



T.C.
DOĞUŞ ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BİLGİSAYAR VE ENFORMASYON
BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

**İSVİÇRE SİSTEMİNE GÖRE İKİ YÖNLÜ
GALE- SHAPLEY ALGORİTMASI İLE
SATRANÇ RAKİP EŞLEŞTİRME**

Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan
MÜGE ATAK

İstanbul, 2025



T.C.
DOĞU ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BİLGİSAYAR VE ENFORMASYON
BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

**İSVİÇRE SİSTEMİNE GÖRE İKİ YÖNLÜ
GALE-SHAPLEY ALGORİTMASI İLE
SATRANÇ RAKİP EŞLEŞTİRME**

Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan

MÜGE ATAK

202291009017

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Zahid GÜRBÜZ

İstanbul, 2025

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “İsviçre Sitemine Göre İki Yönlü Gale-Shapley Algoritması ile Satranç Rakip Eşleştirme” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere uygun şekilde tarafımdan yazıldığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmamın içinde kullanıldıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını, patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

Müge ATAK

08.05.2025



YÜKSEK LİSANS TEZ SINAV TUTANAĞI

Doküman No	FR.1.26
Yürürlük Tarihi	
Revizyon Tarihi	
Revizyon No	2
Sayfa	1 / 1

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

Tarih :08/05/2025

Anabilim/Anasanat Dalı : BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ/
BİLGİSAYAR VE ENFORMASYON BİLİMLERİ

Öğrencinin Adı Soyadı : Müge ATAK

Öğrenci No : 202291009017

Tez Danışmanının Adı Soyadı : DR. ÖĞR. ÜYESİ MUSTAFA ZAHİD GÜRBÜZ

İkinci Tez Danışmanının Adı Soyadı :

Tezin Başlığı : İsviçre Sitemine Göre İki Yönlü Gale-Shapley Algoritması ile
Satranç Rakip Eşleştirme

Doğuş Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin 32.Maddesi uyarınca yapılan
değerlendirmeler sonunda;



tezin kabul
edilmesine



tezde düzeltme
verilmesine



tezin
reddedilmesine

oy birliği / ~~oy çokluğu~~ ile karar verilmiştir. Gereği için arz olunur.

Danışman Üye

Üye

Üye

Anabilim/Anasanat Dalı Başkanı Onayı:

Doğuş Üniversitesi ("Üniversite") olarak kişisel verilerinizin güvenliği hakkında azami hassasiyet göstermekteyiz. Üniversite olarak, Üniversite ile ilişkili tüm şahıslara ait her türlü kişisel verinin 6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu ("KVKK")'na uygun olarak işlenmesine ve gizliliğinin sağlanmasına büyük önem vermekteyiz. Anayasa m.20/3 ile tanımlanan "kişisel verilerinizin korunmasını isteme" hakkınızın bilincinde olarak, KVKK K. kapsamında tanımlı "Veri Sorumlusu" sıfatıyla, kişisel verilerinizi mevzuata uygun şekilde işlemekteyiz. Daha geniş açıklama için Doğuş Üniversitesi <https://www.dogus.edu.tr/hakkimizda/kisisel-verilerin-korunmasi>

As Doğuş University ("University"), we show maximum sensitivity about the security of your personal data. As a university, we attach great importance to the processing and confidentiality of all personal data of all individuals associated with the University in accordance with the Law No. 6698 on Protection of Personal Data ("KVKK"). Being aware of your right to "ask for the protection of your personal data" recognized by the constitution article 20/3, as "Data Controller" defined within the scope of KVKK, we process your personal data in accordance with the legislation. For a broader explanation you can visit <https://www.dogus.edu.tr/hakkimizda/kisisel-verilerin-korunmasi>

hakkımızda: about us kişisel-verilerin-korunmasi: protection of personal data

Adı ve Soyadı : Müge ATAK
Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Zahid Gürbüz
Türü ve Tarihi : Yüksek Lisans Tezi-08.05.2025
Alanı : Bilgisayar ve Enformasyon Bilimleri
Anahtar Kelimeler : Satranç, Oyun Kuralları, Python, Gale-Shapley

ÖZET

İSVİÇRE SİTEMİNE GÖRE İKİ YÖNLÜ GALE-SHAPLEY ALGORİTMASI İLE SATRANÇ RAKİP EŞLEŞTİRME

Satranç, 8x8 karelik bir tahta üzerinde oynanan, her oyuncunun 16 taşını kullanarak rakibin taşlarını ele geçirmeye çalıştığı, stratejiye dayalı bir zekâ oyunudur. Tarihsel süreçte Doğu'dan Batı'ya hızla yayılmış, dünya çapında saygın turnuvalarla küresel bir oyun haline gelmiştir. Satrançta oyun içi kurallar kadar, müsabaka sürecinde uygulanan eşleştirme kuralları da büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, Dünya Satranç Federasyonu (FIDE) tarafından tanımlanan İsviçre Eşleştirme Sistemi ile Gale-Shapley algoritmasının birleştirilmesiyle yenilikçi bir eşleştirme algoritması geliştirilmiştir.

Geliştirilen algoritma, Chess.com platformunda yer alan en iyi 698 oyuncu ile simüle edilen örnek bir turnuva üzerinde test edilmiştir. Elde edilen eşleşmelerin, İsviçre sisteminin temel kurallarına (benzer puanlı oyuncuların eşleşmesi, aynı oyuncuların tekrar eşleşmemesi, renk dağılımının dengelenmesi) uygun olduğu görülmüştür. Ayrıca, az ve orta sayıda katılımcıya sahip gerçek turnuvaların sonuçlarıyla karşılaştırma yapılmış, önerilen algoritmanın rastgele eşleştirmeye kıyasla daha dengeli ve tutarlı sonuçlar ürettiği belirlenmiştir. Karışık puan gruplarına sahip oyuncuların önerilen algoritma ile kıyaslanmıştır.

Çalışma kapsamında yalnızca ELO derecelendirme sistemiyle yetinilmeyip, Glicko, ELO++ ve TrueSkill gibi farklı derecelendirme sistemleri de incelenmiştir. Bu sistemlerin, oyuncu performanslarının daha hassas ölçülmesinde ve eşleşmelerin kalitesinin artırılmasında sağladığı avantajlar değerlendirilmiştir. Özellikle güç seviyesi benzer oyuncular arasında yapılan eşleşmelerde bu sistemlerin tutarlı sonuçlar verdiği saptanmıştır.

Geliştirilen eşleştirme algoritması, her turda oyuncuların puan durumuna ve önceki taş renklerine göre eşleştirme yaparken, Gale-Shapley algoritması ile kararlı eşleşmeler oluşturulmasını sağlar. Ayrıca, algoritma tüm oyuncuların turnuva boyunca aktif kalmasını hedefleyerek eleme yöntemlerinden farklı bir yapı sunar. Örnek turnuvalarda bazı oyuncuların eksik katılım göstermesine rağmen, geliştirilen sistem tüm oyuncuları eşleştirerek simülasyonlarda başarılı sonuçlar üretmiştir. ELO puan farkı yüksek olan eşleşmelerde beklenmedik sonuçlar gözlenmiş olsa da sistem genel olarak istikrarlı ve adil bir eşleştirme modeli sunmuştur. Geliştirilen bu sistem ile satranç turnuvalarında en adil ve dengeli eşleşmelerin sağlanması hedeflenmiştir. Turnuva sonunda eşleşmeler ne olursa olsun performansa dayalı olarak güç puanları hesaplanmıştır.

Name and Surname : Müge ATAÖ
Supervisor : Asst.Prof. Mustafa Zahid GÜRBÜÖ
Degree and Date : Master's Thesis- 08.05.2025
Major : Computer and Information Sciences
Key Words : Chess, Game Rules, Python, Gale-Shapley

ABSTRACT

TWO-WAY ACCORDING TO THE SWITZERLAND SYSTEM CHESS OPPONENT MATCHING WITH THE GALE-SHAPLEY ALGORITHM

Chess is a strategic intellectual game played on an 8x8 board, where each Oyuncu uses 16 pieces to try to capture the opponent's pieces. Over the course of history, it has spread rapidly from East to West and has become a global game with prestigious tournaments held worldwide. In chess, not only in-game rules but also the pairing regulations used during competitions are of great importance. In this study, an innovative pairing algorithm was developed by combining the Swiss Pairing System defined by the World Chess Federation (FIDE) and the Gale-Shapley algorithm.

The developed algorithm was tested through a simulated tournament involving the top 698 Oyuncular listed on the Chess.com platform. The resulting pairings were found to comply with the main principles of the Swiss system, such as pairing Oyuncular with similar scores, preventing repeat pairings in subsequent rounds, and balancing Renk assignments. Moreover, the results of the proposed algorithm were compared with those of real tournaments involving small and medium numbers of participants. The algorithm produced more balanced and consistent pairings compared to random matchings. Oyuncular with mixed rating levels were also analyzed in comparison with the proposed algorithm.

In addition to the ELO rating system, other rating models such as Glicko, ELO++, and TrueSkill were also examined. These systems were evaluated for their advantages in more accurately measuring player performance and enhancing the quality of pairings. It was observed that these systems produced consistent results, especially in matchups between players with similar strength levels.

The proposed pairing algorithm creates stable pairings using the Gale-Shapley algorithm while considering player's scores and color assignments from previous rounds. Unlike elimination systems, the algorithm ensures that all players remain active throughout the tournament. Although some players did not participate in certain rounds during the sample tournaments, the developed system successfully matched all Oyuncular in simulations. While unexpected outcomes were observed in pairings with large ELO point differences, the system overall provided a stable and fair pairing model. With this system, the aim is to ensure the most fair and balanced pairings in chess tournaments. Regardless of the matchups, performance-based strength scores were calculated at the end of the tournament.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

ÖZET

ABSTRACT

TABLolar LİSTESİ	iii
ŞEKİLLER LİSTESİ	v
KISALTMALAR	vii

GİRİŞ	1
-------------	---

BİRİNCİ BÖLÜM LİTERATÜR TARAMASI

1.1. Satranç ve Tarihçesi	4
1.2. Uluslararası Satranç Federasyonu (FIDE)	8
1.3. Derecelendirme Sistemleri	11
1.4. Gale-Shapley Algoritması Kararlı Eşleşme	15
1.4.1. Eleme Sistemi	19
1.4.2. İsviçre Sistemi	21
1.4.3. Rastgele Eşleşme Sistemi	28

İKİNCİ BÖLÜM MATERYAL METOT

2.1. Projede Kullanılan Araçlar	32
2.2. Veri Seti Oluşturma	39
2.3. FİDE İsviçre Oyuncu Eşleşme Algoritması	48
2.3.1. Birinci Tur Eşleşme Kriterleri	48
2.3.2. İkinci Tur Eşleşme Kriterleri	51
2.3.3. Üçüncü Tur Eşleşme Kriterleri	53
2.3.4. Dördüncü Tur ve Üzeri Turlar İçin Eşleşme Kriterleri	55
2.4. Güç Puan Hesabı	56
2.5. Rastgele Eşleşme Algoritması	57

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM DENEYSEL ARAŞTIRMA

3.1. Usta Oyuncuların Eşleşmesi	61
3.2. Az Oyunculu Turnuva	71
3.3. Orta Oyunculu Turnuva	78
3.4. Orta Oyunculu Grup Eşleşme Sonuçlarının Karşılaştırılması	90
3.5. Karışık Güç Puanına Sahip Oyuncuların Eşleşmesi	99
3.6. Bulgular ve Tartışma	111
SONUÇ	114
KAYNAKÇA.....	119



TABLÖLER LİSTESİ

	Sayfa No.
Tablo 1.FIDE Unvanlarına göre ELO Puanları	8
Tablo 2.Dünya Satranç Şampiyonları Listesi (Türkiye Satranç Fedarasyonu)	9
Tablo 3.Turlara Göre Eşleşme Kuralları.....	24
Tablo 4.Elleme ve İsviçre Sistemi Karşılaştırma.....	28
Tablo 5.Html Belgesinde Yer Alan Önemli Bileşenler	45
Tablo 6.Satranç Oyuncuları ve Güç Puanları Veri Seti	48
Tablo 7.En İyi Oyuncuların Güç Puanları	61
Tablo 8.En İyi Puana Sahip Oyuncuların 1. Tur Eşleşmesinin Yer Aldığı Kesit	63
Tablo 9.En İyi Güç Puanına Sahip 1. Tur da Yer Alan Oyuncuların Güç Puanları ..	63
Tablo 10.En İyi Puana Sahip Oyuncuların 1. Tur Puanlarına Ait Kesit	64
Tablo 11.En İyi Puana Sahip Oyuncuların 2. Tur Güç Puanlarına Ait Kesit	65
Tablo 12.En iyi Güç Puanına Sahip Oyuncularda 1. ve 2. Tura Ait Toplam Puan ...	66
Tablo 13.En İyi Güç Puanına Sahip Oyuncuların 3. Tur Eşleşmelerine Ait Kesit....	67
Tablo 14.En İyi Puan Sahip 3. Tur da Eşleşen Oyuncuların Puanlarına Ait Kesit....	67
Tablo 15.En İyi Puana Sahip Oyuncuların Toplam Puanına Ait Kesit	68
Tablo 16.En İyi Güç Puanına Sahip Oyuncuların 4. Tur Eşleşmelerine Ait Kesit....	69
Tablo 17.En İyi Puana Sahip 4. Tur da Eşleşen Oyuncuların Puanları	69
Tablo 18.Oyuncuların 4. Tur Sonunda Sahip Oldukları Güç Puanları	70
Tablo 19.4 Oyunculu Turnuva ve Güç Puanları	71
Tablo 20.İsviçre Kurallarına Göre Birinci Tur Eşleştirmeleri	72
Tablo 21.Kullanılan Algoritma ile 4 Oyunculu Turnuvada İlk Tur Eşleşmeleri	73
Tablo 22.1.Tur Sonucu	74
Tablo 23.İsviçre Kurallarına Göre İkinci Tur Eşleştirmeler	74
Tablo 24.Kullanılan Algoritma ile 4 Oyunculu Turnuvada İkinci Tur Eşleşmeleri ...	75
Tablo 25.1. ve 2. Tur Sonuçları ile Genel Tur Sonuçları.....	75
Tablo 26.İsviçre Kurallarına Göre Üçüncü Tur Eşleştirmeleri.....	76
Tablo 27.Kullanılan Algoritma ile 4 Oyunculu Turnuvada 3.Tur Eşleşmeleri.....	76
Tablo 28.Kullanılan Algoritmada 3. Tur Sonuçları	77

Tablo 29.4 Oyunculu Turnuvada Güncel Güç Puanı.....	78
Tablo 30.12 Oyunculu Turnuva ve Güç Puanları	78
Tablo 31.İsviçre Kurallarına Göre Birinci Tur Eşleştirmeleri	80
Tablo 32.Kullanılan Algoritma ile 12 Oyunculu Turnuvada 1. Tur Eşlemeleri.....	81
Tablo 33.1. Tur Sonuçları ile Genel Tur Sonuçları	82
Tablo 34.İsviçre Kurallarına Göre İkinci Tur Eşleştirmeleri.....	84
Tablo 35.Kullanılan Algoritma ile 12 Oyunculu Turnuvada 2.Tur Eşlemeleri.....	84
Tablo 36.1.ve 2. Tur Sonuçları ile Genel Tur Sonuçları.....	85
Tablo 37.İsviçre Kurallarına Göre Üçüncü Tur Eşleştirmeleri.....	87
Tablo 38.Satranç Turnuvaları Eşleştirme Karşılaştırması	88
Tablo 39.Oyuncuları Güç Puanları	90
Tablo 40.Rastgele Eşleşmeler Sonucu.....	91
Tablo 41.İsviçre Kuralları ile Gale-Shapley Algoritmasına Göre Eşleşmeler.....	91
Tablo 42.Önerilen Algoritmaya Göre Güç Puanı Karşılaştırması	93
Tablo 43.Rastgele Eşleşme Yöntemine Göre Güç Puanı Karşılaştırması	94
Tablo 44.Oyuncuların Güç Puanları Mutlak Farkı	96
Tablo 45.Toplam Mutlak Fark Oranı.....	96
Tablo 46.KSPSO Önerilen Algoritmaya göre Eşleştirilmesi 1. Tur Sonuçları	99
Tablo 47.KSPSO Önerilen Algoritmaya göre Eşleştirilmesi 2. Tur Sonuçları	100
Tablo 48.KSPSO Önerilen Algoritmaya göre Eşleştirilmesi 3. Tur Sonuçları	101
Tablo 49.KSPSO Önerilen Algoritmaya göre Eşleştirilmesi 4. Tur Sonuçları	102
Tablo 50.Hazırlanan Algoritmaya Göre Puanı Yüksek Oyuncuların Sonuçları.....	103
Tablo 51.Hazırlanan Algoritmaya Göre Puanı Düşük Oyuncuların Sonuçları	105
Tablo 52.Rastgele Eşleşmelere Göre Turnuva Sonuçları	107

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No.
Şekil 1.Satranç Taşları	5
Şekil 2.Satranç Taşlarının Oyun Başlangıç Konumu	6
Şekil 3.Eleme Sistemi	20
Şekil 4.İsviçre Turnuva Sistemi.....	25
Şekil 5.Rastgele Eşleşme Ağları	30
Şekil 6.Web Scraping	41
Şekil 7.Veritabanı Şeması	43
Şekil 8.HTML Belgesi	44
Şekil 9.HTML Ağacı	45
Şekil 10.Oyuncu İsimlerine Ait Etiket.....	46
Şekil 11.Oyuncu Güç Puanlarının Bulunduğu Etiket	47
Şekil 13.Az Oyunculu Turnuvada Eşleşmeler	71
Şekil 14.4 Oyunculu Turnuva Sonuçları.....	72
Şekil 15.4 Oyunculu Turnuva İlk Tur Eşleşmeleri ve Sonuçları	72
Şekil 16.4 Oyunculu Turnuva İkinci Tur Eşleşmeleri ve Sonuçları	74
Şekil 17.4 Oyunculu Turnuva Üçüncü (Son) Tur Eşleşmeleri ve Sonuçları	76
Şekil 18.12 Oyunculu Turnuva Sonuçları.....	79
Şekil 19.Orta Oyunculu Turnuvada Kullanılan Algoritmaya Göre 1. Tur Eşleşmesi 80	
Şekil 20.12 Oyunculu Turnuva İlk Tur Eşleşmeleri ve Sonuçları	81
Şekil 21.12 Oyunculu Turnuva İkinci Tur Eşleşmeleri ve Sonuçları	83
Şekil 22.Orta Oyunculu Turnuvada Kullanılan Algoritmaya Göre 2. Tur Eşleşmesi 83	
Şekil 23.Oyunculu Turnuva Üçüncü Tur Eşleşmeleri ve Sonuçları	86
Şekil 24.Orta Oyunculu Turnuvada Kullanılan Algoritmaya Göre 3. Tur Eşleşmesi 86	
Şekil 25.Rastgele Eşleşmeler ile İsviçre Sistemine Göre Puan Fark Grafiği	97
Şekil 26. Hazırlanan Algoritmaya Göre Puanı Yüksek Oyuncuların Sonuçları.....	104
Şekil 27.Hazırlanan Algoritmaya Göre Puanı Düşük Oyuncuların Sonuçları.....	106
Şekil 28.Rastgele Eşleşmelerde Yüksek Puanlı Oyuncuların Değişim Grafiği.....	109

Şekil 29.Rastgele Eşleşmelerde Düşük Puanlı Oyuncuların Değişim Grafiği	109
Şekil 30.Değişim Oran Karşılaştırması	109



KISALTMALAR

API:	Uygulama Programlama Arayüzü
B.P:	Beraberlik Puanı
FIDE:	Dünya Satranç Federasyonu
FM:	FIDE Ustası Ünvanı
GM:	Büyük Usta Ünvanı
GUI:	Grafiksel Kullanıcı Arayüzü
IDE:	Entegre Geliştirme Ortamı
IM:	Uluslararası Usta Ünvanı
HTML:	Köprü Metni Biçimlendirme Dili
HTTP:	Köprü Metni Aktarım Protokolü
JİKA:	Kadiri Üniversitesi Bilişim Dergisi
JSON:	JavaScript Nesne Gösterimi
KSPSO:	Karışık Güç Puanına Sahip Oyuncular
KUU:	Kadın Ulusal Usta
K.P:	Kazanan Puanı
LDPMH:	En Düşük Gecikmeli ve En Az Atlama Sayılı Yol
LHPMD:	En Az Atlama Sayılı ve En Düşük Gecikmeli Yol
LIPS:	Liste İşleme Dili
MS:	Microsoft
TSF:	Türkiye Satranç Federasyonu
UKD:	Ulusal Kademe Derecesi
USCF:	ABD Satranç Organizasyonu
UU:	Ulusal Usta

WGM: Kadın Büyük Usta Ünvanı

WIM: Kadın Uluslararası Usta Ünvan



GİRİŞ

Satranç Hindistan'dan çıkmış ve doğudan batıya hızla yayılmış en önemli oyundur. Satranç oyununun dünya çapında turnuvaları yapılmakta olup ve spor dalı olan iki rakibin satranç araçları ile oynadığı oyundur. (Ermiş & Akyol, 2022)

Baştan sonra bir satranç oyununda tahta üzerinde taşların başlangıç konumundan, taşların hareketine, taşların oynatılmasından, satranç saatine, hamlelerin kaydedilmesine kadar pek çok kuralı mevcuttur. Oyun içi kuralları dışında ise satranç müsabakasında rakiplerin eşleştirilmesi, oyuncuların hangi renk taşlar ile oyun oynayacağına kadar karar veren kurallar mevcuttur.

Bu çalışmada satranç oyuncularının “İsviçre Eşleşme Kurallarına” bağlı oyuncu eşleşme algoritması oluşturulmuştur. İsviçre eşleşme kuralları, eleme sisteminden farklı olarak turnuvaya katılan tüm oyuncuların birbirleriyle eşleştirilmesini amaçlar. Güç puanı yakın oyuncular birbirleriyle eşleştirilir ve bir turda eşleşen oyuncular bir daha eşleşmez. Oyuncuların turlarda aldığı renkler turnuva eşleşmesinin izin verdiği kadarıyla bir önceki turda aldığı rengin tersini alır. 1. Tur da oyuncular güç puanlarına göre eşleştirilirken, 2. Ve sonraki turlarda turnuva içerisinde aldıkları puanlara göre eşleştirilir. Eşleşmeler ilk olarak puan durumuna göre eşleştirilir ve oyuncuların bir önceki turda tersini alabileceği uygun bir eşleşme varsa eşleştirilir, yoksa kural esnetilebilir.

Tez çalışması ile satranç turnuvalarında oyuncuların en kararlı şekilde eşleştirilmesi amaçlanmıştır. İsviçre sistemi daha adil ve oyuncuların gerçek gücünü yansıtan bir eşleşme yöntemi sunarken, rastgele eşleşme yöntemi daha dengesiz sonuçlar doğurabilmektedir. Turnuva sistemlerinde Gale-Shapley algoritması gibi istikrarlı eşleşme mekanizmalarının kullanılması, oyuncular için daha adil bir rekabet ortamı oluşturulmasına katkı sağlayacaktır.

Problem Tanımı

Satranç turnuvalarında oyuncular arasında kararlı bir eşleşmeye varılması hedeflenmektedir. Bu hedef doğrultusunda turnuvaya katılan tüm oyuncuların her turda yer alması beklenmektedir. Kararlı eşleşme yapılması için İsviçre kuralları baz alınarak Gale-Shapley algoritmasından yararlanılmıştır.

Satranç oyununda adilce rekabet için hakemlerin yanı sıra pek çok keskin kuralı mevcuttur. Oyuncuların hamlelerinin kontrolünden, eşleşmelere ve oyun sürelerine kadar birçok etken bulunmaktadır. Bu etkenleri maddeleyecek olursak:

- Taşların başlangıç konumu
- Taşların hareketi
- Taşların oynatılması
- Satranç saati
- Hamlelerin hakem tarafından kaydedilmesi
- Oyuncuların duruma göre daha önceki skorlarına veya alfabetik sıraya göre eşleştirilmesi
- Oyuncunun hangi renk taş ile oynayacağına
- Turlar ilerledikçe toplam skora göre eşleşmelerin yapılması
- Satranç oyununun sonuçlandırılması için pek çok kural mevcuttur. Bu kurallar eşleşme kuralları ve oyun kuralları olarak ayrılabilir. Satranç oyununda adil rekabet için turnuva içerisinde bir turda eşleşen oyuncular başka turda eşleştirilmemelidir.

Yukarıdaki kurallar göz önünde bulundurularak satranç turnuvalarında her oyuncunun kararlı bir eşleşme yapacağı algoritma oluşturulmuştur. Çalışma kapsamında hazırlanan algoritma ile gerçekleşen turnuva sonuçları arasındaki farklar ortaya koyulmuştur.

Tezin Organizasyonu

Bu çalışmada Bölüm 1’de Satranç ile ilgili mevcut literatürün özeti verilerek kullanılan Satrancın ne olduğu, nasıl oynandığı, satranç gelişim tarihi, Uluslararası Satranç Federasyonu, Gale-Shapley algoritması, eşleşme kuralları ve oynanılan turnuvanın başındaki güç puanlarının turnuva sonundaki güç puanını hesaplamak için kullanılan ELO formülünden bahsedilmiştir.

Bölüm 2’de algoritma oluşturulurken kullanılan metotlar anlatılmış olup, bu çalışma dahilinde yazılmış olan kodların yazıldığı Python ve Jupyter Notebook hakkında bilgiler verilmiştir. Satranç oyununda rakip eşleştirmeleri ile ilgili algoritmalar her tur için ayrı ayrı açıklanmıştır.

Uygulama Bölüm 3’te ele alınmıştır. Tez kapsamında hazırlanmış olan algoritma chess.com’ da yer alan en iyi oyuncular üzerinde incelenmiştir. “Chess.com” da gerçekleşmiş olan 4 kişilik ve 12 kişilik turnuva sonuçları, tez kapsamında oluşturulan algoritma ile karşılaştırılmıştır. İsviçre kuralları ile Gale-Shapley algoritması ele alınarak oluşturulan algoritma ile rastgele eşleşmelerin olduğu algoritma kıyaslanmıştır.

Sonuç bölümünde ise bu tezin katkıları tartışılmış ve gelecek çalışmalar bölümü anlatılmıştır. Bu bölümlerde tezde nasıl uygulamalar yapıldığı ve gelecekte neler yapılırsa ilgili alana ne tür katkıları olacağı tartışılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

LİTERATÜR TARAMASI

1.1.Satranç ve Tarihçesi

Satranç iki kişi ile oynanan masa oyunudur. Satranç oyuncularının en önemli özellikleri konsantrasyon, zaman planlaması ve problem çözme yetenekleri oldukça gelişmiştir. Yapılan çalışmalardan satranç oynayan bireyler ile satranç oynamayan bireylerin problem çözme yeteneklerin kıyaslandığında satranç oynayan bireyler ile oynamayan bireyler arasında oldukça fark görülmüştür. Satranç oynamayan bireylerde problemlere aceleci bir yaklaşım görülmüştür. Satranç, başarıya ulaşma yolunda plan yapılması gerektiği ve olanaklara göre şekil alabilmen gereken bir oyundur (Erhan, Hazar & Tekin, 2009).

Satranç; strateji, rekabet, mücadele üzerine kuruludur. Satranç oyunu veya sporu pek çok araştırmaya olumlu şekilde konu olmuştur. Satranç oynamanın bilişsel ve akademik becerilere katkıları araştırma konusudur (Dreżewski & Wątor, 2021).

Satranç tarihi çok eskilere dayanmaktadır. Günümüze kadar olan süreçte satranç taş hareketlerinde, saat kullanımında pek çok değişiklikle günümüzdeki oyun kurallarının olduğu formata gelmiştir. Dünya satranç federasyonunun kurulmasıyla hızlı bir ilerleme göstermiştir. En önemli etkisi oyuncular hakkında bilgi veren veri tabanlarının oluşturulmasıdır. Satranç hakkındaki görüşlere bakıldığında genel kanı doğru tahminleme modeli ile zamana karşı yapılan zihinsel bir spordur. Satranç oyuncularının ön görüleri ve psikoloji yönetimleri başarıyı etkileyen en önemli iki unsurdur. Geçmişe dayalı verilere ters düşecek şekilde oyun sonuçları değişebilir. Başarılı bir oyuncu kaygı bozukluğu ve odaklanma konusunda sorun yaşayıp kaybedebilecekken, başarı durumu daha kötü olan bir oyuncu yeterince odaklanıp kazanabilir. Satranç rekabet ve duygu oyunudur (Ermiş & Akyol, 2022).

Modern satranç oyunu, satranç taşlarının “satranç tahtası” olarak adlandırılan kare şeklinde bir oyun tahtası üzerinde rakiplerin sırayla oynadığı oyundur. Beyaz taşları oynayan oyuncu oyuna başlar. Oyuncular rakibin şahını ‘mat etmeye’ çalışır. Eğer her iki taraf için de şah-mat yapmak mümkün değilse oyun beraberektir. Satranç

tahtası, dönüşümlü olarak açık (beyaz) kareler ve koyu (siyah) kareler olan 8x8 (64) eşit kareden oluşur. 16 adet açık renkli, 16 adet koyu renkli taş ile oynanır. Numaralandırılmış hamlelerin yazılması için 8x8 olan yatay ve dikey sıralar numaralandırılmış ve harflendirilmiştir. Bir sıra 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 olarak numaralandırılmıştır. Diğer sıra u a, b, c, d, e, f, g, h olarak adlandırılmıştır. (FIDE, 2020; Ün, 2010).

Beyaz taşın sahibi tura başlarken ilk hamleyi yapar ve oyuncular ve oyuncular karşılıklı hamlelerle oynamaya devam eder. Satrançta açılışı yapma hakkı beyaz taşları kontrol eden oyuncuya aittir; oyunun geri kalanında oyuncular sırayla hamle yaparak karşılıklı olarak stratejik kararlar alır ve oyunun seyrini belirler. (Engin, 2024).

 Beyaz bir şah	 Siyah bir şah
 Beyaz bir vezir	 Siyah bir vezir
 Beyaz iki kale	 Siyah iki kale
 Beyaz iki fil	 Siyah iki fil
 Beyaz iki at	 Siyah iki at
 Beyaz sekiz er (piyon)	 Siyah sekiz piyon

Şekil 1.Satranç Taşları

Kaynak: (Ün, 2010, s.18).



Şekil 2.Satranç Taşlarının Oyun Başlangıç Konumu

Kaynak: (Ün, 2010, s.18).

Satranç oyunu taşların hareketleri aşağıda verilmiştir:

- Fil, üzerinde bulunduğu köşegen üzerindeki herhangi bir kareye gidebilir (FIDE, 2020).
- Kale, bulunduğu dikey veya yatay sıra üzerindeki herhangi bir kareye gidebilir (FIDE, 2020).
- Bu hamleleri yaparken fil, kale veya vezir, araya giren herhangi bir taşın üzerinden geçemez (FIDE, 2020).
- At, üzerinde durduğu kareye en yakın karelerden birine hareket edebilir, ancak aynı sırada, sütunda veya çaprazda olamaz (FIDE, 2020).
- Piyon, aynı hatta hemen önündeki boş kareye doğru hareket edebilir (FIDE, 2020).
- Şah, orijinal karesinden orijinal karesindeki kaleye doğru iki kare transfer edilir, ardından bu kale, şahın yeni geçtiği kareye transfer edilir (FIDE, 2020).
- Rakibin bir veya daha fazla taşı tarafından saldırıya uğradığında şahın 'şah edilmiş' olduğu söylenir, bu taşlar o kareye hareket etmekten alıkonulsa bile, çünkü o zaman oradan ayrılırlar veya kendi şahlarını şah altına koyarlar. Aynı renkteki şahı şaha maruz bırakacak veya şahı şah altında bırakacak hiçbir taş hareket ettirilemez (FIDE, 2020).

Satranç 6. yüzyılda Hindistan ve İran'da chatrang adı verilen bir oyun olarak oynanmaya başlamıştır. 1000 yılına gelindiğinde satranç tüm Avrupa'da biliniyordu. 15. yüzyılda İtalya ve İspanya'da bugünün kesin kuralları uygulanmaya başladı. 19. yüzyılın başlarında ve ilk modern satranç turnuvası 1851 yılında Londra'da yapıldı. İlk resmi dünya satranç şampiyonu Alman usta Johannes Zukertort'dur. Son yüz yılda satranç, 1924'te Paris'te kurulan ve Uluslararası Olimpiyat Komitesi tarafından 1999'da Uluslararası Spor Federasyonu olarak tanınan dünya satranç federasyonu ile yakından bağlantılıdır (FIDE, 2020).

Matematikçi Arpad Imre ELO (1903-1992) tüm satranç oyuncularının gücünün bir ölçüsü olan derecelendirme puanlarını hesaplama sisteminin kurucusudur. ELO adını taşıyan ELO Satranç Derecelendirme Sistemi, en ünlü ve kullanılan derecelendirme sistemlerinden biridir. Arpad ELO'dan ismini alan ELO puanlama sistemi (ELO rating system), satrançta bir derecelendirme sistemi olarak kullanılmaktadır. Satranç oyuncuları, FIDE tarafından belirlenen birtakım normları tamamlayarak ulaştıkları ELO puanına göre Tablo.1'de gösterilmekte olan unvanlardan birini almaktadırlar (Aydın, 2024; Breznik & Batagelj, 2011).

Uluslararası Satranç Federasyonu (FIDE), veri tabanı 1990 öncesi listelerden bilgisayara elle yazılarak oluşturuldu. Oyuncuların isimlerindeki benzerlik, soyadının değişmesi gibi durumlar için doğum tarihlerinin nereli olduklarını bildiren geniş bir liste hazırlandı. Oyunlar alanında belirli bir listenin kapsadığı bir dönemde FIDE'nin unvanlarının kullanılmasıdır. Geçmiş derecelendirmelerde yazar hataları bulunsa da günümüzde böyle bir durum mevcut değildir (Alcalde, 1994; Howard, 2006).

Hayatta müzik, spor ve satranç gibi pek çok alanda deneyim ve uzmanlık gerekmektedir. Kişilerin uzmanlık alanına ait performansları başarılarını ifade etmektedir. FIDE unvanları oyuncuların uzmanlık düzeyleri ile ilgili bilgi vermektedir. Tablo.1'de Fide unvanlarının sahip oldukları minimum puanlar yer almaktadır (Aydın, 2024).

Tablo 1.FIDE Unvanlarına göre ELO Puanları

Unvan	Minimum ELO Puanı
Büyükusta (Grandmaster-GM)	2300
Uluslararası Usta (International Master-IM)	2200
FIDE Ustası (FIDE Master-FM)	2100
Aday Usta (Candidate Master-CM)	2000
Kadın Büyükusta (Woman Grandmaster-WGM)	2100
Kadın Uluslararası Usta (Woman InternationalMaster-WIM)	2000
Kadın FIDE Ustası (Woman FIDE Master-WFM)	1900
Kadın Aday Usta (Woman Candidate Master-WCM)	1800

Kaynak: (Aydın, 2024).

1.2. Uluslararası Satranç Federasyonu (FIDE)

FIDE satranç sporunun yönetim organıdır ve tüm uluslararası satranç müsabakalarını düzenler.” olarak tanımlar. İlk başta FIDE bir sivil toplum kuruluşu olarak başlamıştır. 1999 yılında Uluslararası Olimpiyat Komitesi tarafından Global Spor Organizasyonu olarak kabul edilmektedir. FIDE’nin başlıca görevlerinden en önemlileri, ulusal turnuvaları düzenlemek ve kuralları belirlemektir. FIDE, tüm dünyada geçerli olan resmi sıralamaları ve oyuncu derecelendirmelerini sağlayarak, global satranç sisteminin adil ve düzenli işlemesine katkıda bulunur (FIDE, 2024).

FIDE'nin günümüzdeki genel merkezi Lozan'dadır, ancak ilk olarak 1924'te Paris'te “Biz bir aileyiz” sloganıyla kurulmuştur. FIDE tüm dünyada ilk Uluslararası Spor Federasyonlarından biri olarak kabul edilmektedir. Günümüzde, Ulusal Satranç Federasyonları biçiminde, bağlı üyeler olarak 199 ülkeyi kapsayan en büyük spor federasyonlarından biridir. Satranç günümüzde tüm kıtalarda on milyonlarca oyuncu ve her gün oynanan ortalama 60 milyondan fazla oyun ile gerçek anlamda global bir spor dalıdır (FIDE, 2024).

Satranç, briç ve tenis gibi birçok oyun iki oyuncu arasında gerçekleşmektedir. Turnuvalarda oyuncuların doğru eşleştirilmesi önemlidir. Eşleşmelerin doğru bir şekilde yapılması için birçok format oluşturulmuştur.

Round Robin formatı tüm oyuncuların diğer oyuncular ile oynaması üzerine kuruludur. Örnek vermek gerekirse 10 oyunculu bir turnuvada 9 tur gerçekleşmelidir. Turnuvalarda kullanılan iki ana sistem vardır. Bunlardan biri eleme sistemi iken diğeri İsviçre turnuva sistemidir.

Uluslararası Satranç Federasyonu (FIDE), İsviçre sistemindeki satranç turnuvalarında birçok oyuncu eşleştirme kuralı uygular. Oyuncu eşleştirme kuralları adaletli bir oyun ve oyuncuların performansını en iyi şekilde göstermesini hedeflenmektedir (Führlich, Cseh & Lenzner, 2022).

Tablo 2.Dünya Satranç Şampiyonları Listesi (Türkiye Satranç Federasyonu)

Dünya Şampiyonlarının İsim Soyisimleri	Şampiyonluk Yılları
Wilhelm Steinitz	1886-1894
Emanuel Lasker	1894-1921
Jose Raul Capablanca	1921-1927
Alexander Alekhine	1927-1935 1937-1946

Max Euwe	1935-1937
Mikhail Botvinnik	1948-1957 1958-1960 1961-1963
Vassily Smislov	1957-1958
Mikhail Tal	1960-1961
Tigran Petrosian	1963-1969
Boris Spassky	1969-1972
Robert Fischer	1972-1975
Anatoly Karpov	1975-1985 1993-1999
Garry Kasparov	1985-1993
Garry Kasparov	1993-2000
Alexander Khalifman	1999-2000
Vladimir Kramnik	2000-2006
Viswanathan Anand	2000-2002
Ruslan Panamariov	2002-2004
Rustam Kasımdzhanov	2004-2005
Veselin Topalov	2005-2006
Vladimir Kramnik	2006-2007
Viswanathan Anand	2007-2013
Magnus Carlsen	2013-...

1.3.Derecelendirme Sistemleri

ELO puan sistemi tüm oyuncular için satranç oyunundaki performanslarına sile 3000 arasında bir sayıdır. İki oyuncu karşılaşmasın da daha yüksek puanı olanın kazanma ihtimali daha çok görülür. Özellikle iki oyuncu arasında fark arttıkça kazanma ihtimali artar (Uludağ, 2018).

1950'lerde Arpad ELO genellikle "ELO sistemi" olarak adlandırılan mevcut ABD derecelendirme sisteminin ortaya çıkması ile satranç turnuvaları popülerleşmeye başlamıştır. Geliştirilmesinden günümüze kadar olan sürede çeşitli geliştirmeler ile daha optimal hale getirilmiştir. ELO derecelendirme sistemi, FIDE tarafından 1970 yılında güç puanı hesaplama yöntemi olarak kabul edilmektedir (Uludağ, 2018; Engin, 2024).

Satranç turnuvaları eşleşmelerinde en uygun eşleşme için, bir turnuva direktörü hangi oyuncuların kazanma olasılığı en yüksek aday olarak kabul edildiği konusunda fikir sahibi olmalıdır. İki oyuncu rekabet ettiğinde, derecelendirme sistemi daha yüksek skora sahip olan oyuncunun daha sık kazanmasını bekleriz.

ELO sistemine göre kazanan kişinin kaybeden kişiden bir miktar derecelendirme puanı almasını ifade ediyor. ELO sistemi ile mevcut ACBL sistemi arasındaki temel farklardan biri ELO sisteminin, bir oyuncunun sonuçlarına bağlı olarak bir derecelendirmenin artmasına veya azalmasına izin vermesidir. Köprü sistemi sadece bir derecelendirmenin artmasına izin verir ve asla düşmesine izin vermez. Bu nedenle bir köprü derecelendirmesi sadece kişinin yeteneğinin bir fonksiyonu değil, aynı zamanda bir oyuncunun rekabet ettiği sıklığın bir fonksiyonudur (Glickman & Jones, 1999).

ELO derecelendirme sistemi, satranç başta olmak üzere birçok rekabetçi oyunda oyuncuların güç seviyelerini belirlemek için kullanılan matematiksel bir sıralama sistemidir. ELO derecelendirme sistemi oyuncuların performans durumlarına göre güç puan hesabı yapar. Bu sistem, oyuncuların zamanla daha doğru bir sıralamada yer almasını sağlar ve satranç turnuvalarında adil bir rekabet ortamı oluşturur. ELO derecelendirme sistemi beklenen değer, turda alınan puan baz alınarak hesaplanır. Bu sistem kullanılarak kazanma olasılığı hesaplanmıştır. Hazırlanan algoritmadaki turnuva sonuçları ELO kazanma olasılığı hesaplamasına göre yapılmıştır. ELO

derecelendirme sistemine benzer birçok sistemi kullanılmaktadır. ELO derecelendirme sistemine alternatif olarak Glicko derecelendirme sistemi de bulunmaktadır. Glicko derecelendirme sisteminin ELO derecelendirme sisteminden en büyük farkı güncelleme duyarlılığıdır. (Pelanek, 2016).

Glicko sistemi, oyuncuların zaman içindeki performans değişimlerini daha doğru modellemek için geliştirilmiş olup, oyuncunun güç puanının oynama sıklığına bağlı olarak değişkenlik göstermesini sağlar. Bu sistem, özellikle oyuncuların uzun süre oynamadığı durumlarda eski ratinglerinin güvenilirliğini değerlendirmek açısından avantaj sağlar (Pelanek, 2016).

Sismanis tarafından geliştirilen ELO++ modeli, klasik ELO derecelendirme sistemine dayalı olarak geliştirilmiş modern bir puanlama yöntemidir. Bu sistem, oyuncuların yetenek düzeylerini lojistik regresyon ve L2 düzenleme teknikleriyle değerlendirerek, daha doğru ve genellenebilir sonuçlar üretmeyi amaçlamaktadır. ELO++ modeli, oyuncuların reytinglerini yalnızca maç sonuçlarına göre değil; oynanan maçların zamanına, rakiplerin seviyelerine ve oyun sıklığına göre optimize eder. Özellikle satranç gibi strateji temelli oyunlarda, oyuncu performanslarını daha istikrarlı biçimde analiz edebilmesi açısından klasik ELO sistemine kıyasla önemli avantajlar sağlar (Sismanis, 2010).

ELO ve TrueSkill gibi sıralama sistemleri, oyuncular arasındaki beceri farklarını belirleyerek daha dengeli maçlar oluşturur. ELO, satranç gibi tekli oyuncu oyunlarında kullanılırken, TrueSkill, çok oyunculu oyunlar ve ekip oyunları için geliştirilmiş bir sistemdir. Her iki sistem de oyuncuların performanslarına göre sıralama yaparak doğru eşleştirme ve geri bildirim sağlar (Graepel & Herbrich, 2006).

IRT modelinde olumlu ya da olumsuz ifadelerin değerlendirme sürecinde neden olduğu karşılıkların etkilerini anlamamıza lazım olur. IRT, oyuncuların belirli stratejilere karşı ne kadar başarılı olduklarını, hangi oyun öğelerine daha yatkın olduklarını ve hangi alanlarda daha fazla güç gösterdiklerini anlamamıza yardımcı olabilir. Satranç oyununda, oyuncuların belirli açılışlara, taktiklere veya oyun ortasında stratejilere nasıl tepki verdiklerini incelemek için IRT kullanabiliriz. IRT, oyuncuların becerilerini ölçerek, daha ayrıntılı bir değerlendirme sağlar. IRT modeli, oyuncuların oyun stilini ve belirli hamlelere karşı nasıl tepki verdiklerini inceleyerek

daha ayrıntılı bir değerlendirme sunar. Bu, oyuncuların stratejik becerilerini göz önünde bulundurarak daha hassas eşleştirmeler yapmayı sağlar. ELO ve Glicko derecelendirme sistemlerinden farkı veri yapısında oyuncuların tepkileri için olasılıksal tahminleme yapar. (Bolt, Wang, Meyer, & Pier, 2020).

Bu tez kapsamında kullanılan derecelendirme sistemlerinden biri olan ELO, oyuncuların performansını puanlar üzerinden dinamik şekilde güncelleyerek sıralama oluşturan yaygın bir sistemdir. Genellikle satranç gibi strateji temelli oyunlarda kullanılan ELO sistemi, oyuncuların kazanma-kaybetme sonuçlarına göre puanlarını günceller ve zamanla daha doğru sonuçlar üretir. Ancak, "ELO System for Skat and Other Games of Chance" adlı çalışmada vurgulandığı gibi, ELO sisteminin performansı oyun türüne göre değişiklik gösterebilmektedir. Makale, Skat gibi şansa dayalı oyunlarda, oyuncu başarısının sadece beceriye değil, aynı zamanda kart dağılımı gibi rastlantısal unsurlara da bağlı olduğunu ifade etmektedir. Bu durum, ELO sisteminin doğruluğunu olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle, şans faktörünü dengelemek adına sistemin modifikasyona ihtiyaç duyduğu belirtilmektedir (Edelkamp, 2021).

Bu bağlamda, tez çalışmasında ele alınan ELO sistemi, sadece satranç gibi stratejiye dayalı oyunlarda değil, şans içeren oyunlarda da test edilerek değerlendirilmiştir. Geliştirilen eşleştirme algoritması, oyuncu puanlarını baz alarak adil eşleşmeler yapmayı amaçlamakta ve bu süreçte ELO puanları önemli bir rol oynamaktadır. Önerilen algoritmada şans ve beceri faktörünü de göz önüne kazanma ve kaybetme olasılıkları belirlenmiştir. Ancak, makalede de ifade edildiği gibi, oyuncuların performansını daha sağlıklı değerlendirmek adına ELO sistemine alternatif olarak Glicko, ELO++ ve TrueSkill gibi sistemler de analiz edilmiştir. Bu sistemler, özellikle kısa vadeli dalgalanmaları, oyuncuların performans belirsizliğini ve zaman içerisindeki gelişimi dikkate alarak daha hassas ve güvenilir sonuçlar sağlamaktadır.

USCF Derecelendirme Komitesi'ne göre, farklı tercihler sonucu farklı eşleşmelerin olabileceği gibi birçok sorunu bulunmaktadır. Güncel sistemler ile mevcutta bulunan en iyi verilere dayalı olarak derecelendirmeleri uygulayacaktır. Kendi tez çalışmamı göz önüne aldığımda en optimal sonuçları verebilecek eşleşmeler için iyi verilere ihtiyaç bulunmaktadır. Dünya Satranç Federasyonu'nun (FIDE) kendi

sisteminde uygulamış olduğu eşleşme kuralına bağlı kalınarak, çalışmamın doğruluğu için sağlıklı veriye ihtiyacım bulunmaktadır. FIDE veri tabanı ve online oyuncu sitelerinde güncel veriler yer almaktadır. Online yapılmış olan satranç turnuvalarının sonuçları kendi sitelerinde kullanılmaktadır (Glickman & Jones, 1999).

$$\text{Yeni Güç Puanı} = \text{Eski Güç Puanı} + K \times (\text{Skor} - \text{Beklenen Skor}) \quad (1)$$

Skor: Oyunu kazanıp kazanmama durumu (Kazandıysa 1, Kaybettiysen 0, Berabereyse 0.5)

Mevcut USCF derecelendirme sisteminde K derecelendirmelere göre 16,24,32 olarak alınır. Düşük derecelendirmelerde 16, güç puanı $2100 \leq \text{öncesi} < 4000$ ise $K=24$ daha üzerinde 32' dir. (Glickman & Jones, 1999).

$$\text{Güç Puanı Yüksek Oyuncular} \rightarrow 2100 \leq \text{öncesi} < 4000 \quad (2)$$

$$\text{Güç Puanı Düşük Oyuncular} \rightarrow \text{sonrası} < 2100 \quad (3)$$

$$E = \frac{1}{1 + 10^{\left(\frac{R_A - R_B}{400}\right)}} \quad (4)$$

Beklenen skor E ile ifade edilmektedir. Rakip ve oyuncu arasında güç puanına göre beklenen bir değer verir. R_A ve R_B Oyuncuların güç puanını temsil eder. Formülden de anlaşıldığı üzere ELO derecelendirme sistemine göre puanları yakın oyunculara başarı durumunda güç puanındaki değişiklik az olurken, puan farkının yüksek olduğu durumlarda daha çok güç puanı artışı olur (Engin, 2024).

Ülkemizde FIDE nin kullanmış olduğu derecelendirme sisteminden farklı UKD (Ulusal Kademe Derecesi) sistemi de kullanılmaktadır. Türkiye Satranç Federasyonu'nda (TSF) geçen UKD sistemine göre alınan unvanlar;

- Ulusal Usta (UU): 2100 ve üzeri UKD puanına sahip sporculara verilecek unvanı (TSF, 2024),
- Kadın Ulusal Usta (KUU):1900 ve üzeri UKD puanına sahip kadın sporculara verilecek unvanı, tanımlar (TSF, 2024),

UKD sistemine göre Ulusal Usta ve Kadın Ulusal Usta unvanları süresiz olarak verilir ve geri alınmaz. Sporcunun, FIDE Unvanına sahip olması bu unvanlara başvurmasına engel değildir (TSF, 2014).

ELO sistemini Chess.com, Lichess ve Internet Chess Club gibi popüler çevrimiçi satranç siteleri kullanmaktadır. Tez kapsamında Chess.com kaynak olarak kullanılmıştır. Tez kapsamında oluşturulmuş olan algoritma ELO derecelendirme sistemine uygun olarak güç puanı bazında hazırlanmıştır, böylece gerçekleşen turnuvalarla karşılaştırma sağlanmıştır. Derecelendirme sistemlerinin pek çoğu turnuva başındaki puanların turnuva sonunda puanların tekrar hazırlanması için oluşturulmuştur. ELO sistemine göre puan hesaplaması için hazırlanmış olan algorithmada her tur sonunda oyuncuların eşleştiği kişilere göre hesaplanmıştır. Turnuva boyunca her tur sonraki güç puanı kullanılarak yeni güç puanı hazırlanmıştır ve son tur ile turnuva sonucu belirlenir (Engin, 2024).

Sonuç olarak, tez kapsamında kullanılan ve önerilen eşleştirme algoritmalarında, ELO sisteminin avantajları kadar sınırları da dikkate alınmış; bu bağlamda daha gelişmiş ve duyarlı derecelendirme sistemlerinin entegrasyonu ile algoritmanın doğruluğu ve adaleti artırılmıştır.

1.4. Gale-Shapley Algoritması Kararlı Eşleşme

Oyun, her oyuncunun stratejiye sahip olduğu n elemanlı kümeye dahil olan n oyuncudur. Oyuncular hamlelerini aynı anda veya sırayla yapabilirler. Satranç sırayla oynanan bir oyundur (Vargün, 2017).

Kararlı eşleşme problemi, tek taraflı ve çift taraflı olmak üzere iki türe ayrılır. Tek taraflı kararlı eşleşme problemi, tek bir kümedeki elemanlarla yapılan eşleşmeleri konu alır ve bu problem, "kararlı oda arkadaşı problemi" olarak da bilinir. Çift taraflı kararlı eşleşme problemi ise iki küme arasındaki eşleşmeleri hedefler ve her iki kümedeki elemanların karşı kümedeki elemanlara dair tercihlerine dayanarak çözüm aranır. Bu tür bir problem, Gale-Shapley'in 1962 yılında önerdiği çift taraflı kararlı eşleşme problemidir. Bu tezde ele alınan kararlı eşleşme problemi, çift taraflı kararlı eşleşme, yani "satranç oyuncularının kararlı eşleşme problemi" olarak adlandırılabilir.

Eşleşmede performans ölçütü olarak güç puanları ve turnuva sürecinde alınan puanlardır. Gale ve Shapley, 1962 yılında kararlı eşleşme problemini çözen bir algoritma geliştirmiştir. Bu algoritma, kolejler ile başvuran adaylar arasındaki eşleşmeleri incelemektedir. Her iki tarafın birbirlerini tercih etme sıralamaları vardır ve algoritma, bu tercihlere dayanarak bir çözüm üretmeyi amaçlar. a kişisi A kolejinde olsun. Bu a kişisi B kolejini A 'ya tercih ediyorsa, b kişisi de B 'de iken A 'yı tercih ediyorsa o zaman bu kolej atamaları kararlı değildir. Gale-Shapley algoritması göz önüne alındığında satranç oyuncularının kararlı eşleşme probleminde başarılı oyuncular başarılar ile eşleştirildiğinde daha az başarılı oyuncuların daha az başarılı oyuncular ile eşleştirilmesi kararlı eşleşmelerin yapılmasını sağlar (Vargün, 2017).

Gale-Shapley algoritması, özellikle eşleştirme ve yerleştirme problemleriyle ilgili mekanizmaları çözmek için oldukça etkili bir yaklaşımdır. Bu algoritmanın, üniversiteye giriş ve okul seçimi gibi piyasada karşılaşılan eşleştirme problemlerinde uygulanması, adil ve dengeli çözümler üretmesi açısından büyük önem taşır. Algoritma, her iki tarafın (öğrenciler ve okullar) çıkarlarını dikkate alarak, uzun vadede en stabil ve optimal eşleşmeleri sağlamayı hedefler. Gale-Shapley algoritması, her öğrencinin en iyi seçeneğini aldığı ve aynı zamanda okulun da tercihlerine uygun yerleştirmeler yaptığı bir mekanizma oluşturmaktadır. Algoritma, hiçbir öğrencinin okul tarafından reddedilmediği ve her öğrencinin geçici yerleşiminde son aşamaya geldiği noktada sona erer. Öğrencilerin en iyi tercihlerine göre yerleşmelerini sağlarken, aynı zamanda okulların da dengeli bir şekilde öğrenci kabul etmelerini mümkün kılar. Bu özellikler, üniversiteye giriş ve okul seçimi gibi yerleştirme süreçlerinde daha verimli ve eşitlikçi sonuçlar elde edilmesine olanak tanır (Çuhallı, 2021).

Kadınlar Shapley'in algoritması, eşit sayıda eleman içeren iki küme (örneğin, kadınlar ve erkekler) arasındaki kararlı eşleşmeleri ele alır. Her bireyin, karşı kümedeki bireyler için belirli bir tercih sırası vardır. Örneğin, her kadının erkekler arasında tercih ettiği sıralama ve her erkeğin kadınlar arasında tercih ettiği sıralama bulunur (Vargün, 2017).

Kararlı eşleşme problemlerinde, her iki küme için de bir kararlı eşleşme mutlaka vardır, çünkü Gale ve Shapley'in algoritması, bu tercih sıralamaları göz önünde bulundurularak tüm bireyler için bir eşleşme oluşturur. Kararlılık burada, hiçbir bireyin başka bir bireyle eşleşmek istememesi durumunu ifade eder; yani bir kişi, mevcut eşleşmesinden daha yüksek bir tercih sırasına sahip olan başka birini tercih etmiyor olmalıdır (Vargün, 2017; Gale & Shapley, 1962).

Teorem, her zaman en az bir kararlı eşleşme olduğunu belirtir ve bu, kararlı eşleşmelerin varlığına dair çok önemli bir garantidir. Kanıt ise bu algoritmanın nasıl işlediğini ve kararlı eşleşmenin her durumda nasıl oluştuğunu ayrıntılı bir şekilde açıklar. Erkekler sırayla tercih ettikleri kadınlara teklif yapar. Her kadın, gelen tekliflerden en yüksek önceliği olanı kabul eder, diğerlerini reddeder. Erkekler, reddedildikçe sırayla daha düşük tercihlerine teklif yapar. Bu süreç, erkeklerin her kadına sadece bir kere teklif gönderecek şekilde devam eder. Sonuçta, her erkek ve kadın bir eşleşmeye sahip olur. Algoritma, teklif eden tarafın lehine çalışır. Eğer erkekler teklif eden tarafı, algoritma erkek-optimal eşleşme üretir. Yani erkekler, bu algoritma ile en iyi seçeneğe sahip olacak şekilde eşleşirler. Öte yandan, algoritma kadınlar teklif edecek şekilde çalıştırıldığında, kadınlar için optimal eşleşme ortaya çıkar. Bu da kadınların daha iyi eşleşmeler yapacağı anlamına gelir. Satranç eşleştirme probleminde hem Gale-Shapley hem de İsviçre turnuva kurallarını kullanarak her iki taraf içinde optimal bir sonuç sunacak yöntem geliştirilmek amaçlanmıştır. Satranç eşleştirme probleminde de oyuncular yalnızca bir kere eşleştirilir, kazanan ve kaybeden belirlenir. Oyuncular güç puanlarına göre, oyun için puanlara göre mutlaka uygun bir eşleşme bulunarak eşleştirilir (Vargün, 2017; Gale & Shapley, 1962).

Algoritmanın bulduğu çözüm, karar verme hakkı bulunan kümedekiler için olumlu olsa da diğer kümedeki elemanlar için aynı şey geçerli olmaz. Satranç turnuvalarında kümeyi güç puanı iyiler ve kötüler olarak ikiye ayıracak olsaydık ve iyiler ve kötülerini birbirleriyle eşleştirecek olsaydık. İyi güç puana sahip oyuncular için olumlu bir sonuç olacakken kötü güç puana sahip kişilere şans verilmemiş olacaktı. Aynı zamanda satranç turnuvaların genel prensip olarak her oyuncunun birbiri ile eşleşmesi hedeflenir. Turnuvalardaki tur sayısı oyuncuların sayısına da bağlı olarak turnuva hakemleri tarafından belirlenir (Vargün & Dalkılıç, 2018; Gale & Shapley, 1962).

Çift taraflı eşleştirme yapıldığında eşleşmiş olan iki taraf içinde istikrar sağlanmalıdır. Analizler doğru yapılarak stabil tutulabilecek bir koşul bulunmaktadır. Bu durumda her kişinin birden fazla kişi ile eşleştirilmesi en kararlı duruma gelecektir. Başarılı ve başarısız oyuncularında tatmin olacağı kuralar koyulmalıdır (Alcalde, 1994 Ben Dhahbi, Chargui, Boulaaras, & Ben Khalifa, 2020).

Satranç turnuvaları oyuncu eşleşmeleri içinde kararlı bir algoritmaya ihtiyaç bulunmaktadır. Başarı, başarısızlık durumu ve daha önceden kayıtlı skoru bulunmayan oyuncular için adil çalışan bir algoritma oluşturulmalıdır. 1 tur için eşleşmeler başarı durumu ve alfabetik sıraya göre oluşturulurken, 2.tur ve üzeri turlarda başarı durumuna göre eşleşme yapılmalıdır (Dubins & Freedman, 1981).

Gale-Shapley algoritmasına problemi ilgilendiren manipülatörler ile kararlı duruma getirilebileceği görülmüştür. Satranç turnuva oyuncu eşleşmesi için manipüle edilmesi gereken iki konu mevcuttur. Bunlar;

- Satranç oyuncularının başarı durumuna göre eşleşme yapılması
- Tüm oyuncuların birbiri ile eşleştirilmesi Gale-Shapley algoritmasını manipülatörler kullanarak tüm durumları kapsamı üzerinde kurulmuştur (Vaish & Garg, 2017).

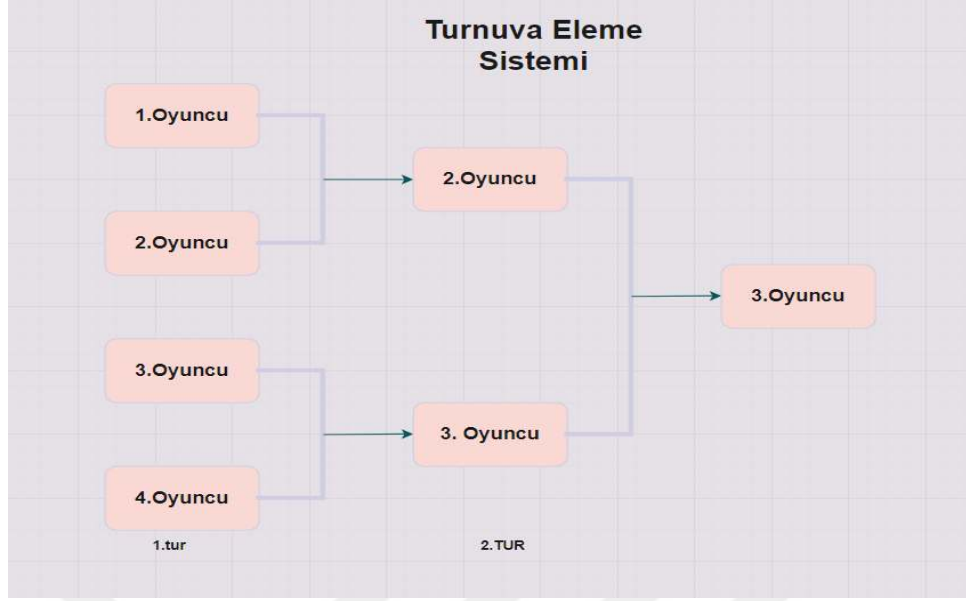
Satranç turnuvalarında yaygın olarak İsviçre sistemine göre oyuncu eşleşmeleri yapılmaktadır. İsviçre sistemi elemeli turnuvalara göre farklı bir işleyiş sistemi bulunmaktadır. Uluslararası Satranç Federasyonu (FIDE), İsviçre sistemindeki satranç turnuvalarında birçok oyuncu eşleştirme kuralı uygular. Bu kurallar, adil bir oyun ortamı sağlamak ve oyuncuların performanslarını en iyi şekilde sergilemelerini

amaçlamaktadır. İsviçre Sistemine göre eşleşmeler oyuncuların güç puanlarına göre eşleşme yapılmasını ve oyuncuların her tur aynı renkli taşla oynamamasını kapsar. İsviçre eşleşme sisteminde bir turda başarısız olan oyuncular elenmez. (Vargün, 2017; FIDE, 2020; Vargün & Dalkılıç, 2018).

Gale-Shapley algoritması, kararlı eşleşme problemini çözmek için 1962’de David Gale ve Lloyd Shapley tarafından geliştirilen bir algoritmadır. Algoritmanın temel amacı, iki taraflı bir eşleşme sisteminde (örneğin, evlilikler, okul yerleştirmeleri, iş başvuruları) herkesin tercihlerini göz önünde bulundurarak kararlı bir eşleşme elde etmektir. Hazırlanan algoritmada İsviçre Sistemine göre eşleşmeler için Gale-Shapley algoritması kullanılarak güç puanlarına göre eşleşmesini ve renk dengesizliği olmaması sağlanır. Gale-Shapley, oyuncuların geçmiş renk tercihlerini dikkate alarak eşleşmeleri optimize edilir. (Vargün, 2017; FIDE, 2020; Vargün & Dalkılıç, 2018).

1.4.1. Eleme Sistemi

Nakavt turnuva eleme sistemi olarak da bilinen kazananın bir sonraki tura geçtiği, kaybedenin ise elendiği sistemdir. Eleme sistemleri oyuncuların performanslarına bağlı olarak oyuna devam etme ya da saf dışı bırakılması üzerine kurulu sistemdir. Basketbol, futbol, beyzbol, voleybol gibi oyunlarda yaygın olarak eleme sistemi kullanılmaktadır. Bu sistem turnuvaların hızlı tamamlanmasını sağlarken oyuncuların kazanma olasılığını azaltmaktadır. Organizasyonun hızlı olması sebebiyle turnuvalara pek çok takıma turnuvaya katılım olanağı verir. Eleme sistemli turnuvalar oyunculara başarısızlık şansı tanımaz. Güçlü oyunculara turnuvalarda elenebilmektedir. FIDE tarafından organize edilen bazı turnuvalarda eleme sistemi kullanılmaktadır. Özellikle FIDE World Cup gibi etkinliklerde tekli eleme sistemi uygulanır. Oyuncular, 2 klasik maç üzerinden eşleşir, beraberlik durumunda hızlı ve yıldırım maçlarla eşitlik bozulur.



Şekil 3.Eleme Sistemi

Şekil 3’ de görüldüğü üzere eleme sisteminde dört oyuncu veya takımın 2 tur yarışması sonucunda kazanan belirlenmektedir. Eleme sistemini formalize edecek olursak; oyuncu veya takım sayımızın $2k$ olduğunu varsayarsak ilk turda oyuncuya da takım sayımızın yarısı kadar eşleme yani k kadar eşleşme olacaktır. Tur atlayan takım sayısı k kadar olacaktır.

Eleme sisteminin temeli oyuncularının eşleştirilmesi ve kaybedenlerin elenmesi üzerine kuruludur. Oyuncular performansları tam gösteremeyebilir ve şansa bağlı eleme ihtimali yüksektir. Eleme sistemi takımların ya da oyuncuların yarış dışı bırakılması üzerine kazananı bularak sonuçlanır. Eleme sistemi ile tur sayısının azaltılır ve alt yapı sınırlamaları gereken tenis turnuvaları gibi turnuvalardan kullanılır. Tenis turnuvaları ile satranç turnuvaları kıyasladığında satranç turnuvalarında daha az alt yapı gereksinimi olduğu görülmektedir. Bu nedenle satranç turnuvalarında genellikle İsviçre turnuva sistemi kullanılmaktadır (Van Hecke, 2013).

1.4.2.İsviçre Sistemi

İsviçre sistemi J. Muller tarafından oluşturulmuş olup ilk kez 1895 de satranç turnuvasında kullanılmıştır. İsviçre turnuva sisteminde başlangıçta oyuncuların rastgele seçilmesi üzerine kurgulanmıştır, fakat geçmiş turnuva güç puanları ele alınarak eşleşmelerin yapıldığı turnuva modelleride bulunmaktadır. Uluslararası Satranç Federasyonu (FIDE), İsviçre sistemindeki satranç turnuvalarında birçok oyuncu eşleştirme kuralı uygular. Oyuncu eşleştirme kuralları adaletli bir oyun ve oyuncuların performansını en iyi şekilde göstermesini hedeflenmektedir. Ele almış olduğum turnuva modelinde ilk tur eşleşmelerinde geçmiş güç puan sonuçları ele alınarak eşleşmeler yapılmıştır (Van Hecke, 2013).

İsviçre sistem turnuvalarında ortaya çıkan iki konu, oyuncuların nasıl eşleştirileceği ve katılımcıların kendi sonuçlarına göre nasıl sıralanacağıdır. Eşleştirme algoritması, galibiyet sayısına göre ölçülen benzer performansa sahip oyuncuları eşleştirmeyi amaçlamaktadır (Csató, 2017).

Oynanacak tur sayısı hakemler tarafından turnuva önceden açıklanır. Turnuva öncesi oyuncu listesi oluşturulur ve listedeki sıralarına göre eşleştirme numarası verilir. Oyuncular tarafından bildirilen tüm kuvvet ve geçerli puanlar baz alınarak hakemler tarafından sıralama yapılır. En yüksek puanlı oyuncu birinci sırada olacak şekilde sıralama yapılır. Güç puanına dayanan İsviçre sisteminde (Dutch Sistemi) sıralama yapılırken;

- Puan (Skor)
- Güç Puanı (Kuvvet Puanı)
- FIDE unvanı (GM-IM-WGM-WIM-FM-CM-WFM-WCM-unvansız)
- Oyuncu ismine göre alfabetik sıralamaya göre (hiçbir satranç turnuvasına katılmamış verisi bulunmayan oyuncular için geçerlidir.) (TSF, 2014).

Araştırmanın kuramsal altyapısı, İsviçre Sistemi, Gale-Shapley algoritması ve ELO derecelendirme sistemi üzerine yapılmış akademik literatür taramasıyla oluşturulmuştur. Ayrıca FIDE tarafından yayınlanan turnuva kuralları ve eşleştirme rehberlerinden faydalanılmıştır. Türkiye Satranç Federasyonu (TSF) FIDE'nin belirlemiş olduğu kuralları uygular.

Hazırlanan algoritma ile yapılan eşleşmeler oyuncuların güç puanlarına ve turlarda aldıkları renklere göre yapılmıştır. Hazırlanan algoritma ile eşleşen iki oyuncunun da adil bir şekilde eşleştirilmesi hedeflenmiştir. Güç puanı ve oyunda kazanılan puanlara bağlı kalınarak yakın puana sahip oyuncuların eşleşmeleri yapılmıştır. Çevrimiçi çok oyunculu oyunların popüleritesinin artmasıyla birlikte, oyuncuları en iyi deneyimi sağlayacak şekilde eşleştirmek ve onlara oyun oynamaya devam etmeleri için teşvikler sunmak önem kazanmıştır. Bu hedeflere ulaşmanın temel faktörlerinden biri, oyuncuların becerilerinin ölçülmesidir. Becerilere dayalı sıralama ve eşleştirme, oyuncuların daha adil ve eğlenceli rekabet etmelerini sağlar. Beceri tabanlı sıralama ve eşleştirme, çevrimiçi oyunların rekabetçi ve keyifli olabilmesi için kritik unsurlardır. Hazırlanan algoritma ile dengeli ve adil eşleşmeler yapılarak, rekabet sağlanır.

- İki oyuncu aralarında sadece bir defa oynayabilirler (TSF, 2014).
- Oyuncu sayısı çift olmazsa (tek olursa) en alttaki oyuncu eşleştirilemez; tur atlar, rengi yoktur ve 1 puan alır (TSF, 2014).
- İster rakibi gelmediği ister tur atladığı için oynamadan puan almış bir oyuncu, tur atlatılamaz (TSF, 2014).
- Olanaklı ise, oyuncular bir önceki turdaki renklerinin tersini alırlar. Olanaklı ise, oyuncular siyahla oynadıkları sayıda beyazla oynarlar (TSF, 2014).
- Hiçbir oyuncu peş peşe üç kez aynı rengi alamaz (TSF, 2014).
- İsviçre turnuva sistemi genel kurallarına göre birbirleriyle eşleştirilen iki oyuncu eşit puanlı veya arasındaki puan farkı olabildiğince az olmalıdır (TSF, 2014).

- Puan sıralama, alınan puanların toplanmasıyla belirlenir: Galibiyet için 1 (bir) puan, beraberlik için 0,5 (yarım) puan ve yenilgi için 0 (sıfır) puan (TSF, 2014).
- İkinci ve sonraki turlarda ise ilk tur ve sonrasında alınan puanların toplamına göre eşleşmeler yapılmaktadır (Hua, 2017).

Satranç eşleşme kurallarına ve Gale-Shapley algoritması kullanılarak turlar için kurallar oluşturulmuştur. Gale-Shapley algoritması kullanılarak İsviçre kurallarına optimizasyon yapılmıştır. Her oyuncu, eşit puana sahip rakipler arasında tercihlerde bulunur. Bu tercihler Elo puanı, önceki eşleşmeler, renk geçmişi gibi faktörlerle belirlenebilir. Gale-Shapley algoritması ile öncelik vermeye başladığımız tercihlere göre eşleşmeler oluşturulmuştur. Gale-Shapley algoritmasının İsviçre sistemine entegre edilmesi, turnuva eşleştirme süreçlerine daha yapısal ve matematiksel temelli bir yaklaşım kazandırmakta; bu da hem oyuncu memnuniyetini hem de rekabet kalitesini artırmaktadır. Gale-Shapley algoritmasının sağlamış olduğu kararlı eşleşme yapısı sayesinde, oyuncuların tercih ettikleri rakiplerle karşılaşma olasılığı artar. Kurallar hem sporcu haklarını gözetmekte hem de turnuvanın adil ve rekabetçi bir ortamda gerçekleşmesini sağlamaktadır. Bu çalışmada kullanılan eşleşme modeli, uluslararası satranç turnuvalarında yaygın olarak tercih edilen İsviçre sistemi üzerine kurulmuştur. Kullanılan eşleşme modeli İsviçre sistemi olup, oyuncuların mevcut puanları, daha önce karşılaştıkları rakipler ve renk dengesi (beyaz-siyah taşlarla oynama durumu) gibi kriterler dikkate alınarak eşleştirme işlemleri gerçekleştirilmiştir. Oyuncuların geçmiş performansları, renk dengesi ve Elo puanları dikkate alındığında, Gale-Shapley algoritması ile oluşturulan eşleşmelerin daha sistematik olduğu gözlemlenmiştir. Satranç eşleşme kurallarına göre turlarda uygulanan kurallar oluşturulmuştur. İsviçre sistemine göre satranç turnuva eşleşmeleri Tablo 3 de verilmiştir.

Tablo 3.Turlara Göre Eşleşme Kuralları

Turlar	Kurallar
1. Tur	1. Turda eşleşmeler oyuncuların güç puanlarına göre yapılmıştır. Oyuncuların alacağı renkler rastgele atanmıştır. Gale-Shapley algoritmasına göre eşleşmeler stabil olmalıdır. Gale- Shapley algoritması oyuncuların güç puanları ile rakipler arasındaki dengeyi kurmayı sağlar.
2. Tur	2. turda eşleşmeler oyuncuların 1. Turda aldığı puanlar doğrultusunda yapılmıştır. Kazananlar, kaybedenler ve berabere kalanlar arasında üç grup oluşturulmuştur. Her grup kendi arasında eşleşmiştir. Puan ve önceki turda aldıkları renkler göz önünde bulundurularak eşleşme yapılmıştır. Gale-Shapley algoritması oyuncuların karşılıklı isterlerini gözeterek eşleşme yapılmasını ister. İsviçre eşleştirme kurallarında oyuncuların eşleşmesi için daha karmaşık kurallar koyar. 2. Turda hem İsviçre eşleştirme kurallarını hem de Gale-Shapley algoritmasını göz önünde bulundurduğumuzda; oyuncuların oyun içerisinde aldıkları puanlar ile eşleştirilmelerinin yapılması sağlıklı bir çözümdür.
3. Tur	3. turda eşleşmeler 1. Ve 2. Turda alınan toplam puana göre yapılmaktadır. Oyuncuların sahip olduğu toplam puan ve önceki turlarda aldıkları renkler göz önünde bulundurulmaktadır.
4. Tur ve Üzeri	4. tur ve üzeri turlarda önceki turlarda oyuncuların tümünün eşleştirilmesi sağlanmaya çalışılmaktadır.



Şekil 4.İsviçre Turnuva Sistemi

İsviçre turnuva sisteminde tur sayıları turnuva öncesi hakemler tarafından belirlenmektedir. Şekil 4’te görüldüğü üzere iki oyuncu yalnızca bir kez eşleşme durumu göz önüne alındığında 4 oyunculu bir turnuvada 3 tur oynanması ön görülebilir.

Bu çalışma kapsamında İsviçre turnuvasına göre en iyi oyunculardan oluşan 698 oyunculu turnuva oluşturulmuştur ve sonuçlar incelenmiştir. Chess.com’da gerçekleşmiş olan 4 oyunculu ve 12 oyunculu turnuvalardaki oyuncular ve güç puanları kullanılarak tez kapsamında hazırlanan algoritma ile turnuva sonuçları oluşturulmuştur ve karşılaştırılmıştır. Farklı güç puan gruplarında oyuncular eşleştirilmiş ve değerlendirilmiştir.

Satranç oyuncularının geçmişe dayalı güç puanları kazanma ve kaybetme durumları için ölçüt olarak kullanılmıştır. Çalışmalar da ELO derecelendirme sistemi kullanılarak kazanma ve kaybetme olasılığı belirlenmiştir. Eşleşme sonuçları belirli kurallar çerçevesinde kazanma ve kaybetme olasılığına göre belirlenmiştir.

ELO sistemine dayalı kazanma olasılığı formülü, bir oyuncunun belirli bir rakibe karşı kazanma ihtimalini hesaplamak için kullanılır. Oyuncuların ELO puanları arasındaki farkı temel alarak, daha yüksek puana sahip oyuncunun kazanma olasılığının daha fazla, düşük puana sahip oyuncunun ise daha az olduğunu gösterir (Şenyurt, 2018).

$$P(A) = \frac{1}{1 + 10^{\left(\frac{R_A - R_B}{400}\right)}} \quad (5)$$

$$P(B) = 1 - P(A) \quad (6)$$

P(A): Oyuncu 1'in (Oyuncu1) kazanma olasılığı

RA: Oyuncu 1'in ELO rating değeri

RB: Oyuncu 2'nin ELO rating değeri

Hazırlanan algorithmada kazanan ve kaybedeni belirlemek için ELO sistemine dayalı kazanma olasılığı formülü kullanılmıştır. Böylece kazanan ve kaybedeni belirlemek için adaleti sağlamak amaçlanmıştır (Olesker-Taylor & Zanetti, 2024).

ELO derecelendirme algoritmasını stokastik bir model olarak ele almaktadır. Stokastik model, her oyuncunun performansını bir olasılık dağılımı olarak kabul eder ve her maçın sonucunun tam olarak tahmin edilemeyeceğini belirtir. Yani, her oyuncunun her maçta kazanma, kaybetme ya da berabere kalma olasılıkları vardır. Bu model, bu olasılıkların her karşılaşmada nasıl değiştiğini izler ve oyuncular arasındaki yetenek farklarının nasıl zamanla modellendiğini matematiksel formüllerle açıklar. Açıklanan bu olasılıklar ile kazanan ve kaybedenler verilir. Turnuvada kazanan ve kaybedenler ELO güç hesaplamasından elde edilen kazanma olasılığına göre belirlenmiştir. Turnuva süresince kazanan ve kaybedenler aşağıdaki maddelerde verilmiştir (Sismanis, 2010).

- İki oyuncunun kazanma olasılıkları arasındaki fark belirlenen "eşik" değerinden küçükse (örneğin %10 veya daha az), kazanan rastgele belirlenir.
- Eğer kazanma olasılıkları eşitse (%50- %50), oyun berabere sonuçlanabilir.
- Beraberlik ihtimali %95 olarak belirlenirse, oyunların büyük çoğunluğu berabere biter, ancak %5 ihtimalle biri galip gelebilir.
- Eğer kazanma olasılıkları arasındaki fark "eşik" değerinden büyükse, yüksek kazanma olasılığına sahip oyuncu galip gelir.
- Oyuncular arasındaki rating farkı arttıkça, yüksek puanlı oyuncunun kazanma ihtimali daha fazla olur.

Beceri tabanlı eşleşmeler için ELO rating hesaplaması kullanılmıştır. Bu çalışma kapsamında farklı örneklem grupları ele alınarak rastgele eşleşmeler gerçekleştirilmiş ve bu eşleşmelerden elde edilen sonuçlar, beceri tabanlı eşleşme algoritması ile karşılaştırılmıştır. ELO puanlama yöntemi, her bir oyuncunun beceri düzeyini sayısal olarak ifade etmekte ve eşleştiği rakibin puanına göre dinamik olarak güncellenmektedir. Bu sistemde bir oyuncunun kazanması, kaybetmesi veya berabere kalması durumunda elde edeceği puan değişimi, rakibin mevcut puanı dikkate alınarak hesaplanmaktadır. Bu hesaplama bile oyuncunun puanı eşleştiği rakibe göre hesaplanmaktadır. Oluşturulan örneklem grubu için rastgele eşleşmeler yapılmış ve hazırlanan algoritma ile karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sayesinde beceri temelli eşleştirme algoritmalarının turnuva dengelemesi, oyuncu memnuniyeti ve adalet duygusu açısından daha etkili sonuçlar ürettiğini göstermektedir. Tablo.4 de rastgele eşleşmeler ile İsviçre eşleşme yöntemi karşılaştırılmış ve doğal hayatın akışına uygun değerlendirmeler yapılmıştır.

Tablo 4. Eleme ve İsviçre Sistemi Karşılaştırma

Özellik	Eleme Sistemi	İsviçre Sistemi
Oyuncu Sayısı	Turda kaybeden oyuncu elenir. Kazanan bir üst tura çıkar.	Her oyuncu her turda maç yapar, kaybeden elenmez. Turnuva boyunca tüm oyuncular tüm turlarda yarışır.
Oyun Süresi	Hızlı, her turda oyuncu veya takım elenir.	Daha uzun sürebilir, her oyuncu belirli sayıda maç yapar. Hakemlerin belirlediği tur sayısı ile oynanır. Amaç tüm oyuncuların eşleşebildiği kadar çok eşleşmesini sağlamaktır.
Eşleşme Kriteri	Önceden belirlenmiş eşleşmeler ile oynanır.	Geçmiş puanlara ve performansa dayalı eşleşmeler yapılır.
Avantajı	Duygusal yoğunluk, hızlı sonuçlar.	Daha adil, oyuncular uzun süre devam eder.
Kullanım Alanı	Tek maç üzerinden oynanan turnuvalarda, örneğin dünya kupası futbol turnuvalarında kullanılır. (Futbol, tenis)	Büyük katılımlı turnuvalarda ve şampiyonluk yarışlarında kullanılır. Satranç turnuvalarında ve bazı video oyun turnuvalarında yaygın olarak uygulanır.

1.4.3. Rastgele Eşleşme Sistemi

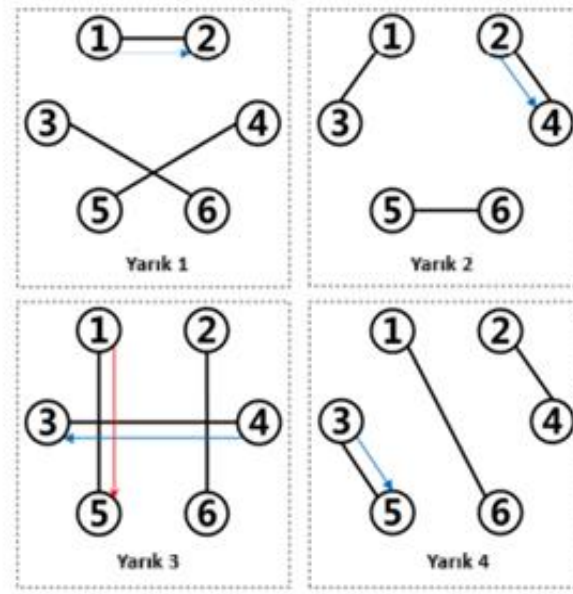
Rastgele eşleşmeler de sosyal etkileşimlerin küçük gruplar halinde kuralsız bir şekilde gerçekleşmesinin ve bu etkileşimlerin rastgele eşleştirme yöntemiyle modellenmesinin nasıl çalıştığını açıklamaktadır. Çoğu ekonomik ve oyun teorisi modelinde, ajanlar arasında rastgele eşleştirme kullanılır. Örneğin, iş gücü ekonomisinde işçiler ve firmalar rastgele eşleştirilir, ya da parasal teoride piyasalar rastgele eşleştirilen ajanlarla modellenir. Aynı şekilde, oyun teorisinde, seyrek etkileşimler söz konusu olduğunda rastgele eşleştirme önemli bir araçtır. Oyunlarda rastgele eşleşme oyuncuların birbirleriyle tesadüfi olarak eşleştirilmesini ifade eden bir yöntemdir. Rastgele eşleşmeler, özellikle oyuncular arasında ön yargısız eşleşmelerini sağlarken bir yandan da performans açısından adaletsiz eşleşmeler yaratabilir. (Podczeck & Puzzello, 2012).

Bu tür modeller genellikle sürekli bir nüfus ya da atomik olmayan bir olasılık alanı (örneğin, $[0,1]$ aralığı) kullanır. Bu, her ajanın diğer tüm ajanlarla eşleşmesi ve eşleştirmelerin tamamen rastgele olması anlamına gelir. Böyle bir yapı, rastgele eşleştirmenin belirli istenen özellikleri sağlamasını, örneğin sonuçların deterministik olmasını garanti eder (Podczeck & Puzzello, 2012).

Alós-Ferrer (1999) tarafından yapılan bir önceki çalışmada, sürekli bir nüfusla rastgele eşleştirmenin var olabileceği gösterilmişti. Ancak bu çalışma, belirli kısıtlamalar içeriyordu. Bu yeni çalışma, Alós-Ferrer'in bulgularını geliştirmekte ve daha genel bir varlık sonucu ortaya koymaktadır. Özellikle, bu çalışma rastgele eşleştirmelerin, tür atamaları ne olursa olsun, her durumda istenen özellikleri sağlayacak şekilde evrensel olarak var olabileceğini gösteriyor. Ayrıca, elde edilen rastgele eşleştirmeler, sürekli nüfus varsayımına uyumlu bağımsızlık özelliklerine sahiptir ve bu sonuç, sonsuz tür sayısına sahip modellerde de geçerlidir. Alós-Ferrer'in aksine, bu çalışma, ajanların olasılık alanını $[0,1]$ aralığı ve Lebesgue ölçüsü olarak almamaktadır. Çünkü, bu önceki yaklaşımda böyle bir seçim yapıldığında evrensel bir rastgele eşleştirme bulmak mümkün olmamaktadır. Bu yeni çalışma, kısıtlamasız bir olasılık alanı kullanarak, evrensel rastgele eşleştirmeler elde etmeyi mümkün kılmaktadır. Bu da sosyal etkileşimler ve ekonomik modellerin daha esnek ve doğru bir şekilde modellenmesine olanak tanımaktadır (Podczeck & Puzzello, 2012).

Rastgele eşleşmelere örnek olarak rastgele eşleşme ağları verilebilir. Rastgele eşleşme ağları, düğümlerin rastgele bağlantılarla eşleştirildiği ve hiçbir kenarın ortak bir düğüm paylaşmadığı grafik modelleridir. Isochronal-Evolution Random Matching Network (IERMN) ise bu modeli dinamik hale getirerek, belirli zaman dilimlerinde sürekli değişen topolojiler sunar. Bu yapı, uydu ve mobil ağlar gibi sistemleri temsil eder (Lun, Li, Zhu & Zhang, 2023).

Trafik yönetimi için iki yönlendirme stratejisi geliştirilmiştir: LDPMH ve LHPMD. LDPMH daha hızlı iletme, LHPMD ise atlama ve gecikmeyi dengelemeye odaklanır. Simülasyonlar, LHPMD'nin paket teslim oranı ve verimlilik açısından üstün olduğunu göstermiştir. Bu model, gerçek dünyadaki dinamik ağları anlamak ve optimize etmek için güçlü bir araçtır (Lun et al. 2023).



Şekil 5.Rastgele Eşleşme Ağları

Rastgele eşleşme ağları satranç oyuncularının rastgele eşleştirildiği modele benzetilebilir. Turnuvada her turda farklı oyuncular ile oynayarak sürekli kuralsız değişen dinamik bir yapı sunar.

Klaassen ve Magnus (2003) tarafından geliştirilen tenis maçları tahmin modeli, geleneksel deterministik yaklaşımlardan farklı olarak, spor performanslarını içsel rastgeleliğe sahip olaylar dizisi olarak ele almaktadır. Yazarlar, tenis gibi bireysel spor karşılaşmalarında her puanın sonucunun, oyuncunun genel yeteneğinden bağımsız olarak, belirli ölçüde rastgeleliğe dayandığını savunmaktadır. Bu yaklaşım, oyunun mikro düzeyde incelenmesi sayesinde, her puanın kendi bağlamında değerlendirilmesine olanak tanır (Klaassen & Magnus, 2003).

Modelde rastgelelik, hem oyuncular arası dengenin geçici doğası hem de puanların bağımsızlığı ilkesi üzerinden kurgulanmaktadır. Her puan, bir tür Bernoulli deneyine benzetilmekte; oyuncunun o puanı kazanma olasılığı, geçmiş performansına göre güncellenmekle birlikte, sonucun kesinliği hiçbir zaman garanti edilmemektedir. Bu durum, istatistiksel tahminlerin temelini oluşturan olasılık dağılımlarını devreye sokmakta ve maç sonucunun zamanla değişebilen olasılıklar üzerinden

modellenmesini mümkün kılmaktadır. Rastgele eşleşmelerde bile, oyuncuların önceki eşleşmelerdeki başarı yüzdeleri veya rutin davranışları modellenenebilir. Oyuncuların geçmiş oyun verilerine dayanarak davranışlarının ve stratejilerinin tahmin edilmektedir. Bu bilgiler ile hem geçmişe dayalı güç puanı kullanılarak hem de kazanma kaybetme olasılık hesabı kullanılarak yorumlanmıştır. (Klaassen & Magnus, 2003).

Shlagi, Kanoria ve Leshno (2017) tarafından kaleme alınan bu çalışma, dengesiz yapıya sahip rastgele eşleşme piyasalarının dinamiklerini ve bu dengesizliğin piyasa katılımcıları üzerindeki etkilerini analiz etmektedir. Yazarlar, özellikle arzdaki ve taleptaki dengesizliklerin, piyasa sonucunda oluşan eşleşme kalitesi ve bireylerin refahı üzerindeki belirleyici etkilerini sistematik biçimde ortaya koymaktadır. Makalede ele alınan ana problem, klasik iki taraflı eşleşme piyasalarında (örneğin: öğrenci-üniversite, işveren-işçi gibi) arz ve talep taraflarının sayıca dengesiz olması durumunda ortaya çıkan asimetrik sonuçlardır. Bu bağlamda yazarlar, rastgele eşleşme modeli çerçevesinde piyasanın dengesiz hale geldiği senaryolarda, fazla olan tarafın niteliklerine bakılmaksızın önemli ölçüde dezavantajlı konuma düştüğünü göstermektedir. Yani, rekabetin şiddeti, fazla olan taraf için ciddi bir fayda kaybına yol açmaktadır.

Tez çalışması kapsamında ele alınan satranç eşleşme örneklerine bakıldığında da aynı analizin geçerli olduğu görülmektedir. Güç puanı yüksek bir oyuncu güç puanı yüksek başka bir oyuncuyla eşleştiğinde kazanma durumunda güç puanını daha çok yükseltecekken düşük puanlı oyuncu ile eşleştirildiğinde belirleyici bir puan kazanamaz. Derecelendirme sistemiyle eşleşmelerde puanlamalar ne kadar korunmaya çalışılsa da belli adaletsizlikler yaşanmaktadır (Shlagi, Kanoria & Leshno, 2017).

İKİNCİ BÖLÜM

Materyal ve Metot

2.1. Projede Kullanılan Araçlar

Bu çalışma, satranç turnuvalarında oyuncu eşleşmelerini analiz etmek amacıyla nicel araştırma yöntemleri kullanılarak yürütülmüştür. Algoritmaların performansı karşılaştırmalı analizlerle değerlendirilmektedir. Satranç turnuvalarında oyuncu eşleşmelerinin doğruluğunu ve adaletini incelemek amacıyla deneysel modelleme sistemi kullanılmıştır. Aynı zamanda rastgele eşleşmeler ile karşılaştırılmıştır. Oluşturulan çalışma grubu farklı seviyelerdeki satranç oyuncularından oluşmaktadır. Oyuncular geçmişe dayalı rating puanları kullanılarak turnuvaya başlanmıştır ve simülasyon ortamlarında turnuva boyunca tüm oyuncular eşleştirilmiştir. Yalnızca turnuva katılımcı sayısının tek olması durumunda turnuva boyunca bir kez olmak şartıyla eşleştirilmemiştir.

‘Chess.com’ temel alınarak satranç turnuva eşleşmeleri simüle edilmiştir. Oyuncuların başlangıç puanları ‘Chess.com’ alınmıştır. Chess.com, pek çok kullanıcın satranç turnuvalarına katıldığı ve turnuva sonuçlarının kaydedildiği bir internet sitesidir.

Veri toplama aracılığıyla oyuncu eşleşmeleri ve performansları kaydedilmiştir. Oyuncuların başlangıç rating puanları 1000 ile 2400 arasında değişmektedir. Bu dağılım, farklı seviyelerdeki oyuncuların sisteme etkisini gözlemleyebilmek adına oluşturulmuştur. Çalışmada kullanılan tüm veriler anonimleştirilmiştir. Eşleşme sonuçları, güç puan durumları ve kazanma/kaybetme olasılıkları için analiz yapılmıştır. Çalışmada sırasıyla ‘veri toplama, eşleşmelerin yapılması, kazanan/kaybedenlerin belirlenmesi, güç puanlarının güncellenmesi ve rastgele eşleşmeler ile karşılaştırılması’ adımları izlenmiştir.

Veri toplama; FIDE tarafından unvan verilmiş oyuncuların ve İsviçre turnuva kurallarına uygun gerçekleştirilen turnuvalardaki oyuncuların güç puan bilgileri alınmıştır. Örneklem grubuna dahil edilen oyuncuların isimleri anonimleştirilmiştir. Hedeflenen sonuçların daha iyi analiz edilebilmesi için örneklem grubu farklı seviyedeki oyunculardan oluşturulmuştur.

Toplanan veriler analiz yöntemleri ile Python kütüphaneleri aracılığıyla değerlendirilmiştir. Python kullanılarak oluşturulan eşleşmeler tur sonlarında MS Excel'e kaydedilmiştir. Veri analizi ile yapılan değerlendirmeler aşağıdaki gibidir. Yazılım içinde Gale-Shapley algoritması ile entegre şekilde çalışan bir eşleştirme modülü geliştirilmiş ve bu modül her tur sonunda puan ve renk dengesine dayalı eşleştirmeler yapmıştır. Tüm eşleşmeler, taş renkleri ve sonuçlar Excel belgelerine kaydedilerek analiz edilmiştir.

Turnuva eşleşmelerinde adaletin ölçülmesine yönelik olarak, önerilen algoritma ile rastgele eşleşme senaryosu karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Bu analizde oyuncuların turnuva sürecindeki güç puanı değişimleri dikkate alınarak bir adalet metriği tanımlanmıştır. Adalet metriği, oyuncuların başlangıç ve bitiş puanları arasındaki farkların mutlak toplamı ile bu farkların güç puanlarına oranları üzerinden hesaplanmıştır. Yüksek ve düşük güçlü oyuncular iki ayrı grup olarak ele alınmış, her iki eşleşme senaryosunda da güç puanı değişimlerinin toplamı ve yüzdesel değişim oranları belirlenmiştir. Elde edilen bu veriler karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiş ve algoritmanın rekabetçi dengeyi sağlama düzeyi ölçülmüştür.

Rastgele eşleşmeler ile önerilen algoritmadaki eşleşmelerin sonuçlarını karşılaştırarak bir adalet metriği oluşturulmuştur. Bu karşılaştırma, algoritmanın oyuncular arasında güç puanı değişimlerine ne kadar dengeli bir şekilde etki ettiğini analiz etmek için kullanılabilir.

Tez 2 ana bölümden oluşmaktadır. Bunlar;

- Veri Toplama ve Veri Seti oluşturma
- FIDE İsviçre eşleşme kurallarına bağlı kalınarak eşleşme algoritması oluşturma

Bu tez kapsamında kullanılan araçlar;

- Chess.com
- Python
- Jupyter Notebook
- Anaconda Navigator

Anaconda, bilimsel hesaplama, veri analizi ve makine öğrenimi için özel olarak tasarlanmış kapsamlı bir açık kaynak yazılım dağıtımıdır. Veri bilimi ve araştırma alanlarında güçlü araçlar ve kütüphaneler setiyle özellikle popülerdir. İşte Anaconda'nın bazı önemli özellikleri ve faydaları:

Çevreler (Environments): Anaconda, farklı projeler için izole çevreler oluşturmanıza olanak tanır. Bu, her proje için bağımlılıkları ayrı ayrı yönetmenizi sağlar ve kütüphaneler ve sürümler arasındaki potansiyel çakışmaları önler (Rolon-Mérette, Ross, Rolon-Mérette, & Church, 2016)

Entegre Geliştirme Ortamları (IDEs): Anaconda, Jupyter Notebook, Spyder gibi çeşitli IDE'lerle birlikte gelir. Bu ortamlar, veri analizi, bilimsel araştırma ve makine öğrenimi için Python veya R ile yazılım geliştirmeyi, hata ayıklamayı ve kodu çalıştırmayı kolaylaştırır (Rolon-Mérette et al., 2016).

Önceden Derlenmiş Kütüphaneler: Anaconda, veri manipülasyonu, analizi, görselleştirme ve makine öğrenimi için yaygın olarak kullanılan NumPy, pandas, Matplotlib ve scikit-learn gibi çok sayıda önceden derlenmiş kütüphane içerir. Bu kütüphaneler, Anaconda'nın paket yöneticisi olan conda ile kolayca yüklenebilir veya güncellenebilir (Rolon-Mérette et al., 2016).

Grafiksel Kullanıcı Arayüzü (GUI): Anaconda Navigator, kullanıcıların çevreleri yönetmesine, paketleri yüklemesine, IDE'leri başlatmasına ve komut satırı kullanmadan diğer işlemleri yapmasına olanak tanıyan kullanıcı dostu bir GUI sağlar (Rolon-Mérette et al., 2016).

Çoklu Platform Desteği: Anaconda, Windows, macOS ve Linux gibi birden fazla işletim sistemi için mevcuttur, bu da onu geniş bir kullanıcı kitlesi için erişilebilir kılar (Rolon-Mérette et al., 2016).

Kurulumu Kolaylaştırır: Python ve gerekli kütüphaneleri ve IDE'leri ayrı ayrı kurmak zahmetli olabilir. Anaconda, her şeyi bir arada sunarak bu süreci basitleştirir ve ayrı ayrı bileşenleri yüklemenizi gerektirmez (Rolon-Mérette et al., 2016).

Topluluk Desteği: Anaconda, veri bilimi topluluğunda yaygın olarak kullanıldığından, birçok kaynak, eğitim materyali ve destek mevcuttur (Rolon-Mérette et al., 2016).

Özetle, Anaconda, veri bilimi, araştırma ve makine öğrenimiyle uğraşan herkes için güçlü bir araçtır. Çevreleri yönetmeyi, kütüphaneleri yüklemeyi ve Python veya R ile kod yazmayı basit ve verimli hale getirir.

Kullanır Notebook, web tabanlı bir IDE'dir ve varsayılan web tarayıcınızı kullanır. Her bir kod bloğu ayrı ayrı çalıştırılabilir, bu da onu son derece esnek ve denemeler yapmayı kolay hale getirir. Bu özellik, aynı Notebook içinde farklı metin türlerinin kullanılmasına olanak tanır. Bu şekilde, kod çıktıları, görselleştirmeler, denklemler ve normal metinlerin hepsi bir arada kullanılabilir. Bu, belgeleri oluşturmak, paylaşmak ve kodunuzu ile sonuçları düzenli ve estetik bir şekilde sunmak için etkili bir yöntemdir. Web tabanlı olduğu için, Notebooks'ları başkalarıyla kolayca paylaşmak ve iş birliği yapmak da mümkün olur (Rolon-Mérette et al., 2016).

JupyterLab, Jupyter Notebook'un daha fazla özelliğe sahip bir uzantısıdır. JupyterLab'de, Jupyter Notebook'lar diğer uygulamalarla entegre edilmiştir; örneğin, komut satırı terminali, bir kod konsolu ve bir metin düzenleyici. JupyterLab ilginç olsa da Jupyter Notebook ile başlamak daha kolaydır ve Python programlamayı öğrenmek ve veri analizi yapmak için gerekli temel araçları içerir (Rolon-Mérette et al., 2016).

Python, birçok programlama dilinden sadece biridir. Birçok programlama dilinin öne çıkan özelliği vardır. Örneğin, taşınabilir programlar yazmak Java'nın güçlü yönüdür, veritabanlarına erişmek ve bunları web sayfalarına entegre etmek ise PHP'nin uzmanlık alanıdır. Ancak temelde, bu dillerin çoğu çok benzer temel kavramlar içerir, verileri değişkenlerde tutar ve bu verilere işlemler yapmak için fonksiyonlar (prosedürler, yöntemler) kullanır (McKinney, 2012).

Yazılım dillerinden bazıları, verileri ve fonksiyonları bir araya getirerek nesneler adı verilen birimler haline getirir, bazıları ise LISP gibi diller fonksiyonları değişkenler gibi kullanmanıza ve tersini yapmanıza olanak tanır. Python, okunması ve anlaşılması kolay, güçlü ve zarif bir programlama dilidir. Diğer birçok dilde yaygın olan bu özelliklerin çoğunu gösterir ve gerçek dünya uygulamaları için de kullanışlıdır (McKinney, 2012).

Tez kapsamında Jupyter Notebook kullanılmıştır. Jupyter Notebook, web tabanlı etkileşimli bir hesaplama ortamıdır. Jupyter Notebook belgesi, sürümlü bir şemayı izleyen ve genellikle ". ipynb" uzantısıyla biten bir JSON dosyasıdır.

Python, nesne yönelimli, yorumlamalı, birimsel (modüler) ve etkileşimli yüksek seviyeli bir programlama dilidir. Python'ın, olağanüstü gücü basit söz dizimidir. Python ile sistem programlama, kullanıcı arabirimi programlama, ağ programlama, web programlama, uygulama ve veritabanı yazılımı programlama gibi birçok alanda yazılım geliştirilebilir. Tez kapsamında kullanılan kütüphaneler ve fonksiyonlar;

- BeautifulSoup
- HTMLParser
- Openpyxl
- Random
- Pandas
- İtertools

Tez çalışması kapsamında satranç oyuncu bilgilerinin yer aldığı web sitesi olarak Chess.com kullanılmıştır. Turnuva sonuçlarının verilerini almak için veri toplama yöntemi kullanılmıştır. Python programlama dili ile **pandas**, **BeautifulSoup** ve **openpyxl** kütüphaneleri kullanılarak veriler alınmıştır. Kazıma işleminin sonuçları bir Excel dosyası şeklinde sunulmuştur (Ulfah & Najiah, 2023).

HTMLParser, Python'da HTML içeriğini işlemek ve parse etmek için kullanılan bir sınıftır. Bu sınıf, HTML verisini parçalara ayırırken karşılaşılan başlangıç etiketleri, bitiş etiketleri, metin içerikleri, yorumlar ve diğer işaretleme öğeleriyle karşılaştığında, belirli işlemci (handler) yöntemlerini çağırır. Kullanıcı, HTMLParser sınıfını alt sınıf olarak tanımlamalı ve işlevselliği özelleştirmek için bu alt sınıfın yöntemlerini geçersiz kılmalıdır (Van Rossum & Drake, 1995).

Openpyxl Python kütüphanesi, bunları standart bir .Xlsx dosyasına yazar ve bu dosya bir ağ sürücüsüne kaydedilir. Veri kazıma işlemi sırasında, HTML etiketlerinin tanımlanmasıyla veri elde edilmiştir. Kullanılan HTML etiketleri; satranç oyuncu isimlerini, güç puanlarını barındıran etiketlerdir. Daha sonra bu işlemler için bir kazıma şablonu oluşturulmuştur. Elde edilen veriler xlsx formatında kaydedilmiştir (Girdler & Vassilakis, 2021).

Pandas, yapılandırılmış veya tablo biçimindeki verilerle çalışmayı hızlı, kolay ve ifade edilebilir hale getirmek için tasarlanmış yüksek seviyeli veri yapılarını ve fonksiyonları sağlar. 2010 yılında ortaya çıkmasından bu yana, Python'un güçlü ve verimli bir veri analizi ortamı olmasına yardımcı olmuştur. Bu kitapta kullanılacak başlıca pandas nesneleri hem satır hem de sütun etiketlerine sahip, tablo biçiminde, sütun odaklı bir veri yapısı olan veri çerçevesi ve bir boyutlu etiketli dizi nesnesi olan serisi'dir (Python, 2021).

Pandas, Excel 2003 (ve daha yeni) dosyalarında depolanan tablo verilerini okumayı, ExcelFile sınıfı veya pandas.read_excel fonksiyonu kullanarak destekler. Dahili olarak, bu araçlar sırasıyla XLS ve XLSX dosyalarını okumak için xlrd ve openpyxl eklenti paketlerini kullanır. Bu paketleri manuel olarak pip veya conda ile yüklemeniz gerekebilir (Python, 2021).

Standart kütüphanede yer alan itertools modülü verilen bir diziyi belirli bir kritere göre gruplayan bir işlemdir. Combinations(iterable,k) fonksiyonu ile İterable'daki elemanların tüm olası k-tuple'larını, sıralamayı göz ardı ederek ve tekrarsız bir şekilde üretir (McKinney, 2012).

itertools.combinations Kullanımı:

- combinations(Oyuncular, 2) fonksiyonu, Oyuncular listesinde bulunan tüm oyuncu çiftlerinin kombinasyonlarını oluşturur.
- Bu kombinasyonlar sırasızdır; yani, (Oyuncu1, Oyuncu2) ve (Oyuncu2, Oyuncu1) kombinasyonları eşdeğerdir.

Random modülü, çeşitli dağılımlar için rastgele sayı üreticilerini uygular. Tamsayılar için, bir aralıktan eşit olasılıkla seçim yapılabilir. Diziler için, bir rastgele eleman seçimi, bir listenin yerinde rastgele permütasyonu ve tekrarsız rastgele örnekleme yapılabilir. Gerçek sayı doğrusu üzerinde, eşit olasılık, normal (Gauss), lognormal, negatif üstel, gamma ve beta dağılımlarını hesaplamak için işlevler vardır. Açılar için, von Mises dağılımı kullanılabilir (Van Rossum & Drake, 1995).

```
random.shuffle(x[,random])
```

Diziyi (sequence) yerinde karıştırır.

x: Karıştırılacak dizi.

random (isteğe bağlı): [0.0,1.0)[0.0, 1.0)[0.0,1.0) aralığında rastgele bir kayan nokta değeri döndüren, argümentsiz bir fonksiyondur. Varsayılan olarak bu, random() fonksiyonudur (Van Rossum & Drake, 1995).

Random. Shuffle tez kapsamında siyah ve beyaz renklerin ikili eşleşmelerdeki oyunculara rastgele olarak kaydedilmesi için aşağıdaki gibi kullanılmıştır (Van Rossum & Drake, 1995):

```
# Renk eşleştirmesi yap  
Renks = ["Beyaz", "Siyah"]  
random.shuffle(Renks)  
Renk1, Renk2 = Renks
```

2.2. Veri Seti Oluşturma

Jupyter projesinin başlıca bileşenlerinden biri, kod, veri görselleştirmeleri ve diğer çıktılar için bir tür etkileşimli belge olan not defteridir. Jupyter not defteri, çok sayıda programlama dilinde Jupyter etkileşimli hesaplama protokolünün uygulamaları olan çekirdeklerle etkileşime girer. Python'un Jupyter çekirdeği, altta yatan davranışı için IPython sistemini kullanır (McKinney, 2022).

Python, her yerde bulunan HTML ve XML formatlarında veri okumak ve yazmak için birçok kütüphaneye sahiptir. Örnekler arasında lxml, BeautifulSoup ve html5lib bulunur (McKinney, 2022).

```
import requests  
  
import pandas as pd  
  
from bs4 import BeautifulSoup
```

Pandas ile ExcelFile sınıfını veya pandas.read_excel işlevini kullanarak Excel dosyalarında depolanan tablo verilerini okumayı da destekler. Veri toplama, veri işleme ve analiz süreçlerinde yaygın olarak kullanılan Python programlama diline ait pandas kütüphanesinden yararlanılmıştır. Pandas, özellikle veri analizi ve veri bilimi alanlarında, farklı formatlardaki verilerin okunması, düzenlenmesi ve analiz edilmesi için güçlü bir araçtır. Veri işlemleri sayesinde, her oyuncunun karartılmış kimlik bilgileri, maç performansı ve ELO dereceleri aynı tabloda bir araya getirilmiş; analiz süreci daha bütüncül ve sağlıklı bir yapıya kavuşturulmuştur. Gerçek verilerden örnekler alıp karşılaştırmalar yapılarak satranç turnuvası verilerinin daha hızlı ve doğru analiz edilmesine olanak tanımış; araştırmanın güvenilirliğini ve geçerliliğini artırmıştır. (McKinney, 2022).

Birçok web sitesinin JSON veya başka bir format aracılığıyla veri beslemeleri sağlayan genel API'leri vardır. Bu API'lere Python'dan erişmenin birçok yolu vardır:

```
import requests
import pandas as pd
from bs4 import BeautifulSoup
urls=[]
url=("https://www.chess.com/tournament/live/chaturanga-
tournament-4347640")
urls.append(url)
gets=[]
for url in urls:
    get=requests.get(url)
    gets.append(get)
# gets'ten veri alıp işlem yapılması
for get in gets:
    content = get.content
    soup = BeautifulSoup(content, "html.parser")
```

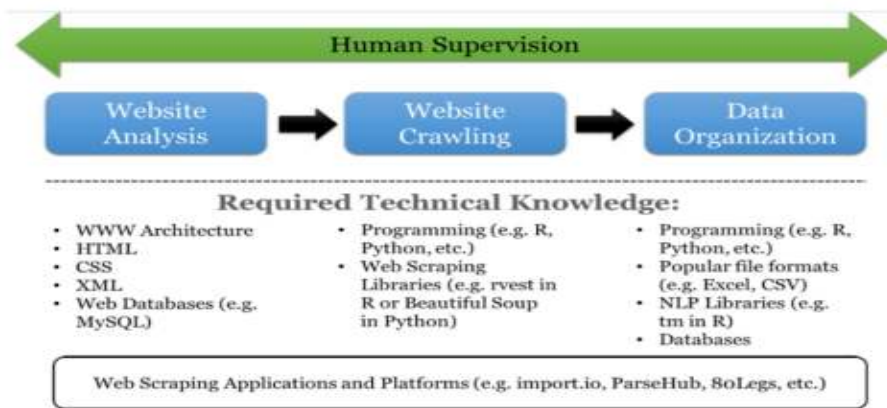
BeautifulSoup kütüphanesi ile content içeriği (HTML) işleniyor. BeautifulSoup HTML veya XML verilerini daha kolay analiz edebilmek için kullanılan bir kütüphanedir. BeautifulSoup kullanılarak HTML içeriği işleniyor ve yukarıda verilen kodda get nesnesinden alınan veri üzerinde işlem yapılmaktadır.

Beautiful Soup, bir web sayfasından yapılandırılmış veri almanızı sağlayan bir Python paketidir ve Leonard Richardson ve bazı diğer geliştiriciler tarafından geliştirilmiştir. BeautifulSoup, XML ve HTML ayrıştırmak için kullanılır. Ayrıca, düzenli ifadelerle kıyasla kullanımı çok daha kolaydır çünkü bir ayrıştırma ağacını dolaşmak, incelemek ve güncellemek için daha az adım içerir. BeautifulSoup, gelen belgeleri Unicode'a ve giden belgeleri Utf-8'e otomatik olarak dönüştürme yeteneğine sahiptir. Bu sayede, belge özel bir kodlama belirtmediği sürece kodlamaları takip etmeniz gerekmez (Khder, 2021).

Kodda yer alan `for get in gets` satırında, `gets` adlı bir liste veya iterable üzerinde döngü başlatılıyor. `gets` burada, her biri bir HTTP isteğinden alınan bir yanıt (response) nesnesi içeren bir koleksiyon olabilir. Bu koleksiyon genellikle `requests` veya başka bir HTTP istemci kütüphanesi ile alınmış verileri temsil eder. Örneğin, birden fazla URL'den veri çekmek için `requests.get()` fonksiyonu ile alınan cevapların listesi `gets` içinde olabilir.

Satranç turnuvalarında eşleşmeler yapılırken geçmiş puanlar önemlidir. Bu nedenle oyuncuların geçmişe dayalı skorlarına ihtiyaç duyulmuştur. Tez de kullanılan veri seti, Chess.com da HTML çözümleme yöntemi ile otomatik olarak toplanmış, FIDE'nin belirlemiş olduğu en başarılı oyuncular ve skorlarını içermektedir. Bunun yanı sıra 4 kişilik ve 12 kişilik turnuva eşleşmeleri Chess.com' da gerçekleşen turnuva eşleşmeleri ve sonuçları ile tez kapsamında kullanılan algoritma karşılaştırılmıştır.

Web siteleri üzerinden veri çıkartma işlemine veri toplama denmektedir. İnternet üzerindeki web sitelerinden açık verilerin toplama işlemidir. Veri toplama ile verilerin daha kolay işlenebilmesi ve analiz edilebilmesi için kullanılabilir. Veri çıkartılma işlemi sonrası veriler veri tabanına işlenir ve daha kolay görüntülenebilir duruma gelir. Bu yöntem yasal gerekçeler ile bazı sınırlamalara sahiptir. Tez çalışması kapsamında turnuvalarda kullanılan oyuncular için kimlik karartma yapılmıştır. (Uzun, Yerlikaya & Kırat, 2018).



Şekil 6.Web Scraping

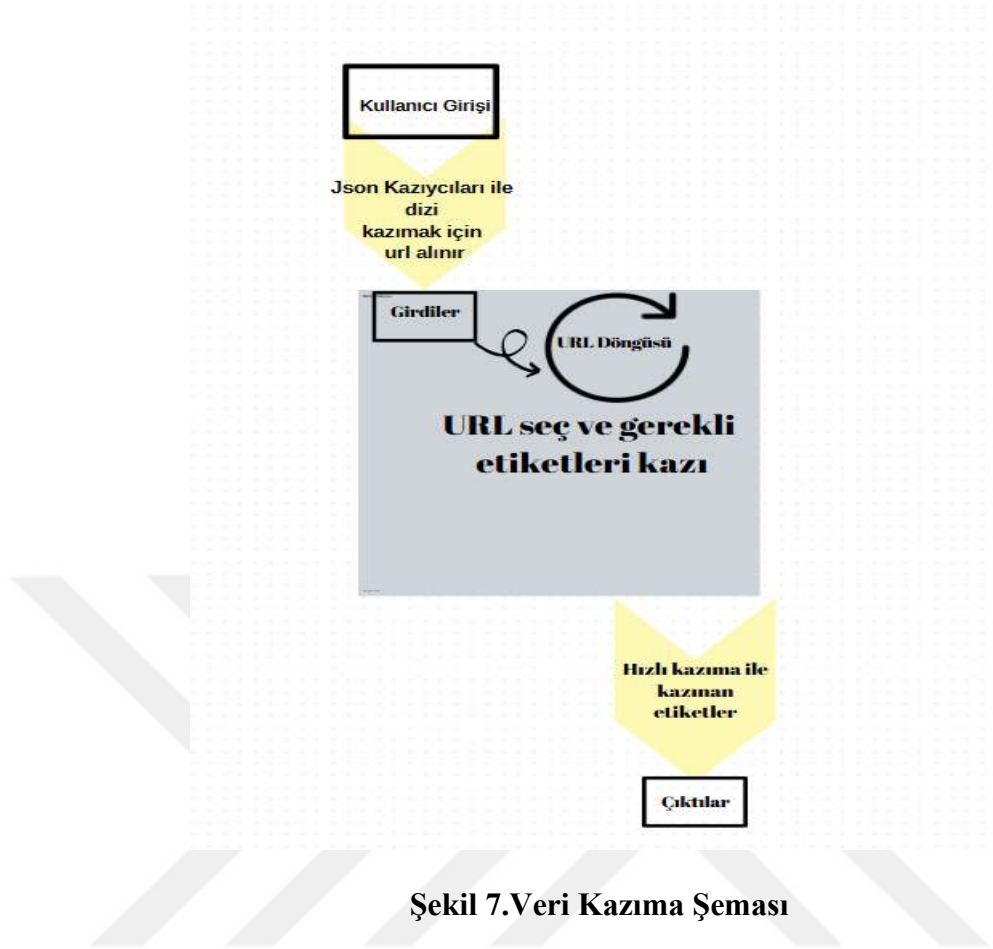
Kaynak: (Krotov & Tennyson, 2018)

Günümüzde internet kullanımının artması ile web sayfalarındaki veri çeşitliliği artmıştır. Web sayfalarının veri çeşitliliği tarafından zenginleşmesi geliştiriciler için veri açısından büyük önem kazanmıştır. Web veri kazıma ile web sayfalarındaki veriler kullanılabilir, analizi yapılabilir duruma gelmiştir (Uzun vd., 2018; Kahya, 2018).

Veri toplama sürecine hedef web sitesi belirlenerek başlanır. Devamında sayfa yapısı incelenir ve kodlama yapılır. Kodlama aracılığı ile sayfa yapısındaki etiketler analiz edilir ve gerekli olanlar kullanılır. Hedef web sitesinden alınan kullanıcı isimleri için kimlik karartma yapılmıştır. Toplanan veriler şunlardır;

- Oyuncunun adı
- Güç Puanı
- Turnuva puanı
- Oyunun oynandığı tarih

Veri toplama, yapılandırılmamış web verilerini yapılandırılmış verilere dönüştürme tekniğidir. Bu veriler, merkezi bir veri tabanında veya elektronik tabloda saklanabilir ve analiz edilebilir. Bu yöntem, büyük miktarda veriyi hızlı bir şekilde toplama imkânı sunar ve sürekli değişen büyük veri dünyasında oldukça avantajlıdır. Büyük ölçekli veri çıkarma ve analiz süreçleri için oldukça kullanışlıdır. Bu çalışmada araştırmanın temelini oluşturan satranç turnuvaları ile ilgili veriler gözlemsel ve veri toplama aracılığı ile oluşturulmuş, analiz edilmiştir. Elde edilen veriler kullanılarak tablolar oluşturulmuş ve önerilen algoritmada kullanılmıştır. Bu tablolar sayesinde veri kümeleri arasındaki ilişkiler ve anlamlı örüntüler kolaylıkla analiz edilmiştir. Veri analizi ile geçmiş performanslar belirlenmiş geleceğe dair olasılıkların hesaplanması mümkün kılınmıştır. (Khder, 2021).



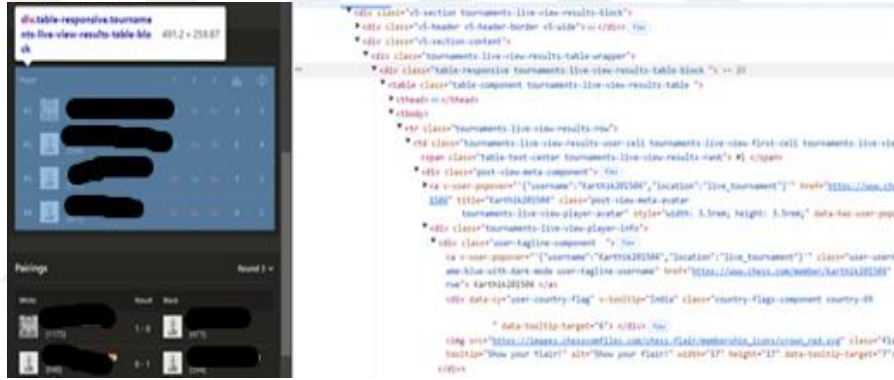
Veri toplama için ilk olarak Python ile url erişim gerekmektedir. Satranç en iyi oyuncularını için 15 web sayfası bulunmaktadır. Web sayfalarının hepsini okumak ve url erişimi sağlamak için aşağıdaki algoritma kullanılmıştır (Uzun vd., 2018).

İnternet kullanımının yaygınlaşmasıyla internet bir veri kaynağına dönüşmüştür. HTML ağacındaki adresi kullanarak belirlenmiş bir alanın değerine ulaşma yöntemi ile web sayfasındaki istenilen etiketlere ulaşılabilir. Chaturanga tournament da yer alan html etiketlerinin yer aldığı html belgesi Şekil. 8 de verilmiştir ve hiyerarşiye göre Şekil.9’ da yer alan html ağaç yapısı çizilmiştir.

```

urls=[]
count=1
while (count<15):
    url=(f"https://www.chess.com/ratings?page={count}")
    count=count+1
    urls.append(url)
gets=[]
for url in urls:
    get=requests.get(url)
    gets.append(get)

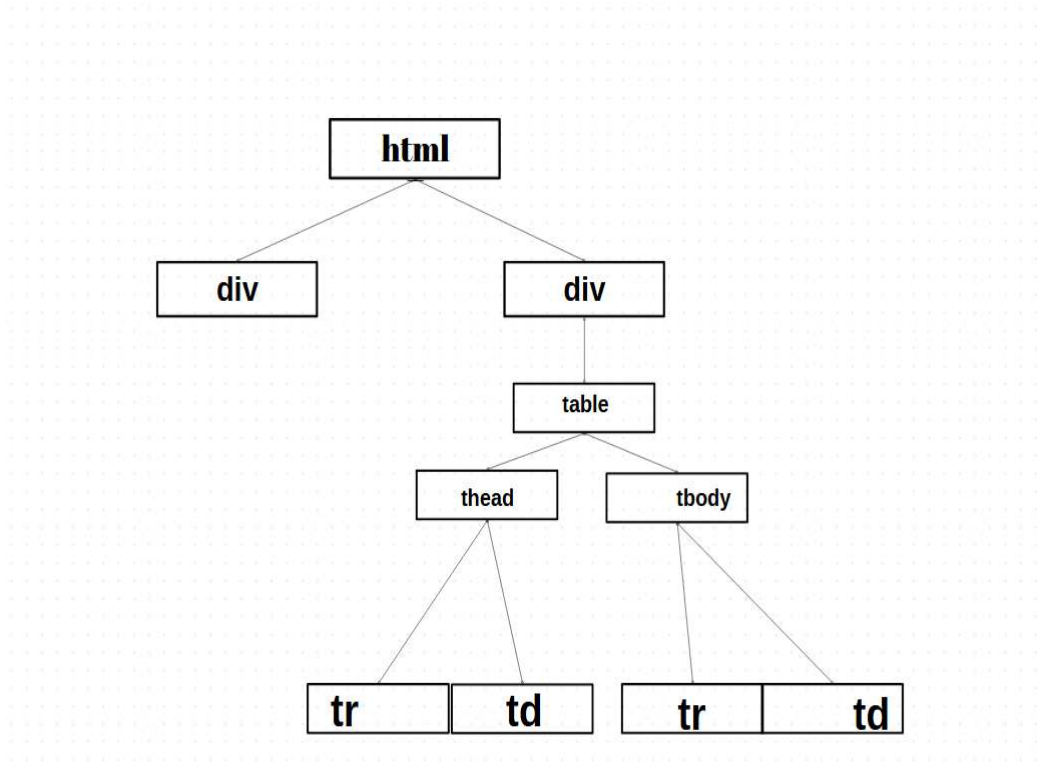
```



Şekil 8.HTML Belgesi

Kaynak: (chess.com, 2024)

HTML belgesi; başlık, paragraflar, bağlantılar, tablolar, listeler gibi çeşitli içerikleri tanımlayan etiketler içerir. Web veri toplama işlemlerinde, bu HTML etiketleri analiz edilerek istenilen veriler (örneğin <div>, , <table> gibi yapılar içindeki metinler) otomatik olarak çekilir. HTML belgesinin yapısını anlamak, doğru veriye ulaşmak için kritik öneme sahiptir.



Şekil 9.HTML Ağacı

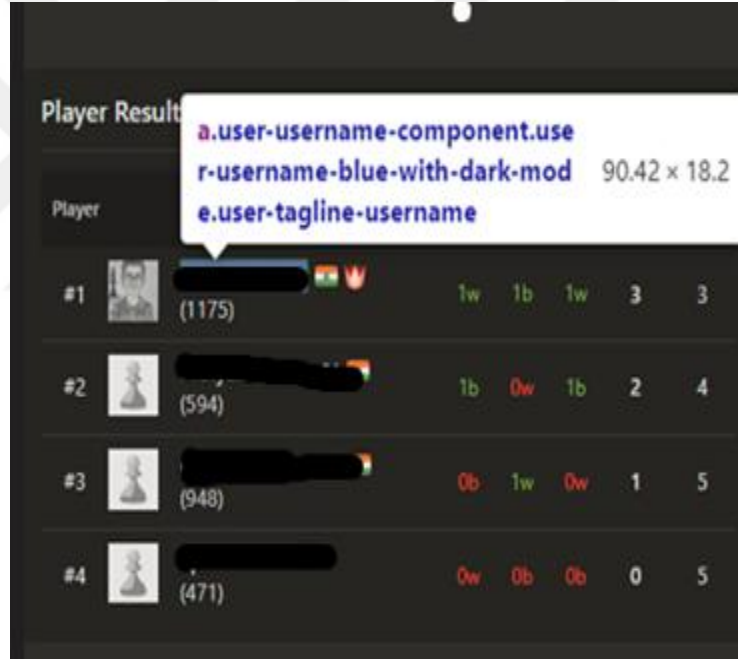
Kaynak: (chess.com, 2024)

Tablo 5.Html Belgesinde Yer Alan Önemli Bileşenler

Ana div: div.table-responsive.tournaments-live-view-results-table-block
Bir tablo yapısı: table.tournaments-live-view-results-table
Tablo satırları: tr.tournaments-live-view-results-row
Tablo hücreleri: td elemanları (örneğin, oyuncu isimlerini ve sıralarını içeren hücreler).
Classlar: Elemanların tanımlayıcı CSS sınıfları da ağaç yapısında gösterilir. Bu sınıflar, elemanları stilize etmek ve tanımlamak için kullanılır.
Oyuncu isimleri, sıralamalar, puanlar gibi bilgiler ve <div> etiketleri içinde yer alıyor.
Oyuncu profiline bağlantılar, <a> etiketi ile belirtilmiş.

Web sayfaları HTML etiketleri ve HTML etiketleri arasındaki veriden oluşur. Web sayfaları metin dosyasıdır ve bu metin dosyaları HTML düzene göre oluşturulur. Web sayfalarının düzenini sayfa üzerinden inceleme yaparak erişebiliriz.

Şekil 8’de chess.com’ da yer alan HTML yapısından bir kesit bulunmaktadır. Bu kesitte turnuva oyuncularının ismi etiketlenmiştir. "td", {"class": "tournaments-live-view-results-user-cell"} etiketi içerisinde oyuncuların hem isimleri hemde güç puanları yer almaktadır. Bu etiket içerisindeki oyuncuların ismin bulunduğu etiket ("a", {"class": "user-username-component"}) ile oyuncu isimleri seçilmiştir. Oyuncu güç puanlarının bulunduğu etiket ile ("span", {"class": "user-rating"}) oyuncu güç puanları okunmuştur (Chess.com, 2025).



The image shows a screenshot of a chess.com 'Player Results' page. A tooltip displays the CSS selector 'a.user-username-component.user-username-blue-with-dark-mode.user-tagline-username' pointing to a player's name. The table lists four players with their ratings and game results.

Player	Rating	W	D	L	Score
#1 [Player Name] (1175)	90.42 x 18.2	1w	1b	1w	3
#2 [Player Name] (594)		1b	0w	1b	2
#3 [Player Name] (948)		0b	1w	0w	1
#4 [Player Name] (471)		0w	0b	0b	0

Şekil 10.Oyuncu İsimlerine Ait Etiket

Kaynak: (chess.com, 2025)

Player Results

Player										
#1		span.user-rating 38.63 × 18.13 1175	1w	1b	1w	3	3			
#2		(594)	1b	0w	1b	2	4			
#3		(948)	0b	1w	0w	1	5			
#4		(471)	0w	0b	0b	0	5			

Şekil 11.Oyuncu Güç Puanlarının Bulunduğu Etiket

Kaynak: (chess.com, 2025)

Satranç verilerini kullanmak için Python Beautiful Soup kütüphanesi kullanılmıştır. En iyi satranç oyuncularının isimlerinin ve güç puanları web sayfası üzerinden bulunması için kullanılan algoritma aşağıda mevcuttur.

```
# Oyuncu isimlerini ve güç puanlarını seçme
rows = soup.find_all("td", {"class": "tournaments-live-view-results-user-cell"})

# Oyuncu adını ve güç puan değerini seç
player_name = row.find("a", {"class": "user-username-component"})
player_rating = row.find("span", {"class": "user-rating"})
```

Yukarıda verilmiş algoritma kullanılarak web sayfasındaki verilere eşim sağlanmıştır. İhtiyaç duyulan veriler web sayfasından alınmıştır ve workbook.save ('chess_database.xlsx') komutu ile excel dosyasına kaydedilmiştir. Ayırıştırılmış temiz veriler ile veri tabanı oluşturulmuştur. Sonrasında bu veriler oyuncu eşleşme algoritmasında kullanılmıştır.

Tablo 6.Satranç Oyuncuları ve Güç Puanları Veri Seti

Oyuncu Adı	Güç Puanı
Oyuncu Y	1175
Oyuncu V	594
Oyuncu X	973
Oyuncu Z	471

Yukarıdaki tabloda web sayfalarından çekilmiş olan oyuncu isimlerinin ve güç puanlarından elde edilen veri tabanından kesit verilmiştir. İsviçre kurallarına göre satranç oyuncu eşleşme için uygun veri bulunmuştur. Veri toplama için BeautifulSoup kütüphanesi kullanılmıştır. Bu kütüphane veri çıkarmak ve veriyi ayrıştırmak için kullanılır. Kütüphane aracılığı ile web sitesindeki veriler okunup ayrıştırılmıştır. MS Excel dosyası açılmıştır. Database oyuncu isimler ve güç puanları eklenmiştir. Bu veriler satranç oyuncu eşleşmelerinde ihtiyaç duyulacaktır.

2.3. FİDE İsviçre Oyuncu Eşleşme Algoritması

FIDE İsviçre Eşleşme Algoritması, çok sayıda katılımcının olduğu satranç turnuvalarında kullanılan ve oyuncular arasında kararlı eşleşmeler yapılmasını amaçlayan bir sistemdir. Rekabetin adil şekilde gerçekleştirilmesi için turnuva süresince turlarda eşleşme kriterleri bulunmaktadır.

2.3.1. Birinci Tur Eşleşme Kriterleri

Turnuva sonuçlarını kaydetmek için excel dosyası oluşturulmuştur. Aşağıdaki adımları izleyerek MS Excel dosyasında "1. Tur " adında bir sayfa oluşturulmuştur. Tur sonuçları için MS Excel dosyası açılmıştır. Sayfaya 1. tur adı verilmiştir. Bu sayfaya 1. Tur sonuçları kaydedilecektir. Veri tabanı oluşturduğumuz MS Excel dosyasından oyuncu bilgileri ve güç puanları okunur.

Veri çerçevesi oluşturulur. Bu çerçevede; Oyuncu 1, Oyuncu 2, Oyuncu 1 Güç Puanı, Oyuncu 2 Güç Puanı, Kazanan, Kazanan Puanı, Kaybeden, Kaybeden Puanı, Berabere, Beraberlik Puanı, Oyuncu 1 Rengi, Oyuncu 2 Rengi yer almaktadır.

Oyuncuları eşleştirme, chess.com'dan alınmış olan en iyi oyuncular listesi MS Excel dosyasında bulunmaktadır. Veri kazıma yöntemiyle oluşturulan veri tabanından okunan oyuncular eşleştirilmiştir. MS Excel dosyasında A sütununda oyuncu isimleri B sütununda güç puanı sonuçları verilmiştir ve eşleştirilmelerde bu veriler kullanılmıştır.

```
for player2 in sorted_Oyuncular:
    rating_diff = abs(player1["rating"] - player2["rating"])
    if rating_diff < closest_rating_diff:
        closest_rating_diff = rating_diff
        closest_player = player2
```

```
# Eşik parametresi (kazanma olasılıkları arasındaki fark)

# ELO rating farkına göre kazanma olasılığını hesaplayan fonksiyon

# Güç Puanlarını al

# Kazanma olasılıklarını hesapla
```

Eşleştirme kuralları İsviçre turnuva sistemi genel kurallarına göre yapılmıştır. Bu kurallara göre birbirleriyle eşleştirilen iki oyuncu eşit puanlı veya arasındaki puan farkı olabildiğince az olmalıdır. Birinci turda güç puanı sonuçlarına göre eşleşme yapılmalıdır. En yakın güç puanı sonucu olan kişiler birbirleriyle eşleştirilmelidir. Ayrıca aynı güç puanına sahip oyuncular birbirleri ile eşleştirilmiştir.

Oyuncuların eşleştirilme sonrası hangi renk ile oynayacakları belirlenirken eşleşmelerde biri beyaz taş alırken diğeri siyah almalıdır. Oyuncu1'in rengi Renk1 ile temsil edilmiştir. Oyuncu2'in rengi Renk2 ile temsil edilmiştir.

```
# Renk eşleştirmesi yap  
Renks = ["Beyaz", "Siyah"]  
random.shuffle(Renks)  
Renk1, Renk2 = Renks
```

Tur sonucunda kazanan 1 puan alır, kaybeden 0 puan alır maç beraberlik ile bitmişse 0,5 puan her iki oyuncuya da verilir. Her oyuncunun isminin yanına puan sütunu açılmalı ve aldığı puan yazılmalıdır. Güç puanı yüksek olan oyuncuyu kazanan olarak alınmıştır, kazanan 1 puan, kaybeden oyuncuya 0 puan yazılmıştır. Oyuncu 1'in güç puanı Oyuncu 2'den daha yüksekse, Oyuncu 1 kazanır ve 1 puan alırken, Oyuncu 2 kaybeder ve 0 puan alır. Eğer Oyuncu 1'in güç puanı Oyuncu 2'den düşükse, bu sefer Oyuncu 2 kazanır ve 1 puan alırken, Oyuncu 1 kaybeder ve 0 puan alır. Eğer her iki oyuncunun güç puanı eşitse, bu durumda maç berabere sonuçlanır ve her iki oyuncuya da 0,5 puan verilir. Bu sistemde kazanan oyuncu 1 puan alırken, kaybeden oyuncu 0 puan alır. Eşit güç puanı durumunda ise her iki oyuncu da yarım puan alır.

Oluşturulan dosyanın 1. Tur için olan sayfasına eşleşen oyuncular (Oyuncu1, Oyuncu2), her oyuncunun aldığı renkler (Renk1, Renk2), eşleşme sonucunda kazanan, kaybeden ve beraberlik durumundaki oyuncular (Winner, Loser, Draw1, Draw2) ile tur sonucunda alınan puanlar (Winner_score, Loser_score, Draw1_score, Draw2_score) kaydedilmiştir. Tur sonuçları belirlenmiş olup MS Excel dosyasına kaydedilir.

2.3.2. İkinci Tur Eşleşme Kriterleri

Sonuçların kaydedildiği MS Excel dosyası yeni tur sonuçlarını kaydetmek ve eski tur sonuçlarını okumak için açılmıştır.

Oyuncuların tamamı Oyuncular başlığı altında A sütununda toplanmıştır. 1.Turda almış oldukları renkler 1. Turda oyuncuların almış oldukları renkler başlığı altında B sütununda verilmiştir. 1.turda almış oldukları puanlar 1. tur puanları başlığı altında C sütununda verilmiştir. Her oyuncunun 2. Tur da 1. Tur da aldığı renklerin tersini alacaktır.

Oyuncular yalnızca bir kez birbirleriyle eşleşebilirler. Eşleşme fonksiyonuyla 1. turda eşleşen oyuncuların tekrar eşleşip eşleşmediğini kontrol eder. pair_Oyuncular fonksiyonunda, bir oyuncuyu eşleştirirken 1. turdaki eşleşmelere bakılarak, daha önce eşleşmiş iki oyuncunun tekrar eşleşmemesi sağlandı. Bu kurallarla, 2. turda 1. turdaki eşleşmelerden kaçınılır ve eşleşemeyen bir oyuncu kaldığında ona bye verilir. 2. Tur oyuncu eşleştirmelerinde 1.tur da alınan puanlar ve oyuncuların birinci turda aldığı renkler baz alınmıştır. Eşleşmeler puan ve renk durumu baz alınarak yapılmıştır.

1. Tur sonucunda oyuncuların aldığı puanlar MS Excel dosyasında yer alan Sonuçlar sayfasında yer almaktadır. Genel Tur sonuçları sayfasında 1 puana sahip oyuncular 1 puana sahip oyuncular ile eşleştirilmiştir. 0.5 puana sahip oyuncular birbirleri ile eşleştirilmiştir. 0 puana sahip oyuncular birbirleri ile eşleştirilmiştir. Özet olarak; İlk turda kazanan yarışmacılar birbirleriyle eşleşmelidir. Kaybeden oyuncularda birbiriyle eşleşmelidir. Berabere kalan oyuncularda berabere kalan başka oyuncularla eşleştirilmelidir.

Tur sonucunda kazanan 1 puan alır, kaybeden 0 puan alır maç beraberlik ile bitmişse 0,5 puan her iki oyuncuya da verilir. Her oyuncunun isminin yanına puan sütunu açılmalı ve aldığı puan yazılmalıdır. MS Excel dosyasında A sütununda oyuncu isimleri B sütununda güç puanı sonuçları verilmiştir ve yeni yapılmış olan eşleşmelerde de kazanan güç puanı sonuçlarına göre belirlenmelidir. Eşleşen ikililerden güç puanı fazla olan kazansın, az olan kaybetsin. Güç puan durumları eşit ise berabere kalmış kabul edilsin.

Oluşturulan tournament_results.xlsx dosyasının 2. turu için sonuçlar kaydedilmiştir. Bu dosyada, eşleşen oyuncuların isimleri (Oyuncu1, Oyuncu2), her oyuncunun aldığı renkler (Renk1, Renk2), eşleşme sonucunda kazanan, kaybeden ve beraberlik durumundaki oyuncular (Winner, Loser, Draw1, Draw2) yer almaktadır.

```
# 1. turda eşleşen oyuncuları bul
first_round_pairs = set(tuple(sorted([pair[0], pair[1]])) for pair in
first_round_pairings[['Player 1', 'Player 2']].dropna().values)
# 1. turda eşleşen oyuncuların listesini oluştur
first_round_Oyuncular = {player for pair in first_round_pairs for player in
pair}
# Kullanılacak oyuncular
used_Oyuncular = set()
# 1 puanlı oyuncular için eşleşmeler
matches_1 = pair_Oyuncular(group_1, used_Oyuncular,
first_round_pairs)
# 0.5 puanlı oyuncular için eşleşmeler
matches_0_5 = pair_Oyuncular(group_0_5, used_Oyuncular,
first_round_pairs)
# 0 puanlı oyuncular için eşleşmeler
matches_0 = pair_Oyuncular(group_0, used_Oyuncular,
first_round_pairs)
# Sonuçları birleştirelim
all_pairs = matches_1 + matches_0_5 + matches_0
```

2.3.3. Üçüncü Tur Eşleşme Kriterleri

Sonuçların kaydedildiği MS Excel dosyası yeni tur sonuçlarını kaydetmek ve eski tur sonuçlarını okumak için açılmıştır. Sayfaya 3. tur adı verilmiştir. Bu sayfaya 3. Tur sonuçları kaydedilecektir. Oyuncuların tamamı Oyuncular başlığı altında A sütununda toplanmıştır. 1.Turda 2. Turda aldıkları puanlar ve renkler Genel Tur Sonuçları sayfasında verilmiştir. 3. Tur için puanlar ve renkler önceki turlarda olduğu gibi yazılmaya devam edilecektir. 3.Tur eşleşmeleri 1.turda ve 2. Tur da alınan puanlara göre yapılmıştır. Oyuncuların turnuva içerisindeki aldıkları toplam puanlara göre eşleştirilmeye devam edilir.

Oyuncular yalnızca bir kez birbirleriyle eşleşebilirler. Önceki turlarda eşleşmeleri tuttuğumuz eşleşme fonksiyonu aşağıdadır. `unpaired_Oyuncular=Oyuncular.copy()` Oyuncular listesinin bir kopyasını oluşturur. Böylece `unpaired_Oyuncular` listesi, başlangıçta Oyuncular listesinin aynısı olur. Ancak, bu kopyalama işlemi sayesinde, `unpaired_Oyuncular` üzerinde yapılan değişiklikler, orijinal Oyuncular listesini etkilemez. `pair_Oyuncular` fonksiyonunda, bir oyuncuyu eşleştirirken 1., 2. Ve sonraki turlardaki eşleşmelere bakılarak, daha önce eşleşmiş iki oyuncunun tekrar eşleşmemesi sağlandı.

```
# Eşleşme yapılacak fonksiyon
```

```
def pair_Oyuncular_for_round(Oyuncular, player_Renks,  
previous_pairs):
```

```
    pairs = []
```

Bu kurallarla, Önceki turlarda eşleşen oyuncuların eşleşmelerinden kaçınılır ve eşleşemeyen bir oyuncu kaldığında ona bye verilir. Oyuncular tamamen bitene kadar eşleşmeye devam eder. Fonksiyonlar oyuncuların tekrar aynı oyuncular ile eşleşmemesi sağlanmıştır. Bu yöntem ile oyuncuları başarıları için şans tanınmıştır.

3. Turda eşleşmeler puan ve renk durumu baz alınarak yapılmıştır. Renkler mümkün olduğunca bir önceki turda aldığı rengin tersi verilmeye çalışılmıştır. 1. Tur ve 2. Tur sonucunda oyuncuların aldığı renkler tournament_results.Xlsx Excel dosyasında yer alan Genel Tur Sonuçları sayfasında yer almaktadır. Oyuncuların 3 kere arka arkaya aynı rengi alması doğru değildir. Puan durumunda göze alındıktan sonra mümkün ölçüde bir önceki turda alınan rengin tersi verilmeye çalışılır.

Eşleşmelerde oyuncular aynı 2 renkle oynayamaz. **assign_Renks_for_pairs** fonksiyonu, her oyuncunun daha önceki turda aldığı renk bilgisine bakarak renk ataması yapar.

```
# Her eşleşme için renk ataması yap

Renks = assign_Renks_for_pairs(pairs, player_Renks)

## Renk atamalarını DataFrame'e ekle

third_round_results['Renk_Player_1'] = [Renk[0] for Renk in Renks]

third_round_results['Renk_Player_2'] = [Renk[1] for Renk in Renks]
```

1. Ve 2 turda alınan tur sonuçlarının toplamına göre 3. Tur için eşleşmeler yapılmıştır. Genel Tur sonuçları sayfasındaki toplam puanlara göre eşleşmeler yapılmıştır. Tur sonucunda kazanan 1 puan alır, kaybeden 0 puan alır maç beraberlik ile bitmişse 0,5 puan her iki oyuncuya da verilir. Her oyuncunun isminin yanına puan sütunu açılmalı ve aldığı puan yazılmalıdır. Birinci ve İkinci turda alınan puanları toplamına göre eşleşme yapılır.

Oluşturulan MS Excel dosyasının 3. turu için sonuçlar kaydedilmiştir. Bu dosyada, eşleşen oyuncuların isimleri (Oyuncu1, Oyuncu2), her oyuncunun aldığı renkler (Renk1, Renk2), eşleşme sonucunda kazanan, kaybeden ve beraberlik durumundaki oyuncular (Winner, Loser, Draw1, Draw2) ve tur sonucunda elde ettikleri puanlar (Winner_score, Loser_score, Draw1_score, Draw2_score) yer almaktadır.

2.3.4. Dördüncü Tur ve Üzeri Turlar İçin Eşleşme Kriterleri

1. turda eşleşmeler güç puanı bazında yapılmıştır. 2. Tur ve sonraki turlarda oyun içerisinde alınan puanlara göre eşleşmeler gerçekleşmiştir. 3. Tur itibariyle toplam puan baz alınarak ilerlenecektir. 3. Turda geliştirilen algoritma tekrar tekrar sonraki turlarda kullanılacaktır. 4 ve sonraki turlara ait algoritma aşağıda verilmiştir.

Başlangıçta `current_round` değişkenine istediğiniz tur numarasını girerek kodu kullanabilirsiniz. Bir önceki turun renk bilgisi, dinamik olarak Renk X. tur sütunundan alınır. Her yeni turda sadece `current_round` değişkenini değiştirerek kodu tekrar kullanabilirsiniz.

Daha önce oynanan eşleşmeler, `tournament_results.Xlsx` dosyasından okunuyor. Her turdaki Oyuncu 1 ve Oyuncu 2 sütunlarındaki eşleşmeler `previous_matches` setine ekleniyor. Bu, aynı oyuncuların tekrar eşleşmesini engellemek için kullanılıyor. Renkler mümkünse tersine çevrilir (ör. Beyaz → Siyah, Siyah → Beyaz).

Kombinasyon fonksiyonu `generate_pairs` fonksiyonu ile tüm olası oyuncu çiftlerini kombinasyonları kontrol ediyor. Daha önce eşleşmemiş ve hâlâ müsait olan oyuncuları eşleştiriyor. Eşleşmeler `pairs` listesine ekleniyor.

Oyun içerisindeki puanlara göre `determine_winner` fonksiyonu ile bir eşleşmedeki oyuncuların derecelerini karşılaştırıyor. Derecesi yüksek olan oyuncu kazanır ve 1 puan alır. Kaybeden 0 puan alır. Eğer dereceler eşitse, her iki oyuncu da 0,5 puan alır.

Yeni bir veri çerçevesi (`results_df`) oluşturulur; oyuncu bilgileri, kazanan kaybeden durumu ve oyuncuların renk atamalarını içerir. Her tur için yeni bir sayfa (`X. tur`) oluşturulur ve eşleşmeler bu sayfaya yazılır. Yeni turun adı (örneğin, "4.tur") bir sayfa ismi olarak ayarlanıyor. `results_df`, `tournament_results.Xlsx` dosyasına yeni bir sayfa olarak ekleniyor. Tüm sonuçlar MS Excel'e kaydedilmiştir.

Turnuva boyunca her tur için oyuncu bilgileri, kazanan kaybeden durumu ve oyuncuların renk atamalarının yer aldığı MS Excel dosyası kaydedilir. Bu MS Excel dosyasında ayrı bir sayfada genel tur sonuçlarını içeren bir tablo tutulur. Bu tabloda oyuncuların her turda aldığı puanlar renkler ve toplam puanları mevcuttur.

2.4. Güç Puan Hesabı

Algoritma ELO sistemine dayalı hesaplama yapmaktadır. Oyuncuların performansını etkileyen derecelendirme sistemi uygulanır. Oyuncuların dereceleri, tur sonuçlarına göre dinamik olarak güncellenir. Her tur da mevcut chess database'e yeni bir sayfa eklenir, önceki verilere dokunulmamaktadır. Uygulama tur sonuçlarını okur ve hem kazanma/kaybetme durumlarını hem de beraberlikleri doğru şekilde ekler.

K faktörü ELO sisteminde, bir oyuncunun puan değişiminin ne kadar büyük olacağını belirleyen çarpandır. Satranç turnuvalarında genellikle FIDE kurallarına uygun olarak, standart ELO puan hesaplamasında $K=16$ kullanılır. ELO puan sistemindeki 400 sabiti, iki oyuncu arasındaki puan farkına dayalı olarak kazanma olasılıklarını belirlemede kullanılır. Eğer iki oyuncu arasında 400 puan fark varsa, bu, daha yüksek puanlı oyuncunun kazanma olasılığının yaklaşık %90 olduğunu gösterir.

chess_database.xlsx dosyasından, oyuncu isimleri ve mevcut dereceleri (Oyuncuname, Oyuncurating) okunur. Oyuncular ve dereceleri bir sözlüğe (ratings) aktarılır.tournament_results.xlsx dosyasından, ilgili tur sonuçları okunur.

calculate_new_rating fonksiyonu ile ELO formülüne göre, bir oyuncunun yeni derecesini hesaplar. Hesaplanan yeni dereceler new_ratings sözlüğüne kaydedilir. Her tur sonunda güç puanı sonuçları güncellenir. Eski güç puanı bir tur önce hesaplanan rating değeri olarak alınır.

Burada skor, oyuncunun maçtaki gerçek sonucunu ifade eder:

- **Kazanan:** skor = 1
- **Kaybeden:** skor = 0
- **Beraberlik:** skor = 0.5

new_ratings sözlüğü kullanılarak yeni bir DataFrame oluşturulur. Bu dataframe de oyuncuların adı ve güç puanları bulunmaktadır.chess_database.xlsx dosyasına, yeni dereceler bir sayfaya eklenir. Turnuva boyunca her tur için güç puan hesabı yapılır ve son turda oluşturulan güç puanı oyuncunun turnuva sonucundaki güç puanını içermektedir. Hesaplama sonucunda yeni dereceler kaydedilir.

2.5. Rastgele Eşleşme Algoritması

Oyuncuların eski güç puanlarına bakılmadan ve belli kurala tabi olmadan eşleşme yapılmıştır. Oyuncular ve dereceleri bir sözlükte saklanır. Oyuncular rastgele sıraya dizilir. Her oyuncuya rastgele beyaz veya siyah rengi verilir. Oyuncular çiftler halinde eşleştirilir, renkler ters olarak atanır ve kazanan veya kaybeden belirlenir. Oyuncuların kazanma ve kaybetme durumu oyuncuların eski güç puanlarına göre olasılık hesabı yapılarak belirlenmektedir.

Oyun sonunda kazanan ve kaybeden oyuncular, sadece rastgeleliğe değil, aynı zamanda güç puanlarına bağlı bir olasılık hesabı ile belirlenmiştir. Bu hesaplamada, yüksek puanlı oyuncuların kazanma olasılığı daha fazla olacak şekilde bir dağılım gözetilmiştir. Rastgele eşleşmelere dayanan bir turnuva sisteminde Elo algoritmasının doğruluğunu ve işlevselliğini değerlendirmektir. Böylece modelde hem rastlantısallık hem de gerçekçi bir performans farklılığı yansıtılmıştır. Her eşleşme sonrasında sonuçlar güncellenmiş, oyuncuların kazanma ve kaybetme sayıları ile yeni güç puanları dinamik olarak hesaplanmıştır. Bu sistem, gerçek turnuva koşullarındaki belirsizlikleri ve performansa dayalı sonuçları daha doğru biçimde simüle etmeyi amaçlamaktadır. Dinamik Elo hesaplamalarının yalnızca önerilen algoritmaya göre yapılan eşleşme sistemlerinde değil, rastgele eşleşmelere dayalı sistemlerde de etkili olduğunu göstermektedir. Bu yöntem, özellikle küçük gruplar içinde düzenlenen ve yapılandırılmış turnuva düzenlemesine ihtiyaç duyulmayan etkinlikler için uygun bir değerlendirme mekanizması sunmaktadır. ELO derecelendirme sistemi ile rastgele eşleşmelerde güç puan farkı yüksek olan oyuncularda kazanılan puanlar korunur. Simülasyon yoluyla gerçekleştirilen deneyler, ELO sisteminin yeterli tur sayısı ile birlikte rastgele eşleşmelerde de güç puanını makul düzeyde koruduğu gözlemlenmiştir. Özellikle küçük çaplı ve güç paunlarının yakın olduğu turnuvalar için alternatif değerlendirme sistemlerinin varlığını ortaya koymaktadır. Rastgele eşleşmeler, özellikle sınırlı sayıda katılımcının yer aldığı, yazılım altyapısına sahip olmayan veya çevrim içi olarak yönetilen turnuvalarda uygulanabilir bir alternatif sunmaktadır.

```
# Oyuncuları rastgele sırala
Oyuncular = list(ratings.keys())
random.shuffle(Oyuncular)

# Oyuncuları rastgele sırala
Oyuncular = list(ratings.keys())
random.shuffle(Oyuncular)

# Önceki turdaki renkleri simüle etmek için bir sözlük
previous_Renks = {player: random.choice(["Beyaz", "Siyah"]) for player in
Oyuncular}

# Oyuncuları çiftler halinde eşleştir ve puanlarla renkleri atayarak
kazanan/kaybedenleri belirle
results = []
for i in range(0, len(Oyuncular), 2):
    if i + 1 < len(Oyuncular):
        player1, player2 = Oyuncular[i], Oyuncular[i+1]
        rating1, rating2 = ratings[player1], ratings[player2]

        # Renk atamaları (önceki tura göre ters renk tercih edilir)
        if previous_Renks[player1] == "Beyaz":
            Renk1, Renk2 = "Siyah", "Beyaz"
        else:
            Renk1, Renk2 = "Beyaz", "Siyah"
```

```

# Verileri oku

pairings_df=pd.read_excel(file_path_results,sheet_name=sheet_name_pairings)

database_df=pd.read_excel(file_path_database,sheet_name=sheet_name_database)

ratings=pd.Series(database_df['playerrating'].values,index=database_df['playern
ame']).to_dict()# Ratingleri bir sözlükte sakla

results_df = pd.DataFrame(columns=['Player 1', 'Player 2', 'Winner',
'Winner_Score', 'Loser', 'Loser_Score', 'Draw1', 'Draw2', 'Draw1_Score',
'Draw2_Score']) # Sonuçları saklayacak boş DataFrame oluştur

threshold = 0.10 # %10# Eşik parametresi


# ELO rating farkına göre kazanma olasılığını hesaplayan fonksiyon

def calculate_win_probability(rating1, rating2):

    P1 = 1 / (1 + 10(((rating2 - rating1) / 400)))

    P2 = 1 - P1

    return P1, P2


# Sonuçları belirle

for index, row in pairings_df.iterrows():

    player1, player2 = row['Player 1'], row['Player 2']

    rating1 = ratings.get(player1, 0) # Ratingleri al

    rating2 = ratings.get(player2, 0) # Ratingleri al

```

```

# Kazanma olasılıklarını hesapla

P1, P2 = calculate_win_probability(rating1, rating2)

# Olasılık farkı %10'dan küçükse rastgele seçim yapılır
if abs(P1 - P2) < threshold
result = random.choices(['Draw', player1, player2], [0.5, P1, P2])[0]
if result == 'Draw':

    winner, winner_score, loser, loser_score = None, None, None, None

    draw1, draw2, draw1_score, draw2_score = player1, player2, 0.5, 0.5

    else:

        winner, winner_score = result, 1

        loser = player1 if result == player2 else player2

        loser_score = 0

        draw1, draw2, draw1_score, draw2_score = None, None, None, None

    else:

# Kazanma olasılıkları %10'dan büyükse, yüksek olasılıklı oyuncu kazanır

if P1 > P2:

    winner, winner_score, loser, loser_score = player1, 1, player2, 0

    else:

        winner, winner_score, loser, loser_score = player2, 1, player1, 0

        draw1, draw2, draw1_score, draw2_score = None, None, None, None

```

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Deneyisel Araştırma

3.1. Usta Oyuncuların Eşleşmesi

Chess.com da 2.01.2025 tarihinde güncellenmiş olan canlı satranç puanları kullanılarak, tez sürecinde hazırlanmış olan algoritma ile eşleştirme yapılmıştır. En iyi oyuncuların yer aldığı listeden veri kazıma yolu ile isimleri ve güç puanları MS Excel dosyasına kaydedilmiştir. 698 Oyuncuya ait güç puanı kaydedilmiştir. 698 Oyuncunun eşleştirilmesi demek her tur 349 eşleşme olacaktır. Oyuncuların tamamının eşleşmeleri Ekler bölümünde verilmiştir.

Tablo 7.En İyi Oyuncuların Güç Puanları

Oyuncu Adı	Güç Puanı
GM-1	2831
GM-2	2803
GM-3	2802
GM-4	2801
GM-5	2777
GM-6	2768
GM-7	2763
GM-8	2754
GM-9	2751
GM-10	2750
GM-11	2747
GM-12	2747
GM-13	2741

GM-14	2741
GM-15	2740
GM-16	2739
GM-17	2734
GM-18	2734
GM-19	2733
GM-20	2733
GM-21	2732
GM-22	2731
GM-23	2726
GM-24	2721
GM-25	2721
GM-26	2717
GM-27	2717

Türkiye satranç federasyonunun da yayınladığı kurallara göre birbirleriyle eşleştirilen iki oyuncu eşit puanlı veya arasındaki puan farkı olabildiğince az olmalıdır. Seçilen örneklem en iyi oyuncular kategorisinde olup 1. Tur da puanları yakın oyuncular eşleştirilmeye çalışılmıştır. Turnuva başlangıcında oyunculara rastgele renk ataması yapılmıştır. Oluşturulan örnek turnuva da 698 oyuncunun yarışması sebebiyle 1. Turda eşleştirilmiş ilk 6 eşleşme Tablo 8’ de örnek olarak verilmiştir.

Tablo 8.En İyi Puana Sahip Oyuncuların 1. Tur Eşleşmesinin Yer Aldığı Kesit

Oyuncu 1	Oyuncu 2	K.P	B.P	Oyuncu 1 Rengi	Oyuncu 2 Rengi
GM-1(K)	GM-2	1		Siyah	Beyaz
GM-3(K)	GM-4	1		Siyah	Beyaz
GM-5(K)	GM-6	1		Beyaz	Siyah
GM-7(K)	GM-8	1		Siyah	Beyaz
GM-9(K)	GM-10	1		Beyaz	Siyah
GM-11(B)	GM-12(B)		0,5	Beyaz	Siyah

Eşleşmelerde kullanılan güç puanları Tablo 7’ de verilmiştir. 1. Tur da hem eşleşmeler hemde eşleşme sonuçları güç puanlarına göre belirlenmiştir. Turda kazanan oyuncuların yanın (K) beraberlik durumuna (B) yazılmıştır.

Tablo 9.En İyi Güç Puanına Sahip 1. Tur da Yer Alan Oyuncuların Güç Puanları

Oyuncu Adı	Oyuncu Puanı
GM-1	2831
GM-2	2803
GM-3	2802
GM-4	2801
GM-5	2783
GM-6	2768
GM-7	2763
GM-8	2754

GM-9	2751
GM-10	2750
GM-11	2747
GM-12	2747

Birinci Tur da güç puanı yüksek olanın kazandığı, eşitlik durumunda ise GM-11 ve GM-12 beraberlik durumu gözlenmiştir. Birinci turda eşleşen oyuncular 2. Turda eşleştirilmemektedir. 1. turdan farklı olarak 2. Turda eşleşmeler 1. Turda alınan puanlara göre yapılmıştır. Eşleşmelerdeki duruma göre oyuncular bir önceki turda aldıkları renkten farklı renk alırlar.

Tablo 10. En İyi Puan Sahip Oyuncuların 1. Tur Puanlarına Ait Kesit

Oyuncular	1. tur puanları
GM-1	1
GM-2	0
GM-3	1
GM-4	0
GM-5	1
GM-6	0
GM-7	1
GM-8	0
GM-9	1
GM-10	0
GM-11	0,5
GM-12	0,5

2. Turda eşleşen oyuncuların güç puanlarına bakıldığında güç puanı yüksek olan yarışmacıların kazandığı gözlemlenmiştir. Tez kapsamında hazırlanmış olan eşleşme algoritması güç puanı yüksek olan yarışmacıların kazanması üzerine kurgulanmıştır. Gerçekleşecek turnuvalarda bu durum her zaman böyle gerçekleşmeyebilir. Güç puanları çok yakın olan oyunculara kazanma ve kaybetme durumu değişiklik gösterebilir.

Tablo 11.En İyi Puana Sahip Oyuncuların 2. Tur Güç Puanlarına Ait Kesit

Oyuncu Adı	Oyuncu Güç Puanı
GM-25	2721
GM-1	2831
GM-27	2717
GM-20	2733
GM-3	2802
GM-5	2783
GM-7	2763
GM-9	2751
GM-22	2731
GM-23	2726
GM-15	2740
GM-17	2734

3. tur da kullanılan algoritmada da görüldüğü üzere daha önce eşleşmeyen kişiler eşleştirilmiştir ve böylece turnuva boyunca tüm oyuncular birbirleriyle oynama fırsatı yakalamışlardır. Bunun yanı sıra 3. Tur da eşleşmeler 1. Tur ve 2. Tur da aldıkları puanların toplamına göre eşleşme yapılmıştır. Oyun içerisinde alınan puanlar ile eşleşmeler yapılarak, oyuncuların turnuva boyunca ki stratejik durumlarına göre turnuva sonuçlarına katkıda sağlar.

Tablo 12.En iyi Güç Puanına Sahip Oyuncularda 1. ve 2. Tura Ait Toplam Puan

Oyuncu Adı	1. Tur Puanları	2. Tur Puanları	Toplam Puan
GM-20	1	0	1
GM-1	1	1	2
GM-3	1	0	1
GM-5	1	1	2
GM-7	1	0	1
GM-9	1	1	2
GM-15	1	0	1
GM-17	1	1	2
GM-22	1	1	2
GM-23	1	0	1
GM-25	1	1	2
GM-27	1	0	1

Toplam puanlara bakılarak yapılan 3. Tur eşleşmelerine ait kesit aşağıda verilmiştir. Beklenildiği gibi 1. Ve 2. Turda eşleşen oyuncular eşleştirilmemiştir. Önerilen algoritma ile eşleşen oyuncular bir daha eşleşmez.

Tablo 13.En İyi Güç Puanına Sahip Oyuncuların 3. Tur Eşleşmelerine Ait Kesit

Oyuncu 1	Oyuncu 2	K.P	B.P	Oyuncu 1 Rengi	Oyuncu 2 Rengi
GM-1(K)	GM-5	1		Beyaz	Siyah
GM-9(K)	GM-17	1		Beyaz	Siyah
GM-22(K)	GM-25	1		Beyaz	Siyah
GM-28(K)	GM-34	1		Beyaz	Siyah
GM-33(K)	GM-30	1		Beyaz	Siyah
GM-31(K)	GM-29	1		Beyaz	Siyah

2. Tur da eşleşen yarışmacıların güç puanları aşağıdaki tabloda yer almaktadır. Güç puan durumlarına göre tur sonuçları belirlenmiştir. Puan bazlı eşleşmeler sonrası oyuncuların bir önceki turlarda aldıkları renklere göre yeni renkler verilmiştir.

Tablo 14.En İyi Puan Sahip 3. Tur da Eşleşen Oyuncuların Puanlarına Ait Kesit

Oyuncu Adı	Güç Puanı
GM-25	2721
GM-17	2831
GM-28	2699
GM-34	2691
GM-5	2783
GM-34	2683
GM-9	2751
GM-22	2731
GM-30	2674

GM-31	2667
GM-17	2734
GM-29	2656

Standart tur aşamasına geçildiğinde 3. Turdan sonraki tüm turlar için kullanabileceğimiz algoritma kullanılmıştır. İsviçre turnuva sisteminde turnuva boyunca tüm oyuncuların eşleştirilmesini amaçlar ve daha önce eşleşmemiş oyuncular 4. Tur için eşleştirilmiştir. 4.tur eşleşmelerine ait ilk 6 eşleşme örnek Tablo15’ de verilmiştir. Eşleştirmeler 1. 2. Ve 3. Turdaki toplam puanlara göre yapılmıştır.

Tablo 15.En İyi Puana Sahip Oyuncuların Toplam Puanına Ait Kesit

Oyuncular	1. Tur Puanları	2. Tur Puanları	3. Tur Puanları	Toplam Puan
GM-1	1	1	1	3
GM-2	0	1	1	2
GM-3	1	0	1	2
GM-4	0	0	1	1
GM-5	1	1	0	2
GM-6	0	1	0	1
GM-7	1	0	1	2
GM-8	0	0	0	0
GM-9	1	1	1	3
GM-10	0	1	0	1
GM-11	0,5	1	0,5	2
GM-12	0,5	1	0,5	2

Tablo 16.En İyi Güç Puanına Sahip Oyuncuların 4. Tur Eşleşmelerine Ait Kesit

Oyuncu 1	Oyuncu 2	K.P	B.P.	Oyuncu 1 Rengi	Oyuncu 2 Rengi
GM-1(K)	GM-4	1		Beyaz	Siyah
GM-2(K)	GM-3	1		Beyaz	Siyah
GM-5(K)	GM-8	1		Beyaz	Siyah
GM-6(K)	GM-7	1		Beyaz	Siyah
GM-9(K)	GM-11	1		Beyaz	Siyah
GM-1(K)	GM-12	1		Beyaz	Siyah

4. turdaki oyuncuların güç puanları aşağıda verilmiştir. Kazananlar ve kaybedenler güç puanlarına göre belirlenmiştir.

Tablo 17.En İyi Puana Sahip 4. Tur da Eşleşen Oyuncuların Puanları

Oyuncu Adı	Güç Puanı
GM-1	2831
GM-2	2803
GM-3	2802
GM-4	2801
GM-5	2783
GM-6	2768
GM-7	2763
GM-8	2754
GM-9	2751
GM-10	2750
GM-11	2747
GM-12	2747

Örnek olarak oluşturulan bu turun 4. Turda bittiğini kabul edersek Turnuva sonunda ELO puanlarının güncellenmesi beklenir. Her eşleşme üzerinden oyuncuların puan değişikliği olmaktadır. ELO Puan her turun sonunda güncellenmez, turnuva sonucunda değişir ama bir oyuncun her eşleşmesi için ayrı ayrı hesaplanması gerekmektedir, dördüncü turun sonunda bu örnekleme için turnuvada eşleşen ilk 12 oyuncunun ELO puan değişikliği örnek olarak aşağıda verilmiştir. USCF derecelendirme sisteminde K derecelendirmelere göre derecelendirmelerde güç puanı $2100 \leq \text{öncesi} < 4000$ ise $K=24$ ve hesaplamalarda 24 olarak alınmıştır.

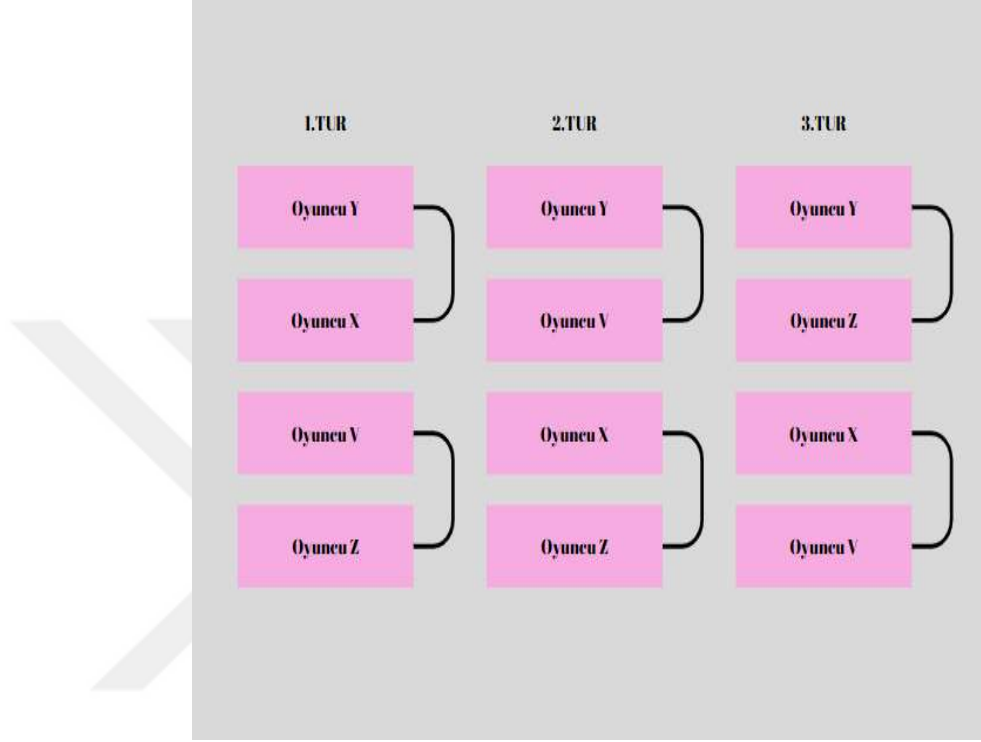
Tablo 18.Oyuncuların 4. Tur Sonunda Sahip Oldukları Güç Puanları

Oyuncu Adı	Güç Puanı	4. Tur Sonu Güç Puanı
GM-1	2831	2872,87
GM-2	2803	2819,67
GM-3	2802	2801,52
GM-4	2801	2778,12
GM-5	2783	2804,87
GM-6	2768	2769,84
GM-7	2763	2762,29
GM-8	2754	2710,94
GM-9	2751	2797,07
GM-10	2750	2750,59
GM-11	2747	2747,49
GM-12	2747	2739,21

GM-3, GM-4, GM-7, GM-12 ve GM-8 4. Tur sonunda güç puanlarında azalma gözlemlenmiştir. GM-1, GM-2, GM-5, GM-6, GM-9 ve GM-11 4. Tur sonunda güç puanlarını arttırmıştır.

3.2. Az Oyunculu Turnuva

İsviçre turnuva sistemine göre chess.com da yapılmış olan 4 oyunculu Chaturanga Tournament sonuçları karşılaştırılmıştır. Kullanılan algoritmaya göre yapılan eşleşmeler Sekil.13 de verilmiştir.



Şekil 12.Az Oyunculu Turnuvada Eşleşmeler

İsviçre sistemi genel kurallarına göre 4 Oyuncu ile gerçekleştirilen bu turnuvada birinci tur eşleştirilmeleri aşağıdaki gibi olmalıdır.

Tablo 19.4 Oyunculu Turnuva ve Güç Puanları

Oyuncu Adı	Güç Puanları
Oyuncu X	952
Oyuncu Y	849
Oyuncu V	652
Oyuncu Z	471

Tablo 20.İsviçre Kurallarına Göre Birinci Tur Eşleştirmeleri

Birinci Tur Eşleştirmeleri	
Oyuncu X	Oyuncu Y
Oyuncu V	Oyuncu Z

Results						
Player		1	2	3		
#1	OYUNCU Y (849)	1w	1b	1w	3	3
#2	OYUNCU V (652)	1b	0w	1b	2	4
#3	OYUNCU X (953)	0b	1w	0w	1	5
#4	OYUNCU Z (471)	0w	0b	0b	0	5

Şekil 13.4 Oyunculu Turnuva Sonuçları

Kaynak: (chess.com,2025)

İsviçre turnuva sistemine göre tur sayıları turnuva öncesinde satranç hakemleri tarafından belirlenir. Fakat İsviçre sistemi turnuva eşleşme kurallarına göre 4 oyunculu bir turnuvada 3 tur oynatılacağı ön görülebilir.

Pairings					
			Round 1 ▾		
White		Result	Black		
OYUNCU Y (849)		1 - 0	OYUNCU X (953)		
OYUNCU Z (471)		0 - 1	OYUNCU V (652)		

Şekil 14.4 Oyunculu Turnuva İlk Tur Eşleşmeleri ve Sonuçları

Kaynak: (chess.com,2025)

Kullanılan algoritma sonuçlarına Tablo 21’de yer verilmiştir. Chess.com da gerçekleşen turnuva ile tez kapsamında gerçekleşen eşleşme uyusmaktadır. Gerçekleşen turnuva ile kıyaslandığında kullanılan algoritmanın tutarlı olduğu görülmüştür.

Tablo 21.Kullanılan Algoritma ile 4 Oyunculu Turnuvada İlk Tur Eşleşmeleri

Oyuncu 1	Oyuncu 2	K. P	B. P	Oyuncu 1 Rengi	Oyuncu 2 Rengi
Oyuncu X (K)	Oyuncu Y	1		Siyah	Beyaz
Oyuncu V (K)	Oyuncu Z	1		Beyaz	Siyah

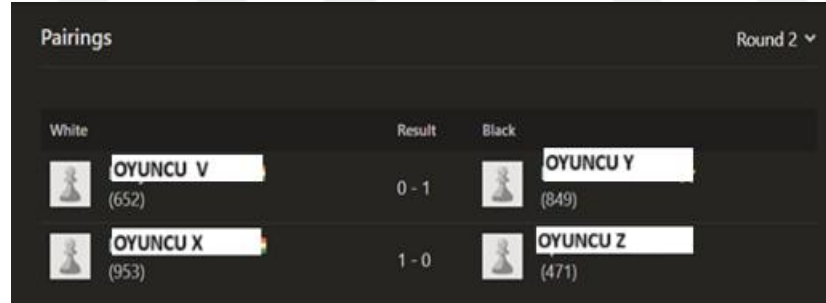
Türkiye satranç federasyonunun da yayınladığı kurallara göre birbirleriyle eşleştirilen iki oyuncu eşit puanlı veya arasındaki puan farkı olabildiğince az olmalıdır. Yukarıdaki örneklemede görüldüğü üzere en yüksek güç puanına sahip oyuncular birbirleri ile eşleşirken, daha düşük güç puanına sahip oyuncular birbirleri ile eşleştirilmiştir. İsviçre genel kurallarına göre eşleştirmeler beklenileni vermiştir. Türkiye Satranç Federasyonunun yayınlamış olduğu kurallar ile hazırlanmış olan algoritmamıza göre alınan sonuçlar Şekil 5’te verilmiştir. İlk turda eşleşmeler oyuncuların güç puanına göre yapılmıştır. Bu nedenle tura katılan oyuncular arasında en iyi güç puanına sahip olan Oyuncu X ve Oyuncu Y eşleştirilmiştir. Oyuncu V ve Oyuncu Z eşleşme yapılan 4 kişi içerisinde sıralamada birbirlerine daha yakın bulunduğu için eşleştirilmiştir. İlk turda renkler rastgele olarak verilmiştir. Tur sonunda tüm puanlar Excel’de açılan “Genel Tur Sonuçları” sayfasına eklenmiştir. 1. Tur sonucunda Excel’e kaydedilen değerler Tablo 22’de verilmiştir.

Tablo 22.1.Tur Sonucu

Oyuncular	1.Tur Puanları	1.Tur Renkleri
Oyuncu Y	1	Siyah
Oyuncu V	1	Beyaz
Oyuncu X	0	Beyaz
Oyuncu Z	0	Siyah

Tablo 23.İsviçre Kurallarına Göre İkinci Tur Eşleştirmeler

İkinci Tur Eşleştirmeleri	
Oyuncu Y(K)	Oyuncu V
Oyuncu X(K)	Oyuncu Z



Pairings		Round 2 ▾
White	Result	Black
 OYUNCU V (652)	0 - 1	 OYUNCU Y (849)
 OYUNCU X (953)	1 - 0	 OYUNCU Z (471)

Şekil 15.4 Oyunculu Turnuva İkinci Tur Eşleşmeleri ve Sonuçları

Kaynak: (chess.com, 2025)

2.tur eşleşmeleri değerlendirilecek olursa; 1. Turda eşleşmiş olan kişiler birbirleriyle eşleştirilmemiştir. İkinci tur için oluşturulmuş olan algoritmada daha önce eşleşmeyen kişiler eşleştirilmiştir. Aynı zamanda 1. Turda alınmış olan puanlar göz önünde bulundurularak eşleşme yapılmıştır. 1. Tur sonucunda 1'er puana sahip olan Oyuncu V ve Oyuncu Y birbirleriyle eşleştirilirken 0 puana sahip olan Oyuncu X ve Oyuncu Z birbirleriyle eşleştirilmiştir.

Algoritma oluşturulurken eşleşmelerdeki güç puanı daha yüksek olan kişinin kazanacağı varsayılmıştır. Teorik olarak bakıldığında geçmişten bu yana kazanılan güç puanlarının daha düşük güç puanlı rakiplere karşı kazanma olasılıkları daha çoktur. Gerçekleşen ve varsayılan sonuçların 2. Turda uyuştugu gözlemlenmiştir. Kullanılan algoritma sonuçları Tablo 24’te verilmiştir.

Tablo 24.Kullanılan Algoritma ile 4 Oyunculu Turnuvada İkinci Tur Eşlemeleri

Oyuncu 1	Oyuncu 2	K.P	B.P	Oyuncu 1 Rengi	Oyuncu 2 Rengi
Oyuncu Y (K)	Oyuncu V	1		Beyaz	Siyah
Oyuncu X(K)	Oyuncu Z	1		Siyah	Beyaz

Tablo 25.1. ve 2. Tur Sonuçları ile Genel Tur Sonuçları

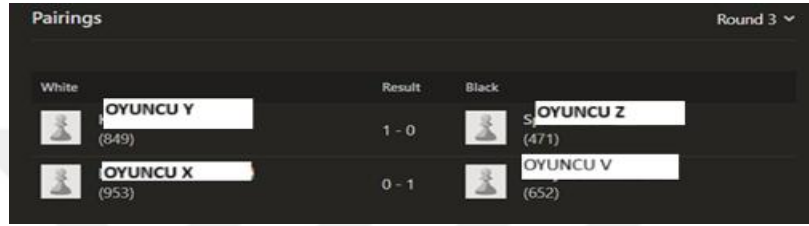
Oyuncular	1.Tur P.	1.Tur Renkleri	2.Tur P.	2.Tur Renkleri	Toplam P.
Oyuncu Y	1	Siyah	1	Beyaz	2
Oyuncu V	1	Beyaz	0	Siyah	1
Oyuncu X	0	Beyaz	1	Siyah	1
Oyuncu Z	0	Siyah	0	Beyaz	0

Tablo 25’te 2. Tur sonucu itibari ile oluşan genel tur sonuçları tablosu verilmiştir. Genel Tur Sonuçlarında yer alan Toplam Puan sütunu her tur sonucunda güncellenmektedir ve sonraki turlarda eşleşmeler toplam puana göre yapılmaktadır.

Tur’da ve 2. Tur’da alınmış olan renkleri incelediğimizde Gerçekleşen ve varsayılan sonuçların örtüştüğü gözlemlenmektedir. Hem gerçekleşen hem de varsayılan sonuçlara baktığımızda oyuncuların 2. Tur’ da aldıkları renklerin 1. Tur’daki renklerin tersi olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 26.İsviçre Kurallarına Göre Üçüncü Tur Eşleştirmeleri

Üçüncü Tur Eşleştirme	
Oyuncu Y(K)	Oyuncu Z
Oyuncu V	Oyuncu X (K)



Pairings		Round 3
White	Result	Black
OYUNCU Y (849)	1 - 0	OYUNCU Z (471)
OYUNCU X (953)	0 - 1	OYUNCU V (652)

Şekil 16.4 Oyunculu Turnuva Üçüncü (Son) Tur Eşleşmeleri ve Sonuçları

Kaynak: (chess.com, 2025)

3.tur eşleşmelerine gelindiğinde Türkiye Satranç Federasyonunun İki oyuncu aralarında sadece bir defa oynayabilirler. Bu durum göz önüne alındığında daha önce hiç eşleşmemiş oyuncular eşleştirilmek zorundadır. Kullanılan algorithmada da görüldüğü üzere daha önce eşleşmeyen kişiler eşleştirilmiştir ve böylece turnuva boyunca tüm oyuncular birbirleriyle oynama fırsatı yakalamışlardır. Varsayılan ve Gerçekleşen durumları kıyasladığımızda kazanan ve kaybeden durumunda fark görülmektedir. Kullanılan algorithmada güç puanı yüksek olan oyuncuların kazandığı varsayılmıştır. Gerçekleşen duruma baktığımızda Oyuncu X daha yüksek güç puanına sahip bir oyuncu olmasına rağmen turda puan Oyuncu V almıştır.

Tablo 27.Kullanılan Algoritma ile 4 Oyunculu Turnuvada 3.Tur Eşleşmeleri

Oyuncu 1	Oyuncu 2	K.P	B.P	Oyuncu 1 Rengi	Oyuncu 2 Rengi
Oyuncu Y(K)	Oyuncu Z	1		Siyah	Beyaz
Oyuncu V	Oyuncu X(K)	1		Beyaz	Siyah

3. tur sonucunda Genel Tur Sonuçlarına bakıldığında renklerin mümkün olduğunca adaletli dağıtıldığı gözlemlenmektedir. Kullanılan algoritma ile gerçekleşeni kıyasladığımızda birinci olan ve sonuncu olan oyuncu örtüşmektedir. Fakat ikinci ve üçüncü yarışmacılarda değişiklik olduğu görülmüştür. Oyuncuların başarı durumlarını farklılık göstermesindeki en büyük sebep tez kapsamında hazırlanmış olan algoritmada tur sonuçları güç puanı ile belirlenir fakat oyuncuların başarı durumları yakın olduğunda değişkenlik görülebilmektedir.

Tablo 28.Kullanılan Algoritmada 3. Tur Sonuçları

Oyuncular	1.Tur P.	1.Tur Renkleri	2.Tur P.	2.Tur Renkleri	3.Tur P.	3.Tur Renkleri	Toplam P.
Oyuncu Y	1	Siyah	1	Beyaz	1	Siyah	3
Oyuncu V	1	Beyaz	0	Siyah	0	Beyaz	1
Oyuncu X	0	Beyaz	1	Siyah	1	Siyah	2
Oyuncu Z	0	Siyah	0	Beyaz	0	Beyaz	0

Turnuva süresince her tur sonucunda eşleşen kişilere göre güç puan hesaplaması yapılmıştır. Güç puan hesabında ELO derecelendirme sistemi kullanıldığı için turnuva süresince oyuncuların performansları yalnızca karşılaşma sonuçlarına göre değil, aynı zamanda rakiplerinin güç düzeylerine göre de değerlendirilmiştir. Her tur sonunda güncellenen güç puanı baz alınarak yeni güç puanı hesaplanmıştır. Turnuva başlangıcındaki güç puanı ve 3. Tur sonucunda güç puanı aşağıdaki tabloda verilmiştir. Her tur güncellenen bu güç puanları, hem bir sonraki tur eşleşmelerinin daha dengeli yapılmasına katkı sağlamış hem de oyuncuların turnuva içerisindeki gelişim eğilimlerini gözlemlemeye olanak tanımıştır.

Tablo 29.4 Oyunculu Turnuvada Güncel Güç Puanı

Oyuncu Adı	Güç Puanı	3. Tur Sonunda Güç Puanı
Oyuncu Y	1175	1179,54
Oyuncu V	594	597
Oyuncu X	968	966,86
Oyuncu Z	471	966,86

3.3. Orta Oyunculu Turnuva

İsviçre turnuva sistemine göre chess.com da yapılmış olan 12 oyunculu “15|10 Rapid” sonuçları karşılaştırılmıştır.12 oyunculu turnuvada yarışan oyuncuların güç puanları veri kazıma ile MS excel dosyasına kaydedilmiş ve aşağıdadır.

Tablo 30.12 Oyunculu Turnuva ve Güç Puanları

Oyuncu Adı	Güç Puanı
Oyuncu A	2045
Oyuncu B	1724
Oyuncu C	1651
Oyuncu D	1614
Oyuncu E	1691
Oyuncu F	1500
Oyuncu G	1688
Oyuncu H	1600
Oyuncu J	1547
Oyuncu K	1667

Oyuncu L	1601
Oyuncu M	1577

Player Results						
Player	1	2	3	4		
#1  OYUNCU A (1645)	1w	1b	1w	-	3	4
#2  OYUNCU B (1720)	0b	1b	1w	-	2	4
#3  OYUNCU C (1651)	1w	1w	0b	-	2	4
#4  OYUNCU D (1614)	1b	0w	0b	-	1	5
#5  OYUNCU E (1691)	1w	0b	-	-	1	2
#6  OYUNCU F (1500)	1bye	-	-	-	1	0
-  OYUNCU G (1688)	0b	0w	1bye	-	1	2
-  OYUNCU H (1600)	0b	-	-	-	0	0
-  OYUNCU J (1547)	0w	-	-	-	0	0
-  OYUNCU K (1667)	-	-	-	-	0	0
-  OYUNCU L (1609)	-	-	-	-	0	0
-  OYUNCU M (1577)	-	-	-	-	0	0

Şekil 17.12 Oyunculu Turnuva Sonuçları

Kaynak: (chess.com, 2025)

İsviçre turnuva sistemine göre tur sayıları turnuva öncesinde satranç hakemleri tarafından belirlenir. Bu turnuvada 4 tur oynanmıştır. Turnuvada oyuncuların turlara katılımlarının düşük olduğu görülmüştür. Turnuvada satranç genel kurallarına göre 12 Oyuncu ile gerçekleştirilen bu turnuvada birinci tur eşleştirmeleri aşağıdaki gibi olmalıdır. “15|10 Rapid” turnuvasında oyuncuların güç puanları birbirlerine oldukça yakındır. Bu durum rekabeti arttırmıştır.



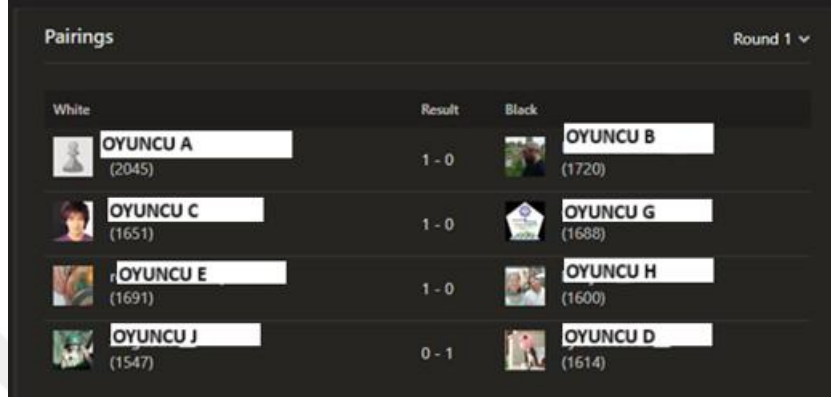
Şekil 18.Orta Oyunculu Turnuvada Kullanılan Algoritmaya Göre 1. Tur Eşleşmesi

Tablo 31.İsviçre Kurallarına Göre Birinci Tur Eşleştirmeleri

Oyuncu 1	Oyuncu 2
Oyuncu A	Oyuncu B
Oyuncu E	Oyuncu G
Oyuncu K	Oyuncu C
Oyuncu D	Oyuncu L
Oyuncu H	Oyuncu M
Oyuncu J	Oyuncu F

Turnuvaya katılım sağlayan oyun güç puanı sırasıyla Oyuncu A, Oyuncu B, Oyuncu E, Oyuncu G, Oyuncu K, Oyuncu C, Oyuncu D, Oyuncu L, Oyuncu H, Oyuncu M, Oyuncu J, Oyuncu F'dir. Kullanılan algoritmaya göre yapılmış olan eşleşmenin güç puan sıralamasına göre yapıldığı görülmektedir. 1. Tur da önerilen algorithmada güç puan sıralamasına göre eşleşme yapılarak adalet sağlanmıştır.

Chess.com da gerçekleşmiş olan oyunda puanları yakın olan oyuncular eşleştirilmiştir. Önerilen algoritmada da adil ve dengeli yaklaşımlarla rekabet sağlanmıştır. Aynı zamanda turnuva katılımcılarının tümü 1. Tur’a katılım sağlamamıştır.



White	Result	Black
OYUNCU A (2045)	1 - 0	OYUNCU B (1720)
OYUNCU C (1651)	1 - 0	OYUNCU G (1688)
OYUNCU E (1691)	1 - 0	OYUNCU H (1600)
OYUNCU J (1547)	0 - 1	OYUNCU D (1614)

şekil 19.12 Oyunculu Turnuva İlk Tur Eşleşmeleri ve Sonuçları

Kaynak: (chess.com, 2025)

Tablo 32.Kullanılan Algoritma ile 12 Oyunculu Turnuvada 1. Tur Eşlemeleri

Oyuncu 1	Oyuncu 2	K.P	B.P	Oyuncu 1 Rengi	Oyuncu 2 Rengi
Oyuncu A (K)	Oyuncu K	1		Beyaz	Siyah
Oyuncu B (K)	Oyuncu E	1		Siyah	Beyaz
Oyuncu G (K)	Oyuncu L	1		Siyah	Beyaz
Oyuncu D (K)	Oyuncu C	1		Beyaz	Siyah
Oyuncu M (K)	Oyuncu J	1		Siyah	Beyaz
Oyuncu H	Oyuncu F(K)	1		Beyaz	Siyah

Gerçekleşen turnuvada birinci tura katılım sağlamayan oyuncular olmuştur. Oluşturulmuş olan algoritmaya göre tüm oyuncuların eşleştirilmektedir. Eşleştirmeler de güç puanı yakın olan oyuncular birbirleriyle eşleştirdiği görülmektedir. İsviçre genel kurallarına göre eşleştirmeler beklenileni vermiştir. Türkiye Satranç Federasyonunun yayınlamış olduğu kurallar ile hazırlanmış olan algoritmamıza göre alınan sonuçlar Tablo 32 'de verilmiştir. Kullanılan algoritmaya göre eşleşmelerde güç puanı yüksek olan oyuncu kazanmaktadır. “15|10 Rapid” gerçekleşen turnuva sonuçlarına baktığımızda neredeyse tüm eşleşmelerde güç puanı yüksek olanın kazandığı görülmüştür.

Tablo 33.1. Tur Sonuçları ile Genel Tur Sonuçları

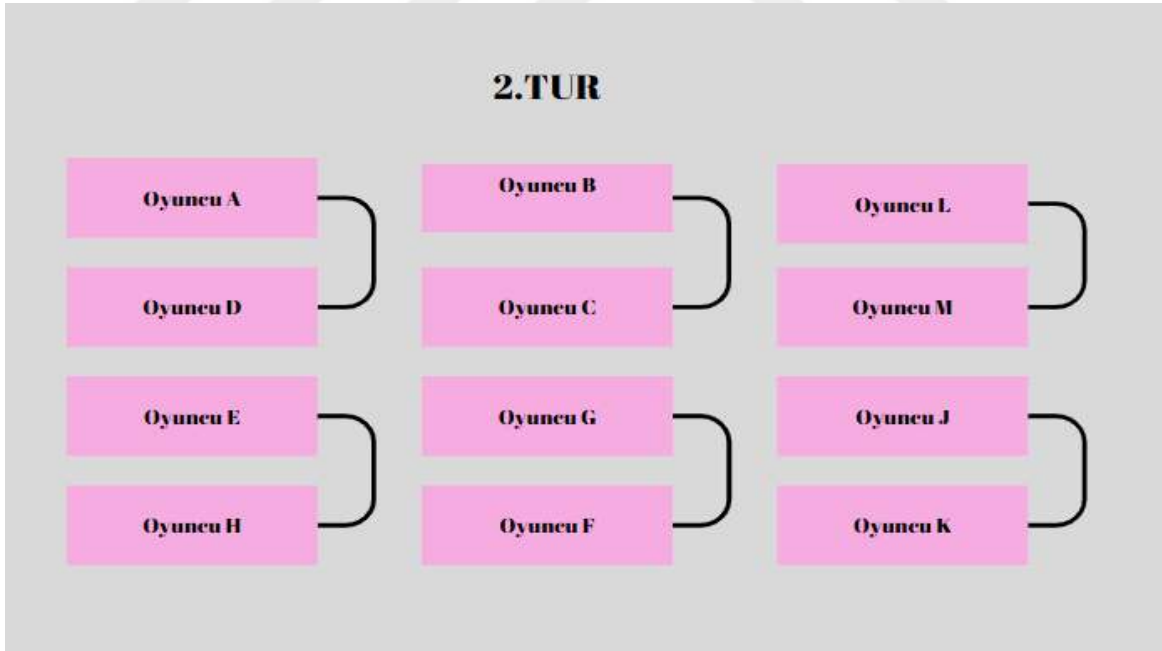
Oyuncular	1. Tur Puanları	Renk 1. Tur
Oyuncu A	1	Beyaz
Oyuncu B	0	Siyah
Oyuncu C	0	Siyah
Oyuncu D	1	Beyaz
Oyuncu E	1	Siyah
Oyuncu F	0	Beyaz
Oyuncu G	0	Beyaz
Oyuncu H	1	Siyah
Oyuncu J	1	Siyah
Oyuncu K	1	Beyaz
Oyuncu L	0	Siyah
Oyuncu M	0	Beyaz

İkinci tur için gerçekleşen eşleşmelere bakıldığında turnuvaya katılan birçok oyuncunun tura katılmadığı gözlemlenmiştir. Turnuva analizi süresince algoritmamızın gerçek hayata daha uyumlu olması gerektiği gözlemlenmiştir. Buna uygun olarak kazanma kaybetme olasılığı oluşturulmuştur. 1. Turda eşleştirilen oyuncular 2. Turda eşleşmemiştir.

Pairings			Round 2 ▾
White	Result	Black	
 OYUNCU D (1614)	0 - 1	 OYUNCU A (2045)	
 OYUNCU C (1651)	1 - 0	 OYUNCU E (1691)	
 OYUNCU G (1688)	0 - 1	 OYUNCU B (1729)	

Şekil 20.12 Oyunculu Turnuva İkinci Tur Eşleşmeleri ve Sonuçları

Kaynak: (chess.com, 2025)



Şekil 21.Orta Oyunculu Turnuvada Kullanılan Algoritmaya Göre 2. Tur Eşleşmesi

Tablo 34.İsviçre Kurallarına Göre İkinci Tur Eşleştirmeleri

Oyuncu 1	Oyuncu 2
Oyuncu A	Oyuncu D
Oyuncu E	Oyuncu H
Oyuncu J	Oyuncu K
Oyuncu B	Oyuncu C
Oyuncu F	Oyuncu G
Oyuncu L	Oyuncu M

Kullanılan algoritmada 2.tur eşleşmeleri değerlendirilecek olursa; 1. Turda eşleşmiş olan kişiler birbirleriyle eşleştirilmemiştir. İkinci tur için oluşturulmuş olan algoritmada daha önce eşleşmeyen kişiler eşleştirilmiştir. Aynı zamanda 1. Turda alınmış olan puanlar göz önünde bulundurularak eşleşme yapılmıştır. Gerçekleşen turnuva sonuçlarına baktığımızda güç puanı yüksek olanların kazandığını gözlemlemektedir. Tek istisna Oyuncu C ve Oyuncu E eşleşmesinde yaşanmıştır, bu ikilinin güç puanları çok yakındır ve kazanan Oyuncu C olmuştur. Tablo 34’ de kullanılan algoritmaya göre eşleşmeler yapılmıştır. Algoritmada tüm oyuncuların her turda eşleştiği varsayılmıştır.

Tablo 35.Kullanılan Algoritma ile 12 Oyunculu Turnuvada 2.Tur Eşlemeleri

Oyuncu 1	Oyuncu 2	K.P	B.P	Oyuncu 1 Rengi	Oyuncu 2 Rengi
Oyuncu A (K)	Oyuncu G	1		Beyaz	Siyah
Oyuncu M	Oyuncu B (K)	1		Beyaz	Siyah
Oyuncu D	Oyuncu E(K)	1		Beyaz	Siyah
Oyuncu H	Oyuncu J(K)	1		Beyaz	Siyah
Oyuncu K(K)	Oyuncu C	1		Beyaz	Siyah
Oyuncu F	Oyuncu L(K)	1		Beyaz	Siyah

Birinci ve ikinci tur sonuçları turnuva sonuçlarının kaydedildiği excel de genel tur sonuçları sheetin de yer alır. Total sonuçlar Tablo 10 ‘da verilmiştir. Kullanılan algoritma sonucunda Oyuncu A, Oyuncu E ve Oyuncu K 2 puanla turnuvayı önde götürmektedir. Gerçekleşen sonuçlara baktığımızda Oyuncu A ve Oyuncu C turnuvayı 2 puanla önde götürmektedir. Oyuncu K 2 tura katılım göstermemiştir. Oyuncu E 1 puan kazanmıştır. 1. Turda Oyuncu C ile Oyuncu E güç puanları oldukça yakın olup, kazanan Oyuncu C olmuştur. Turnuvaya katılım göstermeyen oyuncular nedeniyle kullanılan algoritma ile kıyaslandığında farklılıklar gözlemlenmiştir.

Tablo 36.1.ve 2. Tur Sonuçları ile Genel Tur Sonuçları

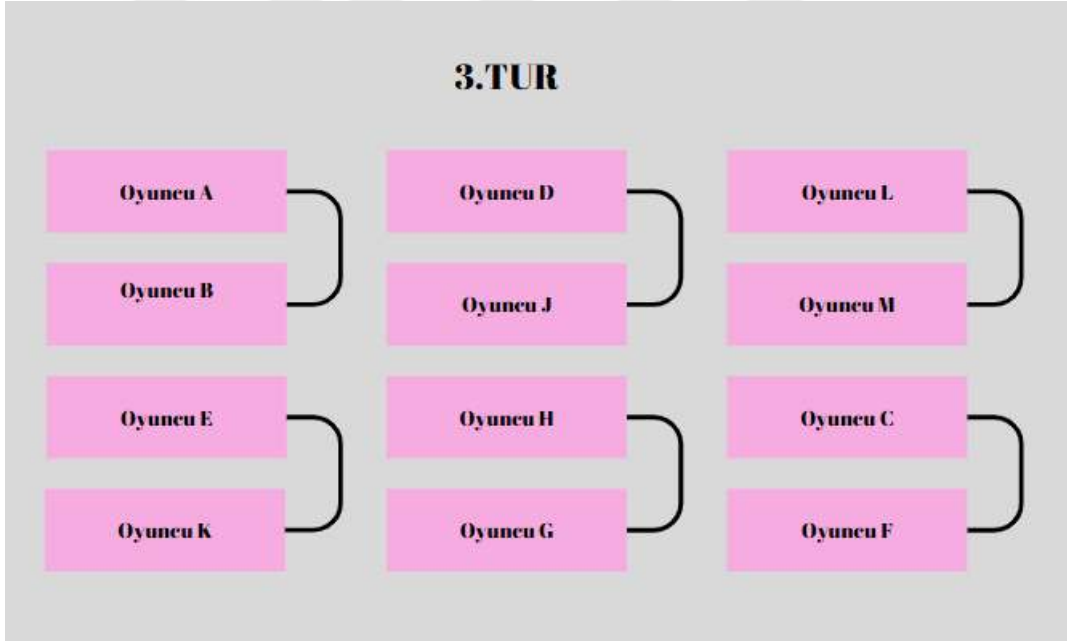
Oyuncular	1. tur puanları	Renk 1. tur	2. tur puanları	Toplam Puan
Oyuncu A	1	Beyaz	1	2
Oyuncu B	0	Siyah	1	1
Oyuncu C	0	Siyah	0	0
Oyuncu D	1	Beyaz	0	1
Oyuncu E	1	Siyah	1	2
Oyuncu F	0	Beyaz	0	0
Oyuncu G	0	Beyaz	1	1
Oyuncu H	1	Siyah	0	1
Oyuncu J	1	Siyah	0	1
Oyuncu K	1	Beyaz	1	2
Oyuncu L	0	Siyah	1	1
Oyuncu M	0	Beyaz	0	0

Pairings		Round 3 ▾	
White	Result	Black	
 OYUNCU A (2045)	1 - 0	 OYUNCU C (1651)	
 OYUNCU B (1729)	1 - 0	 OYUNCU D (1614)	

Şekil 22.Oyunculu Turnuva Üçüncü Tur Eşleşmeleri ve Sonuçları

Kaynak: (chess.com, 2025)

Üçüncü tur için gerçekleşen eşleşmelere bakıldığında turnuvaya katılan birçok oyuncunun tura katılmadığı gözlemlenmiştir. 1. Ve 2. Turda eşleştirilen oyuncular 3. Turda eşleşmemiştir. Oyuncu G tura katılmış fakat eşleştirilememiştir.



Şekil 23.Orta Oyunculu Turnuvada Kullanılan Algoritmaya Göre 3. Tur Eşleşmesi

Tablo 37.İsviçre Kurallarına Göre Üçüncü Tur Eşleştirmeleri

Oyuncu 1	Oyuncu 2
Oyuncu A	Oyuncu B
Oyuncu E	Oyuncu K
Oyuncu D	Oyuncu J
Oyuncu G	Oyuncu H
Oyuncu L	Oyuncu M
Oyuncu C	Oyuncu F

Turnuva katılımcıları 4.Tur'da katılım sağlamamıştır. Kullanılan algoritma ile karşılaştırma yapılamamıştır. En iyilerden oluşan veri tabanı kullanılarak oluşturulan turnuva, 4 oyunculu turnuva, 12 oyunculu turnuva eşleştirmeleri kullanılan algoritma sonuçları ve gerçekleşen tur sonuçları karşılaştırdığında en önemli fark gerçekleşen turnuvalarda katılımcıların turlara katılmamasıdır.

Örnekleme olarak seçilen ve incelenen turnuvada turnuva katılımcılarının çeşitli sebepler ile bazı turlara katılım sağlamadığı gözlemlenmiştir. Bu gözlem sonrası elde edilen verilere bakılarak oluşturulan algoritmanın gerçek hayata uyumlanması amaçlanmıştır. Turnuva yapısının daha gerçekçi ve dengeleyici olmasına katkı sağlamak üzere, ELO derecelendirme sistemi temel alınarak olasılık hesaplamalarına dayalı bir yaklaşım benimsenmiştir. ELO derecelendirmesi ve olasılık hesaplamalarının turnuva organizasyonuna entegre edilmesi hem teorik hem de uygulamalı olarak daha dengeli ve öngörülebilir bir turnuva süreci sunmakta; oyuncuların performanslarının daha doğru analiz edilmesine olanak tanımaktadır

Tablo 38.Satranç Turnuvaları Eşleştirme Karşılaştırması

GM Grubu	4 Oyunculu Turnuva	12 Oyunculu Turnuva
1. Tur		
Tez Çalışması için Oluşturulan Algoritma: Güç puanları sıralanmıştır. Bu sıralamaya göre puan farkı en az olan oyuncular eşleşmiştir.	Tez Çalışması için Oluşturulan Algoritma: Güç puanları sıralanmıştır. Bu sıralamaya göre puan farkı en az olan oyuncular eşleşmiştir.	Tez Çalışması için Oluşturulan Algoritma: Güç puanları sıralanmıştır. Bu sıralamaya göre puan farkı en az olan oyuncular eşleşmiştir.
	Chess.com Turnuva: Tez kapsamında kullanmış olduğumuz algoritmaya uygun eşleşme yapılmıştır. 1. tura tüm oyuncular katılmıştır.	Chess.com Turnuva: Turnuvaya katılan oyuncular birbirlerine yakın puana sahiptir. Turnuva katılımcıların güç puanları birbirlerine yakındır. 1. tura tüm oyuncular katılmamıştır. Oyuncuların katılım sağlamaması eşleşmeleri etkilemiştir.
2. Tur		
Tez Çalışması için Oluşturulan Algoritma: 1. Turda kazanılan puanlara göre kazananlar, kaybedenler ve berabere kalanlar olarak 3 gruba ayrılmıştır. Kazananlar, kaybedenler ve	Tez Çalışması için Oluşturulan Algoritma: 1. Turda kazanılan puanlara göre kazananlar, kaybedenler ve berabere kalanlar olarak 3 gruba ayrılmıştır. Kazananlar, kaybedenler ve berabere kalanlar kendi aralarında eşleşmiştir.	Tez Çalışması için Oluşturulan Algoritma: 1. Turda kazanılan puanlara göre kazananlar, kaybedenler ve berabere kalanlar olarak 3 gruba ayrılmıştır. Kazananlar, kaybedenler ve berabere kalanlar kendi aralarında eşleşmiştir. Birinci turda eşleştirilmeyen kişiler eşleştirilmiştir.

berabere kalanlar kendi aralarında eşleşmiştir. Birinci turda eşleştirilmeyen kişiler eşleştirilmiştir.	Chess.com Turnuva: 1. Turda eşleştirilmeyen kişiler eşleştirilmiştir. 1. Turda kazanan oyuncular eşleştirilmiştir.	Chess.com Turnuva: 1. Turda eşleştirilmeyen kişiler eşleştirilmiştir. 1. Turda kazanan oyuncular eşleştirilmiştir. 2. Tur'a katılım sayısı 1. tura kıyasla azalmıştır.
3. Tur		
Tez Çalışması için Oluşturulan Algoritma: 1. Tur da ve 2. Tur da kazanılan puanların toplamı alınmıştır. Toplam puanlara göre eşleştirme yapılmıştır. Birinci turda eşleştirilmeyen kişiler eşleştirilmiştir.	Tez Çalışması için Oluşturulan Algoritma: Oyuncu sayısı 4, tur sayısı 3 olup. Turnuva boyunca tüm oyuncuların eşleştirilmesi beklenmektedir. Bu nedenle 3. tur da ilk iki turda eşleşemeyen oyuncular eşleşmelidir.	Tez Çalışması için Oluşturulan Algoritma: 1. Tur da ve 2. Tur da kazanılan puanların toplamı alınmıştır. Toplam puanlara göre eşleştirme yapılmıştır. Birinci turda eşleştirilmeyen kişiler eşleştirilmiştir. Chess.com Turnuva: Katılımcı sayısı dörde düşmüştür. Toplam puanlara uygun olarak eşleşme sağlanmıştır.
4. Tur ve Üzeri Turlar		
Tez Çalışması için Oluşturulan Algoritma: 1. ve 2. turda eşleşmeyen oyuncular eşleştirilmiştir.	Tez Çalışması için Oluşturulan Algoritma: 1. ve 2. turda eşleşmeyen oyuncular eşleştirilmiştir.	Tez Çalışması için Oluşturulan Algoritma: 1. ve 2. turda eşleşmeyen oyuncular eşleştirilmiştir.
	Chess.com Turnuva: 1. ve 2. turda eşleşmeyen oyuncular eşleştirilmiştir.	Chess.com Turnuva: Katılımcı sağlanmamıştır.

3.4. Orta Oyunculu Grup Eşleşme Sonuçlarının Karşılaştırılması

İsviçre turnuva kuralları ve rastgele eşleşme arasındaki farklar, esasen eşleşme süreçlerinin nasıl işlediğiyle ilgilidir. İsviçre sistemi, özellikle turnuva ve yarışmalarda yaygın olarak kullanılan bir eşleşme sistemidir ve çok sayıda katılımcının olduğu durumlarda tercih edilir. Rastgele eşleşme ise, eşleşmelerin tamamen tesadüfi olarak yapıldığı bir sistemdir. İsviçre sisteminde her oyuncu ya da takım, önceki turların sonuçlarına göre eşleşir. Yani, kazanmış oyuncular birbirleriyle, kaybetmiş oyuncular ise birbirleriyle eşleşir. Bu, her oyuncunun sıralaması (performansı) ile ilgili bir anlam taşır ve oyuncular, benzer performans sergileyen rakiplerle karşılaşır. Rastgele eşleşme türünde oyuncular veya takımlar birbirleriyle tamamen tesadüfi olarak eşleştirilir. Önceki performanslar veya sıralamalar dikkate alınmaz. Yani, kazananlar ve kaybedenler, rastgele şekilde eşleşebilir. İsviçre sistemi, her oyuncuya mümkün olduğunca eşit fırsatlar sunarak adaleti sağlamaya çalışır.

Rastgele eşleşme, adalet sağlamada zayıf kalabilir çünkü performans farkları göz önünde bulundurulmaz ve güçlü oyuncular zayıf oyuncularla eşleşebilir. Yapılan analizler, beceri temelli eşleştirme algoritmalarının turnuva dengelemesi, oyuncu memnuniyeti ve adalet duygusu açısından daha etkili sonuçlar ürettiğini göstermektedir.

Tablo 39.Oyuncuları Güç Puanları

Oyuncu Adı	Güç Puanı
Oyuncu A	2045
Oyuncu B	1750
Oyuncu C	1626
Oyuncu D	1644
Oyuncu E	1641
Oyuncu F	1458
Oyuncu G	1645

Oyuncu H	1520
Oyuncu J	1497
Oyuncu K	1816
Oyuncu L	1623
Oyuncu M	1553

Tablo 40.Rastgele Eşleşmeler Sonucu

Oyuncu 1	Oyuncu 2	K.P	B.P	Oyuncu 1 Rengi	Oyuncu 2 Rengi
Oyuncu M	Oyuncu C (K)	1		Beyaz	Siyah
Oyuncu F	Oyuncu J(K)	1		Beyaz	Siyah
Oyuncu G(K)	Oyuncu L	1		Beyaz	Siyah
Oyuncu A(K)	Oyuncu H	1		Siyah	Beyaz
Oyuncu D	Oyuncu E(K)	1		Siyah	Beyaz
Oyuncu B	Oyuncu K(K)	1		Beyaz	Siyah

Tablo 41.İsviçre Kuralları ile Gale-Shapley Algoritmasına Göre Eşleşmeler

Oyuncu 1	Oyuncu 2	K.P	B.P	Oyuncu 1 Rengi	Oyuncu 2 Rengi
Oyuncu A(K)	Oyuncu K	1		Beyaz	Siyah
Oyuncu B(K)	Oyuncu E	1		Siyah	Beyaz
Oyuncu G(K)	Oyuncu L	1		Siyah	Beyaz
Oyuncu D(K)	Oyuncu C	1		Beyaz	Siyah
Oyuncu M(K)	Oyuncu J	1		Siyah	Beyaz
Oyuncu H(K)	Oyuncu F	1		Beyaz	Siyah

İsviçre Kuralları ile Gale-Shapley algoritmasına göre eşleşmeler ile rastgele yapılan eşleşmelerdeki en büyük fark rastgele yapılan eşleşmelerde adaletsizlik görülmüştür. İsviçre sistemi, oyuncular arasında daha adil ve anlamlı eşleşmeler yaparak, her oyuncunun yeteneğini doğru bir şekilde yansıtır ve rekabeti yüksek tutar. Rastgele eşleşme ise daha basit ve hızlı bir yöntemdir, ancak genellikle adaletsiz olabilir ve sonuçlar şansa dayanabilir. İsviçre sisteminde oyuncular geçmişteki güç puanlarına göre eşleştirilirken, kendi güç puanlarına yakın oyuncularla eşleşip kazandıklarında daha çok güç puanına sahip olur. Ayrıca başarılı oyuncular ilerleyen turlarda daha güçlü rakiplerle karşılaştıkça, turnuva zorluk seviyesi açısından doğal bir artış gösterir. İsviçre sistemi katılımcı sayısının fazla olduğu organizasyonlarda, eş zamanlı karşılaşmaların yapılabilmesi ve turlar arasında hızlı eşleştirme imkânı sunması gibi avantajları sayesinde tercih edilmektedir. Bu nedenle, İsviçre sistemi, rekabetin daha adil ve anlamlı olduğu, büyük organizasyonlar ve turnuvalar için tercih edilirken, rastgele eşleşme daha eğlencelik ve düşük seviyedeki etkinliklerde kullanılır.

Yukarıdaki Tablo 40 ve Tablo 41 kıyaslandığında İsviçre sistemine uygun eşleşmelerde güç puanlarında ve oyun içi alınan puanda yakın artışlar gözlemlenmiştir. Rastgele eşleşmelere bakıldığında oyuncuların oyuna başladıkları ve eşleşme sonrasındaki güç puanları arasındaki fark dalgalıdır. Her tur sonucunda güncellenmiş olan güç puanları kullanılarak güç puan değişim oranı hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar kullanılarak Oyuncuların rastgele eşleşmelerdeki güç puan değişimi ile önerilen algoritmadaki güç puan değişimi karşılaştırması yapılmıştır. Tablolarda hazırlanan değerler aşağıdaki formüller ile hazırlanmıştır.

$$\text{Fark} = \text{Yeni Güç Puanı} - \text{Eski Güç Puanı} \quad (7)$$

$$\text{Değişim Oranı} = \frac{\text{Fark}}{\text{Eski Güç Puanı}} \% \quad (8)$$

Tablo 42.Önerilen Algoritmaya Göre Güç Puanı Karşılaştırması

Önerilen Algoritmaya Göre Başlangıç Güç Puanı ile Eşleşme Sonrası Güç Puanı Karşılaştırması				
Oyuncular	Güç Puanları	Eşleşme Sonrası Güç Puanları	Fark	Değişim Oranı
Oyuncu A	2045	2048,38	3,38	0,17%
Oyuncu B	1750	1755,57	5,57	0,32%
Oyuncu C	1626	1617,95	-8,05	-0,50%
Oyuncu D	1624	1632,05	8,05	0,50%
Oyuncu E	1641	1635,43	-5,57	-0,34%
Oyuncu F	1458	1451,41	-6,59	-0,45%
Oyuncu G	1644	1651,4	7,4	0,45%
Oyuncu H	1520	1526,59	6,59	0,43%
Oyuncu J	1481	1474,63	-6,37	-0,43%
Oyuncu K	1816	1812,62	-3,38	-0,19%
Oyuncu L	1618	1610,6	-7,4	-0,46%
Oyuncu M	1553	1559,37	6,37	0,41%
Toplam	19776	19776	74,72	4,65%

Tablo 43.Rastgele Eşleşme Yöntemine Göre Güç Puanı Karşılaştırması

Rastgele Eşleşme Yöntemine Göre Elde Edilen Güç Puanı ile Eşleşme Sonrası Güç Puanı Karşılaştırması				
Oyuncu Adları	Güç Puanları	Eşleşme Sonrası Güç Puanları	Fark	Değişim Oranı
Oyuncu A	2045	2045,54	0,54	0,03%
Oyuncu K	1816	1818,03	2,03	0,11%
Oyuncu B	1750	1754,92	4,92	0,28%
Oyuncu G	1644	1651,93	7,93	0,48%
Oyuncu E	1641	1633,07	-7,93	-0,48%
Oyuncu D	1624	1629,67	5,67	0,35%
Oyuncu C	1626	1632,34	6,34	0,39%
Oyuncu L	1618	1604,08	-13,92	-0,86%
Oyuncu M	1553	1546,66	-6,34	-0,41%
Oyuncu H	1520	1514,33	-5,67	-0,37%
Oyuncu J	1481	1478,97	-2,03	-0,14%
Oyuncu F	1458	1460,46	2,46	0,17%
Toplam	19776	19770	65,78	4,07%

Önerilen turnuva sistemine göre eşleştirme yapıldığında Oyuncu A en iyi oyuncularından Oyuncu K ile eşleştğinde güç puanını 3,38 arttırmıştır. Rastgele eşleşmelerde Oyuncu A ve Oyuncu H eşleştğinde aralarındaki güç puan farkı 525 olan oyuncu ile eşleştirildiğinde puanını 0,54 arttırabilmiştir. Çok daha zayıf bir rakiple eşleşmek, güçlü oyuncu için düşük bir ödül (0,54 puan) sağlarken, bir kayıp veya beraberlik durumunda ciddi bir puan kaybı riski taşır. Eşleştirme sistemi, oyuncular arasındaki performans ölçümünün sağlıklı yapılabilmesi için önemlidir. Bu analiz, dengeli eşleşmelerin hem puan değişimlerinde hem de oyuncu motivasyonunda önemli bir rol oynadığını gösteriyor. Oyuncu A, Oyuncu H gibi zayıf bir rakibe karşı galibiyette puan kazancı düşük olmaktadır. ELO sistemi, zayıf rakiplerle galibiyeti daha az ödüllendiriyor. ELO sistemine göre daha dengeli eşleşmeler, adil ve anlamlı puan değişiklikleri sağlar. Rastgele eşleşmeler, sistemin verimliliğini azaltabilir.

Bu çalışmada, rastgele eşleştirme yöntemi ile önerilen eşleştirme algoritması karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma kriteri olarak, her eşleştirmede yer alan oyuncular arasındaki Elo puan farklarının mutlak değeri alınmış ve bu değerlerin ortalaması hesaplanmıştır. Oyuncuların puanları arttırması ya da azaltması dikkate alınmaksızın mutlak fark yüzdesi hesabı yapılmıştır. Bu hesaplama eşleşmelerdeki oransal dengeli teslim eder.

$$\text{Mutlak Fark\%} = \frac{\text{Mutlak Fark}}{\text{Önerilen Algoritma Güç Puanı}} \% \quad (9)$$

$$\text{Toplam Mutlak Fark\%} = \left(\frac{\text{Toplam Mutlak Fark}}{\text{Algoritma Ortalaması Önerilen}} \right) \% \quad (10)$$

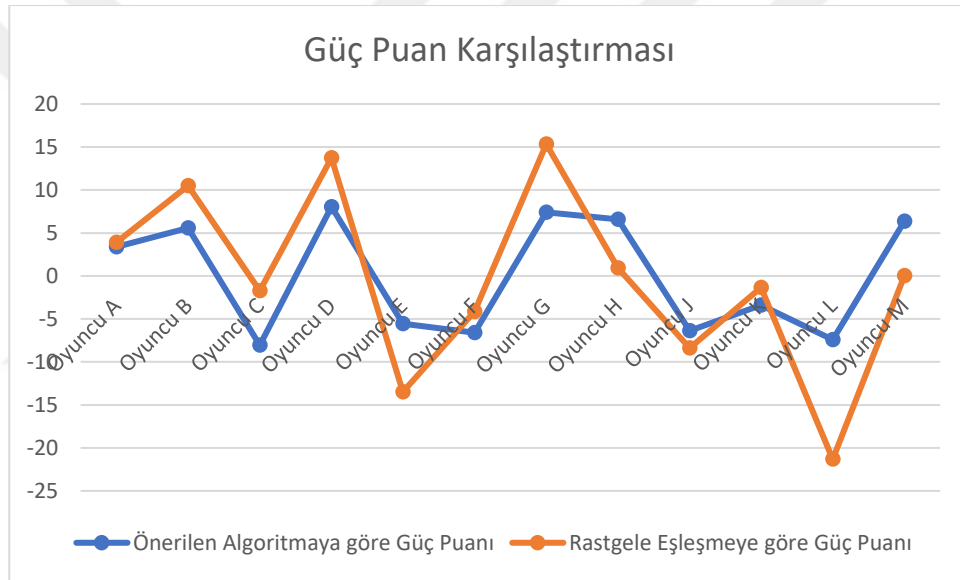
Tablo 44.Oyuncuların Güç Puanları Mutlak Farkı

Oyuncular	Önerilen Algoritmaya göre Güç Puanı	Rastgele Eşleşmeye göre Güç Puanı	Mutlak Fark	Mutlak Fark Yüzde
Oyuncu A	2048,38	2045,54	2,84	0,14%
Oyuncu B	1755,57	1754,92	0,65	0,04%
Oyuncu C	1617,95	1632,34	14,39	0,89%
Oyuncu D	1632,05	1629,67	2,38	0,15%
Oyuncu E	1635,43	1633,07	2,36	0,14%
Oyuncu F	1451,41	1460,46	9,05	0,62%
Oyuncu G	1651,4	1651,93	0,53	0,03%
Oyuncu H	1526,59	1514,33	12,26	0,80%
Oyuncu J	1474,63	1478,97	4,34	0,29%
Oyuncu K	1812,62	1818,03	5,41	0,30%
Oyuncu L	1610,6	1604,08	6,52	0,40%
Oyuncu M	1559,37	1546,66	12,71	0,82%
Toplam	19776	19770	73,44	4,62%

Tablo 45.Toplam Mutlak Fark Oranı

Önerilen Algoritma Ortalaması	1648
Toplam Mutlak Fark	73,44
Mutlak Fark %	4,50%

ELO derecelendirme sistemi, bir oyuncunun kazanma olasılığını beklenen değer üzerinden hesaplar. Güçlü bir oyuncunun zayıf bir rakibe karşı galibiyet beklentisi yüksek olduğu için, beklenen değer 1'e yaklaşır ve bu da puan artışını sınırlı tutar. Bu mekanizma, sistemin güçlü oyuncularını beklenen galibiyetler için aşırı ödüllendirmesini önler ve puan değişimlerini adil bir şekilde dengeler. Bu nedenle, rastgele eşleşmelerde bile ELO derecelendirme sistemi adaleti sağlar. Önerilen algoritma ile rastgele eşleşmeler arasında yapılan analizde, mutlak güç farkı 73,44 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, önerilen algoritma ve rastgele eşleşmeler sonucu elde edilen güç puanları arasındaki mutlak fark oranı %4,5'tir.



Şekil 24. Rastgele Eşleşmeler ile İsviçre Sistemine Göre Puan Fark Grafiği

ELO derecelendirme sistemine göre puanları yakın oyuncuların günün puan değişimi az olurken, güç puan farkı çok olan oyuncuların güç puan farkı daha büyük olur. Turnuva örneğinde rastgele eşleşmelerdeki en büyük avantaj tur katılımcılarının güç puanlarının yakın olması olmuştur. İsviçre eşleştirme kuralları ve Gale-Shapley algoritması kullanılarak oluşturulan algoritma eşleşmelerde stabil yakın puanlı oyuncuların birbirleri ile oynadığı bir eşleşme sunar.

Rastgele eşleşmelerde ciddi güç puan farkı olduğu durumlarda güç puanı yüksek olan oyuncunun kazanma şansı oldukça düşüktür. Rastgele yapılan eşleşmelerde güç puanları yakın olmasına rağmen değişim oranları oldukça farklıdır. Turnuvalarda rastgele eşleşmeler yapılırsa da ELO derecelendirme sistemi oyuncular arasındaki güç dengesini koruyarak puan değişimi yapmaktadır.

Şekil.25'te görüldüğü üzere tez çalışması kapsamında hazırlanan algoritma ile rastgele eşleşme algoritması kıyaslandığında oyuncuların başarı durumların da fark görülmüştür. Bu farkın en temel sebebi rastgele eşleşmelerde oyuncuların eşleşmelerine uygun olan oyuncular ile eşleşmemesidir. Oyuncu kendi için daha uygun olan bir eşleşme yapmış olsaydı oyuncu kazanabilecekken kaybetmiş olmasıdır. Rastgele eşleşmeler daha az oyunculu oyunlarda başarılı olabilecek olsa da deneyime dayalı oyunlar da İsviçre eşleşme sistemi veya eleme sistemi daha başarılıdır.

Toplam Güç Puanı Değişim Oranı:

- Önerilen Algoritma Değişim Oranı = %4,65
- Rastgele Eşleşmeler Değişim Oranı = %4,07

Adalet Metriği Hesabı:

$$\text{Adalet Metriği} = \frac{\text{Önerilen Algoritma Değişim Oranı}}{\text{Rastgele Eşleşmeler Değişim Oranı}} \quad (11)$$

$$\text{Adalet Metriği} = \frac{4,65}{4,07} \sim 1,14 \quad (12)$$

Önerilen algoritma, rastgele eşleşmelere kıyasla oyuncuların performans değişimlerini yaklaşık 1,14 kat daha hassas değerlendirmiştir. Önerilen yöntem, oyuncular arası dengeyi biraz daha adil biçimde yönetmiş ve sonuçlara daha duyarlı tepki vermiştir.

3.5. Karışık Güç Puanına Sahip Oyuncuların Eşleşmesi

Usta oyuncuların ve incelenen turnuva örneklemelerinden oluşan turnuva oluşturulmuş ve eşleşmeler karşılaştırılmıştır. Oluşturulan grup karışık güç puanına sahip oyuncuların (kgpso) oluşmaktadır.

Tablo 46.KSPSO Önerilen Algoritmaya göre Eşleştirilmesi 1. Tur Sonuçları

Oyuncu 1	Oyuncu 2	K.P	B.P	Oyuncu 1 Rengi	Oyuncu 2 Rengi
Oyuncu 15	Oyuncu 14		0,5	Siyah	Beyaz
Oyuncu 13	Oyuncu 11		0,5	Siyah	Beyaz
Oyuncu 12	Oyuncu 10		0,5	Beyaz	Siyah
Oyuncu 9	Oyuncu 8		0,5	Siyah	Beyaz
Oyuncu 7	Oyuncu 6 (K)	1		Siyah	Beyaz
Oyuncu 5 (K)	Oyuncu 4	1		Siyah	Beyaz
Oyuncu 2 (K)	Oyuncu 3	1		Beyaz	Siyah
Oyuncu 1 (K)	Oyuncu 31	1		Beyaz	Siyah
Oyuncu 22 (K)	Oyuncu 21	1		Siyah	Beyaz
Oyuncu 30 (K)	Oyuncu 29	1		Siyah	Beyaz
Oyuncu 27	Oyuncu 26 (K)	1		Siyah	Beyaz
Oyuncu 28 (K)	Oyuncu 20	1		Beyaz	Siyah
Oyuncu 24	Oyuncu 23		0,5	Siyah	Beyaz
Oyuncu 25 (K)	Oyuncu 19	1		Beyaz	Siyah
Oyuncu 17 (K)	Oyuncu 18	1		Siyah	Beyaz

Tablo 47.KSPSO Önerilen Algoritmaya göre Eşleştirilmesi 2. Tur Sonuçları

Oyuncu 1	Oyuncu 2	K.P	B.P	Oyuncu 1 Rengi	Oyuncu 2 Rengi
Oyuncu 30 (K)	Oyuncu 28	1		Beyaz	Siyah
Oyuncu 25	Oyuncu 26 (K)	1		Beyaz	Siyah
Oyuncu 22 (K)	Oyuncu 17	1		Siyah	Beyaz
Oyuncu 6	Oyuncu 5 (K)	1		Siyah	Beyaz
Oyuncu 2 (K)	Oyuncu 1	1		Beyaz	Siyah
Oyuncu 24	Oyuncu 15 (K)	1		Beyaz	Siyah
Oyuncu 14	Oyuncu 13 (K)	1		Beyaz	Siyah
Oyuncu 11 (K)	Oyuncu 12	1		Beyaz	Siyah
Oyuncu 10	Oyuncu 9 (K)	1		Siyah	Beyaz
Oyuncu 31 (K)	Oyuncu 29	1		Siyah	Beyaz
Oyuncu 27	Oyuncu 21 (K)	1		Siyah	Beyaz
Oyuncu 20 (K)	Oyuncu 19	1		Beyaz	Siyah
Oyuncu 18	Oyuncu 7 (K)	1		Siyah	Beyaz
Oyuncu 4	Oyuncu 3		0,5	Beyaz	Siyah
Oyuncu 23 (K)	Oyuncu 16	1		Beyaz	Siyah

Tablo 48.KSPSO Önerilen Algoritmaya göre Eşleştirilmesi 3. Tur Sonuçları

Oyuncu 1	Oyuncu 2	K.P	B.P	Oyuncu 1 Rengi	Oyuncu 2 Rengi
Oyuncu 30	Oyuncu 22		0,5	Beyaz	Siyah
Oyuncu 2 (K)	Oyuncu 26	1		Beyaz	Siyah
Oyuncu 23	Oyuncu 15 (K)	1		Beyaz	Siyah
Oyuncu 13	Oyuncu 8		0,5	Beyaz	Siyah
Oyuncu 31 (K)	Oyuncu 21	1		Beyaz	Siyah
Oyuncu 20	Oyuncu 7 (K)	1		Beyaz	Siyah
Oyuncu 6	Oyuncu 5 (K)	1		Beyaz	Siyah
Oyuncu 25	Oyuncu 11 (K)	1		Beyaz	Siyah
Oyuncu 12	Oyuncu 9 (K)	1		Beyaz	Siyah
Oyuncu 4 (K)	Oyuncu 28	1		Beyaz	Siyah
Oyuncu 17 (K)	Oyuncu 16	1		Beyaz	Siyah
Oyuncu 1 (K)	Oyuncu 24	1		Beyaz	Siyah
Oyuncu 14 (K)	Oyuncu 10	1		Beyaz	Siyah
Oyuncu 3 (K)	Oyuncu 29	1		Beyaz	Siyah
Oyuncu 27 (K)	Oyuncu 19	1		Beyaz	Siyah

Tablo 49.KSPSO Önerilen Algoritmaya göre Eşleştirilmesi 4. Tur Sonuçları

Oyuncu 1	Oyuncu 2	K.P	B.P	Oyuncu 1 Rengi	Oyuncu 2 Rengi
Oyuncu 22	Oyuncu 2		0,5	Beyaz	Siyah
Oyuncu 30 (K)	Oyuncu 23	1		Siyah	Beyaz
Oyuncu 15	Oyuncu 8		0,5	Beyaz	Siyah
Oyuncu 13	Oyuncu 26		0,5	Beyaz	Siyah
Oyuncu 6	Oyuncu 21		0,5	Beyaz	Siyah
Oyuncu 20	Oyuncu 7		0,5	Siyah	Beyaz
Oyuncu 5	Oyuncu 31		0,5	Siyah	Beyaz
Oyuncu 11	Oyuncu 25		0,5	Siyah	Beyaz
Oyuncu 9	Oyuncu 4		0,5	Siyah	Beyaz
Oyuncu 12 (K)	Oyuncu 16	1		Beyaz	Siyah
Oyuncu 17	Oyuncu 28		0,5	Siyah	Beyaz
Oyuncu 1 (K)	Oyuncu 14	1		Beyaz	Siyah
Oyuncu 10	Oyuncu 24		0,5	Beyaz	Siyah
Oyuncu 3 (K)	Oyuncu 18	1		Beyaz	Siyah
Oyuncu 19	Oyuncu 27		0,5	Beyaz	Siyah

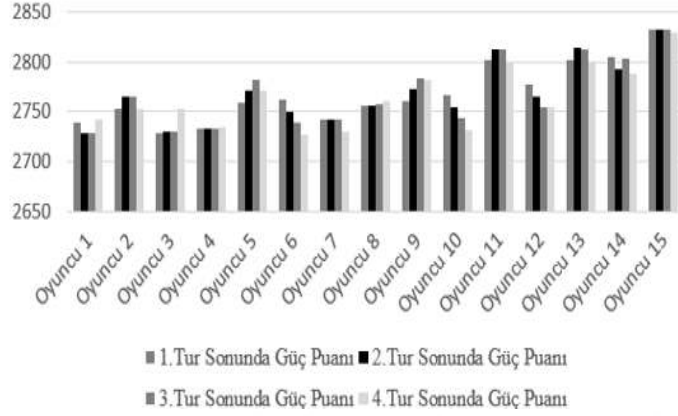
ELO derecelendirme sisteminde, güç puanı birbirine yakın olan oyuncular karşılaştığında, kazanan oyuncu daha fazla puan kazanır. Ancak, düşük puanlı bir oyuncuyla eşleştiğinde kazanırsa daha az puan alır. ELO derecelendirme sistemi ile rekabetçi bir oyun olur. Hazırlanan algoritma ile güç puanı (1) numaralı denklemde yer alan oyuncuların güç puan değişim tablosu aşağıda verilmiştir. Güç puanı (1) numaralı denklemde yer alan oyuncular yüksek güç puanına sahip olarak tanımlanmıştır. Güç puanı yakın iki oyuncu karşılaşırsa, kazanan oyuncu daha fazla puan kazanır çünkü maçın sonucu daha belirsizdir (Glickman & Jones, 1999).

Tablo 50’de oyuncuların turnuva içerişimdeki güç puan değışimleri verilmiştir. Hazırlanan algoritmaya göre yapılan eşleşmelerde güç puanı yüksek oyuncuların eşleştirilmesi sonucunda oyuncuların güç puan değışim farkı toplam 237,87’dir. Güç puanı yüksek olan oyuncuların güç puan değışim oranı toplam %8,62’dir.

Tablo 50.Hazırlanan Algoritmaya Göre Puanı Yüksek Oyuncuların Sonuçları

Oyuncu Adı	Güç Puanı	1. Tur Sonunda Güç Puanı	2.Tur Sonunda Güç Puanı	3. Tur Sonunda Güç Puanı	4. Tur Sonunda Güç Puanı	Fark	Değişim Oranı
Oyuncu 1	2739	2739,43	2727,9	2727,92	2742,46	3,46	0,13
Oyuncu 2	2741	2753	2764,53	2764,57	2752,67	11,67	0,43
Oyuncu 3	2741	2729	2729,14	2729,19	2752,67	11,67	0,43
Oyuncu 4	2745	2733,07	2732,93	2732,96	2734,7	-10,3	-0,38
Oyuncu 5	2747	2758,93	2771,04	2782,32	2770,67	23,67	0,86
Oyuncu 6	2750	2762,14	2750,03	2738,75	2726,81	-23,19	-0,84
Oyuncu 7	2754	2741,86	2741,86	2741,88	2729,9	-24,1	-0,88
Oyuncu 8	2755	2755,17	2755,17	2757,18	2759,72	4,72	0,17
Oyuncu 9	2760	2759,83	2772,06	2783,83	2782,09	22,09	0,8
Oyuncu 10	2766	2766,38	2754,15	2743,45	2731,47	-34,53	-1,25
Oyuncu 11	2801	2801,03	2812,19	2812,2	2800,21	-0,79	-0,03
Oyuncu 12	2801	2776,62	2765,46	2753,69	2753,69	-47,31	-1,69
Oyuncu 13	2802	2801,97	2814,04	2812,03	2800,06	-1,94	-0,07
Oyuncu 14	2803	2804,03	2791,96	2802,66	2788,12	-14,88	-0,53
Oyuncu 15	2833	2831,97	2831,98	2831,99	2829,45	-3,55	-0,13
Mutlak Toplam	41538	41514,4	41514,4	41514,6	41454,7	237,87	8,62%

Güç Puanı $2100 \leq \text{öncesi} < 4000$ Oyuncuların
Turlara Göre Güç Puan Grafiği



**Şekil 25. Hazırlanan Algoritmaya Göre Puanı Yüksek Oyuncuların
Sonuçları**

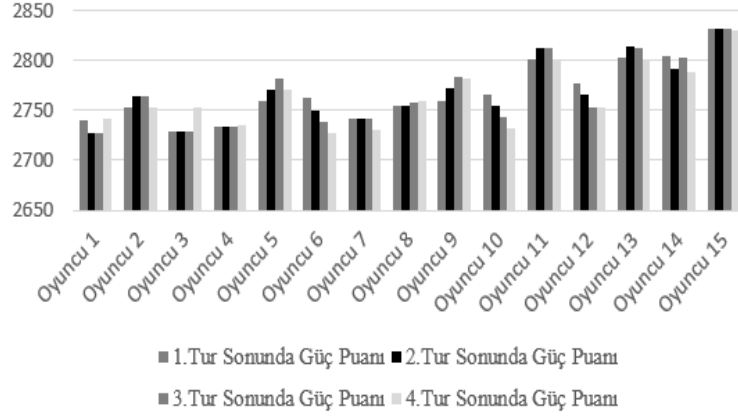
ELO sisteminde, bir oyuncunun güç puanı ne kadar yüksekse ve yakın puanlı bir rakiple eşleşirse, kazanması durumunda o kadar fazla rating puanı kazanır. Düşük ratinge sahip oyuncular birbirleriyle eşleştiğinde ise kazandıkları puanlar daha az olur. Düşük ratinge sahip iki oyuncu karşılaştığında, kazananın kazandığı puanlar genellikle daha az olur çünkü her iki oyuncunun da kazanma ihtimali birbirine yakındır.

Tablo 52’de oyuncuların turnuva içerişimdeki güç puan değişimleri verilmiştir. Hazırlanan algoritmaya göre yapılan eşleşmelerde yakın güç puanına sahip oyuncular birbirleriyle eşleştirilmiştir. Yakın güç puanına sahip oyuncular eşleştirildiğinde kazanan güç puanını daha fazla artırır. Güç puanı düşük oyuncuların eşleştirilmesi sonucunda oyuncuların güç puan değişim farkı toplam 134,69’dır. Güç puanı düşük olan oyuncuların güç puan değişim oranı toplam %8,85’tir. Hazırlanan algoritma ile yapılan eşleşmeler sonucunda oyuncuların yaklaşık güç puan değişim oranı %8,7 olarak görülmüştür.

Tablo 51.Hazırlanan Algoritmaya Göre Puanı Düşük Oyuncuların Sonuçları

Oyuncu Adı	Güç Puanı	1. Tur Sonunda Güç Puanı	2.Tur Sonunda Güç Puanı	3. Tur Sonunda Güç Puanı	4. Tur Sonunda Güç Puanı	Fark	Değişim Oranı
Oyuncu 16	471	471	470,96	470,15	470,15	-0,85	-0,18
Oyuncu 17	594	592,42	592,42	592,42	592,42	-1,58	-0,27
Oyuncu 18	978	979,58	979,46	980,27	987,7	9,7	0,99
Oyuncu 19	1209	1205,35	1203,08	1201,7	1208,34	-0,66	-0,05
Oyuncu 20	1421	1424,65	1420,98	1420,97	1428,96	7,96	0,56
Oyuncu 21	1517	1517,09	1517,13	1517,12	1513,16	-3,84	-0,25
Oyuncu 22	1521	1520,91	1520,9	1520,88	1528,87	7,87	0,52
Oyuncu 23	1525	1517,57	1519,84	1519,83	1527,82	2,82	0,18
Oyuncu 24	1550	1557,43	1552,6	1552,58	1545,15	-4,85	-0,31
Oyuncu 25	1627	1619	1612,76	1614,14	1607,5	-19,5	-1,2
Oyuncu 26	1627	1635	1638,67	1638,65	1646,63	19,63	1,21
Oyuncu 27	1655	1647,94	1646,46	1646,43	1646,63	-8,37	-0,51
Oyuncu 28	1696	1703,06	1707,89	1710,42	1714,38	18,38	1,08
Oyuncu 29	1702	1696,53	1702,77	1700,82	1708,78	6,78	0,4
Oyuncu 30	1816	1821,47	1821,59	1819,06	1826,99	10,99	0,61
Mutlak Toplam	20909	20909	20907,5	20905,4	20953,5	134,69	8,85%

Güç Puanı $2100 \leq \text{öncesi} < 4000$ Oyuncuların
Turlara Göre Güç Puan Grafiği



**Şekil 26. Hazırlanan Algoritmaya Göre Puanı Düşük Oyuncuların
Sonuçları**

Rastgele eşleşmede bazı oyuncular şanslı veya şanssız olabilir, bu da ELO değişimlerini daha rastgele hale getirir. Rastgele eşleşmede değişimler daha küçük veya dengesiz, çünkü oyuncuların rakipleri arasında büyük güç farkları olabilir. Oyuncunun karşılaşmadan önceki puanı ve rakibinin puanı kullanılarak, oyuncunun kazanma ihtimali hesaplanır. Eğer oyuncunun puanı rakibinden yüksekse, kazanma ihtimali de daha yüksek olur; düşükse, kazanma ihtimali azalır. Bu beklenen sonuç, oyuncunun gerçekten aldığı sonuçla karşılaştırılır.

Eğer oyuncu beklenenden daha iyi bir performans gösterirse (örneğin, düşük puanlı bir oyuncu yüksek puanlı bir rakibi yenerse), puanı daha fazla artar. Tam tersi durumda, yani güçlü bir oyuncu zayıf bir rakibe kaybederse, puanı daha çok düşer. Eğer sonuç beklenene yakınsa, puan değişimi de daha küçük olur. Eşleşmeler rastgelede yapılırsa ELO derecelendirme sistemi ile puanlar korunur. Düşük puanlı oyuncuların eşleşmesine bağlı olarak hesaplama yapılır.

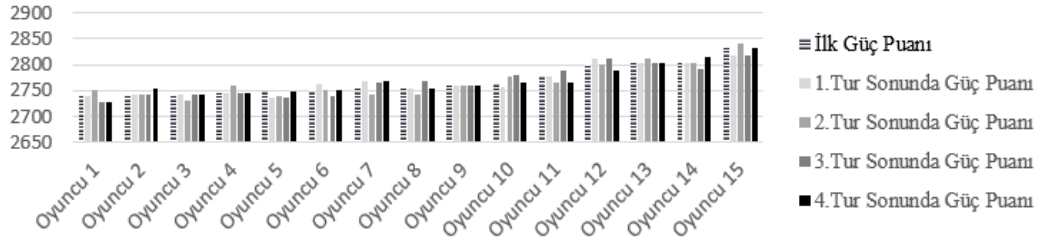
Tablo 52’de rastgele eşleşmelere göre oyuncuların turnuva sonuçları bulunmaktadır. Rastgele eşleşmelerde oyuncular arasındaki güç puan farkı yüksek oyuncuların eşleştirildiği ve bu durum sonucunda değişim oranlarının düşük olduğu görülmüştür. Rastgele eşleşmeler sonucunda turnuva süresindeki oyuncuların güç puan farkı toplam 89.98’dir. Turnuva süresince oyuncuların güç puan değişim oranı %3,74’tür.

Tablo 52.Rastgele Eşleşmelere Göre Turnuva Sonuçları

Oyuncu Adı	Güç Puanı	1. Tur Sonunda Güç Puanı	2.Tur Sonunda Güç Puanı	3. Tur Sonunda Güç Puanı	4. Tur Sonunda Güç Puanı	Fark	Değişim Oranı
Oyuncu 1	2739	2739	2751,52	2727,52	2727,07	-11,93	-0,4356
Oyuncu 2	2741	2741,04	2741,06	2741	2752,93	11,93	0,43524
Oyuncu 3	2741	2741,05	2731,09	2741,01	2741	0	0
Oyuncu 4	2745	2745	2758,1	2745,02	2745	0	0
Oyuncu 5	2747	2735,1	2737,91	2736,03	2747,04	0,04	0,00146
Oyuncu 6	2750	2761,9	2750	2738,17	2750,01	0,01	0,00036
Oyuncu 7	2754	2768,68	2741,48	2765,48	2767,61	13,61	0,49419
Oyuncu 8	2755	2755	2743,38	2766,83	2755,02	0,02	0,00073
Oyuncu 9	2760	2760,04	2760,02	2760	2760,1	0,1	0,00362
Oyuncu 10	2766	2755,2	2777,62	2780,29	2766,37	0,37	0,01338
Oyuncu 11	2777	2777,01	2763,9	2787,97	2765,9	-11,1	-0,3997
Oyuncu 12	2801	2811,8	2801	2813,07	2787,39	-13,61	-0,4859
Oyuncu 13	2802	2802	2811,91	2802,02	2802,04	0,04	0,00143
Oyuncu 14	2803	2803,04	2803,08	2790,93	2814,1	11,1	0,396

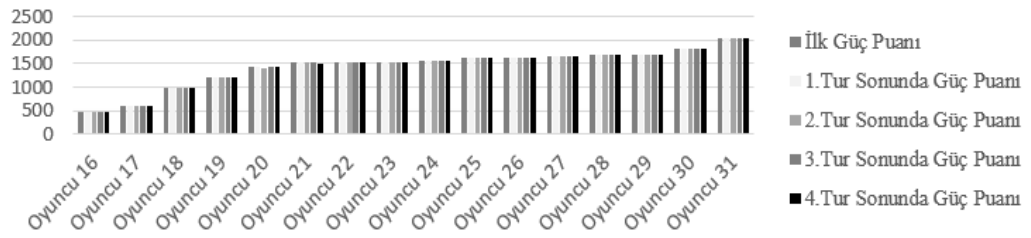
Oyuncu 15	2833	2818,32	2842,09	2818,71	2833,01	0,01	0,00035
Oyuncu 16	471	471	471	471	470,99	-0,01	-0,0021
Oyuncu 17	594	593,93	594	593,55	594	0	0
Oyuncu 18	978	978	978	977,87	977,68	-0,32	-0,0327
Oyuncu 19	1209	1209	1207,68	1209,45	1207,03	-1,97	-0,1629
Oyuncu 20	1421	1420,99	1417,26	1420,99	1420,99	-0,01	-0,0007
Oyuncu 21	1517	1528,9	1516,99	1520,79	1511,45	-5,55	-0,3659
Oyuncu 22	1521	1518,52	1532,72	1520,99	1520,99	-0,01	-0,0007
Oyuncu 23	1525	1525,07	1525,57	1535,28	1524,99	-0,01	-0,0007
Oyuncu 24	1550	1549,12	1549,43	1549,98	1551,97	1,97	0,1271
Oyuncu 25	1627	1626,98	1630,74	1616,72	1626,97	-0,03	-0,0018
Oyuncu 26	1627	1626,97	1628,32	1625,68	1632,55	5,55	0,34112
Oyuncu 27	1655	1654,97	1655	1664,08	1655,32	0,32	0,01934
Oyuncu 28	1696	1695,97	1684,28	1692,21	1696,01	0,01	0,00059
Oyuncu 29	1702	1690,1	1701,96	1692,92	1701,97	-0,03	-0,0018
Oyuncu 30	1816	1818,48	1815,95	1816,13	1815,93	-0,07	-0,0039
Oyuncu 31	2045	2045,88	2045	2046,32	2044,75	-0,25	-0,0122
Mutlak Toplam	64468	64468,1	64468,1	64468	64468,2	89.98	%3.74

Rastgele Eşleşmelerde Yüksek Güç Puanına Sahip Oyuncuların Güç Puan Değişim Grafiği



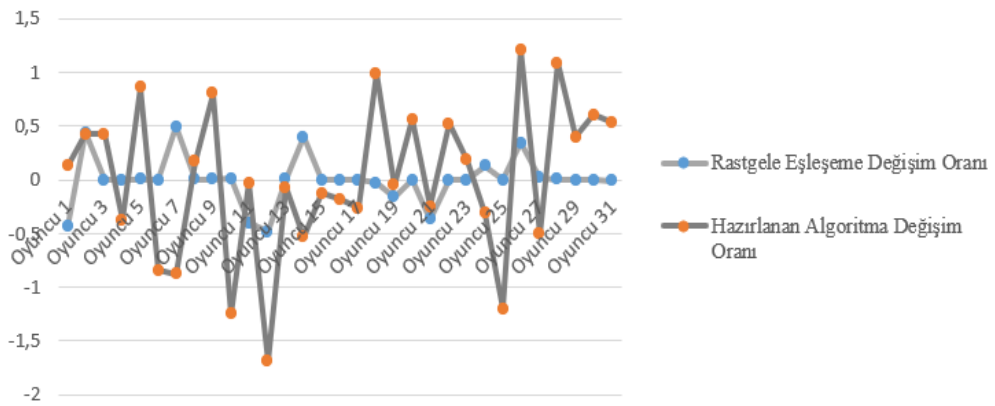
Şekil 27.Rastgele Eşleşmelerde Yüksek Puanlı Oyuncuların Değişim Grafiği

Rastgele Eşleşmelerde Düşük Güç Puanına Sahip Oyuncuların Güç Puan Değişim Grafiği



Şekil 28.Rastgele Eşleşmelerde Düşük Puanlı Oyuncuların Değişim Grafiği

Değişim Oran Karşılaştırması



Şekil 29.Değişim Oran Karşılaştırması

Turnuvada kazanç sağlayan oyuncular, dengeli durumlar ve düşüş yaşayan oyuncular olmuştur. Oyuncu 12 (-1,68904), Oyuncu 10 (-1,24837), Oyuncu 25 (-1,19852) gibi oyuncular, İsviçre sistemiyle önemli ölçüde düşük değişim oranlarına sahip olmuş. Oyuncu 26 (+1,20652), Oyuncu 28 (+1,08373), Oyuncu 5 (+0,86167) gibi oyuncular, İsviçre sisteminde daha avantajlı bir konuma gelmiş. Bazı oyuncuların rastgele eşleşmeye göre çok fazla değişim yaşamadığı görülüyor (Örnek: Oyuncu 8, Oyuncu 19, Oyuncu 20). İsviçre sistemi bazen dengeli sonuçlar üretirken, bazen de bazı oyuncular için büyük farklılıklar yaratabiliyor. İsviçre sistemi, oyuncular arasındaki dengeyi korumaya çalışırken bazı oyuncular için kazanma ve kaybetme durumuna göre sert düşüşler veya yükselişler yaratabiliyor. Rastgele eşleşmeye kıyasla, İsviçre sistemi daha stratejik bir eşleşme sağlıyor, ancak bazı oyuncular için beklenmedik sonuçlar da doğurabiliyor. Rastgele eşleşmede değişimler daha küçük aralıklarda seyrediyor. Bunun en büyük sebebi eşleşen oyuncular arasındaki büyük güç farkıdır.

Hazırlanan algoritmaya göre yapılan eşleşmeler ile rastgele eşleşmeler karşılaştırıldığında oyuncuların güç puan arasında %5 fark görülmüştür. ELO derecelendirme sisteminin oyuncuları korumasına, kazanma ve kaybetme olasılıklarında düşük puanlı oyuncuların kazanma ihtimalinin eklenmesi sonucunda rastgele eşleşmelerde de kısmen adalet sağlanmıştır.

Toplam Güç Puanı Değişim Farkı:

- Önerilen algoritma (yüksek + düşük):
 $237,87 \text{ (yüksek)} + 134,69 \text{ (düşük)} = 372,56$
- Rastgele eşleşmeler:
89,98

Önerilen algoritmada güç puanları daha fazla değişmiş, bu da oyuncular arası rekabetin daha etkili olduğunu gösterir.

Toplam Güç Puanı Değişim Oranı:

- Önerilen algoritma:
 - Yüksek oyuncular: %8,62
 - Düşük oyuncular: %8,85
 - Ortalama yaklaşık: %8,7
- Rastgele eşleşmeler: %3,74

Önerilen algorithmada oyuncuların güç puanı değişim oranları daha yüksektir, yani sistem güç dengesine daha duyarlı çalışmış ve kazanmanın/ kaybetmenin etkisi daha büyük olmuştur.

Adalet Metriği Önerisi:

$$\text{Adalet Metriği} = \frac{\text{Önerilen Algoritma Değişim Oranı}}{\text{Rastgele Eşleşmeler Değişim Oranı}} \quad (13)$$

$$\text{Adalet Metriği} = \frac{8,7}{3,74} \sim 2,33 \quad (14)$$

Bu oran, önerilen algoritmanın rastgele eşleşmelere göre 2,33 kat daha adil ve oyuncular arası dengeyi daha hassas yönettiğini gösterir.

3.6. Bulgular ve Tartışma

ELO derecelendirme sisteminin kullanılması sebebiyle değişim oranları daha kontrollüdür. ELO sistemi, değişim oranlarını belirlemede ana faktörlerden biridir. ELO'su düşük bir oyuncunun güçlü rakiplere karşı iyi sonuçlar alması, değişim oranını artırır. İsviçre sisteminin ilk turlarında dengesizlikler olabilir, ancak ilerleyen turlarda ELO'nun etkisi daha belirgin hale gelir. K-faktörü, oyuncuların ne kadar hızlı puan kazandığını veya kaybettiğini belirler. (Glickman & Jones, 1999)

Araştırma bulguları, teorik yapılar ile örtüşmektedir. Gale-Shapley algoritmasının kararlı eşleşmelerdeki yapısı satranç eşleşmelerinde olduğu gibi çok yönlü yapılarda kullanılabilir. ELO derecelendirme sistemi eşleşme kuralları ne olursa olsun kendi içerisinde adaletin sağlanmasını desteklemektedir.

Oyunlarda istikrar ve adaletin geliştirilmesi için öneriler;

- Yeni başlayan oyuncuların yetenekli olma durumu için derecelendirme sisteminde farklı performans belirleyicilerin eklenmesi.
- FIDE unvanı bulunmayan oyuncular için eşleşme grupları oluşturulabilir.
- Gelecek çalışmalarda farklı eşleşme ve derecelendirme yaklaşımlarının oluşturulmasıyla daha adil eşleşmeler yapılabilir.

ELO derecelendirme sistemi, oyuncular strateji becerisi IRT ile modelleştirilebilir. IRT ile oyuncuların oyun içerisindeki tutumları incelenerek, oyuncu eşleşmelerinde daha doğru sonuçların elde edilmesine yardımcı olur. IRT modeli için oyuncuların becerileri değerlendirilmesi gerekmektedir. Yapay zekâ ile becerilerin sınıflandığı modelleme oluşabilir.

Gale-Shapley algoritması, iki tarafın da en iyi eşleşmeyi almasını sağlayan bir karşılıklı tercih mekanizması oluşturur. Bu sayede, oyuncular arasındaki rating farkları minimize edilir ve daha dengeli, rekabetçi maçlar oynanması sağlanır. Hazırlanan algoritma ile daha adil ve güçlü eşleşme sağlanarak, eşit seviyedeki oyuncuların karşılaşması sonucunda ELO değişimleri daha dengesiz hale gelmekten kaçınılır.

Taş renkleri, hem Gale-Shapley algoritması hem de diğer eşleşme yöntemlerinde aynı kurallar ile dağıtılarak herhangi bir renk avantajı oluşturmaz. İsviçre sisteminde Gale-Shapley algoritması kullanılarak puan ve renk değişkenleri kararlı bir duruma getirilir. Bu sistemde kazanan oyuncular daha fazla ödüllendirilirken, kaybedenler daha fazla puan kaybetmektedir. Bu durum, sistemin adil ve rekabetçi bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir.

Rastgele eşleşme yönteminde puan değişimleri genellikle daha dengesiz olup, oyuncular arasındaki gücün farklı olması sebebiyle daha büyük dalgalanmalar görülebilmektedir. İsviçre sisteminde ise başarılı oyuncuların puanları artarken, daha

başarısız oyuncuların puanları daha fazla düşmektedir. Bu durum, oyuncuların gerçek performanslarını daha doğru yansıtan bir sistemin varlığını ortaya koymaktadır. Rastgele eşleşmelerde yüksek puanlı bir oyuncu düşük puanlı oyuncu ile oynadığında kazandığı durumda bile turdan çok düşük puan kazanarak ayrılır.

ELO sistemine dayalı eşleşmeler, oyuncunlar arasındaki güç farklarına dayanarak kullanılır. Ancak bu sisteme göre en yüksek ELO puanına sahip olan oyuncunun kazanacağı kesin değildir. ELO puanı teorik bir gösterge olup, oyuncunun turnuva içerisindeki performansını göstermez. Kazanan ve kaybeden oyuncular belirlenirken ELO olasılığı kullanılarak, belirli kurallar çerçevesinde oyun içerisindeki performans ve şans faktörüne bağlı olarak sonuçlar belirlenmiştir. Oyun dışı gelişebilecek faktörler ile ELO puanlarının tek başına yeterli olmadığı ve insan faktörünün de önemli olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak, İsviçre sistemi daha adil ve oyuncuların gerçek gücünü yansıtan bir eşleşme yöntemi sunarken, rastgele eşleşme yöntemi daha dengesiz sonuçlar doğurabilmektedir. Bu nedenle, turnuva sistemlerinde Gale-Shapley algoritması gibi istikrarlı eşleşme mekanizmalarının kullanılması, oyuncular için daha adil bir rekabet ortamı oluşturulmasına katkı sağlayacaktır.

SONUÇ

Satranç, iki oyuncu arasında oynanan, strateji ve konsantrasyon gerektiren bir tahta oyunudur. Oyun, 8x8 karelerden oluşan bir tahtada, her oyuncunun 16 taşıyla (birer kral, vezir, iki kale, iki at, iki fil ve sekiz piyon) oynanır. Amaç, rakip oyuncunun şahını "mat" yaparak oyunu kazanmaktır.

Tez çalışması kapsamında satranç turnuvalarda oyuncuların eşleştirilmesi ve turnuva sonuçlarında güç puanlarının hesaplanması ele alınmıştır. Turnuvalarda eleme veya İsviçre sistemine göre eşleştirilme yapılabilir. Eleme sistemi, oyuncuların her turda doğrudan birbirleriyle karşılaştığı ve kaybedenin turnuvadan elendiği bir yöntemdir. Eleme sistemi yöntemiyle her oyuncunun bir tek kaybetme hakkı bulunmaktadır. Genellikle tek maç üzerinden oynanan turnuvalarda, örneğin dünya kupası futbol turnuvalarında kullanılır. İsviçre Sistemi, oyuncuların elenmediği ancak her turda belirli kriterlere göre eşleşmelerinin yapıldığı bir sistemdir. İsviçre sisteminde her oyuncu, oynadığı maçlardan kazandığı, kaybettiği veya berabere kaldığına göre puan alır. Oyuncuların kazandığı puanlar ve performanslarına göre eşleşmeler yapılır. İsviçre sisteminde kaybeden oyuncular elenmemektedir. Satranç turnuvaları için geliştirilmiş olan algoritmada İsviçre turnuva sistemine göre eşleşmeler yapılmıştır.

İsviçre sistemine göre oluşturulmuş turnuva algoritmasında, ilk üç turda kararlı eşleşme gerçekleşmiştir. Satranç turnuvalarında kararlı eşleşme, oyuncuların birbirlerine en uygun eşleşmeleri alacakları bir düzen yaratmayı amaçlar. Gale-Shapley algoritması satranca uyarlanabilir. Bir satranç turnuvasında, oyuncuların birbirleriyle eşleşmeleri belirli kurallara göre yapılır. Ancak, kararlı eşleşme sadece turnuva eşleşmelerini değil, aynı zamanda eşleşmelerin tatmin edici olmasını sağlar. Örneğin, bir oyuncu rakibinden daha yüksek bir sıralamaya sahipse ve rakibiyle karşılaşmak istemiyorsa, kararlı eşleşme kuralları gereği, her iki oyuncu da karşılaşmak zorunda kalmamalıdır. Oyuncuların karşılaşacakları rakipleri belirlerken, oyuncuların sıralamalarına göre yapılmıştır. İlk üç turda puan farkı en az olan adil eşleşmeler yapılmıştır. Bunun yanı sıra İsviçre sisteminde oyuncuların mümkün olduğunca birbirlerinin eşleşmesini sağlamayı amaçlar, dördüncü ve sonraki turlarda

eşleşme sağlanması için oluşturulan algoritmada daha önce eşleşmeyen oyuncuların birbirleriyle eşleşmesi sağlanmıştır.

Tez çalışması kapsamında en iyi güç puanına sahip oyuncuların yer aldığı veri tabanı oluşturulmuştur. Bu veri tabanı kullanılarak İsviçre turnuva sistemine göre eşleşmeler yapılmış, oyun sonuçları belirlenmiştir. Chess.com da İsviçre turnuva sistemine göre gerçekleşmiş olan 4 oyunculu ve 12 oyunculu turnuva sonuçları, aynı oyuncular ile oluşturulmuş algoritma sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Oyuncu sayısının fazla olması eşleşmeler yapılırken daha geniş bir seçenek sunmaktadır. Az oyuncu ile gerçekleşen turnuvalarda tüm oyuncuların birbirleriyle eşleşmesi sağlanabiliyor. Gerçekleşmiş olan turnuvalar ile algoritma sonuçlarını kıyaslarken en büyük farklılık turnuva katılımcıların turlara katılım sağlamaması oluşmuştur. Tez kapsamında oluşturulmuş algoritma turnuva katılımcılarının her tura katılması üzerine oluşturulmuştur. Oluşturulmuş olan algoritmada kazanan ve kaybeden güç puanlarına göre belirlenmiş ama katılımcıların güç puanlarının yakın olması durumunda gerçekleşen turnuvalarda farklılık gözlemlenmiştir.

Turnuvaların gerçekleşmesi sonunda başlangıçta sahip olunan güç puanı güncellenmiştir. Algoritmada ELO sistemine dayalı hesaplama yapmaktadır. Oyuncuların performansını etkileyen derecelendirme sistemi uygulanır. Nihai güç puan hesabı için tüm turlardaki eşleşmelere dayanarak hesaplamalar yapılmıştır. Oyuncu eşleşmeleri ve sonuçları FIDE'nin belirttiği İsviçre sistemine göre doğru şekilde gerçekleştirilmiştir. Her turnuva sonucunda güç puan hesabı yapılmıştır. Turnuvalarda oyuncuların puanlarına bağlı kalınarak kararlı eşleşme yapılması sağlanmıştır.

ELO derecelendirme sistemine göre, puanları yakın oyuncuların puan değişimi az olurken, büyük güç farkına sahip oyuncuların puan farkı daha büyük olur. Turnuvada, rastgele eşleşmelerde güç puanlarının yakın olması büyük bir avantaj sağlamıştır. İsviçre eşleştirme kuralları ve Gale-Shapley algoritması, oyuncuların benzer puanlarla eşleşmesini sağlayarak daha stabil bir sonuç sunmuştur. Rastgele eşleşmelerde ise, güç farkı çok olan oyuncuların eşleşmesi durumunda, yüksek puanlı oyuncunun kazanma şansı düşmektedir. Algoritma ile yapılan eşleşmeler, oyuncuların daha uygun rakiplerle oynamasını sağladığı için başarı farkı ortaya çıkmıştır. Rastgele

eşleşmeler, daha az oyunculu oyunlarda başarılı olsa da deneyime dayalı oyunlarda İsviçre eşleme veya eleme sistemi daha etkili sonuçlar verir. ELO formülüne göre, bir oyuncunun kazanma olasılığı beklenen değer ile hesaplanır; güçlü bir oyuncu (zayıf bir rakibe karşı oynadığında beklenen değeri 1'e çok yaklaşır, yani galibiyet neredeyse kesin olarak beklenir. Puan değişimi formülü beklenen değer olduğundan, beklenen değeri büyük olduğunda farkı küçük olur ve bu da puan artışını sınırlı tutar. Bu, sistemin güçlü oyuncularını beklenen galibiyetler için fazla ödüllendirmemesini ve puan değişimlerini adil tutmasını sağlar. Bu nedenle Rastgele eşleşmelerde de ELO derecelendirme sistemi ile adalet sağlanmaktadır. Orta oyunculu grup incelendiğinde önerilen eşleşme ile rastgele eşleşme arasında mutlak güç farkı 73.44'tür. Önerilen algoritma sonucunda sahip olunan güç puanları ile mutlak fark (rastgele eşleşmeler ve önerilen algoritma ile yapılan eşleşmeler arasındaki mutlak fark) %4,5'tir.

Bu çalışmada karışık güç puanına sahip oyuncu grubu oluşturulmuş ve farklı güç puanına sahip oyuncuların birbirleriyle karşılaşması sağlanmıştır. Önerilen algoritma ile yapılan eşleşmeler sonucunda, kazanan oyuncunun güç puanı daha yüksek bir artış göstermektedir. Düşük güç puanına sahip oyuncular arasında yapılan eşleşmelerin sonucunda, toplam güç puanı değişim farkı 134,69 olarak hesaplanmıştır. Aynı gruptaki oyuncuların toplam güç puanı değişim oranı ise %8,85 olarak belirlenmiştir. Genel olarak algoritmaya göre yapılan eşleşmelerde, turnuva süresince oyuncuların ortalama güç puanı değişim oranı %8,7 olarak gözlemlenmiştir. Öte yandan, rastgele yapılan eşleşmelerde oyuncular arasındaki güç puanı farklarının daha yüksek olduğu ve genellikle yüksek güç puanına sahip oyuncuların birbirleriyle eşleştirildiği tespit edilmiştir. Bu durum, güç puanı değişim oranlarının düşük kalmasına yol açmıştır. Rastgele eşleşmeler sonucunda turnuva süresince toplam güç puanı değişim farkı 89,98, ortalama güç puanı değişim oranı ise %3,74 olarak kaydedilmiştir.

Orta sayıda görece yakın puana sahip oyuncuların bulunduğu oyuncu grubunun önerilen eşleşme ve rastgele eşleşme ile güç puan değişimleri analiz edilmiştir. Analiz kapsamında, önerilen algoritma ile yapılan eşleşmelerin ve rastgele eşleşmelerin her birinde, oyuncuların maçlar sonrasındaki güç puanı değişimleri hesaplanmış ve bu değişimlerin yüzdesel oranları belirlenmiştir. Öncelikle her eşleşme yönteminde, oyuncuların maç öncesi ve sonrası güç puanları arasındaki farklar alınarak toplam güç

puanı değişim oranı elde edilmiştir. Rastgele eşleşmelerde oyuncuların toplam güç puanı değişim oranı %4,07 olarak belirlenmiştir. Önerilen algoritma ile yapılan eşleşmelerde ise bu oran %4,65'e ulaşmıştır. Bu sonuç, önerilen algoritmanın maç sonuçlarına daha duyarlı bir şekilde tepki verdiğini ve oyuncuların performansını daha etkin biçimde yansıttığını göstermektedir. Elde edilen bu oranlar doğrultusunda, iki eşleşme yönteminin adalet düzeylerini karşılaştırmak amacıyla bir adalet metriği oluşturulmuştur. Bu metrik, önerilen algoritmanın güç puanı değişim oranının rastgele eşleşmelerdeki oranla karşılaştırılmasıyla elde edilmiştir. Yapılan hesaplamada adalet metriği yaklaşık 1,14 olarak bulunmuştur. Bu değer, önerilen algoritmanın rastgele eşleşmelere kıyasla güç puanı değişimlerine daha duyarlı olduğunu ve oyuncular arası dengeyi daha hassas şekilde sağladığını ortaya koymaktadır.

Karışık güç puanına sahip oyuncular ile oluşturulan oyuncu grubu analizi; hazırlanan algoritmanın adalet düzeyini değerlendirmek amacıyla, rastgele eşleşmelerle yapılan turnuva sonuçları ile algoritmaya dayalı eşleşmeler karşılaştırılmıştır. Oyuncuların turnuva süresince elde ettikleri toplam güç puanı değişimleri ve değişim oranları dikkate alınarak bir adalet metriği oluşturulmuştur. Önerilen algoritma ile eşleşen yüksek güçlü oyuncuların toplam güç puanı değişimi 237,87 ve değişim oranı %8,62; düşük güçlü oyuncuların ise 134,69 ve %8,85 olarak gerçekleşmiştir. Bu iki grubun ortalama değişim oranı yaklaşık %8,7'dir. Öte yandan, rastgele eşleşmeler sonucunda tüm oyuncuların toplam güç puanı değişimi 89,98 ve değişim oranı %3,74 olarak hesaplanmıştır. Bu verilerden hareketle oluşturulan adalet metriği, önerilen algoritmanın toplam değişim oranının rastgele eşleşmelere oranı olarak tanımlanmış ve yaklaşık 2,33 olarak bulunmuştur. Bu değer, önerilen algoritmanın oyuncular arasındaki rekabeti daha dengeli bir şekilde yönettiğini ve turnuva sonuçlarının oyuncu performanslarına daha duyarlı olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, geliştirilen algoritmanın rastgele eşleşmelere kıyasla daha adil bir eşleşme stratejisi sunduğu söylenebilir.

Çalışma kapsamında satranç eşleşmelerinin adaletli bir şekilde yapılması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda İsviçre sisteminin Gale-Shapley ile entegrasyonu oldukça güçlü bir eşleşme yöntemi oluşturulmuştur. Bu yöntem hem rating seviyelerini hem de renk dağılımını optimize ederek daha adil ve rekabetçi bir turnuva düzenlenmesini sağlanmıştır. Oluşturulan algoritma ile rastgele eşleşmeler karşılaştırılarak ELO sisteminin doğruluğu ve güvenilirliği test edilmiştir. Sonuçlar, ELO sisteminin birçok durumda geçerli olduğunu gösterse de bazı yapısal zorlukların ve iyileştirmeye ihtiyaç duyulan alanların olduğunu ortaya koymaktadır.

Farklı turnuva yöntemleri ile ELO derecelendirme sisteminin nasıl çalıştığı kıyaslanmıştır. Turnuvalarda rastlantısal faktörlerin ELO derecelendirme sisteminin sürecini nasıl etkilediğine bakıldığında, algoritmanın geçici dalgalanmalara karşı duyarlı olduğu ve bu dalgalanmaların ELO puanlarında hatalara yol açabileceği belirtilmiştir. Sonuç olarak geçmişe dayanan verilere baktığımızda, verilerin ne zamana dayalı olduğu, oyuncuların aktif satranç oynaması ELO puanında etkilidir.

Eşleşmelerde güç puanı yüksek olan oyuncuların kazanma ihtimalide yüksektir. Fakat yüksek puanlı oyuncularında kaybetme ihtimalinin de olduğu bir gerçektir. Belirlenen kurallar ile yüksek puanlı oyuncuların kaybetme olasılığı, bir turnuvanın gerçekliğini ve dinamikliğini artırır. Hazırlanan algoritma ile her seviyede gerçekleşene turnuvaların daha adil olarak eşleştirilmesine olanak tanır.

Sonuç olarak, hazırlanan algoritmanın teorik ve uygulamada turnuva eşleşmelerinde adil bir yöntem sunmaktadır. Gelecekte yapılacak çalışmalar ile daha da geliştirilebilir sonucuna varılmıştır.

KAYNAKÇA

- Alcalde, J. (1994). Exchange-proofness or divorce-proofness? Stability in one-sided matching markets. *Economic Design*, 1, 275–287.
- Aydın, H. K. (2024). *Çalışma belleğinin epizodik tampon bileşeninin alana özgü olan ve olmayan görevlerde satranç ustalarının hatırlama performansı üzerindeki etkisi*, (Doktora tezi), Erişim Adresi: <https://acikerisim.uludag.edu.tr/entities/publication/ced8b626-5b9d-4124-bb7b-757f336d55a0>
- Ben Dhahbi, A., Chargui, Y., Boulaaras, S. M., & Ben Khalifa, S. (2020). A one-sided competition mathematical model for the sterile insect technique. *Complexity*, 2020(1), 6246808, 1-11 doi:10.1155/2020/6246808.
- Bolt, D., Wang, Y. C., Meyer, R. H., & Pier, L. (2020). An IRT mixture model for rating scale confusion associated with negatively worded items in measures of social-emotional learning. *Applied Measurement in Education*, 33(4), 331–348. doi:10.1080/08957347.2020.1784322
- Breznik, K., & Batagelj, V. (2011). Fide chess network. *Austrian Journal of Statistics*, 40(4), 225-239.
- Chess.com. (2024). Chess.com. Erişim Adresi: <https://www.chess.com/>
- Csató, L. (2017). On the ranking of a Swiss system chess team tournament. *Annals of Operations Research*, 254(1), 17–36.
- Çuhalılar, U. (2021). *Öğrenci-okul eşleşme piyasası analizi ve eşleşme piyasası mekanizmaları algoritmaları* (Yüksek lisans tezi). Erişim Adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=674129>
- Dreżewski, R., & Wątor, G. (2021). Chess as sequential data in a chess match outcome prediction using deep learning with various chessboard representations. *Procedia Computer Science*, 192, 1760–1769.
- Dubins, L. E., & Freedman, D. A. (1981). Machiavelli and the Gale-Shapley algorithm. *The American Mathematical Monthly*, 88(7), 485-494.

- Edelkamp, S. (2021). ELO system for Skat and other games of chance. *arXiv*. doi:10.48550/arXiv.2104.05422
- Engin, M. B. (2024). *Satranç sporcularına müsabaka esnasında uygulanan transkraniyal doğru akım stimülasyonunun kalp atım hızı değişkenliği üzerine etkisinin incelenmesi* (Doktora tezi). Erişim adresi: <https://acikerisim.uludag.edu.tr>
- Erhan, E., Hazar, M., & Tekin, M. (2009). Satranç oynayan ve oynamayan ilköğretim öğrencilerinin problem çözme becerilerinin incelenmesi. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 11, 2-8.
- Ermiş, S. A., & Akyol, G. (2022). Satranç sporcularının satranç hakkındaki görüşleri: Nitel araştırma. *Türkiye Spor Bilimleri Dergisi*, 6(2), 104–117.
- Fan, K. (2016). *Using a rating system as an underlying item response theory model for EdQu's computerized adaptive testing system* (Yüksek lisans tezi). Erişim Adresi: <https://kth.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A940690&dswid=4493>
- Fédération Internationale des Échecs (FIDE). (2020). FIDE handbook. Erişim Adresi: <https://handbook.fide.com/>
- FIDE. (2024). FIDE handbook. Erişim Adresi: <https://handbook.fide.com/>
- Führlich, P., Cseh, Á., & Lenzner, P. (2022). Improving ranking quality and fairness in Swiss-system chess tournaments. In D. M. Pennock (Ed.), *Proceedings of the 23rd ACM Conference on Economics and Computation, 11-15 July 2022*, (pp. 1101–1102). Association for Computing Machinery. doi:10.1145/3490486.3538298
- Gale, D., & Shapley, L. S. (1962). College admissions and the stability of marriage. *The American mathematical monthly*, 69(1), 9-15.
- Girdler, T., & Vassilakis, V. G. (2021). Implementing an intrusion detection and prevention system using software-defined networking: Defending against ARP spoofing attacks and blacklisted MAC addresses. *Computers & Electrical Engineering*, 90, 106990, 8-11.

- Glickman, M. E., & Jones, A. C. (1999). Rating the chess rating system. *Chance*, 12(2), 21–28. doi:10.1080/09332480.1999.10542176
- Graepel, T., & Herbrich, R. (2006). Ranking and matchmaking. *Game Developer Magazine*, 25, 1-34.
- Howard, R. W. (2006). A complete database of international chess players and chess performance ratings for varied longitudinal studies. *Behavior Research Methods*, 38, 698–703.
- Hua, C. (2017). *The Swiss tournament model* (Doktora tezi). Erişim Adresi: <https://repository.upenn.edu/bitstreams/af5822f1-3b79-4132-b972-a1f5cd36a09f/download>
- Kahya, A. N. (2021). Wikipedia'daki verilere metin madenciliği yöntemlerinin uygulanması. *Eskişehir Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi Bilişim Dergisi*, 2(1), 11–14.
- Khder, M. A. (2021). Web scraping or web crawling: State of art, techniques, approaches and application. *International Journal of Advances in Soft Computing & Its Applications*, 13, 145-162.
- Klaassen, F. J., & Magnus, J. R. (2003). Forecasting the winner of a tennis match. *European Journal of Operational Research*, 148(2), 257-267.
- Krotov, V., & Tennyson, M. (2018). Research note: Scraping financial data from the web using the R language. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 15(1), 169-181.
- Lun, W., Li, Q., Zhu, Z., & Zhang, C. (2023). Routing strategies for isochronal-evolution random matching network. *Entropy*, 25(2), 363.
- McKinney, W. (2012). *Python for data analysis*. California: O'Reilly Media.
- Olesker-Taylor, S., & Zanetti, L. (2024). An analysis of Elo rating systems via Markov chains. *arXiv*. doi:10.48550/arXiv.2406.05869
- Pelánek, R. (2016). Applications of the Elo rating system in adaptive educational systems. *Computers & Education*, 98, 169-179.

- Podczeck, K., & Puzzello, D. (2012). Independent random matching. *Economic Theory*, 50, 1–29.
- Python, W. (2021). Python. *Python releases for windows*, 1-24.
- Rolon-Mérette, D., Ross, M., Rolon-Mérette, T., & Church, K. (2016). Introduction to Anaconda and Python: Installation and setup. *Quantitative Methods in Psychology*, 16(5), 3–11.
- Shlagi, I., Kanoria, Y., & Leshno, J. D. (2017). Unbalanced random matching markets: The stark effect of competition. *Journal of Political Economy*, 125(1), 69–98.
- Sismanis, Y. (2010). How I won the "chess ratings—ELO vs the rest of the world" competition. *arXiv*, 1-8. Erişim Adresi: <https://arxiv.org/abs/1012.4571>.
- şenyurt, B. S. (2018). Satranç ve ELO puanlama sistemi. Erişim adresi: <https://www.buraksenyurt.com/post/satranc-ve-ELO-puanlama-sistemi>
- Türkiye Satranç Federasyonu. (2014). İsviçre sistemi eşlendirme kuralları. Erişim Adresi: <https://www.tsf.org.tr/kaynaklar/belgeler/fide-kurallari>
- Ulfah, A., & Najiah, I. (2023). Implementasi web scraping pada situs jurnal Sinta menggunakan framework Selenium Webdriver Python. *JIKA*, 7(1), 29–36.
- Uludağ, K. (2018). *Satranç oynayan ve oynamayan üniversite öğrencilerinin DEHB ve suç davranışları açısından karşılaştırılması*. (Yüksek lisans tezi). Erişim Adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=tLQ8AA58UrMfmsvhYRWfIQ&no=nthVzyv7SmyfiP7PmXlKhA>
- Uzun, E., Yerlikaya, T., & Kirat, O. (2018). Comparison of python libraries used for web data extraction. *Journal of the Technical University at Plovdiv*, 24, 87-92.
- Ün, E. (2010). *Satranç eğitiminin, problem çözme yaklaşımları, karar verme ve düşünme stillerine etkisinin incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). Erişim Adresi: https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=f-Tae_JATyFxxXOuQLpx-w&no=tgPyuQsShWnwQ5yQgs2hFA
- Van Hecke, T. (2013). Monte-Carlo simulation of chess tournament classification systems. *Applied Mathematics*, 3(4), 128–131.

- Van Rossum, G., & Drake, F. L. (1995). Python library reference (Release 1.0.2). Reston, VA: Corporation for National Research Initiatives.
- Vaish, R., & Garg, D. (2017, August 19–25). Manipulating Gale-Shapley algorithm: Preserving stability and remaining inconspicuous. In *Proceedings of the 26th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI)* (pp. 437–443). doi:10.24963/ijcai.2017/62
- Vargün, A. (2017). *İşbirlikçi olmayan oyunlarda ve çift taraflı eşleşme problemlerinde yordamsal adalet üzerine bir çalışma* (Doktora tezi). YÖK Açık Bilim. Erişim Adresi: https://acikbilim.yok.gov.tr/bitstream/handle/20.500.12812/369421/yokAcikBilim_10176385.pdf
- Vargün, A., & Dalkılıç, M. E. (2018, 31 Ocak–2 Şubat). Çift taraflı kararlı eşleşme probleminde cinsiyet eşitlikçi çözüm üreten yeni bir algoritma. Aksoy, O. (Ed.) *20. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri, 31 Ocak–2 Şubat, bildiri kitabı* (s.252–255) içinde. Karabük Üniversitesi.