

# Sürü Zekası Algoritması (Swarm Intelligence Algorithm)

## Sürü Zekası Nedir?

Sürü zekası birlikte hareket eden sistemlerin kollektif davranışlarıdır. Sürü zekası sistemleri birbirleriyle ve çevreleriyle etkileşime giren gruplardan oluşur. Gruplarda bulunan her temsilci basit kuralları takip eder ve her bir temsilcinin nasıl davranması gerektiğine dair kurallar olmamasına rağmen temsilciler arasındaki etkileşimler bireyin farkında olmadığı “akıllı” davranışın ortaya çıkmasına sebep olur.

Sürü zekasında bireyler arasında merkezi bir lider ya da yönlendiren bir yapı bulunmaz. Bireyler basit kurallara göre hareket eder ve bu, karmaşık bir sistem davranışı oluşturur. Bireyler, yalnızca yakın çevrelerindeki diğer bireylerle etkileşim kurar. Bu etkileşimler sistemin genel düzenini oluşturur.

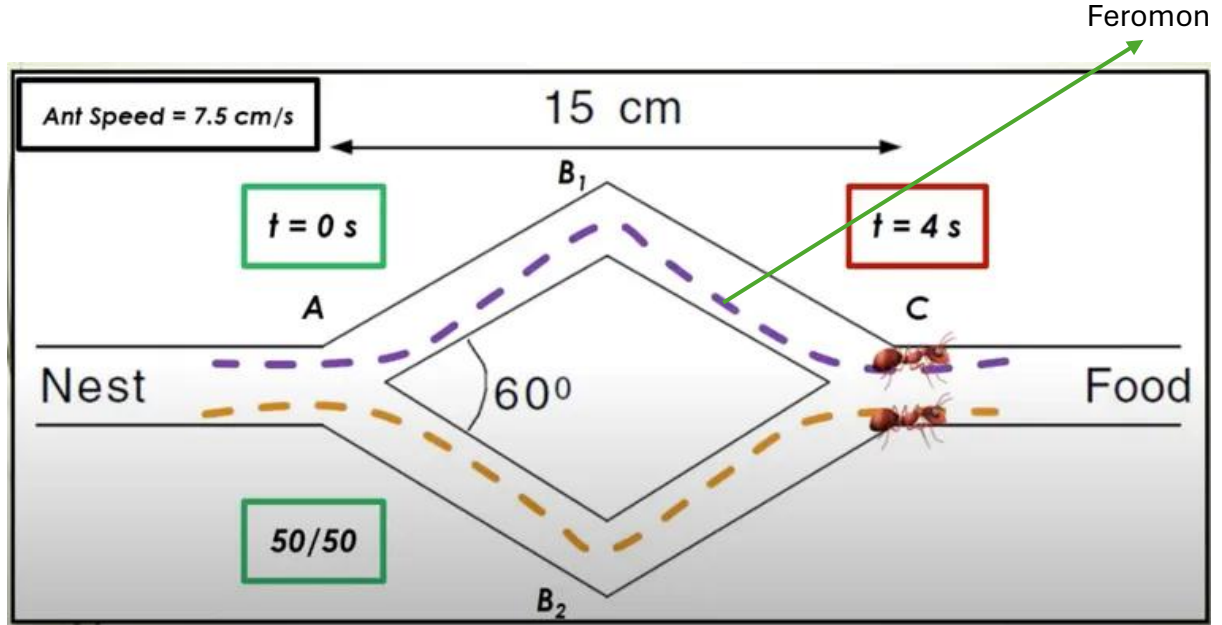
Doğadan esinlenerek ortaya çıkan birçok sürü zekası algoritması vardır. Karınca kolonisi optimizasyonu bunlardan biridir.

Karınca koloni optimizasyonu ilk olarak 1992 senesinde Marco Dorigo tarafından doktora tezi olarak önerilmiştir. İlk geliştirilen algoritma iki nokta arasındaki en optimal yolu bulmayı hedefleyen sezgisel bir algoritmadır.

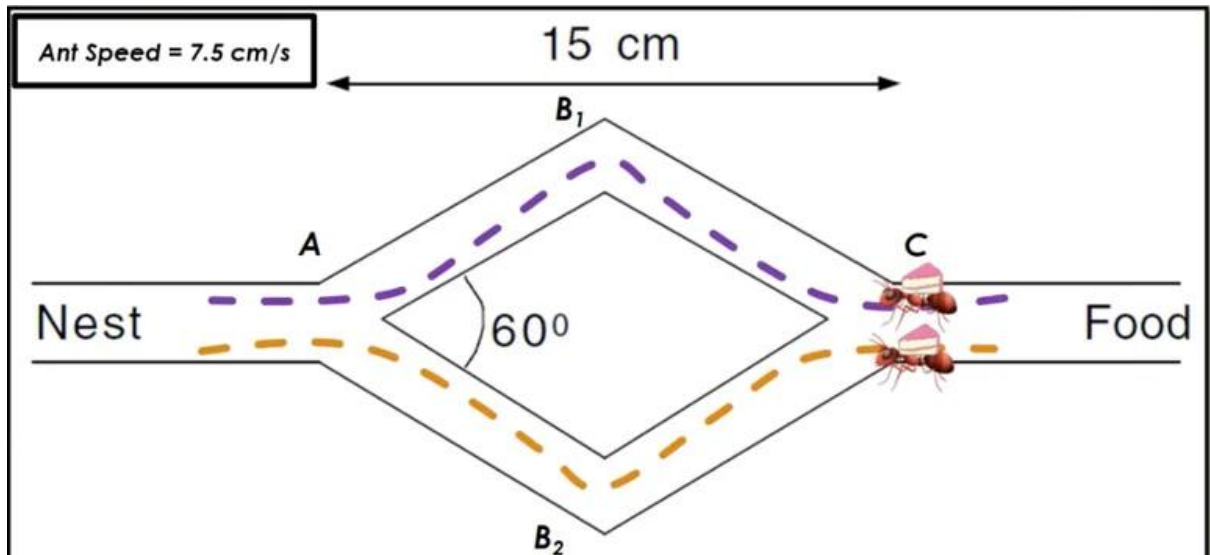
Birçok karınca türünde, gıda kaynağına gidip gelen karıncalar feromon adı verilen bir maddeyi yere bırakırlar. Diğer karıncalar feromonun varlığını algılar ve feromon yoğunluğunun daha yüksek olduğu yolları takip etme eğilimi gösterirler.

Karıncalar yüksek feromon seviyesine sahip yolu daha yüksek olasılıkla seçme eğilimi gösterdikleri için, zaman içerisinde yol başka karıncalar tarafından da kullanılmaya başlar. Bunun sonucunda yol üzerinde bulunan feromon seviyesi daha belirgin hale gelir ve karınca sürüsünün başarısı artar. Diğer bir ifadeyle, karıncalar hedeflerine ulaşmak için en verimli yolu bulmuş ve kullanmaya başlamışlardır.

İki köprü aynı uzunlukta olursa, karıncalar iki köprüden birinin kullanımına doğru yakınsama eğilimi gösterirler. Deney birkaç kere tekrarlandıktan sonra iki köprüünün de kullanım oranının %50 olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum her iki yolun aynı uzunlukta olması ve karıncaların benzer seviyede feromon salgılaması ile açıklanabilir.



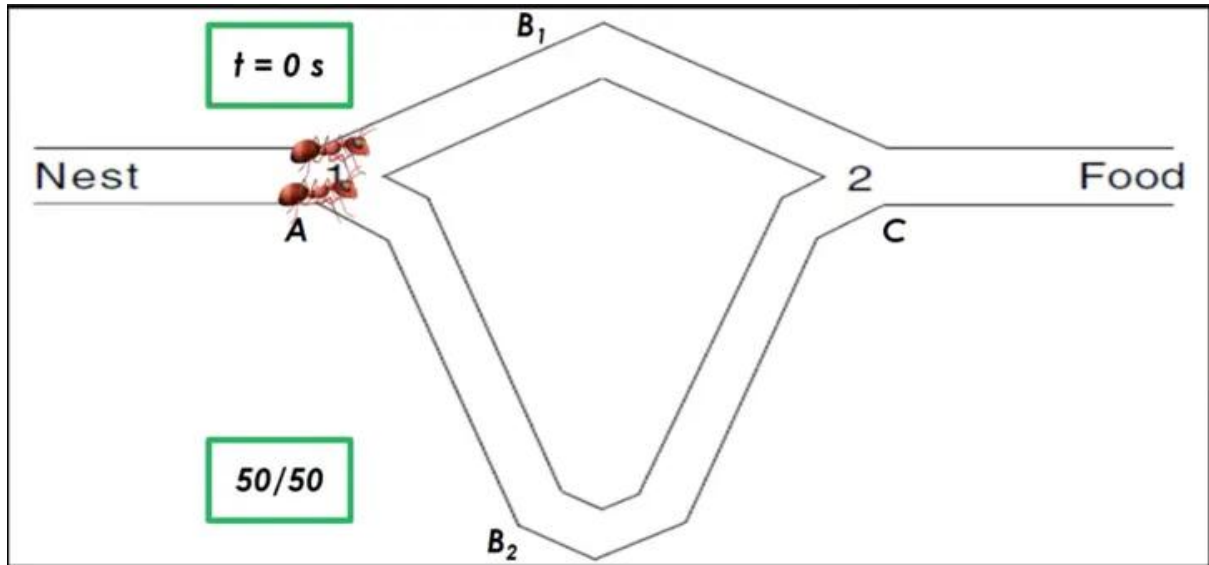
Yukarıdaki görselin en solunda bulunan yuvadan iki adet karınca besin aramak için yuvalarından ayrılmışlardır. Karıncalar A noktasına geldiklerinde ( $t = 0$  s) yol ayrımını fark ederler.  $t = 0$  s anında herhangi bir yolda feromon salgısı olmadığı için karıncaların iki yolu da seçme olasılıkları eşit ve %50'dir. Görselde görüldüğü üzere karıncalar rastgele farklı yolları tercih etmişler ve besine farklı yollardan aynı zamanda ulaşmışlardır.



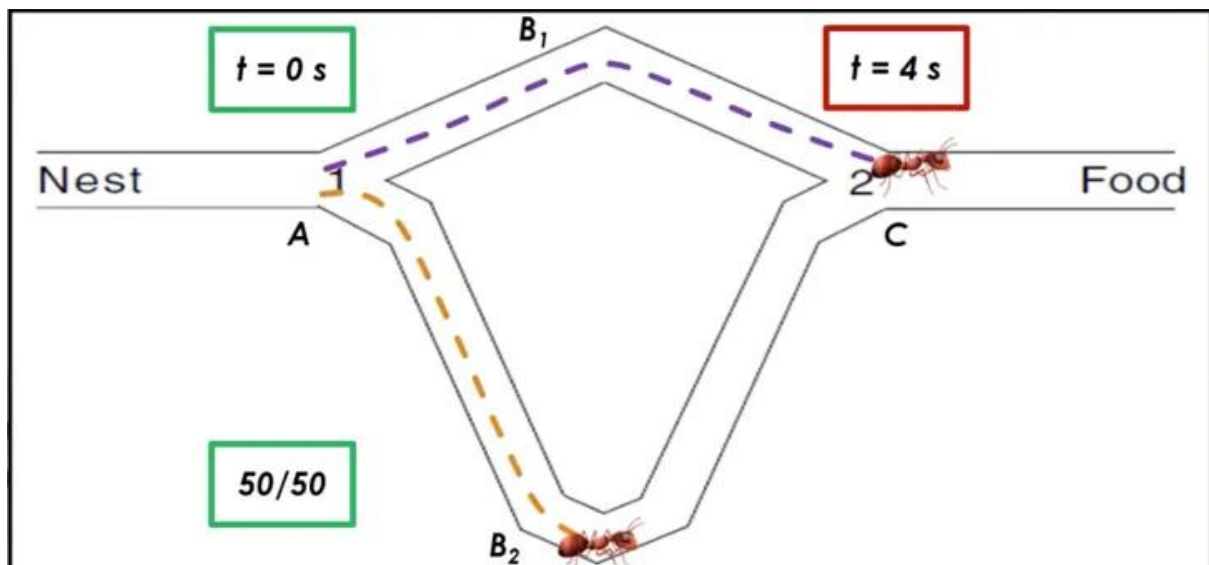
Karıncalar besini alıp, geri dönmek üzere yola çıktıklarında C noktasında tekrar yol ayrımına gelirler. Burada her iki yolda da bulunan feromon seviyesi aynı olduğu için her iki yolun da seçilme olasılığı eşit ve %50'dir. Bununla birlikte, karıncalar yuva ile besin

arasında gidip geldikçe, rastgele dalgalanmalar nedeniyle, iki köprüden biri diğerinden daha yüksek feromon konsantrasyonu sunar ve bu nedenle daha fazla karınca çeker. Bu durum o köprüdeki feromon seviyesini artırır ve daha çekici hale getirir. Tüm koloniyi aynı köprüünün kullanımına doğru yakınlaştıran bu durum otokatalitik mekanizma olarak adlandırılır.

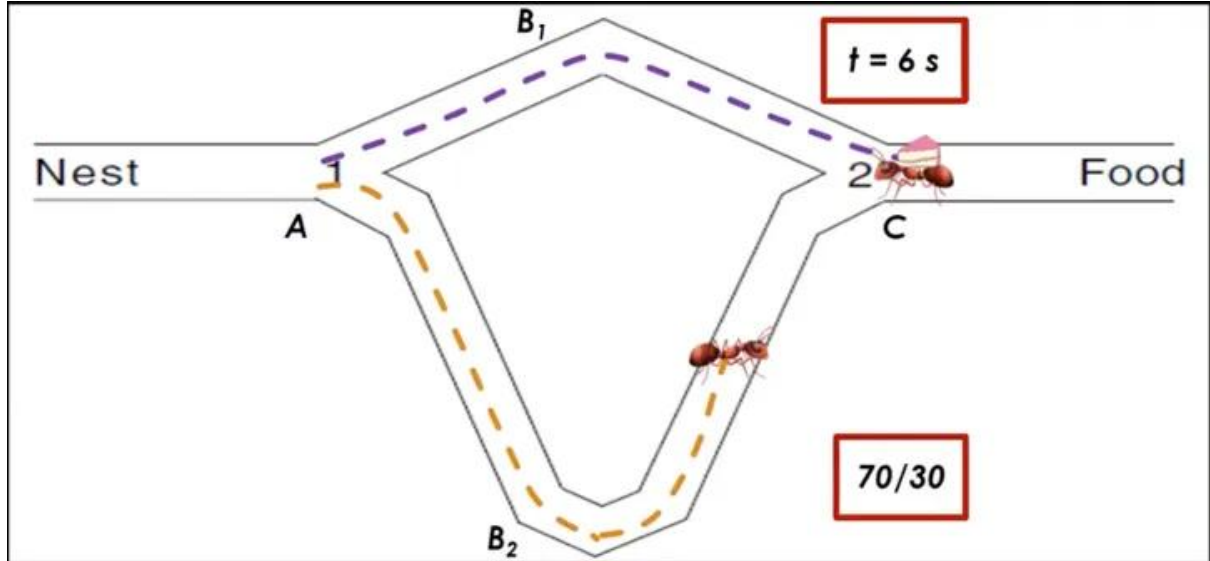
### Farklı Uzunluktaki Yollar



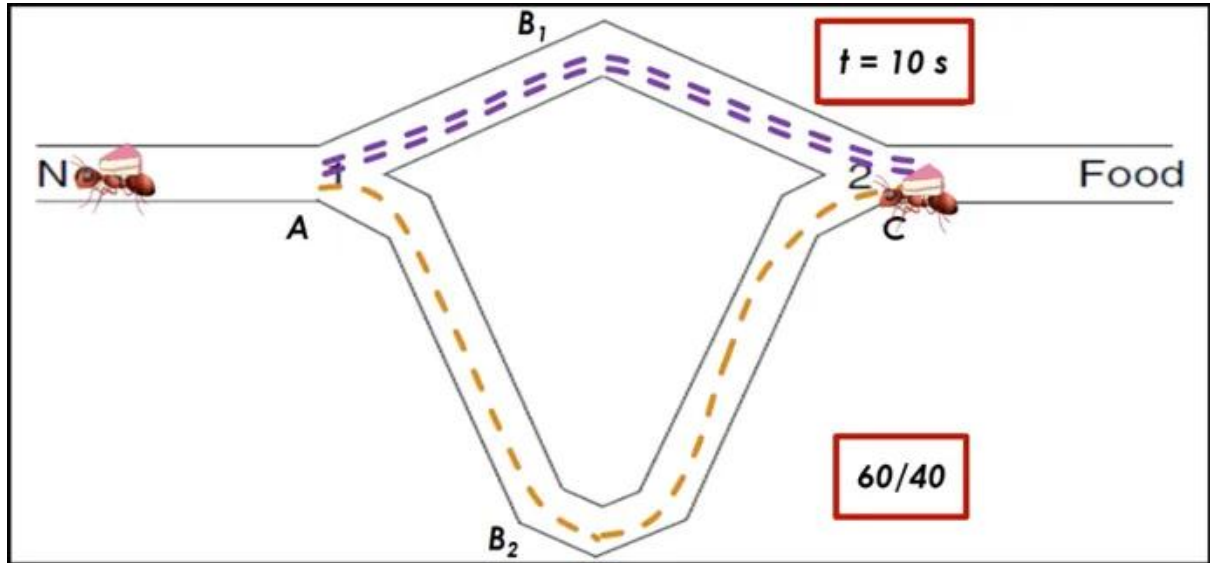
Deneyin ikinci aşamasında, karıncalar yuvalarından farklı uzunluklardaki iki yol ile besin kaynağına yönlendirilmiştir. B2 yolunun uzunluğu B1 yolunun uzunluğun iki katıdır.  $t = 0s$  anında karıncalar A noktasına gelir ve yol ayrımı ile karşılaşılır. Her iki yolda da yüzeyde feromon bulunmadığı için, karıncaların iki yoldan bir tanesini seçme olasılıkları eşit ve %50'dir. Karıncaların rastgele olarak farklı yolları seçtiğini ve yiyeceğe doğru yol aldığını düşünelim.



$t = 4s$  anında B1 yolunu tercih eden karınca C noktasına ulaşırken, B2 yolunu tercih eden karınca ise henüz yolun yarısına gelebilmiştir.

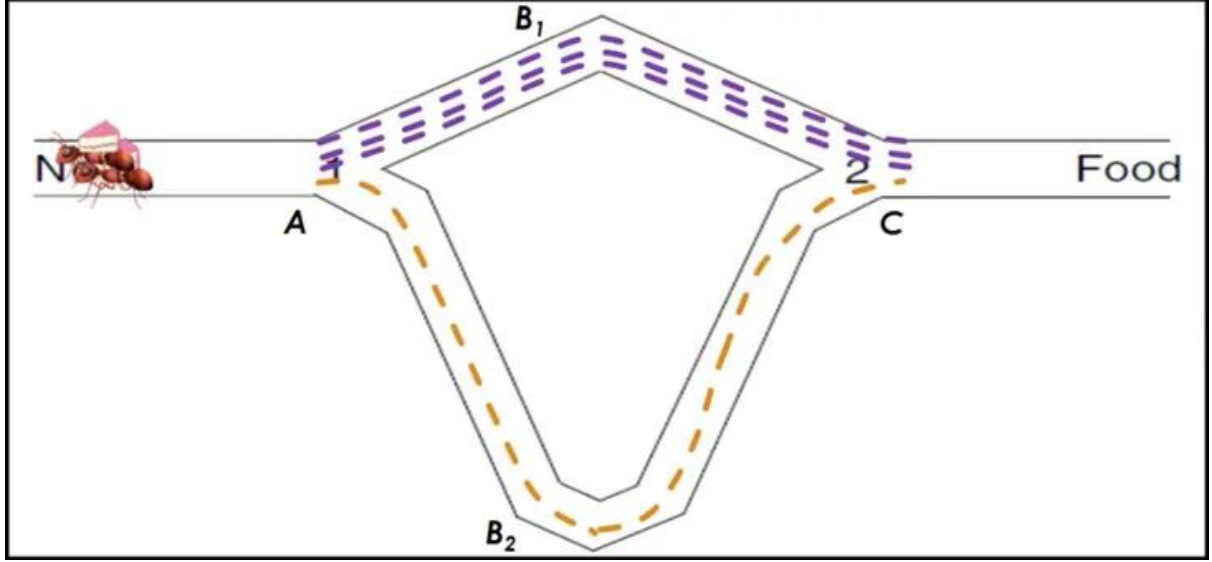


B1 yolunu kullanan karınca yiyeceği alıp geri dönüş yoluna geçtikten sonra  $t=6s$  anında C noktasına gelir ve yol ayrımı ile karşılaşır. B2 yolunu kullanan karınca henüz C noktasına ulaşamadığı için yüzeyde yalnızca B1 yolu üzerinde feromon bulunmaktadır. Örneğimiz için feromonun bulunduğu B1 yolunun seçim olasılığı %70, feromonun bulunmadığı B2 yolunun ise seçim olasılığının %30 olduğunu varsayalım. Yiyecek ile yuvasına dönmekte olan karınca feromon bulunan yolu daha yüksek olasılıkla seçme eğilimi gösterir. Deneyimiz için karıncanın olasılıkla B1 yolunu tercih ettiğini ve yuvaya kısa yoldan döndüğünü varsayalım.



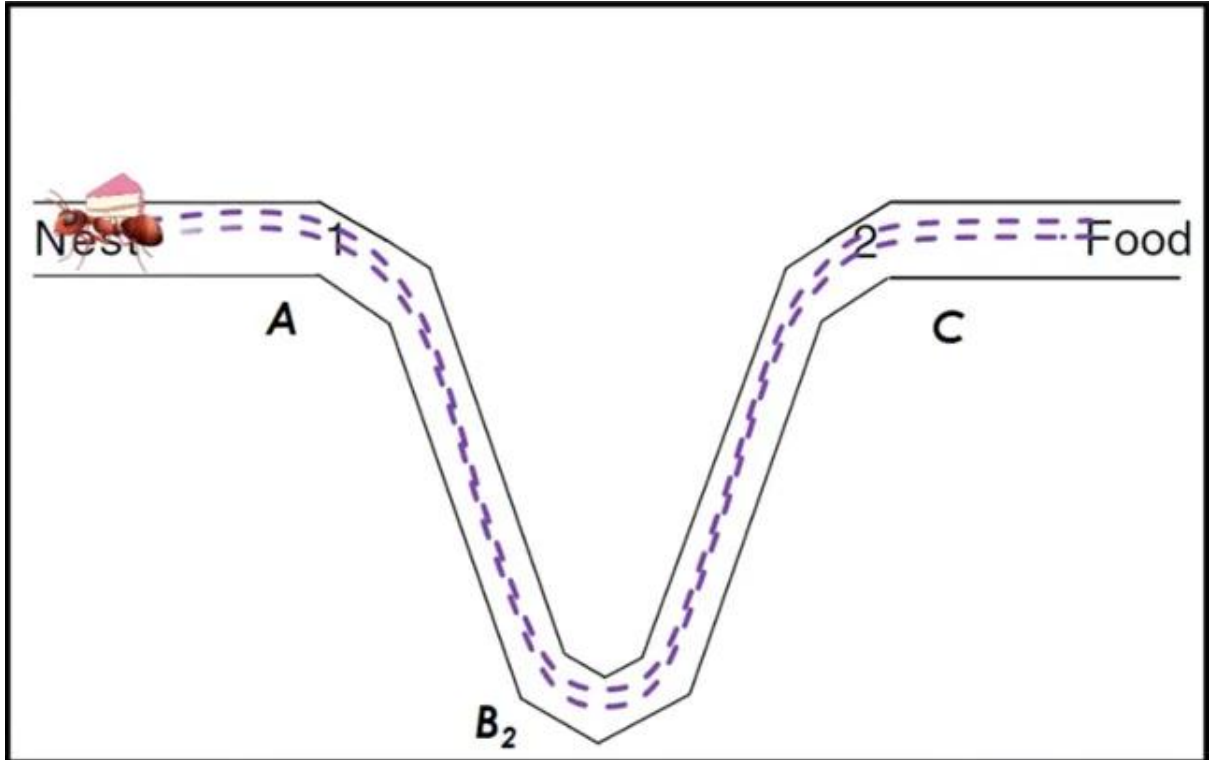
Uzun yolu tercih eden karınca yiyeceğe ulaştıktan sonra, yuvaya dönüş yoluna geçmiş ve  $t = 10s$  anında C noktasına gelmiştir. Yüzeydeki feromon yoğunluğuna bakan karınca

B1 yolunun daha fazla feromon içerdiğini gözlemlemiştir. Bu durum için karıncanın daha fazla feromon içeren B1 yolunu tercih etme olasılığı %60, daha az feromon içeren B2 yolunu tercih etme olasılığının %40 olduğunu varsayalım. Karıncamız olasılıkla B1 yolunu tercih etmiş ve yuvaya kısa yoldan ulaşmıştır.

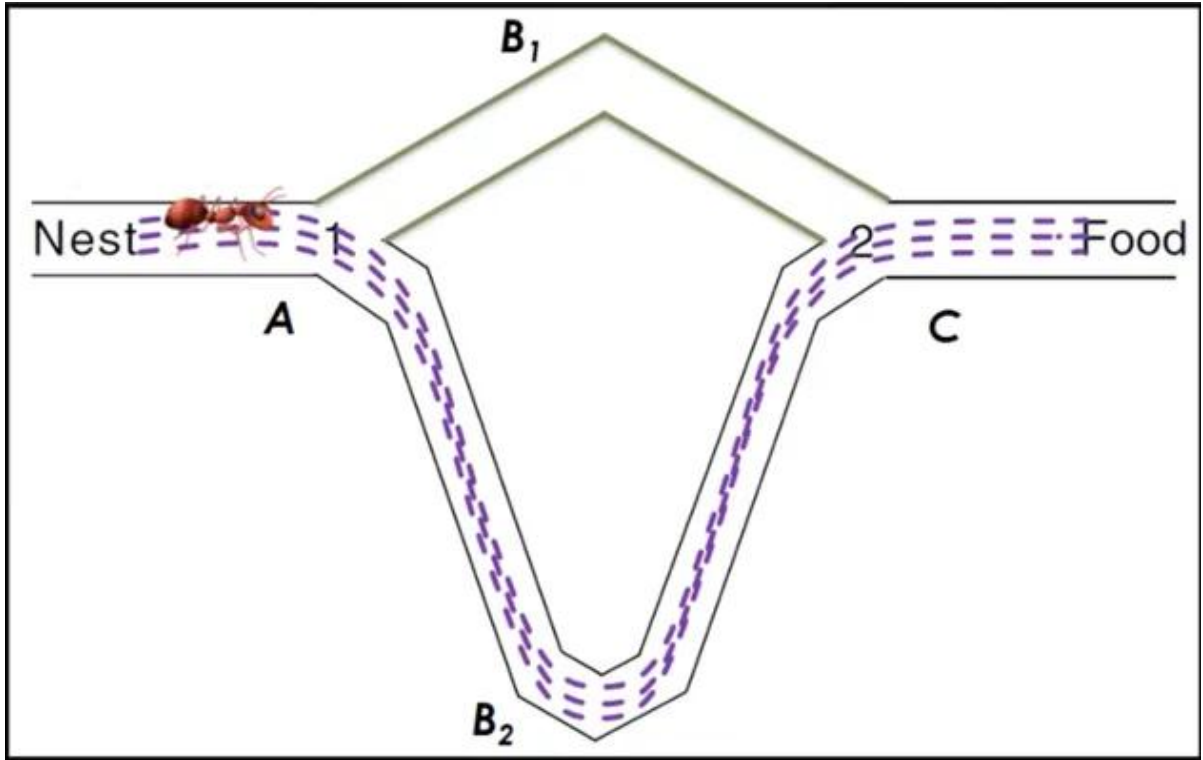


Her iki karınca yuvaya döndükten sonra yollar üzerinde bulunan feromon seviyeleri yukarıdaki görselde gösterilmiştir. Karıncaların tekrar yiyecek aramaya çıkması halinde kısa yol olan B1 yolunu seçme olasılıkları daha yüksektir. Yuva ile yiyecek arasında gidip gelen karıncalar, feromon salgılamaya devam ederler ve her bir gidiş geliş sonrasında B1 yolu daha baskın bir hal alır. Diğer bir ifadeyle, B1 yolu üzerindeki feromon seviyesi belirgin bir şekilde artış gösterir ve karıncalar tarafından tercih edilen tek yol olur. Karıncalar farkında olmadan yuva ile yiyecek arasındaki en kısa yolu bulmuşlardır.

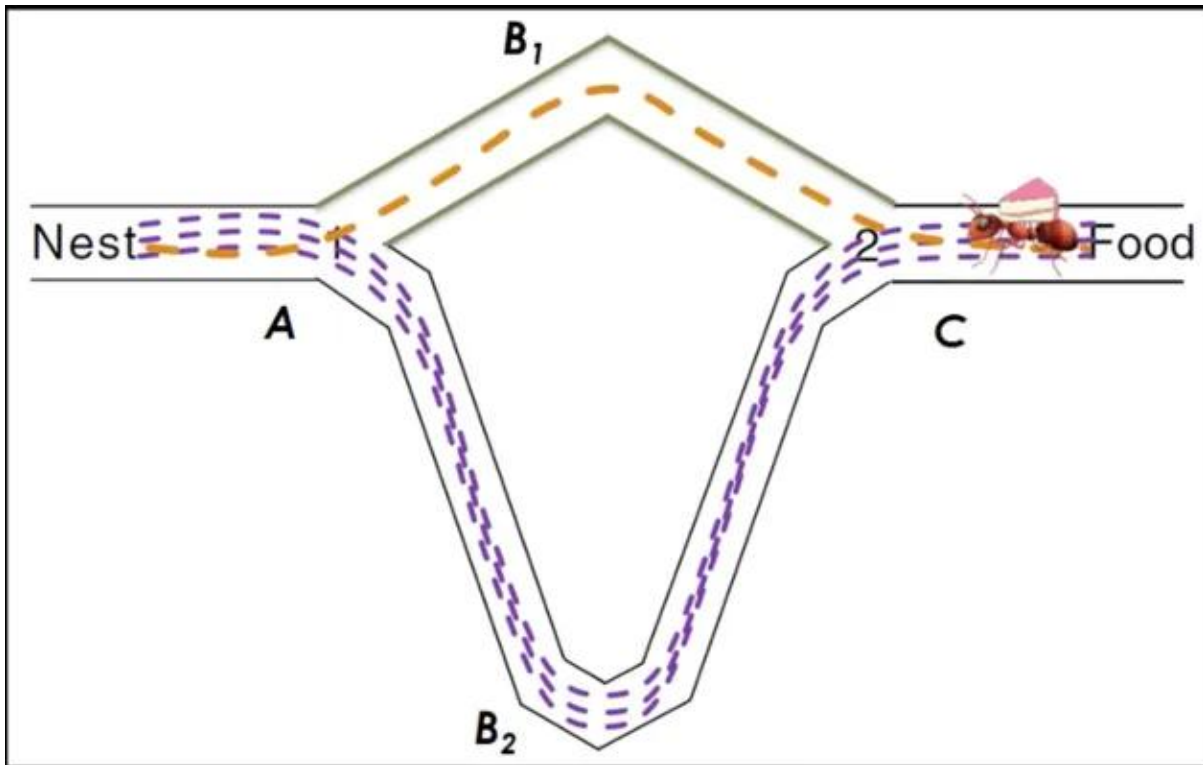
## Kaçırılacak Fırsat



Deneyin farklı bir yol düzeneği ile yapılması durumunda karıncalar en kısa yolu bulma konusunda yanılırlar. Bir önceki deneyde B1 yolunun kapalı olduğunu ve karıncaların yiyeceğe ulaşmak için yalnızca B2 yolunun olduğu deney düzeneğini düşünelim. Karınca yuvadan yola çıkmış ve gidebileceği tek yol olan B2 yolunu kullanarak yiyeceğe ulaşip yuvasına geri dönmüştür. Bu süreç birçok kez tekrarlanmış ve B2 yolu üzerinde bulunan feromon seviyesi oldukça belirginleşmiştir.



B1 yolunun tekrar açılması durumunda yiyecek aramak için yola çıkan karınca yol ayrımı olan A noktasına geldiğinde yüksek olasılıkla uzun yol olan B2 yolunu tercih edecektir. Bu örneğimiz için B2 yolunun seçilme olasılığının %95, B1 yolunun seçilme olasılığın ise %5 olduğunu varsayalım.



Karınca'nın %5 olasılıkla şans eseri kısa yol olan B1 yolunu tercih ettiğini düşünelim. Karınca kısa yolu kullanarak yiyeceği alır ve yuvaya dönerken C noktasında yol ayrımı ile karşılaşır. C noktasına gelen karıncamız feromon seviyesinin B2 yolunda daha fazla olmasından dolayı yüksek olasılıkla uzun yol olan B2 yolunu tercih edecektir. Sonuç olarak, karınca sonradan açılan kısa yolu fark etmemiş ve uzun yolu kullanmaya devam etmiştir. Diğer bir ifadeyle, sezgisel bir arama algoritması olan karınca koloni optimizasyonu algoritması her zaman en iyi sonucu bulmaya garantilemez.

### Karıncı Kolonisi Optimizasyonu Akış Şeması

