

Yapay Arı Kolonisi (Artificial Bee Colony Algorithm)

1.1. Gerçek Arıların Yiyecek Arama Davranışları

Gerçek bir konide yapılacak işler o işi için özelleşmiş arılar tarafından yapılır. Yani yapılacak işlere göre arılar arasında bir işi bolumu vardır ve her hangi bir merkezi otorite olmadan bu işi dağılımını gerçekleştirdikleri için kendi kendine organize olabilmektedirler. İş Bolumu yapabilme ve kendi kendine organize önceki bölümde belirtildiği gibi suru zekâsının iki önemli bileşenidir. Tereshko'nun reaktif difüzyon denklerine dayalı olarak önerdiği kolektif zekânın ortaya çıkmasını sağlayan minimal yiyecek arama modelinde temel üç bileşeni vardır: yiyecek kaynakları görevi belirli işçi arılar ve görevi belirsiz işçi arılar. Bu minimal model iki moda çalışmaktadır: bir yiyecek kaynağına yönelme ve kaynağı bırakma[121].Bileşenleri Şu şekilde açıklayabiliriz:

- i. Yiyecek Kaynakları: Arıların nektar, polen veya bal elde etmek için gittikleri kaynaklardır. Bir yiyecek kaynağının değeri, çeşidi, yuvaya yakınlığı, nektar konsantrasyonu veya nektarın çıkarılmasının kolaylığı zenginliği tek bir kriter olarak alınabilir.
- ii. Görevi Belirli İşçiler: İşçi arılar, daha önceden keşfedilen belli kaynaklara ait nektarın kovana getirilmesinden sorumludurlar. İşçi arılar aynı zamanda ziyaret ettikleri kaynağın kalitesi ve yeriyle ilgili bilgiyi kovanda bekleyen diğer arılarla paylaşırlar. Bundan sonra görevi belirli işçi arılar için görevli arılar ifadesi kullanılacaktır.
- iii. Görevi Belirsiz İşçi Arılar: Bu arılar nektarını toplayabilecekleri kaynak arayışı içerisindeyler. Görevi belirsiz iki çeşit işçi arı bulunmaktadır. İçsel bir dürtüyü veya bir dış etmene bağlı olarak rastgele kaynak arayışında olan kâşif arılar ve kovanda bekleyen ve görevli arıları izleyerek bu arılar tarafından paylaşılan bilgiyi kullanarak yeni bir kaynağa yönelen gözcü arılar. Kâşif arıların sayısının tüm koloniye oranı ortalama %5-10 arasındadır.

Arılar arasında bilgi paylaşımı kolektif bilginin oluşumunda en önemli husustur. Bir kovan göz önüne alındığında tüm kovanlarda ortak olan bazı parçalara ayırmak mümkündür ve bu parçalardan en önemlisi is dans alanıdır. Yiyecek kaynağının kalitesi ve yeri ile ilgili bilgi paylaşımı dans alanında olmaktadır. Bir arı dans ederken diğer arılarda ona antenleri ile dokunurlar ve bulduğu kaynağın tadı ve kokusu ile ilgilide bilgi alırlar. Ziyaret ettikleri kaynağa daha fazla arı yönlendirebilmek için kovandaki çeşitli alanlarda bu dansı gerçekleştirir ve kaynağına geri döner.

Kesin çizgileri olmamakla birlikte genelde kovandaki uçuş yapılan yere yakın bir yerde olan dans alanında yapılan danslar, taşınan bilgiye göre canlılığa göre değişmektedirler. En Önemlisi nektarın tatlılığıdır. Bu üstünlük dans eşik değerini belirler. Ancak bu uyarıcı yeterli değildir. Bunun yanında nektarın çıkarılmasının kolaylığı da bir etkidir. Kovandan olan uzaklık, çiçek nektarının kıvamı, besinin genel durumu, kalitedeki göreceli değişimler, hava koşulları ve günün hangi vaktinin olduğu dansı etkileyen diğer etmenlerdir.

Yiyecek getirilenlerin diğer yiyecek getirileri uzak noktadaki bir kaynağa yönlendirmek için hedefe ait yön bilgisini vermeleri gerekir. Yön Bilgisi alındıktan sonra hedefe ulaşmada güneşten faydalanılır. Bileşik gözleri ile arılar kendi yörüngeleri ile güneş arasında açıyı hesaplayabilmektedir. Güneşin onu kapamış olsa dahi polarize gün ışığından yine güneşin konumunu tayin edebilmektedir. Arılar, bir noktanın uzaklığını enerji tüketimine bağlı olarak hesaplamakta ve yüklerine göre farklı yükseklikte uçarak enerji tüketimlerini ayarlamaktadır.

Kaynağın kovana olan mesafesine göre çeşitli danslar mevcuttur: dairesel dans (round dans) kuyruk dansı (waggle dans) ve titreme dansı (tremble dance).

Daire ve kuyruk dansları yiyecek getiricilerin yeniden aktivasyonunda etkilidir. Bu iki dans farklı uzaklıktaki bölgelerin ayırımında kullanılır. Daire Dansı ile belirtilen yiyecek kaynağının kovana olan uzaklığı maksimum 50-100 metre civarında olduğundan bu dans yön ve uzaklık bilgisi vermemektedir.

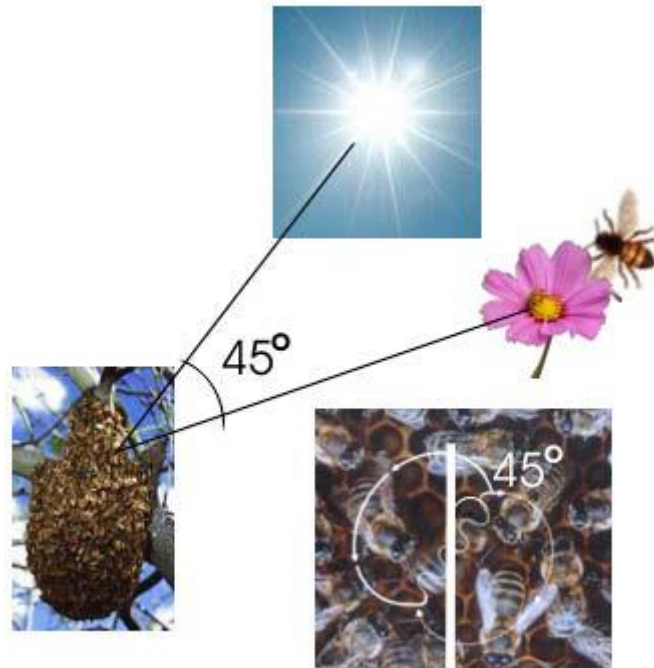
Titreme dansında, arıların petek üzerinde düzensiz tarzda ve yavaş tempoda bacaklarını titreterek ileri, geri, sağa ve sola hareketleri söz konusudur. Arı, zengin bir nektar kaynağı bulunduğunu, ancak kovana işlenebileceğinden fazla nektar geldiğini ve bundan dolayı nektarı işleme görevini geçmek istediğini belirtmektedir. Sadece dans alanında değil kovanın başka bölümlerinde de bu dans gerçekleştirilmektedir. Bu dansın amacı kovan kapasitesi ve yiyecek getirme aktivitesi arasındaki dengeyi sağlamaktır.

100 metreden 10 kilometreye kadar olan geniş bir alan içerisinde bulunan kaynaklarda ilgili bilgi aktarımında kuyruk dansı kullanılmaktadır. Bu dans 8 rakamına benzeyen bir dans çeşididir. Dansı izleyen arıların bir titreşim oluşturulması ile bu dansı yapan arı, dansına son verir. Her 15 saniyede dansın tekrarlanma sayısı, nektar kaynağının uzaklığı hakkında bilgi vermektedir. Daha az tekrarlanma sayısı daha uzak bölgeleri ifade etmektedir. Yön Bilgisi Şekil 3.1 deki gibi 8 rakamı şeklindeki dansın açı bilgisinden elde edilir. Şekilde verilen örnekte dansı izleyen arılar, danstan güneşle yiyecek arasındaki açının 45 derece olduğunu anlamaktadırlar. Arılar arasında uzak mesafede bulunan kaynakla ilgili bilgi paylaşımı arasında daha hızlı dans edilir.

Tüm zengin kaynaklarla ilgili bilgiler dans alanında gözcü arılara iletildiğinden gözcü arılar birkaç dansı izledikten sonra hangisini tercih edeceğine karar verir. Zengin kaynaklarla ilgili daha fazla bilgi aktarımı olduğundan bu kaynakların seçilme olasılığı daha fazladır.

Yiyecek arayıcıların davranışlarının daha iyi anlaşılabilmesi için Şekil 3.2de verilen modelin incelenmesi faydalı olacaktır.

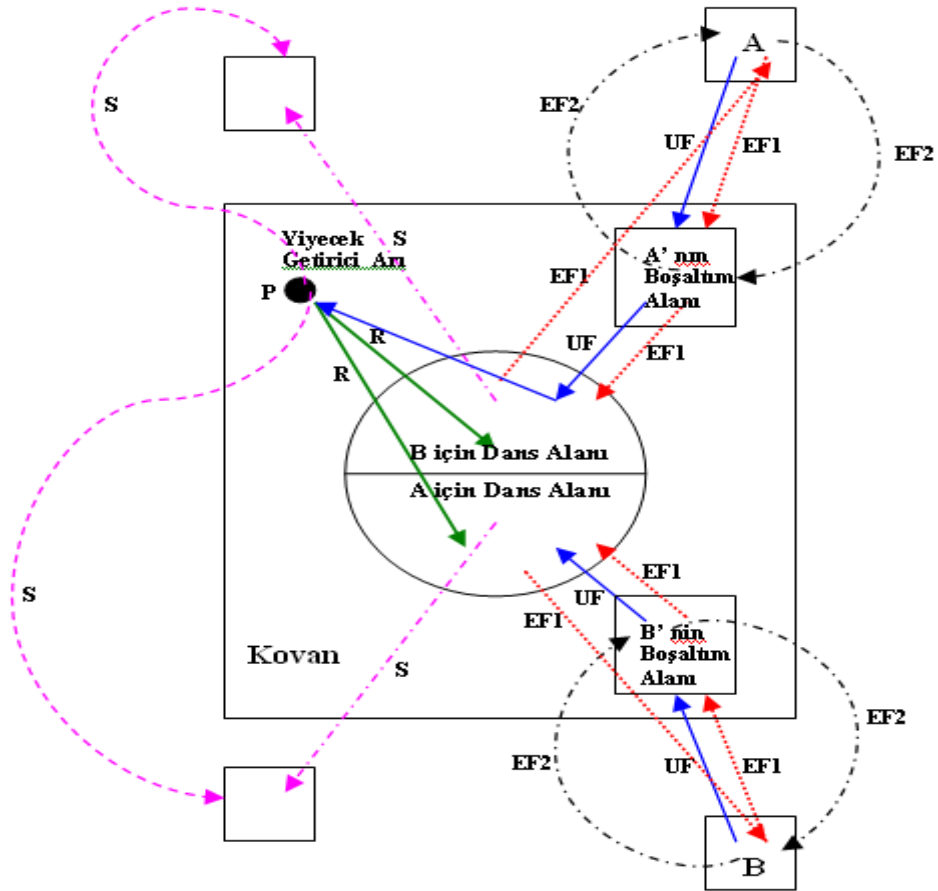
A ve B isminde iki keşfedilmiş kaynak olduğunu varsayalım. Araştırmanın başlangıcında potansiyel bir yiyecek arayıcı görevi belirsiz işçi arı olarak araştırmaya başlayacak ve bu arı kovan etrafındaki kaynakların yeniden haberdar değildir. Bu durumdaki bir arı için iki olası seçenek söz konusudur.



Şekil 3.1 Arılarda Dans

- i. Bu arı kaşif arı olabilir ve içsel dışsal etkenlere bağlı olarak yiyecek aramaya başlayabilir.(Şekil 3.2 de S ile gösterilmektedir)
- ii. Bu arı, kuyruk danslarını izleyen bir gözücü arı olabilir ve izlediği dansla anlatılan kaynağa gidebilir((Şekil 3.2 de R gösterilmektedir))
- iii. Bir kaynak bulunduktan sonra arı imkânları dâhilinde bu kaynağın yerini hafızasına alır ve hemen nektar toplamaya başlar. Böylece bu arı artık görevli arı haline gelmektedir. İşçi arı kaynaktan nektarı aldıktan sonra kovana döner ve bunu yiyecek depolayıcıları aktarır. Nektarı aktardıktan sonra üç seçenek ortaya çıkar:
- iv. Gittiği kaynağa bırakarak bağımsız izleyici olabilir.(Şekil 3.2 de UF ile gösterilmektedir)
- v. Gittiği kaynağa dönmeden önce dans eder ve kovadaki arkadaşlarını da aynı kaynağa yönlendirilebilir (Şekil 3.2 de EF1 ile gösterilmektedir).
- vi. Diğer arıları yönlendirmeden kaynağa gidebilir.(Şekil 3.2 de EF2 ile gösterilmektedir).

Tüm arıların eş zamanlı olarak yiyecek arama sürecinde olmadıklarını belirtmek gerekir. Yeni Arıların yiyecek aramaya katılma olasılıklarının toplam arı sayısı ile o anda yiyecek arama sürecinde olan arıların sayılarının farkıyla orantılı olduğu çalışmalarla doğrulanmıştır.



Şekil 3.2 Yiyecek arama çevrimi

Bu durumda arılardaki kendi kendine organize olabilme şu şekilde açıklanabilir.

- i. Pozitif geri besleme : kaynağın nektar miktarı arttıkça bu kaynağı gecen gözcü arı sayısı da artmaktadır.
- ii. Negatif geri besleme : tükenen kaynak bırakılmaktadır.
- iii. Salınımlar : kâşif arılar yiyecek kaynağı bulabilmek için rastgele arama yapmaktadır.
- iv. Çoklu Etkileşimler : arılar yiyecek kaynakları ile ilgili olarak dans alanında bilgi paylaşımı gerçekleştirirler.

1.2. Yapay Arı Kolonisi Algoritması

Doğada var olan zeki davranışlar içeren süreçlerin incelenmesi araştırmacıları yeni en uygun şekle sokma metotları geliştirmeye sevk etmiştir. Karaboğa, arıların yiyecek arama davranışını modelleyerek Yapay Arı Kolonisi(ABC) algoritması geliştirilmiştir.

Karaboğa'nın ABC algoritmasının temel aldığı model de bazı kabuller yapılmaktadır. Bunlardan birincisi her bir kaynağın nektarının sadece bir görevli arı tarafından alınıyor olmasıdır. Yani görevli arıların sayısı toplam yiyecek kaynağı sayısına eşittir. İşçi arıların sayısı aynı zamanda gözcü arıların sayısına eşittir. Nektarı tükenmiş kaynağın görevli arısı artık kâşif arı haline dönüşmektedir. Yiyecek kaynaklarının yerleri optimizasyon problemine ait olası çözümlere ve kaynakların nektar miktarları ise o kaynaklarla ilgili çözümlerin kalitesine(uygunluk) karşılık gelmektedir. Dolayısıyla ABC optimizasyon algoritması en fazla nektara sahip kaynağın yerini bulmaya çalışarak uzaydaki çözümlerden problemin minimumu yada maksimumunu veren noktayı bulmaya çalışmaktadır.

Bu Modele ait süreç adımları aşağıdaki gibi verilebilir.

- i. Yiyecek Arama sürecinin başlangıcında, kâşif arılar çevrede rastgele arama yaparak yiyecek aramaya başlarlar.
- ii. Yiyecek kaynakları bulunduktan sonra, kâşif arılar artık görevli arı olurlar ve buldukları kaynaklardan kovana nektar taşımaya başlarlar. Her bir görevli arı kovana donup getirdiği nektarı boşaltır ve bu noktadan sonra ya bulduğu kaynağa geri döner ya da kaynakla ilgili bilgiyi dans alanında sergilediği dans aracılığıyla kovanda bekleyen gözcü arılara iletir. Eğer faydalandığı kaynak tükenmiş ise görevli kâşif arı haline gelir ve yeni kaynak arayışına yönelir.
- iii. Kovanda Bekleyen gözcü arılar zengin kaynakları işaret eden dansları izlerler ve yiyeceğin kalitesi ile orantılı olan dans frekansına bağlı olarak bir kaynağı tercih ederler.

ABC algoritmasının bu süreçleri ve temel adımları Algoritma 1'de verilmektedir.

Algoritma 1 ABC algoritmasının temel adımları;

- 1) Başlangıç yiyecek kaynağı bölgelerinin üretilmesi
- 2) Repeat
- 3) İç arıların yiyecek kaynağı bölgelerine gönderilmesi

- 4) Olasılıksal seleksiyonda kullanılacak olasılık değerlerinin görevli arılardan gelen bilgiye göre hesaplanması
- 5) Gözcü arıların olasılık değerlerine göre yiyecek kaynağı bölgesi seçmeleri
- 6) Kaynağı bırakma kriteri: limit ve kâşif arı üretimi
- 7) Until çevrim sayısı=Maksimum çevrim sayısı

Yiyecek arayan arılarda görülen zeki davranış ile bu davranışı simule eden ABC algoritmasının temel birimleri takip eden alt bölümlerde açıklanmaktadır.

1.2.1. Başlangıç Yiyecek Kaynağı Bölgelerinin Üretilmesi

Arama uzayını yiyecek kaynaklarını içeren kovan çevresi olarak düşünürsek algoritma arama uzayındaki çözümlere karşılık gelen rastgele yiyecek kaynağı yerleri üretmek çalışmaya başlamaktadır. Rastgele yer üretme süreci her bir parametrelerinin alt ve üst sınırları arasında rastgele değer üretmek gerçekleşir.(Eşitlik 3.1):

$$x_{ij} = x_{\min j} + rand(0,1) * (x_{\max j} - x_{\min j}) \quad (3.1)$$

Burada $i=1 \dots SN, j=1 \dots D$ ve SN yiyecek kaynağı sayısı ve D is optimize edilecek parametre sayısıdır. $x_{\min j}$ parametrelerin alt sınırıdır.

1.2.2. İşçi Arıların Yiyecek Kaynağı Bölgelerine Gönderilmesi

Daha öncede belirtildiği gibi her bir kaynağın bir görevli arısı vardır. Dolayısıyla yiyecek kaynakların sayısı görevli arıların sayısına eşittir. İşçi arı çalıştığı yiyecek kaynağı komşuluğunda yeni bir yiyecek kaynağı belirler ve bunun kalitesini değerlendirir. Yeni kaynak daha iyi ise bu yeni kaynağı hafızasına alır. Yeni kaynağın mevcut kaynak komşuluğunda belirlenmesinin benzetimi Eşitlik 3.2 tanımlanmaktadır.

$$v_{ij} = x_{ij} + \phi_{ij} (x_{ij} - x_{kj}) \quad (3.2)$$

x_i ile gösterilen her bir kaynak için bu kaynağın yani çözümünün tek bir parametresi (rastgele seçilen parametresi ,j) değiştirilerek x_i komşuluğunda v_i kaynağı bulunur. Eşitlik 3.2 de j,[1,D] aralığında rastgele üretilen bir tamsayıdır. Rastgele seçilen j parametresi değiştirilirken,yine rastgele seçilen x_k komşu çözümünün ($k \in \{1,2,\dots,SN\}$) j.. parametresi ile mevcut kaynağın j parametresinin farkları alınıp [-1 1] arasında rastgele değer alan ϕ_{ij} sayısı ile ağırlandırıldıktan sonra mevcut kaynağın j parametresine eklenmektedir.

Eşitlik 3.2 den de görüldüğü gibi $x_{i,j}$ ve $x_{k,j}$ arasındaki fark azaldıkça yani çözümler birbirine benzedikçe $x_{i,j}$ parametresindeki değişim miktarı da azalacaktır.Böylece bölgesel optimal çözüme yaklaştıkça değişim miktarı da adaptif olarak azalacaktır.

Bu işlem sonucunda üretilen $v_{i,j}$ 'nin daha önceden belli olan parametre sınırları asması durumunda j.parametreye ait olan alt veya üst sınır değerlerine ötelenmektedir.(Eşitlik 3.3):

$$v_{ij} = \begin{cases} x_j^{\min}, & v_{ij} < x_j^{\min} \\ v_{ij}, & x_j^{\min} \leq 0 \leq v_{ij} \leq x_j^{\max} \\ x_j^{\max}, & v_{ij} > x_j^{\max} \end{cases} \quad (3.3)$$

Sınırlar dâhilinde üretilen v_i parametre vektörü yeni bir kaynağa temsil etmekte ve bunun kalitesi hesaplanarak bir uygunluk değeri atanmaktadır.(Eşitlik 3.4)

$$fitness_i = \begin{cases} 1/(1 + f_i) & f_i \geq 0 \\ 1/abs(f_i) & f_i < 0 \end{cases} \quad (3.4)$$

Burada f_i ve v_i kaynağının yani çözümünün maliyet değeridir. x_i ve v_i arasında nektar miktarlarına yani uygunluk değerlerine göre bir aç gözlü (greddy) semce işlemi uygulanır. Yeni Bulunan v_i çözümü daha iyi ise görevli arı hafızasından eski kaynağın yerini silerek v_i kaynağının yerini hafızaya alır. Aksi takdirde görevli arı x_i kaynağına gitmeye devam eder ve x_i çözümü geliştiremediği için x_i kaynağı ile ilgili geliştirememeye sayacı (failure) bir artar, geliştirdiği durumda ise sayaç sıfırlanır.

1.2.3. Gözcü Arıların Seleksiyonda Kullanacakları Olasılık Değerlerinin Hesaplanması (Dans Benzetimi)

Tüm görevli arılar bir cevrimde araştırmalarını tamamladıktan sonra kovana donup buldukları kaynakların nektar miktarları ile ilgili gözcü arılara bilgi aktarırlar. Bir gözcü arı dans aracılığıyla paylaşılan bilgiden faydalanılarak yiyecek kaynaklarının nektar miktarları ile orantılı bir olasılıkla bir bölge(kaynak) seçer. Bu ABC 'nin altında çoklu etkileşim sergilendiğinin bir örneğidir. Olasılıksal seçme işlemi, algoritmada nektar miktarlarına karşılık gelen uygunluk değerleri uygulanarak yapılmaktadır. Uygunluk değerine bağlı semce işlemi rulet tekerliği, sıralamaya dayalı, stokostik ,örnekleme, turnuva yöntemi yada diğer seleksiyon şemalarından herhangi biri ile gerçekleşir.Temel ABC algoritmasında bu seleksiyon işlemi rulet tekerliği kullanılarak yapılmıştır.Tekerlikteki her bir dilimin açısı uygunluk değeri toplamına oranı o kaynağın diğer kaynaklara göre nispi seçilme olasılığı olduğunu vermektedir.(Eşitlik 3.5)

$$p_i = \frac{fitness_i}{\sum_{i=1}^{SN} fitness_i} \quad (3.5)$$

Burada $fitness_i$ kaynağın kalitesini SN görevli arı sayısını göstermektedir. Bu olasılık hesaplama işlemine göre bir kaynağın nektar miktarı arttıkça (uygunluk değeri arttıkça) bu kaynak bölgesini seçecek gözcü arı sayısı da artacaktır. Bu özellik ABC' nin pozitif geri besleme özelliğine karşılık gelmektedir.

1.2.4. Gözcü Arıların Yiyecek Kaynağı Bölgesi Seçmeleri

Algoritma da olasılık değerleri hesaplandıktan sonra be değerler kullanılarak rulet tekerliğine göre secim işleminde her bir kaynak için [0.1] aralığında rastgele sayı üretilen ve p_i değeri bu üretilen sayıdan büyükse görevli arılar gibi gözcü arı da eşitlik 3.2 yi kullanarak bu kaynak bölgesinde yeni bir çözüm üretir. Yeni çözüm değerlendirilir ve kalitesi hesaplanır. Sonra yeni çözümle eski çözümün

uygunluklarının karşılaştırıldığı en iyi olanın seçildiği aç gözlü seleksiyon işlemine tabi tutulur. Yeni çözüm daha iyi ise eski çözüm yerine bu çözüm alınır ve çözüm geliştirememeye sayacı (failure) sıfırlanır. Eski çözümün uygunluğu daha iyi ise bu çözüm muhafaza edilir ve geliştirememeye sayacı(failure) bir artırılır. Bu süreç, tüm gözcü arılar yiyecek kaynağı bölgelerine dağılama kadar devam eder.

1.2.5. Kaynağı Bırakma Kriteri: Limit ve Kaşif Arı Üretimi

Bir çevrim sonunda tüm görevli ve gözcü arılar arama süreçlerini tamamladıktan sonra çözüm geliştirememeye sayaçları(failure) kontrol edilir. Bir arının bir kayaktan faydalanıp faydalanmadığı, yani gidip geldiği kaynağın nektarının tükenip tükenmediği çözüm geliştirememeye sayaçları aracılığıyla bilinir. Bir kaynak için çözüm geliştirememeye sayacı belli bir eşik değerinin üzerindeyse, artık bu kaynağın görevli arısının tükenmiş olan o çözümü bırakıp kendisi için başka bir çözüm araması gerekir. Bu da biten kaynakla ilişkili olan görevli arının kâşif arı olması anlamına gelmektedir. Kaşif arı haline geldikten sonra, bu arı için rastgele çözüm arama süreci başlar.(Eşitlik 3.1) Kaynağın terk ettiğinin belirlenmesi için kullanılan eşik değeri ABC algoritmasının önemli bir kontrol parametresidir ve "limit" olarak adlandırılmaktadır. Temel ABC algoritmasında her cevrimde sadece kâşif arının çıkmasına izin verilir.

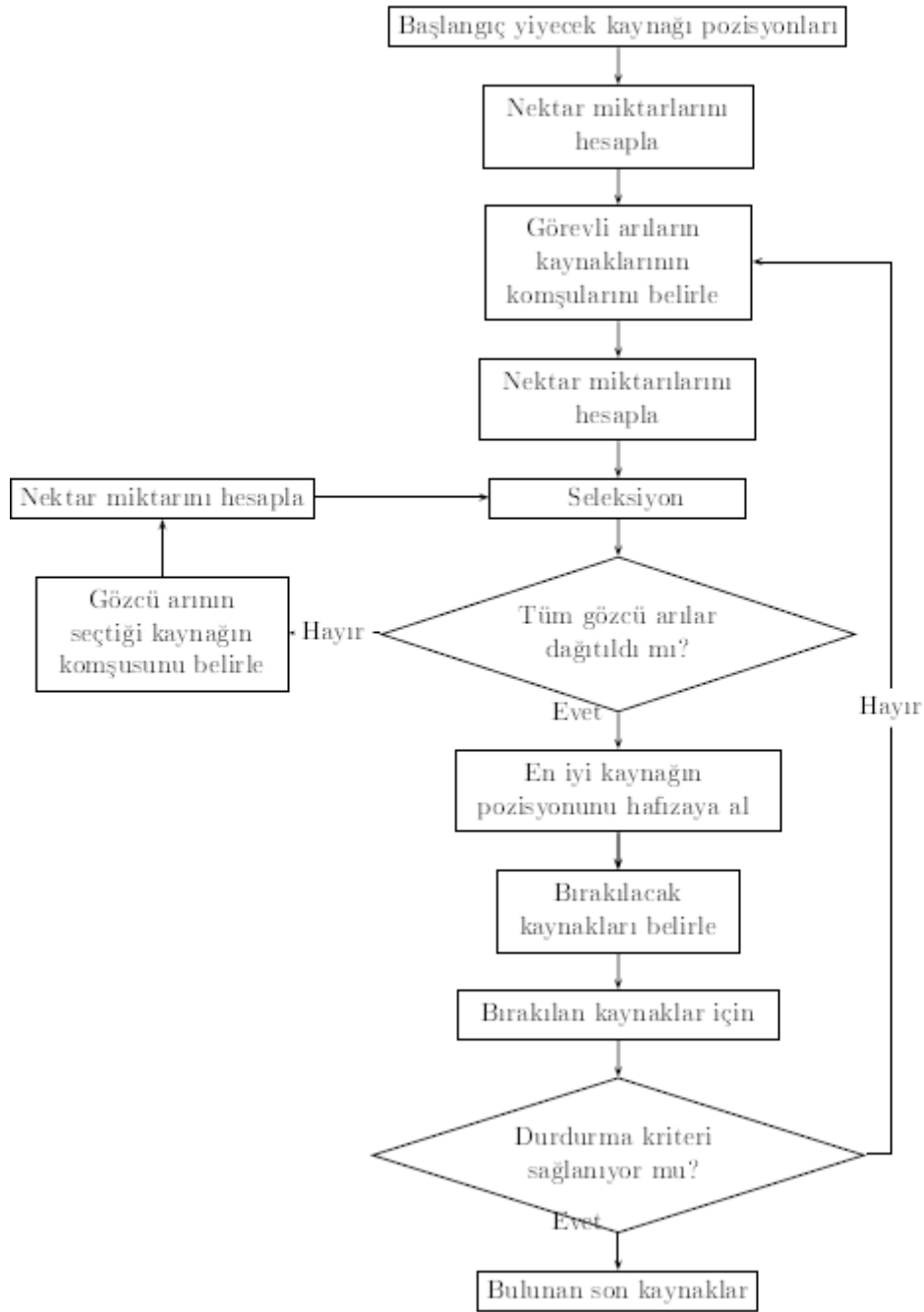
Tüm bu birimler arasındaki ilişki ve döngü Şekil 3.3 deki gibi bir akış diyagramı ile şematiğe edilebilir.

1.2.6. Seleksiyon Mekanizmaları

ABC algoritması 4 farklı seleksiyon işlemi kullanmaktadır. Bunlar;

1. Potansiyel iyi kaynaklarının belirlenmesine yönelik eşitlik 3.5 olasılık değerlerinin hesaplandığı global olasılık temelli seleksiyon süreci
2. Görevli ve gözcü arıların renk,şekil,koku gibi nektar kaynağının turunu belirlenmesi sağlayan görsel bilgiyi kullanarak bir bölgede kaynağın bulunmasına vesile olan bölgesel olasılık tabanlı seleksiyon işlemi(Eşitlik 3.2)
3. İşçi ve gözcü arıların daha iyi olan kaynağı belirlemek amacıyla kullandıkları aç gözlü seleksiyon
4. Kaşif Arılar tarafından eşitlik 3.1 aracılığıyla gerçekleştirilen rastgele seleksiyon.

Bütün bu seleksiyon metotların bir arada kullanılmasıyla ABC algoritması hem iyi bir global araştırma hem de bölgesel araştırma yapabilmektedir.



Şekil 3.3 ABC Algoritması

1.2.7. ABC Algoritmasının Adımları

Önceki bölümlerde genel hatları ile ABC algoritmasının adımları ve her bir adımda yapılan işlemler tarif edilmişti ancak bu adımları sözde kod şeklinde baştan aşağı yazmak faydalı olacaktır.

1. Eşitlik 3.1 aracılığıyla tüm $x_{i,j}$ $i=1...SN, j=1...D$, çözümlerine başlangıç değerlerinin atanması ve çözüm geliştirememeye sayaçlarının sıfırlanması $failure_i=0$

2. $f_i=f(x_i)$ fonksiyon değerlerinin ve bu değerlere karşılık gelen uygunluk değerlerin *fitness*_i hesaplaması
3. Repeat
4. for $i=1$ to S_n do
5. Eşitlik 3.2 kullanarak x_i çözümünün görevli arısı için yeni bir kaynak üret v_i ve $f(v_i)$ 'yi (3.4) eşitliğinde yerine koyarak bu çözümün uygunluk değerini hesapla
6. x_i ve v_i arasında aç gözlü seleksiyon işlemi uygula ve daha iyi olanı seç
7. x_i çözümü gelişmemişse çözüm geliştireme sayacını bir artır $failure_i = failure_i + 1$, gelişmemişse sıfırla, $failure_i = 0$
8. End For
9. Eşitlik 3.5 ile gözcü arıların seçim yaparken kullanacakları uygunluk değerine dayalı olasılık değerlerini p_i hesapla
10. $t=0$ $i=1$
11. Repeat
12. if $random < p_i$ then
13. Eşitlik 3.2 'i kullanarak gözcü arı için yeni bir kaynak , v_i üret
14. x_i ve v_i arasında aç gözlü seleksiyon işlemi uygula ve daha iyi olanı seç.
15. x_i çözümü gelişmemişse çözüm geliştirememeye sayacını bir artır $failure_i = failure_i + 1$, gelişmemişse sıfırla, $failure_i = 0$
16. $t=t+1$
17. End If
18. Until $t=SN$
19. if $\max (failure_i) > limit$ then
20. x_i eşitlik 3.1 ile üretilen rastgele bir çözümle değiştir.
21. End If
22. En İyi Çözümü hafıza da tut
23. Until Durma kriteri

1.2.8. ABC'nin Temel Özellikleri

ABC algoritması;

1. Oldukça esnek ve basittir.
2. Gerçek yiyecek arayıcı arıların davranışlarına oldukça yakın şekilde simule eder.

3. Sürü zekâsına dayalı bir algoritmadır.
4. Nümerik problemler için geliştirilmiştir ama ayrık problemler içinde kullanılabilir.
5. Oldukça az kontrol parametresine sahiptir
6. Kaşif Arılar tarafından gerçekleştirilen küresel ve görevli ve gözcü arılar tarafından gerçekleştirilen bölgesel araştırma kabiliyetine sahiptir ve ikisi paralel yürütülmektedir.

Bahriye Akay 'ın tezinden alıntıdır...