

# Metasezgisel Yaklaşım Algoritmalarının Python Programlama Dili Üzerinde İncelenmesi

Nil DUMAN

Bursa Teknik Üniversitesi

İstanbul

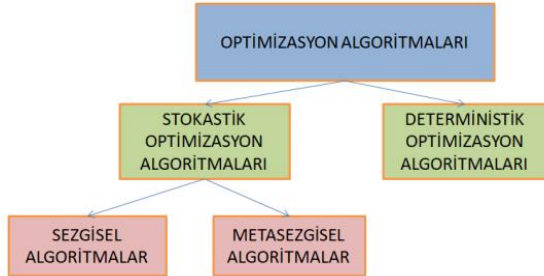
18360859026@btu.edu.tr

1. **Kısaca**—Bu rapor optimizasyon test fonksiyonlarının, Tavlama Benzetimi (Simulated Annealing) ve sezgisel (höristik) optimizasyon algoritmalarının üzerindeki etkisini incelemesinden oluşturulmuştur. Test fonksiyonları olarak Ackley, Baele, Goldstein-price ve Levi, Sezgisel Optimizasyon Algoritması olarak ise okyanustaki denizanalarının davranışından yola çıkılarak yapılandırılmış Jellyfish Search (JS) Optimizer seçilmiştir.

**Anahtar Kelimeler**—optimizasyon, metasezgisel yaklaşım, Jellyfish Search (JS), Ackley, Beale Goldstein-Price, Levi

## I. GİRİŞ :OPTİMİZASYON

Raporun bu bölümünde incelemenin yapıtaşı olan optimizasyon üzerinde durulmuştur. İncelemede kullanılan algoritmalar optimizasyon algoritmalarının, stokastik optimizasyon algoritmaları dalına girer. Bu başlık altında da rassal değişkenleri üretirek bunları veri olarak kullanan alogiritmalar mevcuttur.

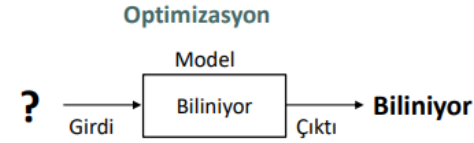
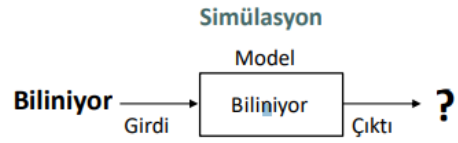


### A. Optimizasyon Tanımlaması

Optimizasyon, bir sistemde var olan kaynakların (işgücü, zaman, kapital, süreçler, hammaddeler, kapasite, ekipman gibi) en verimli şekilde kullanılarak belirli amaçlara (maliyet en azaltılması, kâr en çoklanması, kapasite kullanımının en yükseltilmesi ve verimliliğin en çoklanması gibi) ulaşmayı sağlayan bir teknoloji olarak tanımlanmaktadır. Optimizasyon, en genel anlamıyla ise, bir sistemde, belirli kısıtlar altında, belirlenmiş bir amaç fonksiyonunun değerinin en iyilenmesi amacıyla karar değişkenlerinin alacağı değerleri belirleme işlemidir. İstenen çıktıyı elde edebilmek amacıyla, girdilerin veya bu girdilerin değerlerinin ne olacağının belirlenmesi sürecidir. Örneğin, istenen yüzey pürüzlülüğünün elde edilebilmesi amacıyla, bir 3B yazıcının parametrelerinin ne olacağının belirlenmesi optimizasyona örnektir.

Simülasyon, girdilerin bilindiği bir sistemde, çıktının tahmin edilmesi, belirlenmesi, sürecidir. Örneğin, siparişlerin geliş zamanının ve sistemde geçireceği sürelerin bilindiği bir

üretim sürecinin simülasyonu sonucu, üretimin ne zaman tamamlanacağı, sistemdeki boş zamanlar, sistemin etkinliği gibi faaliyetler büyük oranda hesaplanabilir.



### B. Optimizasyon İşleminde Kullanılan Teknikler

#### 1. Analitik Yöntemler:

Toleranslar dahilinde optimum çözümü verirler. Büyük boyutlu problemlerde sonuca ulaşmak çok uzun sürer veya ulaşamaz. Matematiksel Modelleme ve dal-sınır algoritması bu yöntem grubuna örnek olarak verilebilir.

#### 2. Sezgisel Yöntemler:

Probleme özgü çözüm yöntemleridir ve belirli bir algoritmayı takip ederler. Optimum çözümü garanti etmemekle birlikte analitik yöntemlere göre daha hızlı çözüm üretirler. Akış tipi çizelgeleme problemleri için Johnson algoritması, montaj hattı dengeleme problemleri için pozisyon ağırlığı yöntemi, sezgisel yöntemlere örnek olarak gösterilebilir.

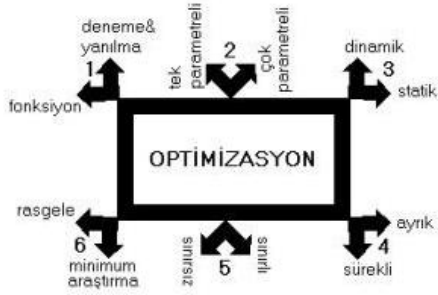
#### 3. Meta-Sezgisel Yöntemler:

Belirli algoritmaların, çözülecek problem yapısına uyarlanması ile elde edilen çözüm yöntemleridir. Genetik algoritma, karınca koloni algoritması, tavlama benzetimi algoritması, bu yöntem grubunun örnekleridir.

### C. Optimizasyon Modellerinin Oluşturulması

Modeller, temel bilimlerde ve mühendislikte yoğun olarak kullanılan, büyük kapsamlı bir sistemin tüm özelliklerini yansıtacak daha küçük boyutlardaki yapılardır. Modeller, genelde sistemin temel özelliklerini yansıtacak ve modelin kullanım amaçlarını gerçekçi olarak içerecek detaylar bulunur. Örneğin, tasarım aşamasında olan bir uçağı düşürdüğümüz zaman, uçağın aero-dinamik yapısını incelerken gerçek uçak yerine uçağın modeli kullanılarak rüzgâr tüneli deneyleri yapılır. Tarımda ise bir bitkinin tüm

özellikleri incelenip bitkinin veriminde iyileştirme çalışmaları yapılırken, bitkinin modelleri laboratuvar ortamında değişik parametrelere göre değerlendirilip sonuçlar analiz edilir.



## II. METASEZGİSEL ALGORİTMALAR

Teknik olarak ilk defa 1986 yılında dile getirilen meta sezgisel terimi Yunanca “meta” kelimesi ile “heuristic” kelimesinin birleşiminden meydana gelmektedir ve “daha ileri sezgisel” veya “üst seviye sezgisel” şeklinde ifade edilmektedir.

Üst seviye sezgisel yaklaşım, çözüm uzayında olasılık temelli ancak bilinçli bir mantıkla arama gerçekleştiren yöntemleri içermektedir. Bu yöntemler her adımda oluşturulan çözüm kümesinden yola çıkarak yeni çözümler üretmektedirler. Böylece arama uzayının en uygununa yakın olan noktalarında aramalar yapılarak, yerel en iyi nokta seçiminden de kurtularak en uygun çözüme ulaşmaya çalışılır.

Meta sezgisel yöntemlerin karakterleri şu şekilde özetlenmiştir:

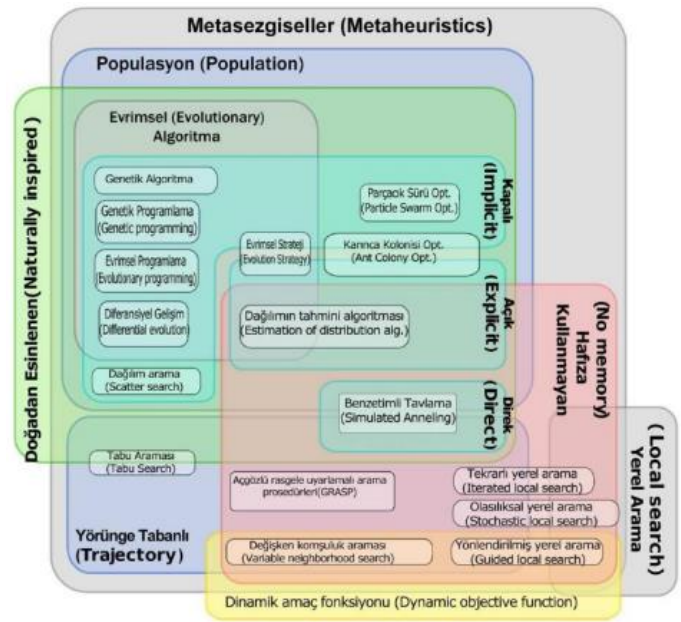
- Amaç, arama uzayını etkili bir şekilde keşfederek en iyi veya en iyiye en yakın sonuçları elde etmektir.
- Arama işlemine yön vermektedir.
- Yerel arama tekniklerinden, karmaşık öğrenme işlemlerine kadar yayılım gösteren yapıdadırlar.
- Yaklaşık bir çözüm sunarlar, genelde belirleyici olmayan yöntemlerdir.
- Belirli bir probleme özgü değillerdir.
- Arama uzayında yerel en iyi konumlara takılıp kalmayı engelleyecek yapıları bulunmaktadır.

Meta sezgisel algoritmaların iyi sonuçlar üretebilmesi için yöntemin temel kavramları probleme iyi bir şekilde adapte edilmelidir. Meta sezgisel algoritmalar genel olarak beş sınıfa ayrılmıştır;

- 1) Doğadan Esinlenerek / Esinlenmeden Geliştirilen Algoritmalar
- 2) Popülasyon Tabanlı / Tek Nokta (Yerel Arama) Algoritmalar
- 3) Dinamik / Statik Amaç Fonksiyonlu Algoritmalar
- 4) Tek / Çok Komşu Yapılı Algoritmalar
- 5) Hafıza Kullanan / Kullanmayan Algoritmalar

Belirtilen yöntemler, klasik sezgisel algoritmaların doğadan esinlenerek geliştirilmiş halleri olarak görülmektedir. Yöntemlerin sosyal, biyoloji, fizik, zooloji, bilgisayar gibi bilimlerde temel alınarak geliştirilmesiyle çeşitlilik arttırılmıştır. Örnek olarak kuşların besin arayışının izlenmesiyle geliştirilen “Parçacık Sürü Optimizasyonu”, ateş böceklerinin birbirleriyle olan etkileşimlerinin araştırılmasıyla geliştirilen “Ateş Böceği Algoritması” bunlardan bir kısmıdır.

Optimizasyon problemleri amaç fonksiyonuna ilaveten bir veya daha fazla sayıda kısıtlamayı da gerçekleştirecek şekilde kapsamlı olabilir. Kısıtlamalı optimizasyonda karşılaşılan eşitlik veya eşitsizlik şeklinde olabilir. Bu tür problemler kısıtlamalı optimizasyon problemi olarak adlandırılırlar. Bu tür optimizasyon problemlerinin metasezgisel algoritmalar ile çözümünde genellikle penaltı fonksiyonu yaklaşımı tercih edilir. Bu sayede problem kısıtlamasız optimizasyon problemi haline getirilmiş olur (Yang, 2008).



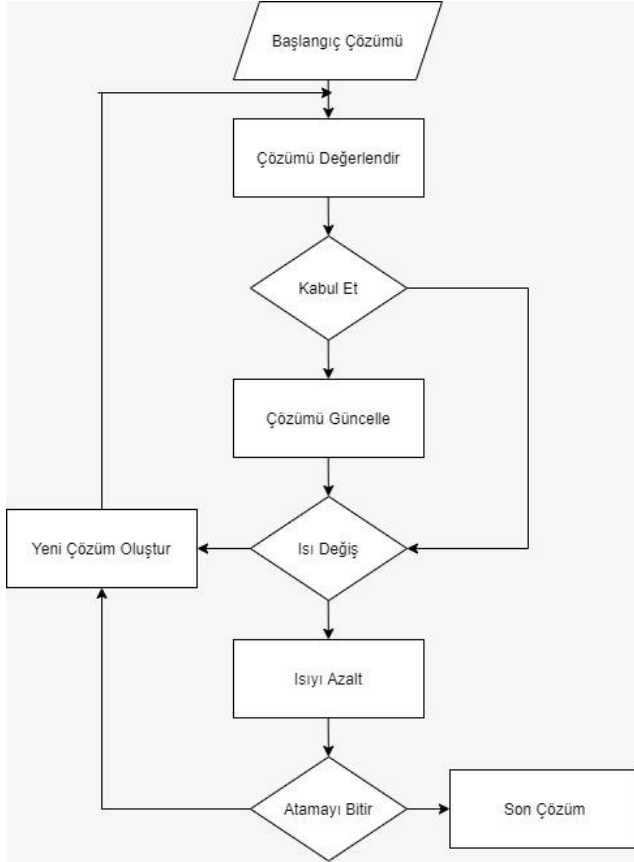
### A. Tavlama Benzetimi

Tavlama Benzetimi, bir diğer adı ile benzetilmiş tavlama, algoritması; eniyileme problemi için tasarlanmış olasılıksal yaklaşımlı bir algoritmadır. Diğer olasılıksal yaklaşımlar gibi en iyi çözümün en kısa zamanda üretimini hedefler. Bu sebeple, özellikle matematiksel modellerle çözülmesi maliyetli olan kombinasyonel eniyileme problemlerinde kullanılır. Benzetilmiş tavlama algoritması; elektronik devre tasarımı, görüntü işleme, yol bulma problemi, gezgin satıcı problemi, malzeme fiziği simülasyonu, kesme ve paketleme problemi, akış çizelgeleme ve iş çizelgeleme problemlerinin çözümlerinde başarılı sonuçlar vermiştir.

Algoritmaya tavlama ismi verilmesinin sebebi, demircilerin demiri dövrerken belirli bir dereceye kadar ısıtılma işleminden geçirmesi sonucu demirin istenilen kıvama gelmesini esas almasından kaynaklanmaktadır. Aynı mantık ile bir problem ele alınarak tavlama derecesi ile ısıtılma sürecinden geçirilip ardından istenilen noktaya geldiğinde sonuca ulaştırıldığı kabul edilmiştir.

### 1. Algoritmanın Akış Şeması

Tavlama Benzetimi python algoritması için şekil 2.1 de verilen akış diyagramı baz alınmıştır.



Şekil 3.1 Akış Diyagramı

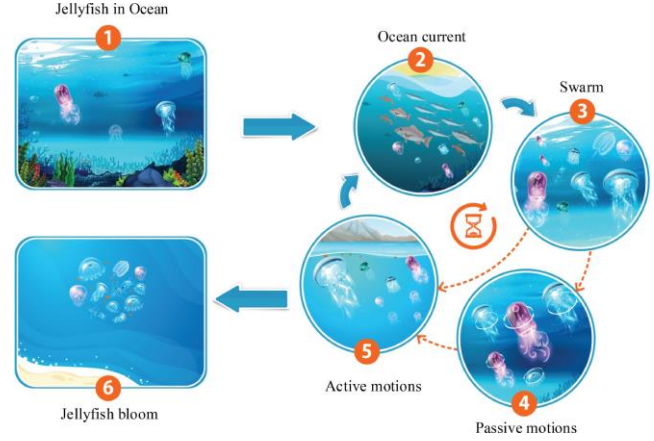
### B. Jellyfish Search Optimizer

Okyanustaki denizanası davranışlarından esinlenilerek geliştirilen JS; denizanasının arama davranışının simülasyonu, okyanus akımını, bir denizanası sürüsü içindeki hareketlerini (aktif hareketler ve pasif hareketler), bu hareketler arasında geçiş yapmak için bir zaman kontrol mekanizmasını ve denizanası çiçeklerine yakınsamalarını içerir. JS optimizier, kapsamlı bir matematiksel kriter fonksiyonları seti kullanılarak test edilir ve bir dizi yapısal mühendislik problemine uygulanır. JS'in matematiksel kıyaslama işlevlerini çözmede oldukça iyi olduğu tespit edilmiştir. Bu özelliği onu diğer sezgisel algoritmalarından ayırır. JS algoritması daha sonra 25-bar kule tasarımı, 52-bar kule tasarımı ve 582-bar kule tasarım problemleri de dahil olmak üzere yapısal optimizasyon problemlerini çözmek için de kullanılmıştır. Çözüm sürecinde JS sadece en iyi performansı göstermekle kalmayıp, aynı zamanda objektif fonksiyonların en az değerlendirmesini de sağlamıştır. Bu nedenle, JS potansiyel olarak optimizasyon problemlerini çözmek için mükemmel bir metasezgisel algoritmadır.

#### 1. JS'in Çalışma Prensibi

Okyanus akımı çok miktarda besleyici yiyecek içerir, bu nedenle denizanası tarafından çekilir. Zamanla, daha

fazla denizanası bir araya gelir ve bir sürü oluşur. Sıcaklık veya rüzgar okyanus akımını değiştirdiğinde, sürüdeki denizanası başka bir okyanus akımına doğru hareket eder ve başka bir denizanası sürüsü oluşur. Bir denizanası sürüsü içindeki denizanası hareketleri, denizanasının değiştiği Tip A (pasif hareketler) ve tip B (aktif hareketler) ' dir. Başlangıçta A tipi tercih edilir; zaman geçtikçe, B Tipi tercih edilir. (Şekil 3.2)



Şekil 3.2 JS Çalışma Prensibi

### III. TEST FONKSİYONLARI

Uygulamalı matematikte test fonksiyonları, aşağıda verilen, optimizasyon algoritma özelliklerini değerlendirmek için kullanılır:

- Yakınsama oranı.
- Hassaslık.
- Kuvvet.
- Genel performans

Bu rapor incelemesinde test fonksiyonlarından 4 tanesi seçilmiştir: Ackley, Beale, Goldstein-Price, Levi.

#### A. Ackley Fonksiyonu

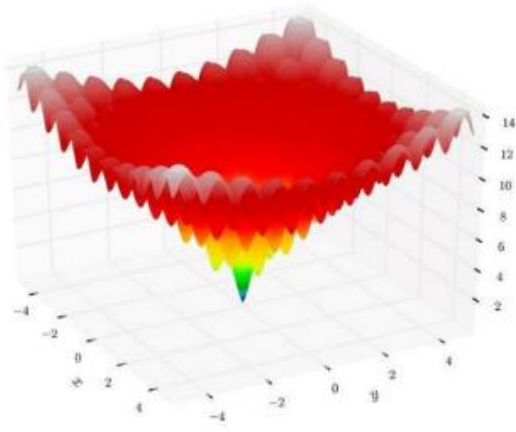
Ackley Fonksiyonu, ortasında küresel minimuma ulaşan bir bölge ile birlikte, optimizasyon amaçlı geliştirilen çözüm teknikleri için etkin bir değerlendirme faktörünü oluşturan, çok sayıda yerel minimuma sahip dış bölgeden oluşan bir fonksiyondur.

Ackley Fonksiyonu ve fonksiyonun küresel minimumu ile arama alanına yönelik kabuller Çizelge 4.1'de verilmiştir.

<b>Ackley Fonksiyonu</b>	$f(x) = -20 * \exp \left( -0,2 * \sqrt{\frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n x_i^2} \right) - \exp \left( \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n \cos(2 * \pi * x_i) \right) + 20 + \exp(1)$
<b>Küresel Minimum</b>	$f(0, ..., 0) = 0$
<b>Arama Alanı</b>	$-32 \leq x_i \leq 32,$ $1 \leq i \leq n$

Çizelge 4.1: Ackley Fonksiyonu küresel min. ve arama alanı.

Ackley Fonksiyonu'nun ilgili kabuller eşliğinde varsayılan grafiği Şekil 4.1'deki gibidir.



Şekil 4.1 Beale Fonksiyonu

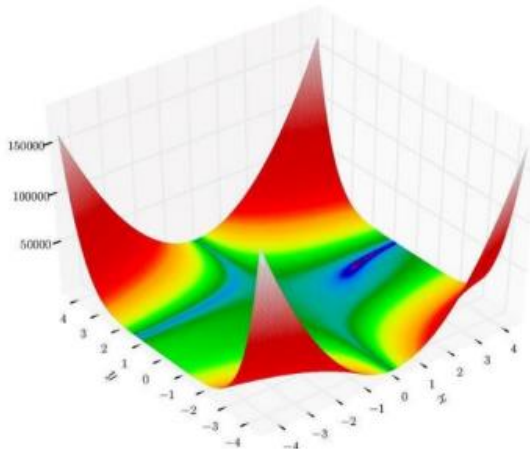
### B. Beale Test Fonksiyonu

Beale Fonksiyonu, keskin tepe noktalarına sahip, çok modlu, iki-boyutlu – değişkenli bir test fonksiyonudur. İlgili fonksiyon ve fonksiyonun küresel minimumu ile arama alanına yönelik kabuller Çizelge 4.2.’de verilmiştir.

<b>Beale Fonksiyonu</b>	$f(x,y) = (1,5 - x + x * y)^2 + (2,25 - x + x * y^2)^2 + (2,625 - x + x * y^3)^2$
<b>Küresel Minimum</b>	$f(3, 0,5) = 0$
<b>Arama Alanı</b>	$-4,5 \leq x,y \leq 4,5$

Çizelge 4.2: Beale Fonksiyonu küresel min. ve arama alanı.

Beale Fonksiyonu’nun ilgili kabuller eşliğinde varsayılan grafiği Şekil 4.2’deki gibidir.



Şekil 4.2 Beale Fonksiyonu

### C. Goldstein-Price Test Fonksiyonu

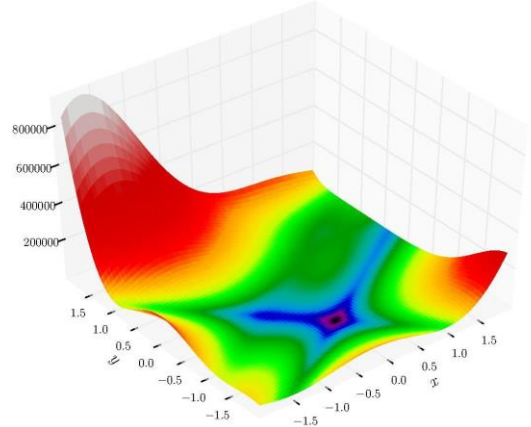
Goldstein-Price test Fonksiyonu 4 yerel minimuma sahip bir tümel optimizasyon test fonksiyonudur.

Goldstein-Price Fonksiyonu Çizelge 4.3’te verilmiştir.

$$f_{18}(x) = [1 + (x_1 + x_2 + 1)^2(19 - 14x_1 + 3x_1^2 - 14x_2 + 6x_1x_2 + 3x_2^2)] \times \dots [30 + (2x_1 - 3x_2)^2(18 - 32x_1 + 12x_1^2 + 48x_2 - 36x_1x_2 + 27x_2^2)]$$

Çizelge 4.3: Goldstein-Price Fonksiyonu küresel min. ve arama alanı.

Goldstein-Price Fonksiyonu’nun ilgili kabuller eşliğinde varsayılan grafiği Şekil 4.3’teki gibidir.



Şekil 4.3Goldstein-Price Fonksiyonu

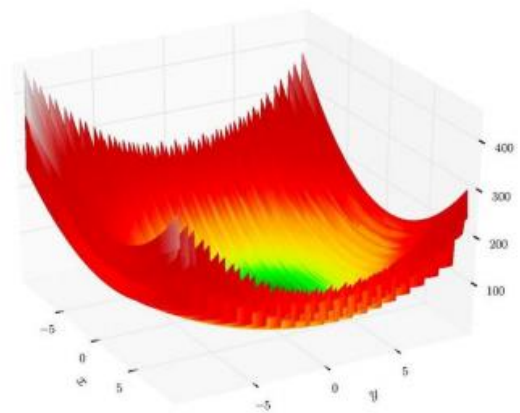
### D. Levi (Levy) Test Fonksiyonu

İki boyutlu – değişkenli Levi Fonksiyonu, Levi No 13, da (çok sayıda yerel minimuma sahip bir test fonksiyonudur. Levi Fonksiyonu ve fonksiyonun küresel minimumu ile arama alanına yönelik kabuller Çizelge 4.4’te sunulmuştur.

<b>Levy (no. 13) Fonksiyonu</b>	$f(x,y) = \sin^2 * (3 * \pi * x) + (x - 1)^2 * (1 + \sin^2 * (3 * \pi * y)) + (y - 1)^2 * (1 + \sin^2 * (2 * \pi * y))$
<b>Küresel Minimum</b>	$f(1, 1) = 0$
<b>Arama Alanı</b>	$-10 \leq x,y \leq 10$

Çizelge 4.4: Levi Fonksiyonu küresel min. ve arama alanı.

Levi Fonksiyonu’nun ilgili kabuller eşliğinde varsayılan grafiği Şekil 4.4’teki gibidir.



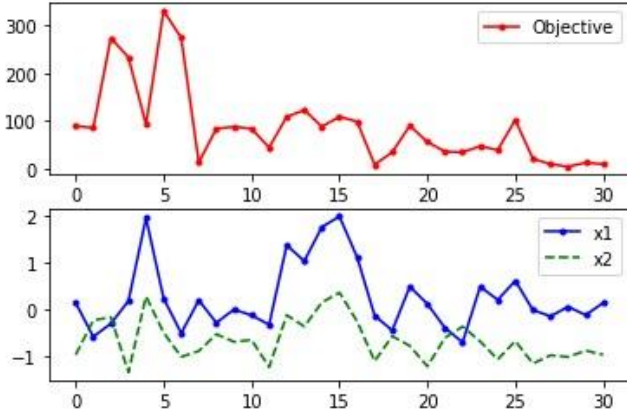
Şekil 4.4 Beale Fonksiyonu



#### IV. SONUÇ

Test fonksiyonları, python kodu yazılmış algoritmalara uygulandığında ekranda aşağıdaki görüntüler oluşmuştur.

##### A) Tavlama Benzetimi



##### B) Jellyfish Search Optimizer

```
lutfen karşılaştıracagınız 1. kelimeyi giriniz:jellyfish
lutfen karşılaştıracagınız 2. kelimeyi giriniz:smellyfish
9
10
8
Levenshtein Distance Karşılaştırma Çıktıları
Ackley: 13.60474155093085
BEALE: 268140.453125
GSP: 11994422678
LEVI: 49.0

soundex karşılığını alacağınız kelimeyi giriniz:jellyfish
e
['j']
['j', '4', '4', '1', '2']

lutfen karşılaştıracagınız 1. kelimeyi giriniz:jellyfish
lutfen karşılaştıracagınız 2. kelimeyi giriniz:smellyfish
9
10
0.8888888888888888
Jaro distance Karşılaştırma Çıktıları
Ackley: 3.805302617907046
BEALE: 11.773649423941862
GSP: 1611.3811959057884
LEVI: 0.7235702146784618
```

#### KAYNAKÇA

Web.firat.edu.tr.2020.<[http://web.firat.edu.tr/iaydin/bmu579/bmu\\_579\\_bolum7.pdf](http://web.firat.edu.tr/iaydin/bmu579/bmu_579_bolum7.pdf)> [Erişim 27 Aralık2020].

M. Fernandez, J. Simeon, C. Suci, P. Wadler, “A Data Model and Algebra for XML Query”, FST TCS, 2000.

researchgate.net Fizik Tabanlı 2020  
:<[https://www.researchgate.net/publication/327981277\\_Fizik\\_Tabanli\\_](https://www.researchgate.net/publication/327981277_Fizik_Tabanli_)

En.wikipedia.org. 2020. *Test Functions For Optimization*.  
[<[https://en.wikipedia.org/wiki/Test\\_functions\\_for\\_optimization](https://en.wikipedia.org/wiki/Test_functions_for_optimization)> [Erişim 29 Aralık].

Globalaihub.com. 2020. *Benzetimli Tavlama (Simulated Annealing) Algoritması – Global AI Hub*. <<https://globalaihub.com/benzetimli-tavlama-simulated-annealing-algoritmasi/>> [Erişim 30 Aralık 2020].

Dergipark.org.tr. 2020. : <<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/840355>> [Erişim 27 Aralık 2020].

Tr.wikipedia.org. 2020. *Benzetilmiş Tavlama*. [online] :  
<[https://tr.wikipedia.org/wiki/Benzetilm%C5%9F\\_tavlama](https://tr.wikipedia.org/wiki/Benzetilm%C5%9F_tavlama)> [Erişim 27 Aralık 2020].

Researchgate.net 2020.  
[online<[https://www.researchgate.net/profile/Utku\\_Koese/publication/318900928\\_Yapay\\_Zeka\\_Tabanli\\_Optimizasyon\\_Algoritmaları\\_Gelistirilmesi\\_Development\\_of\\_Artificial\\_Intelligence\\_Based\\_Optimization\\_Algorithms/links/5b0f94a4a6fdcc80995bcf5e/Yapay-Zeka-Tabanlı-Optimizasyon-Algoritmaları-Gelistirilmesi-Development-of-Artificial-Intelligence-Based-Optimization-Algorithms.pdf?origin=publication\\_detail](https://www.researchgate.net/profile/Utku_Koese/publication/318900928_Yapay_Zeka_Tabanli_Optimizasyon_Algoritmaları_Gelistirilmesi_Development_of_Artificial_Intelligence_Based_Optimization_Algorithms/links/5b0f94a4a6fdcc80995bcf5e/Yapay-Zeka-Tabanlı-Optimizasyon-Algoritmaları-Gelistirilmesi-Development-of-Artificial-Intelligence-Based-Optimization-Algorithms.pdf?origin=publication_detail)> [Erişim 29 Aralık 2020].