

# Optimizasyon Teknikleri

---

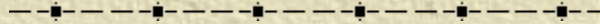
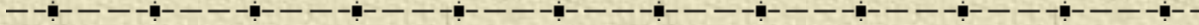
Prof. Dr. Bilal ALATAŞ

Karınca Koloni Optimizasyon Algoritması

Ders Notları - 11

---

# KARINCA KOLONİ OPTİMİZASYONU



# Mühendislik Problemleri

---

## ✧ Karar değişkenleri

- ◆ Kesikli (Süreksiz)
- ◆ Sürekli

## ✧ Kesikli---Kombinatoriyel optimizasyon problemleri

- ◆ NP-Zor

## ✧ 1) Sayısal yöntemler

- ◆ Kesme düzlemi
- ◆ Dal-sınır
- ◆ Dinamik programlama gibi.

## ✧ 2) Sezgisel yöntemler:

- a) Klasik sezgisel yöntemler
- b) Genel amaçlı-sezgisel yöntemler
  - ◆ **Biyolojik tabanlı** (Genetik algoritma, kültürel algoritma, memetik algoritma, membran hesaplama, karınca kolonileri, yapay sinir ağları, DNA hesaplama, böcek zekası ve yapay bağışıklık sistemleri)
  - ◆ Fizik tabanlı (Tavlama benzetimi, Kuantum hesaplama)
  - ◆ Sosyal tabanlı (Tabu araştırma)



# ÖZET



- 
- ✧ Karıncalarda ya da böcek sistemlerinde yiyecek temin etme işlemini gerçekleştiren bireyler, basit bir şekilde çalışarak birbirlerine etki etmektedirler.
  - ✧ Bireyler topluluğu, ya da böcek sistemi, sadece bölgesel (lokal) bilgiyi kullanmakta ve ortamdan etkilenen birey haberleşmesi ile dağıtık kontrolün bir biçimini sergilemektedir.

✧ Karıncalar feromon (pheromone) adı verilen kimyasal bir madde aracılığı ile kendi aralarındaki basit bir etkileşimi kullanarak yiyecek kaynaklarına olan en kısa yolu bulma kabiliyetine sahiptir.

✧ Feromon, karıncalar arasındaki dolaylı haberleşme için kullanılmakta ve feromon haberleşmesi de etkileşimli haberleşme (stigmergy) olarak bilinmektedir.





✧ Böcek zekası, sınırlı kapasiteli zeki olmayan bireylerin topluca zeki davranış sergilediği sistemin bir özelliğidir. Bireyler kendileri için kullanışlı olan belli hareketleri yaparlar ve bu hareketler bireyin içinde çalıştığı çevrenin değişimini (modifikasyonunu) içerir. Zeki davranış genellikle bireyler arasındaki dolaylı haberleşmenin sonucu olarak ortaya çıkmakta ve etkileşimli haberleşme prensibine dayanmaktadır.

✧ Birey tek başına problemin bütününe çözme bilgisine sahip olmamasına rağmen bireyler topluluğunun hareketleri sonucunda zeki davranışlar ortaya çıkmaktadır.





Köprüler kurma,

Yuva inşa etme ve koruma,

Büyük parçaları taşımadaki işbirliği,

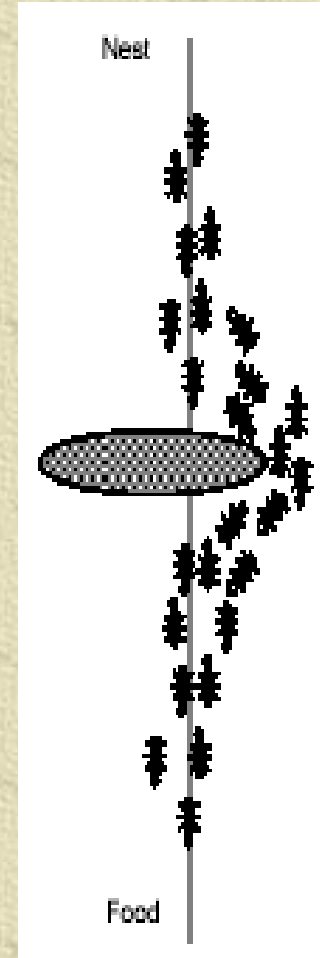
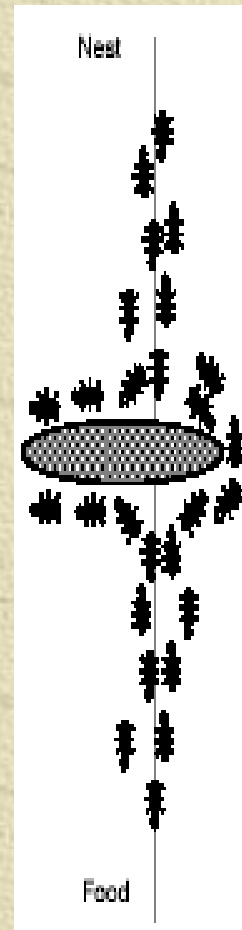
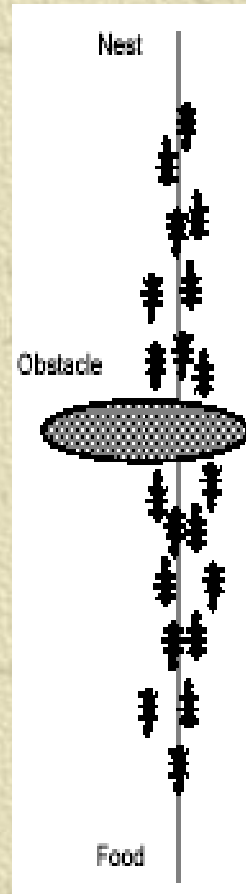
Yuvadan yiyecek kaynağına en kısa yolu bulma,



Yuva sıcaklığını 1° C aralığına ayarlama,

Mevcut olan en zengin yiyecek kaynağını kullanmak.

# Gerçek Karıncalar







Havayolu şirketi Southwest Airlines, karınca metoduyla içine düştüğü zor durumdan kurtulmayı başarmış. Karıncalar sayesinde şirketin lojistik bölümünü ayağa kaldırmıştır. Meęer Southwest Airlines, kargo kapasitesinin yalnızca yüzde 7'sini tam olarak kullanıyormuş. Çareyi karıncalara başvurmakta bulmuşlar. Southwest Airlines bu metotla karınca kararınca 10 milyon dolarlık bir kazanç sağlamayı başarmıştır.





**Telekomünikasyon ve lojistik.** France telecom, British Telecom, MCI WorldCom karıncavari bir sistem geliştirmişler. Hewlett Packard'ın İngiltere'deki laboratuvarlarında geliştirilen bir yazılım sistemi tamamen karıncaların yiyecek bulmak için izledikleri yoldan esinlenmiş. Bu ilginç sistem, telefon trafiğinin yoğun olduğu bölgelerde ve yoğun olduğu zaman dilimlerinde trafiğı başka izlere yönlendiriyor, hafifletiyor. Tıkanmaları önlüyor. Konuşmaların zaman kaybına neden olmadan gerçekleştirilmesini sağlıyor. Sistem koku teması üzerine kurulmuş. Bir benzetme yapmak gerekirse, bir tür dijital koku salınıyor. Bu izler diğeri telefon mesajlarının onu izlemesini sağlıyor.



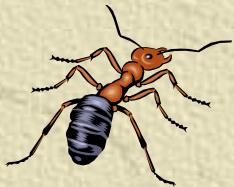


- 
- ✧ Lojistik sektörü; hava durumu, trafik ve müşteri taleplerinin çokluğu ve farklılığı, taşıyacak kamyonun küçüklüğü büyüklüğü, girilecek sokağın darlığı gibi değişkenler yüzünden pek çok kez zor anlar yaşayabiliyor. Bilim adamları sayesinde bazı lojistik firmalarının değişik yazılım programlarını sistemlerine adapte ettiklerini görüyoruz.
  - ✧ Karıncaların bundan sonra etkili olması beklenen sektör ise internet. İnternet trafiğinin belirsiz olması bilim adamlarını bu yönde çalışmaya sevk etmiş. Hür Brüksel Üniversitesinde bu konudaki çalışmalar çoktan önemli yol kat etmiş.

# Programda gerçekleştirmek için

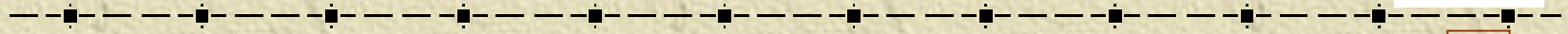
---

- ✧ Karıncalar: Basit bilg. etmenleri
- ✧ Karınca hareketi: Bir sonraki bileşeni al
- ✧ Feromon:  $\Delta\tau_{i,j}^k$
- ✧ Hafıza:  $M_K$  ya da  $\text{Tabu}_K$
- ✧ Bir sonraki hareket: Karınca hareketi için olasılık kullan





# Basit bir GSP



A

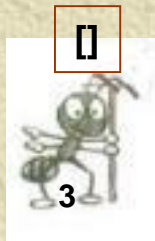
B

C

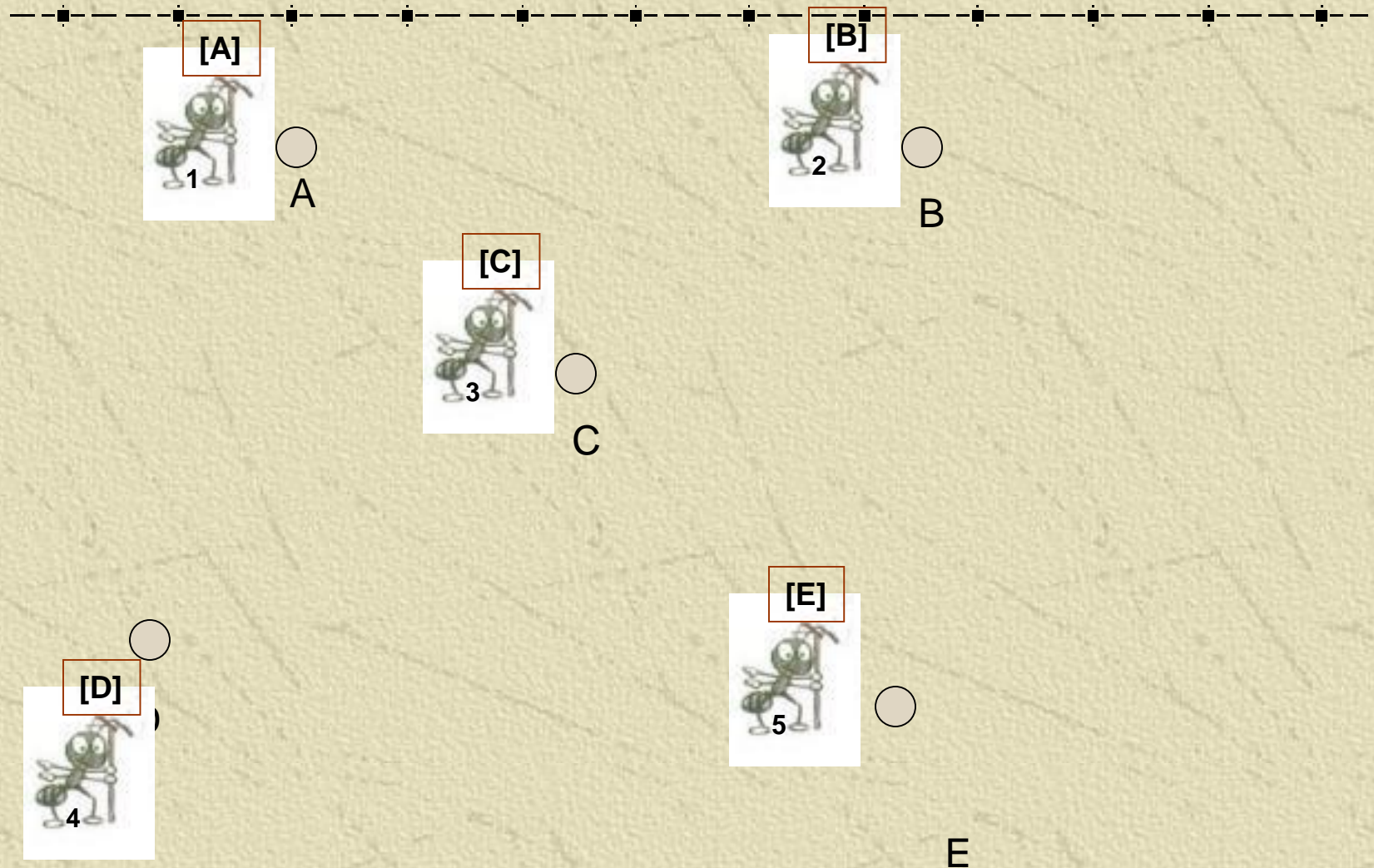
D

E

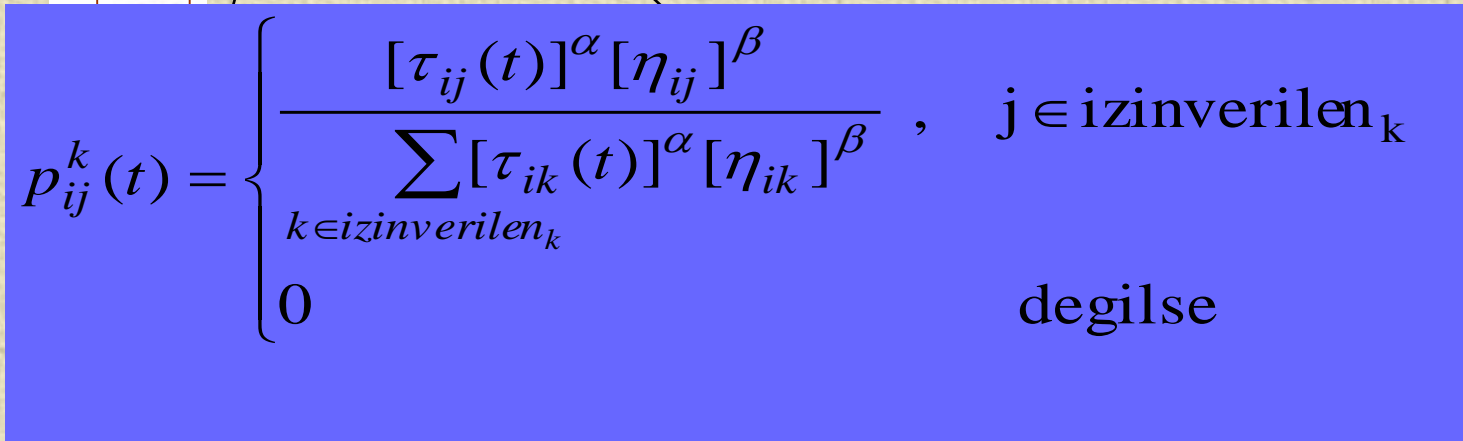
$d_{AB}=100; d_{BC}=60...; d_{DE}=150$



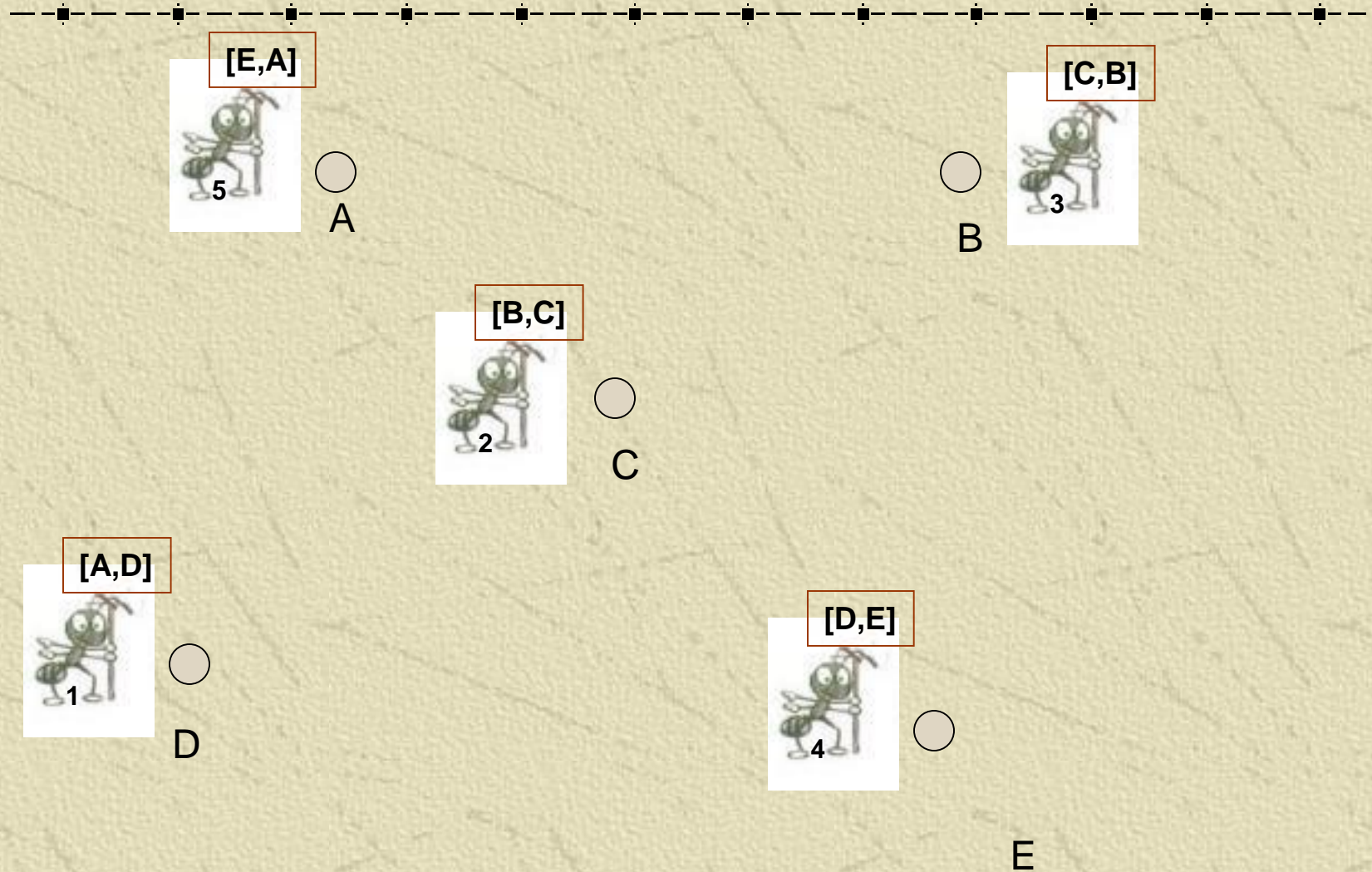
# İterasyon 1





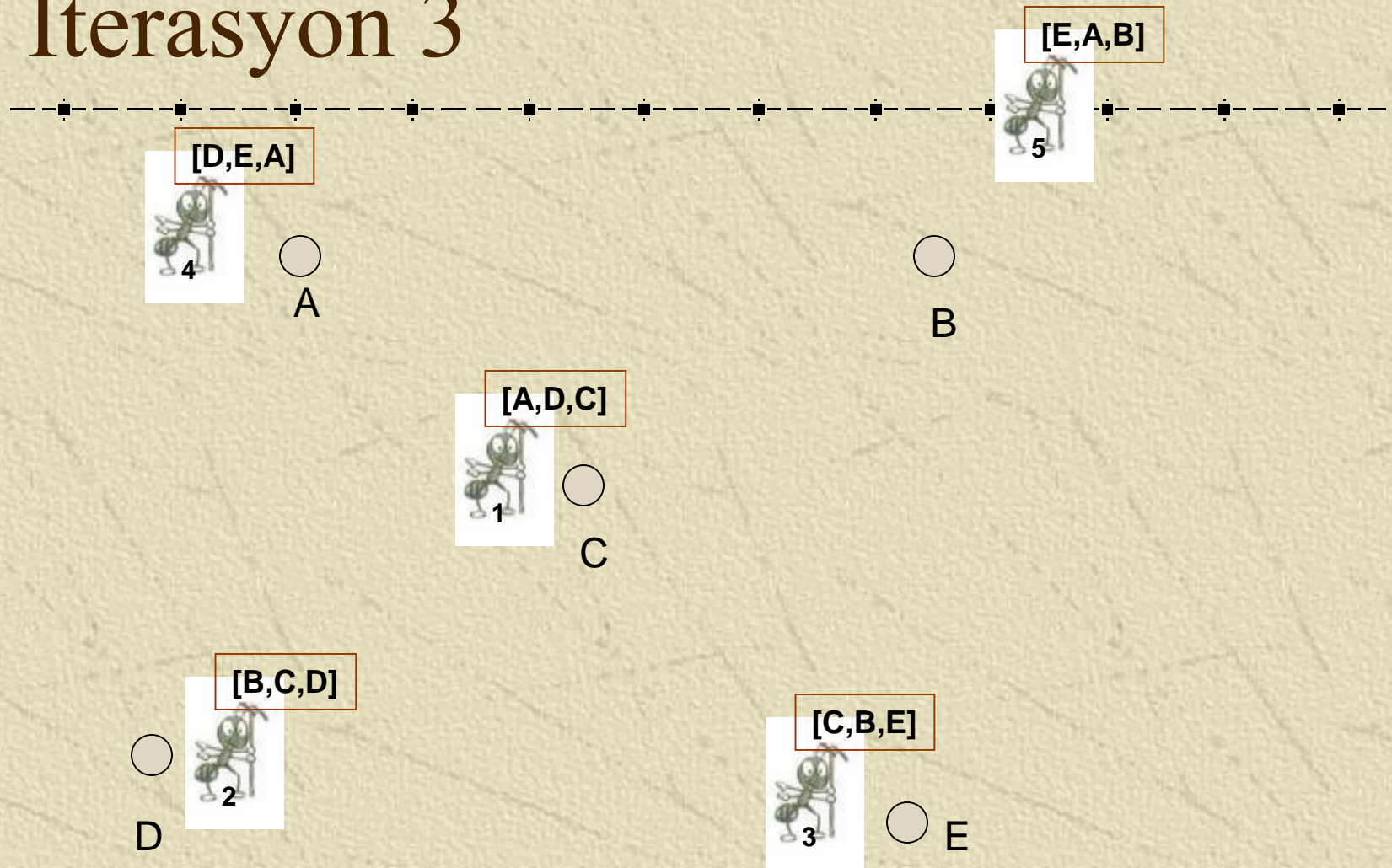


# İterasyon 2

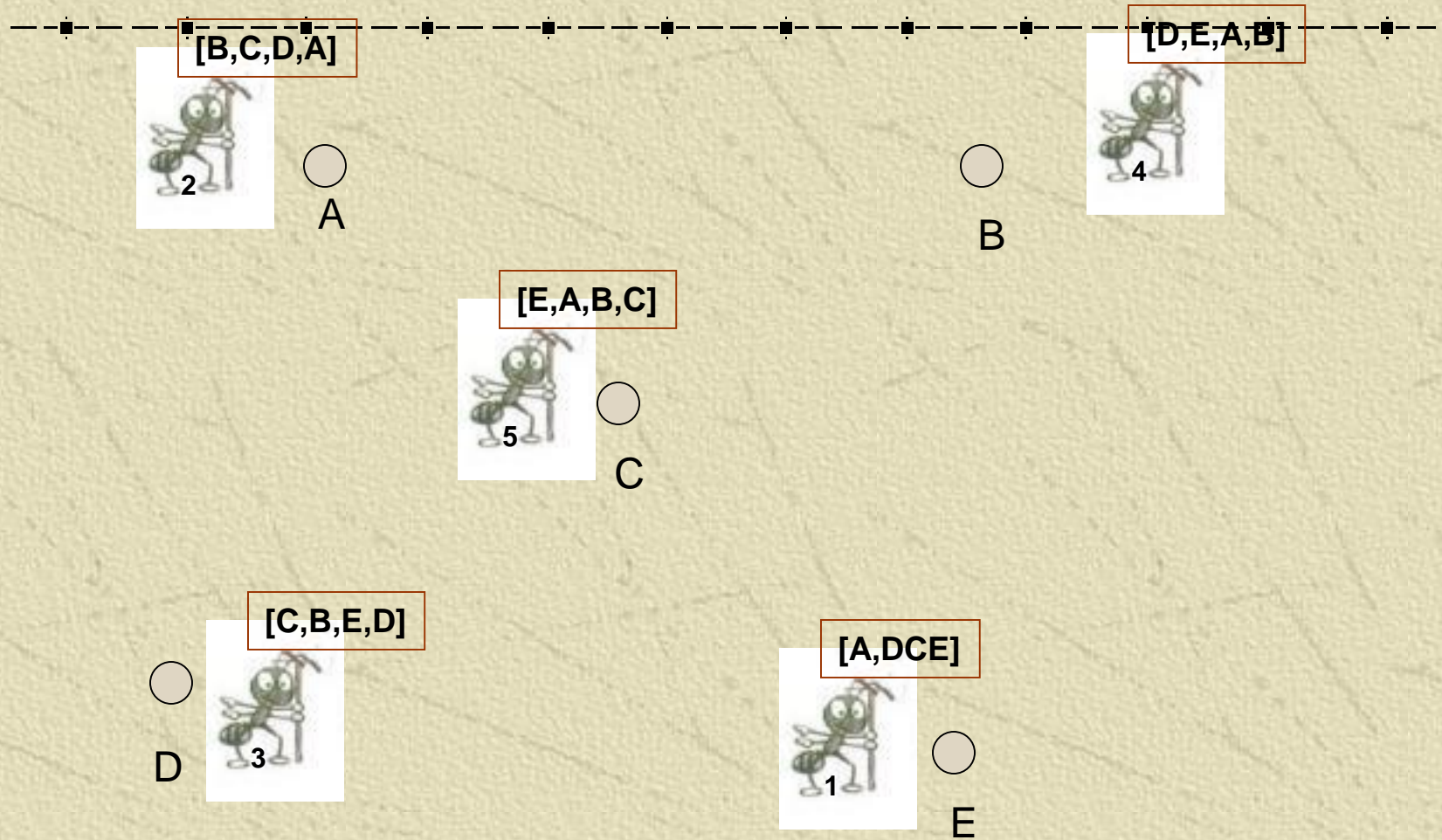




# İterasyon 3

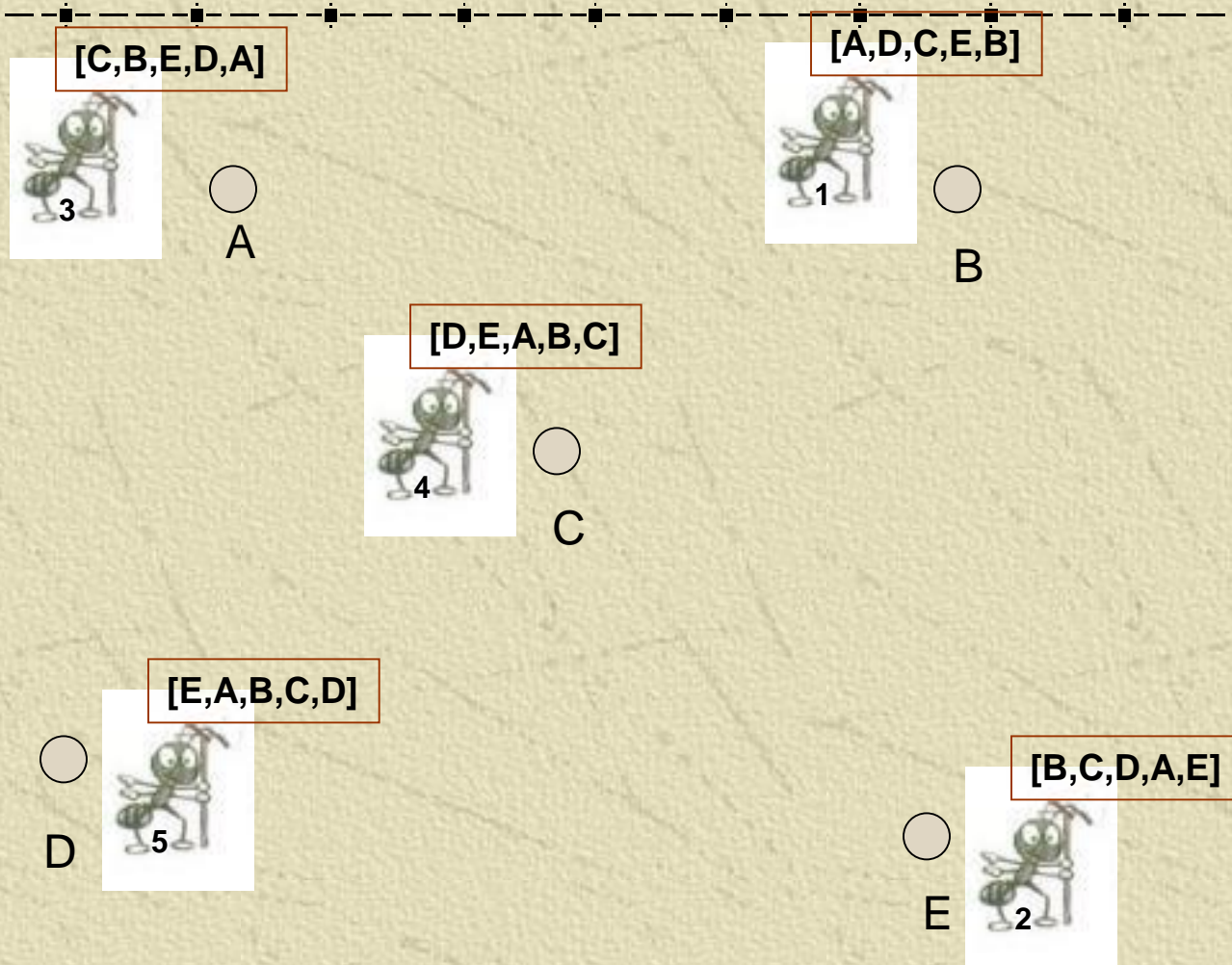


# İterasyon 4





# İterasyon 5



# Yol ve feromon değerlendirme

[A,D,C,E,B]



[B,C,D,A,E]



[C,B,E,D,A]



[D,E,A,B,C]



[E,A,B,C,D]

$L_1 = 300$

$L_2 = 450$

$L_4 = 280$

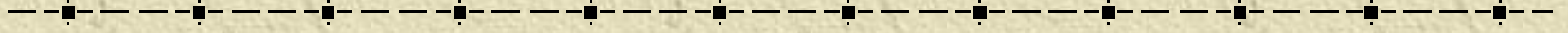
$L_5 = 420$

$$\Delta\tau_{i,j}^k = \begin{cases} \frac{Q}{L_k} & \text{eğer } (i, j) \in \text{tur} \\ 0 & \text{degilse} \end{cases}$$

$$\Delta\tau_{A,B}^{total} = \Delta\tau_{A,B}^1 + \Delta\tau_{A,B}^2 + \Delta\tau_{A,B}^3 + \Delta\tau_{A,B}^4 + \Delta\tau_{A,B}^5$$



**İlk çalıştırmayı bitir**



**En iyi turu seç (Sıra ve uzunluk)**

**Tüm karıncalar ölür**

**Yeni karıncalar doğar**

# Ant System (Ant Cycle) Dorigo 1991

$t = 0$ ;  $NC = 0$ ;  $\tau_{ij}(t) = c$  for  $\Delta\tau_{ij} = 0$   
Place the  $m$  ants on the  $n$  nodes

Initialize

$$p_{ij}^k(t) = \begin{cases} \frac{[\tau_{ij}(t)]^\alpha [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{k \in \text{izinverilen}_k} [\tau_{ik}(t)]^\alpha [\eta_{ik}]^\beta} & \text{eger } j \in \text{izinverilen}_k \\ 0 & \text{degilse} \end{cases}$$

Update the shortest tour found

$$\tau_{ij}(t+n) = \rho \tau_{ij}(t) + \Delta \tau_{ij}$$

$\Delta \tau_{ij} = \sum_k L_k$

$$\Delta \tau_{i,j}^k = \begin{cases} \frac{Q}{L_k} & \text{eğer } (i, j) \in \text{tabu}_k \text{ ile tanımlanan tur} \\ 0 & \text{degilse} \end{cases}$$

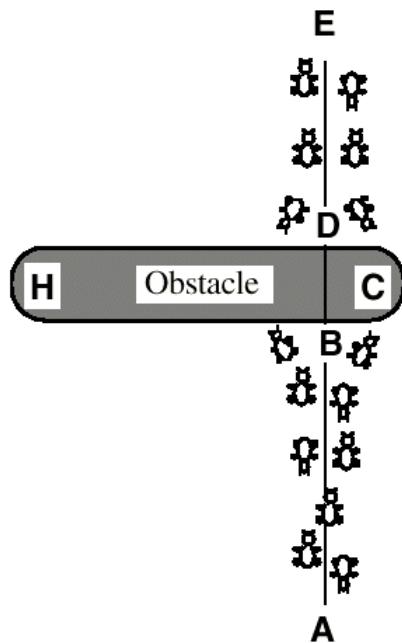
End



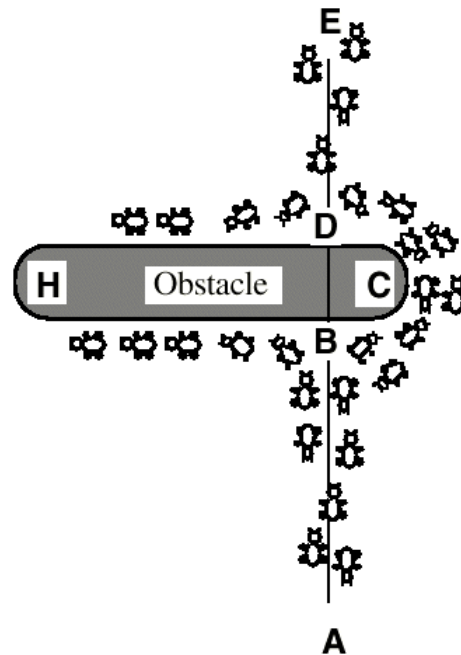
# Küçük bir örnek



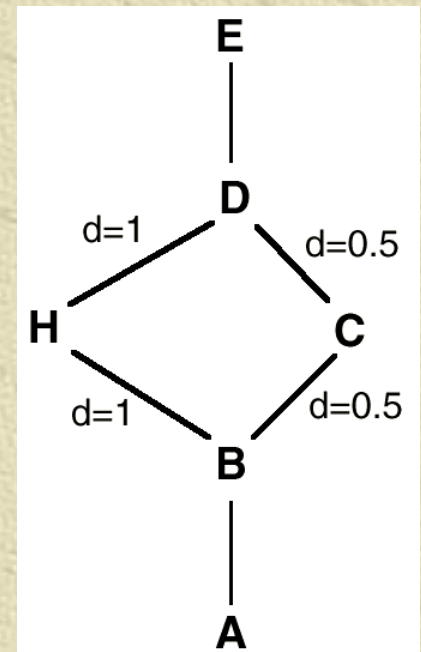
a)



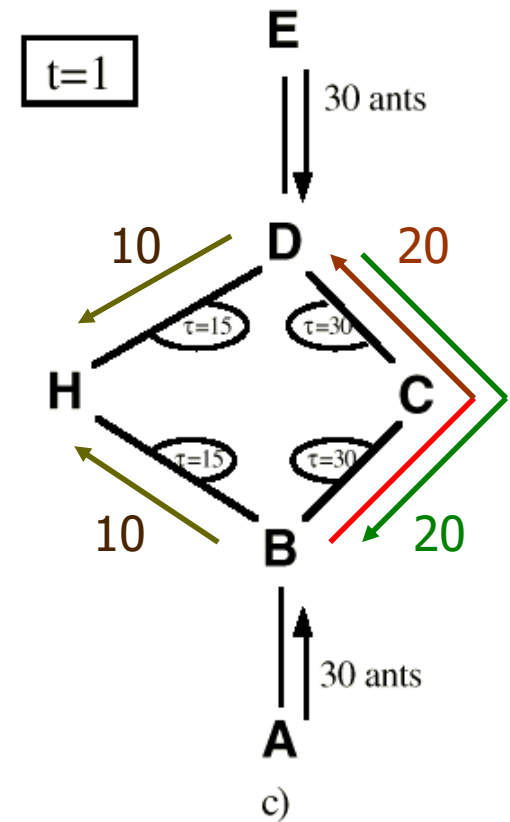
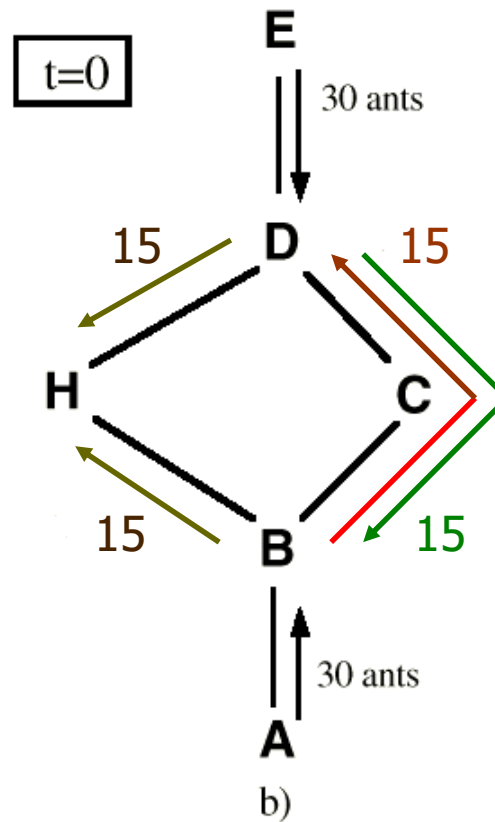
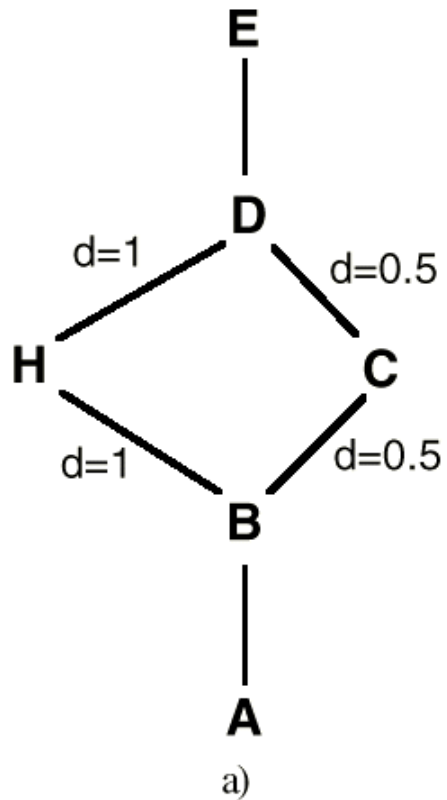
b)



c)



# Küçük bir örnek





# SONUÇ



✦ Karınca Kolonisi Optimizasyonu, gerçek karınca kolonilerinin yiyecek temin etmeleri sırasında, karıncalar arasında kendiliğinden ortaya çıkan etkileşimli haberleşmeden esinlenilerek geliştirilmiştir. Karınca algoritmasının değişik versiyonları olan AntNet, karınca-tabanlı kontrol ve karınca sistemi algoritmaları, birçok optimizasyon problemine uygulanmış ve daha bir çok alanda kullanılmaya başlanmıştır. Değişen ortamlar ve ilave sınırlayıcılar için idealdir.

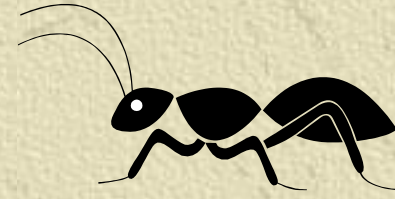
# SONUÇ...

- ✱ Haberleşme ağlarında kullanılan yönlendirici sinyallerin en kısa rotadan gönderilmesi, trafik sıkışıklığının önlenmesi gibi problemler, bu yöntemle kolayca çözülebilir. Algoritmanın son derece esnek olması ve networke yeni kanalların eklenmesi veya çıkarılması gibi değişikliklerin kolayca adapte edilebilmesi de önemli avantajları arasında sayılmaktadır. İngiliz Telekom firması bu yeni algoritmayı telekomunikasyon sistemlerine adapte etmiştir.



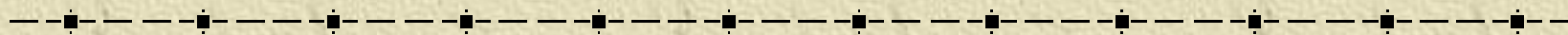


# SONUÇ...



- 
- ✦ Bu algoritmanın en heyecan verici uygulamalarından birisi kolektif hareket eden minik robotların yapılmasında olacaktır. Minik bir robot kolonisi karıncalardan öğrendiğimiz bu algoritma sayesinde daha basit programlama prensipleri kullanarak karmaşık işlemleri gerçekleştirebilecekler.





✦ Çeşitli iyileştirmeler uygulanmaktadır.  
Lokal arama metotlarıyla  
birleştirilebilir.