

# ABC

Yapay Arı Kolonisi Algoritması

# 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.

# Doğal Ortamlarında Arılar

- 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 işleri 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.

# Doğal Ortamlarında Arılar

- Bir arı 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 sürecinde, 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.

# Doğal Ortamlarında Arılar

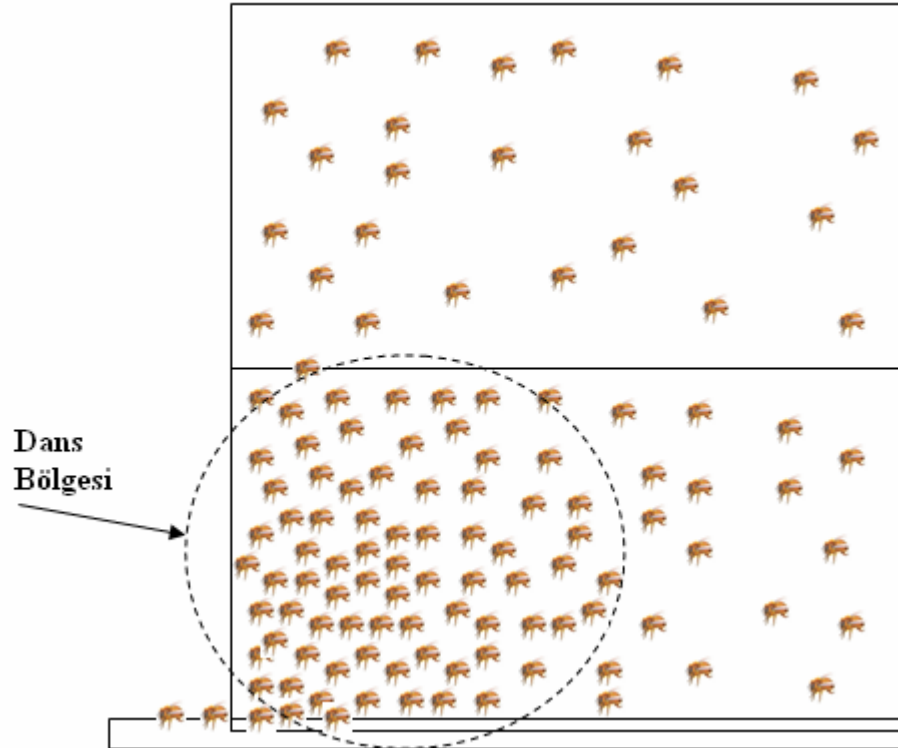
- Araştırma süreci izci arıların (scout bees) verimli çiçek bölgeleri araştırması için gönderilmesiyle başlar.
- İzci arılar rassal olarak bir bölgeden diğerine, bir çiçekten diğerine uçarak, nektar toplarken bölgeleri de kaliteleri açısından analiz eder.
- Bütün bir sezon boyunca koloni, nüfusunun en 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 arılarında seyrettiği bir dans (waggle dance) gerçekleştirir.

# Doğal Ortamlarında Arılar

- 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 dansa 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.

# Doğal Ortamlarında Arılar

- Şekilde kovanda dans bölgesinin şematik gösterimi verilmektedir.
- Araştırmaya çıkacak arılar dans yapan arılar etrafında toplandığından bu bölgelerde arı yoğunluğu artmaktadır.



# Doğal Ortamlarında Arılar

- 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 arkadaşlarına devredip geri uçarsa bu, "arının faydalandığı kaynak bilinen bir kaynaktır veya verimsizdir" anlamına gelmektedir. Suyun kısıtlı olduğu zamanlarda ise bu dans su kaynağının yerini göstermek için de kullanılır.



# Doğal Ortamlarında Arılar

- 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 dans 20 kadar tur olur.

# Doğal Ortamlarında Arılar

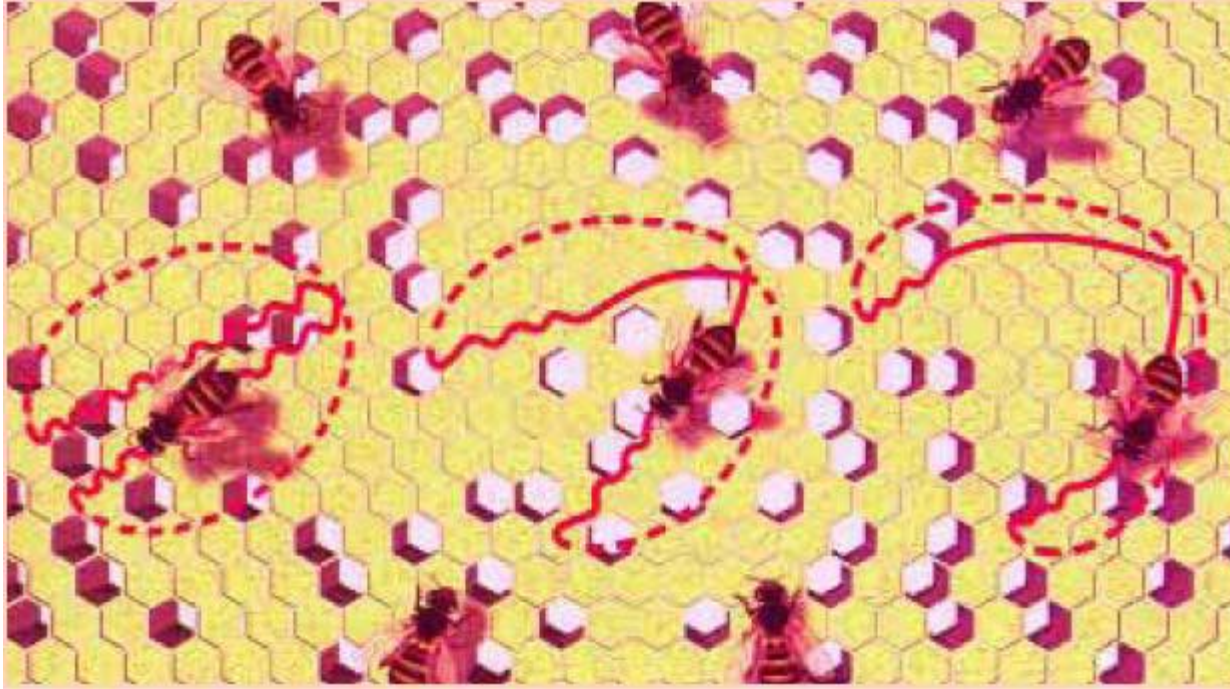
- Arılar dans ederek yaptıkları tariflerini karanlık bir kovanda, peteklerin üzerindeyken yaparlar.
- Bu, aralarında kusursuz bir iletişim olan arıların yeteneklerinin daha iyi anlaşılması bakımından unutulmaması gereken önemli bir detaydır.
- Arılar çevrelerinde toplanan diğer arılara, yiyecek kaynağı hakkında gerekli olabilecek tüm bilgileri karanlıkta verirler.
- Peteklerin üzerinde yaptıkları hareketler karanlık olmasına rağmen diğer arılar tarafından doğru olarak algılanır ve hemen uygulamaya geçirilir.

# Doğal Ortamlarında Arılar

- 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 dansda 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 sallar.

# Doğal Ortamlarında Arılar

- Şekilde arıların yiyecek kaynağının uzaklığı hakkında bilgi vermek için yaptıkları, dalgalı çizgilerle gösterilen 8 dansı görülmektedir.



# Doğal Ortamlarında Arılar

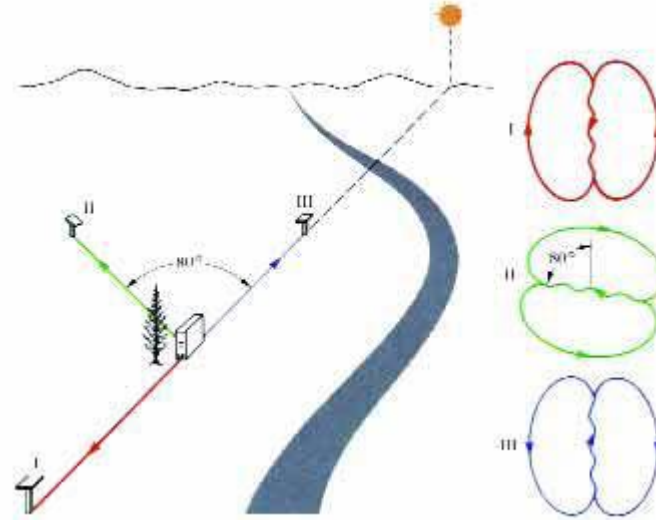
- Arının düz olarak geçtiği bu yolun, kovani yukarıdan aşağıya doğru kesen (hayali) dikmeye yaptığı açı, besin kaynağının güneşe olan açısını verir.
- Dans ederken yere tam dik gelen üst kısım sembolik olarak güneşi göstermektedir.
- Eğer arı kovaniyle besin kaynağını ve kovanla güneşin hemen altındaki 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.

# Doğal Ortamlarında Arılar

- 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.
- Hem nektar hem de polen toplayıcıları aynı şekilde dans ederler.

# Doğal Ortamlarında Arılar

- Şekil arıların yiyecek kaynağının yönünü nasıl belirlediklerini göstermektedir. 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  $80^\circ$ 'lik bir açı yapıyorsa bu, yiyecek kaynağının Güneş'in  $80^\circ$  sağında olduğunu gösterir.
- III. Arı düz yolu yukarı doğru alıyorsa yiyecek kaynağı tam Güneş yönünde, aşağı doğru alıyorsa kaynak Güneş'in tam aksi yönünde demektir.

# Doğal Ortamlarında Arılar

- Daha önce belirtildiği gibi en son Şekilde kaynağın yönünü arıların nasıl anlattığı gösterilmektedir. Ancak kaynağın yönünü bilmek tek başına bir işe yaramaz.
- İşçi arıların balözünü 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 sayısı ile ölçülen dans temposu ve düz bir hat boyunca yapılan sallanma hareketleri ve vızıldamalardır. Dansın temposu, daha uzaktaki besin kaynakları için yavaşlar, yakındaki besin kaynakları için hızlanır. Yine dansın zamanı, daha uzak mesafedeki kaynaklar için artar.



# Doğal Ortamlarında Arılar

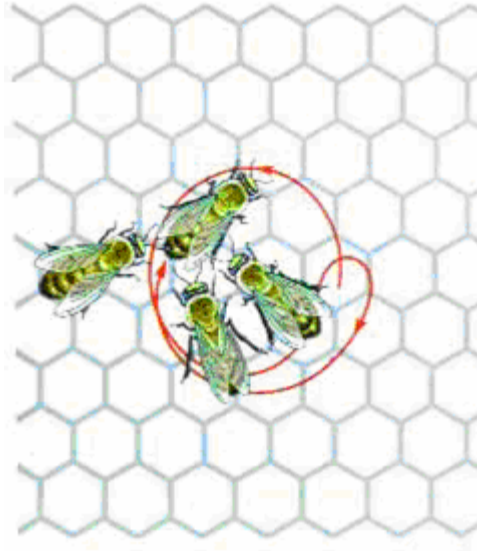
- Dans boyunca diğer işçiler, tarifi yapan arının etrafında kümelenir ve her hareketini takip ederler. Ayrıca dansçının titreşen karnına antenleri ile dokunurlar. Bu hareket çok önemlidir, çünkü arının havada oluşturduğu kesintili akım besin kaynağının uzaklığını bildirir.
- Arının gövdesinin alt kısmını 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).

# Doğal Ortamlarında Arılar

- “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.

# Doğal Ortamlarında Arılar

- 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.



# Doğal Ortamlarında Arılar

- 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.

# Doğal Ortamlarında Arılar

- 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 aynı kalitede ise diğer arılardan bir kısmı da kovana döndüğünde aynı 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.

# Doğal Ortamlarında Arılar

- 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 aynı 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 belirtildiği gibi, koloninin ihtiyaç duyduğu nektar, polen gibi bileşenler en hızlı ve verimli bir şekilde toplanabilecektir.

# Koloni Temelli Algoritmalar

- Koloni temelli algoritmalar doğada olan yöntemlerden esinlenerek optimal çözüme ulaşmaya çalışan algoritmalar.
- Popülasyon temelli bu algoritmaları diğer algoritmalar (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 değerlendirilebilir.

# Koloni Temelli Algoritmalar

- 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.



# Koloni Temelli Algoritmalar

- 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.

# Koloni Temelli Algoritmalar

- 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 (AA)

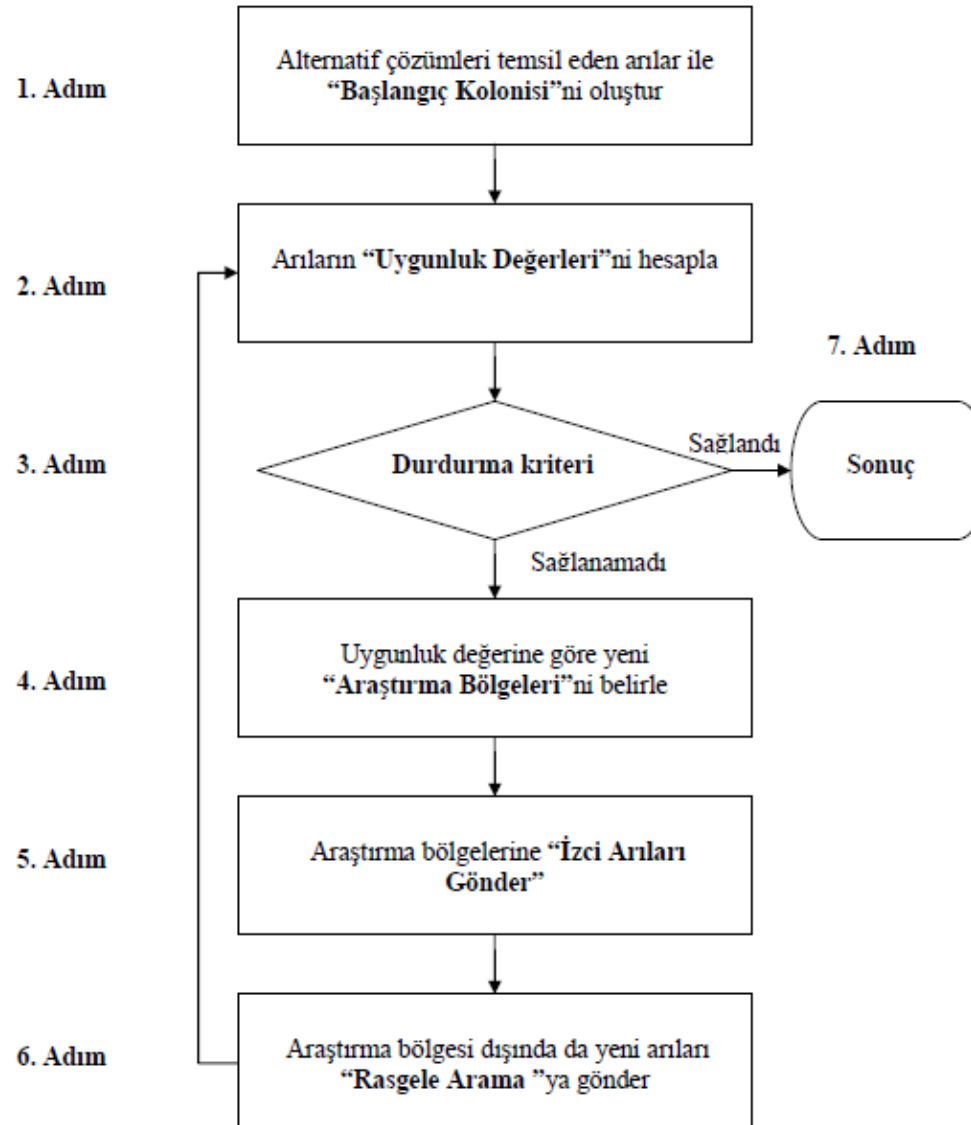
- Arı Algoritması; arıların doğal ortamlarında besin toplamak için gösterdikleri davranışlarını temel alarak, optimizasyon problemlerinde en iyi çözümü bulabilmek için 2005 yılında geliştirilmiş bir algoritmadır (Pham ve diğerleri, 2005).
- Algoritmanın ilk uygulamalarından biri de çok katmanlı yapay 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 Algoritması (AA)

- 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 Algoritması (AA)

- Arı algoritmasının genel işleyiş adımları Şekilde görülmektedir. gelen koloni

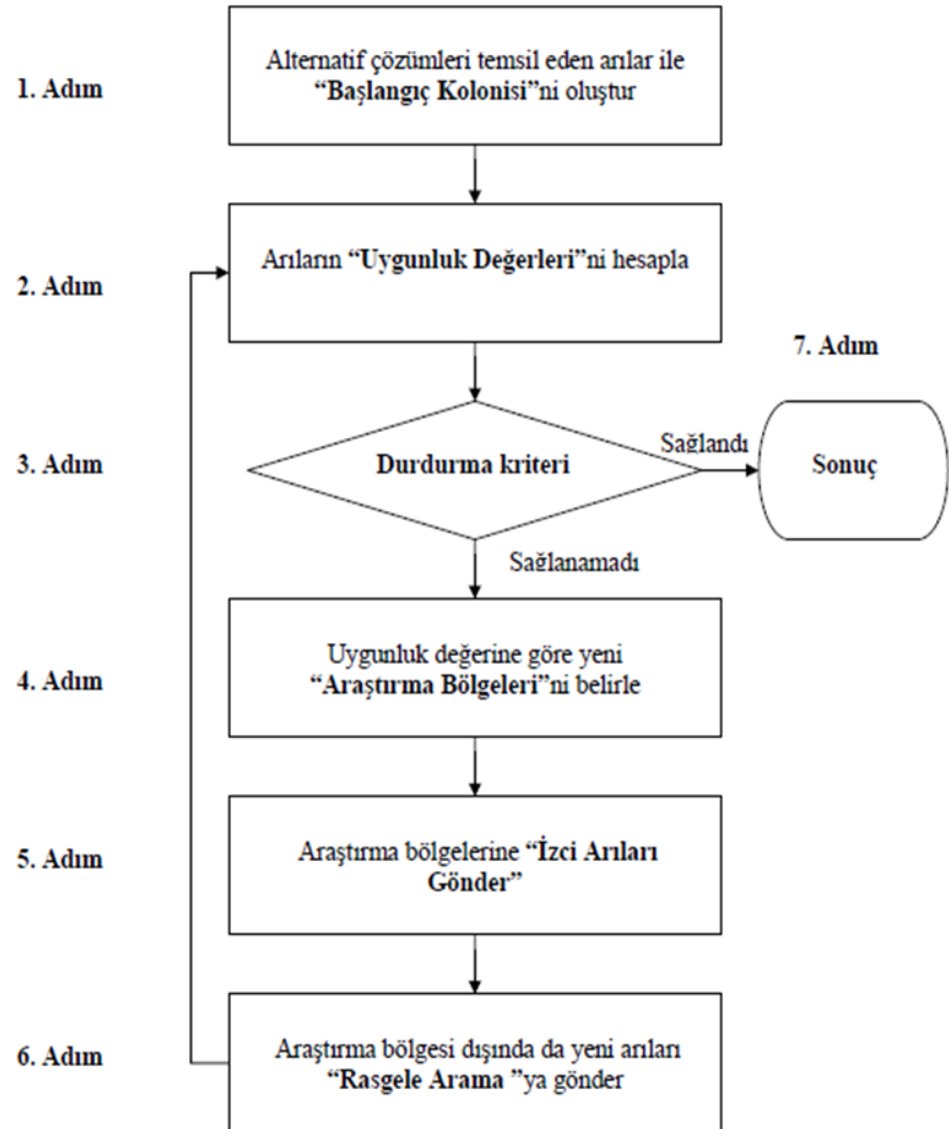


# Arı Algoritması (AA)

- i. Arı algoritmasında başlangıçta ayarlanması gereken bazı parametreler 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 ( $n_{ep}$ ),
- vi. diğer bölgesi arılarının ( $m-e$ ) etrafına gönderilecek arı sayısı ( $n_{sp}$ ),
- vii. araştırma yapılmak üzere seçilen arının ne kadarlık çevresinde araştırma yapılacağına belirlendiği çevre büyüklüğü ( $n_{gh}$ ) değeri ve iterasyon sayısını yada bulunan çözüm performansını (arı uygunluk değeri) esas alan durdurma kriterleridir.

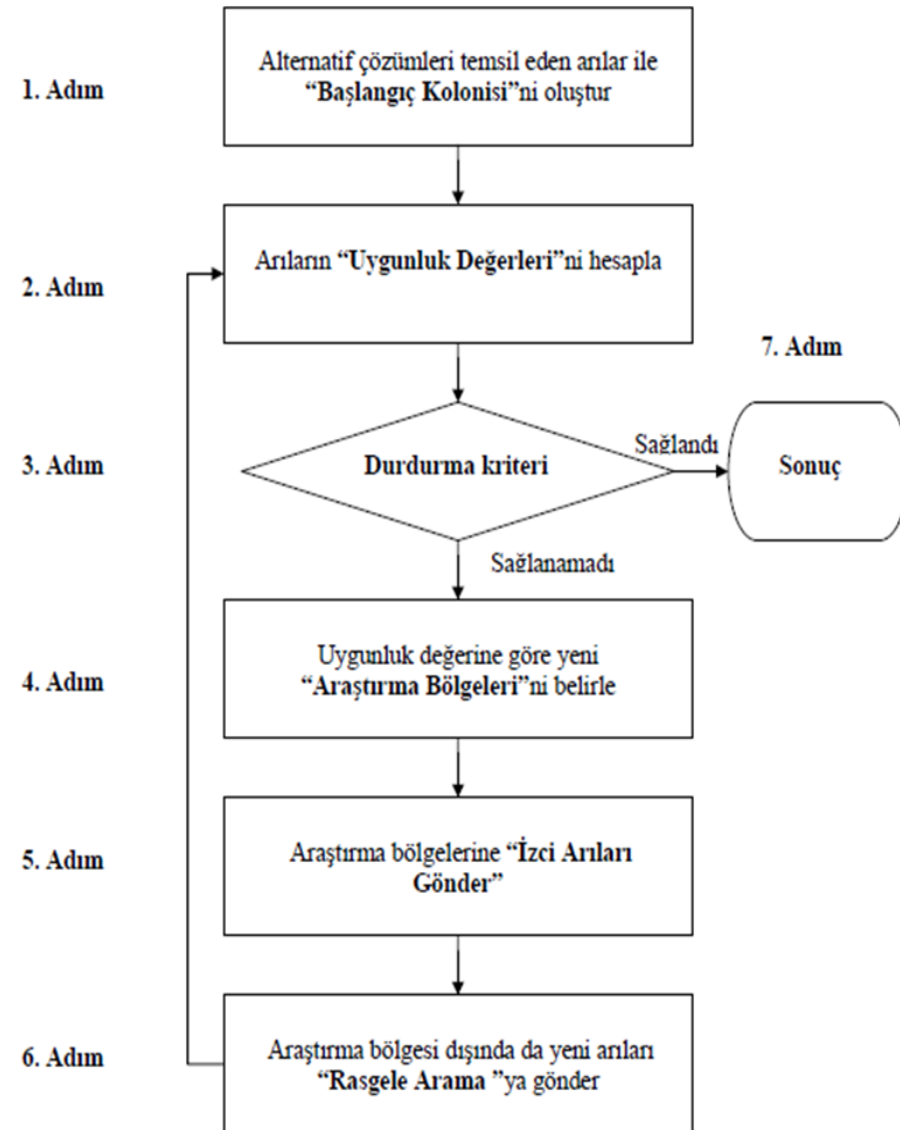
# Arı Algoritması (AA)

- Algoritma ilk adımda,  $n$  adet arının 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 ise işlemlere son verilerek 7. adıma geçilir aksi taktirde 4. adımdan işlemlere devam edilir.



# Arı Algoritması (AA)

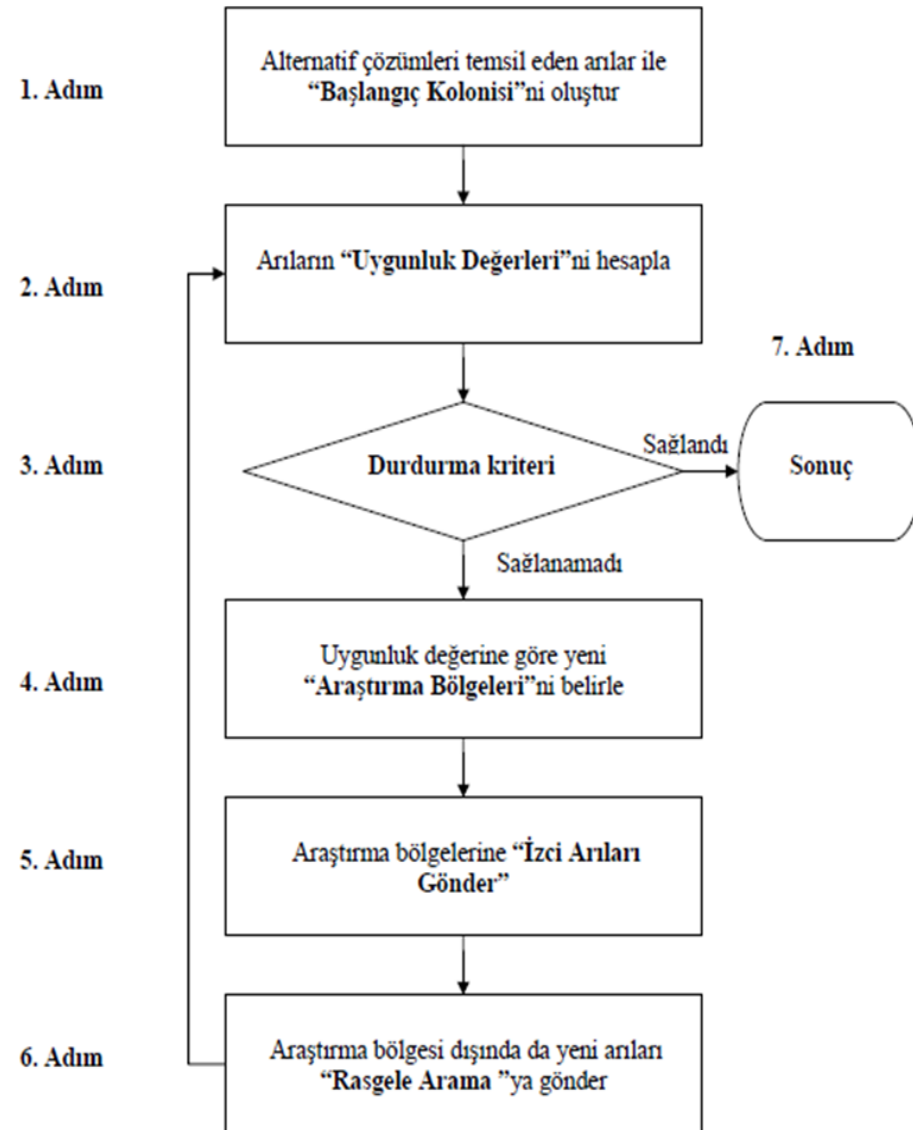
- 4. adımda, arılar uygunluk değerlerine göre sıralanır. Uygunluk değeri en yüksekten başlamak üzere, etrafında araştırma yapılacak arılar, araştırma bölge arısı (m) olarak belirlenir. Aynı adımda araştırma bölgesi içerisindeki en iyi elit arı ( e ) sayısı da bu bölge içerisinde yer alır.





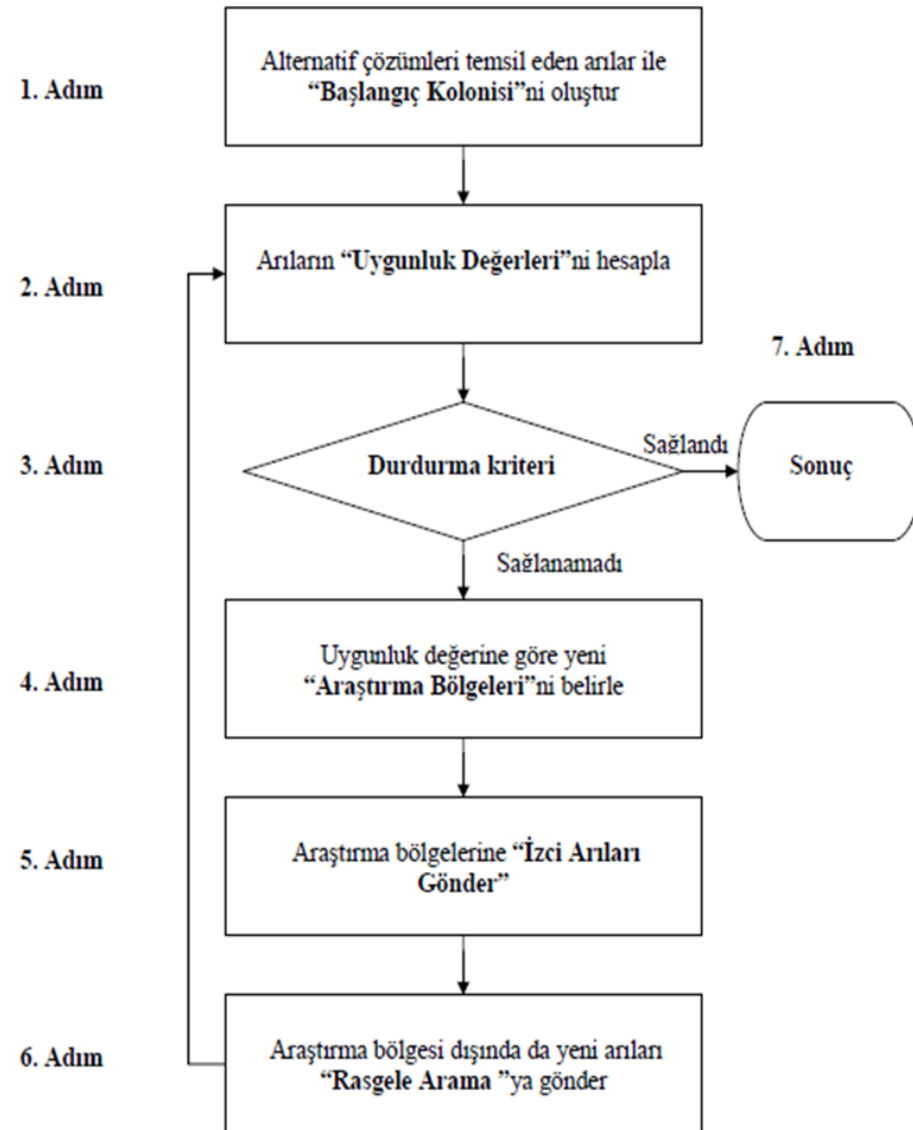
# Arı Algoritması (AA)

- 5. adımda, araştırma bölgesi arıları 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 tanesidir.



# Arı Algoritması (AA)

- Bununla birlikte 6. adımda, seçilen 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.



# Basit Bir Arı Algoritması Uygulaması

- 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.

$$F(x,y)=(x-5)^2+(y-5)^2$$

- 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 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.

# Basit Bir Arı Algoritması Uygulaması

$$F(x,y)=(x-5)^2+(y-5)^2$$

- 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

- Olarak belirledikten sonra rasgele belirlenmiş  $x$  ve  $y$  değerlerinden oluşan 11 adet arı ile başlangıç kolonisi ile algoritmayı başlatıyoruz.

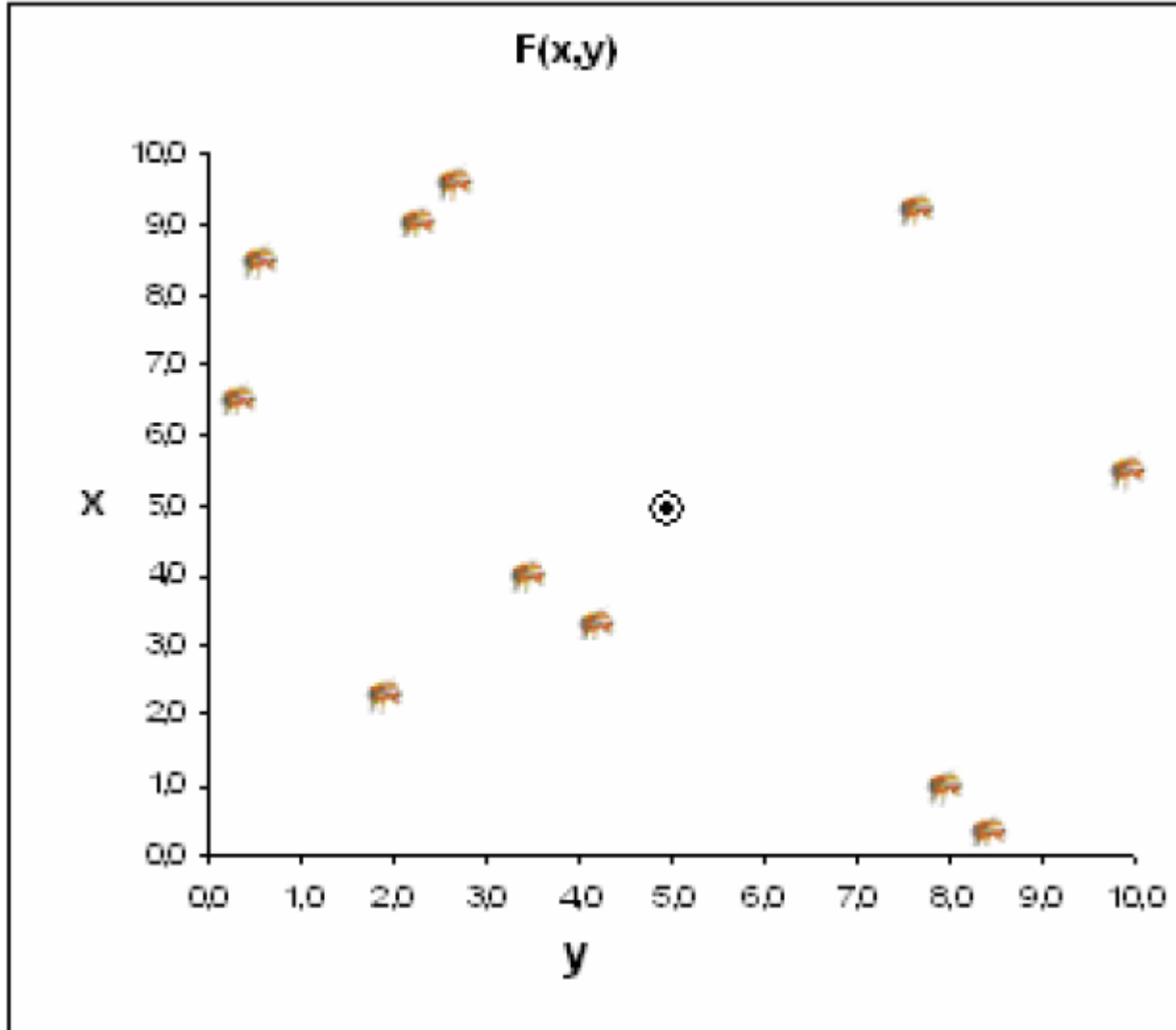
# Arı Algoritması (AA)

- Başlangıç kolonisi arılarının temsil ettiği  $x, y$  değeri ile bu  $x, y$  değerlerine karşılık gelen  $F(x, y)$  uygunluk değerleri Tabloda verilmektedir. Ayrıca arıların araştırmaya çıktıkları yerler Şekilde görsel olarak verilmiştir. Aranılan nokta  $x=5, y=5$  ve  $F(5,5)=0$  uygunluk değerine sahip çözümdür.

	x	y	$F(x, y) = (x-5)^2 + (y-5)^2$ (Uygunluk değeri)
Arı 1	9,1	2,4	22,76
Arı 2	2,2	1,9	17,45
Arı 3	0,3	8,4	33,65
Arı 4	9,1	7,6	23,57
Arı 5	3,9	3,3	4,10
Arı 6	9,4	2,8	24,20
Arı 7	8,4	0,6	30,92
Arı 8	5,3	9,7	38,90
Arı 9	3,3	4,2	3,53
Arı 10	1,0	8,0	24,21
Arı 11	6,4	0,4	23,12
Koloni ortalama performansı			24,40

# Arı Algoritması (AA)

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



# Arı Algoritması (AA)

- Algoritmanın 3. adımında istenilen sonuca ulaşıp 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 yaklaşma da bir durdurma kriteri olarak ele alınabilir.

# Arı Algoritması (AA)

- 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.

	Araştırma Bölgesi	Seçilen Ari	F(x,y) Uygunluk Değeri	Etrafına gönderilecek arı sayısı
Araştırma Bölgesi ( m=4 )	Elit arı ( e=2 )	Arı 9	3,53	2
		Arı 5	4,10	2
	Diğer ( m-e=2 )	Arı 2	17,45	1
		Arı 1	22,76	1
İzci arı	Yeni			1



# Arı Algoritması (AA)

- 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.

# Arı Algoritması (AA)

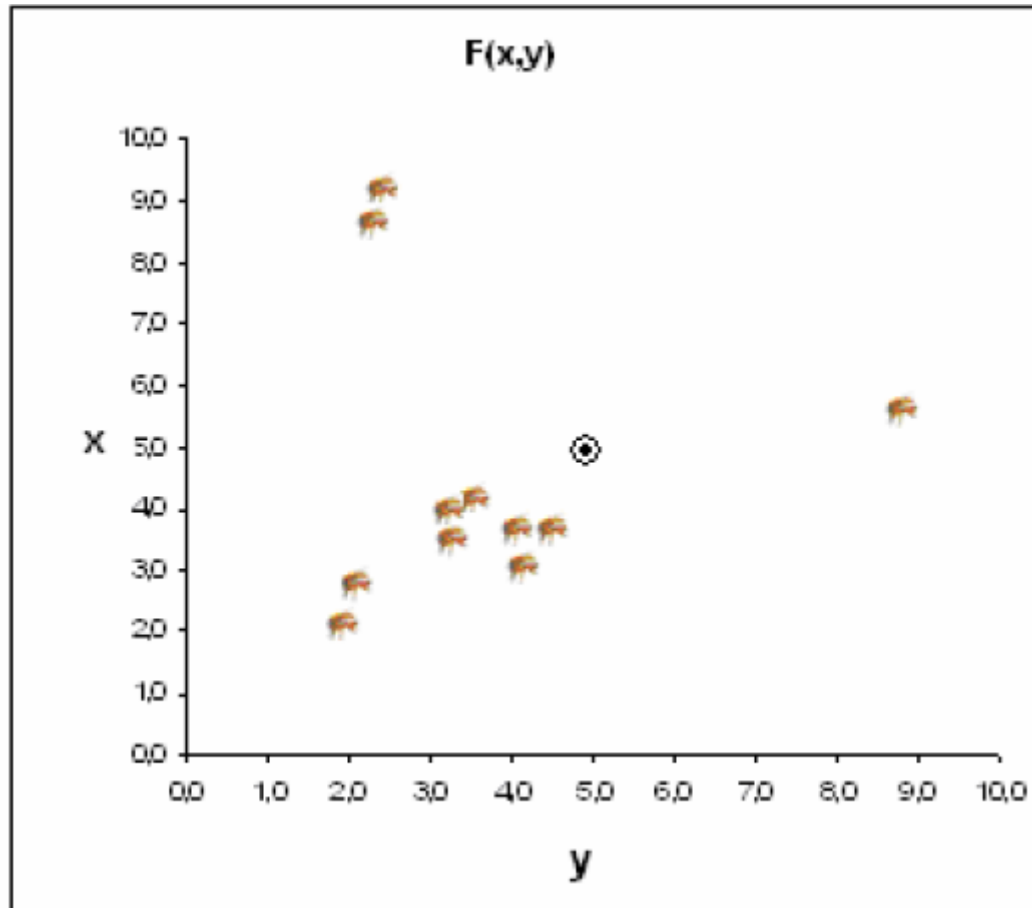
- 6. adımda yerel araştırmanın dışında genel araştırmanın da yapıldığı rassal araştırma alanına yeni bir arının gönderilmesi sağlanır. Araştırma bölgesine gönderilen arılar ve rasgele araştırmaya gönderilen arıların tamamının oluşturduğu yeni koloni üyesi arıların değerleri Tabloda görülebilmektedir.

Eski	Yeni	x	y	$F(x,y)=(x-5)^2+(y-5)^2$
Arı 9	Kendisi	3,3	4,2	3,53
	Çevre 1	3,6	4,0	2,96
	Çevre 2	3,7	4,4	2,05
Arı 5	Kendisi	3,9	3,3	4,10
	Çevre 1	4,1	3,5	3,06
	Çevre 2	3,6	3,2	5,20
Ari 2	Kendisi	2,2	1,9	17,45
	Çevre 1	2,7	2,1	13,70
Ari 1	Kendisi	9,1	2,4	22,76
	Çevre 1	8,8	2,3	21,73
İzci Arı	Rassal - yeni	5,7	8,8	14,93
Koloni ortalama performansı				10,13

Tablo: Fonksiyon Optimizasyon örneği ,Yeni koloni arıları ve uygunluk değerleri

# Arı Algoritması (AA)

- Araştırma bölgesine gönderilen arılar ve rasgele araştırmaya gönderilen arıların tamamının oluşturduğu yeni koloni üyesi arıların görsel yerleşimi şekilde görülebilmektedir.



Şekil: AA Fonksiyon Optimizasyon örneği , yeni koloni x-y grafiği

# Arı Algoritması (AA)

- 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.

Tablo1: başlangıç kolonisi değerleri

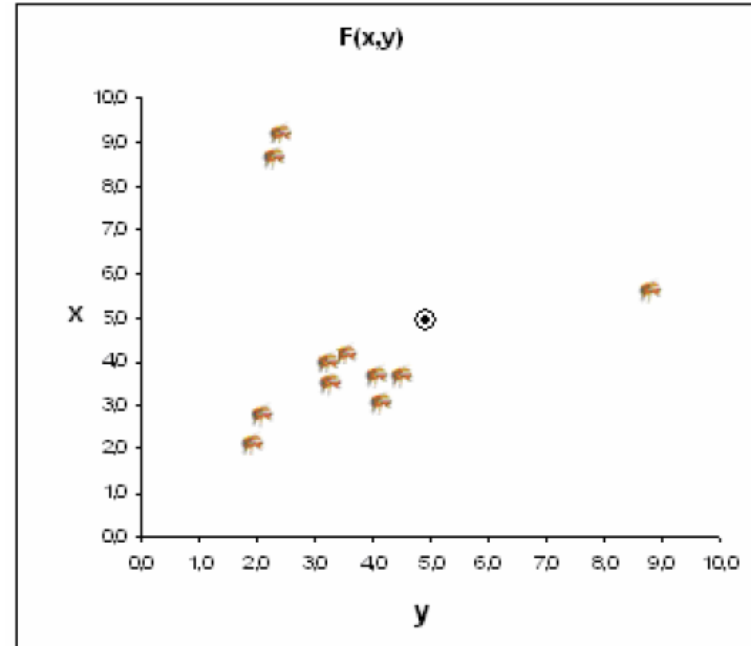
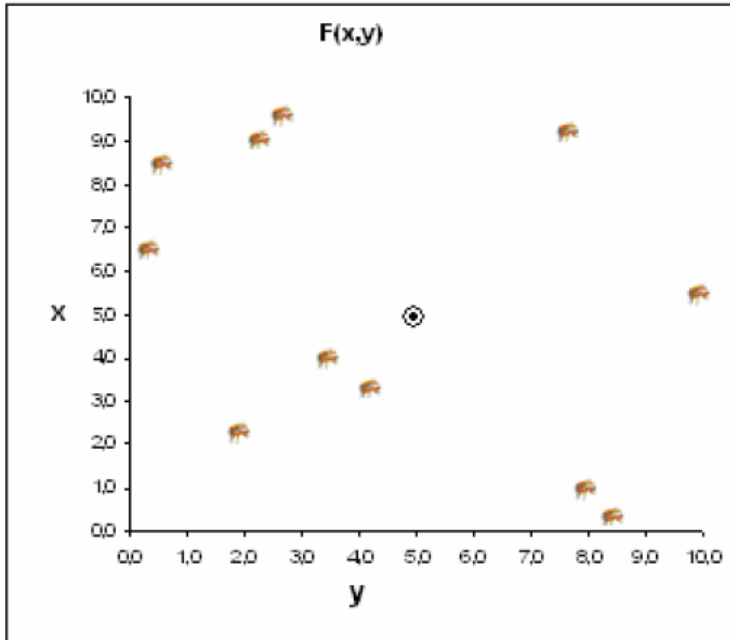
	x	y	$F(x,y) = (x-5)^2 + (y-5)^2$ (Uygunluk değeri)
Arı 1	9,1	2,4	22,76
Arı 2	2,2	1,9	17,45
Arı 3	0,3	8,4	33,65
Arı 4	9,1	7,6	23,57
Arı 5	3,9	3,3	4,10
Arı 6	9,4	2,8	24,20
Arı 7	8,4	0,6	30,92
Arı 8	5,3	9,7	38,90
Arı 9	3,3	4,2	3,53
Arı 10	1,0	8,0	24,21
Arı 11	6,4	0,4	23,12
Koloni ortalama performansı			24,40

Tablo 2:Yeni koloni arıları ve uygunluk değerleri

Eski	Yeni	x	y	$F(x,y) = (x-5)^2 + (y-5)^2$
Arı 9	Kendisi	3,3	4,2	3,53
	Çevre 1	3,6	4,0	2,96
	Çevre 2	3,7	4,4	2,05
Arı 5	Kendisi	3,9	3,3	4,10
	Çevre 1	4,1	3,5	3,06
	Çevre 2	3,6	3,2	5,20
Ari 2	Kendisi	2,2	1,9	17,45
	Çevre 1	2,7	2,1	13,70
Ari 1	Kendisi	9,1	2,4	22,76
	Çevre 1	8,8	2,3	21,73
İzci Arı	Rassal - yeni	5,7	8,8	14,93
Koloni ortalama performansı				10,13

# Arı Algoritması (AA)

- Koloni performansının görsel yansıması da aşağıdaki şekillerde verildiği gibi arıların istenen  $x=5, y=5$  noktası etrafında kümелendikleri görülmektedir.



- Oluşan yeni kolonide başlangıç kolonisinde olduğu gibi araştırma bölgelerinin seçilmesi, yeni arıların gönderilmesi ile algoritma adımlarına devam edilecek ve baştan belirlenen durdurma kriteri sağlanıncaya kadar iterasyona devam edilecektir.