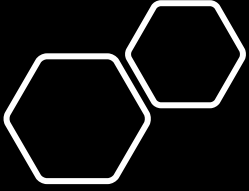


Evrimsel Hesaplamalar Ve Genetik Algoritma

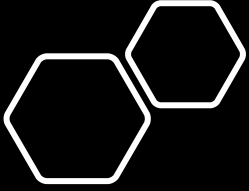
ÖMER ŞAHİN



- Evrimsel Algoritmalar (Evolutionary Algorithms), bilgisayar bilimlerinde, yapay zeka çalışmalarının altında geçen bir konudur. Kabaca, doğadaki değişimin bilgisayar algoritmalarına uygulanması olarak düşünülebilir.
- Evrim kavramı, insanın gözlem yeteneğine dayanarak doğayı ve doğadaki değişimi algılama sürecidir.
- Evrimsel algoritmaların dayandığı önemli bir dayanak rastgeleliktir. Örneğin çeşitli canlı toplulukları zaman içinde değişime uğramaktadır. Evrimsel yaklaşımla bu topluluklardan birey seçimi rast gele yapılmaktadır. Yeni nesiller, rast gele seçilen bireylerden türemektedir.



- Bütün bu kabuller, aslında insanın bu seçimi matematiksel olarak modelleyememesinden kaynaklanmaktadır. Kısacası rastgeleliğin olması için bilgi eksikliğinin bulunması gerekir.
- Evrimsel algoritmalar da tam bu noktada devreye girer ve bilinmeyen, bilginin eksik olduğu problemlerde çözüm yolu bulmak için kullanılırlar. Evrimsel algoritmalarının tamamı bir rastgele süreç üzerine kurulur ve kısıtlı bilgi bulunan problemlere çözüm ararlar.
- Aslında çözüm aramanın en doğru ve kesin yolu bütün ihtimalleri denemektir. Ancak ne yazık ki bazı problemler için bütün yolların denenmesi kabul edilemeyecek kadar uzun sürer.



Evrimsel algoritmalar olarak kabul edilebilecek algoritmalarından bazıları aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

Genetik Algoritmalar (Genetic Algorithms)

Taklitçi Algoritmalar (Memetik Algoritmalar, Memetic Algorithms)

Sezgisel Algoritmalar (Heuristic Algorithms)

Sezgi Üstü Algoritmalar (Meta-Heuristic Algorithms)



GENETİK ALGORİTMA

- **Genetik Algoritmalar (GA)**, 1970'li yıllarda **John H. Holland** ve üniversitedeki çalışma arkadaşları tarafından geliştirilmeye başlanmış bir **optimizasyon** yöntemidir.
- Günümüzde optimizasyon denilince akla gelen ilk algoritmalarından birisidir. Bunun en büyük sebebi GA'nın doğrudan doğal yaşamdan, yani canlılığı oluşturan genetik materyallerin **sorun çözme yöntemlerinden** esinlenerek ortaya çıkarılmış bir algoritma olmasıdır.



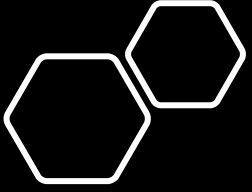
John Henry Holland
1929-2015

GENETİK ALGORİTMANIN AMACI

- Genetik algoritmalar, diğer eniyileme yöntemleri kullanılırken büyük zorluklarla karşılaşılan, oldukça büyük arama uzayına sahip problemlerin çözümünde başarı göstermektedir.
- Bir problemin bütünsel en iyi çözümünü bulmak için garanti vermezler. Ancak problemlere makul bir süre içinde, kabul edilebilir, iyi çözümler bulurlar.
- Genetik algoritmaların asıl amacı, hiçbir çözüm tekniği bulunmayan problemlere çözüm aramaktır. Kendilerine has çözüm teknikleri olan özel problemlerin çözümü için mutlak sonucun hızı ve kesinliği açısından genetik algoritmalar kullanılmazlar.

Genetik algoritmalar ancak;

- Arama uzayının büyük ve karmaşık olduğu,*
- Mevcut bilgiyle sınırlı arama uzayında çözümün zor olduğu,*
- Problemin belirli bir matematiksel modelle ifade edilemediği,*
- Geleneksel eniyileme yöntemlerinden istenen sonucun alınmadığı alanlarda etkili ve kullanışlıdır.*

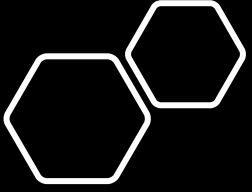


GENETİK ALGORİTMANIN ÖZELLİKLERİ

GA, evrimsel süreçleri modellemeye çalışan bir algoritmadır. Genel hatlarıyla bir evrimsel süreç, aşağıdaki 3 kavram çerçevesinde ele alınabilir:

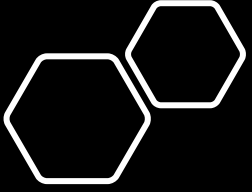
- **Kalıtım:** Bireylerin genetik özelliklerini kendilerinden sonraki nesillere aktarabilmesi.
- **Çeşitlilik:** Bir popülasyondaki bireylerin, birbirlerinden ayırt edilebilecek şekilde farklı özelliklere sahip olabilmesi.
- **Seçilim (Seleksiyon):** Bulunduğu ortama adapte olabilmiş seçkin bireylerin, kendinden sonraki nesilleri oluşturmaya aday olmasının sağlanması. En iyilerin hayatta tutulması.

Bu özellikler GA'nın oluşturulma sürecinde de birer karşılık bulur. Benzer şekilde canlıların hayatta kalma sorunu, bizim için çözümlemek istediğimiz problemin bir benzetimidir. Yani algoritmanın çözüm için istediğimiz değerlere ulaşmaya çalışması, aslında bir çeşit 'hayatta kalma' yarışından ibarettir.



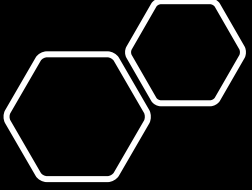
Rastgelelik

- GA'nın literatürdeki diğer bir tanımı '**yönlendirilmiş rastgele arama algoritması**' şeklindedir. Buradaki rastgelelik, doğal süreçlerin olasılıksal parametrelere bağlı olmasından dolayıdır.
- Örneğin, popülasyonlarda çeşitliliği sağlayan en önemli olaylardan biri rastgele gerçekleşen mutasyon olayıdır. Çeşitliliğin daha çok sağlanması için yalnızca bireylerin kendi aralarında çoğalması (**çaprazlama**) yeterli olmaz. Çünkü belirli noktalardan sonra bu bireylerin birbirinin kopyası olmaya başlaması kaçınılmaz olabilir. Çeşitlilik için çaprazlamaya ek olarak mutasyonların gerçekleşmesi, yani bireylerin genetik özelliklerinin belirli oranlarda 'güncellenmesi' gerekir. Bu süreç, bir gereklilik olarak karşımıza çıksa da, aslında gereklilik olduğu için çalışmaz. Çünkü gerçekte mutasyonun oluşması, genlerin olması gerekenden farklı -hatalı- şekilde dizilmesinden kaynaklanır.

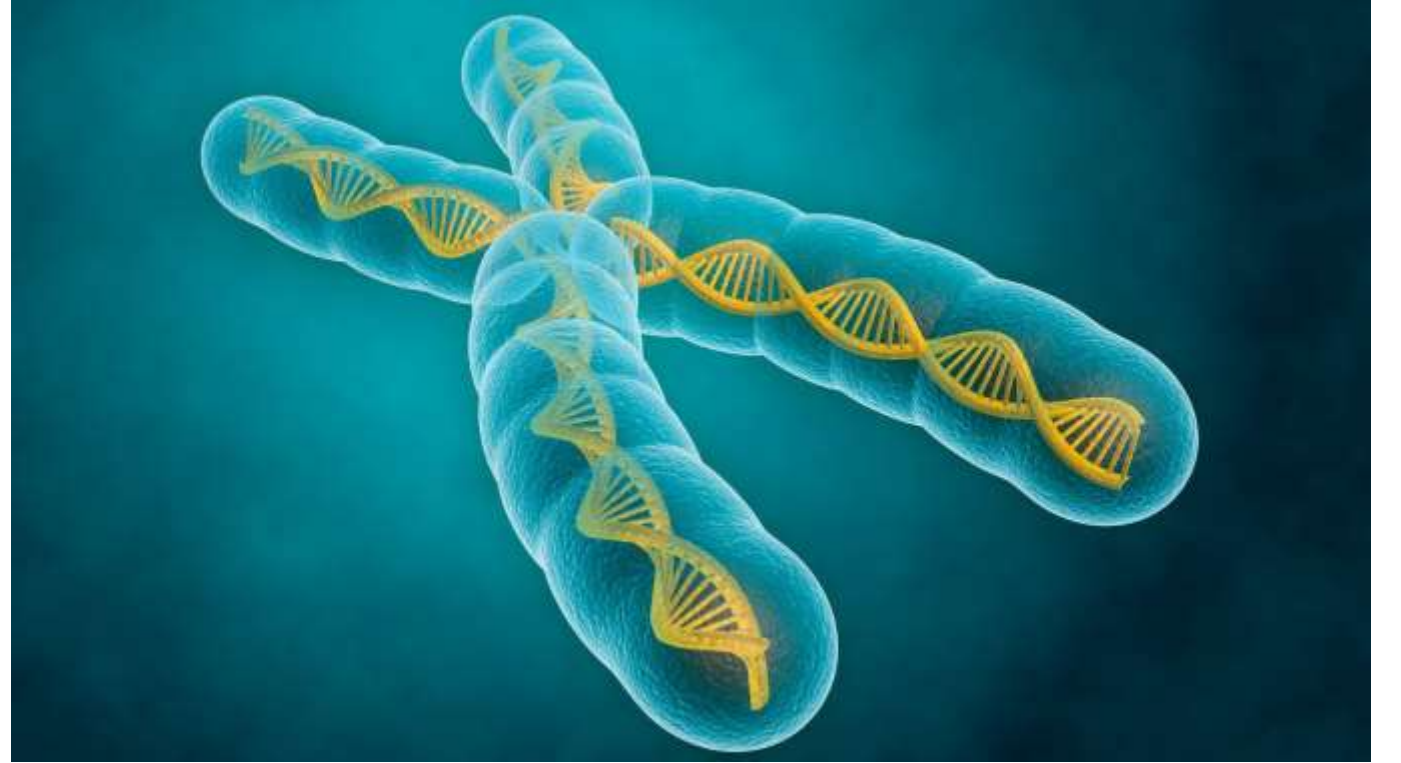


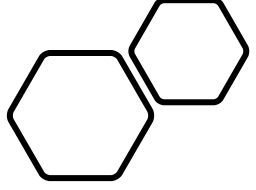
Gen: Bireylerin özelliklerini belirleyen ve kalıtımla aktarılan birimler. Genellikle her bir gen **bit** olarak ifade edilir.



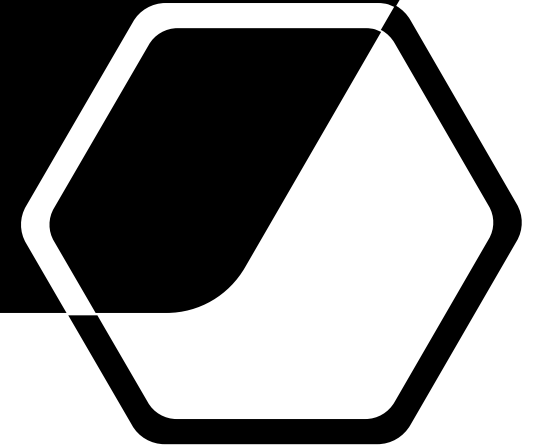


Kromozom: Birden fazla genin bir araya gelmesiyle oluşan gen dizisi. Popölasyondaki bireylerin her biri. Her bir kromozom, problemin çözümlünü temsil eden bir çözümlü adaydır.





- ***Popülasyon:*** Kromozomların bir araya gelmesiyle oluşan birey topluluğu. Olası çözümleri barındıran bir çözüm kümesi. Popülasyonun büyüklüğü, problem için belirlenen parametreler doğrultusunda seçilir.



A1

0	0	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---

Gene

A2

1	1	1	1	1	1
---	---	---	---	---	---

Chromosome

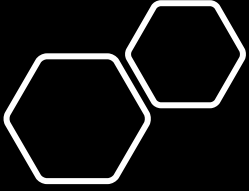
A3

1	0	1	0	1	1
---	---	---	---	---	---

A4

1	1	0	1	1	0
---	---	---	---	---	---

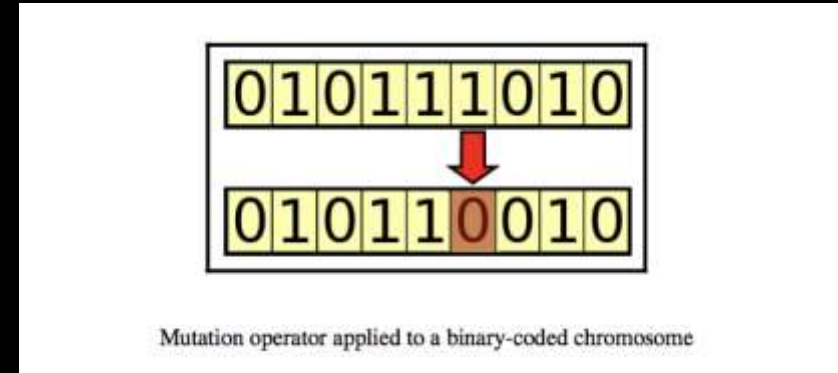
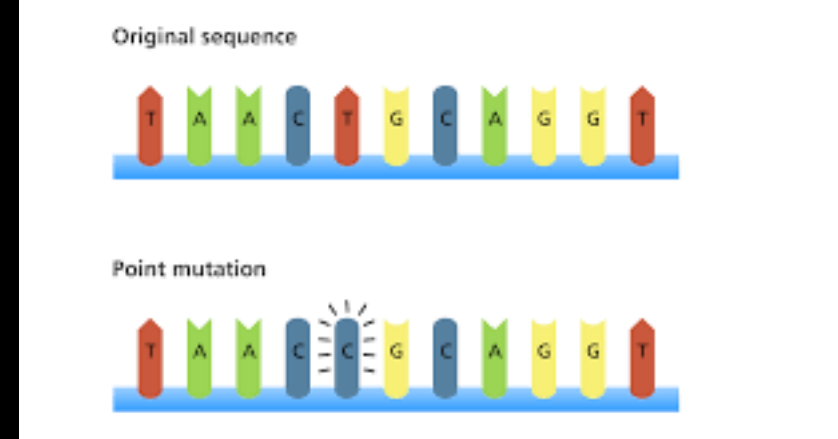
Population

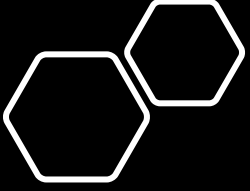


GENETİK OPERATÖRLER

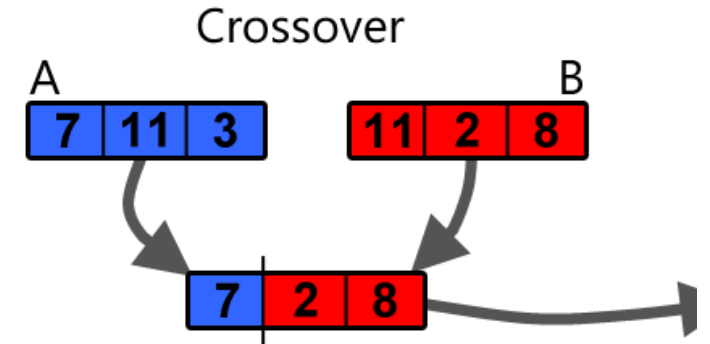
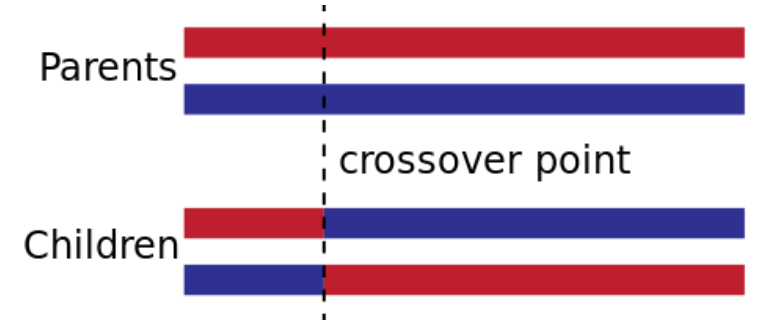
- GA'nın işlerliğini yürütebilmek için uygunluk fonksiyonunun yanı sıra, aday popülasyonundaki bireylerin (çözüm adaylarının) gelişimini sağlayacak çaprazlama ve mutasyon işlemlerine de ihtiyaç duyarız. Bu gibi süreçleri yürüten birimlere genetik operatörler denir. Burada genel olarak kullanılan mutasyon ve çaprazlama operatöründen bahsedeceğiz, fakat literatürde özel amaçlara yönelik geliştirilmiş çok çeşitli genetik operatörler bulunduğunu da not edelim.

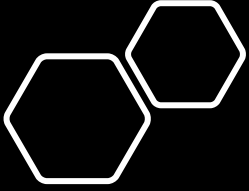
Mutasyon Operatörü: Nesiller boyunca çeşitliliğin sağlanması ve çözüme yönelik ideal değerlere ulaşma ihtimalini arttırmak için mutasyon operatörü kullanılır. Genel olarak; kromozom içinden rastgele seçilen (mutasyon oranına göre) genlerin değerinin, yeni değerlerle değiştirilmesi esasına dayanır. Diğer bir yöntemse, seçilen genin aynı kromozom içinden başka bir genle yer değiştirmesidir.



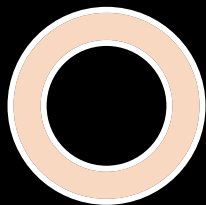


Çaprazlama Operatörü: Uygunluk değeri yüksek ebeveyn bireylerden, yine uygunluk değeri yüksek yeni bireyler oluşturmak için kullanılan bir operatördür. Popülasyon içinden seçilen yüksek uygunluktaki iki birey, kromozomlarının rastgele noktasından seçilmiş (çaprazlama noktası) genlerini birbirleriyle birleştirirerek yeni çocuk bireyler elde edebilir. Çaprazlanacak iki bireyin nasıl seçilebileceği konusunda epey yöntem bulunmaktadır.





- **Uygunluk Fonksiyonu**
- Bu fonksiyon ile kromozom içerisindeki kodlanmış ya da kodlanmamış bilgiler çözümlenerek sayısal bir değer elde (çıktı) edilir.



- **Kodlama:** Kromozomlarla temsil edilen çözümlerin nasıl oluşturulması gerektiğini gösterir

a) **İkili Kodlama** : Her bir kromozom 0 ve 1'lerden oluşan bit dizisidir ve ikili dizi ile ifade edilir.



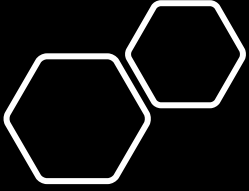
Kromozom A → 10011111
Kromozom B → 11011110

b) Permütasyon Kodlama: Bu kodlama gezgin satıcı problemi ve iş sıralama problemleri gibi sıralama problemlerinde kullanılır.

Kromozom A → 3 5 1 2 4 7 6 0
Kromozom B → 5 3 4 2 1 0 6 7

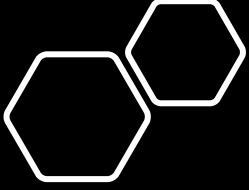
c) Değer Kodlama: Bu kodlama gerçel gibi kompleks sayıların yer aldığı problemlerde kullanılır.

Kromozom A → 3.2 6.5 0.8 9.4
Kromozom B → ABCDE
Kromozom C → (geri), (sağ), (ileri), (sol)



SEÇİLİM

- Yeni topluluğu oluşturmak için mevcut topluluktan çaprazlama ve mutasyon işlemine tabi tutulacak bireylerin seçilmesi gerekir.
- Teoriye göre iyi olan bireyler yaşamını sürdürmeli ve bu bireylerden yeni bireyler oluşturulmalıdır.
- Bu nedenle tüm seçim yöntemlerinde uygunluk değeri fazla olan bireylerin seçilme olasılığı daha yüksektir.
- En bilinen seçim yöntemleri RuletSeçilimi, Turnuva Seçilimi ve Sıralı Seçilimdir.



Rulet Seçilimi: Topluluktaki tüm bireylerin uygunluk değerleri toplanır ve her bireyin seçilme olasılığı, uygunluk değerinin bu toplam değere oranı kadardır.

Sıralı Seçim: En kötü uygunlukta olan kromozoma 1 değeri verilir, ondan daha iyi olana 2 ,daha iyisine 3 değeri verilerek devam edilir

Turnuva Seçilimi: Topluluk içerisinde rastgele k adet (3, 5 ,7...) birey alınır.Bu bireylerin içerisinde uygunluk değeri en iyi olan birey seçilir

Genetik Algoritmalar Nasıl Çalışır?



1.Adım: Başlangıç popülasyonunu rastlantısal olarak üret.



2.Adım: Popülasyon içindeki tüm kromozomların amaç fonksiyonu değerlerini hesapla.



3.Adım: Tekrar üreme, çaprazlama ve mutasyon operatörlerini uygula.



4.Adım: Oluşturulan her yeni fonksiyonun amaç fonksiyonu değerlerini hesapla.



5.Adım: Amaç fonksiyon değerleri kötü olan kromozomları popülasyondan çıkar.

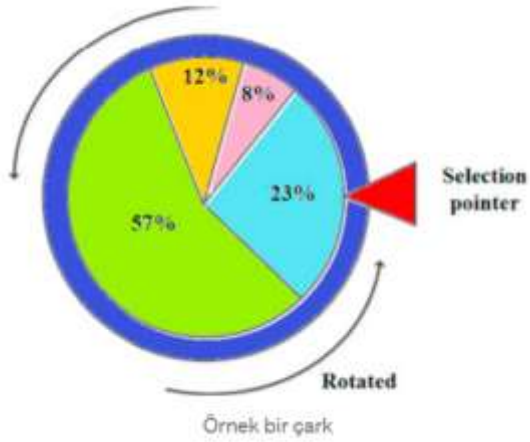


6.Adım: 3-5 arasındaki adımları tekrar et.

A->B->C->D-E->A
A->C->B->D-E->A
A->D->B->C-E->A
A->C->E->B-D->A
...

1. A-B-C-D-E-A => 100 km
2. A-C-E-D-B-A => 10 km
3. A-D-B-C-E-A => 400 km
4. A-E-D-C-B-A => 1000 km

- 4 adet şehrimiz olsun (A,B,C,D,E) ve her bir şehre sadece 1 defa gitmek zorundayız. Başlangıç Şehrimiz bizim şu anda oturduğumuz şehir olan A şehri olduğunu biliyoruz fakat sonrasında hangi şehre gideceğimizi karar vermemiz gerekiyor
- Şehirleri birer gen gibi düşünerek bir kaç tane kromozom oluşturuyoruz ve oluşan kromozomların **uygunluk fonksiyonuna** bizim için ideal sonuca göre puanlama yapması için sokuyoruz.



- Çıkan sonuçlara göre şimdi yaşamaları veya popülasyondan uzaklaşmaları lazım. Ve sonra bu çarkı çeviriyoruz, gelen numara kimse onu hemen popülasyonumuzdan uzaklaştırıyoruz.

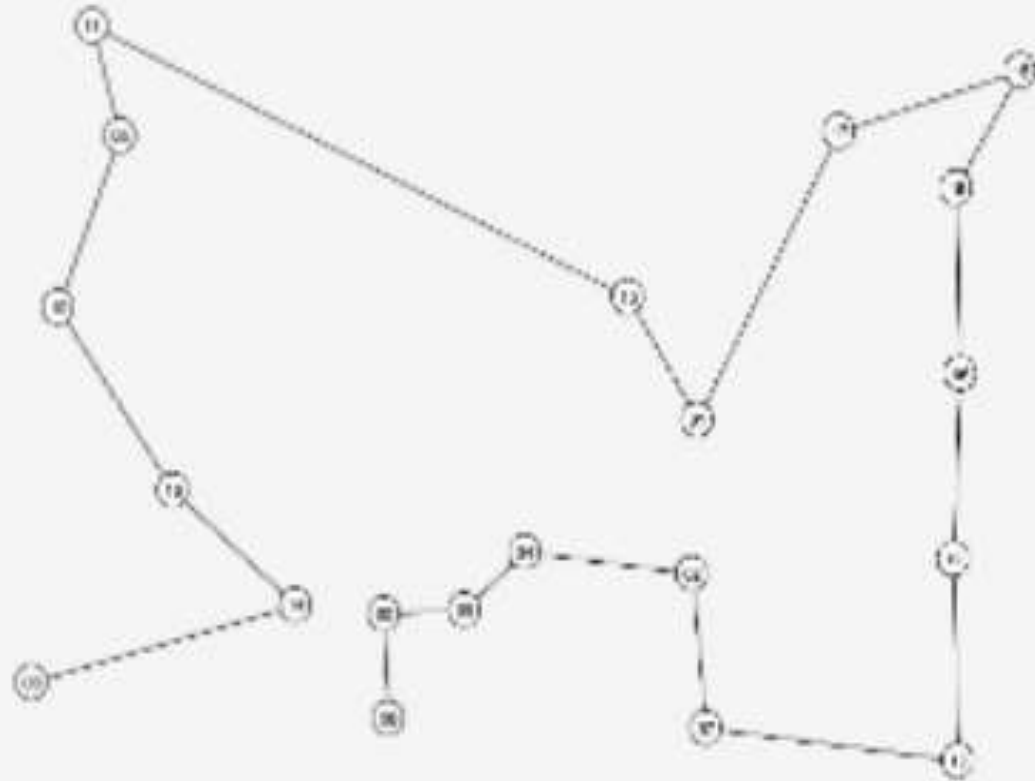
1. A-C-E-D-B-A => 10 km

2. A-B-C-D-E-A => 100 km

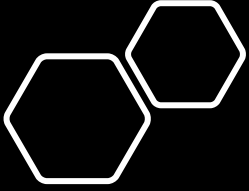
Ç1: A-C-E-B-D => 23 km

- Sonra elimizde kalan popülasyondan giden kişi kadar yeni bireyler oluşması için Çaprazlama ve Mutasyona uğratıyoruz.

1. $A-C-E-D-B-A \Rightarrow 10 \text{ km}$
2. $A-C-E-B-D \Rightarrow 23 \text{ km}$
3. $A-D-C-B-E-A \Rightarrow 75 \text{ km}$
4. $A-B-C-D-E-A \Rightarrow 100 \text{ km}$



26. iterasyon sonucu: 3513.9949386323188
 31. iterasyon sonucu: 3485.2558826935583
 50. iterasyon sonucu: 3427.829186247084
 101. iterasyon sonucu: 3425.8972427968234
 102. iterasyon sonucu: 3488.982183278338
 105. iterasyon sonucu: 3396.169575552367
 106. iterasyon sonucu: 3388.9948142857758
 113. iterasyon sonucu: 3276.6662884766863
 114. iterasyon sonucu: 3289.2818674734374
 117. iterasyon sonucu: 3134.6566683798856
 121. iterasyon sonucu: 2883.8812864382433
 131. iterasyon sonucu: 2866.37891674491897
 325. iterasyon sonucu: 2861.4271888644881
 1017. iterasyon sonucu: 2788.3718736878893
 1045. iterasyon sonucu: 2738.432898427328
 1046. iterasyon sonucu: 2717.5393787074665
 1049. iterasyon sonucu: 2782.628318865473
 1056. iterasyon sonucu: 2688.584181172483
 1058. iterasyon sonucu: 2528.6778875458634
 1061. iterasyon sonucu: 2587.8788738281488
 1067. iterasyon sonucu: 2468.9324885728668
 1081. iterasyon sonucu: 2442.1681885154487
 1085. iterasyon sonucu: 2488.957324775548
 2027. iterasyon sonucu: 2289.6952582843985
 Best Result: 2289.6952582843985

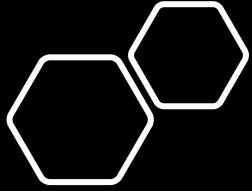


Avantajları

- Çok amaçlı optimizasyon yöntemleri ile kullanılabilmesi
- Çok karmaşık ortamlara uyarlanması
- Kısa sürelerde iyi sonuçlar verebilmesi

Dezavantajları

- Son kullanıcının modeli anlaması güç
- Problemi GA ile çözmeye uygun hale getirmek zor
- Uygunluk fonksiyonunu belirlemek zor
- Çaprazlama ve mutasyon tekniklerini belirlemek zor



Kullanım Alanları

- Optimizasyon
- Otomatik Programlama ve Bilgi Sistemleri
- Mekanik Öğrenme
- Finans
- Pazarlama
- Çizelgeleme Problemi
- Montaj Hattı Dengeleme Problemi
- Tesis Yerleşim Problemi
- Sistem Güvenilirliği Problemi
- Gezgin Satıcı Problemi

KAYNAKÇA

<https://bilgisayarkavramlari.com/2011/05/17/evrimsel-algoritmalar-evolutionary-algorithms/>

<https://medium.com/multinetinventiv/genetik-algoritma-8210ebcca6dd>

<https://caglartelef.com/genetik-algoritmalar-nedir/>