oyun geliştiricileri için oyunculara daha gerçekçi ve akıllı bir deneyim sunmak amacıyla kullanılabilir. Oyun teorisi, YZ algoritmalarının oyun stratejilerini geliştirmesine ve optimize etmesine yardımcı olabilir. Örneğin, bir YZ botu, oyun teorisine dayalı olarak rakiplerinin davranışlarını tahmin edebilir ve buna göre en iyi hamleleri yapabilir.
- **Dinamik Oyun Dengeleme:** Oyun teorisi, oyun geliştiricilerine oyun dengesini optimize etmelerinde yardımcı olabilir. YZ algoritmaları, oyuncu tercihlerini ve oyun dinamiklerini analiz ederek, oyunun zorluk seviyesini ayarlayabilir veya farklı stratejiler arasında denge kurabilir.
- **Kişiselleştirilmiş Oyun Deneyimi:** Yapay zekâ, oyuncuların tercihlerini ve davranışlarını analiz ederek kişiselleştirilmiş oyun deneyimleri sunabilir. Oyun teorisi, oyuncuların tercihlerine göre oyun içi öğelerin ve zorluk seviyelerinin dinamik olarak ayarlanmasına yardımcı olabilir.
- **Dinamik Hikaye Anlatımı:** YZ, oyun senaryolarını ve hikayelerini dinamik olarak oluşturabilir ve oyuncuların kararlarına göre değiştirebilir. Oyun teorisi, farklı hikaye kolları ve sonuçlar arasında denge sağlayarak daha etkileyici ve çeşitli hikayeler oluşturabilir.
- **Topluluk Yönetimi ve Oyuncu Etkileşimi:** YZ, oyuncular arasındaki etkileşimi analiz ederek topluluk yönetimine yardımcı olabilir. Oyun teorisi, topluluk dinamiklerini ve oyuncular arasındaki ilişkileri modelleyerek, daha iyi topluluk yönetimi stratejileri geliştirebilir.

Bu bahsedilen örnekler, YZ ve oyun teorisinin bir araya gelerek oyun sektöründe nasıl ileri seviyede kullanılabileceğini göstermektedir. Bu teknolojilerin birleşimi, oyun geliştiricilerine daha etkileyici ve akıllı oyunlar oluşturma fırsatı sunmaktadır.

Araştırmamızın varsayımların ve hipotezin doğrulanabilirliği için uygulamalardan alınacak somut veriye ve detaylı analizlere ihtiyaç vardır. Gerçek dünya oyun geliştirme projeleri ve YZ uygulamaları üzerinde yapılacak çalışmalar, bu hipotezin doğruluğunu ve etkinliğini daha fazla destekleyebilir veya çürütebilir. Ayrıca, bu alandaki daha fazla araştırma, belirli oyun türleri ve YZ stratejilerinin nasıl etkili bir şekilde birleştirilebileceğini daha iyi anlamamıza yardımcı olacaktır.

Bu çalışmada ele alınan unsurlar, gelecekteki çalışmalar için bir temel sağlama hizmetinde çoğunlukla teorik kalmıştır. Gelecekteki çalışmalar, oyuncu davranış modellerinin YZ'ye dayanan ampirik analizlerini kapsayabilir ya da davranış ve teorisinin vurguladığı ortamlar arasındaki ilişkiyle gerçek uygulama biçimlerini ele alabilir.

## KAYNAKÇA

BINMORE, K. (2007). *Playing for real: A text on game theory*. Oxford University Press.

BOWLING, M., BURCH, N., JOHANSON, M., & TAMMELIN, O. (2003). Solving heads-up limit Texas hold'em. In *Proceedings of the 18th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI)*.

CHAUDHURI S., KANNAN S., MAJUMDAR R., and MICHAEL J. (2017) *Game Theory in AI, Logic, and Algorithms*, Dagstuhl Reports, Vol. 7, Issue 3, pp. 27–32 Wooldridge Dagstuhl Reports Schloss Dagstuhl – Leibniz-Zentrum für Informatik, Dagstuhl Publishing, Germany

- COHEN-SOLAL, Q., (2020) "Learning to Play Two-Player Perfect-Information Games without Knowledge, <https://arxiv.org/abs/2008.01188>
- DARRYL C., (2003). Enhancing gameplay: challenges for artificial intelligence in digital games.
- FUDENBERG, D., & LEVINE, D. K. (1999). *The Theory of Learning in Games*. MIT Press.
- FUDENBERG, D., & TIROLE, J. (1991). *Game theory*. MIT press.
- GARISTO D., (2019) Google AI beats top human players at strategy game StarCraft II, *Nature*, <https://www.nature.com/articles/d41586-019-03298-6>
- GENÇ S. Y., KADAH H. (2018) Oyun Teorisi ve Nash'in Denge Stratejisi, *İğdir Üniv Sos Bil Der*, <http://sosbilder.igdir.edu.tr/DergiTamDetay.aspx?ID=534&Detay=Ozet>
- GRÜNWARD, Peter D.; DAWID, A. (2004) Philip. Game theory, maximum entropy, minimum discrepancy and robust Bayesian decision theory. *Ann. Statist.* 32, no. 4, 1367-1433. doi:10.1214/009053604000000553. <https://projecteuclid.org/euclid.aos/1091626173>
- HART, S., & MAS-COLELL, A. (2013). Bargaining and cooperation in strategic form games. *Journal of the European Economic Association*, 11(4), 738-750.
- LAMBERT, T., EPELMAN, M. A., & SMITH, R. L. (2005). A Fictitious Play Approach to Large-Scale Optimization. *Operations Research*, 53 (3), 477-489.
- LECUN, Y., BENGIO, Y., & HINTON, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436-444.
- LI, Y., CARBONI, G., GONZALEZ, F. *et al.* (2019). Differential game theory for versatile physical human-robot interaction. *Nat Mach Intell* 1, 36-43 <https://doi.org/10.1038/s42256-018-0010-3>
- LIANG X., XIAO Y., (2010) Studying Bio-Inspired Coalition Formation of Robots for Detecting Intrusions Using Game Theory, in *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics)*, vol. 40, no. 3, pp. 683-693, June, doi: 10.1109/TSMCB.2009.2034976.
- LIPTON, Z. C., BERKOWITZ, J., & ELKAN, C. (2015). A critical review of recurrent neural networks for sequence learning. arXiv preprint arXiv:1506.00019.
- MYERSON, R. B. (1991). *Game theory: Analysis of conflict*. Harvard University Press.
- NOWAK M. A. and SIGMUND K., (2004) Evolutionary dynamics of biological games," *Science*, vol. 303, no. 5659, pp. 793-799.
- NOWAK, M. A. (2006). Five rules for the evolution of cooperation. *Science*, 314(5805), 1560-1563.
- NOWÉ A., VRANCX P., De HAUWERE YM. (2012) Game Theory and Multi-agent Reinforcement Learning. In: Wiering M., van Otterlo M. (eds) *Reinforcement Learning. Adaptation, Learning, and Optimization*, vol 12. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-27645-3\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-642-27645-3_14)
- OSBORNE, M. J., & RUBINSTEIN, A. (1994). *A course in game theory*. MIT press.
- PETROVSKIY M., (2004) "A game theory approach to pairwise classification with support vector machines," *2004 International Conference on Machine Learning and Applications, Proceedings.*, Louisville, KY, USA, 2004, pp. 115-122, doi: 10.1109/ICMLA.2004.1383502.
- PROSSER, M, (2019). What Games Are Humans Still Better at Than AI?, *Singularity Hub*, <https://singularityhub.com/2019/02/10/what-games-are-humans-still-better-at-than-ai/>
- RASMUSEN, E. (2007). *Games and information: An introduction to game theory*. Wiley.

- RIPLEY, B. (2000). *Pattern Recognition and Neural Networks*. Cambridge University Press.
- SHOHAM, Y. (2008). Computer science and game theory. *Communications of the ACM*, 51(8), 75-79.
- SILVER, D., HUANG, A., MADDISON, C. J., GUEZ, A., SIFRE, L., VAN DEN DRIESSCHE, G., ... & HASSABIS, D. (2016). Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search. *Nature*, 529(7587), 484-489.
- STATT, N., (2019) How Artificial Intelligence Will Revolutionize The Way Video Games Are Developed and Played, *Theverge*, <https://www.theverge.com/2019/3/6/18222203/video-game-ai-future-procedural-generation-deep-learning>
- SUTTON, R. S., & BARTO, A. G. (2018). *Reinforcement learning: An introduction*. MIT press Cambridge.
- TENNENHOLTZ M., (2002) "Game theory and artificial intelligence," in *Foundations and Applications of Multi-Agent Systems*, M. d'Inverno, M. Luck, M. Fisher, and C. Preist, Eds., vol. 2403 of *Lecture Notes in Computer Science*, pp. 34-52, Springer, Berlin, Germany.
- WOLPERT, D. H. (2004). *Information Theory - The Bridge Connecting Bounded Rational Game Theory and Statistical Physics*. arXiv.org:cond-mat/0402508 .
- YANNAKAKIS, G. N., & HALLAM, J. (2018). *Artificial intelligence for games*. CRC Press.
- ZHANG, C., & FALTINGS, B. (2019). Nash equilibrium learning for autonomous agents. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 33(01), 3210-3217.

### **Summary**

*Game Theory is increasingly becoming a part of the real world in its diverse applications in areas such as public health services, public safety and wildlife. Basically, games are designed in 5 ways.*

- *Zero-Sum and Non-Zero-Sum Games: Non-zero-sum games have more than one player and all of them have the option to gain an advantage over any other player's move. In zero-sum games, but if one player wins something, the other players will lose an important final.*

- *Simultaneous and Sequential Games: Sequential games are the more popular games where each player is aware of another player's action. Simultaneous games are more difficult because players get involved in a simultaneous game. Board games are an excellent example of sequential games and are also called turn-based or comprehensive format games.*

- *Flawless Information Games: In a perfect information game, each player is aware of the other player's action and is also aware of the various strategies the other player can apply to win the final game. In imperfect information games, no player is aware of what the other is doing. Card games and Chess are an excellent example of perfect information games.*

- *Asymmetrical and Symmetrical Games: Asymmetrical games are winning games in which each player has a different and often conflicting final goal. Symmetrical games are games in which all players have the same ultimate goal but the strategy used by each is completely different.*

- *Cooperative and Non-Cooperative Games: In non-cooperative games, each player plays for himself in joint games, players form alliances to achieve the ultimate goal.*

*Game theory is currently used in GANs, multi-agent systems, and rival education in imitative and reinforcement learning. When it comes to flawless knowledge and symmetrical games, many Machine Learning and Deep Learning techniques can be applied. The main challenge lies in the development of techniques to overcome incomplete information games like Poker. The complexity of the game lies in the sheer number of card combinations and the ambiguity of the cards held by the various players.*

*Researchers and game designers are only just beginning to take over as recent advances in AI have started to move from experimental labs to playable products and usable development tools. So far, the type of self-learning AI, the deep learning subset of the broader machine learning revolution, has led to advances in self-driving cars, computer vision, and natural language processing. This is due to some of these advancements in AI, thanks to software that developed itself by playing video games, such as DeepMind's unrivaled AlphaGo program and OpenAI's Dota 2 bot, but now they can beat professional-level players.*

*There is a point in the future where game developers can access these tools and start creating immersive and intelligent games that use what is considered the latest AI research today. The result will be development tools that automate the creation of complex games that can change and respond to player feedback and in-game characters that can evolve as you spend more time with them. Although it sounds like fiction, it can be said that it is closer to the truth than we think. Game theory also has various applications in machine learning that affect everyday life and real-world applications. We are in the game of our lives reshaped by the actions and decisions made by others.*

*This article discusses that game theory, while neither focusing on entertainment games nor engaging in entertainment in any way, can provide AI combined tools for understanding and designing computer games in light of studies in the literature. Defining the systematic and theoretical concepts of game analysis, the article argued that such an approach could most directly inspire work on design and analysis, particularly on game balance and community management. The article attempted to show how a game-theoretical perspective can contribute to the understanding of AI-based game dynamics. The elements discussed in this article have remained mostly theoretical in the service of providing a basis for further study. Future work may include empirical analyzes of player behavior models based on AI, or address the actual practice pattern with the relationship between behavior and settings emphasized by theory.*