



Teknoloji Fakültesi

BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİĞİ İLE SATRANÇ OYUN HAMLESİ TESPİTİ

"

BİTİRME PROJESİ ARA RAPORU

Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

DANIŞMAN

Doç. Dr. ÖNDER DEMİR

İSTANBUL, 2025

"



Teknoloji Fakültesi

BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİĞİ İLE SATRANÇ OYUN HAMLESİ TESPİTİ

"

BİTİRME PROJESİ

Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

DANIŞMAN

Doç. Dr. ÖNDER DEMİR

İSTANBUL, 2025

"

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Öğrencileri Emine Yiğit , Aslı Cennet Ercan , Yusuf Doğan tarafından **GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİĞİ İLE SATRANÇ OYUN HAMLESİ TESPİTİ** başlıklı proje çalışması, **xxx** tarihinde savunulmuş ve jüri üyeleri tarafından başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri

Dr. Öğr. Üyesi xxx xxx
Marmara Üniversitesi
Prof. Dr. Xxx xxx
Marmara Üniversitesi
Prof. Dr. Xxx xxx
Marmara Üniversitesi

(Danışman)

(Üye)

(Üye)

(İMZA).....

(İMZA).....

(İMZA).....

ÖNSÖZ

Proje çalışmamız süresince karşılaştığım bütün problemlerde, sabırla yardım ve bilgilerini esirgemeyen, tüm desteğini sonuna kadar yanımda hissettiğim değerli hocalarım, sayın Dr. Öğr. Üyesi Xxx xxx ve sayın Prof. Dr. Xxx xxx' a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Bu proje çalışması fikrinin oluşması ve ortaya çıkmasındaki önerisi ve desteğinden dolayı değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Xxx xxx' a teşekkür ederim.

Proje çalışmam sırasında maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen okul içerisinde ve okul dışında her zaman yanımda olan değerli çalışma arkadaşlarım ve hocalarım Doç. Dr. Xxx xxx ve Dr. Öğr. Üyesi ' xxx xxx a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ

- 1.1. Proje Çalışmasının Amacı ve Önemi
- 1.2. Satranç Oyunu

2. MATERYAL VE METOT

- 2.1. OpenCV Kullanımı
- 2.2. YOLO Kullanımı
- 2.3. Optical Flow ile Hareket Algılama
- 2.4. Histogram of Gradients (HOG) Kullanımı
- 2.5. Stockfish ve Python-Chess Kullanımı
- 2.6. Makine Öğrenmesi
- 2.7. Yapay Zeka
- 2.8. Görüntü İşleme

3. YÖNTEM VE UYGULAMA

- 3.1. Görüntü Ön İşleme
- 3.2. Satranç Tahtasının Algılanması
- 3.3. Perspektif Düzeltme ve Tahtanın Normalizasyonu
- 3.4. Karelerin Tespiti ve Etiketlenmesi
- 3.5. Satranç Taşlarının Tespiti
- 3.6. Hamle Algılama ve Takip
- 3.7. Hamle Geçerliliği ve Satranç Kurallarına Uyumluluk Kontrolü
- 3.8. Sonuçların Görselleştirilmesi ve Kayıt Altına Alınması

4. YAPILACAK ÇALIŞMALAR

5. SONUÇLAR

6. KAYNAKLAR

ÖZET

GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİĞİ İLE SATRANÇ OYUN HAMLESİ TESPİTİ

Bu çalışma, bilgisayarla görme ve yapay zeka teknolojilerini kullanarak satranç oyunlarını otomatik olarak analiz eden bir sistemin geliştirilmesini amaçlamaktadır. Geleneksel satranç oyunlarında hamlelerin manuel olarak kaydedilmesi zaman alıcı ve hata yapmaya açık bir süreçtir. Bu nedenle, kamera tabanlı bir sistem ile hamlelerin gerçek zamanlı olarak algılanması, yanlış hamlelerin tespit edilmesi ve otomatik notasyon kaydı oluşturulması hedeflenmiştir.

Projede, satranç tahtasının ve taşlarının tespiti için **OpenCV**, nesne tanıma işlemleri için **YOLOv8**, taş hareketlerinin izlenmesi için **Optical Flow**, hamlelerin kurallara uygunluğunu değerlendirmek için **Stockfish satranç motoru ve Python-chess kütüphanesi** kullanılmıştır. Görüntü işleme teknikleri ile satranç tahtasının sınırları belirlenmiş, perspektif düzeltme işlemleri uygulanmış ve taşların hareketleri takip edilerek hamleler analiz edilmiştir.

Önerilen sistem, satranç oyuncularına manuel kayıt ihtiyacını ortadan kaldırarak daha hızlı ve hatasız bir oyun deneyimi sunmaktadır. Ayrıca, hamlelerin otomatik olarak analiz edilmesi, oyuncuların stratejilerini geliştirmelerine yardımcı olmaktadır. Geliştirilen modelin, amatör ve profesyonel satranç oyuncuları, turnuva organizatörleri ve eğitimciler için önemli bir katkı sağlaması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bilgisayarla Görme, Satranç, Yapay Zeka, OpenCV, YOLOv8, Optical Flow, Python-chess, Stockfish

Mayıs, 2025

Emine Yiğit, Aslı Cennet Ercan ,Yusuf Doğan

KISALTMALAR

1. **PGN** – Portable Game Notation (Taşınan Oyun Notasyonu)
2. **RGB** – Red Green Blue (Kırmızı, Yeşil, Mavi – Renk Uzayı)
3. **HOG** – Histogram of Oriented Gradients (Yönlendirilmiş Gradyan Histogramı)
4. **CVPR** – IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition
5. **YOLO** – You Only Look Once (Derin öğrenme tabanlı nesne tespiti algoritması)
6. **AI** – Artificial Intelligence (Yapay Zeka)
7. **GPO** – Gaussian Blur (Görüntü işleme filtresi)
8. **CNN** – Convolutional Neural Networks (Evrensel Sinir Ağları)
9. **INS** – Inertial Navigation System (Ataletsel Navigasyon Sistemi)

ŞEKİL LİSTESİ

- Resim-1
- Resim-2
- Resim-3 (Model Training and Performance Evaluation)
- Resim-4 (Taşların etiketlenmesi)
- Resim-5 (Gerçek zamanlı uygulama örneği)
- Resim-6
- Resim-7

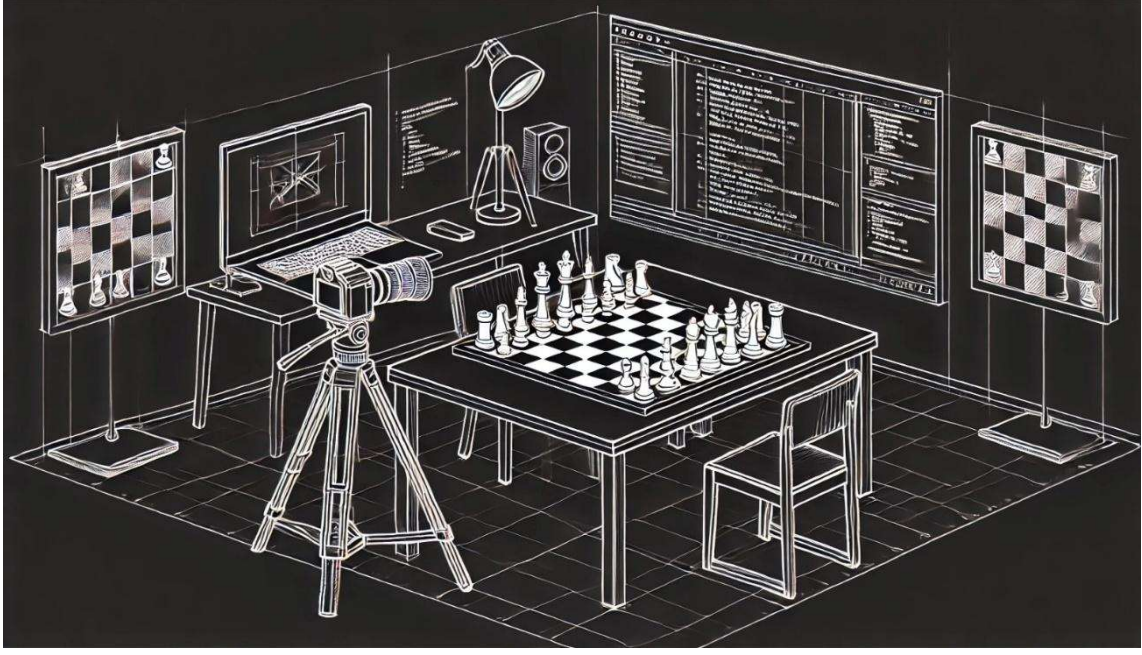
1. GİRİŞ

Satranç, strateji ve mantık üzerine kurulu, dünya çapında milyonlarca insanın oynadığı ve zeka gelişimini destekleyen bir strateji oyunudur. Özellikle dijitalleşen dünyada, satranç oyuncularını ve turnuva organizatörleri için teknolojinin getirdiği yeniliklerin kullanımı her alanda olduğu gibi satrançta da giderek artmaktadır. Geleneksel satranç oyunlarında hamlelerin manuel olarak kaydedilmesi, zaman olarak ve hata yapmaya açık, aynı zamanda oyuncunun dikkatini dağıtabilen bir süreçtir. Ayrıca, oyun sırasında yapılan yanlış hamlelerin fark edilmesi dikkat gerektiren ve zor olabilen bir durumdur. Bu bağlamda, görüntü işleme ve yapay zeka teknolojilerinin sunduğu imkanlarla satranç oyunlarını otomatik olarak takip etmek, oyunculara daha hızlı ve verimli ve güvenilir bir deneyim sunma potansiyeli taşımaktadır.

Bu projede, kamera yardımıyla satranç tahtası üzerinde oynanan taşların gerçek zamanlı olarak izlenmesi ve yapay zeka desteği ile yanlış hamlelerin tespit edilmesi hedeflenmektedir. Projenin bir diğer önemli unsuru ise, oyuncuların yaptığı hamlelerin görüntü işleme ile birlikte otomatik notasyon ile kaydedilmesi ve böylece manuel kaydetme ihtiyacının ortadan kaldırılmasıdır. Yapay zeka ve görüntü işleme tekniklerinin entegre edilmesiyle oluşturulacak bu sistem, oyuncuların stratejiye daha fazla odaklanmasını ve oyun analizlerini daha kolay gerçekleştirmesini sağlayacaktır.

Projenin hem amatör hem de profesyonel satranç oyuncularını için kullanılabilir olması ve önemli faydalar sunması amaçlanmaktadır. Oyun sırasında yapılan yanlış hamlelerin anında fark edilmesi, oyuncuların hatalarını oyun içerisinde anlık düzeltmelerine ve oyunu kurallara uygun bir şekilde sürdürebilmelerine yardımcı olacaktır. Ayrıca otomatik notasyon, satranç turnuvalarında ve eğitim süreçlerinde büyük kolaylık sağlayarak oyunların detaylı olarak analiz edilmesine olanak tanıyacaktır.

Görüntü işleme ve yapay zeka teknolojileri sayesinde elde edilecek bu yenilikçi yaklaşım, satranç oyunlarını daha dinamik ve hatasız bir şekilde oynamayı mümkün kılarken, hem bireysel oyunculara hem de satranç topluluğuna önemli katkılar sunacak, oyun kalitesini önemli ölçüde artıracaktır. Bu proje, satranç oyunlarına teknolojik bir çözüm getirerek, oyunun oynanışını ve analiz süreçlerini dönüştürme potansiyeline sahiptir.



Resim-1

1.1. Proje Çalışmasının Amacı ve Önemi

Bu projenin amacı, görüntü işleme ve yapay zeka teknolojileri kullanarak satranç oyunlarında kamera yardımıyla taşların ve yapılan hamlelerin otomatik olarak algılanması, yanlış hamlelerin tespit edilmesi ve oyuncuların oynadığı taşların notasyonlarının otomatik olarak kaydedilmesidir. Geleneksel satranç oyunlarında hamlelerin manuel olarak kaydedilmesi oldukça zaman alıcı olup hata riskini de artırmaktadır. Proje, bu süreci teknoloji ile birlikte dijitalleştirip otomatik hale getirerek oyunculara daha hızlı, doğru ve verimli bir deneyim sunmayı hedeflemektedir. Ayrıca yanlış hamlelerin anında tespit edilip oyunculara geri bildirim verilmesi, oyun kurallarına uygun hamle yapılmasını sağlar ve oyuncuların hatalarını anında fark etmelerine olanak tanır. Bu sayede oyun kalitesinin artmasına yardımcı olur.

Bu proje, satranç oyuncularının manuel olarak hamle kaydetme gerekliliğini ortadan kaldırarak, oyun sırasında oyuncuların daha fazla stratejiye odaklanmalarına imkan tanır. Otomatik notasyon özelliği, oyuncuların hamlelerini doğru ve eksiksiz bir şekilde kaydederken, oyun sonrasında yapılan hamlelerin analiz edilmesine ve stratejilerin geliştirilmesine katkı sağlar. Ayrıca bu sistem, profesyonel satranç turnuvalarında maçların anlık olarak hızlı ve güvenilir bir şekilde kayıt altına alınmasını mümkün kılar.

Projenin sağlayacağı faydalardan biri, oyuncuların hamlelerini kaydetme sürecini kolaylaştırırken zaman ve doğruluk açısından büyük avantaj sunmasıdır. Otomatik hamle tespiti ve notasyon sayesinde, insan kaynaklı hatalar ve zaman kayıpları ortadan kalkar. Yapay zeka destekli analizler, oyuncuların hamlelerini gözden geçirip performanslarını geliştirmelerine yardımcı olur. Ek olarak, oyun sırasında yanlış hamlelerin hızlıca algılanıp oyuncuların uyarılması, anlık olarak yapılan hataların giderilmesini , satranç oyunlarının kurallarına uygun bir şekilde ilerlemesine ve daha adil bir oyun deneyimi sunulmasına katkıda bulunur.

Sonuç olarak, bu proje hem amatör hem de profesyonel satranç oyuncularının oyun deneyimlerini iyileştirerek, oyunun hem eğitim hem de performans analiz süreçlerinde önemli bir kolaylık sağlayacaktır. Görüntü işleme ve yapay zeka ile entegre edilen bu teknoloji, satranç dünyasında yenilikçi bir adım olarak öne çıkmaktadır.

1.2. Satranç Oyunu

Satranç, tarihi çok eski zamanlara dayanan, iki oyuncu arasında oynanan bir zekâ oyunudur. Oyun, 8x8 boyutlarında toplam 64 kareden oluşan bir alan üzerinde 16taş bulunan 2 takımın toplam 32 adet taş ile oynanan bir strateji oyunudur. Satranç tahtası karelerinin yarısı koyu (siyah), diğer yarısı açık (beyaz) renklerden oluşur. Oyun başladığında 16 siyah ve 16 beyaz taş bulunmaktadır. Bu taşlar; her bir oyuncu için 1 adet şah, 1 adet vezir, 2 adet kale, 2 adet fil, 2 at ve 8 tane piyondan meydana gelir. Oyuncular arasında bir oyuncu beyaz ve diğer oyuncu siyah taşları oynayacak şekilde renk seçimi yapılır ve oyuna beyaz taşları seçen oyuncu başlar. Her oyuncunun bir seferde bir hamle yapmasıyla oyun gelişir. Oyunun amacı karşı tarafın şahını ele geçirmektir. Bir başka deyişle, şahın bulunduğu karenin tehdit altına alınması ve bu tehdidi engelleyecek karşı hamlenin olanaksız hale gelmesi durumudur (Satranç Dünyası, 2017). Her taşın farklı bir hareket kabiliyeti bulunmaktadır. Bu hareketler aşağıda özetlenmiştir:

- Piyon: Bir kare ileri gidebilir. Yalnızca ilk defa hareket ettiğinde iki kare ilerleyebilir. İleri doğru giderken sol ya da sağ çaprazındaki taşları ele geçirebilir. Piyon, geçerken alma (en passant) adı verilen özel bir hamle de yapabilir. Bu durum, hiç hamle yapmamış olan piyonun iki kare öne çıkarak rakip piyon ile yan yana gelmesi sonucu rakip piyon tarafından ele geçirilmesidir.

- At: “L” harfine benzer şekilde yukarı, aşağı, sağa ve sola doğru hareket edebilir. At,

gittiği konumdaki rakip taşı ele geçirebilir. Diğer taşlardan farklı olarak başka bir taşın üzerinden atlayarak hareket edebilir.

- Kale: Yukarı, aşağı, sağa ve sola istenilen kare sayısı kadar hareket edebilir. Gittiği konumdaki rakip taşı ele geçirebilir.

- Fil: Çapraz olarak istenilen kare sayısı kadar hareket edebilir. Gittiği konumdaki rakip taşı ele geçirebilir. Bir oyuncunun sahip olduğu iki filin biri sadece beyaz, diğeri ise sadece siyah kareler üzerinde hareket edebilir.

- Vezir: Hem kale gibi yukarı, aşağı, sağa ve sola, hem de fil gibi çapraz olarak istenilen kare sayısı kadar hareket edebilmektedir. Gittiği konumdaki rakip taşı ele geçirebilir.

- Şah: Her yöne sadece bir kare ilerleyerek hareket edebilir. Gittiği konumdaki rakip taşı ele geçirebilir. Şah, kendisine tehdit oluşturabilecek rakip taşların hareket alanlarına giremez (Satranç Dünyası, 2017).

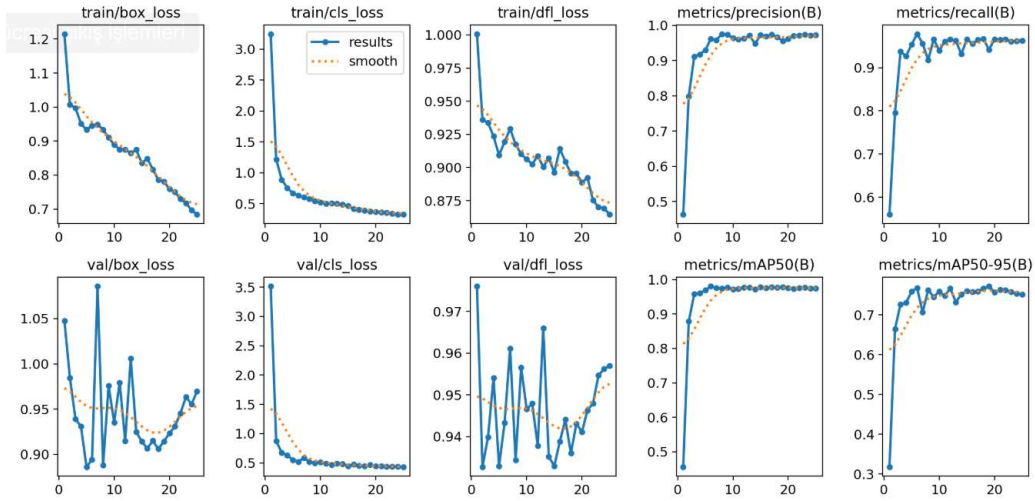
Bu projede OpenCV, YOLOv8, Optical Flow ve python-chess gibi kütüphaneler kullanılarak satranç tahtası ve taşların tespiti gerçekleştirilecektir.

2.1. Görüntü İşleme Teknikleri- OpenCV Kullanımı

İlk aşamada, satranç tahtasının konumunu belirleyebilmek için OpenCV kütüphanesinden yararlanılmıştır. Tahtanın köşelerini tespit etmek için başlangıçta Canny kenar bulma ve Hough çizgi tespiti gibi klasik yöntemler denenmiş ancak yeterli doğruluk sağlanamadığı için eğitilmiş bir model ile dört köşe tespiti yapılmıştır. Tespit edilen bu köşelerle birlikte görüntüde perspektif düzeltme uygulanmıştır.

2.2. Nesne Tespiti - YOLOv8

Satranç taşlarının tespiti için yaklaşık 400 görüntüden oluşan özel bir veri seti oluşturulmuş ve YOLOv8 mimarisiyle model eğitilmiştir. Model, taşları sınıflandırarak her bir taşın konumunu tespit etmekte ve bu tespitler kare koordinatlarıyla eşleştirilmektedir. Bu süreçte, bounding box'ların alt orta noktaları kullanılarak taşların hangi karede olduğu belirlenmektedir.

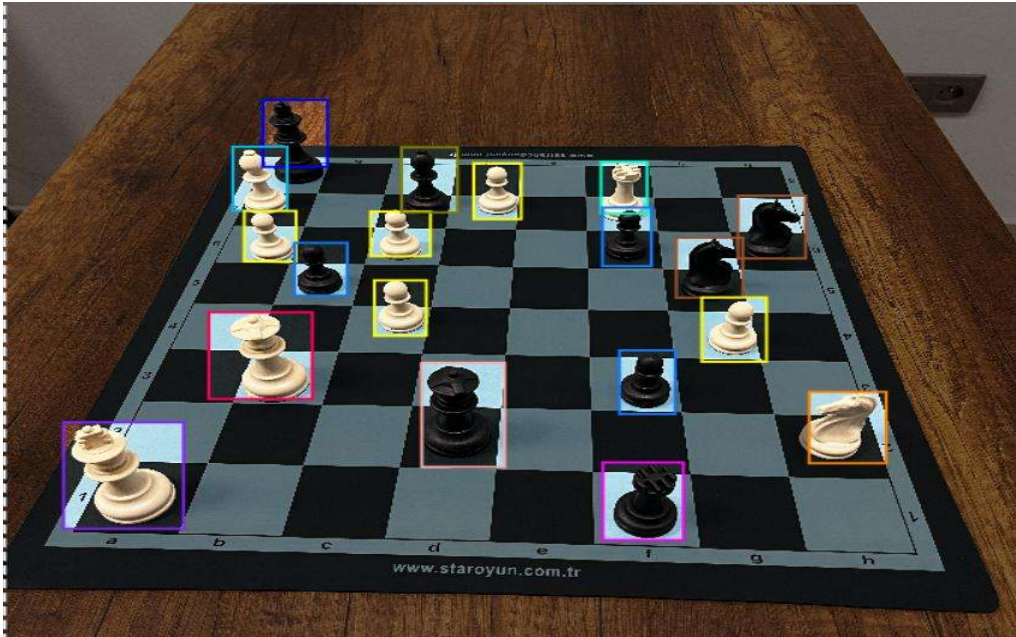


Resim-3 (Model Training and Performance Evaluation)

2.3. Tahta Grid Sistemi ve Kare Etiketleme

Tespit edilen dört köşe bilgisi ile 8x8'lik karelerden oluşan satranç tahtası üzerinde her bir kareye karşılık gelen koordinatlar hesaplanmıştır. Bu sayede, taşların doğru karelere eşlenebilmesi için gerekli olan grid sistemi elde edilmiştir. Ayrıca taşların kamera dışında kalmasını engellemek amacıyla görüntü çerçevesine küçük bir boşluk (padding) eklenmiştir.

2.4. Taşların Etiketlenmesi



Resim-4

2.5. FEN Formatı Oluřturma

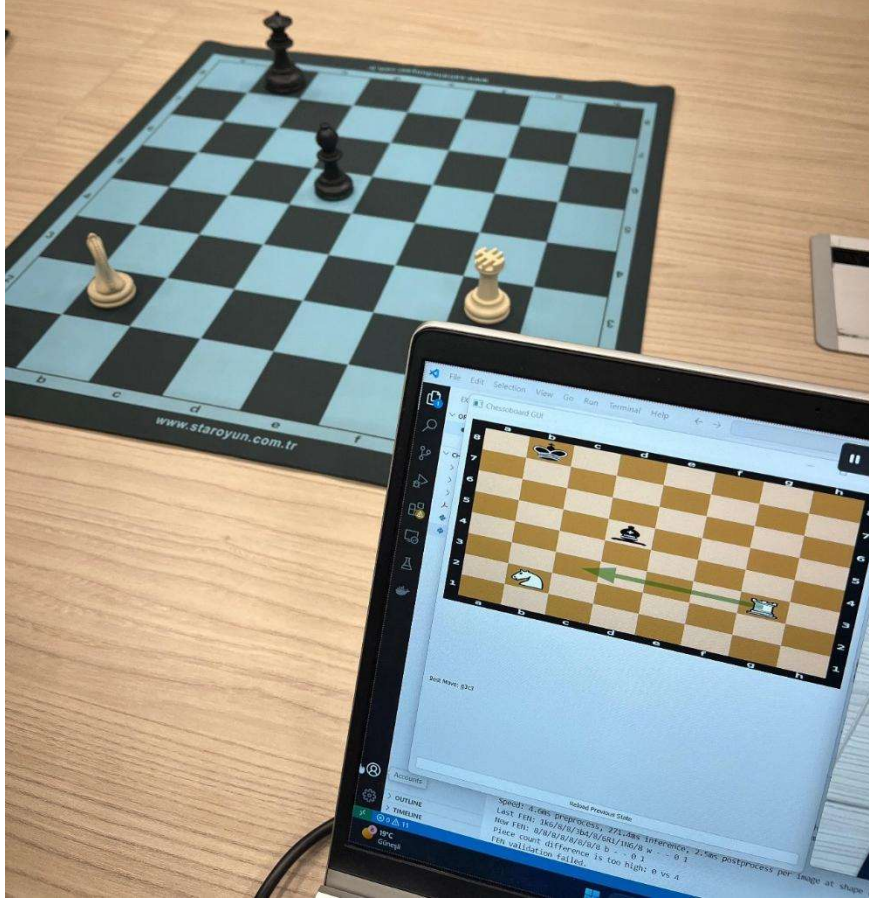
Tahtadaki taşların konum bilgileri, satranç motoru ile çalışabilmek için FEN (Forsyth–Edwards Notation) formatına dnüşürülecektir. FEN dizilimi, sadece taşların yerini değil, aynı zamanda hangi oyuncunun sırasının olduğunu, rok hakkı gibi özel durumları da içerir.

2.6. Satranç Motoru Entegrasyonu- Stockfish ve Python-Chess Kullanımı

Stockfish, en güçlü açık kaynak satranç motorlarından biridir. Python-chess ise satranç kurallarını uygulamak için kullanılan bir Python kütüphanesidir.

Yapılan hamlelerin kurallara uygun olup olmadığını belirlemek için Stockfish motoru ile analiz yapılacaktır. Geçersiz hamleler tespit edilerek kullanıcıya uyarı verilecektir. Tüm hamleler PGN formatında kaydedilerek oyunun analizi sağlanacaktır.

Model ıktıları ile oluşturulan FEN string, Python zerinden Stockfish motoruna gönderilmekte ve motorun önerdiği en iyi hamle alınmaktadır. Elde edilen bu hamle, kullanıcı arayüzü üzerinden görsel olarak kullanıcıya sunulacaktır.



Resim-5

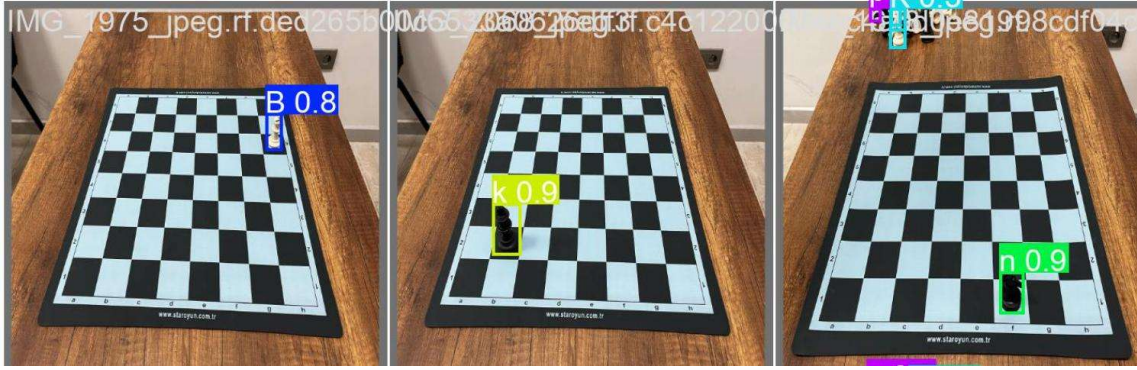
2.7 Yapay Zeka

Model eğitimi sırasında veri seti çeşitli açılardan, ışık koşullarından ve dönüş açılarından artırılmıştır. YOLOv8, evrişimli sinir ağıları (CNN) yapısında olduğu için bu çeşitlilik, tespit başarımını artırmıştır. Model eğitimi, eldeki sınırlı veriyle mümkün olan en iyi sonucu alacak şekilde optimize edilmiştir.

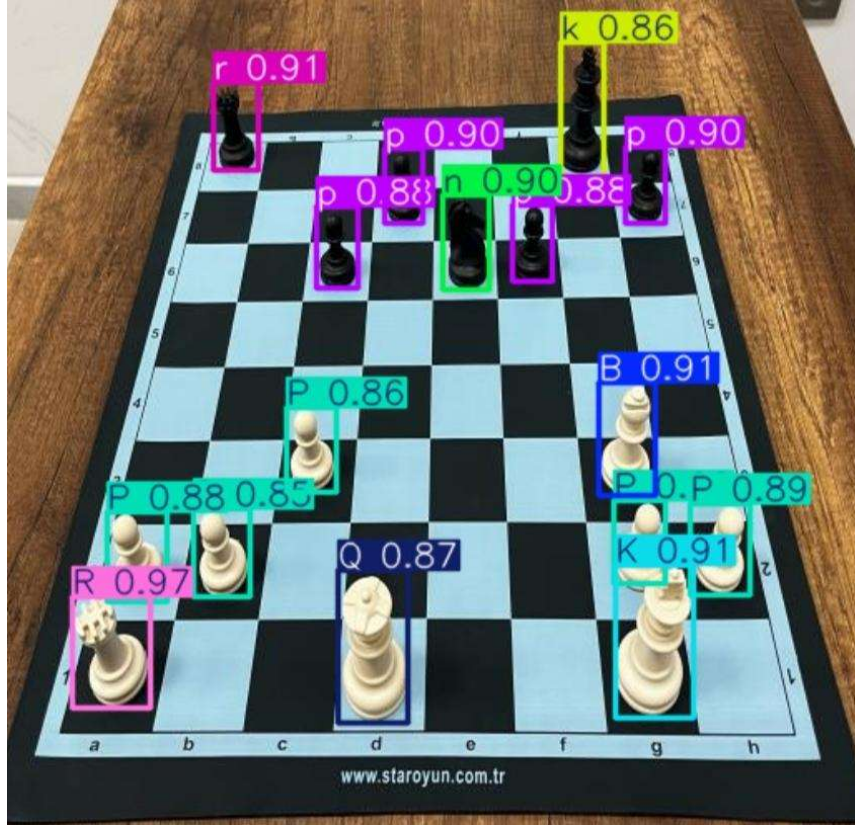
2. ŞU ANA KADAR YAPILANLAR VE YAPILACAKLAR

3.1 Şu Ana Kadar Yapılanlar

- Satranç tahtası ve taşlarını içeren özel bir görüntü veri seti oluşturuldu.
- YOLOv8 tabanlı nesne tanıma modeli eğitildi ve başarıyla çalıştırıldı.



Resim-6



Resim-7

- OpenCV yardımıyla tahtanın dört köşesi tespit edilip perspektif düzeltme işlemleri yapıldı.
- 64 kareye ait grid sistemi oluşturuldu ve taşlar bu grid'e eşlendi.
- Grafikselsel kullanıcı arayüzü (GUI) geliştirildi ve önerilen hamle ok ile gösterildi.
- Optical Flow ile hareketli taş tespiti için ön testler yapıldı.

3.2 Son Süreçte Yapılacaklar:

- Tespit edilen taş konumları FEN formatına dönüştürülecek.
- Stockfish motoru ile bağlantı kurulup en iyi hamle önerisi alınacak.
- Farklı kullanıcılarla test edilerek sistemin genel başarımı ölçülecek.

3. SONUÇLAR

Projede şu ana kadar elde edilen sonuçlar, sistemin temel görevlerin bir çoğunu başarıyla yerine getirdiğini göstermektedir. Taşların doğru şekilde tespit edilmesi, FEN formatının oluşturulması ve satranç motoru ile koordineli şekilde çalışılması uygulamanın en kritik

adımlarıdır.FEN formatının oluşturılması kısmına kadar başarıyla gerçekleştirilmiştir. Bundan sonraki aşamada, FEN formatının oluşturulması ve satranç motoru ile koordineli şekilde çalışılması hedeflenmektedir.

KAYNAKLAR

Stockfish Contributors. Stockfish: Open-Source Chess Engine, 2022, <https://stockfishchess.org>

Meyer-Kahlen, Stefan. UCI Protocol, 2004

Roboflow Blog, “Chess Boards: A Guide to Detecting Chess Pieces with Computer Vision”, 202

Wikipedia Contributors. Forsyth–Edwards Notation

Bugarin, A. I., "Real-Time Tracking Analysis of Physical Chess Game", University of California, Riverside, 2024

Belshe, C., “Chess Piece Detection”, California Polytechnic State University, 2021

Anahtar Kelimeler: YOLOv8, Optical Flow, Python-Chess, Stockfish, OpenCV, Bilgisayarla Görü, FEN