T. C.

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İŞLETME ANABİLİM DALI

SAYISAL YÖNTEMLER BİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

YENİ BİR SEZGİSEL OPTİMİZASYON: ARAMA VE KURTARMA ALGORİTMASI VE FONKSİYON OPTİMİZASYON PROBLEMLERİNİN ÇÖZÜMÜ

MUHLİS ÖZDEMİR

2502130305

TEZ DANIŞMANI:

PROF. DR. TUNÇHAN CURA

İSTANBUL - 2018

ÖZ

YENİ BİR SEZGİSEL OPTİMİZASYON: ARAMA VE KURTARMA ALGORİTMASI VE FONKSİYON OPTİMİZASYON PROBLEMLERİNİN ÇÖZÜMÜ

MUHLİS ÖZDEMİR

Sezgisel teknikler genellikle doğadan esinlenilmiş sürü zekâsına sahip optimizasyon teknikleridir. Birçok sezgisel teknik bulunmakla birlikte araştırmacılar tarafından doğa tabanlı ya da doğadaki canlı davranışlarının gözlemlenmesi ile yeni sezgisel teknikler geliştirilmektedir. Arama ve Kurtarma Algoritması insan davranışlarından esinlenilmiş bir sezgisel optimizasyon tekniğidir. Bu tezde yeni bir sezgisel optimizasyon tekniği olan Arama ve Kurtarma Optimizasyon Algoritması(AKOA) önerilmiş olup literatürde yer alan fonksiyon optimizasyonu test problemlerinin global minimumlarının bulunmasında AKOA kullanılmıştır. 21 minimizasyon problemi üzerinde gerçekleştirilen AKOA'nın sonuçları Dinamik Rastgele Arama Tekniği ve Rastgele Seçim Yürüyüşü tekniklerine kıyasla oldukça rekabetçidir.

Anahtar Kelimeler: Global minimum, fonksiyon optimizasyonu, sezgisel teknik, yapay zekâ, sürü zekâsı, arama ve kurtarma algoritması.

ABSTRACT

A NEW HEURISTIC OPTIMIZATION: SEARCH AND RESCUE ALGORITHM AND SOLVING THE FUNCTION OPTIMIZATION PROBLEMS

MUHLIS OZDEMIR

Heuristic techniques are usually inspired by nature, based on swarm intelligence optimization methods. There are plenty of them and researchers developing new ones by inspiring nature or observing the living being. Search and rescue algorithm(SaRA) is a very new heuristic optimization and inspired by the humankind deportment. In this paper the author is going to propose SaRA and apply this new technique to function optimization test problems to find the global minimums. SaRA's performance was experimented with 21 benchmark minimization problems and competitive results were obtained when compared to Dynamic Random Search Technique and Random Selection Walk Technique.

Key Words: Global minimum, function optimization, heuristics, artificial intelligence, search and rescue algorithm.

ÖNSÖZ

Arama ve kurtarma(AK) çalışmaları, insanoğlunun afet ya da kaza nedeniyle karşılaştıkları zorluklarla mücadelelerini konu edinen bir kolektif çalışma örneğidir. Dünyada hemen hergün doğal ya da insan kaynaklı nedenlerle afet/kaza meydana gelmektedir.

Esasında arama ve kurtarma(AK) birbirinden ayrı iki farklı aktivitenin birlikte yürütülmesi işlemidir. Birbirinden farklı bu iki aktivite adından da anlaşılacağı üzere arama ve kurtarma aktiviteleridir. Arama, afet/kaza gibi beklenmeyen acil durumların meydana gelmesi durumunda mahsur kalanların yerlerinin tespit edilmesine yönelik çalışmaları kapsar. Kurtarma ise tehlike ve riske maruz bulunanların olay yerinden uzaklaştırılması, güvenli bir yere ulaştırılması çalışmalarını kapsamaktadır.

Gerçekleştirilen çalışmada ülkemizde AK çalışmaları ile ilgili yeterli düzeyde bilimsel çalışmanın yapılmadığı görülmüştür. Birçok afet ve kazanın yaşandığı ülkemizde AK ile ilgili çalışmaların yapılması, AK'a konu olmuş olaylara ait istatistiklerin kayıt altına alınması ve uygulamada bu çalışmaların hayat bulması oldukça önem arz etmektedir.

Literatürde hâlihazırda birçok çalışma bulunmasına ve mevcut sezgisellerin kullanılmasına rağmen 2017 yılında yayımlanan ve bu doktora tez konusuna benzer bir konunun ele alındığı çalışma olan "swarm robotics search & rescue: a novel artificial intelligence-inspired optimization approach[1](sürü robotik arama ve kurtarma: yeni bir yapay zekaya dayalı optimizasyon yaklaşımı)" isimli çalışmanın haricinde Arama ve Kurtarma Optimizasyon Algoritması'nın varlığına rastlanmamıştır. 2015 yılı şubat ayında yazmaya başladığım ve 2016 haziran ayında tamamlamama rağmen çeşitli nedenlerle savunamadığım, geç savunmak zorunda kalmam nedeniyle 2018 yılında tezin literatür kısmını güncellerken karşılaştığım 2017 yılına ait ilgili makale

[1] Bakhshipour, M., M. Jabbari Ghadi, and F. Namdari. "Swarm robotics search & rescue: A novel artificial intelligence-inspired optimization approach." Applied Soft Computing (2017):708-726.

ile bu tez arasında farklılıklar ve benzerlikler bulunmaktadır. Bu durum tezin literatür taraması bölümünde detaylı olarak ele alınmıştır.

AK çalışmaları bu teze ilham kaynağı olmuş, birçok sezgisel tekniğin aksine doğa tabanlı olmaktan ziyade insan davranışlarının modellenerek yeni bir sezgisel tekniğin literatüre kazandırılması amaçlanmıştır. Bu noktada bu çalışmaların modellenmesi ve yeni bir tekniğin ortaya konması düşünülmüştür.

Bu çalışmada bana her konuda destek olan, yönlendirici tutumuyla ve fikirleriyle tezimi şekillendirmemde yardımcı olan, tez yazma sürecimde bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan danışman hocam Prof. Dr. Tunçhan CURA'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Zaman zaman beni motive eden ve tez yazma aşamasında bana yardımcı olan Dr. Yakup ÇELİKBİLEK'e teşekkür ederim.

Baba olmanın verdiği heyecanı yaşadığım bu dönemde yoğun bir tempoyla gerçekleştirdiğim çalışmalarım esnasında büyük bir sabır gösteren, rahat bir şekilde çalışmalarımı sürdürmeme ortam hazırlayan zaman zaman çocuk büyütmenin zorluklarına tek başına göğüs germek zorunda kalan eşime teşekkür ederim.

Ayrıca bugünlere gelmemde çok büyük emekleri bulunan benden her türlü maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen anne ve babama sonsuz teşekkürler.

Muhlis ÖZDEMİR

İSTANBUL, 2018

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZ ..... **iii**

ABSTRACT ..... **iv**

ÖNSÖZ ..... **v**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

ŞEKİLLER LİSTESİ ..... **xii**

GRAFİKLER LİSTESİ ..... **xiii**

TABLOLAR LİSTESİ ..... **xiv**

KISALTMALAR LİSTESİ ..... **xvi**

GİRİŞ **1**

BİRİNCİ BÖLÜM

ARAMA VE KURTARMA

1. ARAMA VE KURTARMA YAKLAŞIMI 4

1.1. ARAMA VE KURTARMA 4

1.2. ARAMA VE KURTARMA TÜRLERİ 6

1.2.1. Kara Arama ve Kurtarma 6

1.2.2. Deniz Arama ve Kurtarma 7

1.2.3. Hava Arama ve Kurtarma 7

1.3. ARAMA VE KURTARMA ŞEKİLLERİ 8

1.3.1. Daire Dilimi Sektör Araması 8

1.3.2. Genişleyen Kare Arama 9

1.3.3. İz Çizgi Araması 10

1.3.4. Paralel Tarama Araması 10

1.3.5. Kayan Çizgi Araması 12

1.3.6. Kontur Arama 13
1.3.7. Kıyı Çizgisi Araması 13
1.3.8. Keşif Araması 14
1.3.9. Alan Taraması 14
1.3.10. Çark Arama Tekniği 15
1.3.11. Çiftli Spiral Arama Tekniği 15
1.3.12. Daralan Kare Arama Tekniği 15
1.3.13. Hat Düzeninde Arama 15
1.3.14. Kutu Arama Tekniği 16
1.3.15. S Patern Arama Tekniği 16
1.3.16. Tekli Spiral Arama Tekniği 16
1.3.17. Zincir Arama Tekniği 16

İKİNCİ BÖLÜM

OPTİMİZASYON ALGORİTMASI

2. ARAMA VE KURTARMA OPTİMİZASYON ALGORİTMASI(AKOA) 17
2.1. AKOA'NIN ADIMLARI 24
2.1.1. Başlangıç Arama Bölgelerinin Oluşturulması 26
2.1.2. AKG'lerin Arama Kurtarma Bölgelerine Yerleştirilmesi 27
2.1.3. AKG'lerin bulundukları pozisyonlara ait uygunluk değerlerinin hesaplanması 28
2.1.4. Ekip Liderinin Rulet Tekerleği Seçim Yöntemine Göre Komşu AKG'leri Belirlemesi 28
2.1.5. Arama Alanlarının Ekip Lideri Tarafından Daraltılması 29
2.1.6. Daraltılan Arama Alanlarına AKG'lerin Yeniden Atanması ... 29
2.2. AKOA'NIN ÖZELLİKLERİ 31

2.3. LİTERATÜR TARAMASI 32

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

PROBLEMLER

3. ARAMA VE KURTARMA OPTİMİZASYON ALGORİTMASI İÇİN KULLANILAN PROBLEMLER 66

3.1. PROBLEM 1 67

3.2. PROBLEM 2 68

3.3. PROBLEM 3 69

3.4. PROBLEM 4 70

3.5. PROBLEM 5 71

3.6. PROBLEM 6 72

3.7. PROBLEM 7 73

3.8. PROBLEM 8 74

3.9. PROBLEM 9 75

3.10. PROBLEM 10 76

3.11. PROBLEM 11 77

3.12. PROBLEM 12 78

3.13. PROBLEM 13 79

3.14. PROBLEM 14 80

3.15. PROBLEM 15 81

3.16. PROBLEM 16 81

3.17. PROBLEM 17 82

3.18. PROBLEM 18 82

3.19. PROBLEM 19 83

3.20. PROBLEM 20 84

3.21. PROBLEM 21 85

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

PROBLEMLERE AİT KARŞILAŞTIRMALI SONUÇLAR

4. SONUÇLAR 86

4.1. PROBLEM 1'E AİT KARŞILAŞTIRMALI SONUÇLAR 86

4.2. PROBLEM 2'YE AİT KARŞILAŞTIRMALI SONUÇLAR 88

4.3. PROBLEM 3'E AİT KARŞILAŞTIRMALI SONUÇLAR 89

4.4. PROBLEM 4'E AİT KARŞILAŞTIRMALI SONUÇLAR 90

4.5. PROBLEM 5'E AİT KARŞILAŞTIRMALI SONUÇLAR 91

4.6. PROBLEM 6'YA AİT KARŞILAŞTIRMALI SONUÇLAR 92

4.7. PROBLEM 7'YE AİT AKOA SONUÇLARI 97

4.8. PROBLEM 8'E AİT AKOA SONUÇLARI 98

4.9. PROBLEM 9'A AİT AKOA SONUÇLARI 99

4.10. PROBLEM 10'A AİT AKOA SONUÇLARI 99

4.11. PROBLEM 11'E AİT AKOA SONUÇLARI 100

4.12. PROBLEM 12'YE AİT AKOA SONUÇLARI 101

4.13. PROBLEM 13'E AİT AKOA SONUÇLARI 101

4.14. PROBLEM 14'E AİT AKOA SONUÇLARI 102

4.15. PROBLEM 15'E AİT AKOA SONUÇLARI 102

4.16. PROBLEM 16'YA AİT AKOA SONUÇLARI 103

4.17. PROBLEM 17'YE AİT AKOA SONUÇLARI 105

4.18. PROBLEM 18'E AİT AKOA SONUÇLARI 106

4.19. PROBLEM 19'A AİT AKOA SONUÇLARI 106

4.20. PROBLEM 20'YE AİT AKOA SONUÇLARI 107

4.21. PROBLEM 21'E AİT AKOA SONUÇLARI 108

4.22. PROBLEM 7-21'E AİT LİTERATÜRDE YER ALAN SONUÇLAR 109

4.23. PROBLEM 7-21'E AİT KARŞILAŞTIRMALI SONUÇLAR ... 110

BEŞİNCİ BÖLÜM

BULGULAR VE İLERİDE YAPILMASI PLANLANAN ÇALIŞMALAR

SONUÇ 114

KAYNAKÇA 117

ÖZGEÇMİŞ 132

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1: Daire dilimi sektör araması 9

Şekil 2: Genişleyen kare arama 10

Şekil 3: İz çizgisi araması 10

Şekil 4: Paralel tarama araması 11

Şekil 5: Su araçları için paralel tarama 12

Şekil 6: Kayan çizgi araması 12

Şekil 7: Kayan çizgi araması kolektif çalışma 13

Şekil 8: Kontur araması 13

Şekil 9: Daralan Kare Arama 15

Şekil 10: Arama uzayı 18

Şekil 11: AKG sayısına göre bölünmüş çözüm uzayı 20

Şekil 12: AKG'lerin arama uzayına dağıtılması 21

Şekil 13: Detaylı arama alanı 21

Şekil 14: Hareket halindeki AKG'ler 23

GRAFİKLER LİSTESİ

Sayfa No

Grafik 1: Problem 1'e ait grafik 68

Grafik 2: Problem 2'ye ait grafik 69

Grafik 3: Problem 3'e ait grafik 70

Grafik 4: Problem 4'e ait grafik 71

Grafik 5: Problem 5'e ait grafik 72

Grafik 6: Problem 7'ye ait grafik 74

Grafik 7: Problem 8'e ait grafik 75

Grafik 8: Problem 9'a ait grafik 76

Grafik 9: Problem 10'a ait grafik 77

Grafik 10: Problem 11'e ait grafik 78

Grafik 11: Problem 12'ye ait grafik 79

Grafik 12: Problem 13'e ait grafik 80

Grafik 13: Problem 18'e ait grafik 83

Grafik 14: Problem 19'a ait grafik 84

Grafik 15: Problem 20'ye ait grafik 85

TABLOLAR LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 1: Arama uzayı boyutlarına ait alt ve üst limitler 22

Tablo 2: Problem 1'e ait AKOA sonuçları 87

Tablo 3: Problem 1'e ait karşılaştırmalı sonuçlar 87

Tablo 4: Problem 2'ye ait AKOA sonuçları 88

Tablo 5: Problem 2'ye ait karşılaştırmalı sonuçlar 88

Tablo 6: Problem 3'e ait AKOA sonuçları 89

Tablo 7: Problem 3'e ait karşılaştırmalı sonuçlar 89

Tablo 8: Problem 4'e ait AKOA sonuçları 90

Tablo 9: Problem 4'e ait karşılaştırmalı sonuçlar 90

Tablo 10: Problem 5'e ait AKOA sonuçları 91

Tablo 11: Problem 5'e ait karşılaştırmalı sonuçlar 92

Tablo 12: 10 boyutlu çözüm uzayında problem 6'ya ait AKOA sonuçları 93

Tablo 13: 25 boyutlu çözüm uzayında problem 6'ya ait AKOA sonuçları 94

Tablo 14: 50 boyutlu çözüm uzayında problem 6'ya ait AKOA sonuçları 95

Tablo 15: Problem 6 RSYT sonuçları 97

Tablo 16: Problem 6 AKOA sonuçları 97

Tablo 17: Problem 7'ye ait AKOA sonuçları 97

Tablo 18: Problem 8'e ait AKOA sonuçları 98

Tablo 19: Problem 9'a ait AKOA sonuçları 99

Tablo 20: Problem 10'a ait AKOA sonuçları 99

Tablo 21: Problem 11'e ait AKOA sonuçları 100

Tablo 22: Problem 12'ye ait AKOA sonuçları 101

Tablo 23: Problem 13'e ait AKOA sonuçları 101

Tablo 24: Problem 14'e ait AKOA sonuçları 102

Tablo 25: Problem 15'e ait AKOA sonuçları 103

Tablo 26: Problem 16'ya ait AKOA sonuçları 104

Tablo 27: Problem 17'ye ait AKOA sonuçları 105

Tablo 28: Problem 18'e ait AKOA sonuçları 106

Tablo 29: Problem 19'a ait AKOA sonuçları 107

Tablo 30: Problem 20'ye ait AKOA sonuçları 107

Tablo 31: Problem 21'e ait AKOA sonuçları 108

Tablo 32: Test Problemleri 7 - 21 arası bilinen en iyi sonuçlar 109

Tablo 33: Problem 7 - 21 arası RSYT ve DRAT sonuçları 110

Tablo 34: Problem 7 – 21 arası AKOA sonuçları 110

Tablo 35: Parametrelere ait özet tablo..... 112

Tablo 36: Önerilen parametre değerleri 115

KISALTMALAR LİSTESİ

ACO : Ant Colony Optimization

AFAD : T. C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı

AK : Arama ve Kurtarma

AKA : Arama Kurtarma Araştırma Derneği

AKAO : Arama ve Kurtarma Optimizasyon Algoritması

AKG : Arama Kurtarma Görevlisi

AKOM : Afet Koordinasyon Merkezi

AKUT : Arama Kurtarma Teşkilatı

ARAT : Adaptif Rastgele Arama Tekniği

ARSET : Adaptive Random Search Tecnique

DAK : Doğal Afet Arama Kurtarma Taburu

DRASET : Dynamic Random Search Tecnique

DRAT : Dinamik Rastgele Arama Tekniği

FEMA : Federal Emergency Management Agency

GPS : Global Positioning System

HRO : Heuristic Random Optimization

IAMSAR : International Aeronautical Maritime Organisation Search and Rescue

ICAO : International Civil Aviation Organization

INSARAG : International Search And Rescue Advisory Group(Birleşmiş Milletler Uluslararası Arama Kurtarma Ekipleri Tavsiye Grubu)

KKOT : Karınca Kolonisi Optimizasyon Tekniği

OCHA : United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs

RSW : Random Selection Walk

RSYT : Rastgele Seçim Yürüyüş Tekniği

SaRA : Search and Rescue Algorithm

SROT : Sezgisel Rastgele Optimizasyon Tekniği

TSK : Türk Silahlı Kuvvetleri

ISUDAK : İstanbul Üniversitesi Doğal Afet Arama Kurtarma Ekibi

GİRİŞ

Arama ve kurtarma(AK) insanoğlunun afet ya da kaza nedeniyle karşılaştıkları zorluklarla mücadelerini konu edinen bir kolektif çalışma örneğidir. Dünyada hemen her gün doğal ya da insan kaynaklı nedenlerle afet/kaza meydana gelmektedir. Bu bağlamda gerçekleştirilen AK çalışmaları bu teze ilham kaynağı olmuş, birçok sezgisel tekniğin aksine doğa tabanlı olmaktan ziyade insan davranışlarının modellenerek yeni bir sezgisel tekniğin literatüre kazandırılması amaçlanmıştır. Bu noktada sezgisel ve sezgisel teknik kavramlarına değinilmesi uygun olacaktır.

Bir sezgisel teknik, makul bir hesaplama maliyeti ile uygunluğu veya optimalliği kesin sağlamasa da en iyiye yakın çözümü arayan bir tekniktir[2].

Sezgisel teknikler kelimesinde yer alan sezgisel sözcüğü yabancı literatürde "Heuristic" olarak kullanılan ve dilimize de "Sezgisel" olarak çevrilmiş olan "Heuriskein" fiilinden türetilmiştir. Bu kelime bulmak, keşfetmek anlamlarına gelen bir kelimedir[3].

Kullanılan sezgisel tekniklerden hiç birisi kesin sonucu garanti edememekle birlikte karşılaşın sorunların önemli bir kısmı, matematiksel model kurularak çözülemeyecek veyahut insan doğasının hata yapmaya müsait doğasından ötürü ihtiyaca binaen geliştirilmiş tekniklerdir. Her ne kadar kesin sonucu garanti edemeseler de en iyi çözüme çok yakın sonuçların elde edilebildiği, matematiksel model kurularak çözülmesinin çok uzun zaman alacağı problem türlerinin çok daha kısa sürede ve daha az maliyetle gerçekleştirebiliyor olmaları sezgisel tekniklerin bu denli yaygın kullanım alanı bulmasında önemli bir ölçüttür.

İnsanlar karar alma ve verme konularında oldukça hızlı davranış sergileyebilmelerine rağmen karmaşık matematiksel modellerin çözümünde bilgisayarlar kadar hızlı olamamakta ya da hatalı sonuçlar üretebilmektedir. Bu ve buna benzer nedenlerden ötürü insanlar doğadaki canlıların davranışlarını inceleyerek

[2] Reeves C. R., Modern Heuristic Techniques for Combinatorial Problems, Mcgraw Hill Book Co Ltd, 1995

[3] Cura Tunçhan, Modern Sezgisel Teknikler ve Uygulamaları, Papatya Yayınevi, sy. 14, 2008

karşı karşıya kaldıkları problemlere çözüm aramışlar ve bunun sonucu olarak da çeşitli sezgisel teknikler geliştirmişlerdir.

Sezgisel teknikler çözüm uzayında yer alan bütün çözüm noktalarını aramak yerine kullanılan tekniğe göre sonlu sayıda deneme yaparak en iyi çözüme ulaşmayı amaçlayan tekniklerdir. Bu nedenle elde edilen sonucun en iyi sonuç olduğunun garantisini veremez. Gerçek hayat problemlerinin birçoğunda çözüm uzayının tamamının araştırılması zaman ve maliyet açısından gerçeklenebilir bir durum olmayacağından sezgisel teknikler yaygın kullanım alanları bulabilmişlerdir. Farklı türlerde sezgisel tekniklerin geliştirilme sebebi ise her bir tekniğin kendine has avantajlarının ve dezavantajlarının bulunmasından kaynaklanmaktadır. Sezgisel en iyileme algoritmaları biyoloji, fizik, sürü, sosyal, müzik ve kimya tabanlı olarak altı farklı grupta değerlendirilmektedir. Sürü zekâsı tabanlı algoritmalar kuş, balık, karınca ve arı gibi canlı sürülerinin doğada sergiledikleri içgüdüsel davranışların incelenmesi ile geliştirilmiş tekniklerdir[4].

Literatürde yer alan sezgisel teknikler incelendiğinde birçok farklı sezgisel teknikle karşılaşmak mümkündür. Bu teknikler; tepe tırmanış algoritması, tavlama benzetimi, tabu araştırma, genetik algoritma, karınca kolonisi algoritması, yapay bağışıklık algoritması, diferansiyel gelişim algoritması, parçacık sürü optimizasyon algoritması, yapay arı kolonisi algoritması, grafik renklendirme algoritması, kanguru algoritması, iteratif yerel arama, değişken komşuluk araması, sezgisel rastgele optimizasyon tekniği, adaptif rastgele arama tekniği, dinamik rastgele arama tekniği, rastgele seçim yürüyüş tekniği vs. bu örnekleri arttırmak mümkündür.

Sezgisel kelimesine değindikten sonra optimizasyon kelimesine de değinmekte fayda vardır. Optimizasyon ile ilgili kesin bir tanım vermek mümkün olmamakla birlikte genel anlamıyla optimizasyon en iyiyi elde etme uğraşıdır denilebilir. Belirli koşullar altında çözüm aranan problemin türüne göre amacımız birşeyleri maksimize etmek ya da minimize etmek olabilir. İnsanlar birçok alanda optimize etme fiilinde bulunurlar. Bu çaba matematikten yöneylem araştırmasına, bilgisayar bilimlerinden mühendislik bilimlerine, hatta yapay zekâ bilimlerine kadar birçok alanı

[4] Akyol S., Alataş B., Güncel Sürü Zekâsı Optimizasyon Algoritmaları, sy. 36, 2012

kapsamaktadır[5]. Uygulama alanının çok geniş olması nedeniyle optimizasyon için birçok tanımlama yapılmıştır. Dolayısıyla kesin bir tanım vermek mümkün değildir[6].

Matematiksel optimizasyon genellikle doğrusal olmayan programlama, matematiksel programlama veya nümerik optimizasyon şeklindedir[7]. Bilgisayar ve mühendislik bilimlerinde ise; performans maksimize edilirken, kullanılan kaynaklar ve problem çözme süresi minimize edilmeye çalışılır[8]. İşletmecilik sektöründe ise insanlar ürettikleri ürünlerin, ürün proseslerinin etkinliğini veya kalite ve albenisini optimize etmeye çalışırlar[9].

Bu çalışmanın ilerleyen bölümlerinde sırasıyla gerçek hayatta gerçekleştirilen arama ve kurtarma çalışmalarından, AK türlerinden, AK şekillerinden bahsedilecektir. İkinci bölümde ise Arama ve Kurtarma Optimizasyon Algoritması detaylı olarak anlatılacak, konunun teorik alt yapısı oluşturulacak sonrasında ise konu ile ilgili literatürde yer alan çalışmalara yer verilecektir. Üçüncü bölümde ise literatürde yer alan test problemlerine yer verilecek olup bu test problemleri ayrıntılı olarak ele alınacaktır. Bu problemlere ait boyut sayısı nedeni ile mümkün olanlarının grafiklerine yer verilecektir. Dördüncü bölümde ise test problemleri sınanacak ve elde edilen sonuçlar, literatürde yer alan diğer tekniklerle elde edilmiş bulunan sınama sonuçları ile karşılaştırılacaktır. Son bölümde ise önerilen teknikle ilgili bulgular, yorum, görüş ve önerilere yer verilecektir.

[5] Akay Bahriye, Nümerik Optimizasyon Problemlerinde Yapay Arı Kolonisi Algoritmasının Performans Analizi, sy. 25, 2009

[6] Özdemir M., "Zaman Kısıtı Altında Takım Oryantiring Problemlerinin Yapay Arı Kolonisi Yaklaşımı ile Çözümü", Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, sy. 13, 2013

[7] Snyman Jan A., Practical Mathemathical Optimization, sy. 2, 2005

[8] Chiong Raymond, Nature Inspired Algorithms for Optimisation, sy. 2, 2009

[9] Chiong Raymond, a.g.e. sy. 3, 2009

BİRİNCİ BÖLÜM

ARAMA VE KURTARMA

1. ARAMA VE KURTARMA YAKLAŞIMI

1.1. ARAMA VE KURTARMA

12 Aralık 2001 tarihli resmi gazete yayımlanan "Türk Arama ve Kurtarma Yönetmeliği" 4. Madde'de Arama ve Kurtarma; hava ve deniz vasıtalarının karada, havada, su üstünde ve su altında tehlikeye maruz kalması, kaybolması veya kazaya uğraması hallerinde bu vasıtalardaki şahısların her türlü araç, özel teçhizat veya kurtarma birlikleri kullanılarak aranması ve kurtarılması işlemi olarak tanımlanmıştır[10]. Bu yönetmelik 1989 yılında yürürlüğe girmiş olup 2001 yılında yeniden düzenlenmiştir.

Esasında arama ve kurtarma(AK) birbirinden ayrı iki farklı aktivitenin birlikte yürütülmesi işlemidir. Birbirinden farklı bu iki aktivite adından da anlaşılacağı üzere arama ve kurtarma aktiviteleridir. Arama, afet/kaza gibi beklenmeyen acil durumların meydana gelmesi durumunda mahsur kalanların yerlerinin tespit edilmesine yönelik çalışmaları kapsar. Kurtarma ise tehlike ve riske maruz bulunanların olay yerinden uzaklaştırılması, güvenli bir yere ulaştırılması çalışmalarını kapsamaktadır.

Türk Dil Kurumunca afet, çeşitli doğa olaylarının sebep olduğu yıkım; kaza ise istem dışı veya umulmayan bir olay dolayısıyla bir kimsenin, bir nesnenin veya bir aracın zarara uğraması şeklinde tanımlanmaktadır[11].

İnsan ya da doğa kaynaklı can, mülk kaybına ya da zararına neden olan afet ve kazaların önceden kestirilmesi mümkün olmamaktadır. Önlenmesi mümkün olmasa bile ortaya çıkacak olan kayıpların en aza indirgenmesi oldukça önem arz etmektedir. Bu önem, AK çabalarının kolektif bir hal almasına neden olmuştur. İşte bu gerçeklikle

[10] Resmi Gazete (2001), Türk Arama Kurtarma Yönetmeliği, 12 Aralık 2001 Tarih 24611 Sayılı Yönetmelik (http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2001/12/20011212.htm-Erişim Tarihi Mayıs 2015)

[11] Türk Dil Kurumu Resmi Web Sitesi (http://tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&arama=gts&guid=TDK.GTS.55463b9b12e296.95040032-Erişim Tarihi Mayıs 2015)

karşı karşıya bulunulduğunda, ortaya AK etkinliğinin kendisi çıkar. AK, bir kaza ya da afetten ötürü yaralı ya da ölüm tehlikesiyle karşı karşıya olan ve bu durumdan kendi başına kurtulamayan kazazedelerin kurtarılması etkinliğidir[12].

Ülkemizin üç tarafının denizlerle kaplı olması ve zengin dere yatakları, göl ve göletlere sahip olması nedeniyle su üzeri AK çalışmaları önem teşkil etmektedir. Bir başka husus ise ülkemizde bulunan fay hatları gerçeğidir. Olası bir deprem/zelzele durumunda enkaz altı AK çalışmaları önem teşkil eden bir diğer konudur. Ülkemizde bulunan dağların yükseltileri ise dağcılık sporu ile ilgilenen sporcuların herhangi bir nedenle kaybolması, mahsur kalması gibi hadiselerle karşılaşılması durumunda AK faaliyetlerinin ne denli önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Bu ve benzeri durumların söz konusu olması sebebi ile AK çalışmalarının önemi gün yüzüne çıkmış bu doğrultuda çeşitli kurum veya kuruluşlarca bu ihtiyaca cevap verilmeye çalışılmıştır.

AK çalışmaları kapsamında birçok ülke kendine özgü AK çalışmalarının nasıl gerçekleştirilmesi gerektiğine yönelik ulusal yönergeler oluşturmuştur. Bu yönetmeliklere örnek vermek gerekirse Türk Arama ve Kurtarma Yönetmeliği, United States National Search and Rescue Manuel, Australian National Land Search Operations Manual, Search And Rescue Framework for the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland, Canadian National Search and Rescue Manual vb. Ülkeler arası koordinasyonun sağlanabilmesi için ise çeşitli yönergeler yayımlanmıştır. Bu yönergelere örnek vermek gerekirse; International Civil Aviation Organization(ICAO), IAMSAR(International Aeronautical Maritime Organisation Search and Rescue), INSARAG(International Search And Rescue Advisory Group), OCHA(United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs), FEMA(Federal Emergency Management Agency) vb.

Bilindiği üzere ülkemizde AK çalışmaları Arama Kurtarma Teşkilatı(AKUT), T. C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD), Türk Silahlı Kuvvetleri(TSK), Doğal Afet Arama Kurtarma Taburu(DAK), Arama Kurtarma Araştırma Derneği(AKA), İstanbul Büyükşehir Belediyesi Afet Koordinasyon

[12] http://www.biltek.tubitak.gov.tr/sandik/aramakurtarma/nedir.htm - Erişim Tarihi Mayıs 2015

Merkezi(AKOM), İstanbul Üniversitesi Doğal Afet Arama Kurtarma Ekibi(ISUDAK) vb. kuruluşlar tarafından gerçekleştirilmektedir. Deprem, sel, uçak kazası, büyük yangınlar, gemi kazaları, çığ, tsunami, hortum, kasırga vb. nedenlerle dünyanın dört bir yanında AK çalışmaları gerçekleştirilmektedir.

AK ile ilgili giriş niteliğinde bilgiler paylaşıldıktan sonra bir sonraki bölümde AK türlerine değinilecektir.

1.2. ARAMA VE KURTARMA TÜRLERİ

AK çalışmalarını temel olarak iki kategoride değerlendirmek mümkündür. Bunlar kentsel AK ve kırsal AK çalışmalarıdır.

AK çalışmalarını genel olarak Kara, Deniz ve Hava olarak üçe ayırmak mümkündür. Esasında AK çalışmalarında amaçlananın, arama süresini minimize etmek, kayıpları en aza indirgemek, yaralanmaları ve çevreye zararları minimize etmek olduğu söylenebilir.

1.2.1. Kara Arama ve Kurtarma

Kara arama ve kurtarma çalışmaları adından da anlaşılacağı üzere arama sahası olarak yeryüzüne ait her türlü kara üzeri çalışmaları kapsamaktadır.

AK çalışmaları gönüllülerin ve uzmanların oluşturduğu birimler tarafından gerçekleştirilmektedir. Gönüllülük esas olmakla birlikte gönüllüler bir eğitim sürecinden geçirilmektedirler.

Kara arama kurtarmada yer alan gönüllü veya çalışanlar dört farklı alanda eğitilmektedir. Bu alanlar aşağıdaki gibidir[13];

- Arama - afetzedeleri bulma
- Kurtarma – bölgeden afetzedeleri çıkarma
- Teknik – arama kurtarma faaliyetinde bulunanların yapı uzmanlarınca güvenliğinin sağlanması

[13] Bryant, Charles W. "How Search and Rescue Works" 2008. HowStuffWorks.com. http://adventure.howstuffworks.com/search-and-rescue.htm-Erişim Tarihi 02 Mayıs 2015

- Tıbbi – yaralı afetzedelere ve arama kurtarma ekibine tıbbi destek sağlamak

Enkaz altında kalanların kurtarılmasında eğitimli köpeklerin de kullanılması söz konusudur. Bununla birlikte hava ve deniz arama kurtarma çalışmaları dalgıçlık ve pilotluk gibi uzmanlıklar gerektiriyorken kara arama ve kurtarma çalışmalarında yer alacakların radyoaktif madde uzmanlığına, yapısal uzmanlık bilgisine, arazi araçlarını kullanabilme, vinç operatörlüğü yapabilme, harita okuyabilme, tırmanış ve kayak yapabilme vb. bilgi ve becerisine sahip olmaları gerekmektedir.

1.2.2. Deniz Arama ve Kurtarma

Deniz arama ve kurtarma çalışmalarında ise afetzede ya da kazazedenin denizden mümkün olduğunca kısa sürede çıkarılması amaçlanmaktadır. Okyanuslarda meydana gelen kazalarda ya da doğal afetler sonucu ortaya çıkan beklenmedik durumlarda kazazedelerin kurtarılmasının yanında aranması işlemi de gerçekleştiriliyorken kıyı şeridine yakın alanlarda meydana gelen kazaların büyük çoğunluğunda ise sadece kurtarma çalışması yapılmaktadır. Sahil şeridine yakın konumlarda kazazedelerin kurtarılması genellikle sahil AK ekiplerince gerçekleştirilmektedir.

Deniz arama ve kurtarma çalışanlarının iyi birer yüzücü olması gerekmektedir. Kazazedeyi hem denizden çıkarabilmeli hem de kazazedenin can havliyle kendisini de denize çekmesine engel olacak yüzme kabiliyetine sahip olmalıdır. Bu noktada hava ve deniz arama ve kurtarma çalışmalarının birbiri ile koordineli olduğunu söylemek yerinde olacaktır. Çünkü açık denizlerde veya okyanuslarda gerçekleşecek herhangi bir afet ya da kaza durumunda olay yerine kısa sürede AK ekiplerinin ulaştırılması ve kazazedenin mümkün olan en kısa zamanda tedavi merkezine ulaştırılması hava taşıtları ile gerçekleştirilecektir.

1.2.3. Hava Arama ve Kurtarma

Hava arama ve kurtarma çalışmalarından kasıt hava araçları ile gerçekleştirilen AK çalışmaları türüdür. Genel bir ifade ile dile getirilmiş olan deniz arama ve kurtarma çalışmaları ise bütün su üzeri yani kanal, baraj, göl, gölet, akarsu, nehir, deniz, okyanus vb. AK çalışmalarının tamamını kapsamaktadır.

Hava arama ve kurtarma çalışmalarında zamana duyarlı tıbbi materyallerin taşınması, hava sahası güvenliği ve afetzede ya da yaralıların en yakın tedavi merkezine ulaştırılması sağlanmaktadır. Hava arama ve kurtarma çalışmalarında insansız hava araçlarından(drone ve pradator planes), helikopterlere ve uçaklara kadar çeşitli hava araçları kullanılmaktadır. Afetzedenin hava araçları ile en yakın tedavi merkezine ulaştırılması hava arama ve kurtarma çalışmalarına verilebilecek örneklerden birisidir.

Yakın gelecekte uzay yolculuklarının artmasına paralel meydana gelmesi muhtemel olan afet/kaza gibi nedenlerle hava arama ve kurtarmanın daha fazla önem kazanacağı bir gerçektir.

1.3. ARAMA VE KURTARMA ŞEKİLLERİ

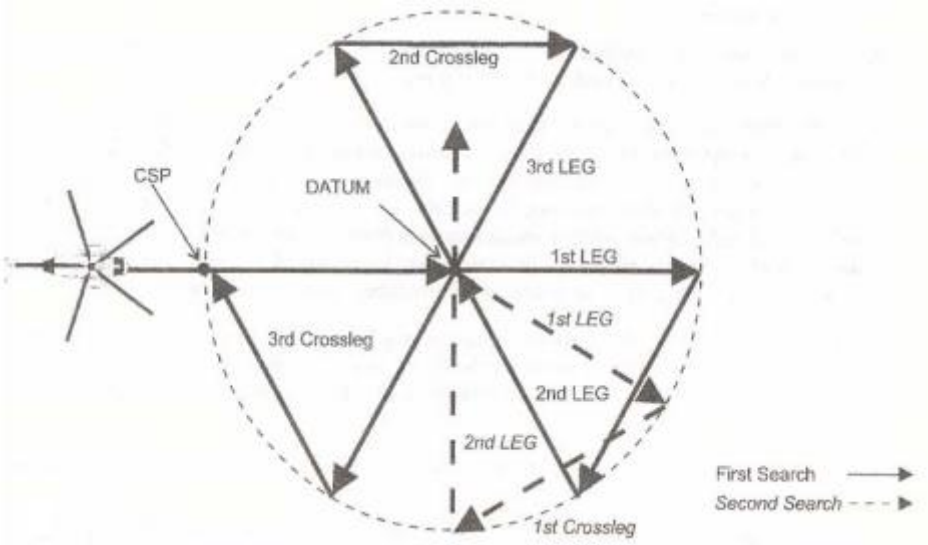
AK çalışmalarına konu olan canlı için iki mümkün durum söz konusudur. Bunlardan birisi kazazedenin yerinin bilinmesi bir diğeri ise kazazedenin yerinin bilinmiyor olması durumudur. Eğer kazazedenin yerinin bilinmesi söz konusu ise arama çalışmaları safhasına gerek kalmayıp doğrudan kurtarma çalışması safhası ile çalışmalara başlanır. Kazazedenin yerinin bilinmiyor olması durumunda ise AK çalışmaları koordineli bir şekilde gerçekleştirilir. Kazazedenin yerinin bilinmemesi durumunda arama faaliyetlerinden uygun olanı gerçekleştirilir. Burada Uluslararası Havacılık ve Denizcilik Arama ve Kurtarma Kılavuzu Cilt II'de yer alan arama tekniklerine ve ayrıca daha ayrıntılı açıklamaların yer aldığı online erişim ile elde edilmiş olan bilgilere yer verilecektir.

Uluslararası Havacılık ve Denizcilik Arama ve Kurtarma Kılavuzu Cilt II'de yer alan arama çalışmaları aşağıdaki gibidir;

1.3.1. Daire Dilimi Sektör Araması

Aramaya konu olan canlının konumu tam olarak bilindiğinde ve arama sahası küçük olduğunda etkilidir. Bu duruma örnek olarak başka bir tayfanın bir gemi güvertesinden aşağı düştüğünü gören bir tayfa veya çok hassas seyir yeteneğine sahip

olan bir araçtan rapor edilmiş bir zor durum pozisyonu yer almaktadır[14]. Daire dilimi aramaları aşağıda yer alan şekildeki gibidir;



Şekil 1: Daire dilimi sektör araması.

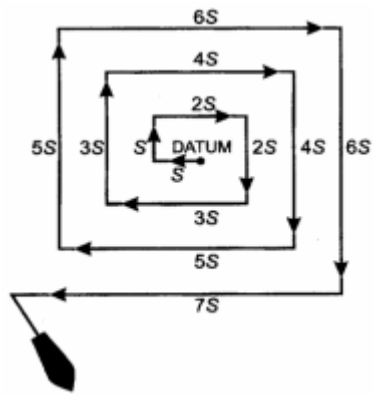
Yukarıda yer alan şekilde first search ilk arama, second search ikinci arama, datum referans noktası, 1st leg 1.etap, 2nd leg 2.etap, 3rd leg 3.etap, 1st crossleg 1.çapraz etap, 2nd crossleg 2.çapraz etap, 3nd crossleg 3.çapraz etap ve CSP ise arama başlangıç noktası anlamına gelmektedir.

1.3.2. Genişleyen Kare Arama

Genişleyen kare arama, dar bir arama sahasında gerçekleştirilmesi durumunda etkindir. Bu patern için arama başlangıç noktası daima referans noktası konumudur. Patern daha sonra aşağıda yer alan şekildeki gibi, referans noktası etrafındaki sahayı hemen hemen aynı şekilde kapsayarak eş merkezli kareler halinde dışarı doğru genişleyen bir yol izler. Eğer referans noktası nokta yerine kısa bir çizgi ise patern genişleyen bir dikdörtgene dönüşebilir[15]. Genişleyen kare arama tekniğine ait şekil aşağıdaki gibidir;

[14] IAMSAR Kılavuzu, Uluslararası Havacılık ve Denizcilik Arama ve Kurtarma Kılavuzu Cilt II, sy. 175, Londra/Montreal, 1999

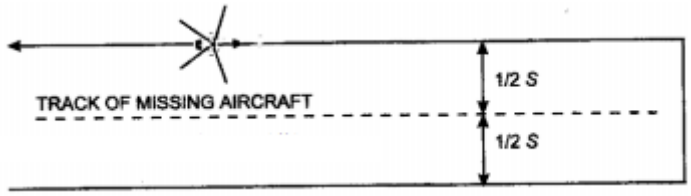
[15] IAMSAR Kılavuzu, a.g.e., sy. 177



Şekil 2: Genişleyen kare arama.

1.3.3. İz Çizgi Araması

Hava ya da su aracı bir iz bırakmadan aniden ortadan kaybolduğunda bu arama yöntemi kullanılır. Kaybolan araç önceden bilinen bir rota takibinde olduğundan arama çalışmaları bu referans çizgisi dikkate alınarak gerçekleştirilir. İz çizgisi araması zor durumdaki aracın kararlaştırılmış rotası boyunca hızlı ve makul tamlıkta aramadan oluşur[16]. Arama aşağıda yer alan şekildeki gibi gerçekleştirilir;



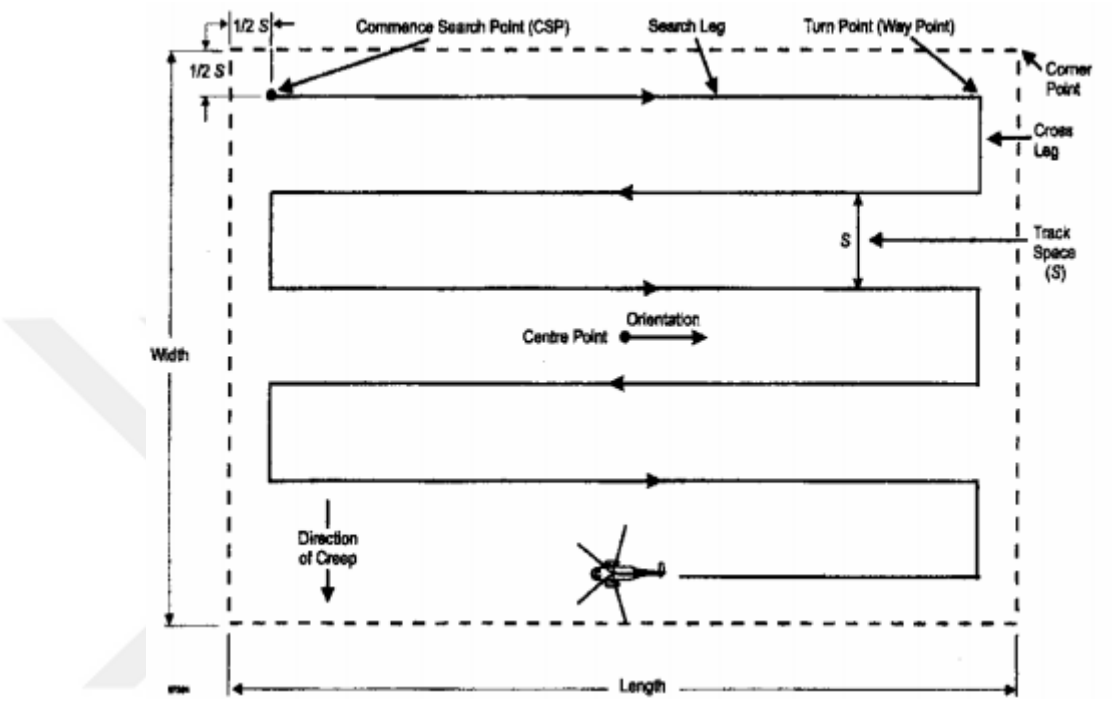
Şekil 3: İz çizgisi araması.

1.3.4. Paralel Tarama Araması

Paralel tarama araması yöntemi kazazedenin yerinin tespit edilmesinde belirsizlik büyük olduğunda kullanılır. Düz arazilerde ve su üzeri aramalarda bu arama türü kullanıldığında oldukça etkilidir. Bu arama türü, arama sahasının küçük sahalara bölünmesi gerektiğinde kullanılmaktadır.

[16] IAMSAR kılavuzu, a.g.e., sy. 179

Arama aracı kendisi için önceden belirlenmiş olan alt sahanın bir köşesindeki arama başlangıç noktasına doğru yol kateder[17]. Aşağıda yer alan şekilde hava araçları için aramanın nasıl gerçekleştirilmesi gerektiği gösterilmektedir.

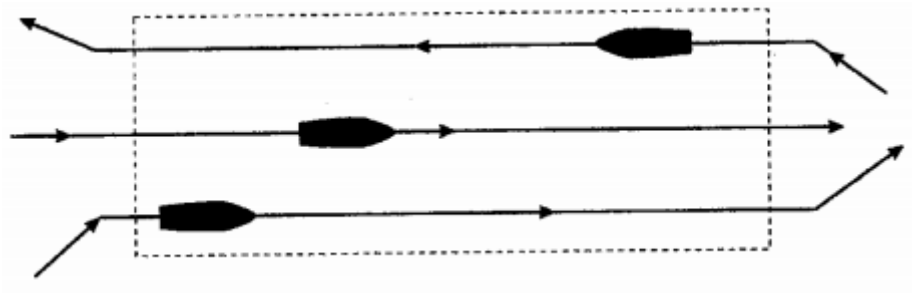


Şekil 4: Paralel tarama araması.

Commence search point (CSP) arama başlangıç noktası, search leg arama seyir çizgisi, turn point dönüş noktası, corner point köşe noktası, cross leg çapraz seyir çizgisi, track space iz aralığı, width genişlik, center point merkez noktası, orientation uyarlama, direction of creep kayma yönü, length uzunluk anlamına gelmektedir.

Aşağıda yer alan şekilde ise su üzeri araçların aramayı nasıl gerçekleştirmesi gerektiği gösterilmektedir.

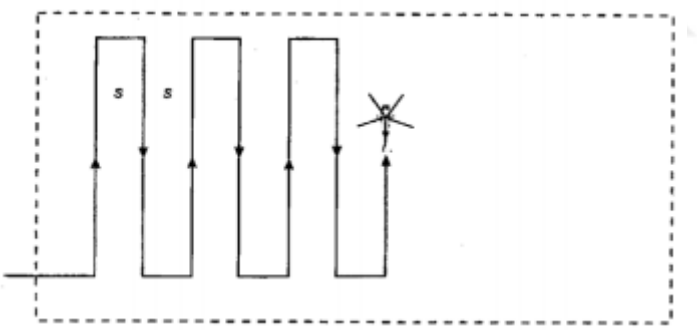
[17] IAMSAR kılavuzu, a.g.e., sy. 180



Şekil 5: Su araçları için paralel tarama.

1.3.5. Kayan Çizgi Araması

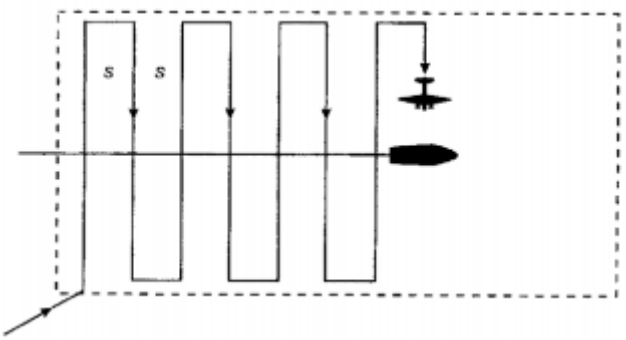
Kayan çizgi araması esasında paralel tarama aramasına benzemekte fakat paralel tarama aramasından farklı olarak bu arama türünde arama sahası enine değil de boyuna taranmaktadır. Aramanın bu şekilde gerçekleştirilmesi normalden daha fazla manevra gerektirdiğinden su üzeri araç ile hava aracının koordineli arama çalışmasını gerçekleştirmesi önem teşkil etmektedir[18]. Bu arama türüne ait gösterim ise aşağıdaki gibidir;



Şekil 6: Kayan çizgi araması.

Su aracı ve hava aracının koordineli çalışması halinde ise aşağıdaki gibi bir şekil ortaya çıkacaktır;

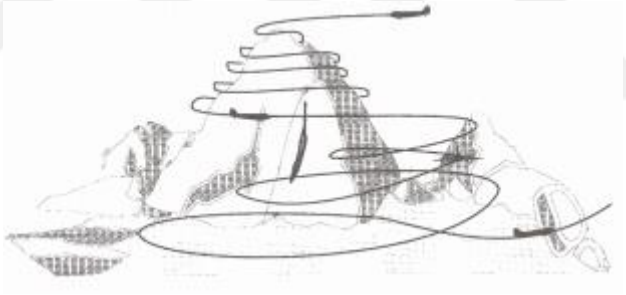
[18] IAMSAR kılavuzu, a.g.e., sy. 184



Şekil 7: Kayan çizgi araması kolektif çalışma.

1.3.6. Kontur Arama

Kontur arama, erişilmesi güç yüksek dağlarda ve vadilerde gerçekleştirilen arama yöntemidir. Dağlar aşağıdan yukarı doğru değilde yukarıdan aşağıya doğru aranır. Bu arama türünde yay çizgisi şeklinde dağın etrafı araştırılır[19]. Bu arama türüne ait şekil aşağıdaki gibidir;



Şekil 8: Kontur araması.

1.3.7. Kıyı Çizgisi Araması

Kontur aramanın deniz için olanı denilebilir. Küçük gemiler veya düşük irtifa ve hızlarda güvenle uçabilen hava araçları, dikkatli incelemeye müsaade etmek bakımından kıyı çizgisine yeteri kadar yakın geçmek için kullanılmaktadır. Kıyı çizgisi aramalarında görev alan gemiler seyir sıkıntılarını ve deniz koşulları tarafından yaratılan sınırlandırmaların farkında olmak zorundadır[20].

[19] IAMSAR kılavuzu, a.g.e., sy. 185

[20] IAMSAR kılavuzu, a.g.e., sy. 187

Doğa sporlarından birisi olan trekking kelimesi Türk Dil Kurumunun verdiği tanıma göre doğa yürüyüşü anlamına gelmektedir[21].

IAMSAR kılavuzunda belirtilen arama yöntemleri yukarıdaki gibi iken bu noktada bu bilgilere ek olarak online bilgilerin verilmesi konunun anlaşılmasını kolaylaştıracaktır. Elde edilen bilgilere göre 11 adet arama söz konusudur. Genişleyen kare araması daha önce ele alındığı için burada bu arama türüne yer verilmeyecek, dolayısıyla 10 adet aramadan bahsedilecektir. Aşağıda değinilecek olan arama türlerinin tamamı kara üzeri arama çalışmalarında bahsi geçen AK teknikleridir. Bu arama türleri sırası ile ele alınırsa;

1.3.8. Keşif Araması

3-5 kişilik deneyimli dağcıdan oluşan bir ekip, kazazedeye hızlı bir şekilde ulaşabilmeyi amaçladığından minimum teçhizatla donanımlıdır. Kaybolan gruba ait rotayı takip ederek keşif niteliğinde yapılan arama türüdür. Tam teçhizatlı ekip ise kazazedenin yerinin tespiti halinde keşif grubunun arkasından arama faaliyetine katılırlar[22].

1.3.9. Alan Taraması

Geniş çaplı alanların aranmasında kullanılan arama türüdür. Her grup belirli bölgeleri tarar, gruplar kendi aralarında muharebe yaparlar. Birden fazla arama ekibi bulunması durumunda aynı anda birden fazla alan taranmış olur[23].

[21] http://tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&arama=gts&guid=TDK.GTS.55bbf51d763114.03218982 (Erişim Tarihi Ağustos 2015)

[22]http://www.outdoororacle.com/DogaSporlariDetay.aspx?anagrup=473&grup=483&detay=271&dagda-karadan-arama-cesitleri--kesif-aramasi(Erişim Tarihi Ağustos 2015)

[23]http://www.outdoororacle.com/DogaSporlariDetay.aspx?anagrup=473&grup=483&detay=272&dagda-karadan-arama-cesitleri-alan-taramasi(Erişim Tarihi Ağustos 2015)

1.3.10. Çark Arama Tekniği

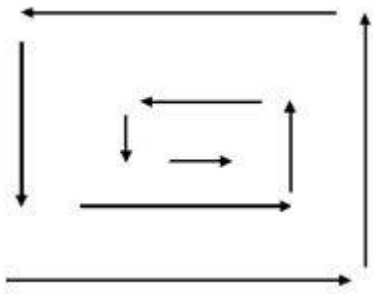
Derin kar ve yüksek irtifa AK personelinin risk altında kaldığı zorlu hava ve arazi koşullarında uygulanan arama tekniğidir[24].

1.3.11. Çiftli Spiral Arama Tekniği

360 derece arama yapılır. Gruplardan birisi yukarıdan aşağı doğru arama yaparken diğer bir grup ise aşağıdan yukarı doğru aynı anda arama yapar.

1.3.12. Daralan Kare Arama Tekniği

Kayıp olan dağcıların ilk faaliyete başladıkları yerden veya kamp bölgelerinden başlayarak muhtemel kayboldukları yere doğru arama gerçekleştirilir. Kayıp sayısı az olması durumunda bu arama tekniği kullanılır[25].



Şekil 9: Daralan Kare Arama.

1.3.13. Hat Düzeninde Arama

Grup üyeleri belirlenen alana belli aralıklarla dizilir ve ileriye doğru arama yapılır[26].

[24]http://www.outdoororacle.com/DogaSporlariDetay.aspx?anagrup=473&grup=483&detay=281&dagda-karadan-arama-cesitleri-cark-arama-teknigi(Erişim Tarihi Ağustos 2015)

[25]http://www.outdoororacle.com/DogaSporlariDetay.aspx?anagrup=473&grup=483&detay=276&dagda-karadan-arama-cesitleri-daralan-kare-arama-teknigi(Erişim Tarihi Ağustos 2015)

[26]http://www.outdoororacle.com/DogaSporlariDetay.aspx?anagrup=473&grup=483&detay=273&dagda-karadan-arama-cesitleri-hat-duzeninde-arama(Erişim Tarihi Ağustos 2015)

1.3.14. Kutu Arama Tekniği

Arama kurtarma ekiplerince sık arama yapılacak yerler arama bölgelerine ayrılır. Bu bölgelerde çıkış noktasından aramaya başlanarak tekrar başlangıç noktasına gelindiğinde aramaya son verilir[27].

1.3.15. S Patern Arama Tekniği

Geniş ve düze yakın arazi kesimleri ile görüş mesafesinin çok olduğu iyi hava ve arazi koşullarında uygulanır. Arama ekipleri dağcıların muhtemel bulunma yerlerinden başlayarak arama alanında S'ler çizerek arama yaparlar[28].

1.3.16. Tekli Spiral Arama Tekniği

Eğer dağcılar dik zirvelerde kayıp olmuşlarsa ve dağın etrafı geçişe uygunsa aşağıdan başlanılarak dağın zirvesine doğru 360 derece arama yapılır[29].

1.3.17. Zincir Arama Tekniği

Çok sayıda ve değişik faaliyet icra eden dağcıların geniş alanlarda aranmalarında kullanılır. Arama ekipleri buluşma noktalarında buluşarak durum değerlendirmesi yapar ve aramaya devam ederler[30].

[27]http://www.outdoororacle.com/DogaSporlariDetay.aspx?anagrup=473&grup=483&detay=279&dagda-karadan-arama-cesitleri-kutu-arama-teknigi(Erişim Tarihi Ağustos 2015)

[28]http://www.outdoororacle.com/DogaSporlariDetay.aspx?anagrup=473&grup=483&detay=274&dagda-karadan-arama-cesitleri-s-patern-arama-teknigi(Erişim Tarihi Ağustos 2015)

[29]http://www.outdoororacle.com/DogaSporlariDetay.aspx?anagrup=473&grup=483&detay=277&dagda-karadan-arama-cesitleri-tekli-spiral-arama-teknigi(Erişim Tarihi Ağustos 2015)

[30]http://www.outdoororacle.com/DogaSporlariDetay.aspx?anagrup=473&grup=483&detay=280&dagda-karadan-arama-cesitleri-zincir-arama-teknigi(Erişim Tarihi Ağustos 2015)

İKİNCİ BÖLÜM

OPTİMİZASYON ALGORİTMASI

2. ARAMA VE KURTARMA OPTİMİZASYON ALGORİTMASI (AKOA)

AK çalışmaları bu teze ilham kaynağı olmuş, birçok sezgisel tekniğin aksine doğa tabanlı olmaktan ziyade insan davranışlarının modellenerek yeni bir sezgisel tekniğin literatüre kazandırılması amaçlanmıştır. Bu noktada bu çalışmaların modellenmesi ve yeni bir tekniğin ortaya konması düşünülmektedir.

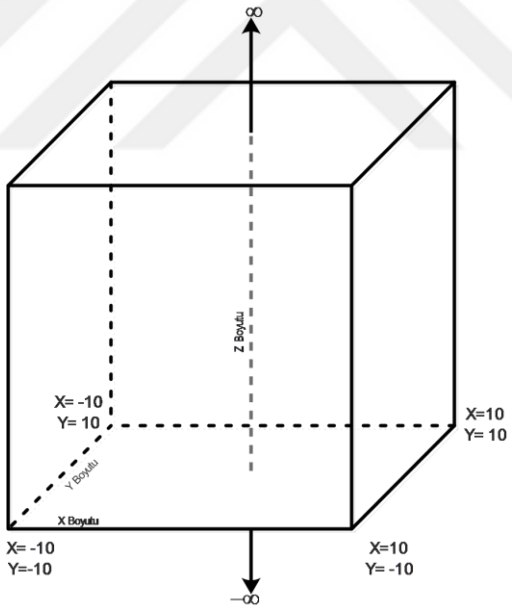
Arama ve Kurtarma Optimizasyon Algoritmasında(AKOA) AK şekillerinden birisi olan daralan kare arama ve zincir arama tekniği benimsenmiştir.

Kayıp vakası yaşanması durumunda AK ekipleri öncelikli olarak kayıp kişinin bulunabileceği alanı yani arama yapılacak alanı belirlemekle işe başlar. Arama süreci ilerlediği müddetçe aramanın gerçekleştirileceği alan da değişir. Kişinin bilinen son pozisyonu(LKP-Last Known Position) dikkate alınarak arama çalışmalarına başlanır. Bu noktada ipucu elde edilmeye çalışılır. Elde edilen ipucuna göre arama alanının yönü tayin edilmiş olur.

Yerel aramalar optimizasyon problemlerinin çözüm uzayının araştırılmasında oldukça önemli araçlardır. Belirli bir alanda daha iyi bir sonuç elde edilinceye değin araştırma yapılmakta ve kullanıcı tarafından saptanan iterasyon sayısına erişilinceye kadar bu çaba sürdürülmektedir. Yerel aramalar optimum çözümü garanti etmemekle birlikte sistematik olmayan bir şekilde çözüm uzayında araştırma yapmaktadır. Yerel arama rastgele bir noktadan başlatılacağı gibi kullanıcı tarafından belirli bir noktadan da başlatılabilir. Kendisine en yakın nokta bir sonraki arama noktası olur. Burada bir noktadan diğer bir noktaya yönelim genellikle ceza fonksiyonları ile belirlenir. Amaç

fonksiyonuna göre çözüm uzayında daha iyi bir nokta elde edilmişse araştırma yapılmaya artık bu noktadan devam edilir[31].

AKOA'da çözümü aranan problemin çözüm uzayının sınırlarının belirlenmesi işlemi ile çalışma başlatılır. Bazı problemlerin çözüm uzayı -∞ ile +∞ arasında yer alabilir. Öyle ki literatürde bu tür problemlerle karşılaşmak mümkündür. Zira bu tezin test problemlerine konu olan 14. Problem buna örnek olarak gösterilebilir. Böyle bir durum ile karşılması halinde yapılacak iş yine kullanıcının belirleyeceği bir alandan başlanarak çözüm arayışına geçilir. Çözümün ilerleyen safhalarında çözüm uzayının sınırları önceden belirli olan problemlerin aksine kullanıcı tarafından belirlenen bu alanın dışına çıkılmasına izin verilerek -∞ ile +∞ arasında çözüm arayışı gerçekleştirilmeye çalışılır.



Şekil 10: Arama uzayı.

[31] Schaerf, A., & Di Gaspero, L. (2001). Local search techniques for educational timetabling problems. In Proceedings of the 6th International Symposium on Operational Research (SOR-01), Preddvor, Slovenia (pp. 13-23).

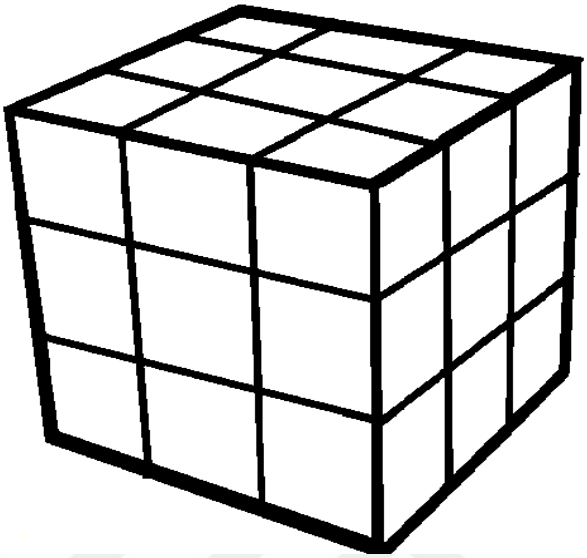
$f(x, y) = 2x + 3y$ gibi bir fonksiyonda x değeri 2, y değeri ise 1 iken fonksiyonun değeri $f(x, y) = 7$ olacaktır. Yani x ve y boyutunda değerler belirli olduğunda fonksiyona ait değer z boyutundadır. Burada 7 değeri z boyutunda bir değerdir. z boyutunda yer alan değer x ve y değişkenlerine göre değişeceğinden z boyutu $-\infty$ ile $+\infty$ arasında olacaktır. Bu durum x ve y değişkenleri sınırlandırılmadığında geçerlidir.

Çözüm uzayına ait sınırlar belirlendikten sonra her bir boyut eş alanlara bölünür. Eş alanlara bölme işlemi şu şekilde gerçekleştirilir. İki değişkenli bir fonksiyonun minimumunu bulabilmek için üçüncü bir boyut söz konusu olacağından ve AK alanının eş alanlara bölünebilmesi için üç boyutlu bir arama uzayında önerilen sezgisel teknikte en az dört adet arama ve kurtarma görevlisi(AKG) yer alması söz konusu olacaktır. Böylelikle her bir boyut iki eş alana arama uzayı ise toplamda dört eş alana bölümlenmiş olacaktır. Fonksiyona ait sonuç üçüncü bir boyutta yer almasına rağmen yukarıdaki fonksiyonun minimumunu bulabilmek için iki boyutun sınırlarının belirlenmesi gerekecektir. Bu yüzden dolayı boyut sayısı arttıkça arama uzayının eşit aralıklara bölünebilmesi için arama yapacak AKG sayısı da üstel olarak artacaktır. Bu nedenle üç boyutlu bir arama uzayında(iki değişkenli) en az dört adet AKG'nin bulunması gerekmektedir. Fonksiyonda yer alan değişken sayısı üç olduğunda(dört boyutlu bir arama uzayı söz konusu olacağından) arama uzayını iki eş parçaya ayırabilmek için en az sekiz AKG'nin, dört olduğunda ise en az on altı AKG'nin bulunması gerekir. Başka bir ifade ile arama uzayını eşit aralıklara bölebilmek için AKG sayısının boyut derecesinden kökü alındığında tam sayı elde edilmelidir. Elde edilen bu tam sayı her bir boyutun kaç eşit bölgeye, AKG sayısı ise arama uzayının toplamda kaç eşit alana ayrıldığı bilgisini sağlayacaktır. Bu durum Arama ve Kurtarma Algoritmasının varsayımlarından birisidir. Burada n boyut ve Z^+ pozitif tam sayılar olmak üzere;

$$\sqrt[n]{\textit{AKG Sayısı}} = Z^+ \tag{1}$$

olacaktır. Örneğin dört boyutlu bir arama uzayında(üç değişkenli) her bir boyutun üçer eşit alana bölünmesi isteniyorsa 27 AKG gerekecektir. Böylelikle arama

uzayı toplamda 27 eş alana bölünmüş olacak aşağıda yer alan rubik kübe benzer bir görüntü oluşacaktır. Dördüncü boyut ise **-∞** ile **+∞** arasında olacaktır.



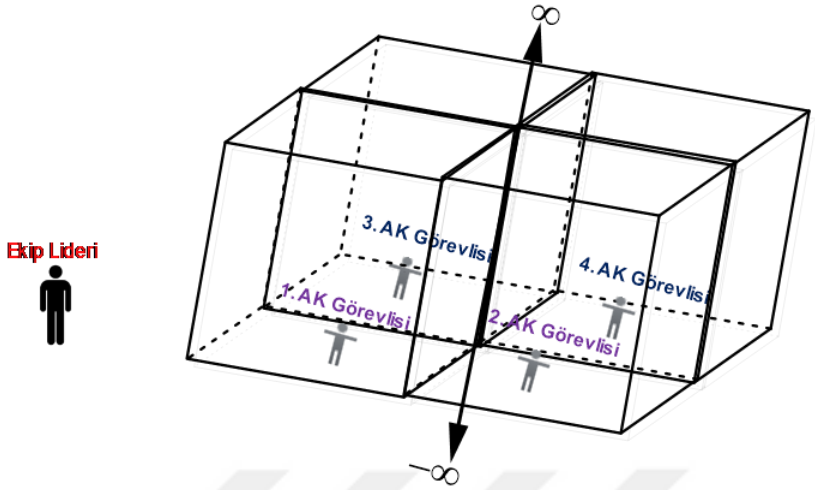
Şekil 11: AKG sayısına göre bölünmüş çözüm uzayı.

Minimum AKG sayısının belirlenmesinde aşağıdaki hesaplama yöntemi de kullanılabilir. Burada ***n*** fonksiyonda yer alan değişken sayısı ve ***EAS*** eşit alan sayısı olmak üzere;

$$\boldsymbol{EAS^{n} = AKG\ Sayısı} \quad (2)$$

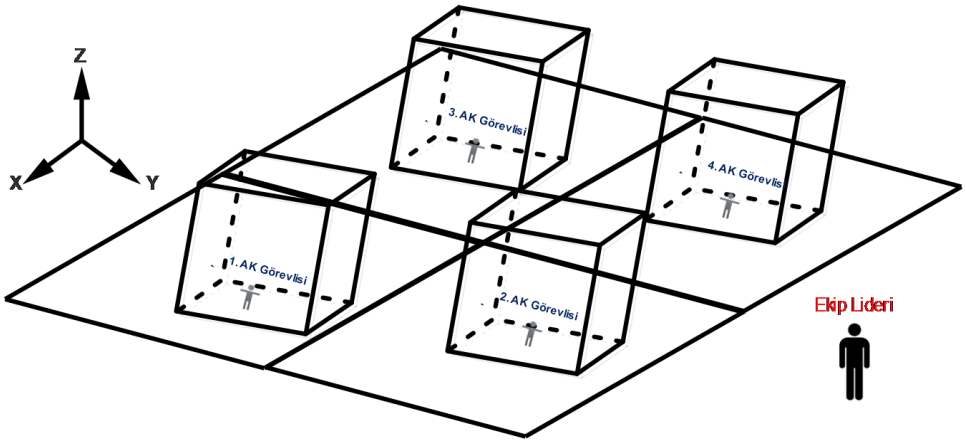
Değişken sayısı boyut sayısının bir eksiği olduğu bilgisi daha önce de paylaşılmıştır. Anlam kargaşasına mahal vermemek adına bundan sonra literatürde yer aldığı şekilde değişken sayısı boyut sayısı olarak kullanılacaktır. Yani iki boyutlu arama uzayı denildiğinde fonksiyonda iki değişken yer almakta fakat çözüm üçüncü bir boyutta aranmaktadır ifadesi anlaşılmalıdır. Bu noktada da bölümlendirme iki değişkene ait boyutlarda yapılmakta çözümün arandığı üçüncü boyutta doğal olarak herhangi bir bölümlendirme yapılmamaktadır.

Yukarıda yer alan **Şekil 10**'daki arama uzayı eşit aralıklara bölünüp AKG'ler bu alanlara yerleştirildiğinde aşağıdaki gibi bir durum ortaya çıkacaktır. Her bir boyut iki eş parçaya ayrıldığında arama uzayı toplamda dört eş alana ayrılmış olacaktır. Her bir AKG kendisine ayrılan alanda araştırma yapacaktır.



Şekil 12: AKG'lerin arama uzayına dağıtılması.

Şeklin daha iyi anlaşılabilmesi için eş bölmelere ayrılan arama alanı koordinat düzlemine ayrı ayrı oturtulduğunda ise **Şekil 13** 'teki gibi bir görsel ortaya çıkacaktır. Bu bölümlendirilmiş alanda her bir AKG'nin kendine ayrılmış arama alanı mevcuttur. Değişken sayısı kadar boyutun sınırları belirlidir. Buna karşın çözümün yer aldığı boyut $-\infty$ ile $+\infty$ arasındadır. AK faaliyetinde yer alan görevliler kendilerine tahsis edilen bu alanda belirli bir noktadan veya tesadüfi bir noktadan başlayarak arama faaliyetinde bulunabileceklerdir.



Şekil 13: Detaylı arama alanı.

Konunun anlaşılması adına AK görevlilerinin arama alanları koordinat düzlemine ayrı ayrı oturtulmasına rağmen esasında durum **Şekil 11**'deki gibidir. Amacımız çözüm uzayını eş alanlara bölüp bu eş alanlarda AKG'ler görevlendirmektir.

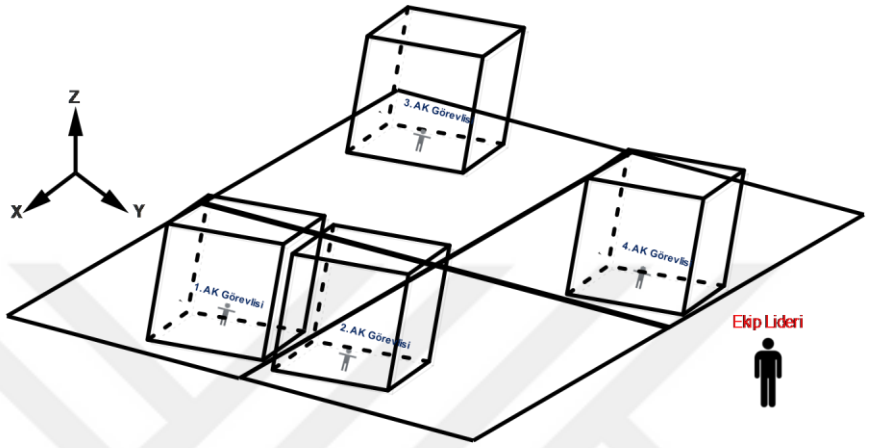
Şekil 10'da sınırları belirtilen çözüm uzayı dikkate alındığında her bir AKG için aşağıda yer alan tablo ile karşılaşılacaktır.

Tablo 1: Arama uzayı boyutlarına ait alt ve üst limitler.

	Arama Uzayı			
	X Boyutu		**Y Boyutu**	
	Alt Limit	Üst Limit	Alt Limit	Üst Limit
AKG 1	-10	0	-10	0
AKG 2	0	10	-10	0
AKG 3	-10	0	0	10
AKG 4	0	10	0	10

Yukarıda yer alan tabloda her bir AK görevlisinin eş alanlara bölünmüş çözüm uzayındaki arama yapacağı alanları gösteren alt ve üst limitler verilmiştir. Her bir AK görevlisi kendisine ayrılan arama uzayında rastgele bir pozisyona yerleştikten sonra pozisyonlarına ait uygunluk değerlerini kayıt ederler. Belirli bir iterasyon adedince arama işlemi sürdürüldükten sonra ekip liderine pozisyonlar ve elde edilen en iyi uygunluk değerleri bilgisi iletilir. Ekip lideri AKG'lerden gelen bilgiler doğrultusunda her bir AKG'ye ait en iyi pozisyon ve bu pozisyona ait uygunluk değerini kaydeder. Bunlar arasında değerlendirme yaparak bütün AKG'lerin pozisyon ve uygunluk değerleri içerisinden en iyi olanı kaydeder. Ekip liderine ilgili bilgiler gönderildikten sonra AKG'ler için iki hareket söz konusudur. Bunlardan ilki kendine tanımlı bulunan alanda kalmak kaydıyla rastgele arama yapmaya devam etmektir. İkincisi ise önceden ekip liderine bildirilen uygunluk değerine göre AKG'ler arasında bilgi paylaşımında bulunulmasıdır.

Ekip lideri arama ekiplerinden gelen bilgiler doğrultusunda arama uzayında görevlilerin arama alanlarını kaydırır. Görevlilerin birbirlerine yaklaşmaları mümkün olduğu gibi birbirlerinden uzaklaşmaları da mümkündür. AKG'lerin hareketlerini gösteren görsel aşağıda yer almaktadır.



Şekil 14: Hareket halindeki AKG'ler.

Daha sonra tekrar belirli bir iterasyon adedince görevliler arama işlemini sürdürüp ekip liderine elde ettikleri en iyi sonuçlar ile pozisyonlarını bildirir. Bu adımdan sonra ekip lideri görevlilerden gelen pozisyonları değerlendirerek arama uzayını daraltır. Burada gerçekleştirilen daraltma işlemi bölüm **1.3 ARAMA VE KURTARMA ŞEKİLLERİ** başlığı altında yer alan **1.3.12 Daralan Kare Arama Tekniği**'ne benzer bir daraltma işlemidir. Daraltma işlemi her bir görevlinin bulunduğu pozisyonların uç noktalarını kapsar. AK görevlilerinin ***x*** ve ***y*** boyutundaki bilgisinden hareketle bu boyutlardaki alt limitler için en küçük olanı üst limitler için ise en büyük olanı seçerek yeni arama uzayının bilgisini arama görevlileri ile paylaşır. Ekip liderinden gelen bu bilgiler doğrultusunda arama görevlileri daraltılmış bulunan bu yeni arama uzayını eş alanlara bölecek şekilde yeni çözüm uzayında pozisyon alarak arama görevlerini sürdürürler. Bu çaba belirli bir iterasyon adedince gerçekleştirilir.

Daraltma işleminin gerçekleştirilmesinde daraltma katsayısı kullanılır. Daraltma katsayısı ile alan daraltma hızı arasında ters bir ilişki söz konusudur. Bu ilişkiyi şu şekilde açıklamak mümkündür. Örneğin arama alanı ***100*** birim mesafeden

oluşsun. Bu arama alanı için kullanılacak olan alan daraltma katsayısı ***0,99*** olursa her bir iterasyonda bu alan ***0,99*** birim ile çarpılacaktır. Başlangıçta ***100*** birim olan arama alanı birinci iterasyonda ***100*0,99=99*** birim, ikinci iterasyonda ***99*0,99=98,01*** birim, üçüncü iterasyonda ise ***98,01*0,99=97,029*** olacaktır. Daraltma işlemi iterasyon adedince sürdürülecek her bir iterasyonda daha dar bir alanda arama faaliyeti gerçekleştirilecektir. Alan daraltma katsayısının ***0,25*** olduğunu varsayaldığında ise ilk örneğimizdeki ***100*** birim mesafeden oluşan arama alanını yine baz alırsak; ilk iterasyonda arama alanı ***100*** birim mesafeden ***25*** birime(***100*0,25=25***), ikinci iterasyonda ***25*0,25=6,25*** birime, üçüncü iterasyonda ise ***6,25*0,25=1,056*** birime kadar düşecektir. Anlaşılacağı üzere daraltma katsayısının yüksek seçilmesi yavaş yavaş arama alanının daraltılmasını sağlayacakken, düşük seçilmesi ise arama alanının hızlı bir şekilde daraltılması anlamına gelmektedir.

Yukarıda sözel olarak ifade edilen algoritma özet halinde anlatılacak olursa aşağıda yer alan alt başlıktaki adımlar söz konusu olacaktır.

2.1. AKOA'NIN ADIMLARI

1. **Adım:** Arama uzayı ve AKG sayısı belirlenir.
2. **Adım:** Arama uzayı AKG sayısı kadar eşit alanlara bölünür. Burada amaç her bir boyutun eşit bölünmesini sağlayarak kutu arama alanlarının belirlenmesini sağlamaktır.
3. **Adım:** Her bir AKG bu alanlarda rastgele pozisyonlara atanır. Belirli bir iterasyon adedince AKG'ler arama uzayında araştırma yaparlar ve elde ettikleri en iyi pozisyon ve uygunluk bilgisini kaydederler.
4. **Adım:** Her bir AKG elde ettiği en iyi pozisyon ve bu pozisyona ait uygunluk değerini ekip liderine bildirir.
5. **Adım:** Bütün AKG'lerden gelen pozisyon ve uygunluk değerlerinden en iyisi ekip lideri tarafından belirlenir.
6. **Adım:** 4. adımda ekip lideri ile bilgi paylaşımında bulunan her bir AKG için iki hareketten birisi söz konusudur. Ya kendisine tahsis edilen arama

alanında rastgele arama faaliyetine devam eder ya da ekip liderinin rulet tekerleği seçim yöntemine göre belirlediği kendisine komşu bulunan bir AKG ile bilgi paylaşımında bulunarak arama faaliyetini sürdürür. AKG'nin bu iki hareketten hangisini gerçekleştireceği bir olasılık parametresine göre belirlenir. Hareketlerin sonucunda eğer çözüm uzayı sonsuz değilse hareketin çözüm uzayı içerisinde kalması sağlanır. Aksi durumda yani çözüm uzayının sonsuz olması halinde ise çözüm uzayının dışına çıkılmasına müsaade edilir. Elde edilen en iyi pozisyonlar ve bu pozisyonlara ait uygunluk değerleri ekip lideri ile paylaşılır.

7. **Adım:** Tüm AKG'ler arama faaliyetini tamamladığında; ekip lideri, AKG'lerin mevcut pozisyonlarını dikkate alarak her bir AKG'ye ait arama uzayını daraltır. Daraltma işleminde daraltma katsayısı kullanılır.
8. **Adım:** Ekip lideri belirli aralıklarla görevlilerin bulunduğu boyutlardaki alt limitler için en küçük olanı üst limitler için ise en büyük olanını seçerek AKG'lerin tamamını kapsayan tüm çözüm uzayını yeniden belirler ve bu bilgiyi diğer AKG'lerle paylaşır. Ekip liderinden gelen bu bilgiler doğrultusunda arama görevlileri daraltılmış bulunan bu yeni arama uzayında eşit dağılarak arama görevlerini sürdürürler. Eşit dağılma işlemi yeni arama uzayına göre 2. adımın bir tekrarıdır.
9. **Adım:** Tüm AKG'lerin daha önceden tanımlanmış süre boyunca gerçekleştirdikleri arama faaliyetleri tamamlandığında; ekip lideri tüm arama için sınırlandırılmış süreyi kontrol eder. Süre aşıldıysa arama faaliyeti sonlanır, aşılmadıysa 3. adıma dönülür.

AKOA'ya ait adımlar verildikten sonra yukarıda yer alan adımlarda gerçekleştirilen işlemlere ait matematiksel gösterimlere yer vermek doğru olacaktır. Bahsi geçen bu hesaplamalar aşağıda yer aldığı gibidir.

2.1.1. Başlangıç Arama Bölgelerinin Oluşturulması

Arama kurtarma işleminin daha verimli olabilmesi için, problemin çözümünde yer alan her bir AKG'nin birbirinden farklı alanları aramasının sağlanması gerekmektedir. Böylece hem arama uzayında yer alan her bir bölge aranmış olacak hem de AKG'lerin arama alanlarında kesişmeler olmayacağından dolayı daha etkili ve verimli bir arama gerçekleştirilmiş olacaktır. Bu da optimum çözüme daha hızlı bir şekilde ulaşılması anlamına gelmektedir.

i=1,…,boyut sayısı

j=1,…,i. boyutun eş arama alanları sayısı

$\boldsymbol{d_i}$***: i. boyutta yer alan her bir arama aralığının mesafesi***

$\boldsymbol{d_{ij}^{min}}$***: i. boyutun j. arama aralığı alt sınırı***

$\boldsymbol{d_{ij}^{max}}$***: i. boyutun j. arama aralığı üst sınırı***

$\boldsymbol{m_i}$***: i. boyutta yer alan arama aralığı sayısı***

$\boldsymbol{n}$: ***toplam boyut sayısı***

$\boldsymbol{ss_i^{min}}$***: i. boyutun alt sınırı***

$\boldsymbol{ss_i^{max}}$***: i. boyutun üst sınırı***

olmak üzere arama alanlarının her bir boyuttaki aralık mesafesi $\boldsymbol{d_i}$ aşağıda yer alan denklem yardımıyla elde edilir;

$$\boldsymbol{d_i} = \frac{\boldsymbol{ss_i^{max} - ss_i^{min}}}{\boldsymbol{m_i}} \tag{3}$$

Arama alanlarının alt ve üst sınırları ise aşağıda yer alan formüller yardımıyla hesaplanacaktır. Bu hesaplamalar neticesinde de birbiriyle kesişmeyen ve birbirinden farklı eş arama alanları elde edilebilecektir. Burada elde edilen arama alanları rubik kübe benzemektedir.

$$d_{ij}^{min} = \begin{cases} ss_i^{min} & 0 < j(mod\ m^{n-i+1}) \leq m^{n-i} \\ ss_i^{min} + d_i & m^{n-i} < j(mod\ m^{n-i+1}) \leq 2 * m^{n-i} \\ ss_i^{min} + d_i * 2 & 2 * m^{n-i} < j(mod\ m^{n-i+1}) \leq 3 * m^{n-i} \\ \vdots & \vdots \\ ss_i^{min} + d_i * (m-1) & (m-1) * m^{n-i} < j(mod\ m^{n-i+1}) \leq m * m^{n-i} \\ ss_i^{min} + d_i * (m-1) & j(mod\ m^{n-i+1}) \equiv 0 \end{cases}$$

(4)

Her bir arama aralığının alt sınırının bulunmasından sonra, üst sınırları ifade eden d_{ij}^{max} değerlerinin hesaplanması daha kolay bir şekilde aşağıda yer alan formül ile gerçekleştirilir;

$$d_{ij}^{max} = d_{ij}^{min} + d_i \quad (5)$$

Bir sonraki adımda, birbiriyle kesişmeyen bu farklı arama alanlarının içinde yer alan rastgele pozisyonlara AKG'lerin yerleştirilmesi işlemi gerçekleştirilir. Bu yerleştirme işlemi bir sonraki alt başlıkta yer almaktadır.

2.1.2. AKG'lerin Arama Kurtarma Bölgelerine Yerleştirilmesi

Arama uzayını arama kurtarma alanı olarak düşünürsek, arama ve kurtarma işlemi, arama uzayındaki çözümlere karşılık gelen rastgele pozisyonlara AKG'lerin yerleştirilmesi işlemi ile başlar. Rastgele pozisyonlara AKG'lerin yerleştirilmesi işlemi her bir AKG'nin başlangıç arama bölgelerinde oluşturulan eş alanlara rastgele yerleştirilmesi ile sağlanmış olur.

$$p_{ij} = d_{ij}^{min} + rand(0,1) * (d_{ij}^{max} - d_{ij}^{min}) \quad (6)$$

Burada, ***p*** pozisyonu göstermek üzere

i=1,…,boyut sayısı

j=1,…,i. boyutun eş arama alanları sayısı'dır.

d_{ij}^{min}, ***i.*** boyutun ***j.*** arama aralığı alt sınırını, d_{ij}^{max} ise ***i.*** boyutun ***j.*** arama aralığı üst sınırını belirtmektedir. Bu fark ***0*** ile ***1*** arasında yer alan rastgele bir sayı ile çarpılır.

Elde edilen değer ***i.*** boyutun ***j.*** arama aralığı alt sınırına ilave edilerek, AKG kendine ayrılan alanda rastgele bir pozisyona yerleştirilmiş olur.

2.1.3. AKG'lerin bulundukları pozisyonlara ait uygunluk değerlerinin hesaplanması

Herbir AKG'nin bulunduğu pozisyona göre ilgili fonksiyon dikkate alınarak uygunluk değeri hesaplanır.

2.1.4. Ekip Liderinin Rulet Tekerleği Seçim Yöntemine Göre Komşu AKG'leri Belirlemesi

Aşağıda yer alan eşitlikte rulet tekerleği seçim yönteminde seçim olasılığının hesaplanış şekli yer almaktadır.

$\boldsymbol{O_i}$: ***uygunluk oranları***nı göstermek üzere;

$$\boldsymbol{O_i} = \frac{\boldsymbol{uygunluk_i^{-1}}}{\sum_{\boldsymbol{i=1}}^{\boldsymbol{AKG\ Sayısı}} (\boldsymbol{uygunluk_i^{-1}})} \tag{7}$$

Yukarıdaki eşitlikte $\boldsymbol{uygunluk_i}$ ile herbir AKG'nin ***i.*** pozisyonuna ait uygunluk değeri ifade edilmektedir. Herbir uygunluk değerinin tersi alınarak bu değer toplam değere oranlandığında Herbir AKG'ye ait uygunluk oranları hesaplanmış olmaktadır. Böylelikle rulet tekerleğinde yer alan dilimlerin genişlikleri elde edilmiş olmaktadır. Ekip lideri tarafından rulet tekerleği yöntemine göre sırası ile her bir AKG kendisi haricinde seçilen bir AKG ile eşleştirilir. Bu eşleştirme sonrasında iki AKG'nin birbiri ile birlikte hareket etmesine izin verilmektedir. Önceden de belirtildiği üzere bu iki AKG birbirine yaklaşabildiği gibi birbirinden uzaklaşarak da hareket edebilir.

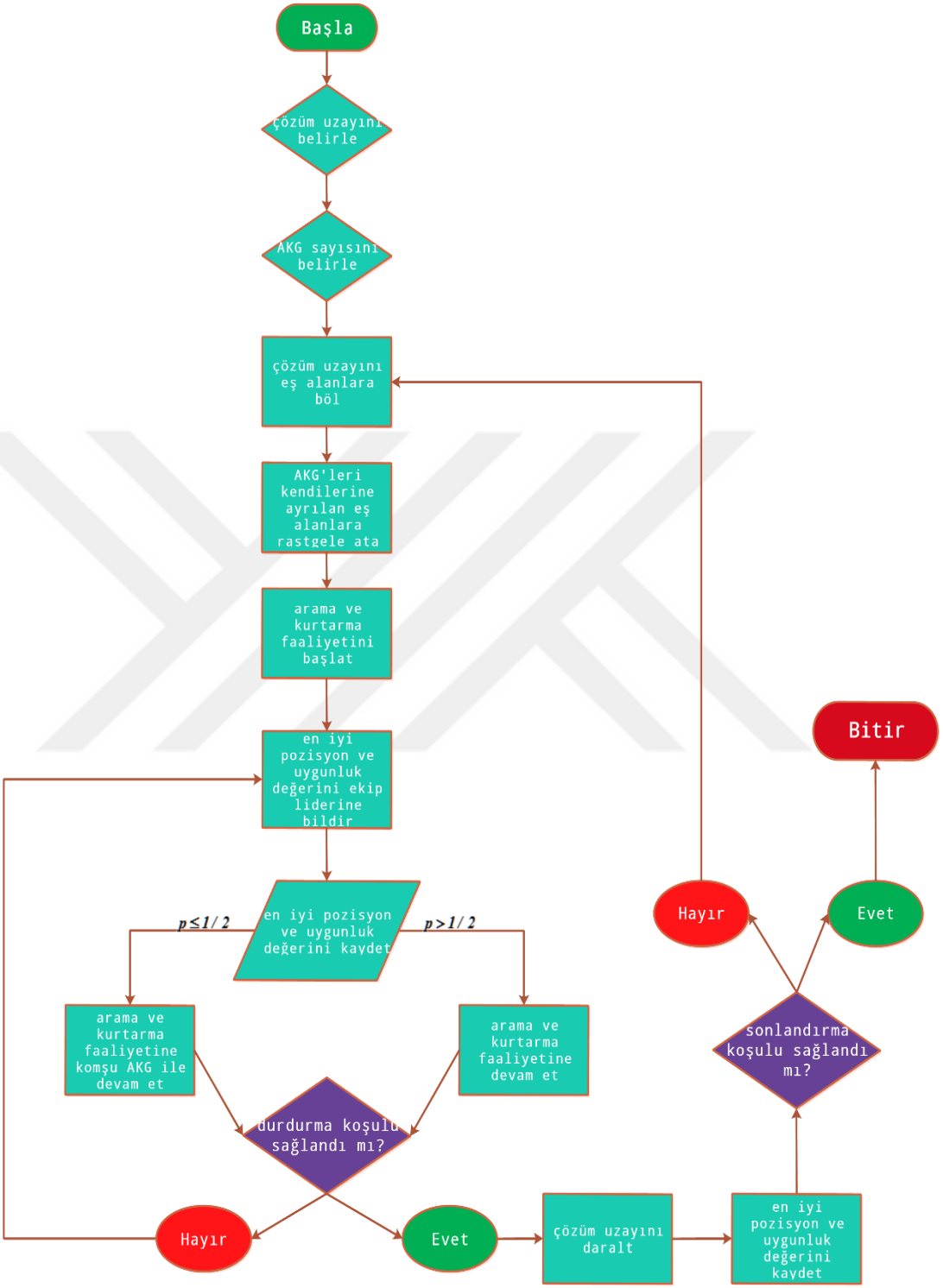
2.1.5. Arama Alanlarının Ekip Lideri Tarafından Daraltılması

Alt başlık ***2.1.1***'de belirlenen başlangıç arama bölgeleri kullanıcı tarafından belirlenen bir daraltma katsayısı ile çarpılarak daraltılmış arama alanları belirlenir.

2.1.6. Daraltılan Arama Alanlarına AKG'lerin Yeniden Atanması

Alt başlık ***2.1.2***'de belirtilen şekilde, Alt başlık ***2.1.1***'de daraltılan arama kurtarma bölgeleri dikkate alınarak AKG'ler arama alanlarına atanırlar.

AKOA'nın akış diyagramı ise aşağıda yer aldığı gibidir;


Başla
çözüm uzayını belirle
AKG sayısını belirle
çözüm uzayını eş alanlara böl
AKG'leri kendilerine ayrılan eş alanlara rastgele ata
arama ve kurtarma faaliyetini başlat
en iyi pozisyon ve uygunluk değerini ekip liderine bildir
en iyi pozisyon ve uygunluk değerini kaydet
p≤1/2
p>1/2
arama ve kurtarma faaliyetine komşu AKG ile devam et
arama ve kurtarma faaliyetine devam et
durdurma koşulu sağlandı mı?
Hayır
Evet
çözüm uzayını daralt
en iyi pozisyon ve uygunluk değerini kaydet
sonlandırma koşulu sağlandı mı?
Hayır
Evet
Bitir

2.2. AKOA'NIN ÖZELLİKLERİ

AKOA ile ilgili temel özelliklerin aşağıdaki gibi olduğu söylenebilir. AKOA;

- basit ve esnek bir yapıya sahiptir,
- arama ve kurtarma faaliyetlerini gerçeğe yakın bir şekilde simüle eder,
- insan zekâsı ve davranışlarına dayalı bir algoritmadır,
- sürekli optimizasyon problemlerinin çözümü için geliştirilmiş olmasına rağmen kesikli problemlerin çözümü için de uyarlanabilir,
- arama kurtarma görevli sayısı, görevliler arası haberleşme oranı, arama limiti ve arama alanı daraltma katsayısı gibi çok az sayıda parametreye sahiptir,
- çözüm uzayının bölümlendirilmesi ve bölgesel eş arama alanlarının oluşturulması gibi kabiliyetlere sahiptir,
- oluşturulan bölgesel eş arama alanları dinamik bir yapıya sahiptir,
- bölgesel ve global yerel arama kabiliyetine sahiptir,
- multithreading yani çok kanallı çalışmaya elverişli bir mimariye sahiptir.

AKOA'da kullanılan parametreler için parametre ayarlama çalışması yürütülmüş olup bu çalışmaya ait tavsiye edilen sonuçlar tezin ana başlık **4. SONUÇ**, kısmında paylaşılmıştır.

AKOA'nın teorik alt yapısı hakkında bilgi verildiğine göre artık bir diğer başlık olan konu ile ilgili literatür taraması başlığına geçilebilir.

2.3. LİTERATÜR TARAMASI

Bu bölümde arama ve kurtarma(AK) çalışmaları ile ilgili literatürde gerçekleştirilen çalışmalara yer verilecektir. İstanbul Üniversitesi Kütüphanesi'nin aboneliği bulunan veritabanlarından yerli ve yabancı literatürde 1995-2017 yılları arasında yer alan(2017 dahil) toplamda 138 makale ve bildiri incelenmiştir. Literatür incelendiğinde AK çalışmaları için bilim insanları çeşitli önerilerde bulunmuştur. Literatürde hâlihazırda birçok çalışma bulunmasına ve mevcut sezgisellerin kullanılmasına rağmen 2017 yılında yayımlanan ve bu doktora tez konusuna benzer bir çalışma olan "swarm robotics search & rescue: a novel artificial intelligence-inspired optimization approach[32](sürü robotik arama ve kurtarma: yeni bir yapay zekaya dayalı optimizasyon yaklaşımı)" isimli çalışmanın haricinde Arama ve Kurtarma Optimizasyon Algoritması'nın varlığına rastlanmamıştır. 2015 yılı şubat ayında yazmaya başladığım ve 2016 haziran ayında tamamlamama rağmen çeşitli nedenlerle savunamadığım, geç savunmak zorunda kalmam nedeniyle 2018 yılında tezin literatür kısmını güncellerken karşılaştığım 2017 yılına ait ilgili makale ile bu tez arasinda farklılıklar ve benzerlikler bulunmaktadır. Literatür taraması bölümü tamamlanmadan hemen önce sürü robotik arama ve kurtarma: yeni bir yapay zekâya dayalı optimizasyon yaklaşımı isimli makale ile bu tez arasındaki farklar ve benzerlikler konusuna değinilecektir. Literatürde yer alan başlıca çalışmalar şu şekildedir;

Meloche 1995 yılında gerçekleştirdiği çalışmasında, kaybolan bir kişinin aranmasında AK çalışmalarında yer alan ekiplerin paralel arama gerçekleştirirken birbirlerine olan uzaklıklarının kaybolan kişinin bulunmasında önemli bir faktör olduğuna değinmiş ve bu uzaklığı $\boldsymbol{\delta}$ olarak tanımlamıştır. Meloche, $\boldsymbol{\delta}$ değerinin belirlenmesinin oldukça önemli olduğuna ve bu değerin doğru seçilmesi durumunda arama süresinin azaltılabileceğini ileri sürmüştür[33].

[32] Bakhshipour, M., M. Jabbari Ghadi, and F. Namdari. a.g.e. Applied Soft Computing (2017):708-726.

[33] Meloche, J. "Tactical aspects of search and rescue operations." Statistics & probability letters 25.3 (1995): 271-279.

Blitch 1996 yılında gerçekleştirdiği çalışmasında kentlerde meydana gelen afet durumunda kazazedelere hızlı bir şekilde ulaşmanın önemine değinmiş ve bu konuda robotik sistemlerin ve karar destek sistemlerinin geliştirilmesinin AK faaliyetinde bulunan ekiplerin işlerini kolaylaştıracağını dile getirmiştir. Çalışmasında AK alanında yer alan yapay zekâ teknolojilerine yer verniş, robotik sistemlerin, uzman sistemlerin de yardımı ile etkili bir şekilde kullanılabileceğine dikkat çekmiştir[34].

Jan Stepanek ve David W. Clasypool gerçekleştirdikleri çalışmalarında Amerika'da her yıl çığ yüzünden yaklaşık 150 kazanın yaralanmalara ve ölümlere neden olduğuna değinmiş, ortalama 15 insanın hayatını kaybettiğini dile getirmişlerdir. Çığ altında kalanların %40'ının 1 saat içinde %20'sinin ise 2 saat içerisinde kurtarıldığını belirtmişlerdir. Çalışmalarında Avrupa'da gerçekleştirilen yeni araştırmalara göre kazazedelerin %92'sinin 15 dakika içerisinde, %30'unun 35 dakika içerisinde, %27'sinin 90 dakika içerisinde ve son olarak da %3'ünün 130 dakika içerisinde kurtarıldığını dile getirmişlerdir. Çığ altında kalanların arama ve kurtarılmasında GPS (Global Positioning System; Küresel Konumlama Sistemi) kullanılmasının önemine dikkat çekmişler ve makalelerinde farklı derinliklerde kazazedelere ulaşmada kullanılan GPS aletlerinin önemini göstermişlerdir[35].

Patraboy ve diğerleri 1997 yılında gerçekleştirdikleri çalışmalarında AK faaliyetinin gerekliliği durumunda uyarı ışığı için kullanılan lityum bataryalarının önemine dikkat çekmişlerdir. Bataryaların olumsuz hava koşullarında ve hatta yıllarca hiç kullanılmamasına rağmen ihtiyaç duyulması halinde sorunsuzca çalışmasının hayati önem taşıdığına değinmişlerdir. Lityum bataryaların 5 yıllık ömre sahip olduğuna bununla birlikte bazı bataryaların 10 yıllık ömre sahip olduğuna, ömür boyu kullanılabilecek bataryaların geliştirilmeye çalışıldığına değinilmiş ayrıca çalışmada

[34] Blitch, John G. "Artificial intelligence technologies for robot assisted urban search and rescue." Expert Systems with Applications 11.2 (1996): 109-124.

[35] Stepanek, Jan, and David W. Claypool. "GPS signal reception under snow cover: A pilot study establishing the potential usefulness of GPS in avalanche search and rescue operations." Wilderness & environmental medicine 8.2 (1997): 101-104.

bataryaların performansları, performans kaybının nedenlerinin tespitine değinerek bataryaların kalitelerinin arttırılmasında bazı metodlar önermişlerdir[36].

Johnson çalışmasında Alplere tırmanan dağcıların günlük hayatın getirdiği kargaşadan uzaklaşmak ve huzur bulmak üzere dağlara tırmandığını dile getirmiş bununla birlikte dağa tırmananların yaptıkları işin ciddiyetinin bilincinde olarak herhangi bir tehlike durumunda hazırlıklı bulunmaları gereken konulara değinmiştir[37].

Gretchen K. Ela, 2004 yılında gerçekleştirdiği *Epidemiology of Wilderness Search and Rescue in New Hampshire, 1999–2001* isimli çalışmasında New Hampshire'da 1999-2001 yılları arasındaki AK faaliyetlerini incelemiş AK faaliyetine konu olanlarla ilgili bazı demografik ve istatistiksel bilgilere yer vermiştir[38].

Abi-Zeid ve Frost 2005 yılında gerçekleştirdikleri çalışmalarında uçak enkazlarının aranmasında Kanada Kuvvetleri'ne yardımcı olacak bir coğrafi karar destek sistemi önerisinde bulunmuşlardır. Önerilen optimizasyon yöntemi arama teorisi, gradyen arama metodu ve çeşitli kısıtları karşılama programlamasına dayanmaktadır. Önerdikleri yöntemin performansının mevcut yönteme oranla daha iyi olduğunu dile getirmişlerdir. *SARPlan* ismini verdikleri bu yöntem sayesinde enkazın hem kısa sürede bulanabileceğini ve böylece olası can kayıplarına engel olunacağını hem de AK maliyetlerinin azalacağını belirtmişlerdir[39].

Grissom ve diğerleri, çalışmalarında AK faaliyetlerinde hava ambulanslarının önemine değinmişlerdir. AK faaliyetinde ambulans helikopterlere ihtiyaç duyulması durumunda ekibin görevi kabul etmesinde dikkate alması gereken en önemli hususun güvenlik olduğuna kazazedenin bulunduğu alanın helikopterin manevrası için uygun

[36] Patraboy, Timothy J., Michael D. Farrington, and George J. Donaldson. "Reliability of lithium batteries in search and rescue beacons." Journal of power sources 65.1 (1997): 93-99.

[37] Johnson, Lanny. "An introduction to mountain search and rescue." Emergency medicine clinics of North America 22.2 (2004): 511-524.

[38] Ela, Gretchen K. "Epidemiology of wilderness search and rescue in New Hampshire, 1999–2001." Wilderness & environmental medicine 15.1 (2004): 11-17.

[39] Abi-Zeid, Irene, and John R. Frost. "SARPlan: A decision support system for Canadian Search and Rescue Operations." European Journal of Operational Research 162.3 (2005): 630-653.

olup olmadığına dikkat edilmesi gerektiğine değinerek uygun koşulların bulunmadığı coğrafi bölgeler için uçuş ekibinin görevi kabul etmemesi gerektiğini belirtmişlerdir[40].

Su üzeri arama ve kurtarmaya verilebilecek örneklerden birisi *de Scientific management of Mediterranean coastal zone: A hybrid ocean forecasting system for oil spill and search and rescue operations* isimli çalışmadır. Jordi ve diğerleri çalışmalarında tanker kazalarına değinerek 2002 yılında meydana gelen *Prestige Tanker* isimli deniz felaketi için imzalanması gereken protokollerin önemine dikkat çekerek petrol sızıntıları tahmin sisteminden bahsetmişlerdir[41].

Hung ve diğerleri 2007 yılında gerçekleştirdikleri çalışmalarında Kuzey Kaliforniya'da yer alan Yosemite Ulusal Parkı'nda AK faaliyetlerinin kayıt altına alındığını belirterek 1990 ile 1999 yılları arasında gerçekleşen AK faaliyetlerini inceledikleri 10 yıllık bir dönemi kapsayan bir çalışma yapmışlardır. Yosemite Ulusal Parkı'nın fiziksel özellikleri hakkında çeşitli bilgiler verilerek belirtilen dönemde meydana gelen kazalar ve bu kazalar ile ilgili bilgilere ve alınması gereken önlemlere yer verilmiştir[42].

Adams ve diğerleri 2007 yılında yaptıkları çalışmalarında sağ kalanları maksimize edecek şekilde olay üzerinden geçen süre dikkate alınarak AK faaliyetlerinin devam ettirilmesi için bir model önerisinde bulunmuşlardır. Kayıp kişinin aranmasında olay üzerinden geçen süreyi dikkate almışlardır. Buna göre eğer olay üzerinden 17 saatten daha az bir süre geçtiyse kaybolan kişinin yüksek olasılıkla hayatta olduğuna, 17-50 saat arasında bir süre geçtiyse hayatta bulunma ihtimali olabileceğine dolayısıyla AK faaliyetlerine devam edilmesi gerektiğine eğer 50 saatten fazla süre geçtiyse düşük ihtimalle yaşam belirtisi olabileceğini ifade etmişlerdir. Kaplan-Meier tahminleyicisi kullanarak olay anının üzerinden geçen zamana göre AK

[40] Grissom, Colin K., Frank Thomas, and Brett James. "Medical helicopters in wilderness search and rescue operations." Air medical journal 25.1 (2006): 18-25.

[41] Jordi, Antoni, et al. "Scientific management of Mediterranean coastal zone: A hybrid ocean forecasting system for oil spill and search and rescue operations." Marine pollution bulletin 53.5 (2006): 361-368.

[42] Hung, Eric K., and David A. Townes. "Search and rescue in Yosemite National Park: a 10-year review." Wilderness & environmental medicine 18.2 (2007): 111-116.

faaliyetine devam edilip edilmemesi gerektiği konusunda ekiplere yardımcı olmasını düşündükleri bir model önerisinde bulunmuşlardır[43].

Beach, AK faaliyetini gerektiren bir diğer felaket olan Katrina Kasırgası'na değinmiştir. AK faaliyetlerinin kentsel alanlarda çok daha hızlı bir şekilde gerçekleştirilmesine rağmen aynı duyarlılık ve hassasiyetin kırsal kesimde yaşayanlar için gösterilmediğine değinmiştir. Amerikan Kızılhaç Örgütünde yer alan gönüllülerin Missisipi'nin güney batı kırsal kesiminde gerçekleştirdikleri AK faaliyetlerini ele almıştır[44].

Breivik ve Allen çalışmalarında Norveç Denizi ve Kuzey Denizi için yeni bir operasyonel topluluk tabanlı AK modeli önermişlerdir. Stokastik yörünge modeli ile arama ve kurtarmaya konu olan nesnelerin hareketlerini hesapladıkları bir modelden bahsetmişlerdir. Rüzgârın etkisi ile sürüklenen nesneler için yeni bir formül önerisinde bulunmuşlardır. Amerikan Sahil Güvenlik tarafından 63 kategoride yer alan sürüklenen nesneler için gecikme tahmini yapmışlardır[45].

Wild 2008 yılında gerçekleştirdiği çalışmasında Banff, Yoho ve Kootenay Ulusal Parklarında 2003 – 2008 yılları arasında dağlarda gerçekleşen kazalardan ve AK faaliyetlerinden bahsetmiştir. Gerçekleşen olaylarda yer alanlar hakkında çeşitli istatistiksel bilgilere yer verip hangi spor türlerinde ne kadar kaza gerçekleştiğine, AK faaliyetlerinde kullanılan araçlara kadar çeşitli bilgiler paylaşmıştır[46].

Chan ve diğerleri AK çalışmaları için sinyal yayıcı istatasyonların kapsama alanlarının maksimize edilmesini konu eden bir çalışma gerçekleştirmişlerdir.

[43] Adams, Annette L., et al. "Search is a time-critical event: when search and rescue missions may become futile." Wilderness & environmental medicine 18.2 (2007): 95-101.

[44] Beach, Michael. "Volunteer search and rescue and the American Red Cross: A Katrina response experience." Journal of Professional Nursing 23.6 (2007): e1-e7.

[45] Breivik, Øyvind, and Arthur A. Allen. "An operational search and rescue model for the Norwegian Sea and the North Sea." Journal of Marine Systems 69.1 (2008): 99-113.

[46] Wild, Finlay J. "Epidemiology of mountain search and rescue operations in Banff, Yoho, and Kootenay National Parks, 2003–06." Wilderness & environmental medicine 19.4 (2008): 245-251.

Problemin çözümünde çok kriterli doğrusal tam sayı programlama modelini kurduklarını ve bu modeli sahada kullandıklarını belirtmişlerdir[47].

Norrington ve diğerleri 2008 yılında gerçekleştirdikleri çalışmalarında Birleşik Krallık Sahil Güvenlik'in AK operasyonlarının modellenmesinde Bayes Ağları'nı kullanmışlardır[48].

Heggie, Alaska Ulusal Parklarındaki AK çalışmaları ile ilgili bir çalışma gerçekleştirmiştir. Ulusal Parklarda gerçekleşen AK faaliyetine konu olan olaylardan bu olaylarda yer alan sporculardan ve AK faaliyetlerinin maliyetlerinden bahsederek bu olayların azaltılabilemesi için çeşitli eğitimlerin verilmesinin önemine dikkat çekmiştir[49].

Marshall-Pescini ve diğerleri AK'da kullanılan köpekleri konu edinen bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada yer alan köpekler AK faaliyetlerinde kullanılan eğitimli köpekler, eğitimsiz köpekler ve çeviklik yarışmalarında yer alan köpekler olmak üzere 3 türdür. Köpek gruplarının verilen görevleri yerine getirip getirmemeleri üzerine bir araştırma gerçekleştirmişlerdir[50].

Heggie ve Amundson 2009 yılında Amerika'da yer alan ulusal parkları konu edinen bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışma da Heggie'nin 2008 yılında gerçekleştirdiği çalışmayla büyük benzerlik göstermektedir yine bu çalışmada da çeşitli istatistiksel bilgiler paylaşılmıştır[51].

Allouche ve Boukhtouta 2010 yılında gerçekleştirdikleri çalışmalarında askeri AK'ı konu edinmişlerdir. AK faaliyetinin birden fazla ajanlarla gerçekleştirilmesi durumunda AK'ın başarılı olabilmesinin yürütülen planın bütün ajanlar tarafından

[47] Chan, Yupo, et al. "Hierarchical maximal-coverage location–allocation: case of generalized search-and-rescue." Computers & Operations Research 35.6 (2008): 1886-1904.

[48] Norrington, Lisa, et al. "Modelling the reliability of search and rescue operations with Bayesian Belief Networks." Reliability Engineering & System Safety 93.7 (2008): 940-949.

[49] Heggie, Travis W. "Search and rescue in Alaska's national parks." Travel medicine and infectious disease 6.6 (2008): 355-361.

[50] Marshall-Pescini, Sarah, et al. "Agility and search and rescue training differently affects pet dogs' behaviour in socio-cognitive tasks." Behavioural processes 81.3 (2009): 416-422.

[51] Heggie, Travis W., and Michael E. Amundson. "Dead men walking: search and rescue in US National Parks." Wilderness & environmental medicine 20.3 (2009): 244-249.

koordine bir şekilde planlarını uygulaması ile mümkün olabileceğinden bununla birlikte birden fazla ajanın planın bütününü oluşturan parçaları koordine bir şekilde uygulamasının zorluğundan bahsetmişlerdir[52].

Ni ve arkadaşları tekne sürüklenmesinde AK'ı konu edindikleri bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Teorik bir model olan tekne sürüklenmelerinin tahmin edilmesini amaçladıkları bu çalışmada sürüklenmeye neden olan etmenlerden bahsederek AK çalışmalarında kullanılabilecek model önerisinde bulunmuşlardır[53].

Yarwood 2010 yılında gerçekleştirdiği çalışmasında İngiltere ve Galler'de risklerin azaltılması, kontrol edilmesi ve sorunların çözümünde acil servislerin rolünü incelediği bir çalışma gerçekleştirmiştir. Ağ yaklaşımı kullanarak, dağcılık AK takımlarının acil durumlarla nasıl başa çıktıklarını incelemiştir. Kırsal kesimlerde riskin değişen doğasından bahsederek, acil hizmetlerin kullanımını, arazi koşullarını ve devlet düzenlemelerini ele almıştır. Yazar acil servislere önem verilmesi gerektiğine dikkat çekmiştir[54].

McIntosh, Kuzey Amerika'nın en yüksek dağı olan Denali'de 18 yıllık dönemi kapsayan AK çalışmalarını ele aldığı bir çalışma gerçekleştirmiştir. Yazar National Park Service(NPS – Ulusal Park Servisi) tarafınca gerçekleştirilen AK çalışmalarını baz alarak gerçekleşen kazalar ve olaylarla ilgili bilgi paylaşımında bulunmuştur. Çalışmada NPS tarafından verilen eğitimlerin etkili olduğu belirtilmiş ve verilen bu eğitimlerin devam ettirilmesi gerektiği söylenmiştir. Ayrıca 1995 yılında NPS tarafından kayıt sistemine geçildiğini böylelikle yaşanan kazaların %53 oranında azaldığını belirtmiştir[55].

---

[52] Allouche, Mohamad K., and Abdeslem Boukhtouta. "Multi-agent coordination by temporal plan fusion: Application to combat search and rescue." Information Fusion 11.3 (2010): 220-232.

[53] Ni, Zao, Zhiping Qiu, and T. C. Su. "On predicting boat drift for search and rescue." Ocean Engineering 37.13 (2010): 1169-1179.

[54] Yarwood, Richard. "Risk, rescue and emergency services: The changing spatialities of Mountain Rescue Teams in England and Wales." Geoforum 41.2 (2010): 257-270.

[55] McIntosh, Scott E., et al. "Search and rescue activity on Denali, 1990 to 2008." Wilderness & environmental medicine 21.2 (2010): 103-108.

Wu ve Chen mikro-coğrafi bilgi sistemi ihtiyacından hareketle yangın anında binanın 3 boyutlu verilerini analiz eden yangın söndürme AK yollarının çıkarılması üzerine bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Mikro-coğrafi bilgi sisteminin yangın anında dumanın kaçış yollarını belirlemede 3 Boyutlu Geometrik Ağ Modeli ve Dijkstra Algoritması kullandığını belirtmişlerdir. Geometrik Ağ Modeli ve Karınca Kolonisi Algoritması ile odalar arasındaki en kısa mesafeyi kullanarak Yangın AK görevlileri tarafından kazazedelerin binadan kurtarılmasının amaçlandığını belirtmişlerdir[56].

Kao ve diğerleri Kutup Arama ve Kurtarma Anlaşması'nı inceledikleri bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Kanada, Norveç, Rusya, Danimarka, ve Amerika ayrıca bulundukları konumları gereği Finlandiya, İzlanda ve İsviçre'den oluşan Kutup Devletleri'nin 12 Mayıs 2011 yılında Kutup Anlaşması'nı imzaladıklarını belirtmişlerdir. Yapılan çalışma ile anlaşmaya imza atan devletlerin hukuksal olarak ne gibi sorumlulukları bulunduğundan bahsedilmiştir[57].

Narayanan ve Ibe, kazaların insan ya da doğa kaynaklı olaylar olduğunu belirterek, gıda, su, barınak, korunma ve tıbbi yardıma ihtiyacın hâsıl olması durumunda bu ihtiyaçların ivedi bir şekilde karşılanması gerektiğinden bahsetmişlerdir. Afet koordinasyon merkezinin kazazedelere ve AK ekibinde yer alanlara yardım etmek üzere işlev gördüğüne değinerek mobilize afet koordinasyon merkezi önerisinde bulunmuşlardır. AK'da görev alan herkesin bu merkez ile iletişime geçmesi ile kazazedelerin kurtarılmasının daha hızlı olacağını ileri sürmüşlerdir[58].

Corniche ve diğerleri tıbbi ve operasyonel amaçlı helikopter AK çalışmalarını konu edindikleri bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Tıbbi hizmet veren tek bir helikopterin İsviçre'nin Alp dağlarındaki çalışmaları incelenmiş 1998-2002 yılları arasını kapsayan dönem baz alınmıştır. Çalışmada demografik bilgilerden, yaralanma

[56] Wu, Chia-Hao, and Liang-Chien Chen. "3D spatial information for fire-fighting search and rescue route analysis within buildings." Fire Safety Journal 48 (2012): 21-29.

[57] Kao, Shih-Ming, Nathaniel S. Pearre, and Jeremy Firestone. "Adoption of the arctic search and rescue agreement: A shift of the arctic regime toward a hard law basis?." Marine Policy 36.3 (2012): 832-838.

[58] Narayanan, Ram G. Lakshmi, and Oliver C. Ibe. "A joint network for disaster recovery and search and rescue operations." Computer Networks 56.14 (2012): 3347-3373.

profillerine, vinç kullanılarak kurtarılan kazazedelere kadar çeşitli istatistiksel bilgilere yer verilmiştir[59].

Gelenbe ve Wu 2012 yılında metro, stadyum, kampüs, eğlence mekânları gibi insan yoğunluklu alanlarda acil durumların ortaya çıkması durumunda kablosuz teknolojilerin kullanıldığı sensör ağları ile donatılmış bilgisayar sistemlerinin tahliye için kullanılması üzerine bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Acil bir durumun gerçekleşmesi durumunda acil durum yönetiminin önemine değinerek insanların kurtarılabilmesi için tahliye esnasında en güvenilir yolu önerecek bir simülasyon sistemi üzerinde durmuşlardır[60].

Van der Velden ve diğerleri 2012 yılında gerçekleştirdikleri çalışmalarında 2010 yılında meydana gelen Haiti depreminde 3 ay süreyle görev alan Hollandalı AK çalışanlarının yaşadıkları ruh sağlıkları ile ilgili bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmalarda yer alanlara görev almadan ve görev aldıktan sonra çeşitli anket sorularının yöneltildiği bir araştırma olan bu çalışmaya göre çalışanlarda herhangi bir sağlık problemi olmadığının tespit edildiği bildirilmiştir[61].

Chen ve Miller-Hooks kentsel alanlarda gerçekleştirilen AK çalışmalarında ekiplerin optimal dağıtımında çok aşamalı ve iki aşamalı stokastik bir program kullandıkları bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Afet bölgesinin alt bölgelere ayrılarak mümkün olan en fazla sayıda insanı kurtarabilmek için AK çalışanlarının ilgili arama alanlarından hangisinde görevlendirilmesini tespit etmeyi amaçladıklarını belirtmişlerdir[62].

Chen ve diğerleri herhangi bir kaza sonrası olaya ilk müdahale eden yapısal mühendislerinin ve itfaiye ekiplerinin sağladıkları ön bilgilerin kentsel AK

[59] Corniche, Jocelyn, et al. "Helicopter rescue involving the winching of a physician." Air medical journal 31.2 (2012): 87-91.

[60] Gelenbe, Erol, and Fang-Jing Wu. "Large scale simulation for human evacuation and rescue." Computers & Mathematics with Applications 64.12 (2012): 3869-3880.

[61] van der Velden, Peter G., et al. "Mental health problems among search and rescue workers deployed in the Haïti earthquake 2010: A pre–post comparison." Psychiatry research 198.1 (2012): 100-105.

[62] Chen, Lichun, and Elise Miller-Hooks. "Optimal team deployment in urban search and rescue." Transportation Research Part B: Methodological 46.8 (2012): 984-999.

çalışmalarındaki önemine değinmişlerdir. Gerçekleştirdikleri çalışmalarında yapısal değerlendirmelerin, acil durumlara müdahalenin ve gerekli hazırlıkların yapılabilmesi için kaza mahalinde iletişimin sağlanmasında mobil ad hoc ağlarının kullanımını konu edinmişlerdir[63].

Migala ve Brown 2011 yılının Eylül ayında Teksas'ta meydana gelen ve 13759 hektarlık alanı yok eden bir orman yangınını konu edindikleri ve köpeklerin de kullanıldığı AK çalışmalarında insan kalıntılarının tespitini konu edinen bir çalışma gerçekleştirmişlerdir[64].

Gunn ve Anderson robotların kullanıldığı kentsel AK çalışmalarında dinamik yapıda takım oluşturmanın önemine değindikleri bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Birçok çalışmada takım oluşturma konusunun başlangıç aşamasının dikkate alındığında ama esasında takım oluşturulduktan sonra bu takımın sürdürülebilir bir yapıda olması için gerekliliklerin neler olması gerektiğine değinilmediğine, çalışmalarında bu konuya önem verdiklerine değinmişlerdir[65].

Russell ve diğerleri Amerika'da yer alan Intermountain Batı Devletleri'nde AK konusunda yeterli veri bulunmadığından bahsederek AK organizasyonları hakkında karakteristik bilgiler paylaştıkları bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Elektronik ortamda hazırladıkları anketleri bu batı devletlerinde yer alan AK kurumlarına göndermişler ve elde ettikleri bilgiler doğrultusunda çeşitli istatistiksel bilgiler paylaşmışlardır[66].

Boore ve Bock Yosemite, Ulusal Parkı'nda AK olaylarının demografik eğilimleri belirlemek üzere kazaların önlenmesinde kazazedelerin görüşlerini dikkate aldıkları ve hasta profillerinin çıkarılmasında 2000 ile 2009 yıllarına ait verilerin

[63] Chen, Albert Y., et al. "Supporting Urban Search and Rescue with digital assessments of structures and requests of response resources." Advanced Engineering Informatics 26.4 (2012): 833-845.

[64]Migala, Alexandre F., and Susann E. Brown. "Use of Human Remains Detection Dogs for Wide Area Search After Wildfire: A New Experience for Texas Task Force 1 Search and Rescue Resources." Wilderness & environmental medicine 23.4 (2012): 337-342.

[65] Gunn, Tyler, and John Anderson. "Dynamic heterogeneous team formation for robotic urban search and rescue." Procedia Computer Science 19 (2013): 22-31.

[66] Russell, Katie W., et al. "Search and rescue in the Intermountain West states." Wilderness & environmental medicine 24.4 (2013): 429-433.

kullanıldığı ve 2007 ile 2009 yılları arasında yaralanan kazazedeler hakkında istatistiksel bilgilerin paylaşıldığı bir çalışma gerçekleştirmişlerdir[67].

Ciesa, Grigolato ve Cavalli 2014 yılında gerçekleştirdikleri çalışmalarında coğrafi bilgi sistemlerinden faydalanarak dağlık alanlarda AK ekiplerinin kullandıkları araçların ve çalışmada yer alan ekiplerin yürüme hızlarının regresyon modelleri ile analiz edildiği bir çalışma yaptıklarını belirtmişlerdir[68].

Doherty ve diğerleri 2000 ile 2010 yılları arasındaki verileri kullanarak Yosemite Ulusal Parkı'nda kayıp kişilerin bulunmasında alan tekniği olasılık analizi gerçekleştirmişlerdir. Yapılan çalışmanın iki amacı olduğunu bunlardan ilkinin arama yapılacak olan alanın büyüklüğünün tespiti diğerinin ise öklid uzaklık ile alternatif ulaşım maliyet modelinin kullanımının mobilite ve seyahat süresine olan etkisinin tespiti olduğunu belirtmişlerdir[69].

Shi, Su ve Zhou 2014 yılında gerçekleştirdikleri çalışmalarında merkez üs olarak kabul ettikleri Güney Çin Denizinde yer alan Nansha Adasının AK çalışmalarını değerlendirmişlerdir. AK çalışmalarının söz konusu olması durumunda Çin, Vietnam, Malezya ve Filipinler'in ne gibi donanmalara sahip olduğundan, bu ülkelerin birbirleri ile olan iletişimlerinden, koordinasyonlarından ve ne kadar sürede olaya müdahale edebileceğinden bahsetmişlerdir[70].

Bezgodov ve Esin deniz arama ve kurtarma çalışmalarında ağ dinamiklerini ifade etmek üzere düzensiz dalgalardan etkilenen yüzen cisimler için simülasyon kullandıkları karmaşık ağ modeli önerisinde bulunmuşlardır. Yüzen cisimlerin doğrudan dalgalanmalardan etkilendiğini kapsamlı bir simülasyon gerçekleştirmenin

[67] Boore, Stacy M., and Dov Bock. "Ten years of search and rescue in Yosemite National Park: examining the past for future prevention." Wilderness & environmental medicine 24.1 (2013): 2-7.

[68] Ciesa, Marta, Stefano Grigolato, and Raffaele Cavalli. "Analysis on vehicle and walking speeds of search and rescue ground crews in mountainous areas." Journal of Outdoor Recreation and Tourism 5 (2014): 48-57.

[69] Doherty, Paul J., et al. "An analysis of probability of area techniques for missing persons in Yosemite National Park." Applied Geography 47 (2014): 99-110.

[70] Shi, Wei, Fenzhen Su, and Chenghu Zhou. "A temporal accessibility model for assessing the ability of search and rescue in Nansha Islands, South China Sea." Ocean & Coastal Management 95 (2014): 46-52.

AK çalışmaları açısından zaman kaybı olacağını ve pratikte uygulanmasının çalışmalar için faydasız olduğunu belirtmişlerdir[71].

Wysokinski ve diğerleri 2014 yılında gerçekleştirdikleri çalışmalarında AK çalışmalarının planlanması ve koordine edilmesi için karar destek yazılımı önerisinde bulunmuşlardır. Daha önceki kazazedelerin bilgi ve tecrübelerinden yararlanılarak olası olay yerlerine ait olasılık haritalarının hazırlanmasının kayıp insanların bulunmasındaki önemine dikkat çekmişlerdir. Bununla birlikte uzmanların ve AK ekiplerinin sürekli öğrenmelerinin bu süreci olumlu yönde etkileyeceği, öğrenmenin etkili olabilmesi için ise uygun bir yazılımın geliştirilmesi gerektiğine değinmişlerdir. Önerdikleri karar destek sistemi ile kayıp kişi hakkında bilgi toplanması, operasyonun planlanması ve planın uygulanması aşamalarının gerçekleştirilebileceğine dikkat çekmişlerdir[72].

Visser ve Campbell Yeni Zellanda kara AK çalışmalarında meydana gelen tıbbi ve travmatik koşulların türlerini saptamaya çalıştıkları bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Kara AK ile ilgili Mayıs 2010 ile Aralık 2011 tarihleri arasındaki 20 aylık bir veriyi analiz ettiklerini, gerçekleşen olaylarla ilgili çeşitli istatistiksel bilgiler paylaştıkları çalışmalarında AK faaliyetlerinde yer alanların tıbbi ve travmatik olaylara maruz kaldığını belirtmişlerdir[73].

Sadeghi ve diğerleri 2008 ile 2009 yılları arası yürüyüş, kamp, kano, avlanma, balık tutma, dalma ve kaya tırmanma gibi sporların yapıldığı New York'ta yer alan Adirondack Park yaralanmalarını ele aldıkları bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada yine çeşitli istatistiksel bilgiler paylaşılmış olup Adirondack Park'ta gerçekleşen olayların demografik yapısı ortaya konmaya çalışılmıştır[74].

---

[71] Bezgodov, Alexey, and Dmitrii Esin. "Complex Network Modeling for Maritime Search and Rescue Operations." Procedia Computer Science 29 (2014): 2325-2335.

[72] Wysokiński, Michał, Robert Marcjan, and Jacek Dajda. "Decision support software for search & rescue operations." Procedia Computer Science 35 (2014): 776-785.

[73] Visser, Jenny T., and Adam FR Campbell. "New Zealand Land Search and Rescue Operations: An Analysis of Medical and Traumatic Conditions." Wilderness & environmental medicine 25.4 (2014): 401-408.

[74] Sadeghi, Rokhsanna, Joseph C. Konwinski, and Rita K. Cydulka. "Adirondack Park incidents: a retrospective review of search and rescue reports from 2008 and 2009." Wilderness & environmental medicine (2015).

Berger ve Lo 2015 yılında gerçekleştirdikleri çalışmalarında AK yol planlaması probleminin çözümünün oldukça zor olduğundan birçok tekniğin geliştirilmesine rağmen elde edilen sonuçların yetersiz olduğunu belirtmişlerdir. Problemin optimal çözümünün bulunabilmesi için Karmaşık Tamsayılı Doğrusal Programlama yöntemini önermişlerdir[75].

D'Aniello ve diğerleri 2015 yılında su üzeri arama ve kurtarma köpekleri üzerine bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada Eğitimli yirmi üç köpek ve on yedi eğitimsiz köpeğin su üzeri AK çalışmalarında gösterdikleri performansları karşılaştırılmıştır[76].

Siljander ve diğerleri coğrafi bilgi sistemlerinin birçok alanda kullanılmasına rağmen deniz AK planlaması çalışmalarında henüz çok da keşfedilmediğini vurgulamışlardır. Çalışmada coğrafi bilgi sistemlerinin uygulanabilirliği, denizde meydana gelen olaya müdahalenin değerlendirilmesi ve müdahale etme süreleri üzerine bir araştırma gerçekleştirmişlerdir[77].

Ochoa ve Santos bir felaket meydana geldiğinde ilk 72 saatin çok önemli olduğuna 72 saatten sonra hayatta kalanların kurtarılması olasılıklarının dramatik bir şekilde düştüğünden AK çalışmalarının olabildiğince hızlı ve etkili bir şekilde gerçekleştirilmesi gerektiğine değinmişlerdir. Bu nedenle çalışmalarında insan odaklı kablosuz sensör ağlarının kullanılması üzerine bir simülasyon gerçekleştirmiş elde ettiklerin sonuçların oldukça tatminkar olduğuna değinmişlerdir.[78]

Mochalski ve diğerleri doğa ya da insan kaynaklı felaketler sonrasında enkaz altında kalan kazazedelerin vücutlarından uçucu organik bileşenler isminde çeşitli

[75] Berger, Jean, and Nassirou Lo. "An innovative multi-agent search-and-rescue path planning approach." Computers & Operations Research 53 (2015): 24-31.

[76] D'Aniello, Biagio, et al. "Gazing toward humans: A study on water rescue dogs using the impossible task paradigm." Behavioural processes 110 (2015): 68-73.

[77] Siljander, Mika, et al. "GIS-based cost distance modelling to support strategic maritime search and rescue planning: A feasibility study." Applied Geography 57 (2015): 54-70.

[78] Ochoa, Sergio F., and Rodrigo Santos. "Human-centric wireless sensor networks to improve information availability during urban search and rescue activities." Information Fusion 22 (2015): 71-84.

kimyasalların yayıldığını dolayısıyla bu kimsayasalların takip edilerek enkaz altında kalanlara ulaşmanın mümkün olduğunu belirtmişlerdir[79].

Ciesa ve diğerleri 20 yıllık bir zaman dilimindeki verilerden hareketle İtalya'da yer alan iki dağda AK'a konu olmuş olayların incelendiği bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Dağlarda gerçekleştirilen turizm faaliyetlerinin artmasına paralel olarak kazaların da artış göstermesine rağmen bu tür olayların yaşanması AK için bilgi ve tecrübe düzeyinde bir artışa neden olmadığı bilgisini paylaşmışlardır. Kaza karakteristiklerinin öğrenilmesinin önemine dikkat çekmişlerdir[80].

Procter ve diğerleri dağ AK ekiplerinde yer alan personelin sağlık durumları ile ilgili bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Yaptıkları çalışmada AK çalışmalarında yer alan çalışanlarla ilgili risklerin varlığından ve bu risklerin hiçbir zaman raporlanmadığı ve araştırılmadığı bununla birlikte gerçekleştirdikleri çalışmanın bu anlamda bir ilki temsil ettiğini belirtmişlerdir[81].

Agapiou ve diğerleri, Mochalski ve diğerlerinin 2015 yılında gerçekleştirdikleri çalışmaya benzer bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Yine bu çalışmada da kazazedelerin vücutlarından uçucu organik bileşenlerin yayılması ile bu bileşenlerin takibinin AK çalışmalarında kullanılmasının önemine dikkat çekmişlerdir[82].

Vettor ve Soares 2015 yılında gerçekleştirdikleri çalışmalarında deniz AK çalışmalarının etkili ve hızlı bir biçimde planlanması için hesaplama sistemi önerisinde bulunmuşlardır[83].

---

[79] Mochalski, Paweł, et al. "Potential of volatile organic compounds as markers of entrapped humans for use in urban search-and-rescue operations." TrAC Trends in Analytical Chemistry 68 (2015): 88-106.

[80] Ciesa, Marta, Stefano Grigolato, and Raffaele Cavalli. "Retrospective study on search and rescue operations in two Prealps areas of Italy." Wilderness & environmental medicine (2015).

[81] Procter, Emily, et al. "Search and rescue response to a large-scale rockfall disaster." Wilderness & environmental medicine 26.1 (2015): 68-71.

[82] Agapiou, Agapios, et al. "Trace detection of endogenous human volatile organic compounds for search, rescue and emergency applications." TrAC Trends in Analytical Chemistry 66 (2015): 158-175.

[83] Vettor, Roberto, and C. Guedes Soares. "Computational system for planning search and rescue operations at sea." Procedia Computer Science 51 (2015): 2848-2853.

Soteras ve diğerleri 1 Ağustos 1999 ile 31 Temmuz 2009 yılları arasını kapsayan bir dönem için İspanya'da kanyonlarda meydana gelen olayların karakteristiğini, türünü ve sıklığını ortaya koyabilmek adına tıbbi müdahale gerektiren AK çalışmalarını değerlendirmişlerdir. Çalışmalarında çeşitli istatistiksel bilgilere yer vermişlerdir[84].

Cottam ve Shadbolt 1998 yılında gerçekleştirdikleri çalışmalarında uzman sistemlerin gelişiminde bilgi tabanlı modellemenin hızlı bir şekilde benimsenmesine rağmen planlama, çizelgeleme ve kaynak tahsisi gibi konularda yani uygulamada etkisinin az olduğunu belirtmişlerdir[85].

Hamp ve diğerleri kentsel AK çalışmalarının iyileştirilmesinde Alman Araştırma Projesi'nin sonuçlarını paylaştıkları bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada cep telefonu yanında bulunan bilincini kaybetmiş kazazedelerin yerinin tespitinde iki farklı kablosuz arama teknolojisi karşılaştırılmıştır[86].

Greatbatch ve diğerleri kara AK çalışmalarında köpeklerin etkinliğini ölçmeyi amaçladıkları bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Kara AK çalışmalarında köpek kullanımının yaygın olmakla birlikte köpeklerin etkinliğini ölçen çok az sayıda araştırmanın bulunduğunu belirttikleri çalışmalarında Ekim 2013 ile Şubat 2014 tarihleri arasında 10 köpeğin yer aldığı çeşitli koşullar altında 25 deneye tabi tutulan köpeklerin deney sonuçlarını paylaşmışlardır[87].

Hooks 1995 yılında gerçekleştirdiği çalışmasında AK çalışmalarında genellikle köpeklerin kullanıldığına değinmiş faydalanılabilecek bir başka türün ise atlar olduğunu belirterek olay yeri ilk müdahalede bulunan ekibin bu konuda yeterli

[84] Soteras, Inigo, Enric Subirats, and Giacomo Strapazzon. "Epidemiological and medical aspects of canyoning rescue operations." Injury 46.4 (2015): 585-589.

[85] Cottam, Hugh, and Nigel Shadbolt. "Knowledge acquisition for search and rescue planning." International Journal of Human-Computer Studies 48.4 (1998): 449-473.

[86] Hamp, Quirin, et al. "New technologies for the search of trapped victims." Ad Hoc Networks 13 (2014): 69-82.

[87] Greatbatch, Ian, Rebecca J. Gosling, and Sophie Allen. "Quantifying search dog effectiveness in a terrestrial search and rescue environment." Wilderness & environmental medicine (2015).

deneyime sahip olması gerektiğine bunun kararını verenin ise ekip lideri olduğuna değinmiştir[88].

Heggie ve Heggie, Utah Ulusal Parkı acil tıbbi servisinin iş yükünü ve parkta meydana gelen olayları konu edindikleri bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. 2001 ile 2005 yıllarına ait yıllık acil tıbbi servis raporu ve yıllık arama ve kurtarma raporuna ait veri setlerini kullandıkları çalışmalarında meydana gelen ölümcül ve yaralanmalı olaylarla ilgili çeşitli istatistiksel bilgiler paylaşmışlardır[89].

Thavasi ve Suriyakala insansız AK sistemlerinde kablosuz sensör ağları ile sensörleri ve izleme metodlarını ele aldıkları bir çalışma gerçekleştirmişlerdir[90].

Hamilton ve Paton 1996 yılında gerçekleştirdikleri çalışmalarında dağ AK çalışmalarında hipoterminin teşhisi ve tedavisi üzerine bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmaya göre kara AK topluluğuna 9 sorudan oluşan bir anket çalışması uygulamış elde ettikleri sonuçları paylaşmışlardır[91].

Ganz ve diğerleri kentsel AK'da durumsal farkındalığı ortaya koymak adına operasyonların etkinliğini arttırmak için Diorama Felaket Yönetim Sistemini konu edindikleri bir çalışma gerçekleştirmişlerdir[92].

Sette vd. 2015 yılında İtalya Alplerinin kuzeyinde gerçekleştirilen kurtama operasyonunda kaya altında kalan 52 yaşındaki kazazedenin olay mahalinden kurtarılabilmesi için patlayıcı kullanılması ve ölümü ile sonuçlanan bir olay vaka incelemesinde bulunmuşlardır. Gerçekleştirdikleri kapsamlı literatür taramasına göre

[88] Hooks, Jean. "Search and rescue principles for equine first responders." Journal of Equine Veterinary Science 15.4 (1995): 199-205.

[89] Heggie, Travis W., and Tracey M. Heggie. "Search and rescue trends and the emergency medical service workload in Utah's National Parks." Wilderness & environmental medicine 19.3 (2008): 164-171.

[90] Thavasi, P. Thanu, and C. D. Suriyakala. "Sensors and Tracking Methods Used in Wireless Sensor Network Based Unmanned Search and Rescue System-A Review." Procedia Engineering 38 (2012): 1935-1945.

[91] Hamilton, Robert S., and Bruce C. Paton. "The diagnosis and treatment of hypothermia by mountain rescue teams: a survey." Wilderness & Environmental Medicine 7.1 (1996): 28-37.

[92] Ganz, Aura, et al. "Urban Search and Rescue Situational Awareness using DIORAMA Disaster Management System." Procedia Engineering 107 (2015): 349-356.

kurtarma faaliyetinde patlayıcının kullanıldığı tek kurtarma faaliyetinin bu olduğunu belirtmişlerdir[93].

Vettor ve Soares 2015 yılında deniz ve deniz üstü acil müdahale gerektiren durumların hızlı ve etkili bir şekilde planlanması ve desteklenmesi için bilgi sisteminde bulunması gereken ana görevler ve bu bilgi sisteminin özelliklerini detaylı şekilde inceledikleri bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Denizde gerçekleştirilen arama kurtarma faaliyetleri için Portekiz sahillerine entegre enformasyon sistemi grafik arayüzünde çevresel koşulların yer aldığı gerekli bütün bilgilerin açıkça belirtildiği bir sistem önerisinde bulunmuşlardır[94].

Gywynn ve Karahalios 2015 yılında gerçekleştirdikleri çalışmada 1 Ocak 1970 ile 12 Haziran 2005 yılları arasında Kanada'da kayıtlara geçen arama ve kurtarma vakalarını incelemişlerdir. Alpine Clup of Canada veritabanından elde ettikleri verilerle belirtilen yıllar arasında gerçekleşen 1088 vakada oluşan 1377 yaralanma ya da ölümle sonuçlanan olaylara ait istatistiksel bilgilerin yer aldığı bir çalışma gerçekleştirmişlerdir[95].

Welter vd. 2015 yılında gerçekleştirdikleri çalışmada Baxter State Park'ta 1992 ile 2014 yılları arasında meydana gelen 754 vakaya ait istatistiksel bilgilerin yer aldığı bir çalışma gerçekleştirmişlerdir[96].

Szomiński, Szymon vd. 2015 yılında gerçekleştirdikleri çalışmada kurtarma robotlarının önemine ve gerçek hayat uygulamalarına değinmişlerdir. Bina enkazlarından kazazedelerin kurtarılmasında kullanılacak olan robotların

[93] Sette, Piersandro, et al. "Complex alpine extrication: case report of mountain and speleological rescue cooperation." Wilderness & environmental medicine 26.2 (2015): 180-184.

[94] Vettor, Roberto, and C. Guedes Soares. "Computational system for planning search and rescue operations at sea." Procedia Computer Science 51 (2015): 2848-2853.

[95] Curran-Sills, Gwynn M., and Amalia Karahalios. "Epidemiological trends in search and rescue incidents documented by the Alpine Club of Canada from 1970 to 2005." Wilderness & environmental medicine 26.4 (2015): 536-543.

[96] Welter, Chris R., et al. "Epidemiology of search and rescue in Baxter State Park: dangers of descent and fatigue." Wilderness & environmental medicine 26.4 (2015): 549-554.

geliştirilmesine odaklanılan çalışmada paralel hesaplamaların yer aldığı tahmini planlama yaklaşımı önerisinde bulunmuşlardır[97].

Vasilyev vd. 2015 yılında gerçekleştirdikleri çalışmada meydana gelen petrol platform kazaları gibi bazı kazalarda otonom robotların kullanılmasının kazazedenin hayatının kurtarılmasında tek yol olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan çalışmada otonom robotların gruplar halinde kullanılması ve bu grupların organize olmaları üzerine bir çalışma gerçekleştirmişlerdir[98].

Worley 2015 yılında gerçekleştirdiği çalışmasında 1980 ile 2013 yılları arasında Amerika Birleşik Devletlerinde arama kurtarma faaliyetleri esnasında meydana gelen sivil helikopter kazalarını incelemiştir. İlgili dönemde meydana gelen 47 helikopter kazası ABD genelinde meydana gelen hava araçları kazaları ile karşılaştırıldığında bu oranın oldukça yüksek olduğunu belirtmiş istatistiksel test ile elde edilen sonucun anlamlı olduğunu belirtmiştir. Bu durumu arama kurtarma faaliyetinin doğasından kaynaklandığını güvenlik önlemlerinin arttırılması gerektiğini belirtmiştir[99].

Daramola vd. 2016 yılında gerçekleştirdiği çalışmada Nijerya'da meydana gelen doğal afetlerle mücadele stratejilerini konu edinmişlerdir. Nijerya'nin altı bölgesinde 1116 kişi ile anket yapılmış doğal afete hazırlıksız yakalanılması durumunda adaptif kapasiteyi etkileyen faktörleri ikili logit model yardımı ile açıklamaya çalışmışlardır[100].

Grasegger vd. 2016 yılında gerçekleştirdikleri çalışmada RECCO kurtarma sistemlerinin arama kurtarma faaliyetlerinde kullanıldığı bir olay vaka çalışması gerçekleştirmişlerdir. Çığ altında kalan 2 kayakçıdan birisinin 35 dakika içinde canlı

[97] Szomiński, Szymon, et al. "Predictive Planning Method for Rescue Robots in Buildings." Procedia Computer Science 76 (2015): 539-546.

[98] Vasilyev, Ivan, et al. "Use of Mobile Robots Groups for Rescue Missions in Extreme Climatic Conditions." Procedia Engineering 100 (2015): 1242-1246.

[99] Worley, Gordon H. "Civilian helicopter search and rescue accidents in the United States: 1980 through 2013." Wilderness & environmental medicine 26.4 (2015): 544-548.

[100] Daramola, Adebukola Yewande, et al. "Adaptive capacity and coping response strategies to natural disasters: a study in Nigeria." International Journal of Disaster Risk Reduction 15 (2016): 132-147.

olarak kurtarılmasını konu edinen çalışma Kuzey Amerika ve Avrupa'da gerçekleşen çığ altında kalanların aranması ve kurtarılmasını konu edinmiştir. Çeşitli istatistiksel bilgilerin paylaşıldığı çalışmada RECCO kurtarma sisteminin önemine dikkat çekilmiştir[101].

Tanaka vd. 2016 yılında tayfun arama ve tahmin sistemlerinin geliştirilmesi afet önleme ve azaltma eylem planlarını içeren bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Tayfun felaketi sonucunda ortaya çıkan sel felaketlerinin önlenmesinde Japonya sel felaket datalarından hareketle yapay sinir ağlarını kullanarak herhangi bir felaket durumunda alınması gereken önlemleri ve eylem planlarınının tanımlamaya çalışmışlardır[102].

Xing 2016 yılında gerçekleştirdiği çalışmasında ani felaketlerin hasıl olması durumunda acil durum gerektiren materyallerin tedariki ve tahmini için parçacık sürü optimizasyonu modeli kurmuştur. Bu sezgiselin seçiminde hızlı olması ve çok kısa sürede sonuç üreterek düşük maliyetli olmasını tercih nedeni olduğunu söylemiştir[103].

Koukis vd. 2016 yılında 1999 yılında meydana gelen deprem felaketi sonrasında Yunanistan-Türkiye ilişkilerini, karşılıklı işbirliği ve yardımlaşma konularını ele aldığı olay vaka çalışması gerçkeleştirmiştir[104].

Taubenböck vd. 2016 yılında 2 yıllık dönemde yüksek dağlarda çocuklar için tıbbi müdahale gerektiren helikopter kurtarma faaliyetlerini çalışmalarına konu edinmişlerdir. Ocak 2012 ile Aralık 2013 arasında meydana gelen olayların istatistiksel bilgilerini ve elde edilen bulguları paylaşmışlardır[105].

---

[101] Grasegger, Katharina, et al. "Avalanche survival after rescue with the RECCO Rescue System: a case report." Wilderness & environmental medicine 27.2 (2016): 282-286.

[102] Tanaka, Kohji, et al. "Development of a Typhoon Search and Prediction System for Disaster Prevention and Mitigation Action Plans Based on Typhoon Course Analysis." Procedia Engineering 154 (2016): 1258-1266.

[103] Xing, Huang. "Emergency material collecting model of sudden disasters with fuzzy collecting time." International Journal of Disaster Risk Reduction 19 (2016): 249-257.

[104] Koukis, Theodore, Ilan Kelman, and N. Emel Ganapati. "Greece–Turkey disaster diplomacy from disaster risk reduction." International journal of disaster risk reduction 17 (2016): 24-32.

[105] Taubenböck, Stefan, et al. "HEMS in alpine rescue for pediatric emergencies." Wilderness & environmental medicine 27.3 (2016): 409-414.

Bartolucci ve Magni 2016 yılında gerçekleştirdiği çalışmada 45 kişi ile anket yapılmış felaket yönetimi için eğitim programlarının geliştirilmesi ve iyileştirilmesi için yapılması gerekenler irdelenmiştir[106].

Johnson vd. 2016 yılında Hong Kong'da meydana gelmesi muhtemel felaketlerin haritalamasını yaparak şehir planlamacıları ve politika belirleyiciler için risklerin azaltılmasına yardımcı olacak görsel bir rehber hazırlamışlardır[107].

Akbari vd. 2017 yılında gerceklestirdigi calismalarinda deniz arama ve kurtarma gemilerinin yer tespitinde bulunabilmeleri için modüler, kapasitif çok amaçlı bir model önerisinde bulunmuşlardır. Çalışmalarında deniz arama ve kurtarma gemilerinin yer seçimini çeşitli kriterlere göre optimize edebilmek adına çok amaçlı bir matematiksel model önerisinde bulunmuşlardır[108].

Wu vd. iyileştirilmiş parçacık filtresi tekniği kullandıkları çalışmalarında deniz arama ve kurtarma çalışmaları için kablosuz sensör ağları yardımıyla yer tespitinde bulunmaya çalışmışlardır[109].

Brushett vd. 2017 yılında gerçekleştirdikleri çalışmalarında sürüklenmeleri öngörebilmek adına tropikal pasifikte kayma verilerinin kullanıldığı deniz arama ve kurtarma vakalarını inceledikleri bir çalışma gerçekleştirmişlerdir[110].

Balta vd. arama ve kurtarma robotları için entegre veri yönetimini konu edindikleri bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada felaketzedelerin bulunduğu alanlara arama ve kurtarma görevlilerinin girmelerinin yaşamlarını yitirmelerine sebep

[106] Bartolucci, Andrea, and Michele Magni. "Influence rather than control: A new approach for disaster education in the immediate aftermath of a disaster." International Journal of Disaster Risk Reduction 19 (2016): 112-117.

[107] Johnson, Katie, Yaella Depietri, and Margaretha Breil. "Multi-hazard risk assessment of two Hong Kong districts." International Journal of Disaster Risk Reduction 19 (2016): 311-323.

[108] Akbari, Amin, Ronald Pelot, and H. A. Eiselt. "A modular capacitated multi-objective model for locating maritime search and rescue vessels." Annals of Operations Research (2017): 1-26.

[109] Wu, Huafeng, et al. "A novel cooperative localization algorithm using enhanced particle filter technique in maritime search and rescue wireless sensor network." ISA transactions (2017): 1-8.

[110] Brushett, Ben A., et al. "Application of leeway drift data to predict the drift of panga skiffs: Case study of maritime search and rescue in the tropical pacific." Applied Ocean Research 67 (2017): 109-124.

olabileceğine, dolayısıyla insansız hava araçlarının kullanılmasına yönelik bir çalışmayı gerçekleştirmişlerdir[111].

Cusumano 2017 yılında sivil toplum kuruluşları tarafından akdenizde gerçekleştirilen göçmenlerin aranması ve kurtarılması faaliyetlerinin incelediği bir çalışma gerçekleştirmiştir[112].

Diverio vd. arama kurtarma çalışmalarında kullanılan köpeklerin sağladıkları avantajlardan bahsetmişlerdir. Çalışmada ak görevlililerinin köpekler sayesinde performanslarının arttığı belirtilmiştir[113].

Claesson vd. dünya genelinde düşük ve orta gelirli 372.000 kişinin denizde boğularak yaşamlarını yitirdiklerine değinerek ölümle sonuçlanan boğulma vakalarında insansız hava araçlarının kullanılabileceğine dair 2017 yılında bir simülasyon çalışması gerçekleştirmişlerdir[114].

Yanguas-Rojas vd. arama ve kurtarma faaliyetlerinde kullanılan robotların gerçek zamanlı anlık kontrolü ve bu robotların bağlandıkları ağ üzerine daha önceden yürüttükleri bir projeyi konu edindikleri bir çalışma gerçekleştirmişlerdir[115].

Zhang vd. zincirleme afet gerçekleşmesi durumunda acil kurtarma ekipleri için çok aşamalı atama optimizasyonu çalışmasını 2017 yılında gerçekleştirmişlerdir[116].

Lidbetter 2017 yılında gerçekleştirdiği çalışmasında rastgele çinli postacı ağ araması probleminin arama ve kurtarma faaliyetlerinde de kullanılabileceğine

---

[111] Balta, Haris, et al. "Integrated Data Management for a Fleet of Search-and-rescue Robots." Journal of Field Robotics 34.3 (2017): 539-582.

[112] Cusumano, Eugenio. "Emptying the sea with a spoon? Non-governmental providers of migrants search and rescue in the Mediterranean." Marine Policy 75 (2017): 91-98.

[113] Diverio, Silvana, et al. "Dogs' coping styles and dog-handler relationships influence avalanche search team performance." Applied Animal Behaviour Science 191 (2017): 67-77.

[114] Claesson, A., et al. "Drones may be used to save lives in out of hospital cardiac arrest due to drowning." Resuscitation 114 (2017): 152-156.

[115] Yanguas-Rojas, David, and Eduardo Mojica-Nava. "Exploration with Heterogeneous Robots Networks for Search and Rescue." IFAC-PapersOnLine 50.1 (2017): 7935-7940.

[116] Zhang, Shuwen, et al. "Multistage assignment optimization for emergency rescue teams in the disaster chain." Knowledge-Based Systems 137 (2017): 123-137.

değinmiş, bu ağ üzerinde yer alan hız yollarının gizli noktalarını en kısa sürede bulmayı amaçlamıştır[117].

Zhang vd. 2017 yılında rüzgar ve akım etkisi ile sürüklenen cisimlerin denizde aranması ve kurtarılması için olasılıksal bir model önerisinde bulunmuşlardır[118].

Chatzeaa vd. Avrupa mülteci krizinin etkisini anlamaya çalıştıkları bir çalışma gerçekleştirerek, ak faaliyetinde bulunan görevlilerin tükenmişlik ve refah durumlarını 2017 yılında irdelemişlerdir[119].

Xu vd. 2017 yılında gerçekleştirdiği çalışmalarında ak faaliyetinde kullanılan helikopterin elektromanyetik uyumluluğunun geliştirilmesi adına simülasyon, tahmin, test ve performansının değerlendirilnesi için bir iş akışı araştırmasında bulunmuşlardır[120].

Anjum vd. doğal afetlerin meydana geldiği zamanlarda mobil ağ tabanlı iletişim ağlarının arama ve kurtarma faaliyetleri için önemine dikkat çekilmiş ve bu ağlara aşırı yüklenildiği durumlarda yapılması gerekenler üzerinde bir araştırma gerçekleştirmişlerdir[121].

Karaca vd. 2017 yılında dağlık alanlardaki arama ve kurtarma faaliyetlerinde kullanılan insansız hava araçları ile ilgili simülasyon modeli kurdukları bir çalışma gerçekleştirmişlerdir[122].

---

[117] Lidbetter, Thomas. "On the Approximation Ratio of the Random Chinese Postman Tour for Network Search." European Journal of Operational Research (2017): 782-788.

[118] Zhang, Jinfen, et al. "Probabilistic modelling of the drifting trajectory of an object under the effect of wind and current for maritime search and rescue." Ocean Engineering 129 (2017): 253-264.

[119] Chatzea, Vasiliki-Eirini, et al. "PTSD, burnout and well-being among rescue workers: Seeking to understand the impact of the European refugee crisis on rescuers." Psychiatry research (2017).

[120] Xu, Ping, et al. "Research on workflow of improving electromagnetic compatibility of search and rescue helicopter." Applied Computational Electromagnetics Society Symposium-Italy (ACES), 2017 International. IEEE, 2017:1-2.

[121] Anjum, Shaik Shabana, Rafidah Md Noor, and Mohammad Hossein Anisi. "Review on MANET based communication for search and rescue operations." Wireless Personal Communications 94.1 (2017): 31-52.

[122] Karaca Y, et al, The potential use of unmanned aircraft systems (drones) in mountain search and rescue operations, American Journal of Emergency Medicine, (2017): 1-6.

Półka vd. 2017 yılında ak faaliyetlerinin sürdürülmesinde insansız hava araçlarının kullanımını konu edindikleri bir çalışma gerçekleştirmişlerdir[123].

Platt ve Drinkwater 2011 Van depremi sonrası ve İzmir'de deprem olması durumunda alınması gereken kararlar ve afet yönetimi üzerine 2016 yılında bir çalışma gerçekleştirmişlerdir[124].

1996 yılında Barbera ve Macintyre kentsel AK ile ilgili tanımsal bilgilerin paylaşıldığı bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada insan ya da doğal nedenlerle meydana gelen kazalarda enkaz altında mahsur kalanlarla ilgili bilgiler paylaşılmış olup Amerika Birleşik Devletleri'nin kentsel AK tarihinden bahsedilmiştir[125].

Karma ve diğerleri orman yangınlarında AK çalışmalarını konu edindikleri bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Sis veya duman nedeni ile orman yangının ortasında kalan itfaiye ekiplerinin ya da insanların kurtarılmasında insansız araçların kullanımının avantajları ve limitlerini inceledikleri bir çalışma gerçekleştirmişlerdir[126].

2011 yılında Ergünay afet mevzuatı ve kurumsal yapılanmamız üzerinde bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada gerçekleştirilen düzenlemeler başlıca iki gruba ayrılmış olup afet sonrası bölgesel düzenlemeler ve ülke geneli gerçekleştirilen düzenlemeler incelenmiştir[127].

---

[123] Półka, Marzena, Szymon Ptak, and Łukasz Kuziora. "The Use of UAV's for Search and Rescue Operations." Procedia engineering 192 (2017): 748-752.

[124] Platt, Stephen, and Bahar Durmaz Drinkwater. "Post-earthquake decision making in Turkey: Studies of Van and Izmir." International journal of disaster risk reduction 17 (2016): 220-237.

[125] Barbera, Joseph A., and Anthony Macintyre. "Urban search and rescue." Emergency medicine clinics of North America 14.2 (1996): 399-412.

[126] Karma, S., et al. "Use of unmanned vehicles in search and rescue operations in forest fires: Advantages and limitations observed in a field trial." International Journal of Disaster Risk Reduction 13 (2015): 307-312.

[127] ERGÜNAY, Oktay(2011). "1999 Depremleri Afet Mevzuatını Nasıl Değiştirdi: Mevzuat Açısından Neredeyiz?.", 1. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Ankara

Çiçekdağı ve Kırış 2012 yılında afet istasyonu ve toplanma merkezi için yer seçimi probleminin çözümlenmesinde kümeleme analizi ve ağırlık merkezi yöntemini kullandıkları bir çalışma gerçekleştirmişlerdir[128].

Karadeniz ve diğerleri afet sonrası iletişim altyapısının genellikle çökmesi ve onarılmasının oldukça zaman alıcı olması nedeni ile afet sonrası iletişimde altyapıya gereksinim duymayan gecikme toleranslı bir sistemin kullanıldığı akıllı telefonlar üzerinde bir çalışma gerçekleştirmişlerdir[129].

Ergünay ve Özmen deprem ülkesi olan ülkemizde meydana gelen afetlerle ilgili çıkarım yapılmadığından dolayısıyla yaşanan yeni olaylar söz konusu olduğunda hâlihazırda yazılı materyal olmamasından dolayı eksiklerimizin bulunduğundan bahsederek 2011 yılında meydana gelen Van depremini konu edindikleri bir çalışma gerçekleştirmişlerdir[130].

Demirci ve Karakuyu afet yönetim sisteminin ve bileşenlerinin nasıl olması gerektiğini ve Uzaktan Algılama ile Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin doğal afetlerdeki önemini gösteren bir çalışma gerçekleştirmişlerdir[131].

Şen ve diğerleri deprem nedeniyle göçük altında kalanların yerlerinin tespit edilmesinde AK İşaret Sistemini tanıttıkları bir çalışma gerçekleştirmişlerdir[132].

Kılıç ve Solak uydu teknolojilerinin AK çalışmalarında kullanımını ele aldıkları bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Uydu Destekli Arama-Kurtarma (Cospas

[128] ÇİÇEKDAĞI, Halil İbrahim, and Şafak KIRIŞ. "Afet İstasyonu ve Toplanma Merkezi İçin Yer Seçimi ve Bir Uygulama." Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 28 (2012): 67-76.

[129] Karadeniz, Görkem, et al.(2015) "Afet Senaryoları için Akıllı Telefon Tabanlı Altyapısız İletişim.", Akademik Bilişim Konferansı, Eskişehir

[130] Ergünay, O., and B. Özmen.(2013) "Afet Yönetimi Açısından Van Depreminden Elde Edilen Dersler.", 2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Hatay

[131] Demirci, Ali, and Mehmet Karakuyu. "Afet Yönetiminde Coğrafi Bilgi Teknolojilerinin Rolü/The Role of Geographic Information Technologies on Disaster Management." Doğu Coğrafya Dergisi 9.12 (2004).

[132] Şen, Bülent, et al. "Arama Kurtarma Çalışmaları İçin Geliştirilmiş Bir Gezer RF Algılayıcı Sistemi." URSI, Hacettepe Üniversitesi, Ankara (2004).

Sarsat) Sistemi ve Meosar Sistemi hakkında bilgilerin verildiği bu çalışmada Meosar Sistemi'nin ülkemiz için gerekliliğine ve önemine dikkat çekilmiştir[133].

Şengül ve Çetinkaya Kocaeli'nde belediye hizmetlerine gönüllü katılım ile ilgili bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada gönüllü katılımın kuramsal ve hukuki çerçevesinden bahsedilerek gönüllü hizmetlerin örgütlenmesi ile ilgili bilgilere yer verilmiştir[134].

2007 yılında Kepekçi İstanbul örneğini ele aldığı bütünleşik afet yönetim sistemi ve mevzuatımız ile ilgili bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada merkezi teşkilat tarafından bütünleşik afet sisteminin eksik kalan bileşimlerinin tamamlanması gerektiği ve kentsel dönüşüm projelerinin desteklenmesi gerektiği belirtilmiştir[135].

Ercan enkaz altında kalanların kurtarılmasında AK ekiplerine yardımcı olacak günümüz teknolojilerinin kullanımı ile ilgili bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada cep telefonlarına yerleştirilecek olan sensörlerle enkaz altında kalanların kimlik bilgilerinin PDA(Portable Digital Assistant) cihazına aktarılması altyapısı hakkında bilgi verilmiş olup ilgili cihazı geliştirme çabalarının halen devam ettiği belirtilmiştir[136].

2013 yılında Caymaz, Erenel ve Gürer 32 farklı bölgede faaliyet gösteren ve 1500 gönüllüsü bulunan AKUT derneğinde liderlik karizmasının gönüllü çalışma

[133] Kılıç, Özkan, and Ali Solak. "Arama Kurtarma'da Uydu Teknolojileri: MEOSAR.", III. İletişim Teknolojileri Ulusal Sempozyumu, Adana(2007)

[134] Şengül, Ramazan, and N. Işıl Çetinkaya. "Belediye Hizmetlerine Gönüllü Katılım: Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Örneği." Kuramdan Uygulamaya Yerel Yönetimler ve Kentsel Politikalar, 7.Kamu Yönetimi Sempozyumu-Hatay, (2013)

[135] Kepekçi, D. "Bütünleşik Afet Yönetim Sisteminde Kriz Yönetimi Kapsamı İçinde İstanbul İçin Yapılan Afet Acil Yardım Planı Bilgilendirmesi ve Değerlendirilmesi." Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul (2007).

[136] Ercan, Tuncay. "Duyarga Ağların Kurtarma Birimleri Tarafından Kullanımına İlişkin Bir Modelleme.", 3.Ağ ve Bilgi Güvenliği Ulusal Sempozyumu, 2010

performansına etkilerini hiyerarşik regresyon analizi ile inceledikleri bir çalışma gerçekleştirmişlerdir[137].

İbiş ve Kesgin 2014 yılında, 1999 Marmara depreminin AK hizmetlerinin gelişmesine neden olduğunu belirterek ülkemizde sosyal hizmet ve medikal kurtarma açısından Yalova, Van ve Simav depremlerinin incelendiği bir çalışma gerçekleştirmişlerdir[138].

Kalanlar ve Kubilay 2015 yılında, afet hemşireliği eğitimi ve afet öncesinde afet hemşirelerinin görevlerini konu edinen bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada Jenning'in hemşirelikte afet yönetim modeli'nin etkisi değerlendirilmiş 150 öğrencinin bulunduğu deneysel bir çalışma gerçekleştirilerek istatistiksel bir sonuçlar değerlendirilmiştir[139].

2015 yılında Gürer arama kurtarma faaliyetlerine katılan bireylerin iletişim becerilerinin incelendiği bir çalışma gerçekleştirmiştir. 140 örneklemin bulunduğu çalışmada anket yoluyla veriler elde edilmiş iletişim becerileri değerlendirme ölçeği kullanılarak elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak yorumlanmıştır[140].

Kuleyin ve Aytekin 2015 yılında gerçekleştirdiği çalışmada Çanakkale boğazında meydana gelen deniz kazalarını analiz etmişlerdir. 2004-2014 yılları arasında meydana gelen kazaların önlenmesine yönelik önerilerde bulunulan

[137] Caymaz, Ebru, Fahri Erenel, and Burak Gürer. Liderlik karizması, adanmışlık ve gruba aidiyetin gönüllü çalışma performansına etkileri: AKUT arama kurtarma derneği örneği." International Journal of Human Sciences 10.1 (2013): 129-147.

[138] İbiş, Emsal, and Bedrettin Kesgin. "Türkiye'de Sosyal Hizmet ve Medikal Kurtarma Açısından Yalova, Van ve Simav Depremlerinin İncelenmesi." Dumlupinar University Journal of Social Science/Dumlupinar Üniversitesi Soysyal Bilimler Dergisi 41 (2014).

[139] Kalanlar, Bilge, and Gülümser Kubilay. "Afet hemşireliği eğitimi ve afet öncesinde afet hemşiresinin görevleri." Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Yüksekokulu Dergisi 8.2 (2015): 77-85.

[140] Gürer, Burak. "Arama Kurtarma Faaliyetine Katılan Bireylerin İletişim Becerilerinin İncelenmesi." Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi 7.1 (2016): 11-19.

çalışmada Ana Arama Kurtarma Koordinasyon Merkezi'nden (AAKKM) elde edilen kaza verileri kullanılmıştır[141].

Büyükkaracığan 2016 yılında yerel yönetimlerde kriz ve afet yönetim çalışmalarının mevzuat açısında değerlendirilmesi çalışmasını gerçekleştirmiştir. Kamu yönetim sistemi içerisinde bulunan kuruluşların kriz ve afet yönetimine yaklaşımları ele alınarak mevzuat incelenmiştir[142].

Üstün ve Anagün 2016 yılında İstanbul'un ilçelerinin afet yönetimi açısından önem ağırlıklarının analitik hiyerarşi süreci kullanarak belirledikleri bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Elde ettikleri sonuçların afet yönetimi faaliyetleri konusundaki uygulayıcılar için rehber olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir[143].

Ardahan 2016 yılında gerçekleştirdiği çalışmada AKUT'a gönüllük örneğini incelemiştir. Çalışmada AKUT'a gönüllü olma ölçeği kullanılarak 408 kişiden anket yoluyla veriler elde edilerek çeşitli istatistiksel testlere ait sonuçlar irdelenmiştir[144].

2016 yılında Peker vd. afet yaşanması durumunda dağıtım merkez yerinin tespitinde AHS-VIKOR yöntemini Erzincan ili için kullanmıştır. Afet yeri seçimi için kriterler AHS yöntemi ile ağırlıklandırılmış VIKOR yöntemi ile de afet dağıtım merkezi seçimi gerçekleştirilmiştir[145].

---

[141] Kuleyin, Barış, Hakan Aytekin. "Çanakkale Boğazında 2004-2014 Yılları Arasında Gerçekleşen Deniz Kazalarının Analizi ve Kazaların Önlenmesine Yönelik Öneriler."Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi, 7.1, (2015).

[142] Büyükkaracığan, Naci. "Türkiye'de Yerel Yönetimlerde Kriz ve Afet Yönetim Çalışmalarının Mevzuat Açısından Değerlendirilmesi. Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi 12 (2016): 195-219.

[143] Üstün, Abdullah Korkut, ve Ahmet Sermet Anagün. "İstanbul'un İlçelerinin Afet Yönetimi Açısından Önem Ağırlıklarının Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanılarak Belirlenmesi."Journal of the Faculty of Engineering & Architecture of Gazi University" 31.1 (2016).

[144] Ardahan, Faik. "Ciddi Boş Zaman Faaliyeti Olarak Gönüllülük: Akut Örneği." III. Rekreasyon Araştırmaları Kongresi Bildiri Kitabı (2015): 40-53.

[145] Peker, İskender, et al. "Afet Lojistiği Kapsamında En Uygun Dağıtım Merkez Yerinin AHS-VIKOR Bütünleşik Yöntemi ile Belirlenmesi: Erzincan İli Örneği." Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi 14.1 (2016): 82-103.

Doğan vd. 2017 yılında optimal arama ve kurtarma takımlarının oluşturulabilmesi için genetik algoritmanın kullanıldığı bir çalışma gerçekleştirmişlerdir[146].

Günaydın vd. 2017 yılında, ülkemizde ve diğer ülkelerde yer alan arama kurtarma örgütlerini ve ulusal medikal kurtarma ekiplerini inceledikleri bir çalışma gerçekleştirmişlerdir[147].

Uysal vd. insansız hava araçlarının afet yönetiminde kullanımını konu edindikleri bir çalışmayı 2017 yılında gerçekleştirmişlerdir[148].

Erkal ve Değerliyurt[149], Öztürk[150] ve Akyel[151] ülkemizde afet ve afet yönetimi ile ilgili her biri ayrı ayrı çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmaların üçünde de çeşitli tanımsal ifadelere yer verilmiş olup ilk iki çalışmada afet çalışmalarının ülkemiz ve diğer ülkelerdeki durumu incelenmiş son çalışmada ise sadece ülkemiz afet yönetimi ile ilgili çalışma gerçekleştirilmiştir. Öner[152] Elazığ ili için afetin sosyal boyutları ve sonuçlarını incelediği bir çalışma gerçekleştirmiştir. 2010 yılında Aktel[153] 5902 Sayılı Yasa'yı incelemiş ülkemiz afet yönetiminde tarihsel ve yasal gelişimine yer vererek yasa öncesi ve sonrası merkez ve taşra yönetiminde oluşan değişimi

[146] Doğan, Şengül, Gonca Özmen Koca, and Hicran YILMAZ. "Arama Kurtarma Faaliyetlerinde Optimal Takım Dağıtımının Sağlanması İçin 3 Boyutlu Yüzeylere Genetik Algoritma Yönteminin Uygulanması." Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi 7.2 (2017): 577-585.

[147] Günaydın, Mücahit, Özgür Tatlı, and Esra Ersöz Genç. "Arama kurtarma örgütleri ve ulusal medikal kurtarma ekipleri (UMKE)." (2017):1-8.

[148] Uysal, Murat, et al. "İnsansız Hava Araçlarının Afet Yönetiminde Kullanımı, 4. Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, (2017):1-6."

[149] Erkal, Tevfik, and Mehmet Değerliyurt. "Türkiye'de Afet Yönetimi/Dısaster Management Of Turkey." Doğu Coğrafya Dergisi 14.22 (2009).

[150] Öztürk, Nurettin. "Türkiye'de Afet Yönetimi: Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri." Çağdaş Yerel Yönetimler Dergisi 12.4 (2003): 42-64.

[151] Akyel, Recai. "Türkiye Kamu Yönetiminde Afet Yönetimi." Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi 14.1 (2005).

[152] Öner, İlknur. "Afetin Sosyal Boyutları ve Sonuçları: Elazığ'dan İki Sosyal İlişki Türü Örneği.", TMMOB Afet Sempozyumu, 2007

[153] Aktel, Mehmet. "5902 Sayılı Yasa İle Türkiye'de Afet Yönetiminde Oluşan Değişim." Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi 27 (2010): 169-180.

incelemiştir. 2007 yılında Aktel ve Çağlar[154] yine afet yönetimi üzerine bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada Afet'in tanımı verilmiş olup ülkemizdeki afet yönetim yapılanması üzerinde durulduktan sonra Isparta'nın afet yapılanmasından bahsedilmiştir

Şahin ve Akyer çeşitli alternatif ve kriterlere göre AK çalışmalarında kullanılan arazi araçlarının seçiminde AHP(Analitik Hiyerarşi Prosesi) ve Topsis yöntemini kullandıkları bir çalışma gerçekleştirerek taşıt önerisinde bulunmuşlardır[155].

Gürer ve diğerleri 110 gönüllüden oluşan örgütsel bağlılık ölçeğinin kullanıldığı ve AKUT gönüllülerinin bağlılık düzeylerini çeşitli demografik değişkenler açısından inceledikleri bir çalışma gerçekleştirmişlerdir[156].

Keskin ve Kum ülkelerin güvenlik güçleri ve AK birimlerinin kullanımı için tasarlanmış olan, genel anlamda geniş bir kullanım alanı bulamayan ya da özel sektörle sınırlı kalan LRIT(Uzak Mesafeden Gemileri Tanımlama ve Takip Sistemi) sistemini inceledikleri bir çalışma gerçekleştirmişlerdir[157].

Doğan ve Kahraman ülkemizde yaşanan 1999 depreminin ardından ülkemize gelen yabancı AK ekiplerine görevlerini ifa ederken çeviri hizmeti vermek üzere yetiştirilecek çevirmenler için eğitim seminerlerinin verildiği Afette Rehber Çevirmenlik Organizasyonu hakkında bilgi paylaştıkları bir çalışma gerçekleştirmişlerdir[158].

Çeri ve Gülbağ afet vb. nedenlerle aşırı yüklenmeden dolayı GSM şebekelerinin devre dışı kalması durumunda AK ekipleri ile afetzedeler arasındaki

[154] Aktel, Mehmet, and Nedret Çağlar. "Isparta İli Afet (Kriz) Yönetim Yapılanması Üzerine Bir Çalışma." Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi 12.3 (2007).

[155] Şahin, Yusuf, and Hasan Akyer. "Ülke Kaynaklarının Verimli Kullanımı: 4x4 Arama ve Kurtarma Aracı Seçiminde AHS ve Topsis Yöntemlerinin Uygulaması." Visionary E-Journal/Vizyoner Dergisi 3.5 (2011).

[156] Gürer, B., Caymaz, E., Adiloğulları, İ.(2013). Akut Gönüllülerinin Örgütsel Bağlılık Düzeylerinin Bazı Demografik Değişkenler Açısından İncelenmesi. Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi Ve Spor Bilim Dergisi, 14(2), 290-297.

[157] Keskin, H. İbrahim, and K. U. M. Serdar. "Deniz Emniyet ve Güvenliğinde LRIT Sistemi." Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi 4.2 (2012).

[158] Doğan, Aymil, and Rana Kahraman. "Emergency and disaster interpreting in Turkey: ten years of a unique endeavour." Edebiyat Fakültesi Dergisi 28.2 (2011).

iletişimi sağlayacak olan alternatif bir haberleşme sistemi alt yapısının anlatıldığı bir çalışma gerçekleştirmişlerdir[159].

Kutluca ve diğerleri ARGE yaklaşımı ile Savaş Yönetim Sistemi(SYS) yazılımını tasarlamak amacıyla Gemi Komuta Kontrol Sistemi Yazılımı(GEMKOMSİS) projesi uygulamalarından birisi olan Sahil Güvenlik Arama Kurtarma Gemisi ile ilgili deneyimlerini paylaştıkları bir çalışma gerçekleştirmişlerdir.[160]

2008 yılında Sarıel ve diğerleri ortaklaşa çalışan çoklu-robot sistemlerinin AK çalışmaları, uzay araştırmaları ve askeri uygulamalarda etkin bir şekilde kullanıldığını belirterek gerçek zamanlı çoklu-robot çoklu hedef problemi için artımlı atama yöntemini anlatmışlardır[161].

Filiz ve diğerleri afet anında AK ekiplerinin ve kişilerin birbirleri ile iletişim kurma ve koordinasyon sağlama problemini çözmek amacıyla akıllı telefonlar için bir uygulama tasarlamışlardır[162].

Sarıel ve Akın askeri ve sivil amaçlı ortam temizleme, mayın tarama ve AK etkinliklerinde kullanılabilecek özerk robotlar için arama amacıyla tarama yapmak üzere etkin bir planlama yöntemi önerisinde bulunmuşlardır[163].

Çakmak ve diğerleri 2014 yılında gerçekleştirdikleri çalışmalarında arama kurtarma amaçlı, ROS(Robot Operating System) platformu uyumlu, dört tekerlekli,

[159] Ceri, Yusuf, and Ali Gulbag. "Establishing an alternative communication network in disaster situations using smart devices." Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), 2014 22nd. IEEE, 2014.

[160] Kutluca, H., Çetin, İ.E., Çakır, U., Kılıç, M., "GEMKOMSIS savaş yönetim sistemi yazılımının ar-ge projesi olarak geliştirilmesi, deniz platformları için sunduğu ortak alt yapı ve sahil güvenlik arama kurtarma gemisi uygulaması", Yazılım Kalitesi ve Yazılım Geliştirme Araçları Sempozyumu, 2008, İstanbul

[161] Sarıel, Sanem, Nadia Erdoğan, and Tucker Balch. "Gerçek zamanlı çoklu-robot çoklu-hedef problemi için artımlı atama yöntemi." İTÜDERGİSİ/d 7.5 (2011).

[162] Filiz G., Maktav D., Kalkan K., Özer O., Mobil Platformlar Üzerinden Gerçek Zamanli Ekip Takip Sistemi, TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi 2013

[163] Sanem Sariel, H. Levent Akin, "Ozerk Robotlar icin Bir Genis Alan Taramasi Planlama Yontemi", Havacilikta Ileri Teknolojiler ve Uygulamalari Sempozyumu, 2004

diferansiyel sürüşlü bir mobil robot geliştirmiş ve geliştirilen robot üzerinde ROS'un çeşitli kütüphanelerini test etmişlerdir[164].

2014 yılında Atalı ve Sertbaş spor tesisleri ve alanlarının deprem sonrası afet hizmetlerine yönelik kullanımı üzerine bir çalışma gerçekleştirmişlerdir[165].

Yontar ve Yılmaz bütünleşik kıyı yönetimi konusunda Türk mevzuatını inceledikleri bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Yapılan çalışmada, 2011 yılında bakanlıkların görev alanlarının yeniden düzenlenmesi ile kıyı yönetiminde görev alan birimlerin sorumlulukları hukuki düzenlemelere göre incelenmiştir[166].

Ayan ve Baykal 2010 yılında gerçekleştirdikleri çalışmalarında Uluslararası Denizcilik Örgütü(IMO) 'nün faaliyet alanlarını, çalışma organizasyonunu ve taraf ülkelerden biri olan ülkemizin IMO'daki katılımını ve durumunu incelemişlerdir[167].

Sever ve Kazancıoğlu 2011 yılında gerçekleşen Van depremini ele aldıkları, Türk Nefroloji Derneği Renal Afet Grubu'nun depremzedeleri kurtarma ve yardım faaliyetlerine katılmaları ve enkazdan kurtarılan hastaların tedavilerini konu edindikleri bir çalışma gerçekleştirmişlerdir[168].

Şahin ve diğerleri AK'da kullanılan robotları konu edinen bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Kullanılan robotların ortamda bulunan engellere çarpmadan ve takılmadan ilerlemesinin önemine değinerek gerçek zamanlı yol planlaması yapan Vector Field Histogram yöntemini kullandıkları bir çalışma gerçekleştirmişlerdir[169].

---

[164] Çakmak, Furkan, et al. "ROS Uyumlu Robot Platformu Gerçeklenmesi ROS Compatible Robot Platform Implementation.", Türkiye Otonom Robotlar Konferası, 2014

[165] Atalı, Levent, and Kürşad Sertbaş. "Spor Tesisleri ve Alanlarının Deprem Sonrası Afet Hizmetlerine Yönelik Kullanımı." Megaron 9.1 (2014).

[166] Yontar, İbrahim Güray, ve Feriştah Yılmaz. "Türkiye'de Bütünleşik Kıyı Yönetiminin Aktörleri, Rolleri ve Sorumlulukları.", Uludağ Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 2013; 32(1) 147–184.

[167] Ayan, Murat, ve Tan Baykal. "Uluslararası Denizcilik Örgütü ve Çevre: Türkiye'nin Örgüt İçindeki Durumu.", Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 2010; 7(13) 275-297

[168] Şükrü sever, Mehmet, ve Rümeyza Kazancıoğlu. "Van Depremi'nin Ardından: Yine Yeniden Deprem.", Türk Nefroloji Diyaliz ve Transplantasyon Dergisi, 2012; 21(1) 7-9

[169] Sahin, G., Balcilar, M., Uslu, E., Yavuz, S., & Amasyali, M. F. Obstacle avoidance with Vector Field Histogram algorithm for search and rescue robots. In Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), 2014 22nd (pp. 766-769). IEEE.

Bakhshipour vd. 2017 yılında swarm robotics search & rescue: A novel artificial intelligence-inspired optimization approach(sürü robotik arama ve kurtarma: yeni bir yapay zekaya dayalı optimizasyon yaklaşımı)[170] isminde bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışma tez ile bazı benzerlikler ve farklılıklar içermektedir. Her iki çalışmada da diğer sezgisellerin aksine insan davranışlarının dikkate alındığı belirtilmiştir.

Bakhshipour vd. gerçekleştirdiği çalışmada master ve slave isminde iki tür robot bulunmaktadır. Bu robotlar kazazedenin aranmasında kullanılan sürü zekâsına sahip robotlardır. Algoritma robot sayısının belirlenmesi ile başlamaktadır. Master robot belirlendikten sonra diğer robotlar slave robot olarak adlandırılmaktadır. Master robot sayısı 1 tanedir. Arama Kurtarma Optimizasyon Algoritmasında(AKOA) ise bir adet ekip lideri ile boyut sayısı ve fonksiyonda yer alan değişken sayısının baz alındığı sayıda arama kurtarma görevlisi(AKG) bulunmaktadır.

Slave robotlar master robot etrafında konumlanıp tesadüfi aramalar gerçekleştiriyorken, AKOA'da ise çözüm uzayı önce eş alanlara bölünüp bu alanlarda yer alan tesadüfi noktalara AKG'ler yerleştirilmekte ve kendilerine ayrılan bu eş alanlarda tesadüfi aramalar gerçekleştirmektedirler. Bu arama işlemini gerçekleştirirken AKG'ler için iki hareket söz konusudur. Bunlardan ilki kendine tanımlı bulunan alanda kalmak kaydıyla rastgele arama yapmaya devam etmektir. İkincisi ise önceden ekip liderine bildirilen uygunluk değerine göre AKG'ler arasında bilgi paylaşımında bulunulmasıdır.

Sürü arama ve kurtarma optimizasyon algoritmasında(SAKOA) master robot iterasyon boyunca slave robotlardan herhangi birisi olabiliyorken AKOA'da ekip lideri tek ve sabittir. Yani AKG'lerden herhangi birisi iterasyon sürecinde ekip lideri haline gelmemektedir.

AKOA'da eş alanlara bölünen arama uzayı zamanla daraltılıyorken ilgili SAKOA çalışmasında daraltma işlemi yer almamaktadır.

[170] Bakhshipour, M., M. Jabbari Ghadi, and F. Namdari. "a.g.e." Applied Soft Computing (2017):708-726.

Gerçek bir arama kurtarma faaliyetinde robotların kullanılması düşünüldüğünden SAKOA'da robotlar arasındaki iletişim Bluetooth ile sağlanmaktadır. AKOA gerçek hayat arama ve kurtarma faaliyetleri için önerilmediğinden iletişim iterasyon süresince çözüm kalitesinin iyileştiği durumlarda gerçekleştirilmektedir.

Slave robotlar master robot etrafında aramalar gerçekleştirip zaman zaman uzaklaşıp yaklaşmaktadır. AKOA'da ise benzer şekilde AKG'lerin birbirlerine yakınlaşıp uzaklaşmaları mümkündür.

SAKOA'da diğer sezgisel yöntemlerden farklı olarak 3 yeni operatör kullanıldığı belirtilmiştir. Bu operatörler accumulation(birikim), exploration(keşif) ve local search(yerel arama) operatörleridir. Algoritmada kullanılan ilk operatör birikim/yığılma operatörüdür. Bu operatör normal dağılım fonksiyonunu kullanarak çözümlerin yeni pozisyonlara taşındığı, her çözüm için aritmetik ortalama ve varyans faktörlerini hesaplamak için yeni bir yöntemin önerildiği bir operatördür. İkinci operatör ise keşif operatörüdür. Bu operatör ile master-slave konsepti sayesinde en iyi çözüme yaklaşma ve uzaklaşma yöntemini uygulayarak elde edilen çözümün en iyi çözüme doğru yaklaşmasını sağladığını belirtmişlerdir. Parçacık Sürü Optimizasyonu ve Genetik Algoritma gibi önceki algoritmaların hiçbirisinde bu operatörün kullanılmadığını belirtmişlerdir. Üçüncü operatör ise yerel arama operatörüdür. Bu operatörün bilinen bir operatör olduğu ve diğer iki operatörle birlikte ilk defa bu çalışmada kullanıldığını dile getirmişlerdir. SAKOA'da 3 farklı operatör yer almasına karşın AKOA'da yalnızca yerel arama operatörü yer almaktadır.

Her iki çalışmada da algoritma performansının ölçülmesinde literatürde yer alan test problemleri kullanılmıştır. SAKOA 10 adet test problemi ve pratik bir elektrik sistemi problemine uygulanmışken AKOA 21 adet test problemine uygulanmıştır. SAKOA'da yer alan 10 adet test probleminden ikisi bire bire AKOA'da yer almaktadır. Bu test problemlerinden SAKOA'da çözülen F11 isimli problem bu tezde 11 numaralı problemdir. F14 isimli problem ise tezde yer alan 13. problemdir. Bu benzerliğin olmasının nedeni, bu problemlerin literatürde algoritma performansını ölçmede kullanılan test problemleri olmasından kaynaklanmaktadır. SAKOA ve AKOA belirtilen iki problem için de bilinen en iyiye ulaşmışlardır. Her iki yöntemde

de boyut sayısının büyük olduğu fonksiyonlar yer almaktadır. AKOA'da SAKOA'dan farklı olarak boyutların eş alanlara bölümlendirilmesi söz konusudur.

SAKOA gerçek hayat arama ve kurtarma faaliyetlerinde sürü zekâsına sahip robotların kullanımı için önerilen bir teknik iken bu tezde önerilen AKOA ise halihazırda fonksiyon optimizasyon problemlerinin çözümü için önerilmiştir.

Yabancı literatür incelendiğinde gerçekleştirilen çalışmalarda, AK istatistiklerinin yer aldığı, AK çalışmalarının iyileştirilmesi ve teknolojik yeniliklerin önerildiği birçok çalışmanın olduğu görülmektedir. Ülkemizde gerçekleştirilen çalışmalar incelendiğinde ise daha çok tanımsal çalışmaların yapıldığı mevcut durumun ortaya konulduğu, AK istatistikleri ile ilgili yeterli çalışmaların bulunmadığı, çok fazla olmasa da çeşitli yeni teknolojilerin önerildiği çalışmalar tespit edilmiştir. Bu bağlamda ülkemizde AK çalışmaları yapılmasına rağmen yeterli bilimsel çalışmanın yapılmadığı yargısında bulunmak çok da yanlış olmayacaktır. Birçok afet ve kazanın yaşandığı ülkemizde AK ile ilgili çalışmaların yapılması, AK'a konu olmuş olaylara ait istatistiklerin kayıt altına alınması ve uygulamada bu çalışmaların hayat bulması oldukça önem arz etmektedir.

Literatür araştırmasının yapıldığı bu bölümde 1995-2017 yılları arasında ülkemiz ve dünyadaki çalışmalar incelenmiştir. Bu çalışmaların 46 tanesi ülkemiz menşeili iken kalan 92 makale yurtdışında yapılan çalışmalardan derlenmiştir. Bölümün girişinde de belirtildiği üzere 2017 yılında yayımlanan ve bu doktora tez konusuna benzer bir çalışma olan "swarm robotics search & rescue: a novel artificial intelligence-inspired optimization approach(sürü robotik arama ve kurtarma: yeni bir yapay zekaya dayalı optimizasyon yaklaşımı) " isimli çalışmanın haricinde Arama ve Kurtarma Optimizasyon Algoritması'nın varlığına rastlanmamıştır. Bir sonraki bölümde AK optimizasyon algoritmasında kullanılacak problemlere değinilecektir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

PROBLEMLER

3. ARAMA VE KURTARMA OPTİMİZASYON ALGORİTMASI İÇİN KULLANILAN PROBLEMLER

Bu bölümde arama ve kurtarma optimizasyon algoritması için kullanılacak problemlere değinilecektir. Bu bağlamda literatürde yer alan 21 adet test problemi gösterilecek, grafik çizimi mümkün olan problemlerin grafiklerine yer verilecektir. Bu test problemlerinin ilk 5'i Hamzaçebi ve Kutay'ın 2006 yılında gerçekleştirdikleri çalışmalarından derlenmiştir[171]. Altıncı test problemi ise Yongjian ve Yumei'nin 2007 yılında gerçekleştirdikleri çalışmalarından alıntılanmıştır[172].Geri kalan 15 problem ise yine Hamzaçebi ve Kutay'ın 2007 yılında gerçekleştirdikleri çalışmalarında kullandıkları test problemleridir[173].

Bu test problemlerine ait karşılaştırmalı sonuçlar Cura'nın 2010 yılında gerçekleştirdiği *A random search approach to finding the global minimum* isimli çalışmasından elde edilmiştir[174].

Literatürde yer alan fonksiyonların çözümü için önerilen çalışmalar incelendiğinde ***HRO, ACO, ARSET, DRASET, RSA*** ve ***WA*** gibi algoritmalar ile çözüm önerilerinin olduğu görülmektedir. Heuristic Random Optimization'ın kısaltması ***HRO***, Ant Colony Optimization Tecnique'in kısaltması ***ACO***, Adaptive Random Search Tecnique'in kısaltması ***ARSET***, Dynamic Random Search Tecnique'in kısaltması ***DRASET*** ve Random Selection Algorithm ve Walk Algorithm'in birleşimi olan Random Selection Walk'ın kısaltması ise ***RSW***'dur. Bu

[171] Hamzaçebi, Coşkun, and Fevzi Kutay. "A heuristic approach for finding the global minimum: Adaptive random search technique." Applied Mathematics and Computation 173.2 (2006): 1323-1333.

[172] Yongjian, Yang, and Liang Yumei. "A new discrete filled function algorithm for discrete global optimization." Journal of Computational and Applied Mathematics 202.2 (2007): 280-291.

[173] Hamzaçebi, Coşkun, and Fevzi Kutay. "Continuous functions minimization by dynamic random search technique." Applied Mathematical Modelling 31.10 (2007): 2189-2198.

[174] Cura, Tunchan. "A random search approach to finding the global minimum." Int. J. Contemp. Math. Sciences 5.4 (2010): 179-190.

çalışmada önerilen yeni optimizasyon tekniğinin ingilizcesi ise ***SaRA*** Search and Rescue Algorithm olarak düşünülmüştür. İlgili kelimelerin İngilizce olması ve Türkçe karşılıklarının kısaltmalarının kullanılması gerekliliğinden ötürü ***HRO*** için Sezgisel Rastgele Optimizasyon Tekniği'nin baş harfleri olan ***SROT***'un, ***ACO*** için Karınca Kolonisi Optimizasyon Tekniği'nin baş harfleri olan ***KKOT***'un, ***ARSET*** için Adaptif Rastgele Arama Tekniği'nin baş harfleri olan ***ARAT***'ın, ***DRASET*** için Dinamik Rastgele Arama Tekniği'nin baş harfleri olan ***DRAT***'ın ve ***RSW*** için ise Rastgele Seçim Yürüyüş Tekniği'nin baş harfleri olan ***RSYT***'nin kullanılması uygun görülmüştür. Ayrıca Arama ve Kurtarma Optimizasyon Algoritması ise ***AKOA*** kısaltması ile tablolarda belirtilmiştir.

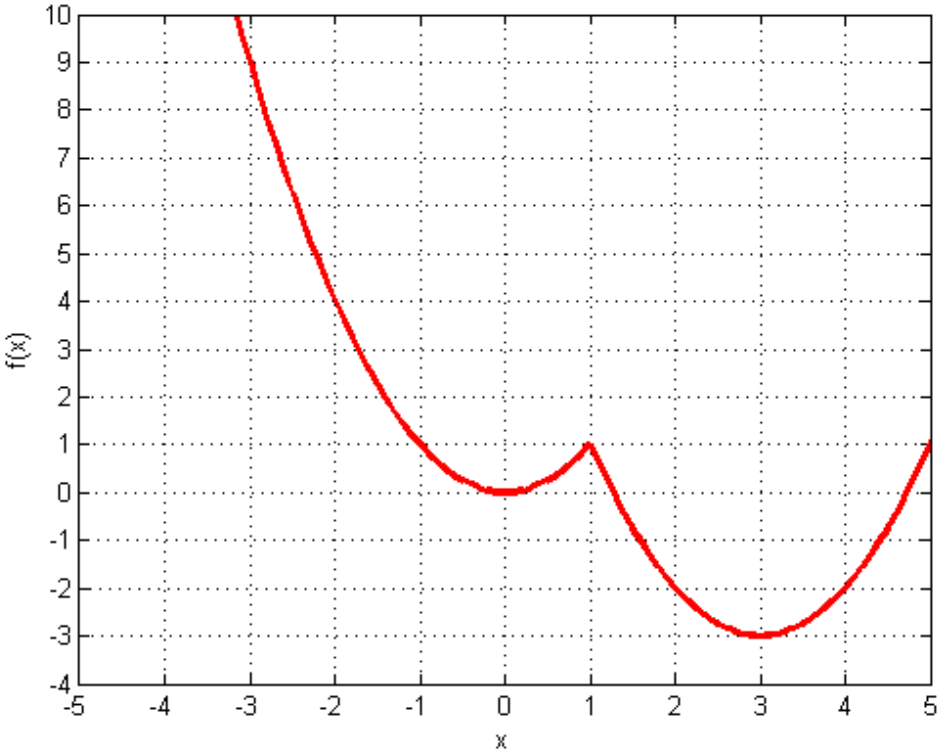
Bu bölümde tek değişkenli ve iki değişkenli fonksiyonların grafiklerine yer verilmiş ikiden fazla değişkenli fonksiyonların grafiklerinin gösterimine yer verilmemiştir.

3.1. PROBLEM 1

Tek değişkenli olan bu fonksiyonun iki minimum noktası olduğu bilinmektedir. Bu fonksiyonun yerel minimumu $\boldsymbol{x = 0}$ ve global minimumu ise $\boldsymbol{x = 3}$'tür. Fonksiyon aşağıda yer aldığı gibidir;

$$\boldsymbol{f(x)} = \begin{cases} \boldsymbol{x^2}, & \text{eğer} \quad \boldsymbol{x \leq 1}, \\ \boldsymbol{(x-3)^2 - 3}, & \text{eğer} \quad \boldsymbol{x > 1}. \end{cases} \tag{8}$$

Fonksiyona ait grafiksel gösterim aşağıdaki gibidir. Fonksiyon tek değişkenli olduğundan bu fonksiyon iki boyutlu grafikte gösterilmiştir.



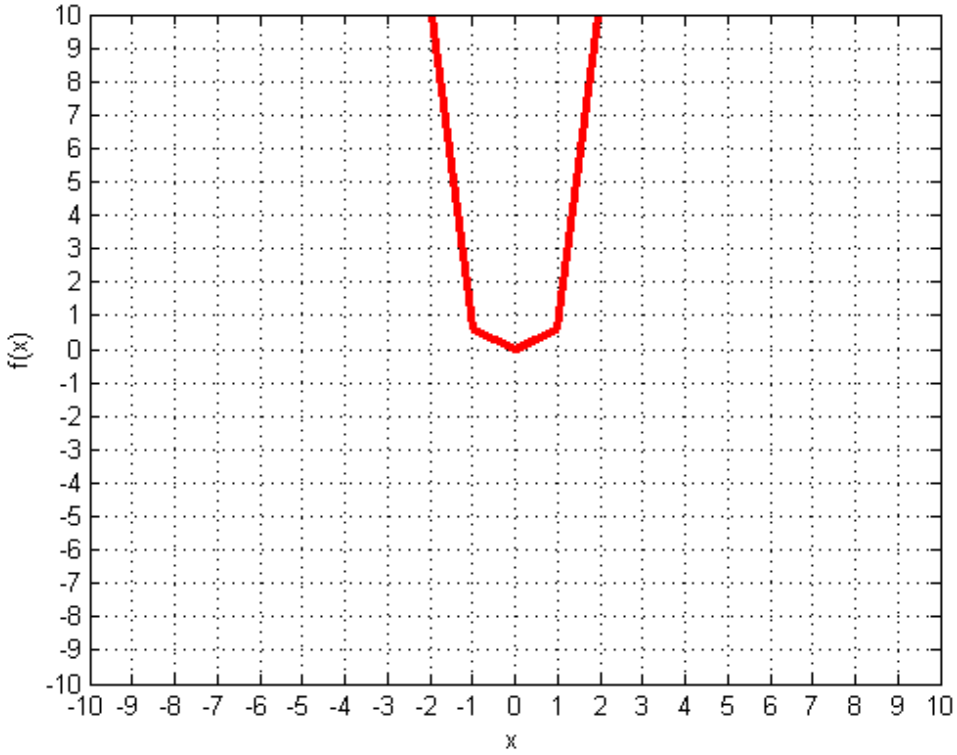
Grafik 1: Problem 1'e ait grafik.

3.2. PROBLEM 2

İkinci problemde yer alan fonksiyon da yine tek değişkenli bir fonksiyondur Bu fonksiyonun tek minimum noktası bulunmaktadır ve $\boldsymbol{x = 0}$ olduğunda fonksiyon minimumdur.

$$\boldsymbol{f(x)} = \begin{cases} \left[\boldsymbol{x} * \boldsymbol{sin}\left(\frac{\boldsymbol{1}}{\boldsymbol{x}}\right)\right]^{\boldsymbol{4}} + \left[\boldsymbol{x} * \boldsymbol{cos}\left(\frac{\boldsymbol{1}}{\boldsymbol{x}}\right)\right]^{\boldsymbol{4}}, & \text{eğer} \quad \boldsymbol{x \neq 0}, \\ \boldsymbol{0}, & \text{değilse.} \end{cases} \tag{9}$$

Probleme ait grafiksel gösterim aşağıda yer alan iki boyutlu grafik üzerinde gösterilmiştir.



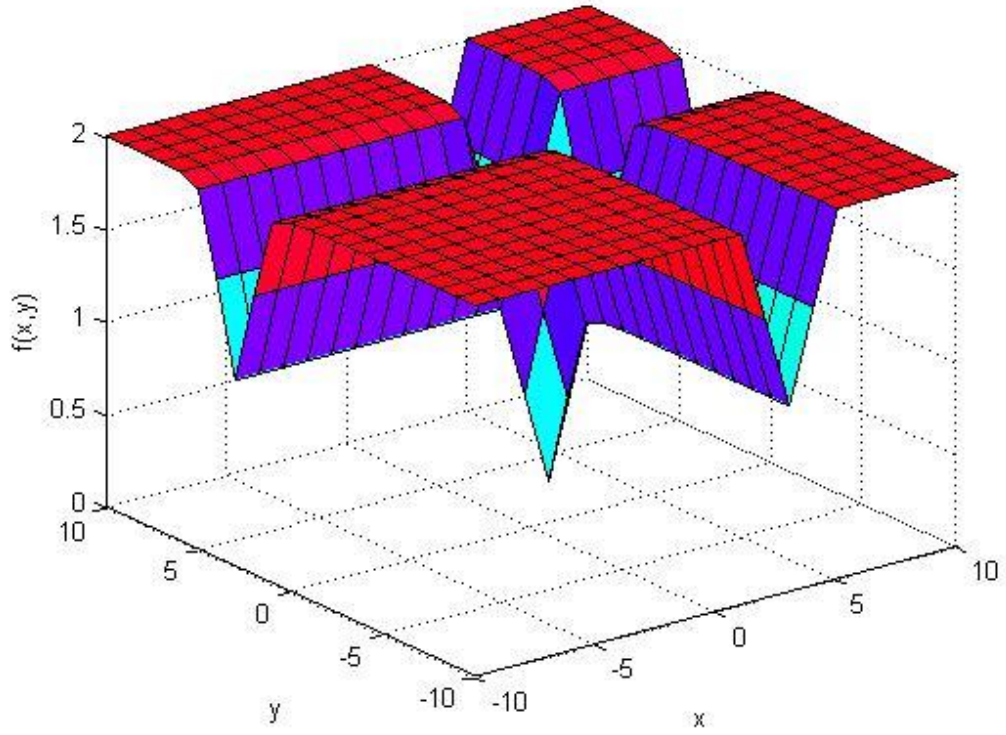
Grafik 2: Problem 2'ye ait grafik.

3.3. PROBLEM 3

Problem 3, iki değişkenli bir fonksiyon olmakla birlikte bu fonksiyonun ***[-10 10]*** aralığında minimum noktasının ***x = 3, y = 3*** 'te olduğu bilinmektedir. Fonksiyona ait matematiksel gösterim aşağıdaki gibidir;

$$f(x,y) = \frac{(x-3)^8}{1+(x-3)^8} + \frac{(y-3)^4}{1+(y-3)^4} \quad (10)$$

Fonksiyon iki değişkenli olduğundan bu fonksiyon üç boyutlu grafikte gösterilmiştir. Fonksiyona ait grafiksel gösterim aşağıda yer aldığı gibidir;



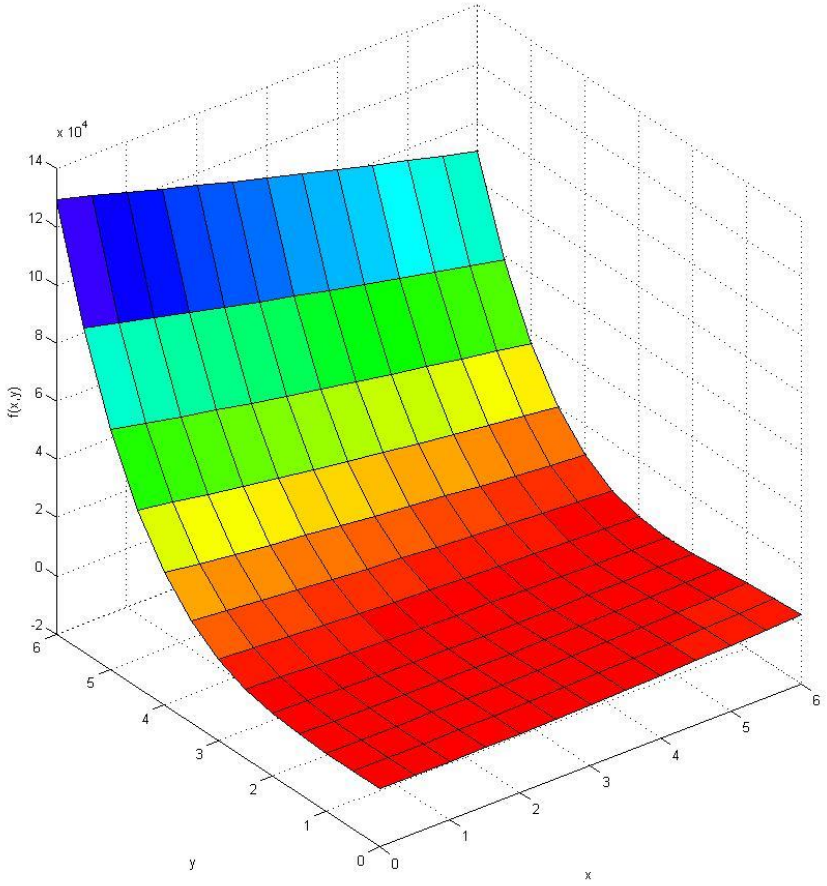
Grafik 3: Problem 3'e ait grafik.

3.4. PROBLEM 4

Rosenbrock'un Muz Fonksiyonu olarak da bilinen bu fonksiyon da iki değişkenli bir fonksyondur. ***ARAT*** ve ***KKOT*** için çözüm aralığının ***[0, 6]*** olarak alındığı ilgili çalışmada belirtilmiştir. Fonksiyonun minimum noktasının ***x = 1, y = 1*** noktasında olduğu bilinmektedir. Fonksiyona ait matematiksel gösterim aşağıdaki gibidir;

$$\boldsymbol{f(x,y) = 100(x - y^2)^2 + (1 - x)^2} \tag{11}$$

Fonksiyon iki değişkenli olduğundan bu fonksiyon üç boyutlu grafikte gösterilmiştir. Fonksiyona ait grafiksel gösterim aşağıda yer aldığı gibidir;



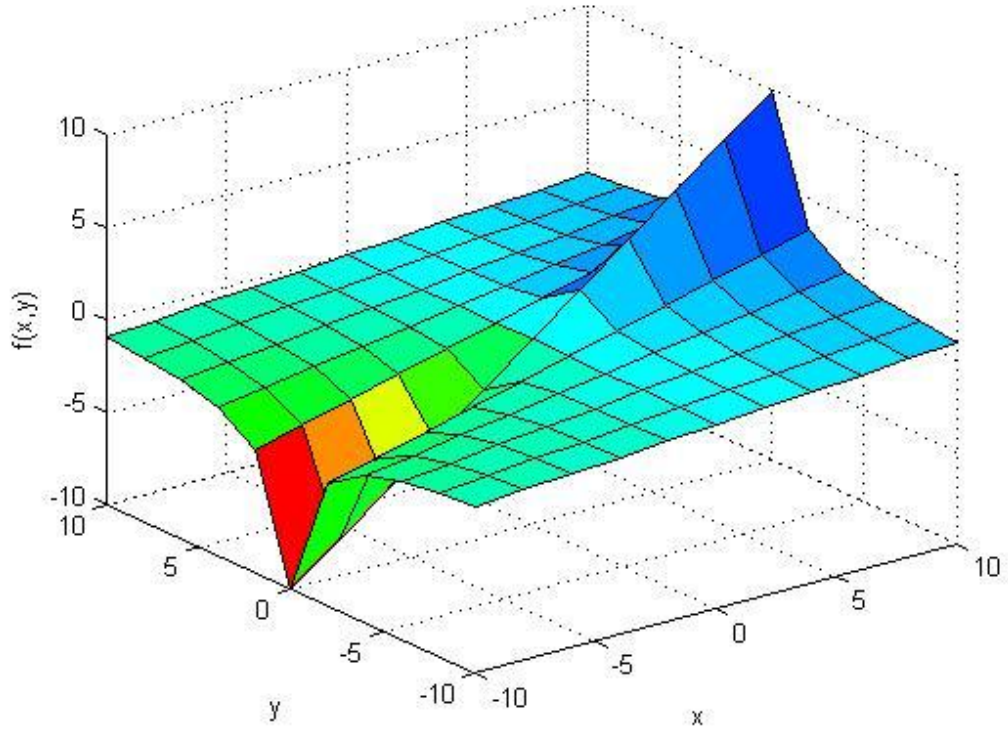
Grafik 4: Problem 4'e ait grafik.

3.5. PROBLEM 5

Problem 5'e ait fonksiyon türevlenemeyen bir fonksiyon olup iki değişkenli bir fonksiyondur. ***[-10 10]*** aralığında fonksiyonun minimum noktasının ***-10*** olduğu bilinmektedir. Bu probleme ait fonksiyon aşağıdaki gibidir;

$$\boldsymbol{f(x,y) = \frac{x}{1+|y|}} \tag{12}$$

Fonksiyona ait grafik aşağıda yer almaktadır;



Grafik 5: Problem 5'e ait grafik.

3.6. PROBLEM 6

Rosenbrock'un Muz Fonksiyonu'nun farklı bir formu Youngjian ve Yumei tarafından *"A new discrete filled function algorithm for discrete global optimization"* isimli çalışmalarında test edilmiştir[175]. Bu fonksiyona ait matematiksel gösterim aşağıdaki gibidir;

$$\boldsymbol{f(x) = \sum_{i=1}^{N-1} 100(x_{i+1} - x_i^2)^2 + (1 - x_i)^2} \qquad (13)$$

Bu problem ***10*** bilinmeyenli, ***25*** bilinmeyenli ve ***50*** bilinmeyenli olmak üzere yani ***N=10, 25*** ve ***50*** olarak belirlenerek farklı boyutlar için problem çözülmüştür.

[175] Yongjian, Yang, and Liang Yumei, a.g.e., sy:290, 2007.

7. problem ile 21. problem arasında yer alan 15 probleme ait fonksiyonlar Hamzaçebi ve Kutay'ın 2007 yılında gerçekleştirdikleri *"Continious functions minimizations by dynamic random search technique"* isimli çalışmalarında kullandıkları test problemleridir[176]. Sırası ile ele alınacak olan bu 15 probleme ait bütün sonuçların yer aldığı tablolara sonuçlar ve öneriler bölümünde yer verilecektir. Bu problemlere ait fonksiyonlar aşağıdaki gibidir;

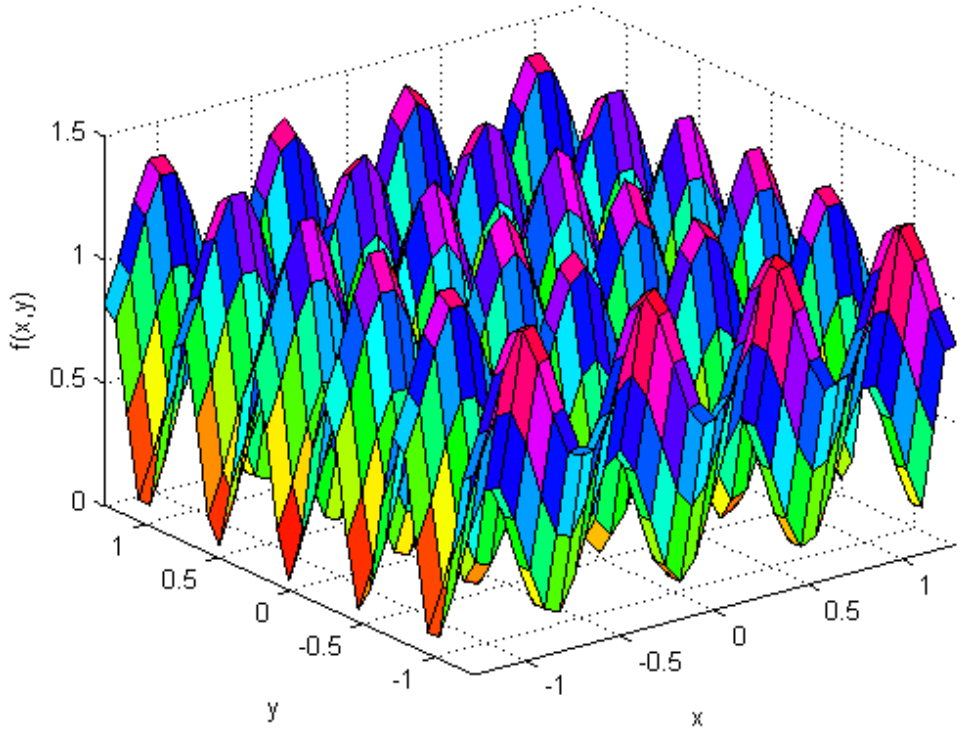
3.7. PROBLEM 7

[-1,28 1,28] aralığında minimum noktası ***0*** olan bu fonksiyon iki değişkenli bir fonksiyondur. Fonksiyonun matematiksel gösterimi aşağıda yer aldığı gibidir;

$$\boldsymbol{f(x,y) = x^2 + 2y^2 - 0,3\,cos(3\pi x) - 0,4\,cos(4\pi y) + 0,7} \qquad (14)$$

Bu fonksiyona ait grafik aşağıda yer almaktadır;

[176] Hamzaçebi, Coşkun, and Fevzi Kutay, a.g.e., sy. 2193-2194, 2007



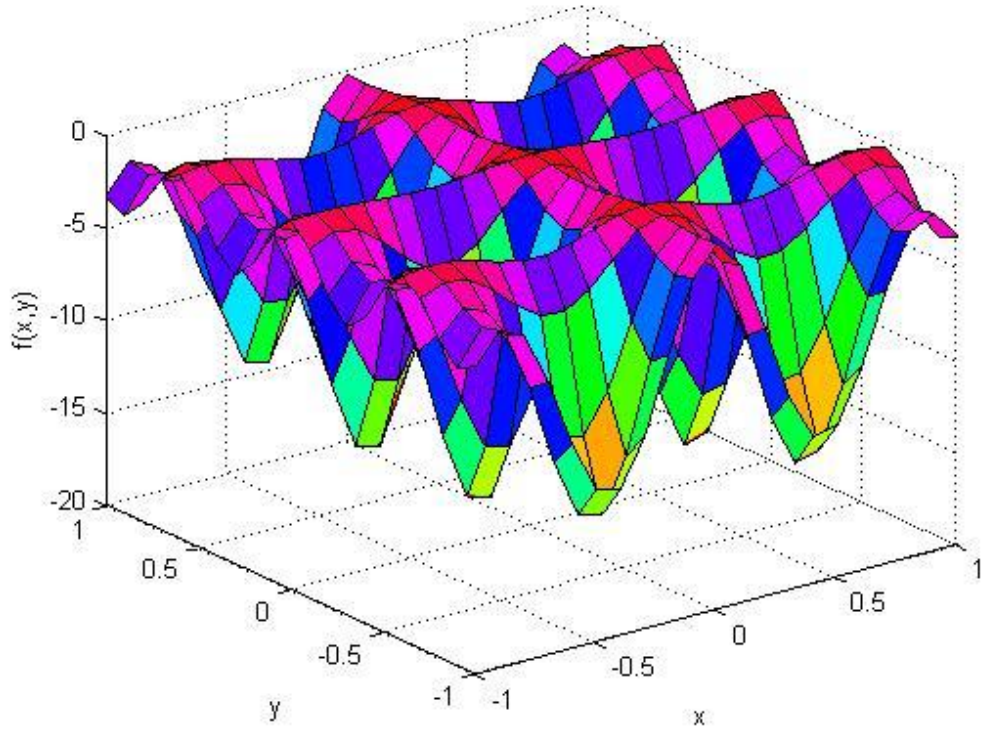
Grafik 6: Problem 7'ye ait grafik.

3.8. PROBLEM 8

Yine iki değişkenli olan problem 8'in ***[-1 1]*** aralığındaki minimum noktasının ***-16,09172*** olduğu bilinmektedir. Probleme ait matematiksel gösterim aşağıda yer aldığı gibidir;

$$\boldsymbol{f(x,y) = [cos(2\pi x) + cos(2,5\pi x) - 2,1] * [2,1 - cos(3\pi y) - cos(3,5\pi y)]} \qquad (15)$$

Bu fonksiyona ait grafiksel gösterim ise aşağıdadır;



Grafik 7: Problem 8'e ait grafik.

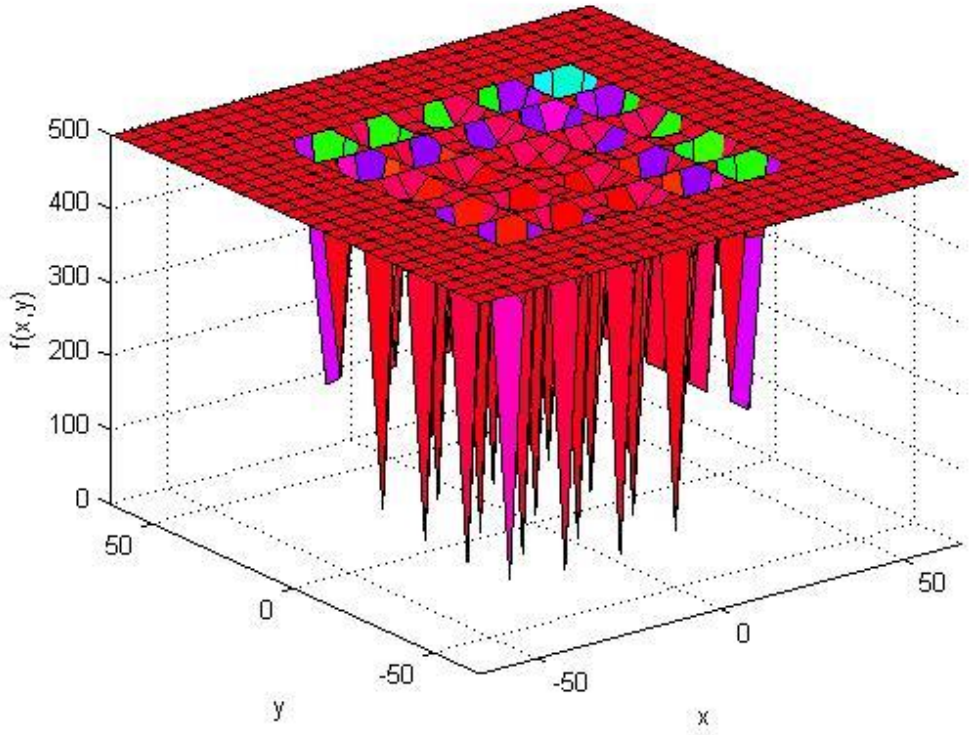
3.9. PROBLEM 9

Bu problemde $\boldsymbol{a}$ için $\boldsymbol{50}$ farklı değer, $\boldsymbol{x}$ için ise $\boldsymbol{2}$ farklı değer söz konusudur. Değişen $\boldsymbol{a}$ değerleri karşısında $\boldsymbol{x}$'in alacağı değerlerin araştırıldığı bu probleme ait matematiksel gösterim aşağıda yer aldığı gibidir;

$$\boldsymbol{f(x_1, x_2) = \left[0,002 + \sum_{j=1}^{25}\left(j + \sum_{i=1}^{2}(x_i - a_{ij})^6\right)^{-1}\right]^{-1}} \qquad (16)$$

$$\boldsymbol{a} = \begin{vmatrix} -32 & -16 & 0 & 16 & 32 & -32 & -16 & 0 & 16 & 32 & -32 & -16 & 0 & 16 & 32 & -32 & -16 & 0 & 16 & 32 & -32 & -16 & 0 & 16 & 32 \\ -32 & -32 & -32 & -32 & -32 & -16 & -16 & -16 & -16 & -16 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 16 & 16 & 16 & 16 & 16 & 32 & 32 & 32 & 32 & 32 \end{vmatrix}$$

Oldukça zor bir problem olan bu fonskiyon iki değişkenli bir fonksiyondur. Bu fonksiyonun ***[-65,536 65,536]*** aralığında minimum noktasının ***0,998*** olduğu bilinmektedir. Fonksiyona ait grafiksel gösterim aşağıda yer aldığı gibidir;



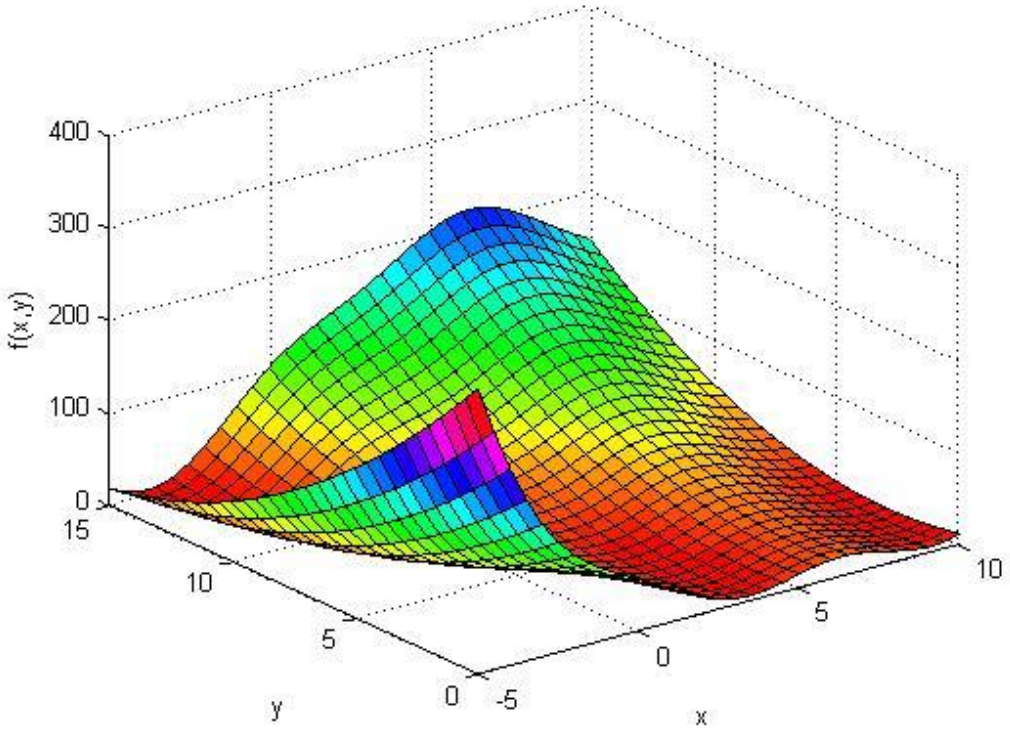
Grafik 8: Problem 9'a ait grafik.

3.10. PROBLEM 10

$x \in [-5\ 10]$ ve $y \in [0\ 15]$ aralığında minimum noktasının ***0,3978873*** olduğu bilinen bu fonksiyon literatürde ***Branin Fonksiyonu*** ismi ile de bilinmektedir. Bu fonksiyona ait matematiksel gösterim aşağıda yer aldığı gibidir;

$$f(x,y) = \left(y - \frac{5,1}{4\pi^2}x^2 + \frac{5}{\pi}x - 6\right)^2 + 10\left(1 - \frac{1}{8\pi}\right)\cos(x) + 10 \qquad (17)$$

Fonksiyona ait grafiksel gösterim aşağıda yer almaktadır.



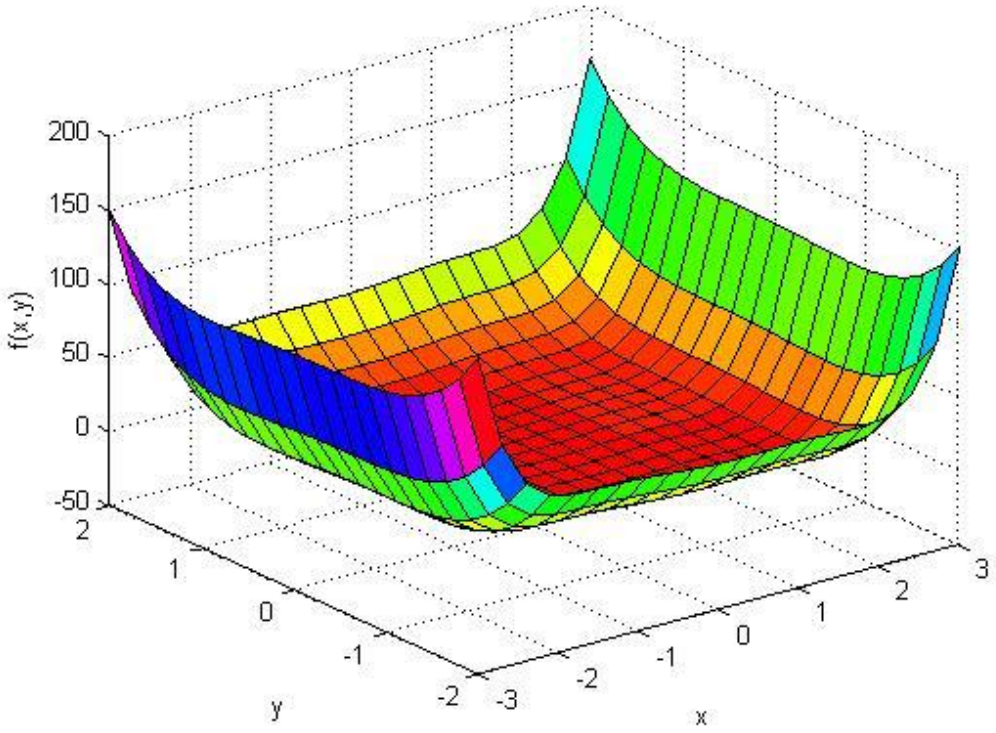
Grafik 9: Problem 10'a ait grafik.

3.11. PROBLEM 11

Literatürde ***Camel Back Fonksiyonu*** olarak da bilinen bu fonksiyon iki değişkenli bir fonksiyon olup $x \in [-3\ 3]$ ve $y \in [-2\ 2]$ aralığında minimum noktasının $-1{,}0316285$ olduğu bilinmektedir. Fonksiyon aşağıda yer aldığı gibidir;

$$f(x,y) = \left(4 - 2{,}1x^2 + \frac{x^4}{3}\right)x^2 + xy + (4y^2 - 4)y^2 \qquad (18)$$

Fonksiyon ait grafiksel gösterim aşağıdaki gibidir;



Grafik 10: Problem 11'e ait grafik.

3.12. PROBLEM 12

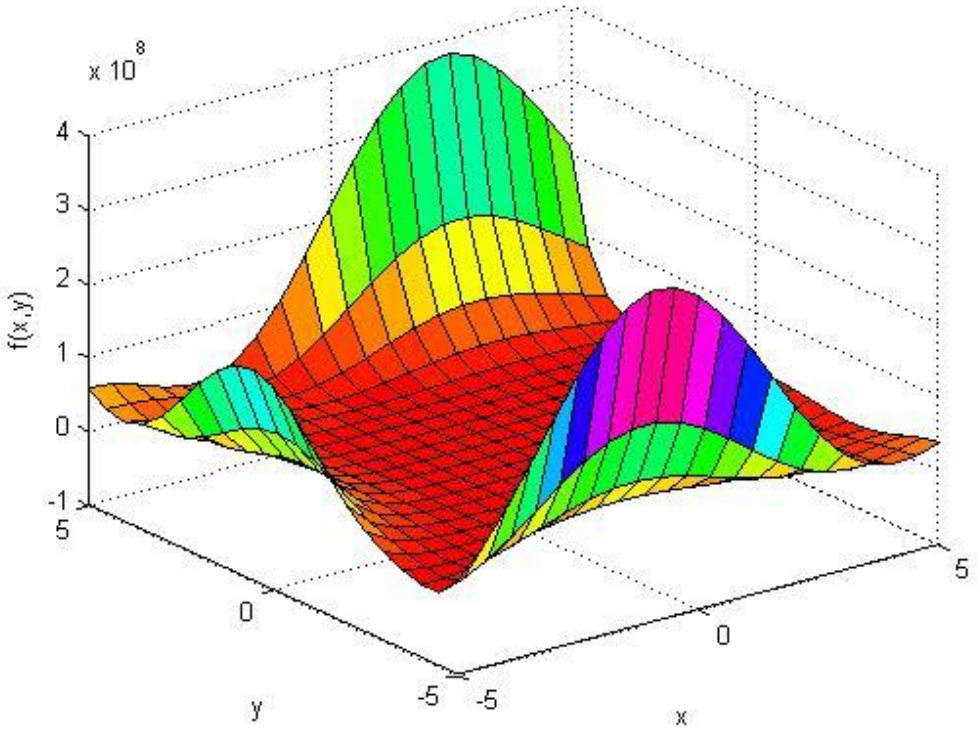
Literatürde ***Gold Price Fonksiyonu*** olarak da bilinen bu fonksiyon iki değişkenli bir fonksiyon olup ***[-5 5]*** aralığında minimum noktasının ***3*** olduğu bilinmektedir. Bu fonksiyonun dört lokal minimumu ve bir global minimumu bulunmaktadır[177]. Fonksiyon aşağıda yer aldığı gibidir;

[177] Young-Doo Kwon, Soon-Bum Kwon, Seung-Bo Jin, Jae-Yong Kim "Convergence enhanced genetic algorithm with successive zooming method for solving continuous optimization problems", pp.1721, Computers and Structures 81 (2003) 1715–1725.

$$\boldsymbol{f(x,y) = [1 + (x + y + 1)^2(19 - 14x + 3x^2 - 14y + 6xy + 3y^2)] *}$$

$$\boldsymbol{[30 + (2x - 3y)^2(18 - 32x + 12x^2 + 48y - 36xy + 27y^2)]} \qquad (19)$$

Bu fonksiyona ait grafik aşağıda yer aldığı gibidir;



Grafik 11: Problem 12'ye ait grafik.

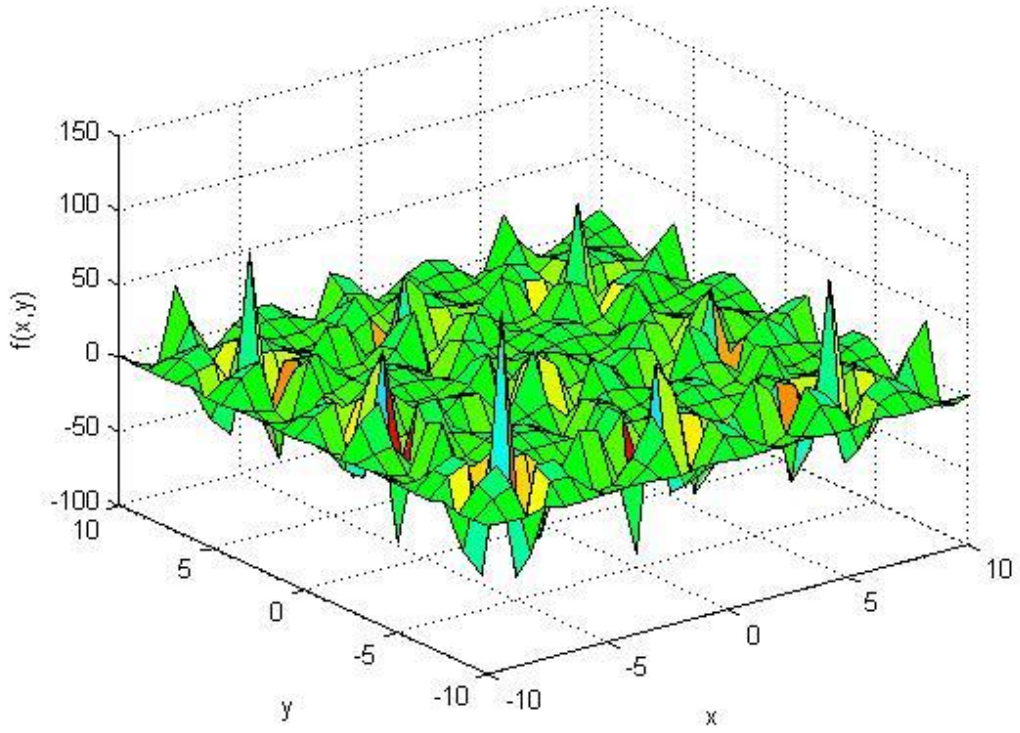
3.13. PROBLEM 13

[-10 10] aralığında minimum noktasının ***-186,73091*** olduğu bilinen bu fonksiyon iki değişkenli bir fonksiyondur ve literatürde ***Shubert Fonksiyonu*** olarak da geçmektedir. Bu fonksiyonun 760'ı lokal, 18 de global minimumu bulunmaktadır[178]. Fonksiyona ait matematiksel gösterim aşağıdaki gibidir;

[178] Young-Doo Kwon, Soon-Bum Kwon, Seung-Bo Jin, Jae-Yong Kim, a. g. e. sy. 1721.

$$\boldsymbol{f(x,y) = \left[\sum_{i=1}^{5} i\, cos((i+1)x + i)\right] * \left[\sum_{i=1}^{5} i\, cos((i+1)y + i)\right]} \qquad (20)$$

Bu fonksiyonun grafiği ise aşağıda yer aldığı gibidir;



Grafik 12: Problem 13'e ait grafik.

3.14. PROBLEM 14

[$-\infty +\infty$]aralığı tanımlanmış bulunan bu fonksiyon üç değişkenli bir fonksiyon olup fonksiyonun minimum noktasının ***8,01276*** olduğu bilinmektedir. Bu fonksiyona ait üç ayrı parametre söz konusudur. Her bir parametre için tanımlanmış bulunan beş ayrı değer söz konusudur. Fonksiyona ait matematiksel gösterim ve parametrelerin aldığı değerler aşağıdaki gibidir;

$$f(x,y,z) = \sum_{i=1}^{5}(x(a_i)^y(b_i)^z - c_i)^2 \quad (21)$$

a_i	b_i	c_i
5	10	2,122
3	1	9,429
0,6	0,6	23,57
0,1	2,0	74,25
3,0	1,8	6,286

3.15. PROBLEM 15

[-10 10] aralığında minimum noktasının ***0*** olduğu bilinen ve dört değişkeni bulunan bu fonksiyona ait matematiksel gösterim aşağıda yer aldığı gibidir;

$$f(x) = 100\left(x_2 - x_1^2\right)^2 + (1 - x_1)^2 + 90\left(x_4 - x_3^2\right)^2 + (1 - x_3)^2 + 10,1[(x_2 - 1)^2 + (x_4 - 1)^2] + 19,8(x_2 - 1)(x_4 - 1) \quad (22)$$

Problemde yer alan değişken sayısının fazla olmasından dolayı bu probleme ait grafiksel gösterime yer verilmemiştir.

3.16. PROBLEM 16

Bu fonksiyon literatürde ***Brown Fonksiyonu*** olarak da bilinmektedir. ***20*** değişkenli olan bu fonksiyonun her bir değişken için ***[-1 4]*** aralığında minimum noktasının ***0*** olduğu bilinmektedir.

$$f(x) = \sum_{i=1}^{19} \left[(x_i^2)^{(x_i^2+1)} + (x_{i+1}^2)^{(x_i^2+1)} \right] \quad (23)$$

Yine bu probleme ait grafiksel gösterime değişken sayısının fazla olmasından dolayı yer verilememiştir.

3.17. PROBLEM 17

20 boyutlu olan bu fonksiyonun her bir boyutu için ***[-10 10]*** aralığında minimum noktasının ***0*** olduğu bilinmektedir. Değişken sayısının fazlalığından dolayı bu probleme ait grafiğe yer verilememiştir.

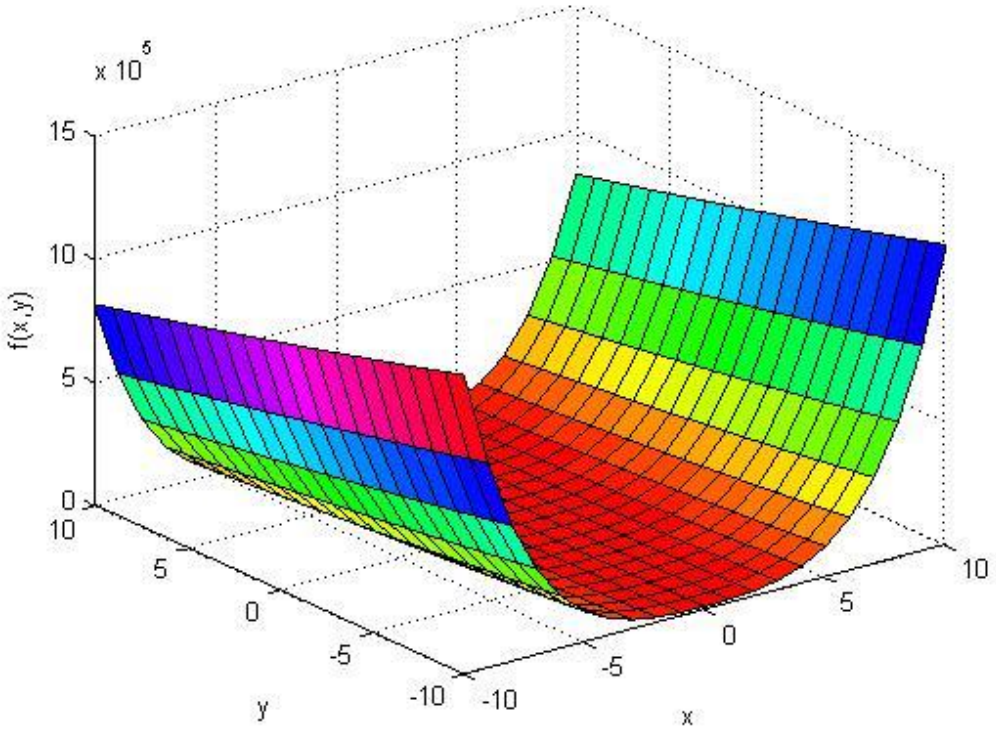
$$f(x) = (\pi/20) \left[10\, sin^2(\pi x_1) + \sum_{i=1}^{19} \left((x_i - 1)^2 (1 + 10\, sin^2(\pi x_{i+1})) \right) + (x_{20} - 1)^2 \right] \quad (24)$$

3.18. PROBLEM 18

Bu problem dördüncü Problemle benzerlik göstermekle beraber fonksiyondaki $(x - y^2)^2$ yerine $(y - x^2)^2$ ifadesi yer almaktadır. ***[-10 10]*** aralığında fonksiyonun minimum noktası ***0***'dır. İki değişkenli bu fonksiyona ait matematiksel gösterim aşağıdaki gibidir;

$$f(x, y) = 100(y - x^2)^2 + (1 - x)^2 \quad (25)$$

Fonksiyona ait grafiksel gösterim ise aşağıdaki gibidir;

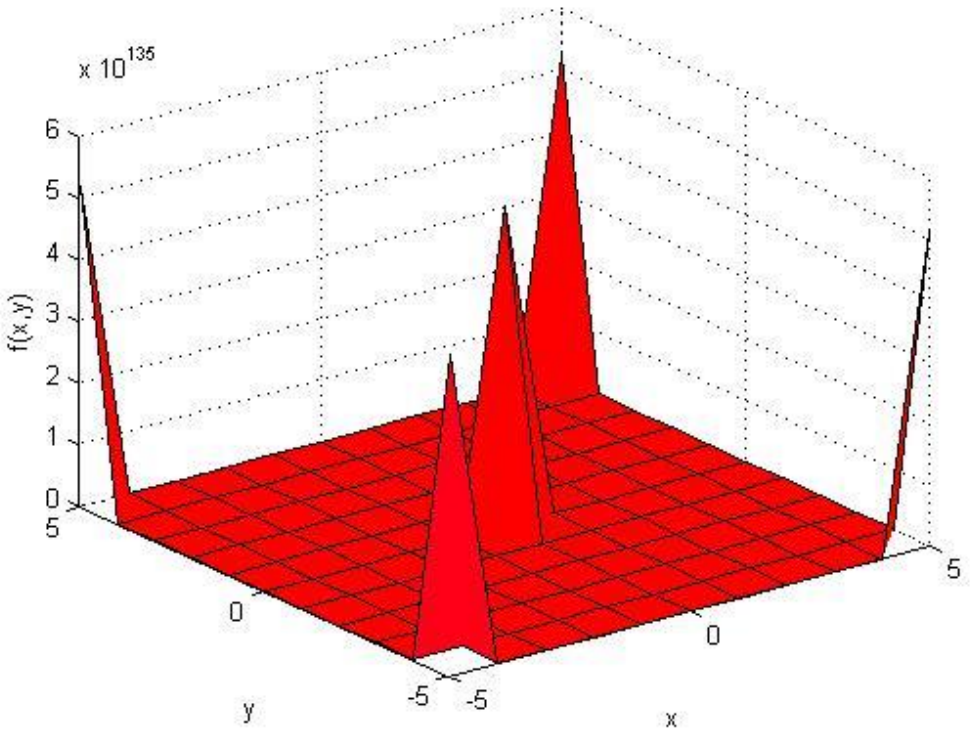


Grafik 13: Problem 18'e ait grafik.

3.19. PROBLEM 19

[-5 5] aralığında fonksiyonun minimum noktası ***1***'dir. İki değişkeni bulunan bu fonksiyona ait matematiksel gösterim ve grafik aşağıda yer aldığı gibidir;

$$f(x,y) = exp\left\{\frac{1}{2}(x^2 + y^2 - 25)^2\right\} + \sin^4(4x - 3y) + \frac{1}{2}(2x + y - 10)^2 \qquad (26)$$

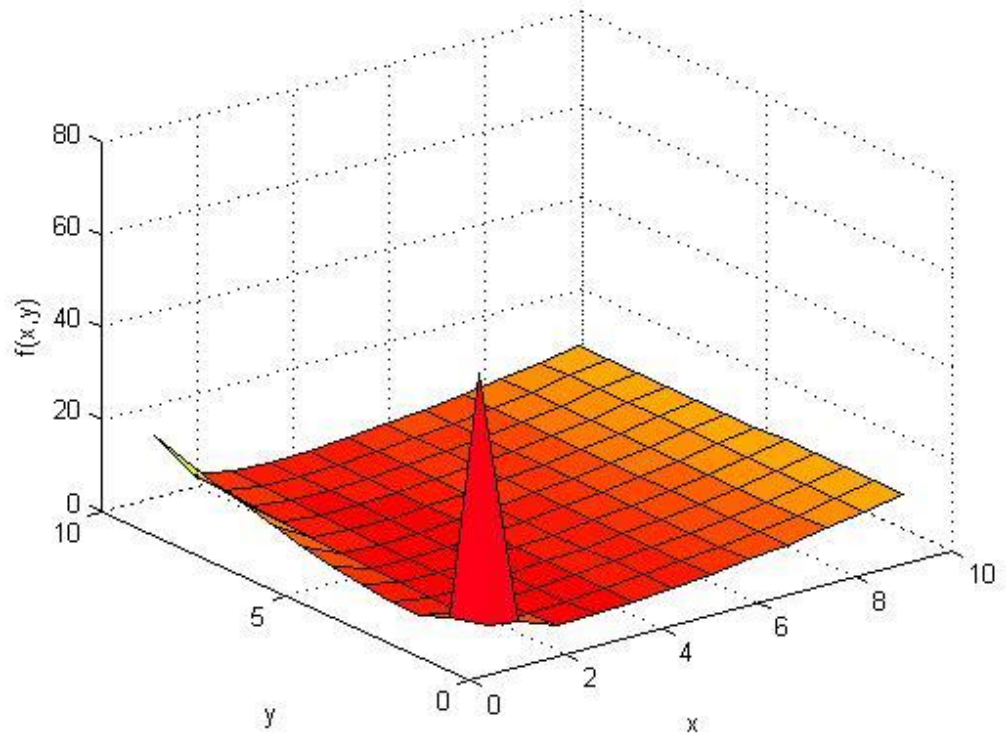


Grafik 14: Problem 19'a ait grafik.

3.20. PROBLEM 20

[0 10] aralığında fonksiyonun minimum noktası ***0***'dır. İki değişkeni bulunan bu fonksiyona ait matematiksel gösterim ve grafik aşağıda yer aldığı gibidir;

$$\boldsymbol{f(x,y) = \left[12 + x^2 + \frac{1+y^2}{x^2} + \frac{x^2y^2+100}{(xy)^4}\right] * 0,1} \quad (27)$$



Grafik 15: Problem 20'ye ait grafik.

3.21. PROBLEM 21

[-5 5] aralığında fonksiyonun minimum noktası ***0***'dır. Dört değişkeni bulunan bu fonksiyona ait matematiksel gösterim aşağıda yer aldığı gibidir;

$$\boldsymbol{f(x) = (x_1 + 10x_2)^2 + 5(x_3 - x_4)^2 + (x_2 - 2x_3)^4 + 10(x_1 - x_4)^4} \qquad (28)$$

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

PROBLEMLERE AİT KARŞILAŞTIRMALI SONUÇLAR

4. SONUÇLAR

Bu bölümde önerilen sezgisel teknik Arama ve Kurtarma Optimizasyon Algoritması(AKOA) bir başka ifade ile Search and Rescue Algorithm(SaRA) ile elde edilen sınama sonuçları literatürde yer alan diğer tekniklerle elde edilen sınama sonuçları ile karşılaştırılacaktır. Fonksiyonlara ait değişkenlerin her bir boyutta aldığı değerler ortaya konacak olup algoritmanın çalışma zamanları bilgisine de yer verilecektir. Sonuçların karşılaştırılabilir olması açısından fonksiyonlara ait minimum noktaların bulunmasında literatürde yer alan çözüm uzayları alt ve üst sınırları dikkate alınarak problemler sınanmıştır. İlk yedi problem için çözüm uzayları alt ve üst sınırları problem açıklamaları kısmında verilmiş olup, ***7.*** ve ***21.*** problemler arasındaki çözüm uzayları alt ve üst sınırları **Tablo 32**'de yer alan ***Değişken Aralığı*** sütununda belirtilmiştir.

Test problemleri, programlama dillerinden biri olan JAVA'da saat vurum sıklığı 3.20 Ghz ve 4 Gb iç belleği olan x64 tabanlı işlemci mimarisine sahip Windows 10 işletim sistemli bilgisayarda sınanmıştır. Problemlere ait grafikler ise Matlab programı kullanılarak elde edilmiştir.

4.1. PROBLEM 1'E AİT KARŞILAŞTIRMALI SONUÇLAR

Problem 1, ***[-10 10]*** aralığında sınanmış ve aşağıda yer alan sonuçlar elde edilmiştir. Birinci problem basit bir problem olmasından dolayı bu problem çok kısa sürede ve az sayıda AKG kullanılarak çözüme kavuşturulmuştur.

Tablo 2: Problem 1'e ait AKOA sonuçları.

İterasyon	216	266	1.116	1.600	3.122
AKG Sayısı	4	4	16	16	16
Haberleşme Oranı	0,3	0,40	0,50	0,60	0,70
Arama Limiti	10	20	30	40	50
Daraltma Kat Sayısı	0,005	0,25	0,50	0,75	0,99
X	2,999	2,999	2,999	3,00	3,00
f(x)	-2,999	-2,999	-3,00	-3,00	-3,00
Süre(Sn)	0,015	0,015	0,016	0,016	0,201

Bu problem beş farklı iterasyon ve iki farklı AKG sayısı için sınanmıştır. Bütün denemelerde ya optimum ya da optimuma yakın sonuca erişildiği görülmüştür. Probleme ait ***x*** değeri ***3*** iken fonksiyon minimum ve sonuç ***-3***'tür. Bu problem ***0,016*** saniyede çözüme kavuşturulmuştur. Elde edilen en iyi sonuç aşağıda yer alan karşılaştırma tablosunda kullanılmıştır.

ARAT, ***SROT*** ve ***KKOT*** için başlangıç çözüm noktasının ***0,5*** olarak alındığı ilgili çalışmada belirtilmiştir. Algoritma ***AKOA***'da ise tamamen tesadüfi bir noktadan başlatılmıştır. Bu test problemine ait literatürde yer alan sonuçlar ile önerilen optimizasyon algoritmasına ait sonuçlar aşağıda yer alan tablodaki gibidir;

Tablo 3: Problem 1'e ait karşılaştırmalı sonuçlar.

Algortima	***x***	***f(x)***	***İterasyon***
SROT	3,000324	-2,9999998	1.000
ARAT	3	-3	1.000
KKOT	3	-3	500
RSYT($\mathbf{x}^{\text{baslangic}} = \mathbf{23,9342}$)	2,999581	-2,9999998	500
RSYT($\mathbf{x}^{\text{baslangic}} = \mathbf{14,0356}$)	3	-3	1000
AKOA	3	-3	1.600

Problem 1'e ait karşılaştırmalı sonuçlar tablosu incelendiğinde ***AKOA***'nın en iyi sonuca ulaştığı hatta literatürde yer alan çözüm yöntemlerinin bazılarından daha iyi sonuçlar ortaya koyduğu söylenebilir. Diğer tekniklere ait sınama zamanları bilgisi mevcut olmadığından dolayı süre bakımından karşılıştırma yapılamamıştır.

4.2. PROBLEM 2'YE AİT KARŞILAŞTIRMALI SONUÇLAR

Problem 2, ***[-10 10]*** aralığında sınanmış ve aşağıda yer alan sonuçlar elde edilmiştir. Bu problemde ***37.888*** iterasyon ve ***32*** AKG ile optimum sonuca ulaşıldığı görülmüştür. Algoritmanın çalışma zamanı ***1,126*** saniyedir.

Tablo 4: Problem 2'ye ait AKOA sonuçları.

İterasyon	2.303	2.848	9.520	9.800	37.888
AKG Sayısı	4	4	16	16	32
Haberleşme Oranı	0,3	0,40	0,50	0,60	0,70
Arama Limiti	10	20	30	40	50
Daraltma Kat Sayısı	0,005	0,25	0,50	0,75	0,99
x	1,04E+00	-4,85E-11	-1,89E-12	-4,03E-14	-8,75E-82
f(x)	6,64E-21	4,26E-42	6,39E-48	2,63E-54	0,00
Süre(Sn)	0	0,01	0,031	0,031	1,126

İlgili çalışmada ***ARAT, SROT*** ve ***KKOT*** için başlangıç çözüm noktasının ***1*** olarak alindigi belirtilmiştir. Yine bu problemde de ***AKOA*** herhangi bir başlangıç çözüm noktasından başlatılmamış, rastgele bir noktadan başlatılmıştır. Bu test problemine ait literatürde yer alan sonuçlar ile önerilen optimizasyon algoritmasına ait sonuçlar aşağıda yer alan tablodaki gibidir;

Tablo 5: Problem 2'ye ait karşılaştırmalı sonuçlar.

Algortima	***x***	***f(x)***	***İterasyon***
ARAT	1,90E-06	6,58E-024	10.000
KKOT	3,36E-10	8,16E-039	
RSYT	-2,55E-74	1,47E-295	
($\mathbf{x}^{\text{baslangic}} = \mathbf{40,1959}$)			
ARAT	4,39E-08	1,85E-30	30.000
KKOT	-1,57E-11	5,47E-44	
RSYT	8,17E-82	0	
($\mathbf{x}^{\text{baslangic}} = \mathbf{45,287}$)			
ARAT	-2,53E-11	2,21E-43	50.000
KKOT	7,79E-12	1,40E-45	
RSYT	-1,34E-81	0	
($\mathbf{x}^{\text{baslangic}} = \mathbf{29,9729}$)			
AKOA	-8,75E-82	0,00	37.888

4.3. PROBLEM 3'E AİT KARŞILAŞTIRMALI SONUÇLAR

Problem 3, ***[-10 10]*** aralığında ***AKOA*** ile sınanmış ve aşağıda yer alan sonuçlar elde edilmiştir. Bu problemde ***24.988*** iterasyon ve ***16*** AKG ile optimum sonuca ulaşıldığı görülmüştür. Bu problem için algoritmanın çalışma süresi ***0,123*** saniyedir.

Tablo 6: Problem 3'e ait AKOA sonuçları.

İterasyon	14.140	16.000	24.988	46.720	61.900
AKG Sayısı	4	9	16	25	36
Haberleşme Oranı	0,3	0,40	0,50	0,60	0,70
Arama Limiti	10	20	30	40	50
Daraltma Kat Sayısı	0,005	0,25	0,50	0,75	0,99
x	3,00E+00	3,00E+00	3,00E+00	3,00E+00	3,00E+00
y	3,00E+00	3,00E+00	3,00E+00	3,00E+00	3,00E+00
f(x, y)	3,18E-38	1,45E-51	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Süre(Sn)	0,047	0,056	0,123	0,635	1,107

ARAT ve ***KKOT***'da başlangıç noktasının ***{0,0}*** olarak alındığı belirtilmiştir. Bu test problemine ait literatürde yer alan sonuçlar ile önerilen optimizasyon algoritmasına ait sonuçlar aşağıda yer alan tablodaki gibidir;

Tablo 7: Problem 3'e ait karşılaştırmalı sonuçlar.

Algoritma	***x***	***y***	***f(x, y)***	***İterasyon***
ARAT	3,0157	2,9999	3,71E-15	10.000
KKOT	3x2066E-09	3x2384E-09	2,62E-21	
RSYT $\begin{pmatrix} x^{baslangic} = \mathbf{11,8192} \\ y^{baslangic} = \mathbf{-27,2218} \end{pmatrix}$	2,9991	2,9999	4,17E-25	
ARAT	3,0072	3	7,32E-18	30.000
KKOT	3	3	0	
RSYT $\begin{pmatrix} x^{baslangic} = \mathbf{43,0038} \\ y^{baslangic} = \mathbf{-41,6007} \end{pmatrix}$	3,0005	3	6,73E-27	
ARAT	3,0015	3	5,04E-23	50.000
KKOT	3	3	0	
RSYT $\begin{pmatrix} x^{baslangic} = \mathbf{25,5261} \\ y^{baslangic} = \mathbf{-25,8986} \end{pmatrix}$	2,9996	3	3,43E-28	
AKOA	3	3	0	24.988

Problem 3'e ait karşılaştırmalı sonuçlar tablosu incelendiğinde **AKOA**'nın diğer yöntemlere nazaran daha az iterasyon ile en iyi sonuca ulaştığı söylenebilir. Yukarıda yer alan üç farklı teknikten yalnıza **KKOT** yönteminde ***50.000*** iterasyonla

optimum sonuca ulaşıldığı görülmektedir. Yine bu problem için de **AKOA** ile en iyi sonuca ulaşıldığı tablodan anlaşılmaktadır.

4.4. PROBLEM 4'E AİT KARŞILAŞTIRMALI SONUÇLAR

Problem 4, ***[0 6]*** aralığında **AKOA** ile sınanmış ve aşağıda yer alan sonuçlar elde edilmiştir. Bu problemde ***30.816*** iterasyon ve ***25*** AKG ile optimum sonuca ulaşıldığı görülmüştür. Bu probleme ait çözüm süresi ***0,098*** saniyedir.

Tablo 8: Problem 4'e ait AKOA sonuçları.

İterasyon	15.792	26.656	28.376	30.816	53.101
AKG Sayısı	4	9	16	25	36
Haberleşme Oranı	0,3	0,40	0,50	0,60	0,70
Arama Limiti	10	20	30	40	50
Daraltma Kat Sayısı	0,005	0,25	0,50	0,75	0,99
x	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
y	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
f(x, y)	1,84E-09	1,65E-11	4,72E-12	0,00	0,00
Süre(Sn)	0,015	0,016	0,019	0,098	0,311

Tablo 9: Problem 4'e ait karşılaştırmalı sonuçlar.

Algoritma	***x***	***y***	***f(x, y)***	***İterasyon***
ARAT	0,99401	0,997	3,58E-05	10.000
KKOT	1,00021	1,00004	1,73E-06	
RSYT $\begin{pmatrix} \mathbf{x}^{\text{baslangic}} = \mathbf{24,7355} \\ \mathbf{y}^{\text{baslangic}} = \mathbf{42,3291} \end{pmatrix}$	0,99999	0,99999	2,27E-27	
ARAT	1,0001	1,0001	2,03E-08	30.000
KKOT	1	1	5,68E-12	
RSYT $\begin{pmatrix} \mathbf{x}^{\text{baslangic}} = \mathbf{43,3763} \\ \mathbf{y}^{\text{baslangic}} = \mathbf{23,2853} \end{pmatrix}$	1	1	5,21E-28	
ARAT	1	1	4,02E-16	50.000
KKOT	1	1	0	
RSYT $\begin{pmatrix} \mathbf{x}^{\text{baslangic}} = \mathbf{43,8923} \\ \mathbf{y}^{\text{baslangic}} = \mathbf{46,455} \end{pmatrix}$	1	1	1,97E-31	
AKOA	1	1	0	30.816

Bu test problemine ait literatürde yer alan sonuçlar ile önerilen optimizasyon algoritmasına ait sonuçlar yukarıda yer alan tablodaki gibidir.

Problem 4'e ait karşılaştırmalı sonuçlar tablosu incelendiğinde **AKOA**'nın diğer yöntemlere nazaran daha az iterasyon ile en iyi sonuca ulaştığı söylenebilir. Yine bu problem için en iyi sonuca **KKOT** ile ***50.000*** iterasyonda ulaşıldığı aynı şekilde **AKOA** ile de en iyi sonucun daha az iterasyonla elde edildiği söylenebilir.

4.5. PROBLEM 5'E AİT KARŞILAŞTIRMALI SONUÇLAR

Problem 5, ***[-10 10]*** aralığında **AKOA** ile sınanmış ve aşağıda yer alan sonuçlar elde edilmiştir. Bu problemde ***74.578*** iterasyon ve ***36*** AKG ile optimum sonuca ulaşıldığı görülmüştür. Bu probleme ait algoritma çalışma zamanı ***0,042*** saniyedir.

Tablo 10: Problem 5'e ait AKOA sonuçları.

İterasyon	14.656	30.132	47.808	64.400	74.578
AKG Sayısı	4	9	16	25	36
Haberleşme Oranı	0,3	0,40	0,50	0,60	0,70
Arama Limiti	10	20	30	40	50
Daraltma Kat Sayısı	0,005	0,25	0,50	0,75	0,99
x	-1,00E+16	-10.0	-10.0	-10.0	-10,00
y	3,41E+05	9,47E-02	-9,42E-02	-1,88E-02	0,00
f(x, y)	-1,00E+01	-10.0	-10.0	-10.0	-10,00
Süre(Sn)	0,009	0,013	0,021	0,03	0,042

KKOT ve **ARAT** için başlangıç çözümlerinin ***x=9*** ve ***y=9*** olarak alındığı bilnmektedir. ***AKOA*** ise rastgele bir noktadan başlatılmıştır. Bu test problemine ait literatürde yer alan sonuçlar ile önerilen optimizasyon algoritmasına ait sonuçlar aşağıda yer alan tablodaki gibidir;

Problem 5'e ait karşılaştırmalı sonuçlar tablosu incelendiğinde **AKOA**'nın diğer yöntemlere nazaran daha fazla iterasyon ile en iyi sonuca ulaştığı görülmüştür.

Literatürde yer alan diğer üç teknikle elde edilen sonuçlar incelendiğinde önerilen yöntemlerin üçünde de optimum sonuca çok yakın sonuçlar elde edilmesine rağmen hiç birisinde optimum sonuca erişilemediği bununla birlikte **AKOA** daha fazla iterasyonla optimum sonuca ulaşmıştır. Çözüm süresi dikkate alındığında bu fazlalığın önemsenmeyecek derecede olduğu söylenebilir.

Tablo 11: Problem 5'e ait karşılaştırmalı sonuçlar.

Algortima	***x***	***y***	***f(x, y)***	***İterasyon***
ARAT	-9,9968	3,46E-009	-9,9968	10.000
KKOT	-9,9989	2,01E-004	-9,9989	
RSYT $\begin{pmatrix} \mathbf{x}^{\text{baslangic}} = \mathbf{42,2649} \\ \mathbf{y}^{\text{baslangic}} = \mathbf{-31,5613} \end{pmatrix}$	-9,773	3,42E-17	-9,773	
ARAT	-9,9996	-2,08E-018	-9,9996	30.000
KKOT	-9,9999	-6,05E-008	-9,9999	
RSYT $\begin{pmatrix} \mathbf{x}^{\text{baslangic}} = \mathbf{49,8498} \\ \mathbf{y}^{\text{baslangic}} = \mathbf{45,5905} \end{pmatrix}$	-9,9016	6,52E-17	-9,9016	
ARAT	-10	6,67E-008	-10	50.000
KKOT	-10	8,07E-011	-10	
RSYT $\begin{pmatrix} \mathbf{x}^{\text{baslangic}} = \mathbf{-0,0093} \\ \mathbf{y}^{\text{baslangic}} = \mathbf{48,8558} \end{pmatrix}$	-9,9996	-6,57E-17	-9,9996	
AKOA	-10	0	-10	74.578

4.6. PROBLEM 6'YA AİT KARŞILAŞTIRMALI SONUÇLAR

Bu fonksiyonun ***10***, ***25*** ve ***50*** değişkenli farklı kombinasyonları ***[-5 5]*** aralığında **AKOA** ile sınanmış ve aşağıda yer alan sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 12: 10 boyutlu çözüm uzayında problem 6'ya ait AKOA sonuçları.

İterasyon	55.296	62.498	142.432	258.048	340.192
AKG Sayısı	16	16	32	64	128
Haberleşme Oranı	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70
Arama Limiti	10	20	30	40	50
Daraltma Kat Sayısı	0,005	0,25	0,50	0,75	0,99
x_1	1,01019	0,99890	0,99924	1,00032	1,00E+00
x_2	1,00934	0,99799	0,99842	1,00086	1,00E+00
x_3	1,01156	0,99605	0,99677	1,00090	1,00E+00
x_4	1,00821	0,99223	0,99349	1,00228	1,00E+00
x_5	1,01520	0,98425	0,98694	1,00334	1,00E+00
x_6	1,00993	0,96874	0,97394	1,00637	1,00E+00
x_7	1,02191	0,93879	0,94840	1,01288	1,00E+00
x_8	1,05953	0,88190	0,89913	1,02524	1,00E+00
x_9	1,12198	0,77823	0,80775	1,05005	1,00E+00
x_{10}	1,25784	0,60442	0,65090	1,10267	1,00E+00
$f(x_1, \dots, x_{10})$	1,27E-01	6,84E-02	5,10E-02	3,78E-03	5,13E-14
Süre(Sn)	0,115	1,120	0,134	0,404	1,474

Yukarıda yer alan **Tablo 12'**ye göre ***340.192*** iterasyon ve ***128*** AKG sayısı ile elde edilen en iyi sonuç ***5,13E-14***'tür, Elde edilen bu sonuç **RSYT** ile elde edilen sonuçtan daha iyidir.

Problem 6'ya ait **AKOA** ile elde edilmiş ***25*** boyutlu sınama sonuçları ise aşağıda yer aldığı gibidir;

Tablo 13: 25 boyutlu çözüm uzayında problem 6'ya ait AKOA sonuçları.

İterasyon	71.696	75.552	95.360	192.960	351.732
AKG Sayısı	16	16	32	64	128
Haberleşme Oranı	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70
Arama Limiti	10	20	30	40	50
Daraltma Kat Sayısı	0,005	0,25	0,50	0,75	0,99
x_1	0,99941	1,00002	1,00000	1,00000	1,0000000
x_2	1,00104	1,00002	1,00000	1,00000	1,0000000
x_3	1,00160	1,00002	1,00000	1,00000	1,0000000
x_4	1,00035	1,00000	1,00000	1,00000	1,0000000
x_5	0,99948	1,00000	1,00000	1,00000	1,0000000
x_6	0,99922	1,00000	1,00000	1,00000	1,0000000
x_7	0,99930	1,00000	1,00000	1,00000	1,0000000
x_8	0,99967	1,00000	1,00000	1,00000	1,0000000
x_9	0,99913	0,99998	1,00000	1,00000	1,0000000
x_{10}	0,99940	0,99999	1,00000	1,00000	1,0000000
x_{11}	0,99931	0,99999	1,00000	1,00000	1,0000000
x_{12}	0,99939	1,00002	1,00000	1,00000	1,0000000
x_{13}	0,99946	1,00000	1,00000	0,99999	1,0000000
x_{14}	0,99866	0,99999	1,00000	1,00000	1,0000000
x_{15}	0,99828	1,00000	1,00000	1,00000	1,0000000
x_{16}	0,99738	0,99996	1,00000	1,00000	1,0000000
x_{17}	0,99663	0,99995	1,00000	1,00000	1,0000000
x_{18}	0,99585	0,99993	1,00000	0,99999	1,0000000
x_{19}	0,99276	0,99992	1,00000	1,00000	1,0000000
x_{20}	0,98813	0,99985	1,00000	1,00000	1,0000000
x_{21}	0,97802	0,99969	1,00000	1,00000	1,0000000
x_{22}	0,95880	0,99934	0,99999	0,99999	1,0000000
x_{23}	0,92080	0,99864	0,99999	1,00000	1,0000000
x_{24}	0,84822	0,99726	0,99998	0,99999	0,9999999
x_{25}	0,71905	0,99449	0,99995	0,99999	0,9999998
$f(x_1, \dots, x_{25})$	3,66E-02	1,19E-05	8,37E-10	5,12E-12	0,0000000
Süre(Sn)	0,210	0,235	0,267	0,572	1,714

Yukarıda yer alan **Tablo 13** 'e göre ***351.732*** iterasyon ve ***128*** AKG ile elde edilen en iyi sonuç ***0,0000000***'dır, Elde edilen bu sonuç **RSYT** ile elde edilen sonuçtan daha iyidir.

Problem 6'ya ait **AKOA** ile elde edilmiş ***50*** boyutlu sınama sonuçları ise aşağıda yer aldığı gibidir;

Tablo 14: 50 boyutlu çözüm uzayında problem 6'ya ait AKOA sonuçları.

İterasyon	91.533	134.125	195.760	284.948	372.476
AKG Sayısı	16	16	32	64	128
Haberleşme Oranı	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70
Arama Limiti	10	20	30	40	50
Daraltma Kat Sayısı	0,005	0,25	0,50	0,75	0,99
x_1	0,99994	1,00008	1,00006	1,00000	1,00000
x_2	0,99986	1,00007	0,99994	1,00000	1,00000
x_3	0,99996	1,00015	0,99995	1,00000	1,00000
x_4	0,99998	1,00010	0,99997	1,00000	1,00000
x_5	1,00001	1,00003	0,99998	1,00000	1,00000
x_6	1,00002	1,00002	1,00000	1,00000	1,00000
x_7	0,99995	1,00006	0,99996	1,00000	1,00000
x_8	0,99997	0,99999	0,99999	1,00000	1,00000
x_9	1,00005	0,99997	1,00004	1,00000	1,00000
x_{10}	1,00006	1,00002	1,00001	1,00000	1,00000
x_{11}	1,00010	1,00000	0,99999	1,00000	1,00000
x_{12}	1,00009	1,00001	0,99998	1,00000	1,00000
x_{13}	1,00012	0,99991	0,99998	1,00000	1,00000
x_{14}	1,00002	0,99994	1,00003	1,00000	1,00000
x_{15}	0,99995	1,00007	1,00002	1,00000	1,00000
x_{16}	0,99993	0,99996	1,00001	1,00000	1,00000
x_{17}	1,00000	1,00004	0,99997	1,00000	1,00000
x_{18}	0,99993	1,00001	1,00001	1,00000	1,00000
x_{19}	1,00000	1,00001	1,00000	1,00000	1,00000
x_{20}	1,00002	0,99997	1,00001	1,00000	1,00000
x_{21}	1,00000	0,99998	1,00000	1,00000	1,00000
x_{22}	0,99997	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
x_{23}	1,00005	0,99995	1,00002	1,00000	1,00000
x_{24}	1,00001	0,99998	1,00000	1,00000	1,00000
x_{25}	0,99998	0,99998	1,00001	1,00000	1,00000
x_{26}	1,00002	0,99998	1,00001	1,00000	1,00000
x_{27}	0,99998	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
x_{28}	1,00000	1,00001	1,00001	1,00000	1,00000
x_{29}	1,00003	1,00002	1,00003	1,00000	1,00000

x_{30}	1,00003	0,99997	0,99999	1,00000	1,00000
x_{31}	0,99994	1,00003	1,00000	1,00000	1,00000
x_{32}	0,99980	1,00003	0,99999	1,00000	1,00000
x_{33}	0,99994	0,99999	0,99999	1,00000	1,00000
x_{34}	0,99998	1,00001	0,99997	1,00000	1,00000
x_{35}	0,99992	1,00005	0,99997	1,00000	1,00000
x_{36}	1,00000	0,99993	1,00001	1,00000	1,00000
x_{37}	1,00011	0,99998	0,99998	1,00000	1,00000
x_{38}	0,99991	0,99992	0,99995	1,00000	1,00000
x_{39}	1,00012	0,99986	0,99995	1,00000	1,00000
x_{40}	0,99977	0,99992	0,99990	1,00000	1,00000
x_{41}	0,99959	0,99986	0,99987	0,99999	1,00000
x_{42}	0,99922	0,99965	0,99976	0,99999	1,00000
x_{43}	0,99862	0,99944	0,99957	0,99997	1,00000
x_{44}	0,99727	0,99886	0,99908	0,99995	1,00000
x_{45}	0,99459	0,99762	0,99820	0,99990	1,00000
x_{46}	0,98929	0,99520	0,99651	0,99980	1,00000
x_{47}	0,97870	0,99032	0,99312	0,99960	1,00000
x_{48}	0,95842	0,98081	0,98666	0,99921	0,99999
x_{49}	0,91865	0,96199	0,97364	0,99842	0,99998
x_{50}	0,84393	0,92542	0,94795	0,99683	0,99997
$f(x_1, \dots, x_{50})$	9,07E-03	1,98E-03	9,64E-04	3,35E-06	6,28E-10
Süre(Sn)	0,301	0,323	0,426	0,763	1,972

Yukarıda yer alan **Tablo 14** ’e göre ***372.476*** iterasyon ve ***128*** AK elemanı ile elde edilen en iyi sonuç ***6,28E-10***’dur, Elde edilen bu sonuç **RSYT** ile elde edilen sonuçtan daha iyidir.

Youngjian ve Yumei başlangıç noktası olarak ***(5, 5), (-5, -5), (-5, -5, 5, 5)***, ve ***(5, 5, -5, -5)*** noktalarını aldıklarını çalışmalarında belirtmişlerdir, Bu test problemine ait literatürde yer alan sonuçlar ile önerilen optimizasyon algoritmasına ait sonuçlar aşağıda yer alan tablodaki gibidir;

Tablo 15: Problem 6 RSYT sonuçları.

N	Fonksiyon Değeri	Süre(Sn)
10	8,20E-04	1,453
25	4,84E-03	22,469
50	1,58E-02	231,703

Tablo 16: Problem 6 AKOA sonuçları.

N	Fonksiyon Değeri	Süre(Sn)
10	5,13E-14	1,474
25	0,000000	1,714
50	6,28E-10	1,972

Karşılaştırma tabloları incelendiğinde **AKOA** ile elde edilen sonuçların **RSYT** ile elde edilen sonuçlara göre daha iyi sonuçlar olduğu söylenebilir.

Literatür incelendiğinde problem 7 ile 21 arasında kalan fonksiyonlara ait çözüm sonuçlarının özet tablo şeklinde sunulduğu görülmektedir. Bu nedenle problem 7 ile 21 arasında kalan problemlere ait **AKOA** sınama sonuçları tek tek verildikten sonra bu problemlere ait özet tablolar ile bölüm sonunda karşılaştırma gerçekleştirilecektir.

4.7. PROBLEM 7'YE AİT AKOA SONUÇLARI

Tablo 17: Problem 7'ye ait AKOA sonuçları.

İterasyon	292.900	849.528	1.271.040	1.646.850	1.900.224
AKG Sayısı	4	9	16	25	36
Haberleşme Oranı	0,3	0,40	0,50	0,60	0,70
Arama Limiti	10	20	30	40	50
Daraltma Kat Sayısı	0,005	0,25	0,50	0,75	0,99
x	-3,16E-09	9,97E-11	8,94E-11	0,00	0,00
y	-4,09E-10	-1,94E-09	-7,09E-10	0,00	0,00
f(x, y)	0	0	0	0	0
Süre(Sn)	0,724	1,43	5,362	8,965	18,577

Problem 7 ***[-1,28 1,28]*** çözüm uzayı aralığında sınanmıştır. **Tablo 17** incelendiğinde ***1.646.850*** iterasyon ve ***25*** AKG ile ***8,965*** saniyede optimum sonuca ulaşıldığı görülmektedir. Elde edilen sınama sonucuna göre ***x=0***, ***y=0*** noktasında fonksiyon minimum olup ***f(x,y) = 0***'dır. **Tablo 33** incelendiğinde ise aynı sonuca **RSYT** ve **DRAT** ile ***2.501.000*** iterasyon ile ulaşılabilmiştir. Bu noktada **AKOA**'nın iterasyon sayısı bakımından diğer iki yönteme oranla daha etkili olduğu söylenebilir. Gerçekleştirilen çalışmalarda algoritmaların çalışma zamanları bilgisi verilmediğinden dolayı iterasyon sayısı ve sonuç bakımından karşılaştırma yapılabilmiş algoritma çalışma zamanları açısından karşılaştırma gerçekleştirilememiştir.

4.8. PROBLEM 8'E AİT AKOA SONUÇLARI

Problem 8 ***[-1 1]*** çözüm uzayı aralığında **AKAO** ile sınanmıştır. **Tablo 18** incelendiğinde ***578.664*** iterasyon ve ***25*** AKG ile ***2,047*** saniyede optimum sonuca ulaşıldığı görülmektedir. Elde edilen sınama sonucuna göre ***x = -0,44***, ***y = -0,31*** noktasında fonksiyon minimum olup ***f(x,y) = -16,09172***'dir. **Tablo 33** incelendiğinde ise aynı sonuca **RSYT** ve **DRAT** ile ***2.501.000*** iterasyon ile ulaşılabilmiştir. Bu noktada **AKOA**'nın iterasyon sayısı bakımından diğer iki yönteme oranla daha etkili olduğu söylenebilir.

Tablo 18: Problem 8'e ait AKOA sonuçları.

İterasyon	95.880	198.162	219.800	578.664	1.346.580
AKG Sayısı	4	9	16	25	36
Haberleşme Oranı	0,3	0,40	0,50	0,60	0,70
Arama Limiti	10	20	30	40	50
Daraltma Kat Sayısı	0,005	0,25	0,50	0,75	0,99
x	-4,28E-01	-4,39E-01	4,39E-01	-0,44	0,44
y	-3,04E-01	-3,06E-01	-3,06E-01	-0,31	0,31
f(x, y)	-1,61E+01	-1,61E+01	-1,61E+01	-16,09	-16,09
Süre(Sn)	0,151	0,36	0,734	2,047	3,619

4.9. PROBLEM 9'A AİT AKOA SONUÇLARI

Tablo 19: Problem 9'a ait AKOA sonuçları.

İterasyon	294.124	1.125.576	1.990.080	2.138.125	2.790.112
AKG Sayısı	4	9	16	25	36
Haberleşme Oranı	0,3	0,40	0,50	0,60	0,70
Arama Limiti	10	20	30	40	50
Daraltma Kat Sayısı	0,005	0,25	0,50	0,75	0,99
x	-3,18E+01	-3,20E+01	-3,20E+01	-31,97	-31,97
y	-3,29E+01	-3,20E+01	-3,20E+01	-31,97	-31,97
f(x, y)	1,58E+00	9,98E-01	9,98E-01	0,998	0,998
Süre(Sn)	1,602	5,465	9,503	11,452	17,593

Problem 9 ***[-65,536 65,536]*** çözüm uzayı aralığında **AKAO** ile sınanmıştır. **Tablo 19** incelendiğinde ***2.138.125*** iterasyon ve **25** AKG ile ***11,452*** saniyede literatürde yer alan en iyi sonuca erişildiği görülmektedir. Elde edilen sınama sonucuna göre ***x = -31,97***, ***y = -31,97*** noktasında fonksiyon minimum olup ***f(x, y) = 0,998***'dir. **Tablo 33** incelendiğinde **RSYT** ve **DRAT** ile bu sonuca ***2.502.000*** iterasyon ile ulaşılabilmiştir. Bu noktada **AKOA**'nın iterasyon sayısı bakımından diğer iki yönteme oranla daha etkili olduğu söylenebilir.

4.10. PROBLEM 10'A AİT AKOA SONUÇLARI

Tablo 20: Problem 10'a ait AKOA sonuçları.

İterasyon	290.164	1.112.238	1.715.568	2.521.025	3.510.889
AKG Sayısı	4	9	16	25	36
Haberleşme Oranı	0,3	0,40	0,50	0,60	0,70
Arama Limiti	10	20	30	40	50
Daraltma Kat Sayısı	0,005	0,25	0,50	0,75	0,99
x	3,14E+00	3,14E+00	-3,14E+00	3,142	3,141
y	2,26E+00	2,28E+00	1,23E+01	2,275	2,274
f(x, y)	3,98E-01	3,98E-01	5,31E-11	0,397887	0,397887
Süre(Sn)	0,075	0,182	0,407	0,568	0,881

Problem 10 ***x ∈ [-5 10] ve y ∈ [0 15]*** çözüm uzayı aralığında **AKAO** ile sınanmıştır. **Tablo 20** incelendiğinde ***2.521.025*** iterasyon ve ***25*** AKG ile ***0,568***

saniyede sonuç elde edildiği görülmektedir. Elde edilen sınama sonucuna göre ***x = 3,142***, ***y = 2,275*** noktasında fonksiyon minimum olup ***f(x, y) = 0,397887***'dir. **Tablo 33** incelendiğinde bu sonuca **RSYT** ve **DRAT** ile ***2.501.000*** iterasyon ile ulaşılabilmiştir. Bu noktada **AKOA**'nın iterasyon sayısı bakımından diğer iki yönteme oranla daha etkili olduğu söylenebilir.

4.11. PROBLEM 11'E AİT AKOA SONUÇLARI

Problem 11 ***x ∈ [-3 3]*** *ve* ***y ϵ [-2 2]*** çözüm uzayı aralığında **AKAO** ile sınanmıştır. **Tablo 21** incelendiğinde ***2.126.257*** iterasyon ve ***25*** AKG ile ***0,72*** saniyede optimum sonuca ulaşıldığı görülmektedir. Elde edilen sınama sonucuna göre ***x = 0,0898420***, ***y = -0,7126564*** noktasında fonksiyon minimum olup ***f(x, y) = -1,0316285***'tir. **Tablo 33** incelendiğinde ise aynı sonuca **RSYT** ve **DRAT** ile ***2.502.000*** iterasyon ile ulaşılabilmiştir. Bu noktada **AKOA**'nın iterasyon sayısı bakımından diğer iki yönteme oranla daha etkili olduğu söylenebilir.

Tablo 21: Problem 11'e ait AKOA sonuçları.

İterasyon	291.208	1.110.699	1.709.184	2.126.257	3.496.176
AKG Sayısı	4	9	16	25	36
Haberleşme Oranı	0,3	0,40	0,50	0,60	0,70
Arama Limiti	10	20	30	40	50
Daraltma Kat Sayısı	0,005	0,25	0,50	0,75	0,99
x	8,99E-02	-8,99E-02	8,98E-02	0,0898420	0,0898420
y	-7,13E-01	7,13E-01	-7,13E-01	-0,7126564	-0,7126564
f(x, y)	-1,03E+00	-1,03E+00	-1,03E+00	-1,0316285	-1,0316285
Süre(Sn)	0,079	0,239	0,465	0,72	1,0083

4.12. PROBLEM 12'YE AİT AKOA SONUÇLARI

Tablo 22: Problem 12'ye ait AKOA sonuçları.

İterasyon	292.576	577.215	1.678.600	2.180.400	3.551.508
AKG Sayısı	4	9	16	25	36
Haberleşme Oranı	0,3	0,40	0,50	0,60	0,70
Arama Limiti	10	20	30	40	50
Daraltma Kat Sayısı	0,005	0,25	0,50	0,75	0,99
x	-1,16E-03	-1,28E-04	1,49E-08	0,00	0,00
y	-1,00E+00	-1,00E+00	-1,00E+00	-1,00	-1,00
f(x, y)	3,00E+00	3,00E+00	3,00E+00	3,00	3,00
Süre(Sn)	0,064	0,126	0,228	0,379	0,481

Problem 12 ***[-5 5]*** çözüm uzayı aralığında **AKAO** ile sınanmıştır. **Tablo 22** incelendiğinde ***2.180.400*** iterasyon ve ***25*** AKG ile ***0,379*** saniyede optimum sonuca ulaşıldığı görülmektedir. Elde edilen sınama sonucuna göre ***x = 0*** , ***y = -1*** noktasında fonksiyon minimum olup ***f(x, y)* = 3**'tür. **Tablo 33** incelendiğinde ise aynı sonuca **RSYT** ve **DRAT** ile ***2.503.000*** iterasyon ile ulaşılabilmiştir. Bu noktada **AKOA**'nın iterasyon sayısı bakımından diğer iki yönteme oranla daha etkili olduğu söylenebilir.

4.13. PROBLEM 13'E AİT AKOA SONUÇLARI

Tablo 23: Problem 13'e ait AKOA sonuçları.

İterasyon	291.388	1.121.301	1.674.832	3.121.725	4.641.416
AKG Sayısı	4	9	16	25	36
Haberleşme Oranı	0,3	0,40	0,50	0,60	0,70
Arama Limiti	10	20	30	40	50
Daraltma Kat Sayısı	0,005	0,25	0,50	0,75	0,99
x	-7,71E+00	5,47E+00	5,47E+00	4,858056	-7,083506
y	-8,71E-01	4,85E+00	-1,42E+00	-7,083506	-7,708313
f(x, y)	-1,75E+02	-1,86E+02	-1,86E+02	-186,73090	-186,73090
Süre(Sn)	0,228	0,64	1,348	2,115	3,497

Problem 13 ***[-10 10]*** çözüm uzayı aralığında sınanmıştır. **Tablo 23** incelendiğinde ***3.121.725*** iterasyon ve ***25*** AKG ile ***2,115*** saniyede optimum sonuca ulaşıldığı görülmektedir. Elde edilen sınama sonucuna göre ***x = 4,8580569*** , ***y = -***

7,0835064 noktasında fonksiyon minimum olup ***f(x, y) = -186,7309088***'dir. **Tablo 33** incelendiğinde ise aynı sonuca **RSYT** ve **DRAT** ile ***2.502.500*** iterasyon ile ulaşılmıştır.

4.14. PROBLEM 14'E AİT AKOA SONUÇLARI

Problem 14 ***[-∞ +∞]*** çözüm uzayı aralığında sınanmıştır. **Tablo 24** incelendiğinde ***9.942.272*** iterasyon ve ***64*** AKG ile ***9,17*** saniyede optimum sonuca ulaşıldığı görülmektedir. Elde edilen sınama sonucuna göre ***x = 15,6557726*** , ***y = -0,7172580 ve z = -0,1388011*** noktasında fonksiyon minimum olup ***f(x, y, z) = 8,0127565***'tir. **Tablo 33** incelendiğinde ise aynı sonuca **RSYT** ve **DRAT** ile ***25.015.000*** iterasyon ile ulaşılabilmiştir. Bu noktada **AKOA**'nın iterasyon sayısı bakımından diğer iki yönteme oranla daha etkili olduğu söylenebilir.

Tablo 24: Problem 14'e ait AKOA sonuçları.

İterasyon	586.232	3.324.402	9.942.272	17.761.875	25.265.200
AKG Sayısı	8	27	64	125	216
Haberleşme Oranı	0,3	0,40	0,50	0,60	0,70
Arama Limiti	10	20	30	40	50
Daraltma Kat Sayısı	0,005	0,25	0,50	0,75	0,99
x	0,01384	19,11312	15,65576	15,65577	15,65576
y	-6,23690	-0,59455	-0,71726	-0,71726	-0,71726
z	-8,32873	-0,01018	-0,13880	-0,13880	-0,13880
f(x, y, z)	132,9224	44,91531	8,012756	8,012756	8,012756
Süre(Sn)	0,853	3,272	9,17	18,974	28,686

4.15. PROBLEM 15'E AİT AKOA SONUÇLARI

Problem 15 ***[-10 10]*** çözüm uzayı aralığında sınanmıştır. **Tablo 25** incelendiğinde ***20.489.321*** iterasyon ve ***256*** AKG ile ***5,624*** saniyede optimum sonuca ulaşıldığı görülmektedir. Elde edilen sınama sonucuna göre ***x(1) = 1, x(2) = 1, x(3) = 1 ve x(4) = 1*** noktasında fonksiyon minimum olup $\boldsymbol{f}(\boldsymbol{x_1}, \boldsymbol{x_2}, \boldsymbol{x_3}, \boldsymbol{x_4})$ ***= 0,00***'dır. **Tablo 33** incelendiğinde ise aynı sonuca **RSYT** ve **DRAT** ile ***25.050.000*** iterasyon ile

ulaşılabilmiştir. Bu noktada **AKOA**'nın iterasyon sayısı bakımından diğer iki yönteme oranla daha etkili olduğu söylenebilir.

Tablo 25: Problem 15'e ait AKOA sonuçları.

İterasyon	1.177.504	10.130.184	22.239.749	20.489.321	23.958.847
AKG Sayısı	16	81	256	256	256
Haberleşme Oranı	0,3	0,40	0,50	0,60	0,70
Arama Limiti	10	20	30	40	50
Daraltma Kat Sayısı	0,005	0,25	0,50	0,75	0,99
x_1	1,020273	0,997550	0,999994	1,00	1,00
x_2	1,041045	0,995442	0,999989	1,00	1,00
x_3	0,978421	1,002365	1,000006	1,00	1,00
x_4	0,957603	1,004545	1,000011	1,00	1,00
$f(x_1, \dots, x_4)$	1,60E-03	3,45E-05	1,15E-10	0,00E+00	0,00E+00
Süre(Sn)	0,231	1,36	5,801	5,624	6,012

4.16. PROBLEM 16'YA AİT AKOA SONUÇLARI

Problem 16 ***[-1 4]*** çözüm uzayı aralığında **AKAO** ile sınanmıştır. **Tablo 26** incelendiğinde ***26.348.761*** iterasyon ve ***128*** AKG ile ***51,46*** saniyede optimuma yakın bir sonuca ulaşıldığı görülmektedir. **Tablo 33** incelendiğinde ise optimum sonuca **RSYT** ve **DRAT** ile ***25.050.000*** iterasyon ile ulaşılabilmiştir. Bu noktada **AKOA**'nın iterasyon sayısı bakımından diğer iki yönteme oranla daha fazla iterasyonla ulaştığı söylenebilir. Elde edilen sonuç ile diğer yöntemlerle elde edilmiş sonuç arasındaki fark önemsenmeyecek derecede azdır.

Tablo 26: Problem 16'ya ait AKOA sonuçları.

İterasyon	1.170.880	2.001.024	4.987.480	10.636.480	26.348.761
AKG Sayısı	16	16	32	64	128
Haberleşme Oranı	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70
Arama Limiti	10	20	30	40	50
Daraltma Kat Sayısı	0,005	0,25	0,50	0,75	0,99
x_1	-6,97E-25	2,68E-31	4,24E-39	-1,87E-42	-2,13E-118
x_2	1,14E-25	9,07E-32	2,79E-38	-9,12E-43	-1,36E-118
x_3	3,02E-25	-2,23E-31	1,24E-39	2,79E-43	-1,14E-118
x_4	2,26E-25	-1,25E-32	1,26E-38	-2,23E-43	-9,47E-120
x_5	-4,20E-25	-5,47E-32	-2,15E-38	1,00E-42	-2,02E-118
x_6	-5,56E-26	-5,03E-32	9,28E-39	-1,11E-42	9,66E-119
x_7	-5,55E-25	1,25E-31	-1,09E-38	9,39E-43	3,18E-118
x_8	1,39E-25	-2,93E-32	1,77E-38	-1,13E-42	1,43E-118
x_9	3,52E-25	-3,88E-32	3,33E-39	-5,81E-43	-3,50E-119
x_{10}	3,16E-27	-1,52E-31	-1,32E-38	-6,80E-44	3,98E-118
x_{11}	-3,05E-25	1,30E-31	2,75E-39	1,25E-43	-2,52E-118
x_{12}	9,49E-26	2,46E-32	1,36E-38	-6,31E-44	-9,12E-119
x_{13}	3,39E-25	1,16E-31	2,76E-39	-1,23E-42	4,22E-119
x_{14}	-3,26E-26	5,48E-32	-8,72E-39	-1,18E-42	-3,92E-119
x_{15}	-2,03E-25	7,13E-33	-8,74E-39	-6,79E-43	5,70E-119
x_{16}	4,22E-25	-2,08E-31	-1,74E-38	-5,98E-43	-2,77E-119
x_{17}	-3,20E-25	-2,14E-31	-7,05E-39	-8,03E-43	-7,95E-119
x_{18}	5,55E-25	1,40E-31	-1,30E-38	1,02E-44	-1,72E-118
x_{19}	8,80E-26	1,16E-31	-5,40E-38	-5,38E-43	-1,68E-118
x_{20}	2,77E-25	1,99E-31	-3,72E-39	3,05E-43	3,03E-118
$f(x_1, \dots, x_{20})$	3,8E-48	6,3E-61	1,2E-74	2,4E-83	1,1E-234
Süre(Sn)	4,66	8,45	18,84	40,88	51,46

4.17. PROBLEM 17'YE AİT AKOA SONUÇLARI

Tablo 27: Problem 17'ye ait AKOA sonuçları.

İterasyon	1.175.200	1.984.608	4.882.048	10.658.944	20.058.368
AKG Sayısı	16	16	32	64	128
Haberleşme Oranı	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70
Arama Limiti	10	20	30	40	50
Daraltma Kat Sayısı	0,005	0,25	0,50	0,75	0,99
x_1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
x_2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
x_3	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
x_4	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
x_5	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
x_6	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
x_7	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
x_8	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
x_9	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
x_{10}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
x_{11}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
x_{12}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
x_{13}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
x_{14}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
x_{15}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
x_{16}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
x_{17}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
x_{18}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
x_{19}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
x_{20}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$f(x_1, \dots, x_{20})$	1,50E-28	2,36E-32	2,36E-32	2,36E-32	2,35E-32
Süre(Sn)	3,87	7,07	13,39	20,15	34,65

Problem 17 ***[-10 10]*** çözüm uzayı aralığında **AKAO** ile sınanmıştır. **Tablo 27** incelendiğinde ***20.058.368*** iterasyon ve ***128*** AKG ile ***34,65*** saniyede optimum sonuca ulaşıldığı görülmektedir. **Tablo 33** incelendiğinde ise aynı sonuca **RSYT** ve **DRAT** ile ***25.080.000*** iterasyon ile ulaşılabilmiştir. Bu noktada **AKOA**'nın iterasyon sayısı bakımından diğer iki yönteme oranla daha etkili olduğu söylenebilir.

4.18. PROBLEM 18'E AİT AKOA SONUÇLARI

Tablo 28: Problem 18'e ait AKOA sonuçları.

İterasyon	292.608	319.876	1.118.538	1.452.160	2.536.153
AKG Sayısı	4	9	16	25	36
Haberleşme Oranı	0,3	0,40	0,50	0,60	0,70
Arama Limiti	10	20	30	40	50
Daraltma Kat Sayısı	0,005	0,25	0,50	0,75	0,99
x	0,915	0,971	0,999999	1,00	1,00
y	0,835	0,942	0,999999	1,00	1,00
f(x, y)	7,437E-03	8,731E-04	3,40E-13	0,00	0,00
Süre(Sn)	0,123	0,147	0,172	2,02	7,212

Problem 18 ***[-10 10]*** çözüm uzayı aralığında sınanmıştır. **Tablo 28** incelendiğinde ***1.452.160*** iterasyon ve ***25*** AKG ile ***2,02*** saniyede optimum sonuca ulaşıldığı görülmektedir. Elde edilen sınama sonucuna göre ***x = 1*** , ***y = 1*** noktasında fonksiyon minimum olup ***f(x, y) =* 0,00**'dır. **Tablo 33** incelendiğinde ise aynı sonuca **RSYT** ve **DRAT** ile ***2.501.500*** iterasyon ile ulaşılabilmiştir. Bu noktada **AKOA**'nın iterasyon sayısı bakımından diğer iki yönteme oranla daha etkili olduğu söylenebilir.

4.19. PROBLEM 19'A AİT AKOA SONUÇLARI

Problem 19 ***[-5 5]*** çözüm uzayı aralığında sınanmıştır. **Tablo 29** incelendiğinde ***2.459.120*** ve ***25*** AKG ile ***0,81*** saniyede optimum sonuca ulaşıldığı görülmektedir. Elde edilen sınama sonucuna göre ***x = 3*** , ***y = 4*** noktasında fonksiyon minimum olup ***f(x, y) = 1,00***'dir. **Tablo 33** incelendiğinde ise aynı sonuca **RSYT** ve **DRAT** ile ***2.506.000*** iterasyon ile ulaşılabilmiştir. Bu noktada **AKOA**'nın iterasyon sayısı bakımından diğer iki yönteme oranla daha etkili olduğu söylenebilir.

Tablo 29: Problem 19'a ait AKOA sonuçları.

İterasyon	291.208	671.377	2.189.150	2.459.120	2.705.412
AKG Sayısı	4	9	16	25	36
Haberleşme Oranı	0,3	0,40	0,50	0,60	0,70
Arama Limiti	10	20	30	40	50
Daraltma Kat Sayısı	0,005	0,25	0,50	0,75	0,99
x	4,98477	2,99	2,99	3,00	3,00
y	0,2755	4,00	4,00	4,00	4,00
f(x, y)	1,04	1,00	1,00	1,00	1,00
Süre(Sn)	0,073	0,145	0,418	0,81	0,966

4.20. PROBLEM 20'YE AİT AKOA SONUÇLARI

Tablo 30: Problem 20'ye ait AKOA sonuçları.

İterasyon	328	370	544	2050	7416
AKG Sayısı	4	9	16	25	36
Haberleşme Oranı	0,3	0,40	0,50	0,60	0,70
Arama Limiti	10	20	30	40	50
Daraltma Kat Sayısı	0,005	0,25	0,50	0,75	0,99
x	2,0577	1,931	1,810	1,743	1,743
y	2,714	1,935	1,835	2,030	2,030
f(x, y)	1,8345	1,758	1,752	1,744	1,744
Süre(Sn)	0,005	0,006	0,006	0,009	0,011

Problem 20 ***[0 10]*** çözüm uzayı aralığında sınanmıştır. **Tablo 30** incelendiğinde ***2.050*** iterasyon ve ***25*** AKG ile ***0,011*** saniyede optimum sonuca ulaşıldığı görülmektedir. Elde edilen sınama sonucuna göre ***x = 1,7434521*** , ***y = 2,0296947*** noktasında fonksiyon minimum olup ***f(x, y)* = 1,7441520**'dir. **Tablo 33** incelendiğinde ise aynı sonuca **RSYT** ve **DRAT** ile ***250.200*** iterasyon ile ulaşılabilmiştir. Bu noktada **AKOA**'nın iterasyon sayısı bakımından diğer iki yönteme oranla daha etkili olduğu söylenebilir.

4.21. PROBLEM 21'E AİT AKOA SONUÇLARI

Tablo 31: Problem 21'e ait AKOA sonuçları.

İterasyon	1.170.016	5.609.175	10.094.787	17.030.784	24.852.044
AKG Sayısı	16	81	256	256	256
Haberleşme Oranı	0,3	0,40	0,50	0,60	0,70
Arama Limiti	10	20	30	40	50
Daraltma Kat Sayısı	0,005	0,25	0,50	0,75	0,99
x_1	-0,004449	-0,002450	-0,007443	-0,000540	0,00
x_2	-0,000654	2,470850	0,000744	0,000054	0,00
x_3	-0,000254	-8,096600	-0,003463	-0,000676	0,00
x_4	-0,000288	-8,093700	-0,003464	-0,000676	0,00
$f(x_1, \dots, x_4)$	2,02E-08	9,03E-11	5,97E-09	3,92E-12	0,00
Süre(Sn)	0,442	3,091	5,801	9,312	19,319

Problem 21 ***[-5 5]*** çözüm uzayı aralığında sınanmıştır. **Tablo 31** incelendiğinde ***24.852.044*** iterasyon ve ***256*** AKG ile ***19,319*** saniyede optimum sonuca ulaşıldığı görülmektedir. Elde edilen sınama sonucuna göre ***x(1) = 0,00***, ***x(2) = 0,00, x(3) = 0,00 ve x(4) = 0,00*** noktasında fonksiyon minimum olup $f\left(x_1, x_2, x_3, x_4\right)$ = **0,00**'dır. **Tablo 33** incelendiğinde ise aynı sonuca **RSYT** ve **DRAT** ile ***25.080.000*** iterasyon ile ulaşılabilmiştir. Bu noktada **AKOA**'nın iterasyon sayısı bakımından diğer iki yönteme oranla daha etkili olduğu söylenebilir.

4.22. PROBLEM 7-21'E AİT LİTERATÜRDE YER ALAN SONUÇLAR

Tablo 32: Test Problemleri 7 - 21 arası bilinen en iyi sonuçlar.

Problem No	Boyut	Değişken Aralığı	Bilinen En İyi
7	2	[-1,28 1,28]	0,00
8	2	[-1 1]	-16,09172
9	2	[-65,536 65,536]	0,998
10	2	$\boldsymbol{x} \in [-\mathbf{5}\ \mathbf{10}], \boldsymbol{y} \in [\mathbf{0}\ \mathbf{15}]$	0,3978873
11	2	$\boldsymbol{x} \in [-\mathbf{3}\ \mathbf{3}], \boldsymbol{y} \in [-\mathbf{2}\ \mathbf{2}]$	-1,0316285
12	2	[-5 5]	3,00
13	2	[-10 10]	-186,73091
14	3	$[-\infty + \infty]$	8,01276
15	4	[-10 10]	0,00
16	20	[-1 4]	0,00
17	20	[-10 10]	0,00
18	2	[-10 10]	0,00
19	2	[-5 5]	1,00
20	2	[0 10]	1,74
21	4	[-5 5]	0,00

7. problem ile 21. problem arasında yer alan 15 probleme ait fonksiyonlar Hamzaçebi ve Kutay'ın 2007 yılında gerçekleştirdikleri *"Continious functions minimizations by dynamic random search technique"* isimli çalışmalarında kullandıkları test problemleridir[179]. Bu problemlere ait boyut sayıları, değişken aralıkları ve literatürdeki bilinen en iyi sonuçları ***Tablo* 32'** deki gibidir.

[179] Hamzaçebi, Coşkun, and Fevzi Kutay, a.g.e., sy. 2193-2194, 2007

4.23. PROBLEM 7-21'E AİT KARŞILAŞTIRMALI SONUÇLAR

Tablo 33: Problem 7 - 21 arası RSYT ve DRAT sonuçları.

No	$\alpha^{baslangic}$	İterasyon	RSYT	DRAT	Teorik En İyi
7	2,56	2.501.000	0,00	0,00	0,00
8	2	2.501.000	-16,09172	-16,09172	-16,09172
9	131,072	2.502.000	0,998	0,998	0,998
10	20	2.501.000	0,39788735	0,39788737	0,3978873
11	5	2.502.000	-1,0316284	-1,0316284	-1,0316285
12	10	2.503.000	3,00	3,00	3,00
13	20	2.502.500	-186,73091	-186,73091	-186,73091
14	20	25.015.000	8,01275646286	8,01275646263	8,01276
15	20	25.050.000	1,28E-28	3,72E-12	0,00
16	5	25.050.000	0,00	2,45E-16	0,00
17	20	25.080.000	2,3558E-32	5,93E-12	0,00
18	20	2.501.500	2,8399E-29	3,9053E-15	0,00
19	10	2.506.000	1,0091	1,00	1,00
20	10	250.200	1,74415200558	1,74415200796	1,74
21	10	25.080.000	1,02E-11	8,17E-9	0,00

Bu 15 test probleminin ***RSYT***, ***DRAT*** ve ***AKOA*** yöntemleri ile elde edilmiş sonuçları yukarıda yer alan tablolarda gösterilmiştir. ***RSYT*** ve ***DRAT*** yöntemleri tek bir tabloda karşılaştırılmışken ***AKOA***'nın iterasyon sayısı farklılığından ötürü ayrı bir tabloda verilmesinin daha uygun olacağı düşünülmüştür.

Tablo 34: Problem 7 – 21 arası AKOA sonuçları.

No	İterasyon	AKOA	Teorik En İyi
7	**1.646.850**	0,00	0,00
8	**578.664**	-16,09171	-16,09172
9	**2.138.125**	0,998	0,998
10	2.521.025	0,3978873	0,3978873
11	**2.126.257**	-1,0316285	-1,0316285
12	**2.180.400**	3,00	3,00
13	3.121.725	-186,73090	-186,73091
14	**9.942.272**	8,012756	8,01276
15	**20.489.321**	0,00	0,00
16	26.348.761	1,1E-234	0,00
17	**20.058.368**	2,35E-32	0,00
18	**1.452.160**	0,00	0,00
19	**2.459.120**	1,00	1,00
20	**2.050**	1,74	1,74
21	**24.852.044**	0,00	0,00

RSYT ile elde edilen sonuçlar incelendiğinde problem 15, 17, 18, 19 ve 21 için bilinen en iyi sonuca erişilemediği bununla birlikte bu problemler haricinde kalan bütün problemlerde bilinen en iyi sonucun elde edildiği görülmektedir.

DRAT ile elde edilen sonuçlar incelendiğinde problem 15, 16, 17, 18, ve 21 için bilinen en iyi sonuca erişilemediği bununla birlikte bu problemler haricinde kalan bütün problemlerde bilinen en iyi sonucun elde edildiği görülmektedir.

AKOA ile elde edilen sınama sonuçları **Tablo 34**'teki gibidir;

AKOA ile elde edilen sonuçlar incelendiğinde problem 16 ve 17 için bilinen en iyi sonuca erişilemediği bununla birlikte bu problemler haricinde kalan bütün problemlerde bilinen en iyi sonucun elde edildiği görülmektedir.

Tablo* 33 *RSYT ve DRAT sonuçları tablosu ile ***Tablo* 34 *AKOA***'ya ait sonuçlar tablosu incelendiğinde;

15. Problemde ***RSYT*** ile ***1,28E-28*** sonucu, ***DRAT*** ile ***3,72E-12*** sonucu elde edilmiştir. Bu sonuçlar bilinen en iyiden daha kötü sonuçlarken ***AKOA*** ile ***0,00*** sonucu ile bilinen en iyi sonuca ulaşılmıştır.

16. problemde ***RSYT*** ile ***0,00*** sonucu, ***DRAT*** ile ***2,45E-16*** sonucu elde edilmişken ***AKOA*** ile ***1,1E-234*** sonucu elde edilmiştir. Bu sonuç ***DRAT*** 'a oranla daha iyi bir sonuç iken ***RSYT*** 'ye nazaran daha kötü bir sonuç olmasına rağmen ***1,1E-234*** sonucu sıfıra oldukça yakın bir sonuçtur.

17. problemde ***RSYT*** ile ***2,3558E-32*** sonucu, ***DRAT*** ile ***5,93E-12*** sonucu elde edilmişken ***AKOA*** ile ***2,3558E-32*** sonucu elde edilmiştir. Bu sonuç ***DRAT*** 'a oranla daha iyi bir sonuç olmasına rağmen ne ***RSYT*** ile ne de ***AKOA*** ile bilinen en iyi sonuca ulaşılamamıştır.

18. problemde ***RSYT*** ile ***2,8399E-29*** sonucu, ***DRAT*** ile ***3,9053E-15*** sonucu elde edilmişken ***AKOA*** ile bilinen en iyi sonuç olan ***0,00*** sonucu elde edilmiştir. Elde edilen sonuç bakımından ***AKOA***'ya ait sonuç ***RSYT*** ve ***DRAT*** 'dan daha iyidir.

19. problemde ***RSYT*** ile ***1,0091*** sonucu, ***DRAT*** ile ***1,00*** sonucu elde edilmişken ***AKOA*** ile de ***1,00*** sonucu elde edilmiştir. Bu problem için ***RSYT*** ile elde edilen sonuç önerilen teknik ve ***DRAT***'dan daha kötüdür.

21. problemde ***RSYT*** ile ***1,02E-11*** sonucu, ***DRAT*** ile ***8,17E-9*** sonucu elde edilmişken ***AKOA*** ile ***0,00*** sonucu elde edilmiştir.

Önerilen sezgisel teknik ile iki problem için bilinen en iyiden daha kötü sonuçlar elde edilmiştir. 16. ve 17. problemlerde bilinen en iyiden daha kötü sonuçlar elde edilmesine rağmen bu sonuçlar bilinen en iyiye oldukça yakın sonuçlardır.

Tablo 35: Parametrelere ait özet tablo.

Problem	Değişken Sayısı	AKG Sayısı	Haberleşme Oranı	Arama Limiti	Daraltma Katsayısı
1	1	16	0.60	40	0.75
2	1	32	0.70	50	0.99
3	2	16	0.50	30	0.50
4	2	25	0.60	40	0.75
5	2	36	0.70	50	0.99
6	10	128	0.70	50	0.99
6	25	128	0.70	50	0.99
6	50	128	0.70	50	0.99
7	2	25	0.60	40	0.75
8	2	25	0.60	40	0.75
9	2	25	0.60	40	0.75
10	2	25	0.60	40	0.75
11	2	25	0.60	40	0.75
12	2	25	0.60	40	0.75
13	2	25	0.60	40	0.75
14	3	64	0.50	30	0.50
15	4	256	0.60	40	0.75
16	20	128	0.70	50	0.99
17	20	128	0.70	50	0.99
18	2	25	0.60	40	0.75
19	2	25	0.60	40	0.75
20	2	25	0.60	40	0.75
21	4	256	0.70	50	0.99

AKOA 'da yer alan parametrelerden daha önce bahsedilmişti. Test problemleri için kullanılan her bir parametre ve bu parametrele ait değerler yukarıda yer alan **Tablo 35**'te verilmiştir;

İterasyon sayıları açısından karşılaştırma yapılacak olursa;

Problem 10, 13 ve 16. Problemler hariç geri kalan bütün problemler daha az sayıda iterasyon ile çözüme kavuşturulmuştur. Literatürde yer alan çalışmalarda çalışma zamanları bilgisi paylaşılmadığından her bir probleme ait algoritma çalışma zamanları hesaplanmasına rağmen karşılaştırma yapılamamıştır.

Tablo* 35** incelendiğinde problemlerin büyük bir çoğunluğunun iki değişkenli problemler olduğu görülmektedir. Algoritmaya getirilen esneklik sayesinde boyut sayısı yedinin üzerinde olan problemler için ilk yedi boyut eş alanlara bölümlendirilmiş(her bir boyut iki eş alana ayrılmış) kalan boyutlar eş alanlara ayrılmamıştır. Yedi boyuttan fazla olan problemlerde yapılan denemelerde maksimum AKG sayısının ***128 olmasının sebebi budur(15. ve 21. problem hariç).

Bu bölümde bütün problemler sınanmış ve diğer problemler ile karşılaştırmalı sonuçlara yer verilmiştir. Bu bölümden sonra öneriler bölümüne yer verilecek olup bu bölümde sonuçlar bölümünde elde edilen bilgiler doğrultusunda literatüre kazandırılması düşünülen sezgisel optimizasyon tekniği ile ilgi çeşitli önerilere yer verilecektir.

BEŞİNCİ BÖLÜM

BULGULAR VE İLERİDE YAPILMASI PLANLANAN ÇALIŞMALAR

SONUÇ

İnsanoğlu, medeniyetler boyunca sürekli kendini yenileme ihtiyacı duymuş ve bu ihtiyacı karşılayabilmek için gelişim sergilemişlerdir. İnsanlar ihtiyaçlarını artık yeterli düzeyde karşılamayan her şeyi iyileştirmeye çalışırlar. Bu durum her alanda hissedilir bir şekilde görülmektedir. Optimizasyon teknikleri de zaman içinde gelişim göstermiştir. Literatürde çok sayıda sezgisel teknik bulunmaktadır. Bu tezde önerilen ***AKOA***'da yeni bir sezgisel teknik olmaya adaydır. Literatürde yer alan sezgisel tekniklerin bu denli çok olmasına rağmen yenilerinin öneriliyor olmasının nedeni bir sezgisel tekniğin bütün problemler için yeterli kalitede çözüm üretemiyor olmasındandır. Daha başka bir ifade ile bütün problemlere uygulanabilen genel geçer bir sezgisel teknikten bahsetmek mümkün değildir. Yeni tekniklerin kazanımı, karşılaşılan problemlere farklı yöntemlerle yaklaşılarak elde edilen çözüm kalitesinin en iyilenmesinin amaçlanmasıdır.

Önerilen bu yeni teknik ile fonksiyon optimizasyon problemlerine çözüm aranmış elde edilen sonuçların oldukça rekabetçi olduğu, birçok problemde optimum çözüme ulaşılabildiği gözlemlenmiştir.

Fonksiyonda yer alan boyut sayısı ve her bir boyutun kaç eş alana bölüneceği bilgisinden hareketle AKG sayısının belirlendiği daha önce belirtilmişti(bkz. Eşitlik 2). Bu çalışmada yer alan bazı problemler 10, 20, 25 hatta 50 boyutlu problemlerdir. **2 ARAMA VE KURTARMA OPTİMİZASYON ALGORİTMASI (AKOA)** başlığı altında yer alan alt başlık **3.6 PROBLEM 6**, **3.16 PROBLEM 16** ve **3.17 PROBLEM 17**'de yer alan fonksiyonlar değişken sayısı yani boyut sayısı büyük olan problemlerdir. Örneğin Problem 6'da yer alan 50 boyutlu fonksiyonun çözümü için her bir boyut iki eş alana bölünmek istendiğinde $2^{50} = 1.125.899.906.842.624$ AKG'ye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kadar fazla sayıda AKG'nin kullanılması hem

gerçek hayat açısından hem de kullanılan bilgisayar teknolojisi açısından çok da gerçekçi bir yaklaşım olmayacaktır. Bilgisayar bu sorunun üstesinden gelse dahi algoritmanın çalışma zamanı üstel olarak çok fazla artacağından sadece çözüm uzayının bölümlendirilmesi bile çok uzun zaman alacaktır. Önerilen tekniğin uygulanması aşamasında bahsedilen sorunla karşılaşılmış olup bu sorunun üstesinden gelmek adına algoritma Java'da kodlanırken esneklik getirilmesi düşünülmüştür. Bu bağlamda problemde yer alan her bir boyutu eş alanlara bölmek yerine kullanıcı tarafından belirlenen boyutların eş alanlara bölünmesi arta kalan boyutlarda ise bölümlendirme yapılmadan AK faaliyetinin sürdürülmesi uygun görülmüştür. Örneğin Problem 6'da yer alan 10 değişkenli fonksiyonun ilk 5 boyutunun 2 eş alana ayrılabilmesi için $2^5 = 32$ AKG yeterli olacaktır. Aynı şekilde problem 16'da yer alan fonksiyonun ilk 6 boyutu 3 eş alana bölünmek istenirse $3^6 = 729$ AKG gerekecektir. Elde edilen sonuçlar göstermektedir ki yüksek sayıda AKG kullanmak çalışma zamanını oldukça arttırmaktadır. Yukarıda sağlanan esneklik sayesinde çalışma zamanı makul seviyelere indirilmiştir. AKG sayısının düşürülmesi elde edilen çözüm kalitesinin azalmasına neden olmamış ve oldukça rekabetçi sonuçlar elde edilmiştir.

Yapılan denemeler sonucunda ***Tablo* 35**: Parametrelere ait özet **tablo** incelendiğinde AKG sayısı, haberleşme oranı, arama limiti ve alan daraltma katsayısı için aşağıda yer alan tablodaki parametre değerlerinin kullanılmasının kaliteli çözümler elde edilmesi adına yeterli olacağı düşünülmektedir.

Tablo 36: Önerilen parametre değerleri.

AKG Sayısı	128
Haberleşme Oranı	0,7
Arama Limiti	50
Daraltma Kat Sayısı	0,75

Bu tezin uygulama bölümünde konu edinen çalışmalar incelendiğinde iterasyon sayısı ve sonuç bilgilerinin karşılaştırılabilir olduğu görülmektedir. Fonksiyonlara ait

sonuçlarla birlikte iterasyon sayıları bakımından karşılaştırma yapılmıştır. İterasyon sayılarının haricinde algoritmaların çalışma zamanlarının bilgisi de olsa daha karşılaştırılabilir çalışmalar yapmak mümkün olurdu.

Algoritmanın geliştirilip test edilmesi aşamasından sonra önerilen tekniğin multithreading yani çok kanallı çalışma için elverişli bir yöntem olduğu gözlemlenmiştir. Algoritma ile gerçekleştirilecek ilerleyen çalışmalarda bu çok kanallı yapısının geliştirilmesi düşünülmektedir.

İlerleyen çalışmalarda ***AKOA***'nın bilim çevresince kabul gören, yaygın kullanılan bir sezgisel teknik olabilmesi için farklı problem türlerine uygulanarak geliştirilmesi gerekmektedir. Bundan sonra bu konuda gerçekleştirilecek çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

KAYNAKÇA

Abi-Zeid Irene and John R. Frost.	SARPlan: A decision support system for Canadian Search and Rescue Operations. European Journal of Operational Research 162.3 (2005): 630-653.
Adams Annette L et. al.	Search is a time-critical event: when search and rescue missions may become futile. Wilderness & environmental medicine 18.2 (2007): 95-101.
Agapiou Agapios et. al.	Trace detection of endogenous human volatile organic compounds for search. rescue and emergency applications. TrAC Trends in Analytical Chemistry 66 (2015): 158-175.
Akay Bahriye	Nümerik Optimizasyon Problemlerinde Yapay Arı Kolonisi Algoritmasının Performans Analizi", Doktora Tezi, Sy. 25, Kayseri, 2009
Akbari, Amin, Ronald Pelot, and H. A. Eiselt	A modular capacitated multi-objective model for locating maritime search and rescue vessels. Annals of Operations Research (2017): 1-26.
Aktel Mehmet	5902 Sayılı Yasa İle Türkiye'de Afet Yönetiminde Oluşan Değişim. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi 27 (2010): 169-180.
Aktel Mehmet ve Çağlar Nedret	Isparta İli Afet (Kriz) Yönetim Yapılanması Üzerine Bir Çalışma. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi 12.3 (2007).
Akyel Recai	Türkiye Kamu Yönetiminde Afet Yönetimi. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi 14.1 (2005).
Akyol S. ve Alataş B.	Güncel Sürü Zekâsı Optimizasyon Algoritmaları", Nevşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitü Dergisi, Sayfa 36, 2012.
Allouche Mohamad K and Abdeslem Boukhtouta	Multi-agent coordination by temporal plan fusion: Application to combat search and rescue. Information Fusion 11.3 (2010): 220-232.
Anjum, Shaik Shabana, Rafidah Md Noor, and Mohammad	Review on MANET based communication for search and rescue operations. Wireless Personal Communications 94.1 (2017): 31-52.

Ardahan Faik	Ciddi Boş Zaman Faaliyeti Olarak Gönüllülük: Akut Örneği. III. Rekreasyon Araştırmaları Kongresi Bildiri Kitabı (2015): 40-53.
Atalı Levent and Kürşad Sertbaş	Spor Tesisleri ve Alanlarının Deprem Sonrası Afet Hizmetlerine Yönelik Kullanımı. Megaron 9.1 (2014).
Ayan Murat ve Tan Baykal	Uluslararası Denizcilik Örgütü ve Çevre: Türkiye'nin Örgüt İçindeki Durumu. . Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. 2010; 7(13) 275-297
Bakhshipour, M., M. Jabbari Ghadi, and F. Namdari.	Swarm robotics search & rescue: A novel artificial intelligence-inspired optimization approach. Applied Soft Computing (2017).
Balta, Haris, et al.	Integrated Data Management for a Fleet of Search-and-rescue Robots. Journal of Field Robotics 34.3 (2017): 539-582.
Barbera Joseph A and Anthony Macintyre	Urban search and rescue. Emergency medicine clinics of North America 14.2 (1996): 399-412.
Bartolucci Andrea and Michele Magni	Influence rather than control: A new approach for disaster education in the immediate aftermath of a disaster. International Journal of Disaster Risk Reduction 19 (2016): 112-117.
Beach Michael	Volunteer search and rescue and the American Red Cross: A Katrina response experience. Journal of Professional Nursing 23.6 (2007): e1-e7.
Berger Jean and Nassirou Lo	An innovative multi-agent search-and-rescue path planning approach. Computers & Operations Research 53 (2015): 24-31.
Bezgodov Alexey and Dmitrii Esin	Complex Network Modeling for Maritime Search and Rescue Operations. Procedia Computer Science 29 (2014): 2325-2335.
Blitch John G	Artificial intelligence technologies for robot assisted urban search and rescue. Expert Systems with Applications 11.2 (1996): 109-124.

Boore Stacy M and Dov Bock	Ten years of search and rescue in Yosemite National Park: examining the past for future prevention. Wilderness & environmental medicine 24.1 (2013): 2-7.
Breivik Øyvind and Arthur A Allen	An operational search and rescue model for the Norwegian Sea and the North Sea. Journal of Marine Systems 69.1 (2008): 99-113.
Brushett, Ben A., et al.	Application of leeway drift data to predict the drift of panga skiffs: Case study of maritime search and rescue in the tropical pacific. Applied Ocean Research 67 (2017): 109-124.
Bryant Charles W	How Search and Rescue Works 04 February 2008. HowStuffWorks.com. http://adventure.howstuffworks.com/search-and-rescue.htm- Erişim Tarihi 02 Mayıs 2015.
Büyükkaracığan Naci	Türkiye'de Yerel Yönetimlerde Kriz ve Afet Yönetim Çalışmalarının Mevzuat Açısından Değerlendirilmesi. Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi 12 (2016): 195-219.
Caymaz Ebru Fahri Erenel and Burak Gürer	Liderlik karizması. adanmışlık ve gruba aidiyetin gönüllü çalışma performansına etkileri: AKUT arama kurtarma derneği örneği. International Journal of Human Sciences 10.1 (2013): 129-147.
Ceri Yusuf and Ali Gulbag	Establishing an alternative communication network in disaster situations using smart devices. Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU). 2014 22nd. IEEE. 2014.
Chan Yupo et. al.	Hierarchical maximal-coverage location–allocation: case of generalized search-and-rescue. Computers & Operations Research 35.6 (2008): 1886-1904.
Chatzea, Vasiliki-Eirini, et al.	PTSD, burnout and well-being among rescue workers: Seeking to understand the impact of the European refugee crisis on rescuers." Psychiatry research (2017).
Chen Albert Y et. al.	Supporting Urban Search and Rescue with digital assessments of structures and requests of response resources. Advanced Engineering Informatics 26.4 (2012): 833-845.
Chen Lichun and Elise Miller-Hooks	Optimal team deployment in urban search and rescue. Transportation Research Part B: Methodological 46.8 (2012): 984-999.

Chiong Raymond	Studies in Computational Intelligence.” Nature Inspired Algorithms for Optimisation, Sayfa 2-3, Volume 193, 2009.
Ciesa Marta Stefano Grigolato and Raffaele Cavalli	Retrospective study on search and rescue operations in two Prealps areas of Italy. Wilderness & environmental medicine (2015).
Ciesa Marta Stefano Grigolato and Raffaele Cavalli	Analysis on vehicle and walking speeds of search and rescue ground crews in mountainous areas. Journal of Outdoor Recreation and Tourism 5 (2014): 48-57.
Claesson, A., et al.	Drones may be used to save lives in out of hospital cardiac arrest due to drowning. Resuscitation 114 (2017): 152-156.
Corniche Jocelyn et. al.	Helicopter rescue involving the winching of a physician. Air medical journal 31.2 (2012): 87-91.
Cottam Hugh and Nigel Shadbolt	Knowledge acquisition for search and rescue planning. International Journal of Human-Computer Studies 48.4 (1998): 449-473.
Cura Tunçhan	Modern Sezgisel Teknikler ve Uygulamaları”. Papatya Yayınevi. sy. 14. 2008.
Cura Tunçhan	A random search approach to finding the global minimum. Int. J. Contemp. Math. Sciences 5.4 (2010): 179-190.
Curran-Sills Gwynn M and Amalia Karahalios	Epidemiological trends in search and rescue incidents documented by the Alpine Club of Canada from 1970 to 2005. Wilderness & environmental medicine 26.4 (2015): 536-543.
Cusumano, Eugenio	Emptying the sea with a spoon? Non-governmental providers of migrants search and rescue in the Mediterranean. Marine Policy 75 (2017): 91-98.
Çakmak Furkan et. al.	ROS Uyumlu Robot Platformu Gerçeklenmesi ROS Compatible Robot Platform Implementation. . Türkiye Otonom Robotlar Konferası. 2014

Çiçekdağı Halil İbrahim and Şafak Kırış	Afet İstasyonu ve Toplanma Merkezi İçin Yer Seçimi ve Bir Uygulama. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 28 (2012): 67-76.
D'Aniello Biagio et. al.	Gazing toward humans: A study on water rescue dogs using the impossible task paradigm. Behavioural processes 110 (2015): 68-73.
Daramola Adebukola Yewande et. al.	Adaptive capacity and coping response strategies to natural disasters: a study in Nigeria. International Journal of Disaster Risk Reduction 15 (2016): 132-147.
Demirci Ali and Mehmet Karakuyu	Afet Yönetiminde Coğrafi Bilgi Teknolojilerinin Rolü/The Role of Geographic Information Technologies on Disaster Management. Doğu Coğrafya Dergisi 9.12 (2004).
Diverio, Silvana, et al.	Dogs' coping styles and dog-handler relationships influence avalanche search team performance. Applied Animal Behaviour Science 191 (2017): 67-77.
Doğan Aymil and Rana Kahraman	Emergency and disaster interpreting in Turkey: ten years of a unique endeavour. Edebiyat Fakültesi Dergisi 28.2 (2011).
Doherty Paul J et. al.	An analysis of probability of area techniques for missing persons in Yosemite National Park. Applied Geography 47 (2014): 99-110.
Ela Gretchen K	Epidemiology of wilderness search and rescue in New Hampshire. 1999–2001. Wilderness & environmental medicine 15.1 (2004): 11-17.
Ercan Tuncay	Duyarga Ağların Kurtarma Birimleri Tarafından Kullanımına İlişkin Bir Modelleme. . 3.Ağ ve Bilgi Güvenliği Ulusal Sempozyumu. 2010
Ergünay O and B Özmen	Afet Yönetimi Açısından Van Depreminden Elde Edilen Dersler. . 2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı. Hatay
Ergünay Oktay	1999 Depremleri Afet Mevzuatını Nasıl Değiştirdi: Mevzuat Açısından Neredeyiz?. . 1. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı. Ankara

Erkal Tevfik and Mehmet Değerliyurt	Türkiye'de Afet Yönetimi/Dısaster Management Of Turkey. Doğu Coğrafya Dergisi 14.22 (2009).
Filiz G Maktav D Kalkan K Özer O	Mobil Platformlar Üzerinden Gerçek Zamanli Ekip Takip Sistemi". TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi 2013
Ganz Aura et. al.	Urban Search and Rescue Situational Awareness using DIORAMA Disaster Management System. Procedia Engineering 107 (2015): 349-356.
Gelenbe Erol and Fang-Jing Wu	Large scale simulation for human evacuation and rescue. Computers & Mathematics with Applications 64.12 (2012): 3869-3880.
Grasegger Katharina et. al.	Avalanche survival after rescue with the RECCO Rescue System: a case report. Wilderness & environmental medicine 27.2 (2016): 282-286.
Greatbatch Ian Rebecca J Gosling and Sophie Allen	Quantifying search dog effectiveness in a terrestrial search and rescue environment. Wilderness & environmental medicine (2015).
Grissom Colin K Frank Thomas and Brett James	Medical helicopters in wilderness search and rescue operations. Air medical journal 25.1 (2006): 18-25.
Gunn Tyler and John Anderson	Dynamic heterogeneous team formation for robotic urban search and rescue. Procedia Computer Science 19 (2013): 22-31.
Gürer Burak	Arama Kurtarma Faaliyetine Katılan Bireylerin İletişim Becerilerinin İncelenmesi. Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi 7.1 (2016): 11-19.
Gürer B Caymaz E Adiloğulları İ.	"Akut Gönüllülerinin Örgütsel Bağlılık Düzeylerinin Bazı Demografik Değişkenler Açısından İncelenmesi". Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi Ve Spor Bilim Dergisi. 14(2). 290-297.
Hamilton Robert S. and Bruce C. Paton	The diagnosis and treatment of hypothermia by mountain rescue teams: a survey. Wilderness & Environmental Medicine 7.1 (1996): 28-37.

Hamp Quirin et. al.	New technologies for the search of trapped victims. Ad Hoc Networks 13 (2014): 69-82.
Hamzaçebi Coşkun and Fevzi Kutay	A heuristic approach for finding the global minimum: Adaptive random search technique. Applied Mathematics and Computation 173.2 (2006): 1323-1333.
Hamzaçebi Coşkun and Fevzi Kutay	Continuous functions minimization by dynamic random search technique. Applied Mathematical Modelling 31.10 (2007): 2189-2198.
Heggie Travis W.	Search and rescue in Alaska's national parks. Travel medicine and infectious disease 6.6 (2008): 355-361.
Heggie Travis W. and Michael E. Amundson	Dead men walking: search and rescue in US National Parks. Wilderness & environmental medicine 20.3 (2009): 244-249.
Heggie Travis W. and Tracey M. Heggie	Search and rescue trends and the emergency medical service workload in Utah's National Parks. Wilderness & environmental medicine 19.3 (2008): 164-171.
Hooks Jean	Search and rescue principles for equine first responders. Journal of Equine Veterinary Science 15.4 (1995): 199-205.
Hung Eric K. and David A. Townes	Search and rescue in Yosemite National Park: a 10-year review. Wilderness & environmental medicine 18.2 (2007): 111-116.
İbiş Emsal and Bedrettin Kesgin	Türkiye'de Sosyal Hizmet ve Medikal Kurtarma Açısından Yalova. Van ve Simav Depremlerinin İncelenmesi. Dumlupinar University Journal of Social Science/Dumlupinar Üniversitesi Soysyal Bilimler Dergisi 41 (2014).
Johnson Katie Yaella Depietri and Margaretha Breil	Multi-hazard risk assessment of two Hong Kong districts. International Journal of Disaster Risk Reduction 19 (2016): 311-323.
Johnson Lanny	An introduction to mountain search and rescue. Emergency medicine clinics of North America 22.2 (2004): 511-524.

Jordi Antoni et. al.	Scientific management of Mediterranean coastal zone: A hybrid ocean forecasting system for oil spill and search and rescue operations. Marine pollution bulletin 53.5 (2006): 361-368.
Kalanlar Bilge and Gülümser Kubilay	Afet hemşireliği eğitimi ve afet öncesinde afet hemşiresinin görevleri. Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Yüksekokulu Dergisi 8.2 (2015): 77-85.
Karaca Y, et al.	The potential use of unmanned aircraft systems (drones) in mountain search and rescue operations, American Journal of Emergency Medicine, (2017): 1-6.
Kao Shih-Ming Nathaniel S Pearre and Jeremy Firestone	Adoption of the arctic search and rescue agreement: A shift of the arctic regime toward a hard law basis?. Marine Policy 36.3 (2012): 832-838.
Karadeniz Görkem et. al.	Afet Senaryoları için Akıllı Telefon Tabanlı Altyapısız İletişim. . Akademik Bilişim Konferansı. Eskişehir
Karma S. et. al.	Use of unmanned vehicles in search and rescue operations in forest fires: Advantages and limitations observed in a field trial. International Journal of Disaster Risk Reduction 13 (2015): 307-312.
Kepekçi D.	Bütünleşik Afet Yönetim Sisteminde Kriz Yönetimi Kapsamı İçinde İstanbul İçin Yapılan Afet Acil Yardım Planı Bilgilendirmesi ve Değerlendirilmesi. Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı. İstanbul (2007).
Keskin H. İbrahim and K. U. M. Serdar	Deniz Emniyet ve Güvenliğinde LRIT Sistemi. Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi 4.2 (2012).
Kılıç Özkan and Ali Solak	Arama Kurtarma'da Uydu Teknolojileri: MEOSAR. . III. İletişim Teknolojileri Ulusal Sempozyumu. Adana(2007
Koukis Theodore Ilan Kelman and N Emel Ganapati	Greece–Turkey disaster diplomacy from disaster risk reduction. International journal of disaster risk reduction 17 (2016): 24-32.
Kuleyin Barış Hakan Aytekin	Çanakkale Boğazında 2004-2014 Yılları Arasında Gerçekleşen Deniz Kazalarının Analizi ve Kazaların Önlenmesine Yönelik Öneriler. Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi, 7.1, (2015).

Kutluca H. Çetin İ.E. Çakır U. Kılıç M.	GEMKOMSIS savaş yönetim sistemi yazılımının ar-ge projesi olarak geliştirilmesi. deniz platformları için sunduğu ortak alt yapı ve sahil güvenlik arama kurtarma gemisi uygulaması". Yazılım Kalitesi ve Yazılım Geliştirme Araçları Sempozyumu. 2008.
Lidbetter, Thomas	On the Approximation Ratio of the Random Chinese Postman Tour for Network Search." European Journal of Operational Research (2017): 782-788.
Marshall-Pescini Sarah et. al.	Agility and search and rescue training differently affects pet dogs' behaviour in socio-cognitive tasks. Behavioural processes 81.3 (2009): 416-422.
McIntosh Scott E et. al.	Search and rescue activity on Denali. 1990 to 2008. Wilderness & environmental medicine 21.2 (2010): 103-108.
Meloche J.	Tactical aspects of search and rescue operations. Statistics & probability letters 25.3 (1995): 271-279.
Migala Alexandre F and Susann E Brown	Use of Human Remains Detection Dogs for Wide Area Search After Wildfire: A New Experience for Texas Task Force 1 Search and Rescue Resources. Wilderness & environmental medicine 23.4 (2012): 337-342.
Mochalski Paweł et. al.	Potential of volatile organic compounds as markers of entrapped humans for use in urban search-and-rescue operations. TrAC Trends in Analytical Chemistry 68 (2015): 88-106.
Narayanan Ram G Lakshmi and Oliver C Ibe	A joint network for disaster recovery and search and rescue operations. Computer Networks 56.14 (2012): 3347-3373.
Ni Zao Zhiping Qiu and T C Su	On predicting boat drift for search and rescue. Ocean Engineering 37.13 (2010): 1169-1179.
Norrington Lisa et. al.	Modelling the reliability of search and rescue operations with Bayesian Belief Networks. Reliability Engineering & System Safety 93.7 (2008): 940-949.
Ochoa Sergio F and Rodrigo Santos	Human-centric wireless sensor networks to improve information availability during urban search and rescue activities. Information Fusion 22 (2015): 71-84.

Öner İlknur	Afetin Sosyal Boyutları ve Sonuçları: Elazığ'dan İki Sosyal İlişki Türü Örneği. . TMMOB Afet Sempozyumu. 2007
Özdemir Muhlis	Zaman Kısıtı Altında Takım Oryantiring Problemlerinin Yapay Arı Kolonisi Yaklaşımı ile Çözümü", Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Sy. 13, 2013.
Öztürk Nurettin	Türkiye'de Afet Yönetimi: Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri. Çağdaş Yerel Yönetimler Dergisi 12.4 (2003): 42-64.
Patraboy Timothy J Michael D Farrington and George J	Reliability of lithium batteries in search and rescue beacons. Journal of power sources 65.1 (1997): 93-99.
Peker İskender et. al.	Afet Lojistiği Kapsamında En Uygun Dağıtım Merkez Yerinin AHS-VIKOR Bütünleşik Yöntemi ile Belirlenmesi: Erzincan İli Örneği. Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi 14.1 (2016): 82-103.
Platt Stephen and Bahar Durmaz Drinkwater	Post-earthquake decision making in Turkey: Studies of Van and Izmir. International journal of disaster risk reduction 17 (2016): 220-237.
Procter Emily et. al.	Search and rescue response to a large-scale rockfall disaster. Wilderness & environmental medicine 26.1 (2015): 68-71.
Półka, Marzena, Szymon Ptak, and Łukasz Kuziora.	The Use of UAV's for Search and Rescue Operations. Procedia engineering 192 (2017): 748-752.
Reeves Colin R	Modern Heuristic Techniques for Combinatorial Problems", McGraw-Hill, London, 1995.
Russell Katie W et. al.	Search and rescue in the Intermountain West states. Wilderness & environmental medicine 24.4 (2013): 429-433.
Sadeghi Rokhsanna Joseph C Konwinski and	Adirondack Park incidents: a retrospective review of search and rescue reports from 2008 and 2009. Wilderness & environmental medicine (2015).

Sahin G. Balcilar M. Uslu E. Yavuz S & Amasyali M. F.	"Obstacle avoidance with Vector Field Histogram algorithm for search and rescue robots". In Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU). 2014 22nd (pp. 766-769). IEEE.
Sanem Sariel H Levent Akin	Ozerk Robotlar icin Bir Genis Alan Taramasi Planlama Yontemi . Havacilikta Ileri Teknolojiler ve Uygulamalari Sempozyumu. 2004
Sarıel Sanem Nadia Erdoğan and Tucker Balch	Gerçek zamanlı çoklu-robot çoklu-hedef problemi için artımlı atama yöntemi. İTÜDERGİSİ/d 7.5 (2011).
Schaerf A. and Di Gaspero L.	Local search techniques for educational timetabling problems". In Proceedings of the 6th International Symposium on Operational Research (SOR-01). Preddvor. Slovenia (pp. 13-23)
Sette Piersandro et. al.	Complex alpine extrication: case report of mountain and speleological rescue cooperation. Wilderness & environmental medicine 26.2 (2015): 180-184.
Shi Wei Fenzhen Su and Chenghu Zhou	A temporal accessibility model for assessing the ability of search and rescue in Nansha Islands. South China Sea. Ocean & Coastal Management 95 (2014): 46-52.
Siljander Mika et. al.	GIS-based cost distance modelling to support strategic maritime search and rescue planning: A feasibility study. Applied Geography 57 (2015): 54-70.
Snyman Jan A.	Practical Matemathical Optimization, An Introduction to Basic Optimization Theory and Classical and New Gradient-Based Algorithms", Sy. 2, 2005.
Soteras Inigo Enric Subirats and Giacomo Strapazzon	Epidemiological and medical aspects of canyoning rescue operations. Injury 46.4 (2015): 585-589.
Stepanek Jan and David W Claypool	GPS signal reception under snow cover: A pilot study establishing the potential usefulness of GPS in avalanche search and rescue operations. Wilderness & environmental medicine 8.2 (1997): 101-104.
Szomiński Szymon et. al.	Predictive Planning Method for Rescue Robots in Buildings. Procedia Computer Science 76 (2015): 539-546.

Şahin Yusuf and Hasan Akyer	Ülke Kaynaklarının Verimli Kullanımı: 4x4 Arama ve Kurtarma Aracı Seçiminde AHS ve Topsis Yöntemlerinin Uygulaması. Visionary E-Journal/Vizyoner Dergisi 3.5 (2011).
Şen Bülent et. al.	Arama Kurtarma Çalışmaları İçin Geliştirilmiş Bir Gezer RF Algılayıcı Sistemi. URSI. Hacettepe Üniversitesi. Ankara (2004).
Şengül Ramazan and N. Işıl Çetinkaya	Belediye Hizmetlerine Gönüllü Katılım: Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Örneği. Kuramdan Uygulamaya Yerel Yönetimler ve Kentsel Politikalar. 7.Kamu Yönetimi Sempozyumu-Hatay. (2013)
Şükrü sever Mehmet ve Rümeyza Kazancıoğlu	Van Depremi'nin Ardından: Yine Yeniden Deprem. . Türk Nefroloji Diyaliz ve Transplantasyon Dergisi. 2012; 21(1) 7-9
Tanaka Kohji et. al.	Development of a Typhoon Search and Prediction System for Disaster Prevention and Mitigation Action Plans Based on Typhoon Course Analysis. Procedia Engineering 154 (2016): 1258-1266.
Taubenböck Stefan et. al.	HEMS in alpine rescue for pediatric emergencies. Wilderness & environmental medicine 27.3 (2016): 409-414.
Thavasi P Thanu and C D Suriyakala	Sensors and Tracking Methods Used in Wireless Sensor Network Based Unmanned Search and Rescue System-A Review. Procedia Engineering 38 (2012): 1935-1945.
Üstün Abdullah Korkut ve Ahmet Sermet Anagün	İstanbul'un İlçelerinin Afet Yönetimi Açısından Önem Ağırlıklarının Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanılarak Belirlenmesi. Journal of the Faculty of Engineering & Architecture of Gazi University" 31.1 (2016).
Van der Velden Peter G et. al.	Mental health problems among search and rescue workers deployed in the Haïti earthquake 2010: A pre–post comparison. Psychiatry research 198.1 (2012): 100-105.
Vasilyev Ivan et. al.	Use of Mobile Robots Groups for Rescue Missions in Extreme Climatic Conditions. Procedia Engineering 100 (2015): 1242-1246.
Vettor Roberto and C Guedes Soares	Computational system for planning search and rescue operations at sea. Procedia Computer Science 51 (2015): 2848-2853.

Vettor Roberto and C Guedes Soares	Computational system for planning search and rescue operations at sea. Procedia Computer Science 51 (2015): 2848-2853.
Visser Jenny T and Adam FR Campbell	New Zealand Land Search and Rescue Operations: An Analysis of Medical and Traumatic Conditions. Wilderness & environmental medicine 25.4 (2014): 401-408.
Wild Finlay J.	Epidemiology of mountain search and rescue operations in Banff. Yoho. and Kootenay National Parks. 2003–06. Wilderness & environmental medicine 19.4 (2008): 245-251.
Worley Gordon H.	Civilian helicopter search and rescue accidents in the United States: 1980 through 2013. Wilderness & environmental medicine 26.4 (2015): 544-548.
Wu Chia-Hao and Liang-Chien Chen	3D spatial information for fire-fighting search and rescue route analysis within buildings. Fire Safety Journal 48 (2012): 21-29.
Wu, Huafeng, et al.	A novel cooperative localization algorithm using enhanced particle filter technique in maritime search and rescue wireless sensor network. ISA transactions (2017): 1-8.
Wysokiński Michał Robert Marcjan and Jacek Dajda	Decision support software for search & rescue operations. Procedia Computer Science 35 (2014): 776-785.
Xing Huang	Emergency material collecting model of sudden disasters with fuzzy collecting time. International Journal of Disaster Risk Reduction 19 (2016): 249-257.
Xu, Ping, et al.	Research on workflow of improving electromagnetic compatibility of search and rescue helicopter. Applied Computational Electromagnetics Society Symposium-Italy (ACES), 2017 International. IEEE, 2017:1-2.
Yanguas-Rojas, David, and Eduardo Mojica-Nava.	Exploration with Heterogeneous Robots Networks for Search and Rescue. IFAC-PapersOnLine 50.1 (2017): 7935-7940.
Yarwood Richard	Risk. rescue and emergency services: The changing spatialities of Mountain Rescue Teams in England and Wales. Geoforum 41.2 (2010): 257-270.

Yongjian Yang and Liang Yumei	A new discrete filled function algorithm for discrete global optimization. Journal of Computational and Applied Mathematics 202.2 (2007): 280-291.
Yontar İbrahim Güray ve Feriştah Yılmaz	Türkiye'de Bütünleşik Kıyı Yönetiminin Aktörleri. Rolleri ve Sorumlulukları. . Uludağ Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. 2013; 32(1) 147–184.
Young-Doo Kwon. Soon-Bum Kwon. Seung-Bo Jin. Jae-Yong	Convergence enhanced genetic algorithm with successive zooming method for solving continuous optimization problems". Computers and Structures 81 (2003) 1715–1725.
Zhang, Jinfen, et al.	Probabilistic modelling of the drifting trajectory of an object under the effect of wind and current for maritime search and rescue. Ocean Engineering 129 (2017): 253-264.
Zhang, Shuwen, et al.	Zhang, Shuwen, et al. "Multistage assignment optimization for emergency rescue teams in the disaster chain." Knowledge-Based Systems 137 (2017): 123-137.

İNTERNET ERİŞİM LİNKLERİ

Doğa Sporları Karadan Arama Çeşitleri Alan Taraması	http://www.outdoororacle.com/DogaSporlariDetay.aspx?anagrup =473 &grup=483&detay=272&dagda-karadan-arama-cesitleri-alan-taramasi. Erişim Tarihi Ağustos 2015
Doğa Sporları Karadan Arama Çeşitleri Çark Arama Tekniği	http://www.outdoororacle.com/DogaSporlariDetay.aspx?anagrup= 473&grup=483&detay=281&dagda-karadan-arama-cesitleri-cark- arama-teknigi. Erişim Tarihi Ağustos 2015
Doğa Sporları Karadan Arama Çeşitleri Daralan Kare Arama Tekniği	http://www.outdoororacle.com/DogaSporlariDetay.aspx?anagrup= 473&grup=483&detay=273&dagda-karadan-arama-cesitleri-hat- duzeninde-arama. Erişim Tarihi Ağustos 2015
Doğa Sporları Karadan Arama Çeşitleri Kare Arama Tekniği	http://www.outdoororacle.com/DogaSporlariDetay.aspx?anagrup= 473&grup=483&detay=276&dagda-karadan-arama-cesitleri-daralan- kare-arama-teknigi. Erişim Tarihi Ağustos 2015

Doğa Sporları Karadan Arama Çeşitleri Keşif Taraması	http://www.outdoororacle.com/DogaSporlariDetay.aspx?anagrup= 473&grup=483&detay=271&dagda-karadan-arama-cesitleri--kesif- aramasi. Erişim Tarihi Ağustos 2015
Doğa Sporları Karadan Arama Çeşitleri Kutu Arama Tekniği	http://www.outdoororacle.com/DogaSporlariDetay.aspx?anagrup= 473&grup=483&detay=279&dagda-karadan-arama-cesitleri-kutu-arama-teknigi. Erişim Tarihi Ağustos 2015
Doğa Sporları Karadan Arama Çeşitleri S Pattern Arama Tekniği	http://www.outdoororacle.com/DogaSporlariDetay.aspx?anagrup= 473&grup=483&detay=274&dagda-karadan-arama-cesitleri-s-patern-arama-teknigi. Erişim Tarihi Ağustos 2015
Doğa Sporları Karadan Arama Çeşitleri Tekli Spiral Arama Tekniği	http://www.outdoororacle.com/DogaSporlariDetay.aspx?anagrup= 473&grup=483&detay=277&dagda-karadan-arama-cesitleri-tekli-spiral-arama-teknigi. Erişim Tarihi Ağustos 2015
Doğa Sporları Karadan Arama Çeşitleri Zincir Arama Tekniği	http://www.outdoororacle.com/DogaSporlariDetay.aspx?anagrup= 473&grup=483&detay=280&dagda-karadan-arama-cesitleri-zincir-arama-teknigi. Erişim Tarihi Ağustos 2015
Resmi Gazete Türk Arama Kurtarma Yönetmeliği	12 Aralık 2001 Tarih 24611 Sayılı Yönetmelik (http://www.resmigazete.gov.tr/ eskiler/2001/12/20011212.htm-Erişim Tarihi 03 Mayıs 2015
Tubitak Biltek	http://www.biltek.tubitak.gov.tr/sandik/aramakurtarma /nedir.htm - Erişim Tarihi Mayıs 2015
Türk Dil Kurumu Resmi Web Sitesi	http://tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&arama =gts&guid= TDK.GTS.55463b9b12e296.95040032- Erişim Tarihi 03 Mayıs 2015
Türk Dil Kurumu Resmi Web Sitesi	http://tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&arama =gts&guid= TDK.GTS.55bbf51d763114.03218982 Erişim Tarihi Ağustos 2015

ÖZGEÇMİŞ

EĞİTİM

Yüksek Lisans	İstanbul Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü, Sayısal Yöntemler Anabilim Dalı
2011 2013	Tez Adı: Zaman kısıtı altında takım oryantiring problemlerinin Yapay Arı Kolonisi yaklaşımı ile çözümü Tez Danışmanı:(PROF. DR. HÜSEYİN ÖNER ESEN)
Lisans	Selçuk Üniversitesi
2011 2013	İktisadi İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, İşletme Programı

AKADEMİK TECRÜBE

Araştırma Görevlisi, Sayısal Yöntemler Anabilim Dalı, İktisadi İdari Bilimler Fakültesi, Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane 2018-Halen.

Araştırma Görevlisi, Sayısal Yöntemler Anabilim Dalı, İşletme Fakültesi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul 2011-2018.

Araştırma Görevlisi, Sayısal Yöntemler Anabilim Dalı, İktisadi İdari Bilimler Fakültesi, Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane 2010-2011.

EDİTÖRLÜK

Kurucu, Alphanumeric Journal, The Journal of Operations Research, Statistics, Econometrics and Management Information Systems 2013.

Dergi Editorü, Alphanumeric Journal, The Journal of Operations Research, Statistics, Econometrics and Management Information Systems, ISSN : 2148-2225, 2013-2015.

Kitap Editörü, Veri Madenciliğinde Güncel Yaklaşımlar Web, Metin ve Multimedya Madenciliği Büyük Veri ve Sosyal Medya Madenciliği, Çağlayan Kitabevi, İSTANBUL, 2017.

ESERLER

Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler:

1. ÖZDEMİR MUHLİS (2017). Particle Swarm Optimization for Continuous Function Optimization Problems. International Journal of Applied Mathematics, Electronics and Computers, 5(3), 47-52., Doi: http://dx.doi.org/10.18100/ijamec.2017331879
2. NİŞEL SEYHAN, ÖZDEMİR MUHLİS (2016). Analytic Hierarchy Process Analytic Network Process In Sport A Comprehensive Literature Review. International Journal of the Analytic Hierarchy Process, 8(3), 405-429., Doi: 10.13033/ijahp.v8i3.448
3. YILDIRIM BAHADIR FATİH, KUZU SULTAN, ÖZDEMİR MUHLİS (2016). Evaluating Mobile Operating Systems Using Fuzzy VIKOR Approach. Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 18(1), 79-95., Doi: 10.5578/jss.26290
4. ÖNDER EMRAH, ÖZDEMİR MUHLİS, YILDIRIM BAHADIR FATİH (2013). Combinatorial Optimization Using Particle Swarm Optimization Supported Genetic Algorithm and Artificial Bee Colony Algorithm. Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi KAU İİBF Dergisi, 4(6), 59-70.
5. ARICIGİL ÇİLAN ÇİĞDEM, ÖZDEMİR MUHLİS (2013). Measuring Domestic Digital Divide By Using Latent Class Analysis A Case Study Of Turkey. if dergisi, 42(2), 219-234.

Ulusal hakemli dergilerde yayımlanan makaleler:

1. EROĞLU ERGÜN, YILDIRIM BAHADIR FATİH, ÖZDEMİR MUHLİS (2014). Çok Kriterli Karar Vermede Oreste Yöntemi ve Personel Seçiminde Uygulanması. İstanbul Üniversitesi İşletme İktisadi Enstitüsü Yönetim Dergisi, 25(76), 81-95.
2. ÖNDER EMRAH, YILDIRIM BAHADIR FATİH, ÖZDEMİR MUHLİS (2013). Multi Criteria Decision Making for Evaluating Tourism Destinations in Turkey. Academıc Journal of Tourısm and Management Researches, 1(1), 1-15.

Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında (proceedings) basılan bildiriler:

1. ÖZDEMİR M., CURA T., “Maksimum Adil Dagilim Problemi icin Paralel Yerel Arama Yaklasimi”, Ulaştırma ve Lojistik Ulusal Kongresi, 26-27 Ekim 2017, İstanbul.
2. ÖZDEMİR MUHLİS, ÇELİKBİLEK YAKUP, CURA TUNÇHAN (2016). A new Heuristic Optimization Search and Rescue Algorithm. The Economics, Finance, Accounting & Management Conference (Sözlü Bildiri)
3. ÖZDEMİR MUHLİS (2016). Arama ve Kurtarma Üzerine Bir Araştırma. 1st International Scientific Researches Congress Humanity and Social Sciences, MADRID IBAD-2016, 345-345. (Özet Bildiri)
4. NİŞEL SEYHAN, ÖZDEMİR MUHLİS, NİŞEL RAUF NURETTİN (2015). Multicriteria Decision Making in Sport A Comprehensive Literature Review. 23rd International Conference on Multiple Criteria Decision Making MCDM (Özet Bildiri)
5. ÖZDEMİR MUHLİS, CAN MUSTAFA (2014). Yapay Arı Koloni Algoritması ile Zaman Pencereli Takım Oryantiring Problemlerinin Çözümü. 15th International Symposium on Econometrics, Operations Research and Statistics, 986-999. (Tam Metin Bildiri)
6. ARICIGİL ÇİLAN ÇİĞDEM, TAŞ NİHAT, ÖZDEMİR MUHLİS (2013). Gizli Sınıf Analizi ile Türkiyenin Kişisel İnternet Kullanım Profilinin Belirlenmesi. 14th International Symposium on Econometrics, Operation Research and Statistics, 403-418. (Tam Metin Bildiri)
7. ÖNDER EMRAH, YILDIRIM BAHADIR FATİH, ÖZDEMİR MUHLİS (2013). Multi Criteria Decision Making for Evaluating Tourism Destinations in Turkey. 14th International Symposium on Econometrics, Operation Research and Statistics (Özet Bildiri)
8. ÖNDER EMRAH, ÖZDEMİR MUHLİS, YILDIRIM BAHADIR FATİH (2013). Combinatorial Optimization Using Particle Swarm Optimization Supported Genetic Algorithm and Artificial Bee Colony Algorithm. 14th International Symposium on Econometrics, Operation Research and Statistics (Özet Bildiri)

Yazılan ulusal/uluslararası kitaplar veya kitaplardaki bölümler:

1. ÖZDEMİR M., Bölüm Adı: TOPSIS, “Operasyonel, Yönetsel ve Stratejik Problemlerin Çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri”, ISBN: 978-605-4798-84-1, ss. 133-153, Dora Basım-Yayın Dağıtım, Bursa, 2014.