

# Yıldız Teknik Üniversitesi

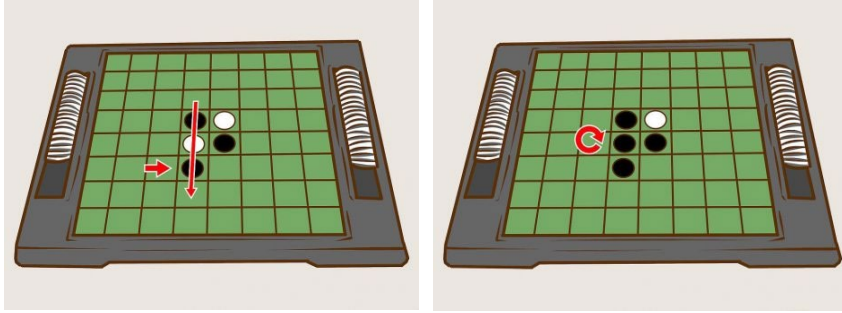
## Bilgisayar Mühendisliği

### Yapay Zeka 2020

#### Final Projesi

**Konu:** Seçilen projede, Othello isimli oyun için en iyi hamleleri minimax algoritması ile bulan ve kullanıcıya karşı oynayan bir uygulama geliştirildi.

Oyun kısaca, 8x8 bir board üzerinde siyah ve beyaz taraf olacak şekilde 2 kişiyle oynanıyor. Oyundaki amaç, rakip taşların başına ve sonuna kendi rengimizdeki taşları yerleştirerek arada kalan taşların da bizim rengimize geçmesini sağlamak. Aşağıdaki örnekte görülebileceği üzere siyah taşlar arasında kalan beyaz taş siyah olmuş oluyor.



Oyun, tarafların oynayabilecekleri hamle kalmayıncaya kadar devam ediyor. Oyun bittiğinde en fazla taşı olan taraf kazanmış oluyor.

En iyi hamlenin seçilmesi işleminde kullanılan algoritma: **Minimax** (Hızlandırmak için alfa beta budaması yöntemi ile kullanıldı)

Minimax Algoritması, tahtanın bulunduğu pozisyonun ardından oluşabilecek pozisyonları bir ağaç yapısında özyinelemeli olarak değerlendirir. Bu değerlendirmede oyun iki oyuncuyla oynandığı için iki taraf için de değerlendirme yapılmalıdır. Hamleyi oynayacak oyuncu için maximum, rakip için ise minimum bulunur. Bu durum derinliğe göre özyinelemeli şekilde devam eder. En sonda karar verilirken, skoru en yüksek olan hamle oynanır.

#### Geliştirme sürecinde yaşananlar:

Oyunun mekanikleri kurgulanırken, oyunculara hamle yapma hakkı sırayla veriliyordu. Oyun kurallarından olan, hamle sırasına sahip oyuncunun oynayabileceği

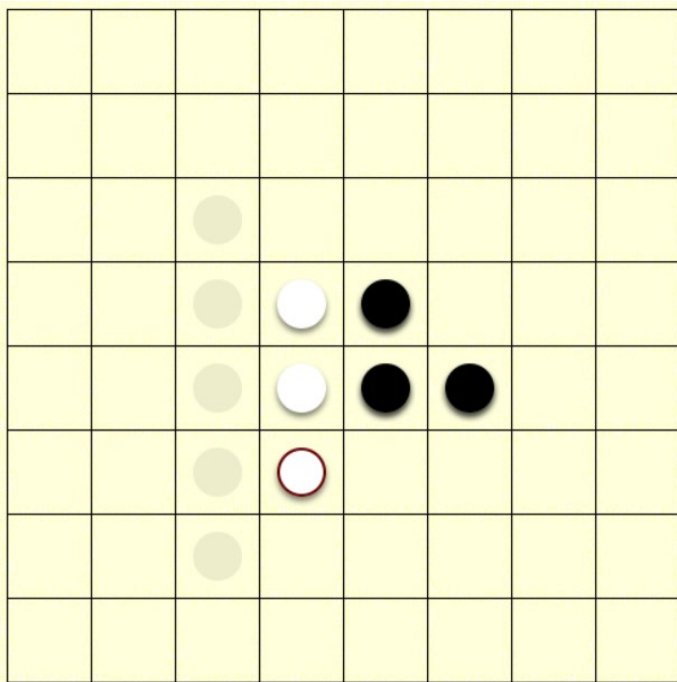
uygun bir hamle yoksa hamle yapabileceği uygun bir pozisyon oluşana kadar rakibin hamle sırasının devam etmesi kuralı sonradan fark edilip entegre edildi.

Projenin en önemli kısımlarından olan, bilgisayar için en iyi hamlenin belirlenmesi işi Minimax algoritması ile uyarlandı. Minimax algoritmasının karar verebilmesi için, her konum için bir skor hesaplanması gerekiyor. Tahtanın o andaki pozisyonunun sayısal olarak ifade edilebilmesi için birkaç yaklaşım türü değerlendirildi.

Değerlendirilen analiz yöntemlerinden en bariz olanı, tahta üzerindeki oyuncunun rengindeki taş sayısı – rakip renkteki taşların sayısıydı. Bu skor hesabı oyun esnasında kimin önde olduğunu basitçe hesaplıyor gibi gözüküyor. Fakat yapılan denemeler sonucunda aslında bu oyunun daha derin stratejik analiz gerektirdiği fark edildi. Bazı konumlarda arada kalan taşların rengi, tek hamle ile değişebileceği için fazla sayıda taşa sahip olmak pek bir avantaj sağlamıyor. Taş sayısının yanında, taşların hangi konumlarda olduğu da oyunun kazanılmasında etkili rol oynuyor.

Diğer bir yaklaşımda 8x8 tahtamız için 8x8 bir matris oluşturularak tahtanın her bir karesine özel bir puan vermektir. Örneğin oyunun en önemli kareleri tahtanın 4 köşesinde bulunuyor çünkü bu karelere yerleşen taşları araya alabilmek mümkün değil. Bu sebeple köşelere konulan taşlar kritik öneme sahipler.

Bu değerlendirmeler göz önünde bulundurularak tahtadaki bir konumun skorunu belirlerken henüz renginin değişmesi mümkün olmayan taş sayısı hesaplandı. Ayrıca her taş için bütün yönlerde (aşağı, yukarı, sağ, sol ve çaprazlar) taşın güvenilir olup olmadığına bakıldı. Örneğin:



Şekilde kırmızı ile yuvarlak içine alınmış beyaz taş, kalıcı bir taş değil. Sol aşağı çaprazına siyah bir taş geldiğinde rengi değişebilir. Yönlerini analiz ettiğimizde; Sağ-sol güvenli değil, henüz o yatayda bir taş yok.

Yukarı-aşağı güvenli, bu dikeyde sadece beyaz taşlar var.

Sağ yukarı çapraz-sol aşağı çapraz güvenli değil, sağ çaprazında rakip taş var.

Sol yukarı çapraz-sağ aşağı çapraz güvenli değil, henüz bu çaprazda bir taş yok.

Her taş için örnekte verilen hesaplar yapılarak taşların oradaki kalıcılığı-oyuna katkısı hesaplanıyor. Bu sayede hem taş sayısı hem de taşın bulunduğu yatay, dikey ve çaprazlar değerlendirilerek en uygun hamle için skorlar hesaplanmış oluyor.

AI vs AI özelliği eklenmediği için algoritma, online Othello sitelerinde test edildi.

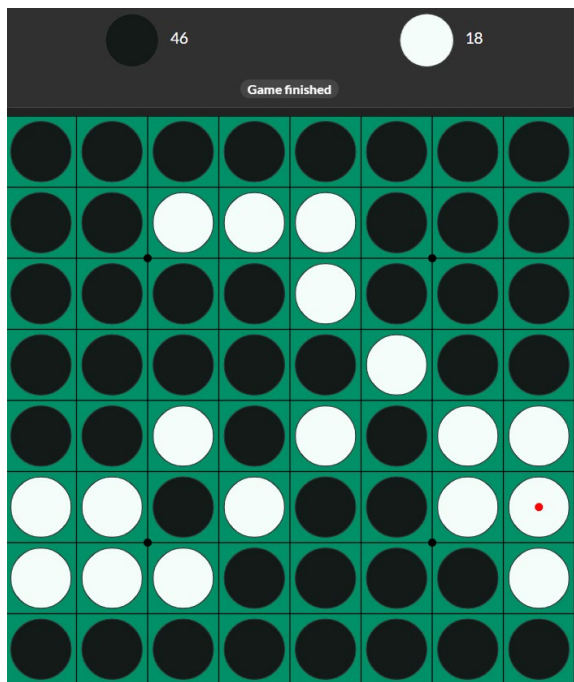
\*Geliştirilen algoritmanın online sitelerdeki performansı test edilirken derinlik seviyesi 2 olarak ayarlanmıştır. Test sitelerinde oynanan oyunların tamamı kazanılmıştır.(Online sitelerin zorluğu seçilememektedir.)

Programın test edildiği online Othello siteleri:

<https://www.othelloonline.org/>

<https://cardgames.io/reversi/>

<https://www.eothello.com/>



Normal kullanıcılara karşı oynarken derinlik seviyesi 2 yeterlidir. Derinlik seviyesinin artırılması hamle seçimindeki doğruluğu artırmakla birlikte, en iyi hamlenin hesaplanma süresini de artırmaktadır.

Derinlik 1 için ortalama en iyi hamle hesaplama süresi:0.0034926176071166993s

Derinlik 2 için ortalama en iyi hamle hesaplama süresi:0.012076792509659477s

Derinlik 4 için ortalama en iyi hamle hesaplama süresi:0.7001010504635897s

### Çalışma Örnekleri (Siyahlar kullanıcı, beyazlar AI)

○	○	○	○	○	○	○	○
●	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○

○ Last Move

● 1

○ 59

Press 'b' to undo  
Press 'r' to restart

**Winner: White**

○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○

○ Last Move

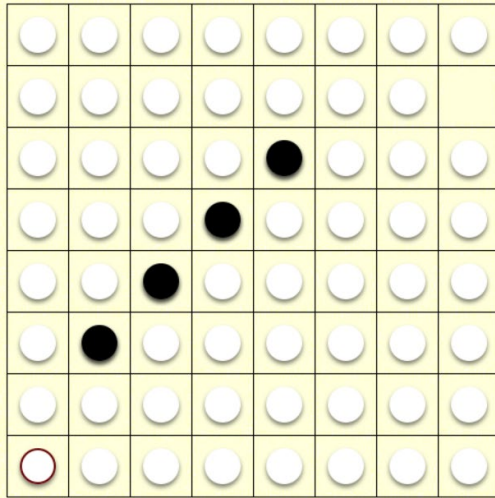
● 2

○ 61

Press 'b' to undo  
Press 'r' to restart

**Winner: White**





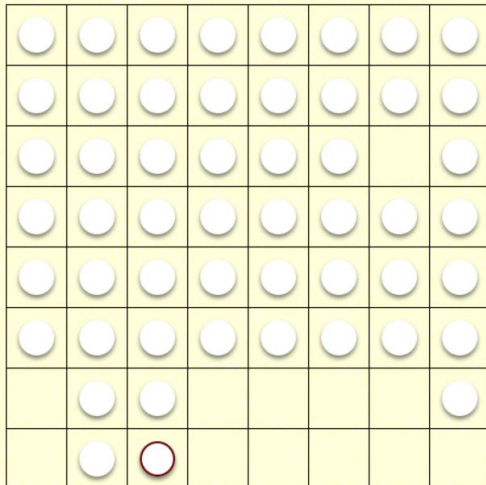
○ Last Move

● 4

○ 59

Press 'b' to undo  
Press 'r' to restart

**Winner: White**



○ Last Move

● 0

○ 52

Press 'b' to undo  
Press 'r' to restart

**Winner: White**

Video: <https://www.youtube.com/watch?v=NnRCWIFB6l4>

Rahmi Cemre Ünal

14011052