

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/265289381>

# GUGUK KUŞU ALGORİTMASI: BİR PLASTİK ATIK TOPLAMA UYGULAMASI; Cuckoo Search Algorithm: A Plastic Waste Collection Example

Conference Paper · May 2014

DOI: 10.13140/2.1.3537.8560

CITATIONS

0

READS

1,709

1 author:



Kenan Karagül

Pamukkale University

49 PUBLICATIONS 24 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Vehicle Routing Problem, Travelling Salesman Problem, Transportation Problem, Julia Language [View project](#)

**15<sup>th</sup> ISEOS**

**PROCEEDINGS BOOK**

15<sup>th</sup> International Symposium on Econometrics,

Operations Research and Statistics

22-25 May 2014 Suleyman Demirel University



Suleyman Demirel University, Department of Econometrics





## **ORGANIZING COMMITTEE**

Hakan DEMİRGİL  
Abdullah EROĞLU  
Sadık ÇÖKELEZ  
Kenan Oğuzhan ORUÇ  
Aliye Atay KAYIŞ  
Yılmaz KILIÇASLAN  
Erdoğan ÖZTÜRK  
Harun SULAK  
Yusuf DEMİR  
Murat ÇUHADAR  
Meltem AYCAN KARAATLI  
Ömer Utku ERZENGİN  
Hikmet ORHAN  
Hakan BOZDAĞ  
Vedat BAYDAR  
Onur DEMİREL  
Aykut SEZGİN  
Buhari DOĞAN  
Süha ÇELİKKAYA  
Süleyman Kağan GÜRBÜZ  
Faruk ERİNCİ  
Harun ÖZTÜRK  
Pınar ARSLAN  
Canan ŞENTÜRK  
Fatih DEMİR  
Hande UZUNOĞLU ÜNLÜ



## ISEOS 2014

---

---

# 15<sup>th</sup> INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ECONOMETRICS, OPERATIONS RESEARCH AND STATISTICS

Isparta, Turkey, May 22-24, 2014

Editors

---

*Kenan Oğuzhan Oruç*

*Hakan Demirgil*



**ISBN: 978-9944-452-80-9**

### DISCLAIMER

---

All articles have been printed as received and formatted for uniformity and the Organizing and Scientific Committees cannot be claimed responsible of the contents and future applications.



## CONTENTS

ECONOMETRICS.....	9
AN APPLICATION OF KEYNESIAN CONSUMPTION FUNCTION AND MULTIPLIER ON TURKISH ECONOMY.....	10
AR - GE HARCAMALARI VE EKONOMİK BÜYÜME ARASINDAKİ İLİŞKİ: PANEL VERİ ANALİZİ.....	24
AR-GE'NİN TEŞVİKİ AMACIYLA UYGULANAN MALİYE POLİTİKALARININ ETKİNLİĞİ VE GELİŞMİŞ ÜLKELERDEN ÖRNEKLER .....	40
BİREYSEL EMEKLİLİK FONLARINI BELİRLEYEN FAKTÖRLER: OECD ÖRNEĞİ .....	54
BURS VE SOSYAL YARDIM ALAN ÖĞRENCİLERİN HARCAMA VE AİLE GELİR BEYANLARININ EKONOMETRİK MODELLENMESİ.....	65
ÇALIŞAN KADIN BOŞANIYOR MU? TÜRKİYE ÜZERİNE AMPİRİK BİR ANALİZ .....	78
DIŞ TİCARET-REEL DÖVİZ KURU İLİŞKİSİ: TÜRKİYE EKONOMİSİ ÜZERİNE BİR İNCELEME (2004-2013) .....	90
DIŞ TİCARETTE REKABET GÜCÜNÜN BELİRLEYİCİSİ OLARAK AR-GE VE İNOVASYON: EKONOMETRİK BİR ANALİZ.....	108
DÖVİZ KURU OYNAKLIĞININ TÜRKİYE'NİN EURO ALANINA OLAN İHRACATI ÜZERİNE ETKİSİ (2002-2013).....	122
FİNANSAL İSTİKRARSIZLIK VE KURUMSAL KALİTE (YÖNETİŞİM) İLİŞKİSİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ .....	138
FORECASTING BIST NATIONAL-100 INDEX BY USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORK AND REGRESSION MODELS.....	155
HİSSE SENEDİ ENDEKSLERİNE YÖNELİK YATIRIM TERCİHLERİ: BİST 100 ÜZERİNE BİR UYGULAMA.....	167
KAMU HARCAMALARI VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİNE WAGNER YASASI ÇERÇEVESİNDEN BİR BAKIŞ: TÜRKİYE İÇİN EKONOMETRİK BİR ANALİZ.....	182
MACROECONOMIC DETERMINANTS OF MERGER AND ACQUISITIONS IN TURKEY: AN ARDL BASED COINTEGRATION APPROACH.....	192
MALİYE POLİTİKASI AÇISINDAN REEL KAMU HARCAMALARI & EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ: TÜRKİYE EKONOMİSİ İÇİN ÇOK VEKTÖRLÜ EŞBÜTÜNLEŞİM ÇÖZÜMLEMESİ VE YAPISAL VEKTÖR HATA DÜZELTME MODELİ BULGULARI.....	203
PARA VE FİZİKİ SERMAYE İLİŞKİSİ: MCKINNON TAMAMLAYICILIK HİPOTEZİ TÜRKİYE EKONOMİSİ İÇİN NE KADAR GEÇERLİ?.....	223
PETROL FİYAT GETİRİLERİ İLE BIST ANA SEKTÖR GETİRİLERİ ARASINDA RİSK İLİŞKİSİ .....	234
SABİT İKAME ESNEKLİKLİ ÜRETİM FONKSİYONUNUN İKAME ESNEKLİK PARAMETRESİNİN TAHMİN EDİLMESİ: ÖRNEK OLAY İNCELEMESİ.....	250
SATIN ALMA GÜCÜ PARİTESİ TEORİSİNİN GEÇERLİLİĞİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ.....	262
TÜRKİYE EKONOMİSİ İÇİN SERMAYE HİZMETLERİ ENDEKSİ: BÜYÜME MUHASEBESİ YAKLAŞIMI.....	274



TÜRKİYE'DE ENERJİ TÜKETİMİ, FİNANSAL GELİŞME, EKONOMİK BÜYÜME, SANAYİLEŞME VE KENTLEŞME: ÇOKLU YAPISAL KIRILMALI BİR ARAŞTIRMA .....	284
TÜRKİYE'DE SANAYİ SEKTÖRÜ VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİNİN KALDOR YASASI ÇERÇEVESİNDE SINANMASI: EKONOMETRİK BİR ANALİZ.....	296
WHAT DETERMINES TO HOLD A HIGH-PAYING JOB? THE CASE OF TURKEY .....	310
WHAT IS THE SIGNIFICANCE OF IMPROVING HEALTH LEVEL IN ACCELERATING ECONOMIC GROWTH?.....	322
YABANCI SERMAYENİN BÖLGELER ARASINDAKİ DAĞILIM FARKLILIKLARI VE TERCİH NEDENLERİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ .....	335
YABANCI YATIRIMCI PORTFÖYLERİNE KUR RİSKİNİN ETKİSİ.....	346
YURT DIŞI EĞİTİM PROGRAMLARININ BİREYLERİN KISA VE UZUN DÖNEM GELİRLERİNE ETKİSİ: ÇALIŞANLAR ÜZERİNE EĞİLİM SKORU EŞLEŞTİRMESİ UYGULAMASI.....	359
STATISTICS.....	373
BAĞIMSIZ İKİ ÖRNEK ORTALAMASINI KARŞILAŞTIRMADA RANK TRANSFORM METODUNUN KULLANILMASI İLE OLUŞAN AMPİRİK I.TİP HATA ORANI.....	374
BAYESIAN MULTINOMIAL LOGISTIC REGRESSION MODEL OF ORGANIC FOOD BUYERS DATA .....	383
BULANIK ORTAMDA SATIŞ GELİRLERİNİN BELİRLENMESİNE YÖNELİK ÇOKLU REGRESYON TAHMİN MODEL ÖNERİSİ VE BİR TEKSTİL İŞLETMESİNE UYGULANMASI. 394	
DEVLET ÜNİVERSİTELERİNİN AKADEMİK PERFORMANSLARININ ÇOK BOYUTLU ÖLÇEKLEME YÖNTEMİ İLE ANALİZİ.....	406
ÖZEL DERSANE VE KOLEJLERDEKİ ÖĞRETMENLERİN TÜKENMİŞLİK DÜZEYLERİNİN MASLACH VE KOPENHAG ENVANTERLERİNE GÖRE ÖLÇÜLMESİ VE KARŞILAŞTIRMASI .....	417
HİBRİD SİSTEMLER İÇİN BAYESÇİ YAKLAŞIM.....	425
LIMITATIONS IN AVERAGE RUN LENGTH CALCULATIONS IN STATISTICAL PROCESS CONTROL .....	446
LOJİSTİK REGRESYON VE BANKACILIK VERİLERİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA.....	455
NODEXL İLE SOSYAL AĞ ANALİZİ: #AKADEMİKZAM ÖRNEĞİ .....	464
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ'NDE OKUYAN ÖĞRENCİLERİN BAŞARI DURUMLARINI ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN LOJİSTİK REGRESYON ANALİZİ İLE BELİRLENMESİ .....	483
RAYLI SİSTEM FİLO ARAÇLARINDA ARIZA DAĞILIM PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ .....	492
SOSYAL AĞ VERİLERİNİN KUVVET YASASI OLASILIK DAĞILIMINA UYGUNLUK ANALİZİ: TWITTER ÖRNEĞİ.....	501
SU KİRLİLİĞİ VE SUBJEKTİF YOKSULLUK ÜZERİNE BİR ALAN ÇALIŞMASI: AŞAĞI BÜYÜK MENDERES HAVZASI ÖRNEĞİ .....	524
SÜREKLİ BAĞIMSIZ DEĞİŞKENLER İÇİN ORANSAL ODDS MODELİ, KARAR AĞACI ve YAPAY SİNİR AĞLARI YÖNTEMLERİNİN SINIFLANDIRMA PERFORMANSININ KARŞILAŞTIRILMASI.....	535
THE DETERMINATION OF THE FACTORS EFFECTING THE STUDENTS' FOREIGN LANGUAGE ACHIEVEMENT AT PAMUKKALE UNIVERSITY BY USING LOGISTIC REGRESSION ANALYSIS .....	552



TOPKAPI SARAYI MÜZESİ'NDE ZİYARETÇİ PROFİLİ VE MEMNUNİYET ARAŞTIRMASI: ÖLÇEK TASARIMINA İLİŞKİN BİR UYGULAMA .....	560
TÜRKİYE'DE HAVA YOLU ULAŞIM TALEBİNİN BOX-JENKINS VE GRİ TAHMİN YÖNTEMLERİ İLE TAHMİNİ .....	576
TÜRKİYE'DEKİ DOLAR KURU VOLATİLİTESİNİN MODELLENMESİ .....	589
TÜRKİYE'DEKİ İŞ KAZALARININ GELECEK YILLAR İÇİN TAHMİNİ .....	601
TÜRKİYE'NİN MOBİLYA SEKTÖRÜ REKABETÇİLİĞİNİN REKABET GÜCÜ ENDEKSLERİ BAKIMINDAN ANALİZİ VE BAZI TESPİTLER .....	612
OPERATIONS RESEARCH .....	623
A FUZZY ANALYTIC HIERARCHY PROCESS MODEL FOR THE EVALUATION OF PRINT ADVERTISEMENT DESIGNS .....	624
ACİL SERVİS ANAHTAR PERFORMANS ÖLÇÜTLERİNİN BULANIK AHP İLE ÖNCELİKLENDİRİLMESİ .....	644
BİNA ISI YALITIMINDA KULLANILAN EN UYGUN MALZEMENİN SEÇİMİNDE AHP YÖNTEMİNİN UYGULANMASI .....	655
BİR RAYLI TAŞIT İÇİN PROJE YÖNETİMİ UYGULAMASI .....	664
BORSALARIN PERFORMANSININ ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI .....	673
BUILDING SCENARIOS FOR WIND ENERGY WITH FUZZY COGNITIVE MAPS .....	690
BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ PROSES KULLANILARAK TÜRKİYE'DE NÜKLEER ENERJİ SANTRALİNİN KURULUŞ YERİ SEÇİMİ .....	699
BULANIK ÖLÇÜ UZAYLARI ve BULANIK KOALİSYON FONKSİYONLARININ RIESZ AYRIŞIMI .....	710
ÇOK AMAÇLI DOĞRUSAL PROGRAMLAMA PROBLEMLERİNİN ÇÖZÜMÜ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA: GLOBAL KRİTER ve ÖNCELİKLİ HEDEF PROGRAMLAMA YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRMASI .....	714
DEPO SÜREÇLERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ VE BİR UYGULAMA .....	722
DEVELOPMENT OF A DECISION SUPPORT SYSTEM BASED ON ANALYTIC NETWORK PROCESS FOR NON-TRADITIONAL MACHINING PROCESS SELECTION .....	727
EKONOMİK BİR BÜYÜME MODELİ'NİN YAPAY SİNİR AĞLARI İLE TAHMİNİ VE TÜRKİYE UYGULAMASI .....	738
GRİ İLİŞKİSEL ANALİZ YÖNTEMİ İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ VE BİR TEKSTİL FABRİKASINDA UYGULAMA ÇALIŞMASI .....	750
GSM OPERATÖRÜ KULLANICILARININ MÜŞTERİ MEMNUNİYETİNİN TOPSIS YÖNTEMİYLE ÖLÇÜLMESİ .....	763
GUGUK KUŞU ALGORİTMASI: BİR PLASTİK ATIK TOPLAMA UYGULAMASI .....	775
HÜCRESEL ÜRETİMDE İŞGÜCÜ PLANLAMASI VE UYGULAMASI .....	785
İKİLİ KARŞILAŞTIRMA MATRİSİNİN YEREL AĞIRLIKLARININ BULUNMASINDA LP-GW-AHP METOT .....	792
KARMA İMALAT ORTAMI İÇİN ÜRETİM SEVKİYAT ENTEGRE PLANLAMASI .....	799
KLASİK VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE KATEGORİK VERİ ZARFLAMA ANALİZİ MODELLERİNİN ENERJİ VERİMLİLİĞİ ÜZERİNDE KARŞILAŞTIRMALI İNCELENMESİ .....	808





LOJİSTİK MERKEZİ YER SEÇİMİ İÇİN ANALİTİK AĞ SÜRECİ YÖNTEMİNİN KULLANILMASI .....	823
MAKİNE SEÇİMİ İÇİN BULANIK DEMATEL VE BULANIK TOPSİS YÖNTEMLERİNİN BİRLEŞTİRİLMESİ.....	836
MOBİL İŞLETİM SİSTEMLERİNİN BULANIK VIKOR YAKLAŞIMI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ .....	852
ON FILLED FUNCTION METHOD AND APPLICATIONS .....	864
ORACLE VERİ TABANINDA PL/SQL DİLİNDE GENETİK ALGORİTMA KULLANILARAK YAPAY ZEKA VE BULANIK MANTIK TABANLI SORGULAMAYAZILIMI GELİŞTİRİLMESİ VE UYGULAMASI .....	872
PATIENT PROFILE DETERMINATION FOR A PHARMACY VIA DATA MINING CLASSIFICATION TECHNIQUES .....	892
PERFORMANCE EVALUATION OF THE HYBRID APPROACHES FOR SOLVING THE CAPACITATED LOT SIZING PROBLEM WITH SETUP CARRYOVER AND BACKORDERING	900
RESEARCH AND ANALYSIS ON A FURNITURE PRODUCTION SYSTEM VIA VALUE STREAM MAPPING AND WORK STUDY .....	915
VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE MERMER İŞLETMELERİNİN ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ .....	950
YAMUK BULANIK SAYILARLA BİR BULANIK EKONOMİK SİPARİŞ MİKTARI MODELİ.....	976
YAPAY ARI KOLONİ ALGORİTMASI İLE ZAMAN PENCERELİ TAKIM ORYANTİRİNG PROBLEMLERİNİN ÇÖZÜMÜ .....	986
YAPAY SİNİR AĞLARI ÇOKLU LOJİSTİK REGRESYON VE ÇOKLU DİSKRİMİNANT ANALİZ YÖNTEMLERİNDEN YARARLANARAK YEREL SEÇİMLERDE SEÇMEN TERCİHLERİNİN SINIFLANDIRILMASI: OSMANİYE İLİ UYGULAMASI.....	1000
YAPAY SİNİR AĞLARI YÖNTEMİ İLE TÜRKİYE'DEKİ TURİZM GELİRİNİN TAHMİN EDİLMESİ.....	1022
POSTERS.....	1031
DEPO PLANLAMASI ve ÜRÜNLERİN DEPOLARA ATANMASI PROBLEMİNİN MODELLENMESİ.....	1032
PARA POLİTİKASI ARAÇLARININ ENFLASYON HEDEFLEMESİ ÜZERİNE GÖRELİ ETKİSİ: TÜRKİYE EKSENİNDE BİR ZAMAN SERİSİ ÇÖZÜMLEMESİ.....	1040
ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN İNTERNET KULLANIM TERCİHLERİNİN AHP KULLANILARAK DEĞERLENDİRİLMESİ.....	1053

## GUGUK KUŞU ALGORİTMASI: BİR PLASTİK ATIK TOPLAMA UYGULAMASI

Yrd. Doç. Dr. Kenan KARAGÜL<sup>1</sup>

### Özet

Gezgin satıcı ve araç rotalama problemleri polinom zamanda çözümlenemediği için NP-Zor sınıfında yer alırlar. Veri sayısı az olan küçük problemler için kesin matematiksel yöntemler geliştirilmiş olsa da büyük problemler için bu yöntemlerle çözüme ulaşmak bazen olanaksız bazen de zaman karmaşıklığı kabul edilemeyecek kadar büyük olmaktadır. Bu nedenle araştırmacılar daha çok sezgisel algoritmalar üzerindeki çalışmalara yoğunlaşmışlardır.

Bu çalışmada, sezgisel algoritmalar arasında yer alan guguk kuşu algoritması gezgin satıcı problemine uygulanmıştır. Ayrıca, elde edilen çözümlerin 2-opt yerel arama algoritması ile çözüm kalitesi geliştirilmiştir. Literatürde yer alan, Sırbistan'ın Niş şehrindeki 20 bölgeye konumlandırılmış plastik atık konteynerlerinde yer alan atıkların kamyonlarla toplanmasına ilişkin problem ele alınmış, literatürdeki çözüm, tasarruf algoritması çözümü ve önerilen yöntem ile elde edilen çözüm karşılaştırılmıştır. Literatürde yer alan çözümün ve Tasarruf Algoritması çözümünün rota uzunluklarının sırası ile 1507 km, 1074 km olduğu hesaplanmıştır. Önerilen çözümün ise 10 çalıştırmanın en iyi sonucu olarak rota uzunluğunu 1069 km olarak elde ettiği görülmüştür. Önerilen çözümün, hem Tasarruf hem de literatürde yer alan çözüm sonuçlarından daha üstün olduğu görülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** *Guguk Kuşu Algoritması, Gezgin Satıcı Problemi, Araç Rotalama Problemi, 2-opt Yerel Arama Algoritması*

**JEL Kodu:** *C61, C63*

### Cuckoo Search Algorithm: A Plastic Waste Collection Example

#### Abstract

Travelling Salesman Problem and Vehicle Routing Problem are classified as NP-Hard because polynomial time solution is technically impossible. In order to solve these problems precise mathematical methods and heuristic algorithms have been developed. However, it is not possible to solve large problems with precise mathematical methods. Therefore, the researchers have mostly focused on studies of heuristic algorithms.

In this study the Cuckoo Search Algorithm of heuristic algorithms has been applied to the Traveling Salesman Problem. The solution quality of Cuckoo Search Algorithm has been improved by using 2-opt local search algorithm. Then, as an example from the literature, the problem related to waste collection in Nis City (Serbia) located at 20 regions in plastic waste containers by trucks. And the solution from the literature, GKA/2opt solution, and Savings Algorithm are compared. The length of solution from the literature is calculated as 1507 km. On the other hand Savings Algorithm has 1074 km and the proposed algorithm, as best solution of 10 runs, has 1069 km as length of solution. Thus, it is seen that the solution of the proposed GKA/2opt method is superior to both Savings Algorithms and the one from the literature.

**Keywords:** *Cuckoo Search Algorithm, Travelling Salesman Problem, Vehicle Routing Problem, 2-opt Local Search Algorithm*

**JEL Code:** *C61, C63*

## 1. GİRİŞ

Taşıma, depolama ve dağıtım insanoğlunun yaşamında neolitik dönemden günümüze kadar her zaman önemli bir olgu olarak yerini almıştır. Özellikle endüstri devrimi, I. ve II. Dünya Savaşı süreçlerinin devamında üretim, pazarlama ve yönetime ilişkin gelişmeler beraberinde bilimsel yönetim yaklaşımlarının önemini her geçen gün artırmıştır. Üretim ve dağıtımdaki kütlelerin büyümesi lojistik süreçlerine ilişkin alanlarda optimizasyon çalışmalarını çok daha önemli hale getirmiştir. Lojistik alanındaki optimizasyon çalışmalarında Gezgin Satıcı Problemi (GSP) ve Araç Rotalama Problemi (ARP) iki önemli problem olarak yer almaktadır. GSP kombinatoriyal optimizasyon alanında çok geniş bir çalışma sahasına sahiptir.

GSP, çizge kuramında, şehirlerin noktalarla, şehirlerarası yolların kenarlarla temsil edildiği bir çizge üzerinde, en kısa Hamilton turunun bulunmasıdır. Hamilton turu, bir çizge üzerindeki her noktadan sadece bir kez geçen (dolayısıyla aynı yoldan da sadece bir kez geçen) ve başladığı noktada biten, 19. yüzyılda yaşamış matematikçi William Hamilton'ın adıyla anılan turdur (Sural, 2003). GSP'de amaç, bir satıcı için bulunduğu şehirden başlayıp, her şehre sadece bir kez uğradıktan sonra başladığı şehre geri dönen en kısa turu bulmaktır. Herhangi iki şehir arasında bir yol olduğu ve o yolun uzunluğunun bilindiği varsayılır.

<sup>1</sup>Pamukkale Üniversitesi, Honaz MYO, Yönetim ve Organizasyon Bölümü, kkaragul@pau.edu.tr

GSP şu şekilde tanımlanabilir.  $G = (V, A)$  bir çizge olmak üzere,  $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$  noktalar kümesi ve  $A = \{(v_i, v_j): v_i, v_j \in V\}$  kenarlar kümesidir.  $(v_i, v_j)$  kenarı negatif olmayan  $c_{ij}$  maliyeti ile ifade edilir. GSP her düğümden yalnız bir kez geçen en az maliyetli bir çevrimin bulunmasını ifade eder. Bu çevrime Hamilton adı verilir. Problem, tüm  $i$  ve  $j$ 'ler için  $c_{ij} = c_{ji}$  sağlanıyorsa simetrik, sağlanmıyorsa simetrik olmayan olarak ifade edilir. Öklidyen problemler için üçgen eşitsizliği sağlanır (Croes, 1958) (Gendreau, Hertz, & Laporte, 1992) (Gutin, 2009). Araç Rotalama Problemi ise, bir depoda konumlanmış araçlar ile farklı coğrafi noktalarda yer alan müşterilere ait taleplerin, araç kapasiteleri dikkate alınarak doyurulması ile en kısa rotaların elde edilmesi problemidir. ARP, araç kapasitesinin sonsuz alındığı durumda GSP problemine dönüşür.

GSP, anlaşılması kolay ancak çözülmesi zor bir problemdir (Little, Murty, Sweeney, & Karel, 1963). GSP kombinatoriyal problemler grubunda yer alır, polinom zamanda çözülemeyen bir problemdir (Sprester, 1989), bu nedenle NP-Zor sınıfında yer alır. GSP birçok alanda uygulama karşılıkları olan bir problem olma özelliği ile de özel bir yere sahiptir. GSP çözüm yaklaşımları kesin ve sezgisel çözüm yaklaşımlar olmak üzere iki temel sınıfa ayrılmaktadır (Laporte, 2006).

GSP çözümünde geniş bir şekilde kullanılan kesin yaklaşımlardan bir tanesi Dal-Sınır algoritmasıdır. Kesin algoritmaların çözüm süreleri problem boyutu arttıkça etkinliğini zaman açısından yitirmektedir. Bu nedenle araştırmacılar daha fazla sezgisel çözüm yöntemleri üzerine yoğunlaşmaktadır. Bu algoritmalar, Tavlama Benzetimi (Simulated Annealing-SA), Tabu (Yasaklı) Arama (Tabu Search-TS), Karınca Kolonisi Algoritması (Ant Colony Algorithm-ACO), Parçacık Sürü Optimizasyonu (Particle Swarm Optimization-PSO) (Bhushan & Pillai, 2013), Genetik Algoritma (Genetic Algorithms-GA) ve diğerleri şeklinde ifade edilebilir. Sezgisel algoritmalar genellikle çözüm kalitelerini geliştirmek için 2-opt (Mersmann, Bischl, Bossek, Trautmann, Wagner, & Neumann, 2012), 3-opt, Or-opt, Lin-Kernighan gibi yerel arama algoritmaları ile birlikte kullanılır (Lin, Wu, & Wang, 2008) (Karkory & Abudalmola, 2013).

Güncel bazı sezgisel algoritmalar ve bu algoritmaların doğa esinli olanları ile ilgili bir literatür taraması (Ruiz-Vanoye, Díaz-Parra, Cocón, & Soto, 2012) yer almaktadır. Bu algoritmalarından bazıları; Guguk Kuşu Algoritması (Cuckoo Search-GKA) (Yang & Deb, 2009), GKAsının 0-1 sırt çantası problemine uygulanması (Feng, Jia, & He, 2014), GKAnın GSP uygulamaları (Jati, Manurung, & Suyanto, 2012) (Ouaarab, Ahiod, & Yang, 2013) (Ouyang, Zhou, Luo, & Chen, 2013), Yarasa Algoritması (Bat Algorithm) (Yang X.-S., 2010) (Yang X. S., 2010), Ateş Böceği Algoritması (Firefly Algorithm) (Yang X. S., 2010) (Sureja, 2012) (Bhushan & Pillai, 2013) (Fister, Fister, Yang, & Brest, 2013), Arı Kolonisi Algoritması (Bee Colony Algorithm-BCA) (Yang X. S., 2010) sayılabilir. Bu çalışmada ise Guguk Kuşu Algoritması üzerinde çalışılmıştır. Bu çalışmada, ele alınan Niş (Sırbistan) şehrinde 20 bölgeye konumlandırılmış plastik atık konteynerlerinde yer alan atıkların kamyonlarla toplanmasına ilişkin problem bir GSP problemi olarak incelenmiştir. GSP, literatürde geniş ölçüde çalışılan bir problemdir.

## 2. ÖNERİLEN YÖNTEM

Bu çalışmada kullanılan temel sezgisel yöntem Guguk Kuşu Algoritması'dır (GKA) (Cuckoo Search). Bu bölüm temel olarak (Yang, 2014) kaynağına dayanarak hazırlanmıştır. Bu algoritma doğadan esinlenen yeni nesil algoritmaların birisidir ve küresel optimizasyonunda kullanılmak üzere 2009 yılında Xin-She Yang and Suash Deb (Yang & Deb, 2009) tarafından geliştirilmiştir. Küresel optimizasyonda algoritmanın oldukça etkin olduğu yazarlar tarafından ortaya konulmuştur. Guguk Kuşu Algoritması bazı guguk kuşu türlerinin **kuluçka parazitliği (kuluçka asalağı)** (brood parasitism) doğasını temel alan bir yaklaşımdır. Ayrıca bu algoritma, **basit eş-yönlü rassal yürüyüşten** (simple isotropic random walks) ziyade Levy uçuşu (Lévy flights) ile geliştirilmiştir. Son dönemdeki çalışmalar, algoritmanın PSO ve GA dan potansiyel olarak daha fazla üstün olduğunu ortaya koymuştur (Sureja, 2012) (Ouaarab, Ahiod, & Yang, 2013) (Ouyang, Zhou, Luo, & Chen, 2013). **Guguk kuşları**<sup>1</sup>, sadece

<sup>1</sup>Guguk kuşu, gugukgiller (**Cuculidae**) familyasında yer alan uzun ve sivri kanatlı, uzun kuyruklu bir kuş türüdür. Eski ve Yeni Dünya kıtalarında orman veya kendilerine uygun olan diğer yerlerde yaşarlar. Hoş ötüşlerinden dolayı guguk adı almışlardır. Türler **kuluçka asalağı** olup, yumurtalarını yabancı kuşların yuvalarına bırakırlar. Dişi guguk kuşu gözüne kestirdiği kuşun yuvasını gözler. Kuşun kısa bir ayrılışında yuvaya konarak yumurtalardan birini yiyerek yerine kendi yumurtasını yumurtlar. Guguk yavrusu 12 gün sonra genellikle üvey kardeşlerinden önce doğar. İlk dört gün gözleri daha açılmamış olmasına rağmen, akrobatik

güzel ötüşleri ile değil aynı zamanda saldırgan üreme stratejileri ile oldukça büyüleyicidirler. Ani ve Guira gibi bazı guguk kuşu türleri yumurtalarını uygun olan yuvalara bırakırlar ve yumurtadan çıkma olasılığı olan yumurtaları yuvadan atarlar. Oldukça fazla sayıda tür konak (host) diğer kuş türlerinin yuvalarına yumurtalarını bırakarak onları kuluçka asalaklığına mecbur bırakırlar.

Standart GKA için ideal hale getirilmiş üç kural temel alınmaktadır:

- Her bir guguk kuşu rasgele seçilmiş bir yuvaya her defasında sadece bir yumurta bırakır
- Kaliteli yumurtalara sahip yuvalar bir sonraki nesile aktarılır
- Kullanılabilir konak yuvaların (host nests) sayısı sabitlendiğinde, guguk kuşu tarafından bırakılan yumurtalar  $p_a \in (0,1)$  olasılığı ile konak kuş (host bird) tarafından keşfedilir. Bu durumda **konak kuş** (host bird) ya yumurtayı yuvadan atar, ya da basitçe yuvayı terk eder ve kendisine yeni bir yuva inşa eder.

Bu algoritma  $p_a$  **manevra parametresi** tarafından kontrol edilen **yerel rassal yürüyüş** (local random walk) ve **küresel keşfedici rassal yürüyüş** (global explorative random walk) yaklaşımlarının dengelenmiş bir bileşimini kullanır. Yerel rassal yürüyüş denklemi aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

$$x_i^{t+1} = x_i^t + \alpha s \otimes H(p_a - \epsilon) \otimes (x_j^t - x_k^t) \quad (1)$$

Burada,  $x_j^t$  ve  $x_k^t$  rassal permütasyonla belirlenmiş rassal iki farklı çözümdür,  $H(u)$  **Heaviside<sup>1</sup> adım fonksiyonu** (Heaviside step function) veya **birim adım fonksiyonu** (unit step function) olarak adlandırılır ve  $\epsilon$  parametresi düzgün dağılımdan (uniform distribution) gelen rassal bir sayıdır ve **sadım büyüklüğüdür**.

Bu çalışmada Guguk Kuşu Algoritması GSP problemi üzerine uygulanmıştır. Bir başka deyişle küresel rassal yürüyüş **Levy uçuşu** ile gerçekleştirilir.

$$x_i^{t+1} = x_i^t + \alpha L(s, \lambda) \quad (2)$$

ve  $L$  fonksiyonu,

$$L(s, \lambda) = \frac{\lambda \Gamma(\lambda) \sin(\pi\lambda/2)}{\pi} \frac{1}{s^{1+\lambda}} (s \gg s_0 > 0) \quad (3)$$

Burada,  $\alpha > 0$ , ilgili problemin ölçeğine bağlı olarak adım büyüklüğü ölçekleme faktörüdür. Yang tarafından, problemin ölçeğine bağlı olmakla birlikte birçok durumda  $\alpha = O(L/10)$  kullanılırken, bazı

---

hareketlerle üvey kardeşlerini tek tek yuvadan atar. Üç hafta sonra üvey annesinden daha iri olur. Altı hafta beslendikten sonra, genellikle yuvayı da dağıtarak eş aramaya çıkar. Göçmen olanları içgüdü ile yüzlerce kilometrelik yolu kat ederek erginlerin yanına ulaşır. Her kuş türü guguk kuşunun yumurtasını kabul etmez. Bu nedenle guguk kuşu yumurtasını fark eden ev sahibi kuş, yumurtayı yuvadan atar, örter veya yuvayı terk eder. Bütün guguk kuşları kuluçka asalağı değildir. Asalak olanlar çoğunlukla Eski Dünya'da yaşarlar. Guguk kuşu, iri vücutlu olmasına rağmen, yumurtası küçüktür. Gerektiğinde guguk kuşu onu boğazında taşıyabilir. Yumurtasının rengi ve büyüklüğü, yuva sahibi kuşunki gibidir. Ev sahibi kuş, çoğu zaman bunu kendi yumurtası sanır. Guguk kuşu, zaman zaman yuvayı kontrol eder. Eğer yuva sahibi kuş, bir yırtıcı kuş tarafından avlanırsa veya şiddetli bir fırtına ile yuvası bozulursa, yumurtasını hemen oradan alarak başka bir yuvaya bırakır. Yeni Dünya'da yaşayanların çoğu yuva yapar ve yavrularına bakarlar. Çoğu kahve renkli olup, beyazımtırak göğüsleri çizgilidir. Atmacaya benzer olanları da vardır. Tirmanıcı ve döner parmaklı ayaklarının iki parmağı önde, ikisi geridedir. Çoğu böcek ve tırtılla beslendiğinden, faydalı sayılırlar. Yerde yaşayan iri türleri ise kertenkele, yılan, kuş ve küçük kemiricilerle beslenirler(Wikipedia, Cuckoo, 2013)(TürkçeBilgi).Daha fazla detayla ilgilenenler için (Rothschild & Clay, 1957) (Hughes, 1996) (Payne & Sorenson, 2005) (Ehrlich, Dobkin, & Wheye, 1988) kaynakları tavsiye edilebilir.

<sup>1</sup>Bu isim İngiliz bilgesi Oliver Heaviside'dan sonra bu şekilde adlandırılmıştır(Chaney, 2014).

durumlarda da  $\alpha = O(L/100)$  şeklinde kullanılmakta ve uzak uçuş engellenmektedir. Aşağıda GKA'nın kaba kodu verilmiştir:

---

**Begin**

Amaç fonksiyonu  $f(x)$ ,  $x = (x_1, \dots, x_d)^T$  {maliyet fonksiyonu}

nadet  $x_i (i = 1, 2, \dots, n)$  konak yuvasının başlangıç popülasyonunu üret

**While** ( $t < \text{MaxGeneration}$ ) veya (stop criterion)

Lévy uçuşu ile rassal bir guguk kuşu al

$F_i$  maliyetini bul

$n$  yuva içerisinde rassal olarak ( $j$  olsun) bir yuva seç

**If** ( $F_i > F_j$ ),

$j$ 'yi yeni çözüm ile değiştir;

**End**

En kötü yuvaların  $p_a$  oranı kadarını terk et ve yenilerini inşa et;

İyi çözümleri tut (kaliteli çözüme sahip yuvalar);

Çözümleri sırala ve o anki en iyi çözümü bul

**End While**

Algoritma tamamlandı; sonuçları göster

**End**

---

### Şekil 10. Guguk Kuşu Algoritması (Cuckoo Search) KabaKodu (Yang & Deb, 2009)

GKA algoritması çok yeni olması nedeniyle ilk geliştirilen hali ile global optimizasyon problemlerinin çözümü için kullanılmaktadır ve ilk test çalışmaları Yang ve Deb 2009 çalışmasında, **Multiple Peaks, Michalewicz, Rosenbrock, De Jong, Schwefel, Ackley, Rastrigin, Easom, Griewank, Shubert** sürekli test fonksiyonları üzerinde performans değerlendirmeleri yapılmıştır. Guguk Kuşu Algoritması üç farklı çalışmada (Jati, Manurung, & Suyanto, 2012) (Ouaarab, Ahiod, & Yang, 2013) (Ouyang, Zhou, Luo, & Chen, 2013) GSP çözümü için kesikli formda tasarlanmıştır. Bu şekli ile bu algoritma yazarlar tarafından Kesikli Guguk Kuşu Algoritması (Discrete Cuckoo Search Algorithm - KGKA) olarak adlandırılmıştır. İlk çalışma Jati ve arkadaşları tarafından 2012 yılında yapılmış ve Sürekli Guguk Kuşu Algoritması (SGKA) yazarlar tarafından Genetik Algoritma formunda kesikli yapıda tasarlanarak literatürde yer alan bazı GSP test problemleri üzerinde test edilmiştir. Diğer iki çalışma ise 2013 yılında yapılmıştır. Ouaarab, Ahiod, ve Yang (Ouaarab, Ahiod, & Yang, 2013) (Ouaarab, Ahiod, & Yang, 2014) tarafından sürekli formdaki GKA yeni bir yapıda kesikli olarak tasarlanmış ve Akıllı Guguk Kuşları (Intelligent Cuckoos) eklenerek algoritma güçlendirilmiştir. Bu çalışmada ilk tasarlanan algoritma Basit Kesikli Guguk Kuşu Algoritması (Simple Discrete Cuckoo Search), ikinci tasarlanan algoritma Geliştirilmiş Kesikli Guguk Kuşu Algoritması (Improved Discrete Cuckoo Search) olarak adlandırılmıştır. Ayrıca yerel arama algoritmalarından 2-opt ile de çözüm uzayında değişimler oluşturularak çözümlerin kalitesi artırılmıştır. Çalışmada GSP literatüründe yer alan 71 adet test problemi çok başarılı bir şekilde yazarlar tarafından çözülmüştür. Diğer çalışma ise Ouyang, Zhou, Luo ve Chen tarafından küresel GSP için tasarlanan KGKA olarak adlandırılmıştır. Ouyang ve arkadaşları bir A operatörü tanımlamışlar ve şehirler arası geçişleri bu operatöre göre belirlemişler ve 3-opt yerel arama algoritması ile de çözüm kalitesini artırmayı hedeflemişlerdir. GSP literatüründe yer alan HA30 test problemi ve birim küre üzerinde rassal olarak üretilmiş 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400

şehirli 7 adet yeni küresel GSP problemi üzerinde test çalışmaları yapılmış ve geliştirilen KGKA ile Genetik Algoritma karşılaştırılmıştır. KGKA'nın zaman karmaşıklığı ve performans açısından daha üstün olduğu tüm test edilen problemler üzerinde ortaya konulmuştur.

Yukarıda anlatılan tüm algoritmalarda GSP çözümünü elde etmek için GKA'larkesikli yapıda yeniden tasarlanmıştır. Bu çalışmada ise diğer çalışmalardan farklı olarak Sürekli GKA (SGKA)'nın yapısı ve çalışma şekli bozulmadan farklı bir yapı ortaya konulmuştur. Yöntem bu nedenle SGKA ile GSP çözüm yaklaşımı olarak değerlendirilebilir. Basit GKA çalıştırılarak, paralel bir uzayda GSP çözümleri ile ilişkilendirilmiş ve GSP çözümüne ait maliyet fonksiyonu SGKA için değerlendirme fonksiyonu olarak kullanılmıştır. Çözüm kalitesini geliştirmek amacı ile de 2-opt yerel arama algoritmasından faydalanılmıştır. Bu çalışmada diğer çalışmalara göre oluşturulan farklılık; GKA'nın sürekli fonksiyonlar için kullanılan yapısının korunarak, paralel bir uzayda GSP için çözümler oluşturulması ve birbirinden farklı bu iki yapının birlikte yeni çözümler oluşturmasının sağlanmasıdır.

### 3. UYGULAMA

#### 3.1 Uygulama Problemi ve Veriler

Ele alınan problemde, Markovic ve arkadaşları tarafından yayınlanan makaledeki (Markovic, Madic, Tomic, & Stojkovic, 2012) veri kümesi kullanılmıştır. Yazarlar Sırbistan'ın Niş şehrinde belediye tarafından toplanan plastik atıklara ilişkin araç rotalama problemini, plastik atıkların tamamının tek bir kamyonla toplanabileceği varsayımı ile GSP olarak ele almışlar ve çözmüşlerdir. Yazarlar Niş şehrinde değişik yerlerde bulunan 20 adet plastik atık toplama konteynerinin coğrafi koordinatlarını Tablo 1 'de yer aldığı gibi vermişlerdir.

**Tablo 8.** Plastik Atık Toplama Noktalarının (PAN) Koordinatları (Markovic, Madic, Tomic, & Stojkovic, 2012)

PAN	PAN No	Enlem	Boylam	PAN	PAN No	Enlem	Boylam
A	1	53,21	19,16	K	11	52,35	18,92
B	2	53,56	19,22	L	12	49,76	19,08
C	3	53,28	19,17	M	13	52,76	18,79
D	4	53,11	19,22	N	14	52,99	18,92
E	5	54,20	19,21	O	15	53,72	19,19
F	6	54,39	19,19	P	16	53,68	19,03
G	7	53,85	19,08	Q	17	54,06	19,27
H	8	53,72	19,17	R	18	54,08	19,40
I	9	53,60	19,03	S	19	54,39	19,40
J	10	53,49	18,97	T	20	49,76	18,79

PAN: Plastik Atık Toplama Noktası

Yazarlar, ele alınan gerçek atık toplama problemi için bir yapay sinir ağıtopolojisi olan Kendi Kendini Düzenleyen Eşleştirmeler(KDE) (Self Organizing Maps-SOM) için oldukça ilginç bir GSP çözüm modeli önermişlerdir. Elde edilen KDE çözümü Tablo 2'de verilmiştir. KDE çözümü yanında Clarke ve Wright Tasarruf Algoritması ile de çözümün elde edildiği GSP tur sıralamasının farklı ancak tur uzunluğunun KDE çözümü ile aynı olduğu yazarlar tarafından rapor edilmiştir ancak Clarke ve Wright Tasarruf Algoritmasının çözümü verilmemiştir.

**Tablo 2.** KDE (SOM) yaklaşımı ile elde edilen GSP Çözümü (Markovic, Madic, Tomic, & Stojkovic, 2012)

---

M	T	L	K	I	A	D	B	O	E	Q	R	S	F	H	C	G	P	J	N	M
13	20	12	11	9	1	4	2	15	5	17	18	19	6	8	3	7	16	10	14	13

---

### 3.2 Uygulama Probleminin GKA ve Clarke - Wright Tasarruf Algoritması ile Çözümü

Problemin çözümü için kullanılan uzaklık matrisi, Reinelt tarafından TSPLIB sayfasında(Reinelt, 1995) verilen coğrafi koordinatların hesaplama algoritmasına göre hesaplanmıştır.

Clarke-Wright Tasarruf Algoritmasına göre problemin çözümü MATLOG(Kay, 2013) yazılımı ile elde edilmiştir.

SGKA çözümü için kullanılan kodlar Matlab® yazılım ortamında geliştirilmiştir. SGKA kodu 10 kez çalıştırılmış ve her bir çalıştırma için 40 saniye sınırlaması uygulanmıştır. Bu 10 çalıştırma sonucu elde edilen çözümler ve her çözüm değerine kaç kez ulaşıldığı Tablo 3'te gösterilmiştir. Aşağıda Tablo 4'te Clarke - Wright Tasarruf Algoritması ve SGKA ile elde edilen çözümler verilmiştir. Tablo 3'te yer alan çözümlerin GSP turlarına ilişkin grafikler Şekil 2'de verilmiştir. Grafikler, coğrafi koordinatların  $[-1, +1]$  aralığında normalize edilmiş yeni koordinatlarına göre çizdirilmiştir. Bunun nedeni, Markovic ve arkadaşları tarafından makalede yapılan çizimlerin  $[-1, +1]$  aralığında elde edilmiş koordinatları temel almasıdır. Genel normalizasyon denklemi  $x$  için aşağıdaki gibi verilmiştir:

$$x_N = \frac{(u_{max} - u_{min})(x - x_{min})}{(x_{max} - x_{min})} + u_{min} \quad (4)$$

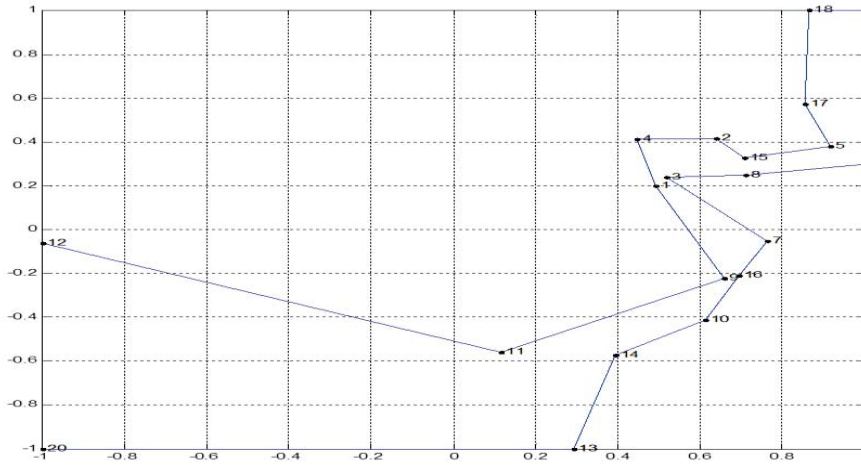
Burada,  $[u_{max}, u_{min}]$  normalizasyon aralığı,  $x$  bu aralığa göre ölçeklenecek değer,  $x_{max}$  ölçeklenecek veriler içindeki en büyük değer,  $x_{min}$  ölçeklenecek veriler içindeki en küçük değer,  $x_N$  verilen normalizasyon aralığına göre ölçeklenmiş değerdir. Koordinatlar  $x$  ve  $y$  için ayrı ayrı denklem 4'e göre  $[-1, +1]$  aralığında normalize edilmiştir.

**Tablo 3.** SGKA İçin 10 Çalıştırma Sonuçları

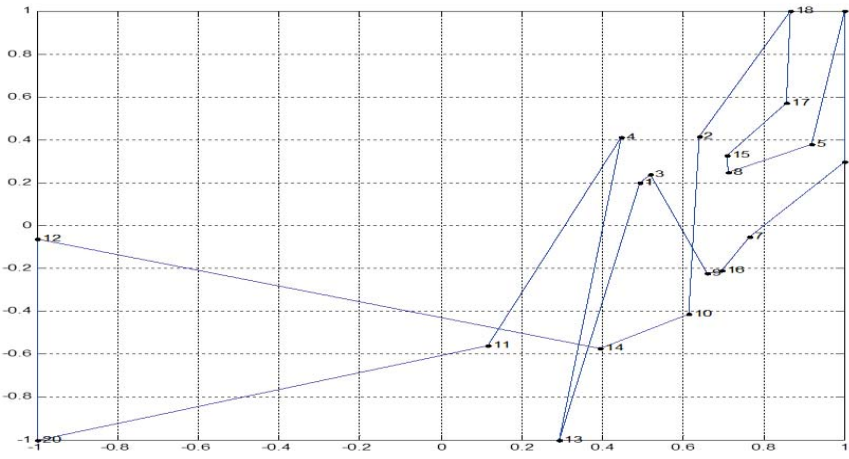
Çözüm Değerleri	1069	1070	1071	1072	1076
Bulunma Sayısı/Çalıştırma	1/10	6/10	1/10	1/10	1/10

**Tablo 4.** KDE (SOM), Tasarruf Algoritması ve SGKA GSP Çözümlerine İlişkin Turlar

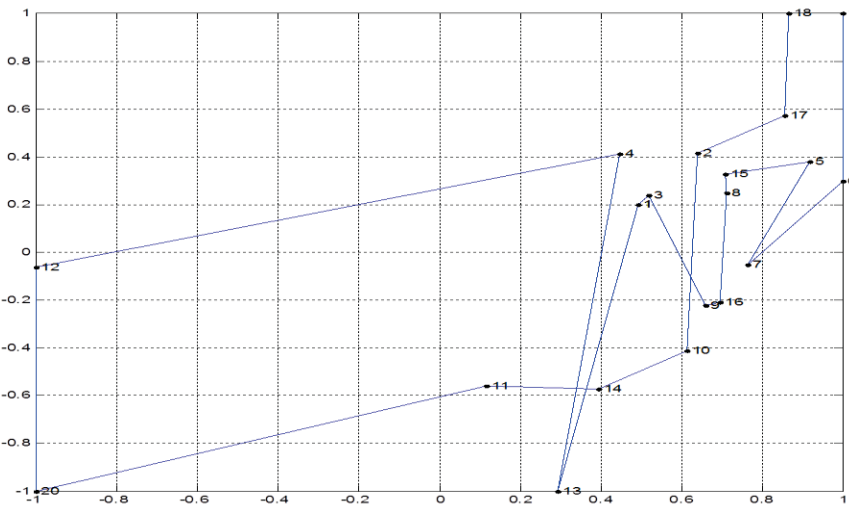
	M	T	L	K	I	A	D	B	O	E	Q	R	S	F	H	C	G	P	J	N	M	Maliyet (km)
KDE (SOM)	13	20	12	11	9	1	4	2	15	5	17	18	19	6	8	3	7	16	10	14	13	1507
Tasarruf Alg.	1	3	9	16	7	6	19	5	8	15	17	18	2	10	14	12	20	11	4	13	1	1074
SGKA	1	3	9	16	8	15	5	7	6	19	18	17	2	10	14	11	20	12	4	13	1	1069



(a)



(b)



(c)

Şekil 11. (a) KDE (SOM) Çözümü, (b) Tasarruf Algoritması Çözümü, (c) SGKA Çözümü



#### 4. SONUÇ

Bu çalışmada, SGKA ile kombinatoriyal bir problemin çözümünün yapılabileceği ortaya konulmuştur. Böylece benzer şekilde sürekli formda geliştirilmiş olan birçok algoritmaya, burada uygulanan paralel çözüm uzayı araştırma yaklaşımının farklı bir bakış açısı olarak kesikli problemlerin çözümünde temel oluşturabileceği düşünülmektedir.

Markovic ve arkadaşları tarafından KDE (SOM) ile elde edilen çözüm hesaplandığında 1507 km bulunmuştur. Aynı problem Tasarruf Algoritması ile çözüldüğünde farklı bir GSP çözümü ve farklı bir yol uzunluğu, 1074 km, elde edilmiştir. Aynı problem Sürekli Guguk Kuşu Algoritması ile her çalıştırması 40 saniye ile sınırlandırılmış durumda 10 kez çalıştırıldığında en iyi çözüm 1069 km, en kötü çözüm 1076 km, en fazla rastlanan çözüm ise 10 çalıştırmanın 6'sı ile 1070 km olmuştur. Elde edilen eniyi çözüm KDE çözümünden yaklaşık %40 uzaklıkta, Tasarruf Algoritması çözümünden ise %0.46 uzaklıktadır. Elde edilen rota grafikleri incelendiğinde KDE çözümünün diğer iki çözümden oldukça farklı olduğu, ancak Tasarruf ile SGKA çözümlerinin birbirlerine oldukça yakın olduğu görülmektedir.

SGKA, burada ele alınan GSP problemi çözümünde etkin bir çözüm elde etmeyi sağlamıştır, bu nedenle GSP ve GSP'nin değişik alanlarındaki uygulama problemleri için kullanılması önerilebilir. Aynı zamanda bu yöntem başka yaklaşımlarla birlikte kullanılarak karma yöntemler geliştirilebilir. Araç Rotalama Problemleri alanında yeni bir sezgisel olarak önerilebilir.

#### TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2013 BSP 026 nolu proje ile desteklenmiştir.

#### KAYNAKÇA

- Bhushan, B., & Pillai, S. (2013). Particle Swarm Optimization and Firefly Algorithm: Performance Analysis. *Advance Computing Conference (IACC), 2013 IEEE 3rd International* (s. 746 - 751). Ghaziabad: IEEE Xplore Digital Library.
- Chaney, A. J. (2014). *Heaviside step function*. Ocak 2014 tarihinde Princeton University: [http://www.princeton.edu/~achaney/tmve/wiki100k/docs/Heaviside\\_step\\_function.html](http://www.princeton.edu/~achaney/tmve/wiki100k/docs/Heaviside_step_function.html) adresinden alındı
- Croes, G. A. (1958). A Method for Solving Traveling-Salesman Problems. *Operations Research*, 791-812.
- Ehrlich, P. R., Dobkin, D. S., & Wheye, D. (1988). *Brood Parasitism*. Ocak 2014 tarihinde Stanford University: [https://www.stanford.edu/group/stanfordbirds/text/essays/Brood\\_Parasitism.html](https://www.stanford.edu/group/stanfordbirds/text/essays/Brood_Parasitism.html) adresinden alındı
- Erol, O. K., & Eksin, I. (2006). A new optimization method: Big Bang-Big Crunch. *Advances in Engineering Software*, 106-111.
- Feng, Y., Jia, K., & He, Y. (2014). An Improved Hybrid Encoding Cuckoo Search Algorithm for 0-1 Knapsack Problems. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 1-9.
- Fister, I., Fister, J. I., Yang, X.-S., & Brest, J. (2013). A Comprehensive Review of Firefly Algorithms. *Swarm and Evolutionary Computation*, 34-46.
- Gendreau, M., Hertz, A., & Laporte, G. (1992). New Insertion And Postoptimization Procedures For The Travelling Salesman Problem. *Operations Research*, 1086-1094.
- Gutin, G. (2009). The Travelling Salesman Problem. C. P. Floudas içinde, *Encyclopedia of Optimization* (s. 3935-3944). New York: Springer.



- Hughes, J. M. (1996). Phylogenetic Analysis of the Cuculidae (Aves, Cuculiformes) Using Behavioral and Ecological. *The Auk*, 10-22.
- Jati, G., Manurung, R., & Suyanto. (2012). Discrete Cuckoo Search for Traveling Salesman Problem. *In Proceedings of the 3rd International Conference on Advancements in Computing Technology (ICACT 2012)* (s. 3-5). Seoul, Korea: IEEE Publications,.
- Karkory, F. A., & Abudalmola, A. A. (2013). Implementation of Heuristics for Solving Travelling Salesman Problem Using Nearest Neighbour and Minimum Spanning Tree Algorithms . *International Journal of Mathematical, Computational Science and Engineering*, 160-170.
- Kay, M. G. (2013, 1 1). *Matlog: Logistics Engineering Matlab Toolbox*. 2 16, 2013 tarihinde Matlog: Logistics Engineering Matlab Toolbox: <http://www.ise.ncsu.edu/kay/matlog/> adresinden alındı
- Laporte, G. (2006). *A Short History of The Traveling Salesman Problem*. Ocak 2014 tarihinde HEC Montréal, Canada Research Chair in Distribution Management, Centre for Research on Transportation (CRT) and GERAD: <http://neumann.hec.ca/chairedistributive/common/laporte-short.pdf> adresinden alındı
- Lin, D., Wu, X., & Wang, D. (2008). Exact Heuristic Algorithm for Traveling Salesman Problem. *The 9th International Conference for Young Computer Scientists* (s. 9-13). Zhang Jia Jie, Hunan, China: IEEE Xplore Digital Library.
- Little, J., Murty, K., Sweeney, D., & Karel, C. (1963). An Algorithm for the Traveling Salesman Problem. *Operations Research*, 972-989.
- Markovic, D., Madic, M., Tomic, V., & Stojkovic, S. (2012). Solvings Travelling Salesman Problem By Use of Kohonen Self Organizing Maps. *Acta Technica Corviniensis-Bulletin of Engineering*, 21-24.
- Mersmann, O., Bischl, B., Bossek, J., Trautmann, H., Wagner, M., & Neumann, F. (2012). Local Search and the Traveling Salesman Problem: A Feature-Based Characterization of Problem Hardness. *Learning and Intelligent Optimization*, 115-129.
- Ouaarab, A., Ahiod, B., & Yang, X.-S. (2013). Discrete Cuckoo Search Algorithm for The Travelling Salesman Problem. *Neural Computing and Applications*, DOI 10.1007/s00521-013-1402-2.
- Ouaarab, A., Ahiod, B., & Yang, X.-S. (2014). Improved and Discrete Cuckoo Search for Solving the Travelling Salesman Problem. X.-S. Yang(Editör) içinde, *Cuckoo Search and Firefly Algorithm: Theory and Applications (Studies in Computational Intelligence 516)* (s. 63-84). Switzerland: Springer.
- Ouyang, X., Zhou, Y., Luo, Q., & Chen, H. (2013). A Novel Discrete Cuckoo Search Algorithm for Spherical Traveling Salesman Problem. *Applied Mathematics & Information Sciences An International Journal*, 777-784.
- Payne, R. B., & Sorenson, M. D. (2005). *The Cuckoos*. New York: Oxford University Press.
- Reinelt, G. (1995). *Universitat Heidelberg*. Ocak 2014 tarihinde Discrete and Combinatorial Optimization / TSPLIB: <http://comopt.ifl.uni-heidelberg.de/software/TSPLIB95/> adresinden alındı
- Rothschild, M., & Clay, T. (1957). *FLEAS, FLUKES & CUCKOOS*. New York: The Macmillan Company.
- Ruiz-Vanoye, J. A., Díaz-Parra, O., Cocón, F., & Soto, A. (2012). Meta-Heuristics Algorithms based on the Grouping of Animals by Social Behavior for the Traveling Salesman Problem. *International*



*Journal of Combinatorial Optimization Problems and Informatics* (s. 104-123). ISSN: 2007-1558.

- Sprester, D. M. (1989). The Travelling Salesman Problem: Selected Algorithms and Heuristics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 827-839.
- Sural, H. (2003). *Gezgin Satıcı Problemi*. Ocak 14, 2014 tarihinde Matematik Dünyası: [http://www.matematikdunyasi.org/arsiv/PDF/03\\_3\\_37\\_40\\_GEZGIN.pdf](http://www.matematikdunyasi.org/arsiv/PDF/03_3_37_40_GEZGIN.pdf) adresinden alındı
- Sureja, N. (2012). New Inspirations in Nature: A Survey. *International Journal of Computer Applications & Information Technology*, 21-24.
- TürkçeBilgi. (tarih yok). *Guguk*. Ocak 2014 tarihinde Türkçe Genel Başvuru ve Bilgi Sitesi: <http://www.turkcebilgi.com/ansiklopedi/guguk> adresinden alındı
- Wikipedia. (2013). *Cuckoo*. Ocak 2014 tarihinde Wikipedia: <http://en.wikipedia.org/wiki/Cuckoo> adresinden alındı
- Wikipedia. (tarih yok). *Heaviside step function*. Ocak 2014 tarihinde Wikipedia, The Free Encyclopedia: [http://en.wikipedia.org/wiki/Heaviside\\_step\\_function](http://en.wikipedia.org/wiki/Heaviside_step_function) adresinden alındı
- Yang, X. S. (2010). *Nature-Inspired Metaheuristic Algorithms*. Luniver Press.
- Yang, X.-S. (2010). A New Metaheuristic Bat-Inspired Algorithm. *Nature Inspired Cooperative Strategies for Optimization: Studies in Computational Intelligence Vol. 284* (s. 65-74). Springer.
- Yang, X.-S. (2014). Cuckoo Search and Firefly Algorithm: Overview and Analysis. X.-S. Y. (Editör) içinde, *Cuckoo Search and Firefly Algorithm: Theory and Applications; Studies in Computational Intelligence 516*: (s. 1-26). Switzerland: Springer.
- Yang, X.-S., & Deb, S. (2009). Cuckoo Search via Lévy Flights. *Proc. of World Congress on Nature & Biologically Inspired Computing* (s. 210-214). India: IEEE Publications.