Yapay Arı Kolonisi Algoritması

 Yapay Arı Kolonisi (YAK) Algoritması Balarılarının doğal ortamda yiyecek

kaynaklarına ulaşmada, kolonideki diğer arılarla kurdukları iletişim, en az

enerji sarf ederek en verimli nektarların toplanmasında izledikleri yol ve

süreci temel almaktadır.

 Bal arılarının da içinde bulunduğu koloni yaşam tarzının en temel özelliği

bireylerinin bütün koloninin varlığı için var olmalarıdır.

 Tek başına her bir birey belirli bazı kuralları takip ederek yapması gereken

isleri yaparken genelde tüm sistemleriyle başarılı bir şekilde ayakta kalabilen

bir sistem ortaya çıkmaktadır.

 Bu sistemin önemi ise her biri bağımsız olarak işler yapan bu bireylerin

aralarındaki iletişimin başarılı bir şekilde sağlanabilmesidir.

 Bir ari kolonisi tabiatta her yönde uzak mesafelere (10 km üzeri) yayılarak

verimli nektar ve polen kaynaklarını kullanabilme yeteneğine sahiptir

(Winston,1991).

 Bir koloninin başarısı iyi kaynakları eş zamanlı olarak kullanabilme becerisiyle

ilişkilidir.

 Bu paralel araştırma ve kaynak kullanma surecinde, iyi nektar veya polen

kalitesine sahip alanlar daha az enerji harcayarak daha fazla arı tarafından

ziyaret edilirken, nispeten düşük kalitedeki kaynaklar daha az sayıda arı

tarafından ziyaret edilmektedir.

 Araştırma süreci izci arıların (scout bees) verimli çiçek bölgeleri araştırması

için gönderilmesiyle başlar.

 İzci arılar rassal olarak bir bölgeden diğerine, bir çiçekten diğerine uçarak,

nektar toplarken bölgeleri de kaliteleri açısından analiz eder.

 Bütün bir sezon boyunca koloni, nüfusunun en yaşlı ve tecrübelilerden oluşan

belirli bir yüzdesini izci arı olarak kullanır .

 Bu arılar her bir araştırma gezisinden döndükten sonra topladıkları nektar ve

poleni boşalttıktan sonra ziyaret ettikleri kaynak belirli bir kalite sınırının

(nektardaki şeker yüzdesi veya kaynaktaki çiçek miktarı gibi birkaç değişkenin

birleşimi olarak ölçülür) üzerinde ise “dans bölgesine” giderek diğer

 Arılar tarif etmek istedikleri yeri "dans ederek" diğerlerine anlatırlar.

 Yiyecek kaynağının bulunabilmesi için kaynağın kovana uzaklığı, doğrultusu,

zenginliği gibi gerekli olabilecek her türlü bilgi bu dansta gizlidir.

 Dans bölgesi kovandaki arı yoğunluğunun en fazla olduğu bir bölgedir.

 Dolayısıyla arıların dans ederken “izleyici” bulma şanslarının en yüksek

olduğu bölgedir. Bununla birlikte, kovanda bekleyen arıların da hem kaliteli

kaynak bilgisine ulaşabileceği hem de bunlar arasından tercih yapabileceği bir

yerdir.

 Şekilde kovanda dans bölgesinin şematik gösterimi verilmektedir.

 Araştırmaya çıkacak arılar dans yapan arılar etrafında toplandığından bu

bölgelerde arı yoğunluğu artmaktadır.

 Arılar sağırdırlar ve bu nedenle birbirleriyle sesli bir iletişim kuramazlar.

 Buna rağmen yiyecek kaynağının yerini koloninin diğer üyelerine hiç

şaşırmadan bulacakları şekilde tarif edebilirler. Tarif yöntemleri ise alışılmışın

dışındadır.

 Yiyecek kaynağını keşfeden arı kovana döner ve diğer arıların dikkatini

çekecek şekilde sürekli olarak belli hareketleri tekrarlamaya başlar.

 Arının genel davranışlarından yiyecek kaynağı ile ilgili tüm bilgiler elde

edilebilir.

 Örneğin polen toplamış olan bir arı kovana döndüğünde sadece yükünü

 Arı dansının iki ayrı şekli vardır. Dansın biçimi, yiyecek kaynağının uzaklığına

göre değişiklik gösterir.

 "Daire dansı" olarak adlandırılan dans en sık rastlanan danstır ve kaynağın

uzaklığını ve yönünü belirtmez. Yalnızca işçilere yuvanın yakınlarında 15

metreden daha yakın mesafede bir kaynak olduğunu bildirir.

 Bu dans sırasında yakında bir kaynak keşfeden işçi arı ilk önce yuvanın

içindeki işçilere nektar verir ve ardından dansa başlar. Diğer arılar daha sonra

bu dansa eşlik ederler.

 Dansçı tekrar tekrar küçük daireler çizer. Her 1-2 turdan sonra, bazen de daha

sık aralıklarla ters döner. Saniyelerce ya da bir dakika kadar süren bu dansta

 Dansın uzun sürmesi ve tur sayısının artması besin kaynağının kovana uzak

olduğunu gösterir.

 Sonra tekrar dansçı ile yuvadaki arılar arasında bir nektar değişimi olur. En

sonunda dans sona erer.

 Dans eden arı başka bir besin aramak üzere yuvayı terk eder.

 Winston (1991), arılar konusunda en önde gelen uzmanlardan kabul edilen

Karl Von Frisch’in yaptığı bir deneyde dansçı ile ilişki kuran 174 işçiden

155'nin 5 dakika içinde besin kaynağını doğru bulduklarını yazmaktadır.

 Arılar dans ederek yaptıkları tariflerini karanlık bir kovanda, peteklerin

üzerindeyken yaparlar.

 Bu, aralarında kusursuz bir iletişim olan arıların yeteneklerinin daha iyi

anlaşılması bakımından unutulmaması gereken önemli bir detaydır.

 Arılar çevrelerinde toplanan diğer arılara, yiyecek kaynağı hakkında gerekli

olabilecek tüm bilgileri karanlıkta verirler.

 Peteklerin üzerinde yaptıkları hareketler karanlık olmasına rağmen diğer

arılar tarafından doğru olarak algılanır ve hemen uygulamaya geçirilir.

 Arılar yuvadan 15 metre kadar uzaklıktaki besin kaynakları için daire dansını

kullanırken, 25-100 metre arasındaki besin kaynakları için de bir geçiş dansı

olan sallanma dansını kullanırlar.

 Bundan başka balarıları yuvadan 100 metreden daha uzak kaynaklar için

kaynağın uzaklığını, yönünü ve niteliğini bildiren kuyruk dansı ile iletişim

kurarlar. Bu dans aynı zamanda "8 rakamı dansı" olarak da adlandırılır .

 Arılar besin kaynağından kovana döndüklerinde peteğin üzerinde bu dansı

yaparlar. Bu dansta işçiler adım atarken bir yandan da karınlarını titretirler.

Hareketlerinin karakteristik şekli 8 rakamına çok benzer. Tipik bir kuyruk

dansında arı kısa mesafe için dümdüz bir hat üzerinde hareket eder.

Vücudunu saniyede yaklaşık olarak 13-15 defa bir yandan diğer yana doğru

 Şekilde arıların yiyecek kaynağının uzaklığı hakkında bilgi vermek için

yaptıkları, dalgalı çizgilerle gösterilen 8 dansı görülmektedir.

 Arının düz olarak geçtiği bu yolun, kovanı yukarıdan aşağıya doğru kesen

(hayali) dikmeye yaptığı açı, besin kaynağının güneşe olan açısını verir.

 Dans ederken yere tam dik gelen üst kısım sembolik olarak güneşi

göstermektedir.

 Eğer arı kovanıyla besin kaynağını ve kovanla güneşin hemen altındaki ufuk

çizgisini birleştiren bir çizgi çizilirse, iki çizgi arasında oluşan açının sallanma

dansının açısıyla aynı olduğu görülür.

 Arılar tıpkı bir inşaat mühendisi gibi bölgeleri üçgenlere bölme işlemini

yapabilmektedirler.

 Kuyruk dansında yapılan sallanma hareketi boyunca arının karnı en önemli

organdır. Kaslara ve iskelete ait titreşimlerden kaynaklanan bir vızıltı sesi

çevreye yayılır.

 Arı düz olarak aldığı her yolun sonunda bir dönüş yapar ve başlangıç

noktasına doğru yarı dairesel şekilde döner. Daha sonra tekrar düz bir hat

üzerinde ilerler ve tam ters yöne doğru bir dönüş yapar.

 Çember dansında olduğu gibi kuyruk dansı da dansçının durması ve

midesindeki balı yakınlardaki işçilere dağıtmasıyla sona erer.

 Dansı izleyenler 0.1- 0.2 saniye süren kısa süreli bir titreşim çıkarırlar. Bu

titreşim dansçının durmasına ve vızıldayan arıyla besin değişimine sebep olur.

Bu şekilde arıların kovan konumuna göre besin kaynakları şekilde gösterilen I,

II, III konumlarında olması durumunda nasıl dans ettiklerini göstermektedir.

Buna göre;

I. Eğer besin kaynağı tam Güneş yönünde veya tam aksi yönde ise dansın orta

kısmı yere dik gelecek şekilde olur.

II. Dansın düz olarak verilen doğrultusu, yerçekimi doğrultusu ile 80°C'lik bir

açı yapıyorsa bu, yiyecek kaynağının Güneş'in 80°C sağında olduğunu

anlattığı gösterilmektedir. Ancak kaynağın yönünü bilmek tek başına bir işe

yaramaz.

 İşçi arıların balözü toplayabilmeleri için, ne kadar uzağa gitmeleri gerektiğini

de bilmeleri gereklidir.

 Kovana dönen arı, diğer arılara, yine belirli vücut hareketleriyle çiçek

polenlerinin bulunduğu uzaklığı da anlatır.

 Bu dansı izleyen işçiler besin kaynaklarının yerini rahatlıkla tespit edebilirler.

 Uzaklığı belirten dansın özelliklerinden biri de, her 15 saniyedeki dönüş

sayısıyla ölçülen dans temposu ve düz bir hat boyunca yapılan sallanma

 Dans boyunca diğer işçiler, tarifi yapan arının etrafında kümelenir ve her

hareketini takip ederler. Ayrıca dansçının titreşen karnına antenleri ile

dokunurlar. Bu hareket çok önemlidir, çünkü arının havada oluşturduğu

kesintili akım besin kaynağının uzaklığını bildirir.

 Arının gövdesinin alt kısmını sallaması sayesinde hava akımları oluşur. Diğer

arılar da antenleri ile bu akımları algılar ve gidecekleri besin kaynağının

uzaklığını bu sayede tespit ederler.

 Örneğin arı 250 m. uzaklıktaki bir yeri tarif etmek için yarım dakikalık bir süre

içinde vücudunun alt kısmını 5 kez sallar. Yaptıkları bu danslarla arıların 9-10

kilometreye kadar varan bir alandaki besinlerin yerlerini birbirlerine

bildirdikleri gözlenmiştir (Winston, 1991).

 “Dans bölgesi”ndeki bilgi alış verişinin ardından dansçı arı (izci arı) ve dansı

izleyen diğer arılar (aldıkları bilgiyi kullanarak) kaynağa giderler. Zamanla

kaliteli kaynağa gönderilen arı sayısı artar. Bu kaynağın kısa bir zaman

içerisinde çabuk ve verimli bir şekilde kullanılmasını sağlar.

 Arılara gerekli olan bilgilerden bir tanesi de kaynakta bulunan besinin niteliği

ile ilgilidir. Bu bilgiyi de dansı yapan toplayıcı arının üzerine sinen koku

sayesinde edinirler.

 Arılar, eğer buldukları kaynak çok çok zenginse coşkulu bir şekilde dans

ederler.

 Eğer kaynak yakındaysa Şekildeki 'yuvarlak dans' adı verilen danslarını

yaparak kaynağın yerini tarif ederler. Daha uzaktaki kaynaklar içinse 8 (sekiz)

şekilli danslarını yaparlar ve buna titreşim hareketlerini de eklerler. Gerek

dairesel gerekse 8 dansını izleyen arılar dans eden arıya temas ederek yayılan

titreşim ile bilgi alışverişi sağlarlar.

 Toplayıcı arılardan elde edilen bu bilgiler doğrultusunda diğer arılar kolaylıkla

besinin yerini bulurlar. Besin kaynağının başına çok fazla arı toplanması

kovanda dans eden arıların sayısı ile de doğrudan bağlantılıdır.

 Tek bir arının dansı ile tüm kovan harekete geçmez. Öncelikle koloniden bir

grup arı öncü olarak gider.

 Bu öncü grup uçuştan döndüğünde onlar da dans ediyorsa daha fazla arı

hedefe doğru yönelir.

 Buldukları kaynak ne kadar iyi ise, o kadar daha uzun süre dans ederler ve

daha fazla takipçi arı toplarlar. Böylece koloninin toplayıcı takımının dikkati

daima en verimli besin kaynağına doğru yönelmiş olur.

 Kaynakta hasat devam ederken, bir yandan da kaynağın kalitesindeki (nektar

miktarı v.s.) değişikliklerde sürekli olarak kontrol edilir. Bu kontrol aslında

başlangıçta izci arıların yaptığından farklı değildir.

 Kaynak hala ayni kalitede ise diğer arılardan bir kısmı da kovana döndüğünde

ayni kaynak için dans ederler. Bu sayede mevcut kaynak için sürekli bir

denetim süreci canlı tutulur.

 Herhangi bir sebepten meydana gelebilecek değişiklikler bu iletişim sistemi

sayesinde, koloni tarafından algılanarak, kaynağa gönderilecek arı miktarı

artırılabilir, azaltılabilir veya kaynak tamamen terk edilir.

 Bulunan besin kaynağının verimsiz olması durumunda da arılar dans ederler.

Yalnız buradaki tek fark arıların dansının isteksiz olması ve daha kısa

sürmesidir.

 Bu durum kovandaki diğer arılara da yansır, dansçıların başına toplanan arılar

kısa bir süre içinde dağılırlar. Bu durumda yeni bir ekip besin aramak için çıkar.

 Bu sistem koloninin ihtiyaç duyduğu nektarı ve poleni hızlı ve verimli bir

şekilde toplayabilmesini sağlar. Hasat sırasında arılar çiçekleri ziyaret ederken

ayni zamanda kaynağın yiyecek seviyesini kontrol eder. Bu kontrol

mekanizması kovana geri döndüklerinde kaynak için dans edip etmemeye

karar vermeleri için gereklidir. Eğer yiyecek kaynağı hala yeterince iyi ise her

seferinde daha fazla arının ilgisini çekecektir. Bu sayede, daha önce de

 Koloni temelli algoritmalar doğada olan yöntemlerden esinlenerek optimal

çözüme ulaşmaya çalışan algoritmalardır.

 Popülasyon temelli bu algoritmaları diğer algoritmalardan (hill climbing gibi)

ayıran temel özellik bu tür algoritmaların her bir iterasyon için diğerlerinin

aksine, çözüm kümesi kullanmasıdır.

 Özellikle tek bir optimum noktanın bulunduğu çözümlerde popülasyon

üyelerinden herhangi birisinin bir çözüm bulması beklenir.

 Bununla birlikte, çok amaçlı optimizasyon problemlerinde popülasyon temelli

algoritmalar daha etkili olabilmektedir. Karınca Algoritması, Genetik

Algoritmalar, Particle Swarm Optimizasyon (PSO) algoritmaları bu sınıfta

 Popülasyon temelli algoritmalar arasında en başarılı olanlardan bir tanesi

karıncaların doğal ortamlarında kullandıkları yöntemlerden istifade ile

geliştirilen Karınca Algoritmasıdır (Ant Colony Optimization -ACO).

 Bu yöntemin prensibi karıncaların yiyecek bulmak ve tekrar yuvaya geri

dönmek için kullandıkları yola dayanır.

 Karıncalar hareket etmelerine göre değişen yoğunluklarda yere bıraktıkları

kimyasal maddeler aracılığıyla haberleşirler. Ne kadar çok karınca aynı yolu

kullanırsa o kadar çok kimyasal madde bırakılmış olur.

 Karıncalar bu kimyasal madde izlerini takip etme eğilimi gösterirler ve bu

anlamda diğerleriyle yiyecek kaynakları yeri konusunda haberleşirler.

 Başlangıçta karıncalar yuvayı çevreleyen alana rasgele dağılırlar. Bir karınca

bir yiyecek kaynağı bulur bulmaz yiyeceğin kalite ve miktarını değerlendirerek

yiyeceğin bir kısmını yuvaya taşır.

 Geri dönüş esnasında karınca yere kimyasal bir madde bırakır. Burada

kimyasal madde izinin rolü diğer karıncalara yiyecek kaynağı ve bulunan

yiyecek miktarına bağlı olarak karınca tarafından bırakılan kimyasal madde

hakkında bilgi vermektir.

 Bir engelle karşılaştığında bazı karıncalar engelin solundan bazıları sağından

geçecektir. Bir süre sonra yiyecek kaynağına giden yol daha güçlü kimyasal

madde izi ile gösterilmiş olacak ve daha fazla karınca yiyecek kaynağına

ulaşacak, daha güçlü kimyasal madde izi kalacaktır.

 PSO kuş ve balık sürüleri gibi bazı grup ve organizasyonların sosyal

davranışlarından esinlenerek geliştirilmiş bir optimizasyon prosedürüdür.

 Popülasyondaki bireysel çözümler, zamanla mevcut pozisyonlarını değiştiren

“partiküller-bireyler” olarak görülürler. Her bir partikül kendi tecrübesi ve

çevresindekilerin tecrübesinden (kendisi ve komşusunun ziyaret ettiği en iyi

noktalar) istifade ile araştırma uzayındaki pozisyonunu yeniden ayarlar.

Böylece bu metot lokal ve global araştırma metotlarını bir arada

değerlendirir.

 Arı Algoritması; arıların doğal ortamlarında besin toplamak için gösterdikleri

davranışlarını temel alarak, optimizasyon problemlerinde en iyi çözümü

bulabilmek için 2005 yılında geliştirilmiş bir algoritmadır (Pham ve diğerleri,

2005).

 Algoritmanın ilk uygulamalarından biri de çok katmanlı yapay sinir ağı ağırlık

optimizasyonudur (Pham ve diğerleri, 2006b).

 Diğer yapay zeka tekniklerinde olduğu gibi; Arı Algoritmasının problem

çözümünde kullanılması için öncelikli olarak problemin iyi analiz edilmesi ve

algoritmanın temel işleyişine uygun modellemenin yapılması gerekir.

 Arı algoritmasında arılar; ele alınan probleme geçerli tam bir çözüm öneren

değerler bütünüdür.

 Arılardan meydana ise alternatif çözüm kümesi olarak düşünülebilir.

 Ele alınan problemde bulunan alternatif çözümlerin değerlendirilmesinde

kullanılacak amaç fonksiyonun belirlenmesi de en temel adımlardandır.

 Çözümün amaç fonksiyon değeri arı uygunluk değeri olarak

nitelendirilmektedir.

 Arı algoritmasının genel işleyiş adımları Şekilde görülmektedir. gelen koloni

vardır.

ii. Bunlar: Başlangıç kolonisinden sonra da devam eden iterasyonlarda da

sabit kalan kolonideki toplam arı sayısı (n),

iii. etrafında araştırma yapmak üzere gönderilecek iyi sonuçlar elde eden

(uygunluk değeri yüksek) “Araştırma Bölgesi” arı sayısı (m),

iv. Araştırma bölgesi (m) içerisindeki en iyi elit arı sayısı (e),

v. elit ( e ) arısı etrafına gönderilecek arı sayısı (nep),

vi. diğer bölgesi arılarının (m-e) etrafına gönderilecek arı sayısı (nsp),

vii. araştırma yapılmak üzere seçilen arının ne kadarlık çevresinde araştırma

çözüm uzayına rassal olarak

yerleştirilmesi ile başlar.

 İkinci adımda, arıların uygunluk

değerleri daha önceden belirlenen

amaç fonksiyonu doğrultusunda

hesaplanır.

 Üçüncü adım, iterasyon sayısı bazında

yada arıların uygunluk değerlerinden

istenilen kriteri sağlayan arının olup

olmadığının ölçülmesi aşamasıdır.

 Bu aşamada durdurma kriteri sağlanır

göre sıralanır. Uygunluk değeri en

yüksekten başlamak üzere, etrafında

araştırma yapılacak arılar, araştırma bölge

arısı (m) olarak belirlenir. Aynı adımda

araştırma bölgesi içerisindeki en iyi elit

arı ( e ) sayısı da bu bölge içerisinde yer

alır.

etrafına yeni izci arılar gönderilir. Bu

aşamada arı algoritmasının temel

felsefesini oluşturan; “besin aramada iyi

kaynaklar bulmuş olan arıların etrafında

daha iyi kaynaklar bulunabilir”

yaklaşımından yola çıkarak çözüme yakın

alternatiflerin etrafında araştırma

derinleştirilir. Araştırma bölgesinde; elit

arıların etrafına daha fazla olmak üzere,

tüm arıların etrafına izci arılar gönderilir.

Bu da elit arılar etrafında daha detaylı

araştırma anlamına gelir. İzci arılarla

birlikte bu yerel (lokal) araştırma da, arı

algoritmasının temel kavramlarından bir

araştırma bölgelerinde, yerel (lokal

search) araştırma devam ederken, diğer

yanda da genel (global search)

araştırmalar yapılır. Başka bölgelerde de

çözümler aranır. Bu işlemde; başlangıç

kolonisini oluşturmada olduğu gibi,

araştırma bölgesi rasgele belirlenir. Arı

algoritmasını güçlü kılan yönlerden biri

de arama yönteminin yerel bir çözümde

takılıp kalması ve genel en iyi çözümü

aramayı bırakma riskini azaltmaktadır.

 Arı algoritmasının uygulamasını 2 değişkenli basit bir fonksiyon

optimizasyonu örneği üzerinde açıklamak faydalı olacaktır.

 Elimizde bulunan 1 numaralı denklemin en küçük değerini veren x ve y

değişken değerlerini bulmaya çalışalım.

2 2

F(x,y)=(x-5) +(y-5)

 Problemin AA ile modellemesine bakacak olursak, bu denklemde bulmaya

çalıştığımız iki değişken var. Bizim arı ile temsil edeceğimiz çözümün bu iki

değişkenin değerlerini içermesi gerekecektir.

 Burada arı Arı(x,y) değişkenlerini temsil edecektir. Uygunluk fonksiyonu

2 2

F(x,y)=(x-5) +(y-5)

 Burada arı Arı(x,y) değişkenlerini temsil edecektir. Uygunluk fonksiyonu

olarak F(x,y) fonksiyonu, uygunluk değeri olarak da fonksiyon değeri

alınacaktır. Burada amaç en küçük uygunluk değerine sahip x ve y

kombinasyonunu bulmak olacaktır. Algoritmada kullanacağımız parametreleri

de;

Kolonideki arı sayısı n = 11

Araştırma bölgesi arı sayısı m = 4

Elit arı sayısı e = 2

Elit arı ( e ) etrafına gönderilecek arı nep = 4

Diğer araştıra bölgesine (m-e) gönderilecek arı nsp = 2

Araştırılacak arı çevresi ngh = 0,5

Olarak

F(x,y) uygunluk değerleri Tabloda verilmektedir. Ayrıca arıların araştırmaya çıktıkları

yerler Şekilde görsel olarak verilmiştir. Aranan nokta x=5, y=5 ve F(5,5)=0 uygunluk

değerine sahip çözümdür.

 AA Fonksiyon Optimizasyon örneği , başlangıç kolonisi x-y grafiği

 Algoritmanın 3. adımında istenilen sonuca ulaşılıp ulaşılmadığının kontrolü

vardır. Durdurma kriteri iterasyon sayısı olabileceği gibi, bir önceki

iterasyonlara göre çözümde iyileşme olup olmadığı veya ne kadar iyileşme

olduğu olabilir. Bizim örneğimizde olduğu gibi ulaşılmak istenen kesin çözüm

biliniyor ise 0 değeri o değere yakınlaşma da bir durdurma kriteri olarak ele

alınabilir.

 4. adımda araştırma bölgesini belirlemek üzere etrafına arı gönderilecek

arıları (Tablo) uygunluk değeri en iyi arı sıralamasına göre belirliyoruz.

 Uygunluk değeri 3,53 ile en iyi arı Arı 9 dan başlamak üzere uygunluk değeri

en yüksek 4 arı araştırma bölgesi arıları olarak seçiliyor.

 Bir arının araştırma alanı da başlangıçta olduğu gibi rasgele seçilecek bir

bölge oluyor. Araştırma bölgesi içerisindeki en iyi 2 arıyı da elit arı olarak

alıyoruz ve bu arıların etraflarında araştırmayı daha da derinleştirilecektir

yani her bir elit arı etrafına daha fazla arı gönderilmesi sağlanacaktır. Elit

arıları da içeren araştırma bölgesi arıları Tabloda görülmektedir.

 5. adımda araştırma bölgesinde seçilen arıların etraflarına izci arılar

gönderilmektedir. Burada elit arıların etraflarına daha çok izci arı

gönderilmektedir.

 Bir arının etrafında yeni bir izci arının konumlanmasında çevre değeri

kullanılmaktadır. Ele aldığımız örnekte çevre değeri 0,5 alınmıştır. Arının

çevresi x ve y değerlerinin (+/-) 0,5 aralığıdır.

 Arı 9 un çevresi demek x’in 2.8 (3,3-0,5) ile 3,8 (3,3+0,5), y’nin 3,7 (4,2-0,5)

ile 4,7 (4,2+0,5) aralığıdır. Bu aralıktaki herhangi bir değer rassal olarak

belirlenmektedir.

 Aynı Arı 9 örneği için çevresinde belirlenen yeni iki nokta (3,6;4,0) ve (3,7;4,4)

noktalarıdır.

 6. adımda yerel araştırmanın dışında genel araştırmanın da yapıldığı rassal

araştırma alanına yeni bir arının gönderilmesi sağlanır. Araştırma bölgesine

gönderilen arılar ve rasgele araştırmaya gönderilen arıların tamamının

oluşturduğu yeni koloni üyesi arıların değerleri Tabloda görülebilmektedir.

 Araştırma bölgesine gönderilen arılar ve rasgele araştırmaya gönderilen

arıların tamamının oluşturduğu yeni koloni üyesi arıların görsel yerleşimi

şekilde görülebilmektedir.

 Tablo1 de başlangıç kolonisi ve Tablo2 de verilen yeni koloninin uygunluk değerleri

ve koloninin ortalama uygunluk değerini incelediğimizde 24,40’dan 10,13’e bir

iyileşme açıkça görülebilmektedir.

Tablo 2: Yeni koloni arıları ve uygunluk değerleri

Tablo1: başlangıç kolonisi değerleri

 Koloni performansının görsel yansıması da aşağıdaki şekillerde verildiği gibi

arıların istenen x=5,y=5 noktası etrafında kümelendikleri görülmektedir.

 Oluşan yeni kolonide başlangıç kolonisinde olduğu gibi araştırma bölgelerinin