

Metasezgisel Optimizasyon Tekniklerine Spor Tabanlı Yeni Bir Yaklaşım: Lig Şampiyonası Algoritması

Harun BİNGÖL^{1*}, Bilal ALATAŞ²

¹Bingöl Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Bilgisayar Programcılığı Bölümü, 12000, Bingöl, TÜRKİYE

*harun_bingol@hotmail.com

²Fırat Üniversitesi, Yazılım Mühendisliği Bölümü, 23100, Elazığ, TÜRKİYE

(Geliş/Received: 16.02.2015; Kabul/Accepted: 20.03.2015)

Özet

Bilinen metasezgisel yöntemlerin çoğu biyoloji ve fizik tabanlıdır. Yakın zamanda, spor tabanlı bir arama ve optimizasyon algoritması olan Lig Şampiyonası Algoritması (LŞA) önerilmiştir. LŞA, genel optimizasyon için birkaç haftalık yapay bir ligde oynayan yapay takımlar içerisindeki bir şampiyonayı taklit eden popülasyon tabanlı meta sezgisel optimizasyon algoritmasıdır. Bu algorithmada, lig programına göre haftalık olarak mücadele edecek takım çiftlerine numara verilir ve oyunun sonucu kazanan veya kaybeden olarak belirlenir. Bir takımın oyunu kazanıp veya kaybetmesi Oyun Gücü ile yakından ilişkilidir. Takımlar ileri haftalarda gerçekleşecek olan oyunları kazanabilmek için mevcut takım oluşumlarını tüm sezonlar boyunca geliştirmeyi amaçlarlar. Bu çalışmada, LŞA detaylı olarak açıklanmış ve seçilen kalite testi fonksiyonlarındaki performansı karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Optimizasyon, Metasezgisel algoritmalar, Lig şampiyonası algoritması

Sports Based a Novel Approach to Metaheuristic Optimization Techniques: League Championship Algorithm

Abstract

Most of the known meta-heuristics methods are biology or physics-based. Recently, a sports-based search and optimization algorithm entitled League Championship Algorithm (LCA) has been proposed. LCA is a population-based, metaheuristic optimization algorithm that simulates a championship for a general optimization with artificial teams and artificial league for several weeks. In this algorithm, according to the league program, a number is given to the couple of teams that will match and the result of match is determined as loser or winner. Winning or losing the game is closely related to power of teams. Teams are intended to improve the formation of the current team throughout the season to win the game in the coming weeks. In this study, LCA is explained in detail and its performance has been comparatively examined in the selected benchmark functions.

Keywords: Optimization, Metaheuristic algorithms, League championship algorithm

1. Giriş

Optimizasyon algoritmalarının çoğu, sistemin modeli ve amaç fonksiyonu için matematiksel modellere ihtiyaç duymaktadır. Karmaşık sistemler için matematiksel modelin kurulması çoğu zaman zordur. Model kurulsa bile, çözüm zamanı maliyeti çok yüksek olduğundan kullanılamamaktadır. Klasik optimizasyon algoritmaları, büyük ölçekli kombinyonsal ve doğrusal olmayan problemlerde yetersizdir. Bu tür algoritmalar, verilen bir probleme bir çözüm algoritması uyarlamada etkin değildir. Bu da çoğu durumda, geçerliliğinin onaylanması zor olabilen bazı

varsayımları gerektirir. Genellikle klasik algoritmaların doğal çözüm mekanizmalarından dolayı, ilgilenilen problem algoritmanın onu idare edeceği şekilde modellenir. Klasik optimizasyon algoritmalarının çözüm stratejisi genellikle amaç ve sınırlayıcıların tipine (doğrusal, doğrusal olmayan vb.) ve problemi modellemede kullanılan değişkenlerin tipine (tamsayı, reel) bağlıdır. Bunların etkinliği aynı zamanda problem modellemede çözüm uzayı (konveks, konveks olmayan vb.), karar değişken sayısı ve sınırlayıcı sayısına oldukça bağlıdır. Diğer önemli bir eksiklik ise farklı tipte karar değişkenleri, amaç ve sınırlayıcıların olması durumunda genel çözüm stratejisi olarak

kullanılamamalarıdır. Yani çoğu algoritma belirli tipteki amaç fonksiyonu ya da sınırlayıcıların olduğu modelleri çözmektedir. Ancak çoğu yönetim bilimi, bilgisayar, mühendislik gibi bir çok farklı alandaki optimizasyon problemleri eşzamanlı olarak formülasyonlarında farklı tipteki karar değişkenleri, amaç fonksiyonu ve sınırlayıcıları gerektirir. Bu yüzden sezgisel optimizasyon algoritmaları önerilmiştir. Bunlar son yıllarda oldukça popüler yöntemler haline gelmiştir çünkü bunların hesaplama gücü iyidir ve dönüşümleri kolaydır. Yani tek amaç fonksiyonlu bir problem için yazılmış bir sezgisel program, kolaylıkla çok amaçlı bir probleme ya da farklı bir probleme uyarlanabilmektedir [1].

Genel amaçlı sezgisel yöntemler; biyolojik tabanlı, fizik tabanlı, sosyal tabanlı, müzik tabanlı, spor tabanlı ve kimya tabanlı olmak üzere çeşitli gruplara ayrılmaktadır. Ayrıca bunların birleşimi olan melez yöntemler de vardır. Genetik algoritma, diferansiyel gelişim algoritması ve karınca koloni algoritmaları biyolojik tabanlı, ısıtma işlem algoritması ve elektromanyetizma algoritması fizik tabanlı, tabu arama sosyal tabanlı, yapay kimyasal reaksiyon optimizasyon algoritması kimya tabanlı, armoni arama algoritması müzik tabanlı algoritma ve modellerdir. Her ne kadar literatüre kazandırılmış çok başarılı algoritmalar ve teknikler geliştirilmiş olsa da; bilimsel alanda sürekli iyileşme ve daima daha iyiyi arama felsefesi altında yeni tekniklerin tasarlanması, geliştirilmesi ve uygulanması önemli bir görevdir. Ayrıca tüm problemler için en iyi sonucu veren algoritma henüz tasarlanmadığından sürekli, yeni metasezgisel algoritmalar önerilmekte ya da var olanların daha etkili çalışması için öneriler sunulmaktadır. Son yıllarda bu bilinçle araştırmacılar, yeni metasezgisel yöntemleri başarılı bir şekilde literatüre kazandırmışlar ve başarılı uygulamalar gerçekleştirmişlerdir.

Lig Şampiyonası Algoritması (LŞA) da yakın zamanda Ali Husseinzadeh Kashan tarafından önerilmiş en güncel ve birkaç haftalık yapay bir ligde oynayan yapay takımlar içerisindeki bir şampiyonayı taklit eden spor tabanlı tek metasezgisel yöntemdir [2]. Bu algoritmada, lig programına göre haftalık olarak mücadele edecek takım çiftlerine numara verilir

ve oyunun sonucu kazanan veya kaybeden olarak belirlenir. Bir takımın oyunu kazanıp veya kaybetmesi oyun gücü ile yakından ilişkilidir. Takımlar ileri haftalarda gerçekleşecek olan oyunları kazanabilmek için mevcut takım oluşumlarını tüm sezonlar boyunca geliştirmeyi amaçlamaktadır.

Bu makalenin organizasyonu şu şekildedir. İkinci bölümde LŞA'nın metodolojisi geniş bir şekilde açıklanarak SWOT analizi hakkında bilgi verilmiş, LŞA'nın sözde kodu yazılmış, akış diyagramı gösterilmiş ve son olarak LŞA'nın terminolojisinden bahsedilmiştir. Üçüncü bölümde, Rastrigin, Sphere, Rosenbrock, Griewank, Ackley fonksiyonları ile LŞA test edilmiştir. Algoritmanın başarımı optimizasyon öncesi ve sonrası durumlarını gösteren şekiller vasıtası ile verilmiştir. Dördüncü bölümde ise sonuç olarak LŞA'nın hangi tür problemlerde kullanılacağı ve sonraki çalışmalarda neler yapılabileceği hakkında görüşler sunulmaktadır.

2. Lig Şampiyonası Algoritmasının Metodolojisi

LŞA birkaç haftalık yapay bir ligde spor takımlarının rekabetini taklit eder. Haftalık lig programına bağlı olarak çiftler halindeki takımlar arasındaki maçların sonuçları kazanan veya kaybeden olarak belirlenir. Her takım tarafından geliştirilmesi amaçlanan takım oluşturma ile oyun gücünün artırılması hedeflenmiştir [2].

Şampiyona sezon sonuna kadar devam etmekte ve takımlar ilerleyen haftadaki maçları kazanabilmek için takım oluşumlarını ve oyun stillerini önceki hafta maçlarını izleyerek, ihtiyaç duydukları değişiklikleri gerçekleştirirler.

Bir sonraki haftada mücadele için yeni bir çözüm oluşturmak amacıyla ihtiyaç duyulan değişiklikleri; her takım yapay bir maç analizini kullanarak, oyun sitilinde önceki hafta maçlarını izleyerek kendi ihtiyaç duyduğu değişiklikleri gerçekleştirir. Şampiyona sezon bitinceye kadar devam eder. Oyuncuların sezon sonu transferlerinin modellenmesine dayalı eklenebilir olan transfer modülü, algoritmanın global yakınsamasını arttırmak için geliştirilmiştir. LŞA bireylerin karşılaştırılmasına odaklanıp, içeriye ve dışarıya doğru arama fikrini etkileyerek kazanacak veya kaybedecek bireyleri belirler. Böyle bir mekanizma; daha iyi çözümün (takım)

kazanma oranının, zayıf çözümlerin kazanma oranından daha büyük olmasını garanti eder. Bu yüzden arama doğrultusunun kazanana doğru yaklaşması ve kaybedenden de uzaklaşması beklenir [2].

LŞA tarafından kullanılan yapay maç analizinde 6 kural belirtilmiştir;

1- Oyun gücü daha iyi olan bir takım büyük ihtimalle oyunu kazanır. Oyun gücü terimi bir takımın başka bir takımı yenme yeteneği olarak ifade edilir.

2- Bir oyunun sonucu; takımların oyun güçleri tam olarak önceden bilinmesiyle tahmin edilemez.

3- i takımının; j takımını yenme olasılığı hesabında, her iki takımın görünüşe göre eşit olacağı varsayılır.

4- Oyun sonucu yalnızca kazanma veya kaybetmedir.

5- i takımı; j takımını yendiği zaman, “ i takımının” kazanmasına yardımcı olan her güçlü yön “ j takımının” kaybetmesine sebep olan bir zayıflıktır. Diğer bir deyişle her zayıflık belirli olan güçlü yönlerin azalmasıdır.

6- Takımlar gelecekteki diğer maçlarla ilgilenmeksizin sadece ilerleyen maçlara odaklanırlar. Oluşum (formasyon) ayarları sadece bir sonraki hafta meydana gelecek olaylara dayanmaktadır.

Bir maçla ilgili kendi takımınız veya karşı takımın performanslarıyla ilgili veriler üzerine oyunculara geri besleme sunarak maçın yeniden inşa edilmesi maç analizi için hayati derecede önemlidir. Geri besleme ile önceki maç bilgileri kullanılarak sonraki maç veya ileriki maçların inşası gerçekleştirilebilir [2-6].

2.1. SWOT analizi

S (Güçlü Yönler), W (Zayıf Yönler), O (Fırsatlar), T (Tehditler); İngilizce olan kelimelerinin baş harflerinden oluşan bir analiz türüdür. Burada genellikle S ve W dahili, T ve O ise harici etkiye sahiptir.

SWOT'un tanımlanması gerekmektedir. Çünkü belirlenen amacın başarıya ulaşması için süreç planlamasında takip edilen adımlar, ancak SWOT yardımıyla çıkartılabilir. SWOT analizinin güçlü olan yönü; dahili ve harici faktörleri karşılaştırmasından ortaya çıkar.

Stratejik alternatifler için karşılaştırmanın 4 temel kategorisi dikkate alınmalıdır:

S/T Eşleştirmesi: Rakiplerden aldığı önemli tehditlerin ışığında takımın gücünü gösterir. Böyle tehditleri etkisiz hale getirmek veya önlemek için takım kendi gücünü kullanır.

S/O Eşleştirmesi: Gücü ve fırsatları gösterir. Takım fırsatlardan faydalanmak için bu gücü kullanmaya kalkışabilir.

W/T Eşleştirmesi: Takımın var olan tehditlere karşı zayıf yönlerini gösterir. Takım tehditlerden kaçınmak ve zayıf yönlerini minimize etmek için harekete geçmek zorundadır. Böyle stratejiler genellikle defansiftir.

W/O Eşleştirmesi: Önemli fırsatlar ile zayıf örnekler çiftleştirilir. Bu takım, fırsatların yaratmış olduğu avantajlardan yararlanılarak kendinde bulunan zayıf yönlerin üstesinden gelmelidir.

l = Lig programına göre bir sonraki hafta yani $(t+1)$. haftada “ i takımı” ile maç yapacak olan takımı ifade eder ve $(i = 1, \dots, L)$ takımın indisini belirtir.

j = Lig programına dayanarak t . haftada “ i takımı” ile maç yapmış olan takımın indisidir.

k = Lig programına dayanarak t . haftada “ l takımı” ile maç yapmış takımın indisidir.

Bu bilgiler ışığında, yapılmış olan maçların kazanma ve kaybetme durumlarına göre “ i takımı” ve “ l takımı” arasında yapılacak olan maçta takımlar oluşturulurken Tablo 1'deki SWOT durumları dikkate alınmalıdır.

LŞA ile matematiksel olarak yapay maç analizi modellemek ve arama uzayında yeni çözüm oluşturmak amacıyla, dört adet denklem kullanılır. Bu denklemler ilerletmek; kuvvetlendirme ve çeşitlilik arasındaki bir denge geliştirmekle yakından ilişkilidir. Birçok algoritmada olduğu gibi sadece çözüm uzayında daha iyi çözümlere yaklaşmak için bir çözüme izin vermenin aksine, LŞA kötü çözümlerden uzaklaşmaya da izin verir. Oyun gücü ile maç sonucu arasında doğrusal bir ilişki olduğu bilinmektedir. Şekil 1'de algoritmanın sözde kodu, Şekil 2'de ise akış diyagramı gösterilmiştir [2-7].

Sırasıyla takım i , j ve k 'nın t . haftadaki ilişkili oldukları takım oluşumları; X_i^t , X_j^t , X_k^t olmaktadır.

$X_k^t - X_i^t$ ise i ve k takımlarının oyun stilleri arasındaki boşluğu belirtir ve “ k takımının güçlü yönleri üzerine odaklanması” olarak anlaşılır. Bu durumda k takımı l takımıyla oynamış olduğu oyunu kazanacak ve l 'yi yenecektir. Burada uygun olan, t . haftadaki k takımının uyguladığı gibi benzer bir oyun stilini i takımı için tasarlamak olacaktır (karşı atak veya yüksek baskılı defans gibi).

$X_i^t - X_k^t$ ise benzer şekilde “ k takımının zayıf yönleri üzerine odaklanması” olarak anlaşılmaktadır. Burada ise k takımının uyguladığı oyun stilinden oldukça uzaklaşmak olabilir şeklinde yorumlayabiliriz. Benzer şekilde, $X_i^t - X_j^t$ ve $X_j^t - X_i^t$ yorumlanabilir.

Takım oyunları göz önünde tutularak şimdiki en iyi oluşumlara (zamanla uygun olan bulunarak) dayanarak maç analizi tarafından tavsiye edilen ve ihtiyaç duyulan değişiklikler için, aşağıdaki denklemlerden bir tanesini ($t+1$). hafta ve i takımı için kullanabiliriz.

$X_i^{t+1} = (X_{i1}^{t+1}, X_{i2}^{t+1}, \dots, X_{in}^{t+1})$ ve i ($i = 1, \dots, L$) takımların t . haftada maç sonuçlarına göre bir sonraki ($t+1$). hafta yapacakları maç için oluşturacakları takımda SWOT analizine göre hangi stratejiyi kullanacaklarına dair şartlı ifadeler aşağıda belirtildiği gibi Tablo1'de de gösterilmiştir.

y_{id}^t rassal olarak seçilen ve 0 ve 1 sayılarından oluşmaktadır. X_{id}^{t+1} 'nin b_{id}^t 'den farklı olup olmadığını göstermektedir. $y_{id}^t = 1$ olması sadece farklılıklar için izin verilir. $y_i^t = (y_{i1}^t, y_{i2}^t, \dots, y_{in}^t)$ ikili değişken dizisidir ve yit'lerdeki 1'lerin sayısı q_i^t 'ye denktir.

Bir takımda antrenörün, takımın birçoğunu veya tümünü değiştirmesi alışlagelmiş bir durum değildir. Genellikle küçük değişiklikler tavsiye edilmektedir. Bu benzetmeye göre B_i^t de yapılan değişikliklerin sayısı da küçük olmalıdır.

Değişikliklerin sayısını benzetmek için geometrik muhtemel dağılım kullanılabilir.

Geometrik yuvarlama dağılımı kullanılıp değişikliklere küçük oranlar vererek daha önemli dinamik değişikliklere sahip bir dizi elde edilebilir.

$$q_i^t = \left\lceil \frac{\ln(1-(1-(1-P_c)^{n-q_0+1})r)}{\ln(1-P_c)} \right\rceil + q_0 - 1$$

$$q_i^t \in \{q_0 | q_0 + 1, \dots, n\} \quad (1)$$

$P_c < 1$, $P_c \neq 0$ olmak kaydıyla kontrol parametreleridir.

q_0 ise yapay maç analizi sırasında gerçekleştirilen en küçük değişiklik sayısıdır. Testler sırasında denklem (1)'de hesaplanması gereken q_0 değeri 1 olarak kabul edilmiştir.

P_c yuvarlanmış geometrik dağılımda başarının imkanı olarak bilinmektedir. P_c 'nin en büyük değeri ile değişikliklerin en küçük sayısı tavsiye edilmektedir [2-6].

If i takımı ve l takımı maçları kazanmış ise

S/T stratejisine dayalı yeni oluşum geliştirilir.

(S/T Denklemi):

$$X_{id}^{t+1} = b_{id}^t + y_{id}^t (\Psi_1 r_{1id}(X_{id}^t - X_{kd}^t) + \Psi_1 r_{2id}(X_{id}^t - X_{jd}^t))$$

$$d=1, \dots, n$$

Else If i takımı kazanmış, l takımı kaybetmiş ise **S/O stratejisine** dayalı yeni oluşum geliştirilir.

(S/O Denklemi):

$$X_{id}^{t+1} = b_{id}^t + y_{id}^t (\Psi_2 r_{1id}(X_{kd}^t - X_{id}^t) + \Psi_1 r_{2id}(X_{id}^t - X_{jd}^t))$$

$$d=1, \dots, n$$

Else If i takımı kaybetmiş, l takımı kazanmış ise **W/T stratejisine** dayalı yeni oluşum geliştirilir.

(W/T Denklemi):

$$X_{id}^{t+1} = b_{id}^t + y_{id}^t (\Psi_1 r_{1id}(X_{id}^t - X_{kd}^t) + \Psi_2 r_{2id}(X_{id}^t - X_{jd}^t))$$

$$d=1, \dots, n$$

Else If i takımı ve l takımı kaybetmiş ise

W/O stratejisine dayalı yeni oluşum geliştirilir.

(W/O Denklemi):

$$X_{id}^{t+1} = b_{id}^t + y_{id}^t (\Psi_2 r_{1id}(X_{kd}^t - X_{id}^t) + \Psi_1 r_{2id}(X_{id}^t - X_{jd}^t))$$

$$d=1, \dots, n$$

End If [2]

Tablo 1. Yapay maç analizinden elde edilen sözsöz SWOT matrisi [2]

	S/T Strateji (i kazandı, l kazandı)	S/O Strateji (i kazandı, l kaybetti)	W/T Strateji (i kaybetti, l kazandı)	W/O Strateji (i kaybetti, l kaybetti)
S	i takımı kendi gücüne (veya j 'nin zayıflığına) odaklanır	i takımı kendi gücüne (veya j 'nin zayıflığına) odaklanır	---	---
W	---	---	i takımı kendi zayıflığına (veya j 'nin gücüne) odaklanır	i takımı kendi zayıflığına (veya j 'nin gücüne) odaklanır
O	---	l 'nin zayıflığına (veya k 'nin gücüne) odaklanır	---	l 'nin zayıflığına (veya k 'nin gücüne) odaklanır
T	l 'nin gücüne (veya j 'nin zayıflığına) odaklanır	---	l 'nin gücüne (veya j 'nin zayıflığına) odaklanır	---

2.2. LŞA'nın sözde kodu

Spor tabanlı LŞA'nın genel optimizasyon için sözde kodu Şekil 1'deki gibi tanımlanmış olup, akış diyagramı ise Şekil 2'de gösterilmiştir.

```

1  Lig boyutu (L), sezon sayısı (S) ve kontrol parametrelerinin hazırlanması;
   t = 1;
2  Lig programının oluşturulması
3  Rastgele her bir takım oluşumu ile birlikte oyun gücü belirlenmesi ile
   takım oluşumu (formasyon) başlatılır. Ayrıca başlangıç durumları
   takımların şimdiki en iyi oluşumu olmaktadır
4  While t <= S × (L - 1)
       t haftalık lig programına dayalı oyun gücü kriteri esas
5  alınarak her bir takım çifti arasında kazanan ve kaybedenin belirlenmesi
6
7       t = t+1
       For i = 1 to L
8           i takımı için yeni oluşum kurulurken; takımın şimdiki
           mevcut olan en iyi oluşumu ile geçen haftaki maçları göz önünde
           bulundurulur. Oluşum sonuçlarına göre oyun güçleri değerlendirilir.
9
           If yeni oluşum en uygun olan ise (yani bu yeni çözüm,
           popülasyonun i. bireyinin şimdiye kadar ulaştığı en iyi çözümdür),
           gelecekte takımların şimdiki en iyi oluşumları olarak şimdiki oluşumları
           dikkate alınacaktır.
10
11           End For
           If mod(t, L-1) = 0
12               Lig programının oluşturulması
13           End If
14 End While [4]

```

Şekil 1. LŞA'nın sözde kodu

2.3. LŞA'nın akış diyagramı

Bir takımın oyun gücü ve oyunun sonucu arasında doğrusal bir ilişki olduğu varsayıldığından ötürü, takımların oyun güçleri orantılıdır ve her takımın oyunu kazanma şansı vardır (Kural 2).

t haftada i takımı ile j takımı arasındaki mücadele dikkate alınır;

X_i^t ve X_j^t oluşumları ve $f(X_i^t)$ ve $f(X_j^t)$ ise oyun güçleri göstermektedir.

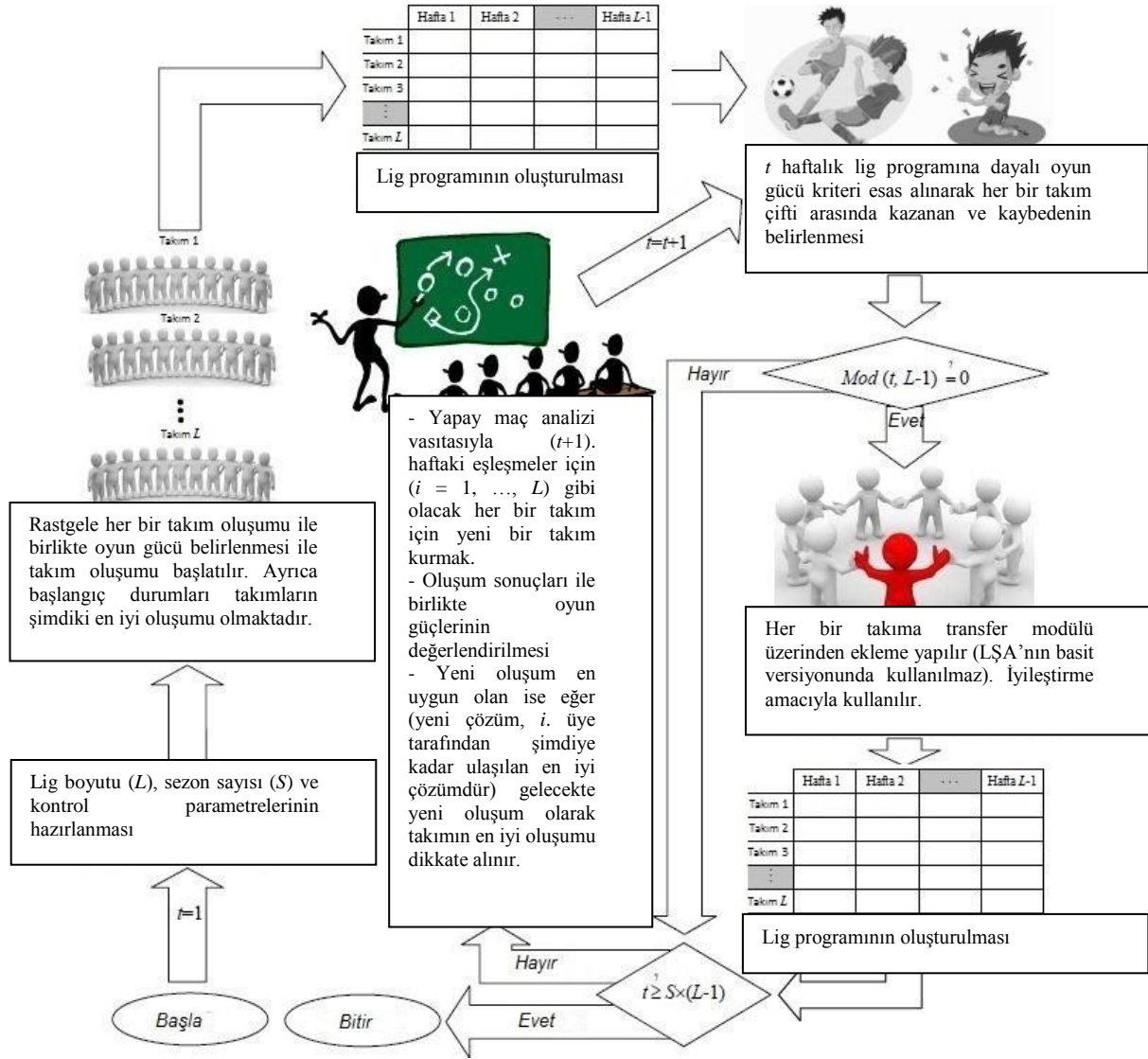
$B_i^t = (b_{i1}^t, b_{i2}^t, \dots, b_{in}^t)$ olarak t hafta'ya kadar i takımı tarafından oluşturulan şimdiye kadar olan en iyi deneyimi göstermektedir ve bu da en verimli oyun gücü anlamına gelmektedir. B_i^t 'yi belirlemek için $f(X_i^t)$ ve $f(B_i^{t-1})$ 'in değerlerine dayanarak X_i^t ve B_i^{t-1} arasında aç gözlü seçim çalıştırılmaktadır.

P_i^t ise i takımının j takımını t haftasında yenme şansını göstermektedir. P_i^t de benzer şekilde tanımlanmıştır. Ayrıca f^* ideal bir değerdir.

Kural 1'e dayanarak şu şekilde denklemi yazabiliriz.

$$\frac{P_j^t}{P_i^t} = \frac{f(X_i^t) - f^*}{f(X_j^t) - f^*} \quad (2)$$

Denklem (2)'ye göre kazananın (i veya j) değişmesini beklemek uygun bir takımda şimdiki oyun gücü ile ideal güç arasındaki farkın orantısıdır. Her takımın kazanma oranı belirlenebilir. Kendi uzaklıkları ile ortak bir referans noktasına olan uzaklığın orantısına dayalı olarak belirlenebilir.



Şekil 2. Lig şampiyonası algoritmasının akış diyagramı [2]

$$P_i^t + P_j^t = 1 \quad (3)$$

Yukarıda verilen denklem (3) yardımı ile denklem (4) elde edilir.

$$P_i^t = \frac{f(X_j^t) - \wedge_f}{f(X_j^t) + f(X_i^t) - 2 \wedge_f} \quad (4)$$

Kazanan ve kaybedenin belirlenmesi için rastgele 0 ile 1 arasında r sayısı oluşturulur. Eğer bu sayı P_i^t 'den küçük veya eşit ise i takımı kazanır ve j takımı kaybeder. Eğer $f(X_i^t)$; $f(X_j^t)$ 'ye yaklaşıyorsa P_i^t de 0.5'e yaklaşabilir. Buna ilaveten $f(X_j^t)$, $f(X_i^t)$ 'den çok büyük olursa ($f(X_j^t) \gg f(X_i^t)$), P_i^t de 1'e yaklaşır [2].

2.4. LŞA'nın terminolojisi

LŞA'da mecazi olarak kullanılan gerçek hayattaki takım oyunları için ortak olan terimler bu bölümde açıklanmaktadır.

Spor Ligi:

Spor ligi, özel bir sporda çok sayıda takımın yarışması için düzenlenmiş bir rekabete imkan sağlar. Lig bireysel sporların olmadığı takım sporlarını kapsayan mücadeleleri sunmak için genellikle kullanılmakta ve bir lig şampiyonasında birçok yolla mücadele olabilmektedir. Her takım Round-Robin turnuvasında belli sayıda zaman aralığında diğer her bir takım ile oynayabilir.

Örneğin 4 takım için planlanan bir lig programı toplam takım sayısından bir eksik sayıda hafta içerir ve takımların hangi hafta hangi takımla maç yapacağı, ilk takım sabit tutularak diğer takımlar saat yönünde dönülerek Tablo 2’de gösterildiği gibi belirlenmektedir. 1. hafta, 1. takım ile 4. takım maç yapacak ve 2. takım ile 3. takım maç yapacaktır. Aynı şekilde 2. hafta, 1. takım ile 3. takım, 4. takım ile 2. takım maç yapacaktır. Dikkat edilirse burada 1. takım sabit kalarak diğer takımlar saat yönünde dönmüş ve başlangıç durumuna gelince sezon sona ermiştir.

Tablo 2. Lig programı oluşumu

1. Hafta		2. Hafta		3. Hafta	
1	2	1	4	1	3
4	3	3	2	2	4

Temel amaç; kazanma, kaybetme veya beraberlik durumunda ödül olarak belli bir puanlamayı içeren puanlama sistemine dayanarak şampiyon olan en iyi takımı kurmaktır [2].

Oluşum (Formasyon):

Normal olarak her takım bir oyun stiline sahiptir ve bu, takım oluşumu yolu ile oyun esnasında gerçekleştirilebilmektedir. Oluşum, oyun alanında oyuncuların pozisyonlarına dayanarak dağılımı tanımlayan özel bir yapıya sahiptir.

Örneğin, futbolda en yaygın oluşum 4-4-2, 4-3-3, 3-2-3-2, 5-3-2 ve 4-5-1 gibi görülmektedir. Farklı oluşumlar bir takımın daha atak veya defansif oynamak isteyip istemediğine bağlı olarak oluşturulabilir. Her takım en iyi oluşumun peşinden sürekli koşar ve bu oyuncular ile antrenörün uyumuna da bağlıdır [2].

Maç Analizi:

Yarışma esnasında meydana gelen olaylardaki davranışların incelenmesini içermektedir. Maç analizinin amacı; takımımızın performansı için birisinin gözlemleriyle güçlü yönlerini tanımlayarak, sonraki oyunları inşa edebilmek ve zayıf yönleri tanımlayarak ta kendini geliştirmek için bu alanda öneriler sunmaktır.

Aynı şekilde bir antrenör karşı takımın performansını analiz ederek elde ettiği bu verileri kullanarak güçlü yönlerini rakip takım için bir tehdit ve zayıf yönlerini ise kapatmaya çalışarak

karşı takım için fırsatların önüne geçmeye amaçlar. Bir maçla ilgili kendi takımınız veya karşı takımın performanslarıyla ilgili veriler üzerine oyunculara geri besleme sunarak maçın yeniden inşa edilmesi, maç analizi için hayati derecede önemlidir.

Geri besleme; önceki maç, sonraki maç veya ileriki maçların inşası için önemlidir [2].

Transfer:

Her sezon sonunda takımlar önceki sezon göstermiş oldukları performansları gözden geçirir ve çeşitli bir takım değişiklikleri gerçekleştirirler. Bu değişiklikler antrenörlük biçimi, oyuncuların değişimi ve hatta yönetim heyetindekileri kapsar. Bir transfer kulüpler arası bir oyuncunun taşınması hareketine denilmektedir. Bu bir takımdan başka bir takıma bir oyuncunun transferini gösterir [2]. Tablo 3’te, evrimsel terminoloji ile spor terminolojisinin karşılıklı olarak aynı anlama gelen terimleri gösterilmiştir.

Tablo 3. Karşılıklı deyimler

	Spor Terminolojisi (LŞA)	Evrimsel Terminoloji
1	Lig	Popülasyon
2	Hafta	İterasyon
3	<i>i</i> takımı	Popülasyonun <i>i</i> . üyesi
4	Formasyon (Oluşum)	Çözüm
5	Oyun Gücü	Uygunluk Değeri
6	Sezon Sayısı	Maksimum İterasyon

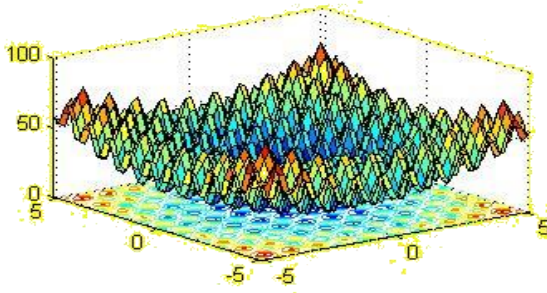
3. LŞA’nın Kalite Testi Fonksiyonlarına Uygulanması

Matematiksel fonksiyonlara bağlı iyi tanımlanmış kalite testi fonksiyonları, optimizasyon yöntemlerinin performanslarını ölçmek ve test etmek için kullanılabilir. Bu kalite testi fonksiyonlarının doğası, karmaşıklığı ve diğer özellikleri tanımlarından kolaylıkla elde edilebilmektedir. Çoğu kalite testi fonksiyonların zorluk dereceleri parametrelerinin değiştirilmesiyle ayarlanabilir

Bu bölümde problem boyutu 2 olan, çözüme yaklaşma ve çözümden uzaklaşma katsayıları 1 olan, lig boyutu 10, sezon sayısı 50 olan ve en son uygunluk değeri üzerinden global minimuma yaklaşmayı deneyen bir LŞA modeli üzerinde aşağıda belirtilen kalite testi fonksiyonları denenip sonuçları gösterilecektir.

3.1. Rastrigin fonksiyonu

Rastrigin fonksiyonu içerisinde birden fazla lokal minimumu içeren ve bu yüzden de optimizasyon tekniklerinin performansını ölçmek için kullanılabilir ideal bir test fonksiyonu ve problemdir. Fonksiyonun global minimumu iki boyutlu uzay için $[0, 0]$ noktasıdır ve bu noktada $f(x) = 0$ 'dır. Üç boyutlu uzay için ise $[0, 0, 0]$ noktasıdır. Diğer bir deyişle boyut ne olursa olsun merkez nokta global minimumdur [8]. Formülü ise denklem (5)'te verilmiştir. Şekil 3'te fonksiyonun grafiği belirtilmiştir. Tablo 4'te Rastrigin fonksiyonuna ait olan optimum sonuç ile LŞA uygulandıktan sonra elde edilen sonuçlar verilmektedir.



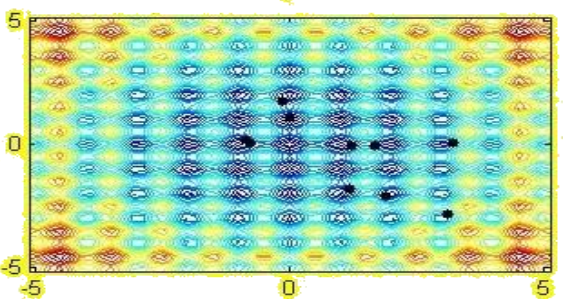
Şekil 3. Rastrigin fonksiyon grafiği

$$f(x) = An + \sum_{i=1}^n [(x_i^2 - A \cos(2\pi x_i))] \quad (5)$$

$x_i \in [-5.12, 5.12]$

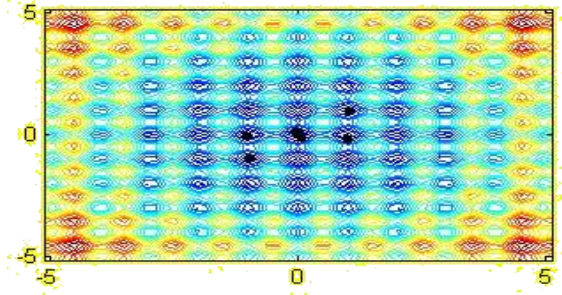
Tablo 4. Rastrigin test sonuçları

Elde Edilen Çözüm	Optimum Çözüm
$x_1 = -6.976124e-02$	$x_1 = 0$
$x_2 = -1.319233e-02$	$x_2 = 0$
$f(x) = 9.847269e-01$	$f^*(x) = 0$



Şekil 4. Rastrigin için LŞA öncesi görünüm

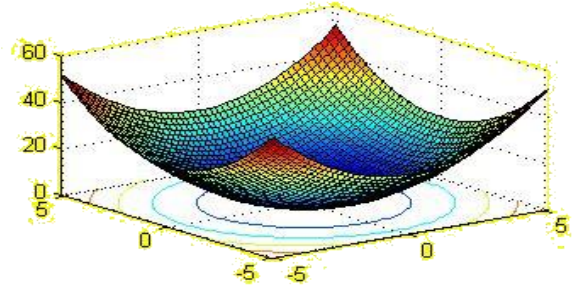
Başlangıç formasyonu Şekil 4'te gösterilmiştir. 50 iterasyon sonucu elde edilen formasyon ise Şekil 5'te gösterilmiştir.



Şekil 5. Rastrigin için LŞA sonrası görünüm

3.2. Sphere fonksiyonu

Sphere kareler toplamını maksimize etmeye çalışmaktadır ve formülü denklem (6)'da verilmiştir. Şekil 6'da fonksiyonun grafiği belirtilmiştir. Tablo 5'te Sphere fonksiyonuna ait olan optimum sonuç ile LŞA uygulandıktan sonra elde edilen sonuçlar verilmektedir.

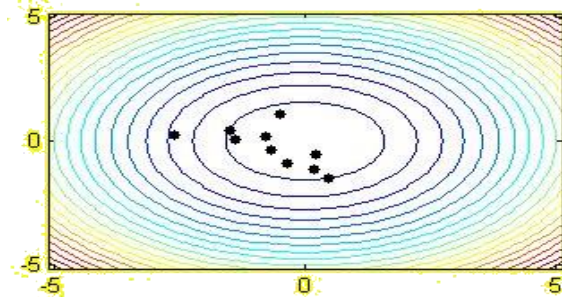


Şekil 6. Sphere fonksiyon grafiği

$$f(x) = \sum_{i=1}^n (x_i^2) \quad x_i \in [-5.12, 5.12] \quad (6)$$

Tablo 5. Sphere test sonuçları

Elde Edilen Çözüm	Optimum Çözüm
$x_1 = -4.808068e-04$	$x_1 = 0$
$x_2 = 1.689861e-03$	$x_2 = 0$
$f(x) = 3.086805e-06$	$f^*(x) = 0$

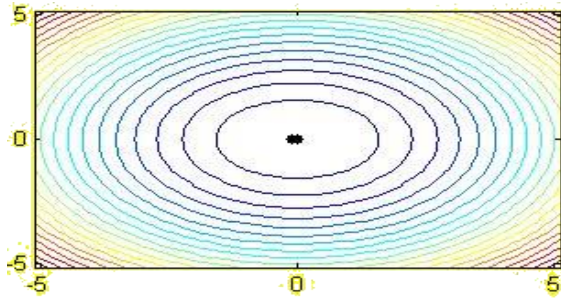


Şekil 7. Sphere için LŞA öncesi görünüm

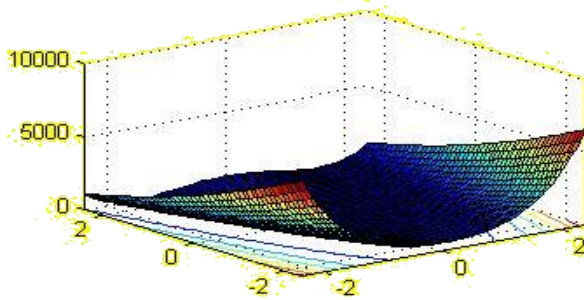
Başlangıç formasyonu Şekil 7'deki gibidir. 50 iterasyon sonucu elde edilen formasyon ise Şekil 8'de gösterilmiştir.

3.3. Rosenbrock fonksiyonu

Yakınsaması zor, bir global minimumu olan Rosenbrock fonksiyonu denklem (7)'de verilmiştir. Bu fonksiyona ait grafik ise Şekil 9'da görülmektedir. Tablo 6'da Rosenbrock fonksiyonuna ait olan optimum sonuç ile LŞA uygulandıktan sonra elde edilen sonuçlar verilmektedir.



Şekil 8. Sphere için LŞA sonrası görünüm



Şekil 9. Rosenbrock fonksiyon grafiği

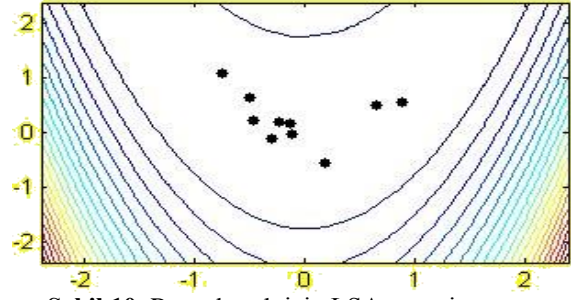
$$f(x) = \sum_{i=1}^{n/2} [100(x_{2i-1}^2 - x_{2i})^2 + (x_{2i-1} - 1)^2]$$

$$x_i \in [-2.39, 2.39] \quad (7)$$

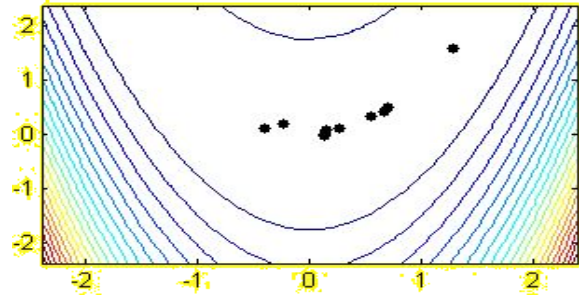
Tablo 6. Rosenbrock test sonuçları

Elde Edilen Çözüm	Optimum Çözüm
$x_1 = 6.583605e-01$	$x_1 = 1$
$x_2 = 4.307335e-01$	$x_2 = 1$
$f(x) = 1.174493e-01$	$f^*(x) = 0$

Başlangıç formasyonu Şekil 10'da gösterilmiştir. 50 iterasyon sonra elde edilen formasyon ise Şekil 11'de gösterilmiştir.



Şekil 10. Rosenbrock için LŞA öncesi görünüm



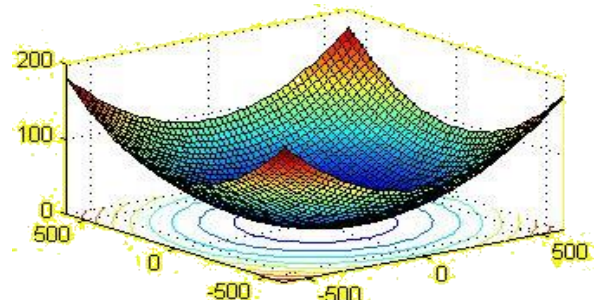
Şekil 11. Rosenbrock için LŞA sonrası görünüm

3.4. Griewank fonksiyonu

Griewank fonksiyonu, optimizasyon fonksiyonlarının yakınsamasını test etmek için yaygın şekilde kullanılan bir fonksiyondur [9]. Formülü denklem (8)'de verilmiştir. Şekil 12'de fonksiyonun grafiği belirtilmiştir. Tablo 7'de Griewank fonksiyonuna ait olan optimum sonuç ile LŞA uygulandıktan sonra elde edilen sonuçlar verilmektedir.

$$f(x) = 1 + \frac{1}{4000} \sum_{i=1}^n x_i^2 - \prod_{i=1}^n \cos \frac{x_i}{\sqrt{i}}$$

$$x_i \in [-600, 600] \quad (8)$$

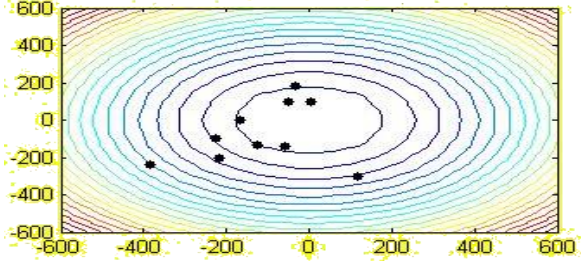


Şekil 12. Griewank fonksiyon grafiği

Tablo 7. Griewank test sonuçları

Elde Edilen Çözüm	Optimum Çözüm
$x_1 = -1.897935e+01$	$x_1 = 0$
$x_2 = 5.333102e-01$	$x_2 = 0$
$f(x) = 1.682114e-01$	$f^*(x) = 0$

Başlangıç formasyonu Şekil 13'te gösterilmiştir. 50 iterasyon sonra elde edilen formasyon ise, Şekil 14'te gösterilmiştir.

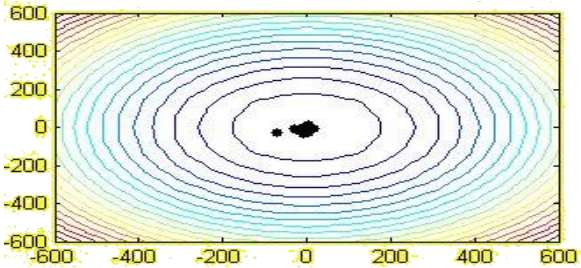


Şekil 13. Griewank için LŞA öncesi görünüm

3.5. Ackley fonksiyonu

Yaygın şekilde kullanılan test fonksiyonlarından Ackley fonksiyonunun formülü denklem (9)'da verilmiştir. Şekil 15'te fonksiyonun grafiği belirtilmiştir. Tablo 8'de Ackley fonksiyonuna ait olan optimum sonuç ile LŞA uygulandıktan sonra elde edilen sonuçlar verilmektedir.

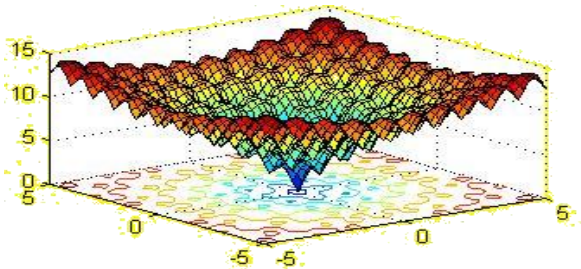
$$f(x) = -20 \exp\left(-0.2 \sqrt{0.5 \left(\sum_{i=1}^n x_i^2\right)}\right) - \exp\left(0.5 \left(\sum_{i=1}^n \cos(2\pi x_i)\right)\right) + e + 20 \quad x_i \in [-5, 5] \quad (9)$$



Şekil 14. Griewank için LŞA sonrası görünüm

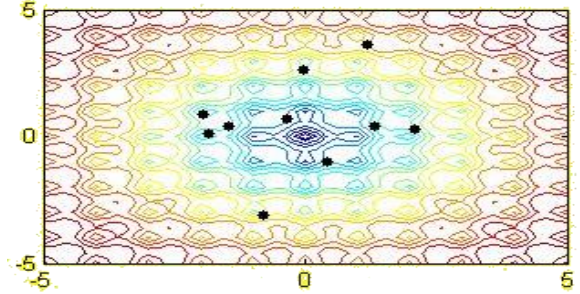
Tablo 8. Ackley test sonuçları

Elde Edilen Çözüm	Optimum Çözüm
$x_1 = -2.453112e-03$	$x_1 = 0$
$x_2 = 8.830690e-04$	$x_2 = 0$
$f(x) = 7.555316e-03$	$f^*(x) = 0$

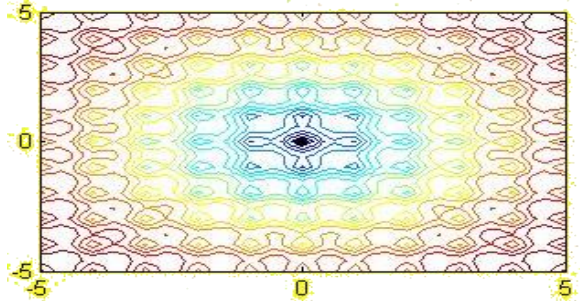


Şekil 15. Ackley fonksiyon grafiği

Başlangıç formasyonu Şekil 16'da gösterilmiştir. 50 iterasyon sonucu elde edilen formasyon ise Şekil 17'de gösterilmiştir.



Şekil 16. Ackley için LŞA öncesi görünüm



Şekil 17. Ackley için LŞA sonrası görünüm

4. Sonuçlar

LŞA birkaç haftalık yapay bir ligde spor takımlarının rekabetini taklit eden en yeni sezgisel arama ve optimizasyon yöntemlerinden biridir. Özellikle spor tabanlı olması, diğer metasezgisel yöntemlerden ayrılan en önemli özelliğidir. Basit ve uygulaması çok kolay bir algoritmadır ve çok geniş bir uygulama alanı bulunmaktadır. Zor matematiksel problemlerini çok basit olarak çözebilen kısa cebirsel adımlardan oluşur. Çalışma biçimi bakımından evrimsel hesaplama yöntemlerinden farklıdır.

Bu çalışmada da LŞA'nın test fonksiyonları üzerine başarımları ölçülmüş ve spor tabanlı tek metasezgisel optimizasyon algoritması olarak başarılı sonuçlar verdiği gösterilmiştir. Diğer metasezgisel yöntemler kullanılarak çözülebilen çoğu problemi içeren farklı optimizasyon ve arama problemlerinin geniş bir kümesini çözmek için kullanılabilir ve etkili sonuçlar alınabilir. LŞA, spor turnuvalarında çözümü zor olan gezgin turnuva problemi, hakem atama sorunu, turnuva planlama, yeterlilik ve eleme sorunları, taşınma sorunlarını minimize etme gibi spor tabanlı sorun ve problemlere de kaliteli çözümler

getirebilmek amacıyla kullanılabilir yeni ve etkili bir algoritma olarak görülmektedir.

Kaynaklar

1. Alataş B. (2007), Kaotik Haritalı Parçacık Sürü Optimizasyonu Algoritmaları Geliştirme, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
2. Kashan A.H. (2012), League Championship Algorithm (LCA): An algorithm for global optimization inspired by sport championships, Applied Soft Computing, Mart 2014, Sayfa 171–200.
3. Kashan A.H. (2009), League Championship Algorithm: A New Algorithm for Numerical Function Optimization, Soft computing and Pattern recognition, International Conference, DOI:10.1109/SoCPaR.2009.21.
4. Bouchekara H., Dupré L., Kherrab H., Mehasni R. (2014), Design Optimization of Electromagnetic Devices Using The League Championship Algorithm, Optimization & Inverse problems in Electromagnetism, OIPE 2014.
5. Bouchekara H.R.E.H., Abido M.A., Chaib A.E., Mehasni R. (2014), Optimal Power Flow Using the League Championship Algorithm: A Case Study of the Algerian Power System. Energy Conversion and Management, 87, 58-70.
6. Sajadi S.M., Kashan A.H., Kahledan S. (2014), A New Approach For Permutation Flow-Shop Scheduling Problem Using League Championship Algorithm, Joint International Symposium on CIE44 and IMSS'14
7. Sun J., Wang X., Li K., Wu C., Huang M., Wang X. (2013), An Auction and League Championship Algorithm Based Resource Allocation Mechanism for Distributed Cloud, Advanced Parallel Processing Technologies, Lecture Notes in Computer Science, 8299, 334-346
8. http://en.wikipedia.org/wiki/Rastrigin_function, Erişim zamanı: 11/02/2015.
9. <http://mathworld.wolfram.com/GriewankFunction.html>, Erişim zamanı: 11/02/2015.