

KARINCA KOLONİ ALGORİTMASI

BMÜ-579 Meta Sezgisel Yöntemler

Yrd. Doç. Dr. İlhan AYDIN

Fırat Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

Karınca Koloni Algoritması

Bilim adamları, böcek davranışlarını inceleyerek başarılı optimizasyon algoritmaları geliştirmişlerdir.

Bu teknikler birçok bilimsel alanda ve mühendislik problemlerinde başarıyla uygulanmıştır.

Teknikler, statik problemlerdeki yüksek performanslarına ilaveten, dinamik özellik gösteren problemlerde de yüksek derecede esnekliğe sahiptirler.

Karınca algoritmaları ilk olarak Dorigo ve meslektaşları tarafından; gezgin satıcı problemi (GSP) ve kuadratik atama (QAP) gibi zor optimizasyon problemlerinin çözümü için geliştirilmiştir.

Optimizasyon problemlerinin çözümü amacıyla karınca algoritmaları üzerine birçok çalışma devam etmektedir.

Bu çalışma alanlarından bazıları, iletişim ağlarının belirlenmesi, grafik renklendirme, iş

çizelgeleme vs.dir

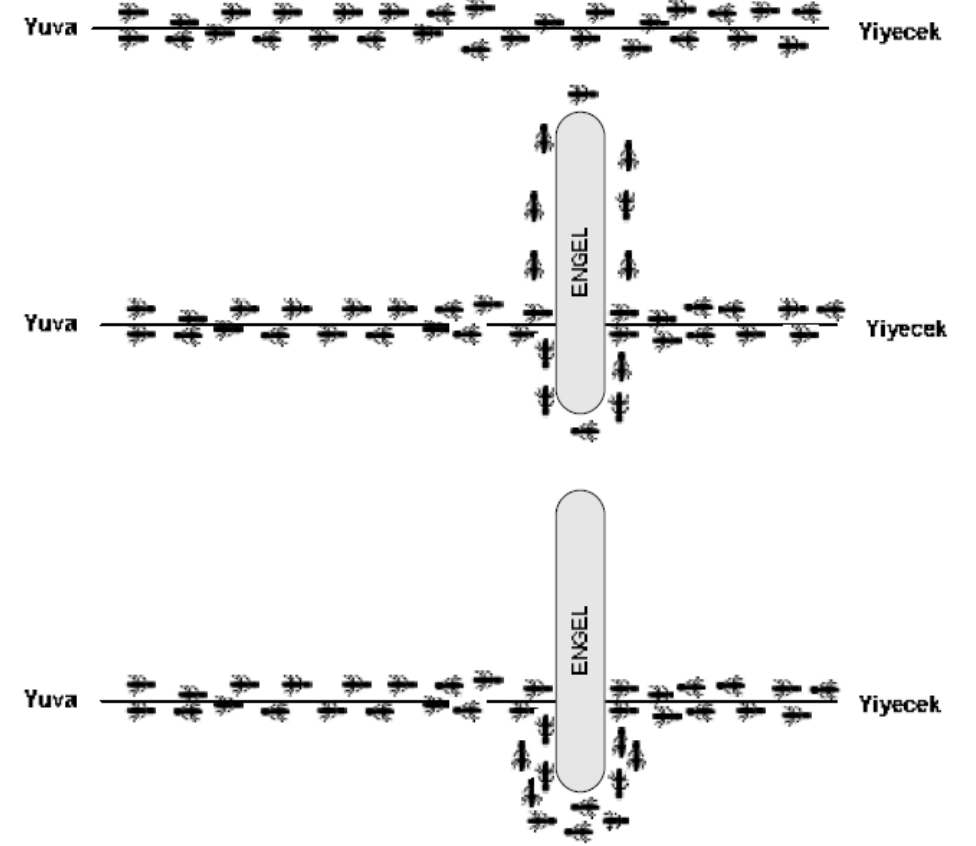
Karınca Koloni Algoritması

Karıncalar, yiyecek kaynaklarından yuvalarına en kısa yolu görme duyularını kullanmadan bulma yeteneğine sahiptirler.

Aynı zamanda, çevredeki değişime adapte olma yetenekleri vardır.

Dış etkenler sonucu takip ettikleri mevcut yol artık en kısa yol değilse, yeni en kısa yolu bulabilmektedirler.

ŞEKİL 1’de de görüldüğü gibi karıncalar, başlangıçta düz bir hattı takip etmekte ve bu esnada feromon olarak adlandırılan bir maddeyi yol güzergahına bırakarak kendilerinden sonra gelen karıncaların yollarını bulmalarını kolaylaştırmaktadırlar.



ŞEKİL 1. Gerçek karıncaların en kısa yolu bulması

Karınca Koloni Algoritması

- Önlerine bir engel konulduğunda feromonları takip edemediklerinden, karıncalar gidebilecekleri iki yoldan birini öncelikle rastsal olarak seçmektedirler.
- Kısa olan yoldan birim zamandaki geçiş daha fazla olacağından bırakılan feromon miktarı da daha fazla olur.
- Buna bağlı olarak, zaman içerisinde kısa olan yolu tercih eden karıncaların sayısında artış olur. Belli bir süre sonra tüm karıncalar kısa yolu tercih ederler.
- Başta rastsal hareket eden karıncaların izleri kontrol ederek yüksek olasılıkla izlerin yoğun olduğu yönü takip etmesi otokatalitik bir davranış şeklidir ve karıncaların karşılıklı etkileşiminde sinerjik bir etki vardır.
- Algoritma, karınca kolonilerinden esinlenerek geliştirildiğinden sisteme, karınca sistemi (KS), algoritma ise karınca kolonileri algoritması (KKA) olarak adlandırılır.
- Karınca kolonileri optimizasyon problemlerinde kullanılır.
- Karınca sistemindeki karıncalar doğal karıncalardan farklıdır.
- Hafızaya sahiptirler, tamamen kör değildirler ve zamanın kesikli olduğu bir çevrede yaşarlar

KARINCA KOLONİSİ ALGORİTMASI

Yapay karıncalardan oluşan Karınca Kolonisi Algoritması, yapay feromon izlerinin güncellenmesiyle tekrarlanan bir yapıya sahiptir.

Algoritmanın çalışma sürecinde, karıncalar tarafından güncellenen feromon izleriyle iyi bir çözümün bulunması için bilgi oluşturulmakta ve her iterasyonda bu bilgiler güncellenmektedir.

Karınca kolonisi algoritmasına ait döngü ŞEKİL 2' deki gibidir.

Adım 1 : Başlangıç feromon değerleri belirlenir.

Adım 2 : Karıncalar her düğüme rastsal olarak yerleştirilir.

Adım 3: Her karınca, sonraki şehri denklemde verilen lokal arama olasılığına bağlı olarak seçmek suretiyle turunu tamamlar.

Adım 4: Her karınca tarafından katedilen yolların uzunluğunu hesaplanır ve lokal feromon güncellemesi yapılır.

Adım 5: En iyi çözüm hesaplanır ve global feromon yenilemesinde kullanılır.

Adım 6: Maksimum iterasyon sayısı yada yeterlilik kriteri sağlanana kadar Adım 2' ye gidilir.

ŞEKİL 2:Karınca Kolonisi Algoritması

2.1 Geçiş Kuralı

KKA' da bir tur esnasında, i noktasında bulunan k karıncası için, sonraki j noktasını seçerken iki alternatif yol söz konusudur.

İlk alternatif, gidebileceği yollar içerisinden feromon miktarlarına bağlı olarak hesaplanan seçim değerlerinden maksimum olanını seçmesidir.

Genellikle bu yolla tercih yapma olasılığı (q_0) %90 olarak belirlenmektedir.

İkinci alternatifte ise yollardaki feromon miktarı göz önüne alınarak oluşturulan olasılık dağılımına bağlı olarak yollar seçilir.

Aşağıda bu geçiş kuralına göre i noktasında bulunan k karıncasının u adet alternatif noktadan hangisine gideceğinin belirlendiği formül görülmektedir:

$$j = \max_{u \in J_k(i)} \left\{ \left[\tau(i, u) \right]^\alpha \times \left[\eta(i, u) \right]^\beta \right\} \quad \text{eğer } q \leq q_0$$

2.1 Geçiş Kuralı

Burada $\tau(i,u)$, (i,u) hattındaki feromon izidir. $\eta(i,u) = 1/\delta(i,u)$ i noktasından u noktasına uzaklığın tersidir.

$J_k(i)$ i noktasındaki k karıncası tarafından henüz gidilmemiş şehirleri temsil etmektedir.

$\beta (\beta > 0)$ feromonun güncellenmesinde, uzaklığın göreceli önemliliğini belirleyen parametredir.

$q_0 (0 < q_0 < 1)$ çözüm uzayını araştırmanın göreceli önemliliğini gösteren parametredir.

2.1 Geçiş Kuralı

$q \leq q_0$ olması durumunda ise ikinci geçiş kuralı uygulanır.

Bu kurala göre gidilecek bir sonraki nokta hesaplanan seçim değerlerine bağlı olarak rastsal olarak seçilmektedir.

Dolayısıyla feromon miktarının daha yoğun olduğu yolların seçilme olasılığı daha fazla olacaktır.

Gidilebilecek yolların seçilme olasılıkları aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır

$$p_k(i, j) = \begin{cases} \frac{[\tau(i, j)]^\alpha \times [\eta(i, j)]^\beta}{\sum_{u \in J_k(i)} [\tau(i, u)]^\alpha \times [\eta(i, u)]^\beta} & \text{eğer } j \in J_k(i) \\ 0 & \text{Diğer durumlarda} \end{cases}$$

2.2 Feromon güncellemesi

Tüm karıncalar turlarını tamamladıktan sonra feromon miktarları güncellenmektedir.

 lk olarak tüm yollardaki feromonlar, belirlenen oranda (buharlaşma oranı) buharlaştırılmaktadır.

Daha sonra karıncaların geçiş yapmış oldukları yollardaki feromon miktarları, o yolu kullanan karıncanın toplam yol uzunluğuyla ters orantılı olarak arttırılmaktadır.

Böylelikle daha kısa yola sahip karıncaların kullandıkları yollardaki feromon miktarları daha fazla artış göstermektedir.

Feromon güncellemesi iki yolla yapılabilir. Bunlar Lokal feromon güncellemesi ve Global Feromon g ncellemesidir.

2.2.1 Lokal Feromon Güncellemesi

Tüm karıncalar turlarını tamamladıktan sonra, eski feromon miktarları belli bir

oranda buharlaştırılır, her bir karıncanın turu boyunca geçiş yapmış olduğu yollarda belli

bir miktarda feromon artışı sağlanır.

$\tau_{ij}(t)$, t iterasyonuna kadar biriken feromon düzeyi,

$\Delta\tau_{ij}^k(t+1)$, t iterasyonundaki feromon düzeyi ve ρ

($0 \leq \rho \leq 1$), feromon buharlaşma parametresi olmak

üzere lokal feromon düzeyi aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$\tau_{ij}(t+1) = (1 - \rho) \tau_{ij}(t) + \sum_{k=1}^m \Delta\tau_{ij}^k(t+1)$$

$\Delta\tau_{ij}^k(t+1)$, aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$\Delta\tau_{ij}^k(t+1) = \begin{cases} 1/L^k(t+1) & \text{k karıncası (i, j) yolunu kullanmışsa,} \\ 0 & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

$L_k(t+1)$ karıncanın toplam tur uzunluğudur. Lokal feromon güncellemesi, turları dinamik olarak değiştirerek geçiş yapılan yolları cazip hale getirir.

Karıncalar değişen feromon miktarlarına bağlı olarak her iterasyonda turlarını da değiştirmektedirler. Böylelikle sürekli olarak kısa turları bulmak amaçlanmaktadır.

2.1.2.2. Global feromon güncellemesi

KKA'da global feromon güncellemesi geçerli adımdaki en iyi sonuca sahip karıncanın izlediği yolun feromon düzeyinin arttırılmasından oluşur ve iterasyonlarda bulunan en iyi sonuçların belli bir oranda ileriki iterasyonlara aktarılmasını sağlar.

Global feromon güncellemesi lokal'e benzer. Aşağıdaki denkleme göre yapılır.

$$\tau_{ij}(t+1) = (1 - \rho) \tau_{ij}(t) + \Delta \tau_{ij}^k(t+1)$$

$$\Delta \tau_{ij}(t+1) = \begin{cases} \frac{1}{L_{best}(t+1)} & (i, j) \text{ en iyi tura ait ise} \\ 0 & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

$L_{best}(t+1)$ geçerli iterasyonda bulunan en iyi turun uzunluğudur.

2.3 Optimum Karınca Sayısı

Karınca sayısının arttırılması çözümde iyileşmeye neden olur.

Fakat hesaplamaları arttırdığı için karınca sayısının fazla arttırılması işlem zamanlarının uzamasına neden olur.

GSP problemlerinde yapılan denemeler sonucunda karınca sayısının şehir sayısına eşit seçilmesinin uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

Karınca sayısı, problem büyüklüğüne ve uygulama alanına bağlı olarak değişir

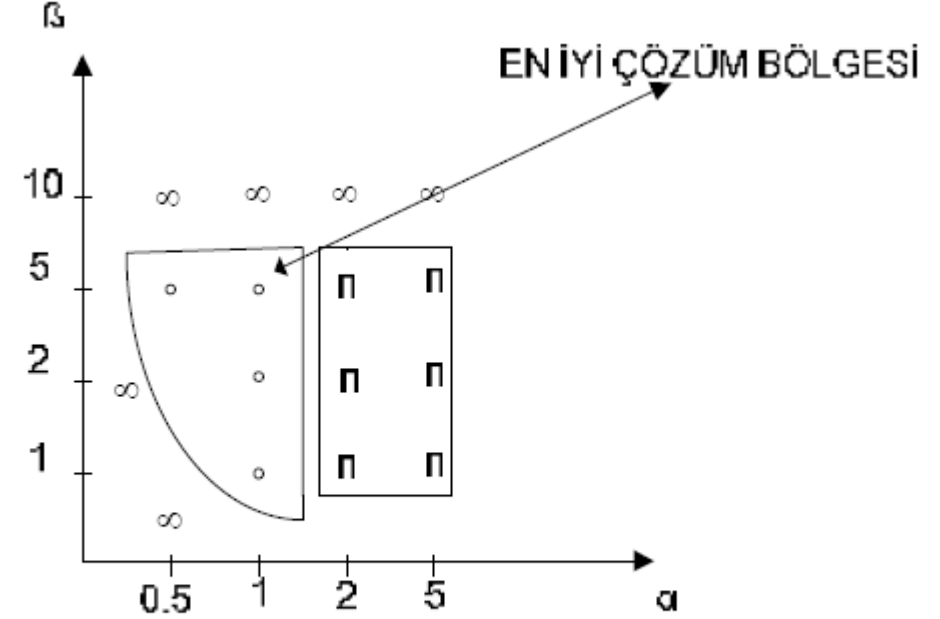
2.4 Parametre Değerleri

α değeri, ilgili yolun feromon miktarının önemini belirlemektedir.

α değerinin yüksek olması feromonun yoğun olduğu yolların seçilme olasılığını arttırmaktadır.

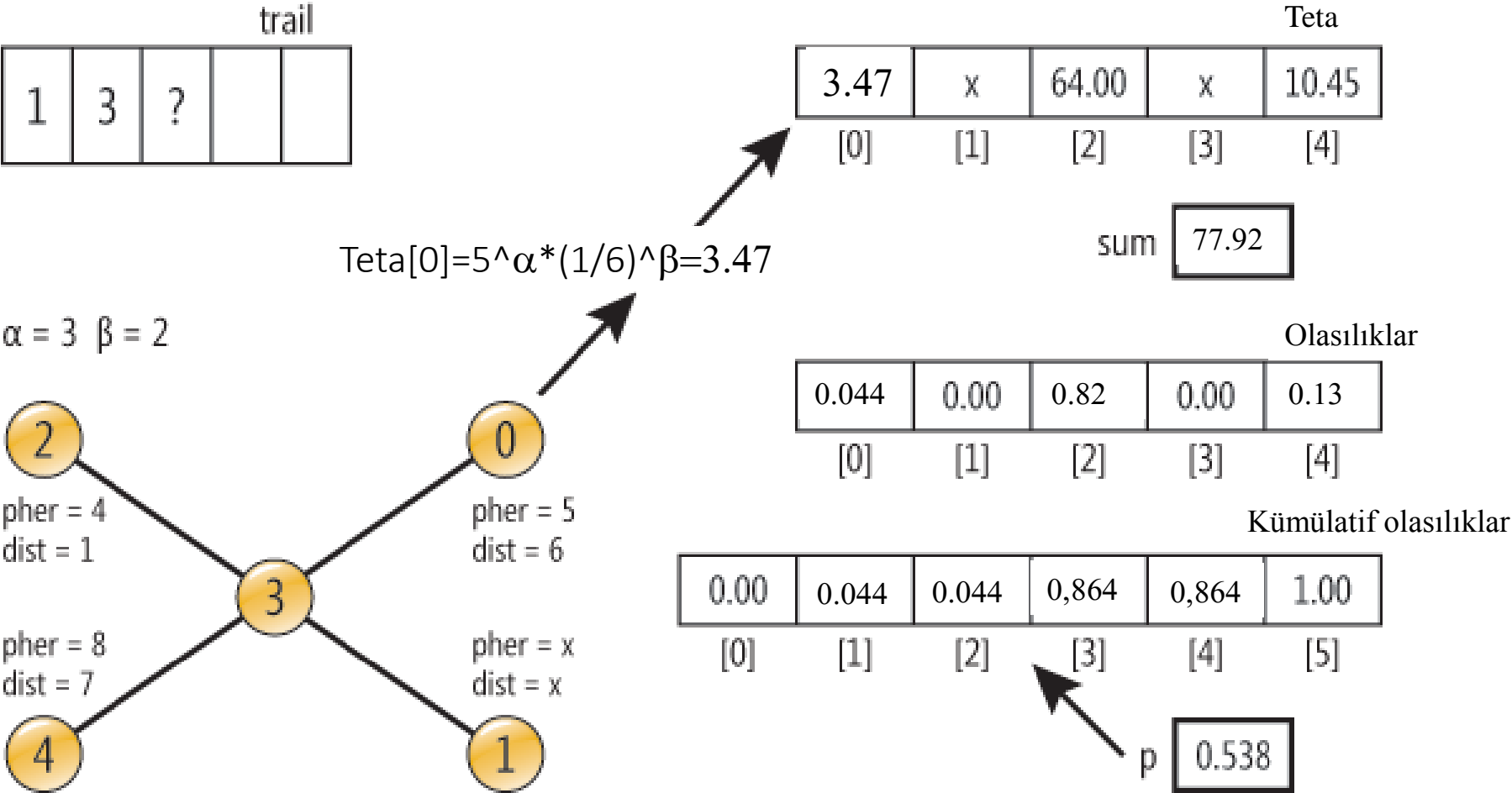
β değeri ise yol uzunluklarının, bir sonraki noktanın seçimindeki etkisini belirlemektedir. β değeri arttıkça tesadüfilik artmaktadır.

ŞEKİL 3' te α ve β parametrelerinin aldığı çeşitli değerler karşısında çözümün nasıl etkilendiği gösterilmiştir



ŞEKİL 3. Parametre seçimi

Örnek:



Örnek:

Gezgin satıcı şehir 1'den başlar ve şehir 3'e gelir. Burada amaç bir sonraki şehri belirlemektir.

Şekilde feromon ve mesafe bilgileri verilmiştir.

İlk adım sonraki gidilecek şehirleri belirlemek için teta değerlerinin belirlenmesidir.

Teta hesabı için $\alpha=3$ ve $\beta=2$ alınmıştır. Bu iki değer global sabitlerdir.

Teta değeri 1 ve 3 şehirleri için hesaplanmaz.

Çünkü bu şehirler zaten trial vektöründedir. Eğer feromon değeri fazla ise teta artar. Fakat mesafe fazla ise teta azalır.

Örnek:

Teta değerleri hesaplandıktan sonra olasılıklar belirlenir.

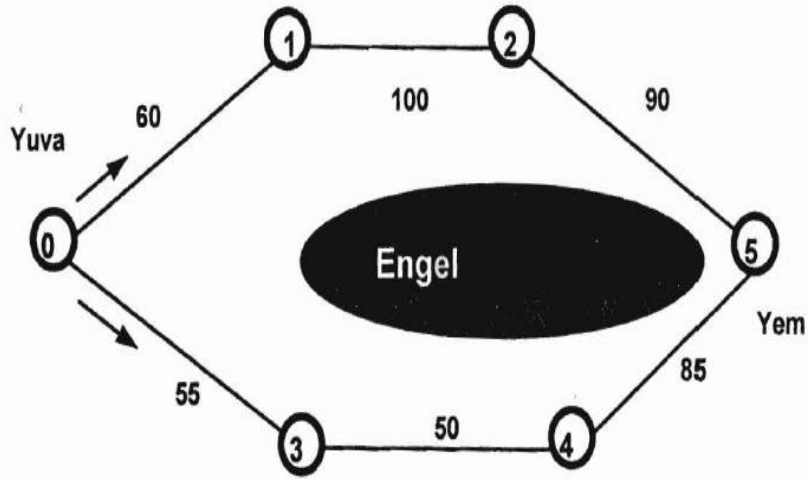
Daha sonra kümülatif olasılıklar belirlenir.

Şehir 1'in olasılığı 0.044 ($3.47/77.92=0.044$) olarak hesaplanmıştır. Diğer şehirlerin olasılığı da benzer şekilde hesaplanır.

Gidilecek şehri belirlemek için roulet tekerleği belirlenmiştir. Burada $[0,1]$ aralığında rastgele bir p değeri üretilir. P değeri kümülatif dizisinde $[2]$ ile $[3]$ arasında yer alır.

Böylece şehir 2 bir sonraki şehir olarak seçilir.

Örnek:



Algoritmanın çalışmasında kesikli (discrete) zaman (t) kullanılır.

Her zaman aralığında her bir karınca bir birim yer değiştirir.

Her yer değiştirmede 1 birim feromen maddesi bırakır.

Başlangıçta ($t=0$) hiçbir yolda (kenarda) feromen maddesi yoktur

Örnek:

Örnekte karıncalar 0 ile gösterilen yuvadan çıkarak 5 düğümündeki yeme engeli aşarak ulaşacaklardır.

Bir müddet sonra en kısa yol 0-3-4-5 bulunacaktır.

Düğümler arasındaki yol birim cinsinden şekilde verilmiştir.

Başlangıçta feromon miktarları 0 dır.

Her yoldan geçtiklerinde 1 birim feromon bırakırlar.

Feromon eşik değeri 25'tir.

Dolayısıyla bir yolun seçilmesi için karıncaların bu yolu 25 kez geçmesi gerekir.

Feromonun uçuculuk değeri ihmal edilmekte ve karıncaların aynı hızda ilerlediği düşünülmektedir.

Karınca sayısı 10 'dur.

Örnek:

Örneğin üst ve alt yolu 5'er karınca seçsin.

Karıncalar her geçtiklerinde yolda 1 birim feromon bırakır.

Alt yol daha kısa olduğu için bu yolu izleyen karıncalar daha önce yuvaya ulaşır.

Kenardaki feromon miktarları ise [0-3] kenarı için 10 birim (5 karıncadan dolayı)

[0-1] kenarı için 5 birim olacaktır.

Feromon değeri 25 değerini aşınca yuvadan çıkan karıncalar bu yolu izleyerek yem'e ulaşmaya çalışırlar.