

Samed GÖÇMEN



İSKENDERUN TEKNİK

ÜNİVERSİTESİ

MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GEZGİN SATICI PROBLEMLERİ BAZ
ALINARAK MULTİMODAL TAŞIMACILIK
GÜZERGAHLARININ OPTİMİZASYONU
VE AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİNE
ENTEGRASYONU**

**YÜKSEK
LİSANS
TEZİ**

Samed GÖÇMEN

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

HAZİRAN 2018

HAZİRAN 2018

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



**GEZGİN SATICI PROBLEMLERİ BAZ ALINARAK MULTİMODAL
TAŞIMACILIK GÜZERGÂHLARININ OPTİMİZASYONU VE AKILLI
ULAŞIM SİSTEMLERİNE ENTEGRASYONU**

Samed GÖÇMEN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HAZİRAN 2018

Samed GÖÇMEN tarafından hazırlanan “GEZGİN SATICI PROBLEMLERİ BAZ ALINARAK MULTİMODAL TAŞIMACILIK GÜZERGÂHLARININ OPTİMİZASYONU VE AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİNE ENTEGRASYONU” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile İskenderun Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Dr.Öğr.Üyesi Ömer Faruk CANSIZ
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.



Başkan: Prof.Dr. Umur Korkut SEVİM
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.



Üye: Dr.Öğr.Üyesi Ersin ÖZDEMİR
Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.



Üye: Dr.Öğr.Üyesi Volkan Emre UZ
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana Bilim ve Teknoloji Üniversitesi
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.



Tez Savunma Tarihi: 05/06/2018

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Doç. Dr. Tolga DEPCI
Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü V.



ETİK BEYAN

İskenderun Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Yükseköğretim Kuruluna gönderilen kopya ile tarafından Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü'ne verilen basılı ve/veya elektronik kopyaların birebir aynı olduğunu,
- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

İmza
Samed GÖÇMEN
05/06/2018

GEZGİN SATICI PROBLEMLERİ BAZ ALINARAK MULTİMODAL TAŞIMACILIK
GÜZERGÂHLARININ OPTİMİZASYONU VE AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİNE
ENTEGRASYONU
(Yüksek Lisans Tezi)

Samed GÖÇMEN

İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Haziran 2018

ÖZET

Küreselleşen dünya ve büyüyen ekonomi, ekonomik rekabet ortamı içerisinde şirketleri ayakta kalabilmek ve varlığını devam ettirebilmek adına yeni arayışlar içerisine yöneltmiştir. Hammadde ve üretim maliyetlerinin aynı sektörler içerisinde hemen hemen aynı seviyede olması, bu arayışta tanım olarak taşıma faaliyetlerinin bütününe içeren lojistiği ön plana çıkarmaktadır. Çünkü lojistik, hammadde temininden ürünün müşteriye arzına kadar her aşamada aktif rol oynamaktadır. Lojistik giderlerinde yapılabilecek bir optimizasyon ve masrafların iyileştirilmesi, kurum ve kuruluş ekonomilerini doğrudan etkileyecektir. Çalışmada Türkiye Cumhuriyeti Sınırları içerisindeki Multimodal Taşımacılık için ulaşım modu değişimine uygun yerler olan, Lojistik Köyler ve Ticari Limanlar üzerinden GSP baz alınarak, PSO ile bir Multimodal Taşımacılık optimizasyonu denemesi yapılmıştır. Optimizasyon ile özellikle Ülkemizde yaygın kullanılan Unimodal Karayolu Taşımacılığı için ve Multimodal Taşımacılık için; mesafe, süre ve maliyet olmak üzere üç ayrı parametre için çözüm yapılmıştır. Her parametre için yapılan çözümler Unimodal Karayolu Taşımacılığı ve Multimodal Taşımacılık için ayrı ayrı karşılaştırılıp değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmede Multimodal Taşımacılığın üç ayrı parametre için de daha avantajlı olduğu görülmüştür. Son olarak ise yapılan optimizasyonun AUS'a entegrasyonu araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler : Lojistik köy, multimodal taşımacılık, gezgin satıcı problemi,
parçacıklı sürü optimizasyonu, akıllı ulaşım sistemleri
Sayfa Adedi : 121
Danışman : Dr.Öğr.Üyesi Ömer Faruk CANSIZ

OPTİMİZATION OF MULTIMODAL TRANSPORTATION ROUTES BASED ON
TRAVELING SALESMAN PROBLEMS AND İNTEGRATION İNTO İNTELLİGENT
TRANSPORTATION SYSTEMS

(M. Sc. Thesis)

Samed GÖÇMEN

ISKENDERUN TECHNICAL UNIVERSITY
ENGINEERING AND SCIENCE INSTITUTE

June 2018

ABSTRACT

The globalizing world and the growing economy cause the companies have to find new quests to survive in the economic competitive environment. The fact that Raw materials and production costs are at almost the same level in the same sectors foreground the logistics. Because Logistics plays an active role at every stage from the supply of raw materials to the suply of products to customers. An optimization that can be done at logistics will directly affect the corporate and enterprise economies. In this study, an multimodal transport optimization experiment was carried out with particle swarm optimization (PSO) based on the traveling salesman problem (TSP). Logistic villages and commercial ports were selected which are suitable for transportation mode change for multimodal transport. With optimization, we have solved three parameters for distance, time and cost for Unimodal Road Transport and Multimodal Transportation which are widely used in our country. The solutions for each parameter were compared and evaluated separately for Unimodal Road Transport and Multimodal Transport. Multimodal transport is seen to be more advantageous for three separate parameters as a result of evaluation. Finally, The integration of the optimization into intelligent transport systems (ITS) has been investigated.

Key Words : Logistics village, multimodal transport, traveling salesman problem,
particle swarm optimization, intelligent transportation systems
Page Number : 121
Supervisor : Asst. Prof. Dr. Ömer Faruk CANSIZ

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tez konusunun belirlenmesinde, araştırılması ve yazımı sırasında sahip olduğu bilgi birikimi ve tecrübesi ile çalışmayı yönlendiren ve her türlü yardımı esirgemeyen saygıdeğer danışman hocam Dr.Öğr.Üyesi Ömer Faruk CANSIZ'a ve Arş.Gör. Kevser ÜNSALAN'a sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmalarım sırasında hiçbir desteği esirgemeyen ve sürekli yanımda olan saygıdeğer mesai arkadaşlarım, Yüksek Mimar Ayça ÖCAL, İnşaat Mühendisi Tolga MORALIOĞLU ve Makine Mühendisi Ceren ÖZDEMİR başta olmak üzere bütün Mustafa Kemal Üniversitesi Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı personeline ve isimlerini burada zikredemediğim ama yardımlarını esirgememiş herkese en içten teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında en büyük destekçilerim olan ve sabırlarını esirgemeyen eşim Halime GÖÇMEN'e ve kızım Bergüzar'a sonsuz teşekkür ederim.

Ayrıca bu yüksek lisans tez çalışmasını rahmetli babam anısına ithaf ediyorum.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Lojistik	3
1.2. Taşımacılık Türleri.....	5
1.2.1. Unimodal Taşımacılık.....	6
1.2.2. Multimodal Taşımacılık	7
1.2.3. İntermodal Taşımacılık	9
1.2.4. Kombine Taşımacılık	9
1.3. T.C.D.D. Lojistik Köyler	10
1.3.1. İstanbul Halkalı Lojistik Köyü.....	12
1.3.2. İzmit Köseköy Lojistik Köyü.....	13
1.3.3. Balıkesir Gökköy Lojistik Köyü	13
1.3.4. Uşak Lojistik Köyü	13
1.3.5. Eskişehir Hasanbey Lojistik Köyü.....	14
1.3.6. Samsun Gelemen Lojistik Köyü	14

	Sayfa
1.3.7. Denizli Kaklık Lojistik Köyü.....	15
1.3.8. Mersin Yenice Lojistik Köyü.....	15
1.3.9. Kayseri Boğazköprü Lojistik Köyü	15
1.3.10. Konya Kayacık Lojistik Köyü	16
1.3.11. Erzurum Palandöken Lojistik Köyü.....	16
1.4. T.C.D.D. Ticari Limanlar.....	17
1.4.1. Haydarpaşa Limanı	17
1.4.2. İzmir Limanı.....	18
1.4.3. Bandırma Limanı	19
1.4.4. Derince limanı.....	20
1.4.5. İskenderun Limanı	20
1.4.6. Mersin Limanı.....	21
1.4.7. Samsun Limanı.....	22
1.4.8. Vangölü Feribot Müdürlüğü	23
1.5. Gezgin Satıcı Problemi	23
1.6. Sezgisel Yöntemler ve Parçacıklı Sürü Optimizasyonu.....	25
1.7. Akıllı Ulaşım Sistemleri.....	28
1.7.1. Akıllı Ulaşım Sistemleri Dünya Uygulamaları	30
1.7.2. Akıllı Ulaşım Sistemleri Türkiye Uygulamaları	30
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	31
3. MATERYAL VE YÖNTEM	39
3.1. Çalışmanın Amacı ve Örnek Uygulamanın Tanımı.....	39

	Sayfa
3.2. Çalışma Güzergâhında Yaygın Kullanılan Lojistik Hat Bilgileri	40
3.2.1. Lojistik Köyler ve Ticari Limanların Dağılımı	40
3.2.2. Lojistik Köyler ve Ticari Limanlar Yaygın Kullanılan Hat Bilgileri	43
3.3. Lojistik Köyler ve Ticari Limanların Konum ve Koordinatları	44
3.4. Lojistik Köyler ve Ticari Limanların Birbirine Karayolu, Demiryolu ve Denizyolu Mesafeleri	45
3.5. Lojistik Köyler ve Ticari Limanların Birbirine Karayolu, Demiryolu ve Denizyolu Süreleri	51
3.6. Lojistik Köyler ve Ticari Limanların Birbirine Karayolu, Demiryolu ve Denizyolu Birim Maliyetleri	57
3.7. Parçacıklı Sürü Optimizasyonunun Gezgin Satıcı Problemi İçin Çözüm Algoritması ve Modifiyeleri	63
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	68
4.1. Problemin Koordinatlara Göre Standart Çözümü	68
4.1.1. Güzergâh Çizimi	68
4.1.2. Güzergâhın Türkiye Haritasında Gösterimi	69
4.1.3. Hesap Grafiği	70
4.2. Problemin Unimodal Karayolu Mesafelerine Göre Çözümü	70
4.2.1. Güzergâh Çizimi	71
4.2.2. Güzergâhın Türkiye Haritasında Gösterimi	72
4.2.3. Hesap Grafiği	72
4.3. Problemin Unimodal Karayolu Sürelerine Göre Çözümü	73
4.3.1. Güzergâh Çizimi	73
4.3.2. Güzergâhın Türkiye Haritasında Gösterimi	74

	Sayfa
4.3.3. Hesap Grafiği	75
4.4. Problemin Unimodal Karayolu Birim Maliyetlerine Göre zm	75
4.4.1. Güzergâh izimi	76
4.4.2. Güzergâhın Türkiye Haritasında Gösterimi	77
4.4.3. Hesap Grafiği	77
4.5. Problemin Multimodal Mesafelere Göre zm	78
4.5.1. Güzergâh izimi	79
4.5.2. Güzergâhın Türkiye Haritasında Gösterimi	80
4.5.3. Hesap Grafiği	80
4.6. Problemin Multimodal Sürelere Göre zm	81
4.6.1. Güzergâh izimi	82
4.6.2. Güzergâhın Türkiye Haritasında Gösterimi	83
4.6.3. Hesap Grafiği	83
4.7. Problemin Multimodal Birim Maliyetlere Göre zm	84
4.7.1. Güzergâh izimi	85
4.7.2. Güzergâhın Türkiye Haritasında Gösterimi	86
4.7.3. Hesap Grafiği	86
4.8. Problemin Unimodal Karayolu zmleri ve Multimodal zmlerinin Karşılaştırılması	87
4.8.1. Grafiksl Mesafe Karşılaştırması	88
4.8.2. Grafiksl Süre Karşılaştırması	89
4.8.3. Grafiksl Maliyet Karşılaştırması	90
4.8.4. Mesafe, Süre ve Maliyetin Beraber Karşılatırılması	91

	Sayfa
4.8.5. Bar Grafiği İle Karşılaştırma.....	92
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	93
KAYNAKLAR	95
EKLER.....	101
EK-1. PSO Ana Algoritması: Multimodal Mesafe Örneği.....	101
EK-2. Model Fonksiyonu: Multimodal Mesafe Örneği.....	104
EK-3. Hesap Fonksiyonu: Multimodal Mesafe Örneği	118
EK-4. Mutasyon Fonksiyonu	118
EK-5. Yazdırma Fonksiyonu	119
ÖZGEÇMİŞ	120

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Yaygın kullanılan güzergâh bilgileri	43
Çizelge 3.2. Nokta koordinatları	45
Çizelge 3.3. Karayolu mesafeleri	46
Çizelge 3.4. Demiryolu mesafeleri	48
Çizelge 3.5. Denizyolu mesafeleri	50
Çizelge 3.6. Karayolu süreleri	52
Çizelge 3.7. Demiryolu süreleri	54
Çizelge 3.8. Denizyolu süreleri	56
Çizelge 3.9. Karayolu birim maliyetleri	58
Çizelge 3.10. Demiryolu birim maliyetleri	60
Çizelge 3.11. Denizyolu birim maliyetleri	62

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. T.C.D.D. lojistik köyler güncel durumu	12
Şekil 1.2. Örnek GSP çözümü	24
Şekil 1.3. PSO hareket benzetimi.....	27
Şekil 1.4. PSO akış diyagramı	28
Şekil 3.1. Çalışma güzergâhında yaygın kullanılan hat bilgileri şeması	42
Şekil 4.1. Mutasyon	64
Şekil 4.2. Koordinatlara göre çözüm güzergâh çizimi.....	69
Şekil 4.3. Koordinatlara göre çözüm haritada gösterimi	69
Şekil 4.4. Koordinatlara göre çözüm hesap grafiği.....	70
Şekil 4.5. Unimodal karayolu mesafelerine göre çözüm güzergâh çizimi.....	71
Şekil 4.6. Unimodal karayolu mesafelerine göre çözüm haritada gösterimi	72
Şekil 4.7. Unimodal karayolu mesafelerine göre çözüm hesap grafiği	72
Şekil 4.8. Unimodal karayolu sürelerine göre çözüm güzergâh çizimi.	74
Şekil 4.9. Unimodal karayolu sürelerine göre çözüm haritada gösterimi.....	74
Şekil 4.10. Unimodal karayolu sürelerine göre çözüm hesap grafiği	75
Şekil 4.11. Unimodal karayolu birim maliyetlerine göre çözüm güzergâh çizimi	76
Şekil 4.12. Unimodal karayolu birim maliyetlerine göre çözüm haritada gösterimi.....	77
Şekil 4.13. Unimodal karayolu birim maliyetlerine göre çözüm hesap grafiği	77
Şekil 4.14. Multimodal mesafelere göre çözüm güzergâh çizimi.....	79
Şekil 4.15. Multimodal mesafelere göre çözüm haritada gösterimi	80
Şekil 4.16. Multimodal mesafelere göre çözüm hesap grafiği.....	80

Şekil	Sayfa
Şekil 4.17. Multimodal sürelerle göre çözüm güzergâh çizimi	82
Şekil 4.18. Multimodal sürelerle göre çözüm haritada gösterimi	83
Şekil 4.19. Multimodal sürelerle göre çözüm hesap grafiği	83
Şekil 4.20. Multimodal birim maliyetlere göre çözüm güzergâh çizimi	85
Şekil 4.21. Multimodal birim maliyetlere göre çözüm haritada gösterimi	86
Şekil 4.22. Multimodal birim maliyetlere göre çözüm hesap grafiği	86
Şekil 4.23. Grafikselle mesafe karşılaştırması	88
Şekil 4.24. Grafikselle süre karşılaştırması.....	89
Şekil 4.25. Grafikselle maliyet karşılaştırması	90
Şekil 4.26. Toplu karşılaştırma	91
Şekil 4.27. Bar grafiği ile karşılaştırma	92

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

C_1	Parçacık Öğrenme Katsayısı
C_2	Sürü Öğrenme Katsayısı
Km	Kilometre
P_{id}	Parçacık Pozisyonu
P_{gd}	Sürü Pozisyonu
TL	Türk Lirası
X_{id}	Parçacık Konumu
W	Atalet Katsayısı
V_{id}	Parçacık Hızı

Kısaltmalar

ABCA	Yapay Arı Kolonisi Algoritması
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AHP	Analitik Hiyerarşi Prosesi
AK	Avrupa Komisyonu
ARP	Araç Rotalama Problemi
AUS	Akıllı Ulaşım Sistemleri
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
DARP	Dinamik Araç Rotalama Problemi
ECE	Avrupa Ekonomi Komisyonu
GA	Genetik Algoritma
GSP	Gezgin Satıcı Problemi
IP	İnternet Protokolü

Kısaltmalar

KGM

OGS

PIC

RF

RPS

RYS

TAO

TCDD

TCP

UBAK

UNECE

YBS

Açıklamalar

Karayolları Genel Müdürlüğü

Otomatik Geçiş Sistemi

Çevresel Arabilim Kontrol Cihazı

Radyo Frekansı

Rota Planlama Sistemi

Rota Yönlendirme Sistemi

Türk İnternet Ortaklığı

Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demir Yolları

Geçiş Kontrol Protokolü

Ulaştırma Bakanları Avrupa Konferansı

Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu

Yapay Bağışıklık Sistemi

1. GİRİŞ

Taşımacılık faaliyetlerinin tamamını içeren sektör olarak özetlenebilecek olan lojistik; pazarlama sektörü, taşımacılık ve nakliyat ile başladığı için ekonomi ile doğrudan etkileşim halindedir. Teknolojinin gelişmesi ile beraber globalleşen ve her geçen gün uzak kavramının azaldığı dünyamızda, lojistik sektörünün bu gelişime paralel olarak ilerlemesi ülke ekonomisinin gelişimi açısından büyük önem arz etmektedir. Lojistikte sağlanabilecek bir optimizasyon ile tüm masrafların ve nakliye sürelerinin minimize edilmesine orantılı olarak, hem lojistikle doğrudan ilgili kurum ve kuruluşların ekonomisine, hem de ülke ekonomisine olumlu katkı sağlayacak ve lojistikte sürdürülebilirlik adına da önemli bir adım atılmış olacaktır.

Lojistik iç taşımacılık bazında ele alındığında mesafelerin nispeten daha kısa olmasında dolayı, unimodal taşımacılık diye adlandırılan tek türlü taşımacılık ile gerçekleştirilmektedir. Gerek mesafenin kısa olması gerek diğer taşımacılık türlerinin ve ulaşım hatlarının elverişli olmaması ve gerekse de yükleme boşaltmada yaşanacak zaman kaybından dolayı işin lojistik faaliyetlerini gerçekleştiren birimler işin ekonomik boyutunu ikinci planda tutmaktadır ve yükün zamanında ulaşmasına ve sekteye uğramasına özen göstermektedir. Uluslararası taşımacılıkta ise deniz bağlantısı olan ülkelere genellikle gemi taşımacılığı tercih edilmekte, yük ülkeye giriş yaptıktan sonra ise gideceği bölgenin ulaşım altyapısına göre limanlarda ve iç istasyonlarda ulaşım türü değişimi yapılarak alıcıya ulaştırılmaktadır. Bu şekilde ulaşım türleri değiştirilerek yapılan taşımacılık türüne çok türlü taşımacılık (multimodal taşımacılık) denilmektedir.

İç taşımacılıkta yükün güzergâhı boyunca bulunan taşımacılık türleri arasında gerek maliyet, gerek süre gibi istenilen kriterlere göre taşımacılık türü değiştirilerek uygun olan taşımacılık türüne geçiş yapmak yani çok türlü taşımacılık yapmak kriterleri minimize ederek optimizasyonu sağlayacaktır. Bu yüksek lisans tezinde iç taşımacılıkta ülkemiz baz alınarak multimodal taşımacılık ile bir optimizasyon çalışması yapılmıştır. Ülkemiz lojistik altyapısı günümüz şartlarında multimodal taşımacılık için çok uygun olmasa da gerek Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demir Yolları (T.C.D.D.) tarafından çalışmaları devam eden lojistik köy projeleri, gerek ulaşım altyapılarına yapılan devlet yatırımları gerekse bu tarz optimizasyon çalışmaları ile teşvik sağlanmaya çalışılmaktadır.

Lojistik köyler; bütün lojistik faaliyetlerinin bir arada yapılabildiği lojistik merkezleridir. Lojistik köylerde geneli demiryolu ve karayolu olmak üzere en az iki adet ulaşım türüne doğrudan bağlantı bulunur. Lojistik köylerde elleçleme, depolama, yükleme-boşaltma gibi lojistik faaliyetler yapılabildiği ve en az iki adet ulaşım türüne direkt bağlantısı bulunduğu için ulaşım türü değişimi için uygun merkezlerdir. Türkiye’ de lojistik köyler T.C.D.D.’ye bağlı faaliyet göstermektedir ve çok az bir kısmı aktif haldedir, büyük bir kısmı plan proje aşamasındadır. Ticari limanlar ise yine bütün lojistik faaliyetlerinin bir arada yapılabildiği limanlardır. Ticari limanlarda geneli denizyolu ve karayolu olmak üzere en az iki adet ulaşım türüne doğrudan bağlantı bulunur. T.C.D.D.’ye bağlı ticari limanların tamamında denizyolu ve karayolunun haricinde doğrudan demiryolu bağlantısı da bulunmaktadır ve ticari limanlar da ulaşım türü değişimi için uygun merkezlerdir.

Gezgin Satıcı Problemi (GSP), bir noktadan yola çıkan bir satıcının bilinen belirli noktalara uğradıktan sonra başlangıç noktasına dönmesi için atacağı en kısa turu bulmayı hedefleyen problemidir. GSP, anlaşılması kolay bir problem olmasına rağmen, özellikle düğüm sayısı arttıkça toplam tur sayısının artmasından ve hesapların uzamasından dolayı lineer çözümü oldukça zor bir problemidir ve zor problemler sınıfındadır. Gerçek çözümün bu denli zor ve uzun olmasından dolayı GSP için de daha kısa sürede yaklaşık çözümler sunabilen, canlıların yaşayış ve davranışlarından esinlenerek geliştirilen “Yapay Zeka” diye adlandırılan sezgisel yöntemler kullanılabilmektedir. GSP’nin çözümünde Genetik Algoritma (GA), Yapay Arı Kolonisi Algoritması (ABCA) gibi sezgisel yöntemler kullanılabilmektedir. GSP’nin Geleneksel çözümlerinde kuş uçuşu mesafelere göre öklid bağıntısı ile çözüm yapılmaktadır. Bu tez çalışmasında gerçek değerlere göre çözüm yapılacağından ve algoritmaya modifiye gerektiğinden dolayı kuşların ve balıkların sürü içerisindeki davranışlarından esinlenerek geliştirilen Parçacıklı Sürü Optimizasyonu (PSO) sezgisel yöntemi tercih edilmiştir.

Çalışmanın giriş bölümünde çalışmanın tanımı ve amacı açıklanmış, lojistikle ilgili kavramlar ve taşımacılık türleri detaylı olarak anlatılmış ve ülkemizdeki lojistik köy ve ticari limanlar hakkında bilgiler verilerek Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)’dan ve uygulamalarından bahsedilmiştir. Materyal ve Yöntem bölümünde optimizasyon çalışması için kullanılacak olan ülkemiz lojistik köyleri ve ticari limanları arası tüm varyasyonlara ait; mesafeler, süreler ve birim maliyetler verilerek kaynakları ile beraber hesapları anlatılmış, optimizasyon için GSP baz alınarak yazılan PSO çözüm algoritması açıklanmış

ve gerçek mesafelere göre çözüm yapabilmek ve taşımacılık türü değiştirebilmek için algoritma üzerinde yapılan modifiyeler anlatılmıştır. Araştırma Bulguları ve Tartışma bölümünde öncelikle örnek optimizasyon çalışması için kullanılacak noktalar arasında GSP'nin nokta koordinatlarına göre geleneksel doğrusal çözümü yapılmış daha sonra unimodal karayolu için gerçek değerlere göre mesafe, süre ve maliyet optimizasyonları yapılmış, son olarak ise yine gerçek değerlere göre multimodal taşımacılık için mesafe, süre ve maliyet optimizasyonları yapılmıştır. Çalışmanın son bölümü olan Sonuç ve Öneriler bölümünde ise mesafe, süre ve maliyet parametrelerine göre çözümü yapılan optimizasyon sonuçları unimodal karayolu taşımacılığı ve multimodal taşımacılık için karşılaştırılmış ve üç parametre için de multimodal taşımacılığın daha avantajlı olduğu görülmüştür. Son olarak ise yapılan optimizasyonun AUS ile entegrasyonu araştırılmış ve çok türlü taşımacılığın teşviki için bir takım öneriler sunulmuştur.

1.1. Lojistik

Askerlik bilgisinin, savaş sırasında ya da askeri bir yürüyüşte ordunun yiyecek içecek sağlama, sağlık ve haberleşme hizmetleri, yol koşulları vb. yönlerinden en etkili durumda bulundurulması amacını güden çalışmaları bir araya getiren bölümü. (İnternet, 2018a) olarak en eski tanımı yapılabilen lojistik, tanımından da anlaşılacağı üzere askeri kökenli bir kavramdır. Ancak günümüzde özellikle 1900'lü yılların ortalarından sonra teknolojinin gelişimi ile beraber büyüyen dünya ekonomisi sınırları kaldırmış ve ticarete lojistiği ön plana çıkarmaya başlamıştır. Bu yıllardan itibaren lojistik ticari taşımacılıkla daha çok anılmaya başlanmıştır.

Lojistiğin günümüzde daha çok kullanılan tanımı ise;

Üreticiden sonuncu tüketiciye varana kadar bir ürünün dağıtım, ambalajlama, gümrükleme, depolama ve nakliye gibi bütün süreçlerini kapsar. Bir diğer ifade ile istenen ürünü, istenen yerde, istenen miktarda, istenen zamanda istenen şekilde ve istenen kalitede uygun fiyatlarla temin etmektir. Lojistikle ilgili dünyanın en büyük kuruluşu olan Tedarik Uzmanları Zinciri Konseyi'nin (Council of Supply Chain Management Professionals, CSCMP) yapmış olduğu tanıma göre lojistik; "Talep eden organizasyonların ihtiyaçlarını dikkate alarak tüm ürünlerin lojistik hizmetleri de dahil olmak üzere ilgili bilgilerin ve ürünlerin başlangıç noktasından bitiş noktasına kadar verimli ve etkili bir şekilde taşınması

ile depolama için gerekli işlemlerin denetleme, uygulama ve planlama sürecidir. İlgili tanım dışı ve içe doğru içerdeki ve dışardaki ilgili hareketleri kapsar.” (İnternet, 2014) şeklindedir.

Geleneksel taşımacılık ve ulaşım anlayışının, küreselleşmeyle yaşanan ticari eğilimler ve teknolojiye gelişmeler sonucunda köklü değişimlere uğraması lojistik kavramı içinde değerlendirilmektedir. Lojistik, yeni ekonomi anlayışıyla çok daha ileri bir boyuta taşınmış; satın alma, danışmanlık, eşyanın gümrük beyanının yapılması, sigortalanması, 3 depolama, sipariş izleme, envanter yönetimi, talep tahmini, yedek parça desteği, dağıtım, iade işlemleri, üretime malzeme verme, katma değerli işlemler (etiketleme, paketleme, fiyat-barkod, müşteri taleplerine göre ürün hazırlama, birleştirme-ayırma vs.), kıymetli evrakın hazırlanması ve ödemenin tahsilatı, araç optimizasyonu ile sevkiyat gibi çok çeşitli faaliyetler günümüzde bütünleşip lojistiğin sağladığı hizmetler olarak sunulmaktadır. Bu kapsamda lojistik tüm bu faaliyetlerin planlı ve entegre edilmiş bir şekilde gerçekleştirildiği hizmetler zinciridir (Akandere, 2013).

Lojistiğin sağlıklı yürüyebilmesi için son dönemlerde lojistikle ilgilenen herkes tarafından kabul görmüş yedi ana kriter bulunmaktadır, bu kriterler (Swamidass, 2000)’da; “Lojistiğin Yedi Doğrusu; doğru malzemenin, doğru miktarda, doğru durumda, doğru yerde, doğru zamanda, doğru tüketiciye, doğru fiyatla ulaşmasıdır .” şeklinde tanımlanmıştır.

İşletmelerin lojistik yönetimine ihtiyaç duymalarının amacı (Çancı ve Erdal, 2009)’da şu şekilde sıralanmıştır:

- Mal ve hizmetlerin maliyetini düşürmek
- Rekabet avantajı oluşturmak
- İşletmeye katma değer sağlamak
- Yüksek kalite standartları oluşturmak
- İşletmeyi çevresel koşullara uyumlu hale getirmek

(Bowersox, 2002)’de lojistik yönetiminin operasyonel amaçları aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

- Hızlı Tepki: Değişimler ve yeni gelişmelere verilen reaksiyonun hızlı olması

- Minimum Sapma: Ürün ve hizmetlerin tam zamanında teslimi
- Minimum Envanter: Stok tutmayarak üretimin tam zamanında gerçekleşmesi
- Konsodalite Hareketi: Yükleme sıklığı ile taşıma maliyetlerini kısmak
- Kalite: Lojistik yönetiminde kaliteyi tutturmak
- Yaşam Boyu Destek: Ürünün akışının çift yönlü olmasını sağlamak

Lojistik sisteminin bileşenlerini genelleme yapmak sureti ile aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür.

- Müşteri Hizmetleri
- Talep Tahmini
- Bilgi Yönetimi
- Sipariş Yönetimi
- Envanter Yönetimi
- Elleçleme
- Ambalajlama ve Paketleme
- Taşıma ve Dağıtım
- Depolama
- Satın Alma
- Satış Sonrası Destek Hizmetleri

1.2. Taşımacılık Türleri:

Taşımacılık türleri tanımı; karayolu taşımacılığı, denizyolu taşımacılığı, havayolu taşımacılığı, demiryolu taşımacılığı, boru hattı taşımacılığı ve iç su hattı taşımacılıklarını kapsamaktadır. Lojistik sektörü açısından ele alındığında yaygın kullanılan taşımacılık türleri; denizyolu taşımacılığı, karayolu taşımacılığı ve demiryolu taşımacılığıdır.

Hammadde, yarı mamul veya bitmiş ürünlerin transferini kapsayan yük taşımacılığı, tedarik zincirinin önemli bir parçasıdır. Yük taşımacılığındaki amaç ürünlerin müşterilere, doğru zamanda, doğru kalitede ve doğru fiyata teslim edilmesidir (Urciuoli, 2016).

Uluslararası lojistikte deniz bağlantısı olan ülkelere denizyolu taşımacılığı başı çekmektedir ve altyapı durumuna göre denizyolu taşımacılığını demiryolu ve karayolu

taşımacılıkları takip eder. İç lojistikte ise mesafelerin daha kısa olmasının da etkisi ile önceliği karayolu taşımacılığı oluşturmakla birlikte yine altyapı durumuna göre demiryolu taşımacılığı ve denizyolu taşımacılığı karayolu taşımacılığını takip etmektedir.

Lojistikte taşımacılık türlerinin ayrı ayrı veya sıra ile birlikte kullanılmaları taşımacılık modlarını oluşturmaktadır. Taşımacılık türlerinin kullanımına göre; unimodal taşımacılık, multimodal taşımacılık, intermodal taşımacılık ve kombine taşımacılık olmak üzere 4 genel taşımacılık modu bulunmaktadır.

1.2.1. Unimodal Taşımacılık

Tek modlu taşıma diğer adı ile unimodal taşımacılık bir veya birden fazla taşımacı ile tek bir taşıma modülü ile yapılan taşıma sistemidir. Yapılan taşıma sistemi de tek bir taşıma metodu kullanılması esastır, örneğin sadece kara taşımacılığı, sadece deniz veya sadece hava taşımacılığıdır. Tek modlu taşımacılıkta en yaygın olarak kullanılan taşıma şekli kara yoludur. Karayolu taşımacılığının yaygın olarak kullanılmasının sebepleri; altyapı yatırımları diğer taşıma sistemlerine göre daha az olması, yükleme ve boşaltma işlemlerinde demiryolu veya hava yoluna göre daha kolay olması, terminal gereksiniminin mukayeseli olarak daha az olması ve coğrafi koşullar açısından değerlendirildiğinde ulaşım ağının geniş olmasından dolayı, kısa mesafelerde ekonomik çözümler sunması, tek modlu taşıma yönteminde karayolu en yaygın kullanılan taşımacılık olarak avantajları ile değerlendirilmektedir. Karayolunun avantajları ile beraber yukarıda bahsi geçen çevresel kısıtlamalar ve ağırlık sınırlamaları da bu tek modlu kullanım açısından dezavantaj olarak da değerlendirilebilir. Diğer taraftan hız faktörünün göz ardı edilebildiği ve ulaşım açısından da uygun olduğu tek modlu taşımalarda deniz yolu taşımacılığı da avantajları ile değerlendirilmektedir. Bu avantajlar; en düşük maliyetli taşıma modeli oluşu, transit geçişlerde gümrük işlemlerinin olmayışı olarak en önemlileri arasında sayılabilir. Diğer taraftan deniz yolu tek modlu taşımanın dezavantajları değerlendirildiğinde; hava şartlarından süre ve hasar miktarında artış ihtimali, hizmet verilebilecek yerleşkelerin limanlar ile sınırlı olması, varış sürelerindeki esnekliğin düşük olması bu metod için değerlendirilmesi gereken faktörlerdir. Tek mod taşımacılıkta kullanılan diğer bir yöntem ise hava yolu taşımacılığıdır. Bu taşımacılık birim ağırlık açısından en yüksek maliyete sahip olması ile beraber süre açısından en esnek taşımacılık yöntemidir. Hava taşımacılık özellikle hassas ve pahada ağır olan ürünler, elektronik veya antika eşyalar gibi emtialar

için yüksek güvenlik ve elleçleme sağladığı için avantajları ön plana çıkabilmektedir. Demiryolu taşımacılığı hava ve trafik koşullarından etkilenmemesi, ağır yük ve ekipmanların güvenli olarak taşınabilmesi ve özellikle Avrupa Birliği tarafından hukuki ve finansal olarak desteklendiği için sabit fiyatlı bir taşıma yöntemi olarak avantajları ile değerlendirilmektedir. Diğer taraftan demir yolları tek modlu taşıma sistemi içerisinde yüksek elleçleme bedelleri, altyapı ihtiyacı ve terminaller açısından bakıldığında dezavantajlarını da beraberinde getirmektedir (Barbanova, 2015).

Taşımacılığın yalnızca bir ulaşım türü ile gerçekleştirildiği tek modlu, yani unimodal taşımacılık açısından düşünüldüğünde:

Havayolu taşımacılığı en hızlı ve güvenli taşımacılık sağlayan ancak en maliyetli taşımacılık türü, denizyolu taşımacılığı en ucuz ve kolay taşımacılık sağlayan ancak süre olarak en yavaş ve güvenliği düşük taşımacılık türü, karayolu ve demiryolu taşımacılıkları nispeten daha hızlı ve güvenli taşımacılık sağlamakta ancak denizyolu taşımacılığına oranla daha maliyetli taşımacılık türleridir. Karayolu taşımacılığı ve demiryolu taşımacılıkları kendi aralarında karşılaştırıldıklarında ise demiryolu taşımacılığı daha ekonomik, karayolu taşımacılığı ise daha hızlı taşımacılık yapabilmektedir.

İleri araştırmalar unimodal karayolu taşımacılığının daha çok kısa mesafeli taşımacılık için kullanıldığını ortaya koyuyor. Unimodal demiryolu taşımacılığı ise daha uzun mesafeler için kullanılmaktadır. Daha iyi bir maliyet verimliliği için farklı ulaşım modları bütünleşik olarak çalışabilmektedir (Xie ve diğerleri, 2014).

Unimodal karayolu taşımacılığının şehirler bazında en büyük olumsuz etkileri trafik tıkanıklığı ve çevre kirliliğidir. Sürekli trafik büyümesine bağlı olarak insan sağlığı ve kentsel çevre üzerindeki trafik emisyonlarının etkisi, yeni çözümler ve tutarlı bir düzenleyici talebini doğurmuştur (Costabile ve Allegrini, 2008).

1.2.2. Multimodal Taşımacılık:

Değişik taşıma araçları veya türleri ile birden çok taşıma türü ile yapılan lojistik taşımacılığına multimodal transport veya çoklu taşımacılık denir. Multimodal taşımacılığın sıklıkla gündeme gelmesi modern konteynerlerin ortaya çıkması ile olmuştur. Konteyner

standart kap niteliğindedir ve yükün hem ambalajıdır hem de yükü taşıma görevini yerine getirir. Çoklu taşımacılığın temel kullanım malzemesi olan konteyner ayrıca taşımacılık yapan kurum ve kuruluşlar açısından bir yatırım aracıdır. Konteyner operatörleri multimodal taşımacılığın ilk uygulayıcılarıdır. Taşıyıcı ile alıcı arasında yapılan tek yük senedi ile en az iki taşıma sistemi kullanılarak yapılan taşımacılık türüne multimodal taşımacılık denir. Multimodal taşımacılık uluslararası alanlarda yapılabileceği gibi ülkelerin ulusal sınırları içerisinde yerel olarakta yapılabilmektedir. Günümüz şartlarında multimodal taşımacılığın ağırlıklı uygulama alanı uluslararası çok türlü taşımacılıktır (İnternet, 2011). Multimodal taşımacılık ekonomik teşviklere ek olarak, arz talep zinciri hammadde depolama ile birleştiğinde, mevsimsel olarak ham madde taşımada daha fazla esneklik sağlar (Zhang ve diğerleri, 2016).

Çıkış noktası ile varış noktası arasında taşıma açısından bakıldığında günümüzde emtialar (Türk Dil Kurumu Büyük Türkçe Sözlüğüne göre) farklı taşıma araçları kullanılarak ulaştırılmaktadır. Bu sebeple dağıtım esnasında emtianın dağıtım süresi, ekonomikliği ve güvenli olarak varış noktasına ulaşması önem kazanmaktadır. Birden fazla ulaştırma türünün entegrasyonu ile yapılan ve hızla yaygınlaşan taşımacılıkta; multimodal transport (çok türlü transport), intermodal transport (türler arası transport), combined transport (kombine transport) ifadeleri kullanılmaktadır. Multimodal taşımacılığın en genel özelliği konteyner içinde taşınması ve türler arası taşımacılık yapılırken en az iki taşıma türü kullanılmasıdır. Burada kara yolu kullanım oranının en az olmasıdır (Barbanova, 2015).

Başka bir tanımla ise bir yükün en az iki ulaşım modu ile ve farklı taşımacılık araçları ile taşınmasını ve taşınması düşünülen yüklerin tek bir yük haline getirilmesi ile taşınabilen, ulaşım modları arası taşımacılık multimodal (çok türlü) taşımacılık olarak anlatılabilir (T.C. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı).

Multimodal taşımacılığın pratik tanımı konteynerin lojistik köy ve ticari liman gibi ulaşım modu değişimine elverişli merkezlerde bir ulaşım sisteminden diğer ulaşım sistemine nakledilerek yükün hedefe ulaşması şeklinde yapılabilir. Multimodal taşımacılık bu çalışmanın temelini oluşturması sebebi ile çalışma içerisinde önemli bir yere sahiptir ve multimodal taşımacılık terimi ile sürekli karşılaşılacaktır.

Multimodal Taşımacılık göndericilere daha iyi bir seçenek sunmak için entegre bir araçtır. Maliyet kontrolü, esneklik, rekabet, güvenilirlik ve tek elden hizmet imkanları sağlar. Multimodal Taşımacılık göndericilerin mod kombinasyonlarını seçmesini sağlayarak verimli ve düşük maliyetle taşımacılık yapılmasına imkan sağlar (Zahurislam ve diğerleri, 2005).

Multimodal taşımacılık, Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu (UNECE), Ulaştırma Bakanları Avrupa Konferansı (UBAK) ve Avrupa Komisyonu (AK) tarafından yükün, en az iki taşımacılık türü ile yapıldığı taşımacılık modu olarak tanımlanmıştır (Cansız ve Ünsalan, 2018).

1.2.3. İntermodal Taşımacılık

Yük üzerinde herhangi bir uygulama yapmadan taşıma türünün değiştirildiği ve yükün herhangi iki nokta arasında birden fazla taşımacılık türü ile taşındığı taşıma yöntemine İntermodal taşımacılık denir. İntermodal taşımacılık ile taşınan ürünlerin yeniden paketlenmesine gerek kalmadan bir taşıma türünden diğer taşıma türüne geçirilmesinde özel taşıma ambalajları kullanılmaktadır (İnternet, 2016a).

İntermodal taşımacılık, ultimodal taşımacılığın daha özelleşmiş hali olarak tanımlanabilir ve UBAK tarafından, yükün tek yükleme ile aynı taşıma ünitesinde ürünler elleçlenmeden birden fazla ulaşım türü ile taşınması olarak tanımlanmaktadır. Yükün yükleme aşamasında kapatılarak herhangi bir işlem görmeden alıcıya ulaşması ve orada açılması hedeflenmektedir.

1.2.4. Kombine Taşımacılık

Önceleri intermodal taşımacılık şeklinde anlaşılan kombine taşımacılık ise daha sonraları yayımlanan, ECE (Economic Commission for Europe) nin 19 numaralı tavsiye kararı ile kombine taşımacılık enerji harcanan taşımacılık türü ile enerji harcanmayan başka bir taşımacılık türünün birlikte kullanılması ile yapılan taşımacılık türü olarak tanımlanmıştır. Örneğin araç taşıyıcısına yüklenen araçların, Ro-Ro gemisine yüklenen kamyonların veya trene yüklemesi yapılan kamyonların durumu bu şekilde açıklanabilmektedir. Avrupa Birliği ise kombine taşımacılığı bir nakliye politikası olarak “yükün başlangıç ve bitiş

noktalarındaki hareketleri mümkün olduğu kadar az bir şekilde kara yolu taşımacılığı ile yapılmak üzere ürünlerin diğer ulaşım türleri üzerinden taşındığı intermodal taşımacılık türü.” Şeklinde ifade edilmiştir. Söylenişi her ne olursa olsun şu an, multimodal taşımacılık, intermodal taşımacılık ve kombine taşımacılık terimleri kullanılmaktadır. Öyle görünüyor ki bu tanımların kullanımı yerine daha anlaşılabilir konulara ve herkes tarafından benimsenene kadar devam edecektir (İnternet, 2016b).

1.3. T.C.D.D. Lojistik Köyler

Lojistik köylerin tanımı Avrupa Birliği Lojistik Köy Platformu’nda “Hem yerel hem de uluslararası hareketlerde taşımacılık, elleçleme, depolama, konsolidasyon, dağıtım, gümrükleme, ayrıştırma, transit işlemler, ithalat ve ihracat, sigorta bankacılık ve altyapı hizmetleri, üretim ve danışmanlık gibi bütünleşmiş birçok taşıma faaliyetinin temeli ticarete dayandırılarak belirli bir bölgede çeşitli işletmeler ve kuruluşlar tarafından yürütüldüğü özel ve özerk merkezlerdir.” Tanımı ile ifade edilmiştir.

Lojistik köyler, uluslararası ve yerel bütün taşımacılık faaliyetlerinin özel teşebbüs ve kamuya ait kurum ve kuruluşlarca yerine getirildiği tanımlı bölgelerdir. Lojistik köyler genelde büyük sanayi kuruluşları ve iş merkezleri gibi önemli üretim merkezlerine yakında kurulur. Karayolu ve demiryolu hatlarına, şehirlere ve de şartlar el veriyorsa limanlara yakın konumlandırılır. Ancak şehrin trafiğini olumsuz etkilemeyecek noktalara kurulmaktadır. Lojistik köylerde sağlanan hizmetler ise dağıtım, uzun mesafe taşımacılık, ürünlerin tasnifi ve gruplaması, ayrıştırma, stoklama ve bu işlemlere bağlı olan sigortalama, bankacılık gibi diğer ilave hizmetler olarak tanımlanabilir (Aydın ve Öğüt, 2008). Terminallerin konumları taşımacılıkla ilgili sorunlara başa çıkabilecek nitelikte olmalıdır, ulaştırma ile ilgili tüm ihtiyaçları giderebilecek yapıda olmalıdır. Teknik ekipmanlar multimodal taşımacılık ile uyumlu olmalıdır. Farklı kargo türleri için nakliye süresi ve terminalden geçen akış yönetilmelidir. Ek olarak uzun veya kısa süreli depolama, konteynerlerin bakımı ve temizliği gibi hizmetler terminallere değer katabilir (Schijndel ve Dinwoodie, 2000). Bölgesel transfer noktalarının ulaştırma hatlarının merkezinde konumlandırılması önemlidir. Bölgesel transfer noktalarının yüksek performansta tesisler olması gerekmektedir (Schönharting ve diğerleri, 2003). Herhangi bir ülkenin stratejik planında lojistik köy yeri kararları çok önemlidir (Yıldırım ve Önder, 2015).

Lojistik köylerin finansal değerlendirme modeli: Saha seçimi ve trafik tahminleri, sunulan hizmetlerin tanımı ve ilgili boyutlar, yatırımın tahmini ve işletme maliyetleri, ve yatırımların değerlendirilmesi olmak üzere dört farklı aşamadan oluşur (Meidute, 2007).

Türkiye’de ise lojistik köy kavramı T.C.D.D.’nin yapmış olduğu tanıma göre, lojistik ve taşımacılık şirketleri ile ilgili resmi kurumların içinde yer aldığı, her türlü ulaştırma moduna etkin bağlantılara sahip, yükleme-boşaltma, bakım-onarım, yükleri bölme, depolama, elleçleme, tartı, birleştirme, paketleme v.b. faaliyetlerini yerine getirme olanağı olan ve taşıma modları arasında düşük maliyetli, güvenli, hızlı, aktarma alan ve donanımlarına sahip bölgelerdir (Kır, 2016).

Lojistik köylerde; Demiryolları için çekirdek ağı olarak tanımlanan; manevra, tren teşkil, yükleme boşaltman zonlarının T.C.D.D.; antrepo, depo ve lojistikle ilgili diğer zonların özel teşekküller tarafından yapılması veya yaptırılması planlanmaktadır. Lojistik köylerin kurulmasının temel amacı; ulaşımda, birey gücü organizasyonu, araç kullanımı, lojistik ağı optimizasyonu, depo kullanımı ve toplam personel ve ulaştırma maliyetlerinde azalma, ulaştırma sağlayıcılarının kümülatif iş hacminde artış sağlayıp yüksek kalite seviyesine ulaşabilmektir. Lojistik köyler faaliyete geçtiklerinde yüke dayalı taşımacılıkla alakalı hizmetlerin en kaliteli şekilde verilmesi, müşterilerin sosyal, teknik ve idari tüm taleplerinin yerine getirilebilmesi, taşıma ve taşıma kalitelerinin yükseltilerek müşteri memnuniyetinin sağlanması ile beraber kuruldukları bölgelerin ekonomik gelişimine ve ticari potansiyeline olumlu katkılar sağlayacaktır. Lojistik köyler kuruldukları bölgelerin sosyal kültürel ve ekonomik gelişimine olumlu katkılar sağlayacağı gibi bölge trafiğini de rahatlatacaktır (İnternet, 2018b).

Ülkemizde T.C.D.D.’ye bağlı lojistik köylerin son durumu T.C.D.D.’nin açıklamalarına göre şu şekildedir:

“Organize Sanayi Bölgelerine yakın ve yük potansiyeli yüksek olan İstanbul (Halkalı/Yeşilbayır), İzmit (Köseköy), Samsun (Gelemen), Eskişehir (Hasanbey), Kayseri (Boğazköprü), Balıkesir (Gökköy), Mersin (Yenice), Uşak, Erzurum (Palandöken), Konya (Kayacık), Denizli (Kaklık) ve Bilecik (Bozüyük) olmak üzere 12 adet lojistik merkez kurulmaya başlanmış, Kahramanmaraş (Türkoğlu), Mardin, Kars, Sivas, Bitlis (Tatvan) ve Habur Lojistik Merkezleri ile birlikte Lojistik Merkez adeti 19’a ulaşmıştır. Samsun

(Gelemen), Uşak, Denizli (Kaklık), İzmit (Köseköy), Eskişehir (Hasanbey) ve Halkalı olmak üzere 6 adet Lojistik Merkez işletmeye açılmıştır. Balıkesir (Gökköy), Bilecik (Bozüyük), Mardin, Erzurum (Palandöken) ve Mersin (Yenice) lojistik merkezlerinin inşaat çalışmaları devam etmektedir. Diğer Lojistik merkezlerine ilişkin proje, kamulaştırma ve inşaat ihale işlemleri sürmektedir.” (İnternet, 2018b).



Şekil.1.1. T.C.D.D. Lojistik Köyler güncel durumu (İnternet, 2018b)

1.3.1. İstanbul Halkalı Lojistik Köyü

Türkiye’de uluslararası taşımaların % 70’i Trakya bölgesinden, bunun büyük bir bölümü de Halkalı’dan yapılmaktadır. Halkalı lojistik köy projesi, sıkışıklık, yetersizlik sorununu ortadan kaldıracak, kapasite ve taşıma kalitesini artıracaktır. İhtiyaç durumuna göre büyütülebilme olanağı olan Halkalı Lojistik Merkezi tamamlanmıştır. Genişleme alanı olarak Ispartakule mevki belirlenmiştir, bunun için tevziat planı hazırlanmıştır (Kır, 2016). Türkiye’nin ve dünyanın en büyük metropollerinden olan İstanbul’da kurulan bu lojistik merkezi ülke ekonomisine büyük katkı sağlayacaktır.

1.3.2. İzmit Köseköy Lojistik Köyü

Toplam 765 000 m² üzerine kurulması planlanan Köseköy Lojistik Merkezinin ilk etapta 151 000 m²'lik kısmında kamulaştırma çalışmaları tamamlanmış olup bu etapdaki yapım işleri devam etmektedir. Tevziat planı ve projesi hazırlanmış diğer kısımların kamulaştırılması için çalışmalar devam etmektedir. Köseköy Lojistik Köyünün faaliyete geçmesi ile yaklaşık 600 000 ton/yıl olan taşıma miktarı 1 500 000 ton/yıla çıkacaktır. Lojistik köyden, otomotiv yedek parçası, otomobil, sunta, mdf, petrol ürünleri, konteyner, alçıtaşı, klinker, selüloz, demir, borasit, emaye hammaddesi, odun, çelik sac, tutkal taşınması yapılacaktır (Karadeniz ve Akpınar, 2011).

1.3.3. Balıkesir Gökköy Lojistik Köyü

Balıkesir Gökköy Lojistik Köyü, Balıkesir Merkez İlçesi'nin dışında organize sanayi bölgesinin karşısında Gökköy arazisi içerisinde 2015 yılında hizmete açılmıştır. Lojistik köyün şehir dışında faaliyete geçmesi, şehir içindeki raylı ulaşım hatlarının yalnızca yolcu taşımacılığı için kullanılmasını sağlamaktadır. Ayrıca şehrin yükünü de hafifletmek açısından önemli bir projedir. Balıkesir Gökköy Lojistik Köyü ile Balıkesir ve çevresindeki tüm lojistik yüklerin yükleme boşaltma ve iletimi kolaylıkla yapılabilmektedir.

8 247 m² kapalı hizmet binası ile 59 560 m² beton saha, rampa ve yükleme alanı bulunan Balıkesir (Gökköy) Lojistik Merkezi ile lojistik sektörüne 1 000 000 ton/yıl taşıma kapasitesi sağlanacak, Türkiye'ye 211 000 000 m² lojistik alan kazandırılacaktır (İnternet, 2018c).

1.3.4. Uşak Lojistik Köyü

Çalışmalarına 2007 yılında fizibilite etüdünün çıkarılmasıyla başlanan Uşak Lojistik Köyü'nün 140 000 m² alan üzerine kurulması planlanmaktadır. Lojistik köyün faaliyete girmesiyle şu anda 113 000 ton olan yıllık taşınan yük miktarı 246 000 tona çıkacaktır (İnternet, 2018c).

1.3.5. Eskişehir Hasanbey Lojistik Köyü

Eskişehir Hasanbey Lojistik Köyü'nün çalışmaya başlaması ile yıllık 215 000 ton olan toplam taşıma miktarı yıllık 5 666 000 tona çıkmıştır. Lojistik merkezinden çoğunluk olarak feldspat, seramik, fayans, demir, konteyner, inşaat malzemeleri, beyaz eşya, manyezit, su, gıda maddesi ve kömür nakli yapılmaktadır (İnternet, 2018c).

Eskişehir'in konum olarak Türkiye demiryolu ve karayolu ulaşımı açısından merkezi bölgelerden biri olması ve başkent Ankara'ya olan yakın olması Eskişehir'e lojistik köy yapılmasının doğru bir tercih olduğunu göstermektedir. Lojistik dağıtım ve taşıma hizmetlerinin modern bir merkezde bir araya gelmesi ile ulaşım ve sanayi sektörleri gelişecek ve kent merkezinin trafik sorunlarının çözülmesine ve kentin gelişimine katkıda bulunacaktır (Karadeniz ve Akpınar, 2011).

1.3.6. Samsun Gelemen Lojistik Köyü

Gelemen Lojistik Köy projesi tamamlandığında yılda 500 000 ton olan taşıma miktarının 1 100 000 tona çıkması beklenmektedir. Lojistik köyden demir, hurda, rulo saç, bakır, klinker, konteyner, çimento, kömür, kereste, buğday, gıda maddesi, un, gübre taşıması yapılacaktır (İnternet, 2018c).

İlk etabı 2007 yılında işletmeye açılan Samsun-Gelemen Lojistik Köyü özellikle Rusya ve Kazakistan'a yapılan taşımalar için önemli bir geçiş noktasıdır. 350 000 m²'lik bir alana genişletilebilecek kapasitede kurulan Gelemen Lojistik Köyünde hedef 500 000 ton olan trafiği 1 100 000 tona çıkarmaktır. Yük akışı 2008'de 854 000 ton, 2011 yılında 597 000 ton, 2012 yılında ise 600 000 ton olarak gerçekleşmiştir. Lojistik köy üzerinden daha çok demir, rulo saç, hurda, bakır, konteyner, çimento, klinker, kereste, kömür, buğday, un, gıda maddesi ve gübre gibi ürünlerin taşınması ve dağıtımı gerçekleştirilmektedir (Karadeniz ve Akpınar, 2011).

1.3.7. Denizli Kaklık Lojistik Köyü

120 000 m² alana sahip olacak olan Kaklık Lojistik Köyü'nün faaliyete geçmesiyle yaklaşık 150000 ton olan yıllık taşıma miktarının 500 000 tona çıkması öngörülmüyor (2018c, 2010). Lojistik köyün ilk etabının tamamlanmasıyla birlikte mermer ve ağır yük taşımacılığı başlarken, yükleme istasyonlarının yetersiz olması nedeniyle istenilen verime ulaşamamıştır. Lojistik köy tam olarak faaliyete geçtiğinde, mermer, kömür, klinker, konteyner ve tekstil ürünleri nakliyesi yapılacaktır (Demiroğlu, 2013).

Gelişen tekstil sanayiyle son yıllarda adı çok duyulan ve yurt dışına büyük ölçüde tekstil ihracatı gerçekleştiren Denizli'de lojistik köy faaliyete geçtiğinde yaklaşık 150.000 ton/yıl olan yük taşıma miktarı 500 000 ton/yıla ulaşacaktır. Lojistik köyden kömür, klinker, mermer, konteyner ve tekstil ürünleri nakliyesi yapılacaktır (Karadeniz ve Akpınar, 2011).

1.3.8. Mersin Yenice Lojistik Köyü

Toplam 640 000 m² alana sahip olacak olan bu lojistik köyden konteyner, araç, makine, yedek parça, tarım aletleri, demir, çelik, boru, gıda maddesi, pamuk, seramik, kimyasal madde, çimento, askerî malzeme ve ambalaj ürünleri nakliyesi yapılacaktır (İnternet, 2018c).

Yaklaşık 640 000 m² alan üzerine kurulacak olan Yenice Lojistik Köyü'nün proje süreci tamamlanmış, kamulaştırma ve inşaat işlemleri devam etmektedir. Lojistik köyün kurulacağı yer demiryoluna 2,2 km, D-400 karayoluna 1.5 km, Mersin limanına 13 km mesafededir. Faaliyete geçtiğinde 418 000 ton/yıl olan yük taşıma miktarı 896.000 ton/yıla çıkacaktır. Lojistik köyden konteyner, makine, araç, yedek parça, demir, çelik, boru, tarım aletleri, pamuk, seramik, gıda maddesi, çimento, kimyasal madde, 47 askerî malzeme ve ambalaj ürünleri nakliyesi yapılacaktır (Karadeniz ve Akpınar, 2011).

1.3.9. Kayseri Boğazköprü Lojistik Köyü

Kayseri Organize Sanayi Bölgesi ne 4 kilometre mesafede kurulan Boğazköprü Lojistik Köyü'nün çalışmaları başlamış olup; 511 000 m² alana sahip olması düşünülmektedir. Boğazköprü Lojistik Köyünün faaliyete geçmesi ile mevcut durumda yaklaşık olarak yıllık

717 000 ton olan taşıma miktarının 1 782 000 tona çıkması beklenmektedir. Lojistik köyden demir, boru, yem, konteyner, saç levha, seramik, kömür, pamuk, çinko, mobilya, kablo, oto lastik, askeri yükler ve soba taşınması yapılacaktır (İnternet, 2018c).

Boğazköprü Lojistik Köyü'nün faaliyete geçmesiyle yaklaşık 717 000 ton/yıl olan yük taşıma miktarı 1 782 000 ton/yıl'a çıkacaktır. Lojistik köyden boru, yem, demir, saç levha, konteyner, seramik, pamuk, kömür, çinko, kablo, mobilya, oto lastiği ve askerî malzeme taşınacaktır (Karadeniz ve Akpınar, 2011).

1.3.10. Konya Kayacık Lojistik Köyü

2013 yılında faaliyete geçmesi beklenen Konya Kayacık Lojistik Köyü 300 000 m² alan üzerine kurulacaktır. Lojistik köyün kurulmasıyla yıllık taşıma miktarının 634 000 tondan 1 679 000 tona çıkması beklenmektedir. Lojistik köyden ağırlıklı olarak kömür, çimento, mermer, çeşitli gıdalar, gübre, şeker, tarım makineleri, tarım ürünleri, konteyner ve askerî malzeme nakliyesi yapılacaktır (Demiroğlu, 2013).

Proje ihalesi bitmiş, yapım ihalesine çıkılması planlanan lojistik köyün faaliyete geçmesiyle yaklaşık 634 000 ton/yıl olan yük taşıma miktarı 1 679 000 ton/yıla çıkacaktır. Lojistik köyden çeşitli gıdalar, tarım makineleri, şeker, gübre, tarım ürünleri, çimento, kömür, mermer, konteyner ve askerî malzeme aktarımı gerçekleştirilecektir (Karadeniz ve Akpınar, 2011).

1.3.11. Erzurum Palandöken Lojistik Köyü

330 000 m² alana kurulması planlanan Erzurum Palandöken Lojistik Köyü'nün ihalesi yapılmış olup 2014 yılında tamamlanması beklenmektedir. Lojistik köyün faaliyete geçmesiyle yıllık 200 000 ton olan yük miktarı 437 000 ton'a çıkacağı tahmin edilmektedir. 500 kişiye iş imkanı sağlayacak olan lojistik köyden otomobil, kömür, demir, un, tuğla, kiremit, konteyner, seramik, gıda maddesi, su, içecek maddeleri, gübre, askerî malzeme ve yem nakliyesi yapılacaktır (İnternet, 2018c).

1.4. T.C.D.D. Ticari Limanlar

Limanlar genel olarak yük gemilerinin yükleme boşaltma yapmasına, yolcu gemilerinin ise yolcu indirip bindirmelerine yarayan doğal ya da suni gemi barınakları olarak tanımlanmaktadır. Ticari limanlar ise limanlar daha özelleşmiş halidir. Yapı olarak lojistik köylere benzerlik gösteren ticari limanlarda yükleme-boşaltma, elleçleme, depolama, konsolidasyon gibi bütün lojistik faaliyetleri bir arada yapılabilmektedir. Ticari limanlar da lojistik köylerde olduğu gibi en az iki ulaşım türüne doğrudan bağlantılıdır. T.C.D.D.'ye bağlı ticari limanlarda: hem denizyolu taşımacılığına, hem demiryolu taşımacılığına hem de karayolu taşımacılığına doğrudan bağlantı bulunmaktadır.

Multimodal taşımacılıkta, trafik koşulları, ulaşım mesafeleri, araç kapasitesi, yakıt maliyetleri, servis güvenilirliği ve zaman duyarlılığı; ulaştırma modu seçiminde ve modal değişimde son derece önemlidir. Örneğin unimodal demiryolu baz alındığında; kalkış sıklığı, gemi takvimi, yanaşma kısıtlamaları ve yol araç sürücüsünün çalışma saatleri de önemlidir. Bu operasyonel sınırlamalara rağmen ana kapasitenin ağ geçidi olan limanlar, doğrudan rota üzerinde olmasa da tüm büyük iç transfer merkezlerine hizmet etmelerine izin verir (Rodrigues ve Diğerleri, 2015).

Uluslararası lojistik faaliyetleri yaygın olarak denizyolu taşımacılığı üzerinden gerçekleştiği için ülke ekonomileri açısından ticari limanlar büyük önem taşımaktadır. Ticari limanlar ülkelerin dünyaya açılan kapıları niteliğindedir. Ülkemizin üç tarafının denizlerle çevrili olması ve Asya ve Avrupa Kıtaları arasında köprü vazifesi görüyor olması jeopolitik konumundan dolayı ticari limanlarımızı daha ön plana çıkarmaktadır.

1.4.1. Haydarpaşa Limanı

Haydarpaşa Limanı'nın inşasına Anadolu Bağdat Demiryolları Kumpanyası tarafından 20.04.1899 tarihinde başlanmış olup liman 1924 senesine kadar Anadolu Bağdat Demiryolları Kumpanyası tarafından işletilmiştir. Liman 24.05.1924 Tarih ve 506 Sayılı yasaya istinaden hükümet tarafınca satın alınmış ve 31.05.1927 tarihine dek özel bir rejim tarafından işletilmiştir. 31.05.1927 Tarih ve 1042 Sayılı Yasa ile Nafia Vekaletine (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı) bağlı idarelerden olan Demiryolları İdaresine devredilmiştir. Limanın altyapı ve tesisleri yeterli bulunmadığından 05.02.1953 tarihinde Bayındırlık

bakanlığınca inşasına başlanan eklemelerin ilk bölümü 1954 yılından itibaren peyderpey T.C.D.D. İşletmesine devredilmiştir. Liman 1967 senesinde tam olarak çalışmaya başlamıştır. Modernizasyon çalışmalarının ikinci bölümüne 1979 senesinde başlanmış ve limana ferri iskelesi, konteyner molü, 600 m dalgakıran ve CFS 1 ambarı eklenmiştir (İnternet, 2018d).

Limana ait konteyner terminalinde ekipman olarak: 4 adet Gantry Crane vinci ve 1 adet MHC vinci bulunmaktadır. Liman -10 - -12 metre su derinliğine, toplam 945 metre uzunluğunda rıhtımlara ve 12 000 – 15 000 adet TEU konteyner istifleme kapasitesine sahiptir. Limanda bulunan konteyner istifleme ekipmanları ile üst üste 4+1 konteyner istifi yapılabilmektedir. Ayrıca limanda 80 adet soğuk hava tertibatlı konteyner için istif altyapısı bulunmaktadır (İnternet, 2018d).

Limanda bulunan konteyner elleçleme ekipmanları olarak ise: 40 tonluk 4 adet Gantry Crane, 35 tonluk 9 adet lastik tekerlekli transtainer, 42 tonluk 7 adet dolu konteyner forklifti ve 8 – 10 tonluk 7 adet boş konteyner forklifti bulunmaktadır. Ayrıca limanda 25 tonluk 8 adet mobil vinç, 23 kısa mastlı forklift ve 2 standart forklift ile 15 adet çekici bulunmaktadır (İnternet, 2018d).

1.4.2. İzmir Limanı

13.03.1957 Tarih ve 4/8783 Sayılı Bakanlar Kurulu Kararı'na istinaden Alsancak Beton İskelesi T.C.D.D.'ye devredilmiş ve iskele 01.06.1959 tarihinde işletilmeye başlanmıştır. İskelenin Denizcilik Bankası TAO'ya devri 22.01.1960 Tarih ve 4/12662 Sayılı Vekiller Heyeti Kararı ile kararlaştırılmış ve 27.04.1960 tarihinde iskelenin Denizcilik Bankası TAO'ya devri gerçekleştirilmiştir. Denizcilik Bankası TAO, 1964 senesinden itibaren 440 Sayılı Kanun çerçevesine alınmış ve iktisadi devlet teşekkülü olarak faaliyetlerini sürdürmüştür. İzmir Liman İşletmesi'nin T.C.D.D.'ye devri, Yüksek Planlama Kurulu'nun 16.12.1988 Tarih ve 88/121 Sayılı Kararı'na istinaden 1 Ocak 1989 tarihinde gerçekleşmiştir (İnternet, 2018d).

Limana giriş ve çıkış yapan gemiler kılavuz alma zorunluluğunda olup, 2000 gros tonilatodan küçük gemilerin romörkör alma zorunluluğu yoktur. Bahsi geçen hizmetler 24 saat boyunca TDİ tarafından verilmektedir (İnternet, 2018d).

Limanda 1 adet 90 ton kapasiteli yüzer vinç bulunmaktadır. Limanda konteyner elleçleme ekipmanları olarak: 5 adet 40 tonluk Gantry Crane, 3 adet 100 tonluk MHC vinci, 14 adet 30 - 35 tonluk lastik tekerlekli transtainer, 15 adet 25 – 42 tonluk dolu konteyner mobil vinci, 14 adet 8 – 10 tonluk boş konteyner mobil vinci ve 100 ton kapasiteli 2 adet kiralık MHC vinci bulunmaktadır. Ayrıca limanda 6 adet 10 – 25 tonluk mobil vinç, 12 adet kısa mastlı dizel ve elektrikli forklift, 1 adet mini loader ve 49 adet çekici seti yer almaktadır. Liman yük terminalinde reefer konteynerler için uygun reefer iskelesi de bulunmaktadır. Limanda Toprak Mahsulleri Ofisi'ne ait 2 adet 70 000 ton kapasiteli beton silo bulunmaktadır. Limana ait yolcu terminali, İzmir'in Ege'deki tarihi ve turistik konumundan dolayı önemli büyüklükte trafiğe sahiptir (İnternet, 2018d).

1.4.3. Bandırma Limanı

Bandırma Limanı'nın geçmişi M.Ö. 8. – 10. Yüzyıllara dayanmaktadır. Liman, inşası 1924 yılında gerçekleşen Belediye İskelesi ile birlikte faaliyete geçmiştir. Mühendis Reşit Bey tarafından inşa edilen liman, Türkiye'de ilk defa bir türk mühendis tarafından beton blok sistemi ile inşa edilmiş olma özelliğine sahiptir. Günümüzde mevcut olan modern limanın etüt ve projelerine 1952 senesinde başlanmış, inşaatı ise 1963 senesinde başlatılmıştır. Liman işletmesi belediyede iken 6237 Sayılı Kanun ile Bayındırlık Bakanlığı tarafından genişletilmiştir. 15.04.1969 tarih ve 6/116222 Sayılı Bakanlar Kurulu Kararı'na istinaden Bandırma Limanı T.C.D.D.'ye devredilmiştir (İnternet, 2018d).

Bandırma Limanı T.C.D.D. tarafından işletilmekte iken Özelleştirme Yüksek kurulu'nun 30.12.2004 Tarih ve 2004/128 Sayılı Kararı'na istinaden "İşletme Hakkının Devri" yöntemi ile özelleştirme kapsamına alınmıştır. Liman, yapılan özelleştirme ihalesi ile 175 500 000 Amerikan Doları bedel üzerinden ihaleyi kazanan Çelebi Ortak Girişim Grubu tarafından işletilmek üzere, 18.05.2010 tarihinden itibaren 36 yıl süre ile devredilmiştir. Liman faaliyetleri Çelebi Bandırma Uluslararası Liman İşletmeciliği A.Ş. adı ile sürdürülmektedir. "T.C.D.D., İşletme Hakkının devrine İlişkin İmtiyaz Sözleşmesinin ilgili hükümleri çerçevesinde kendisine tanınan gözetim ve denetime ilişkin görev ve yetkilerini T.C.D.D. Bandırma Liman İşletmesi Kontrol Müdürlüğü aracılığıyla yerine getirmektedir." (İnternet, 2018d).

1.4.4. Derince Limanı

Derince Limanı inşaatı, 1900 senesinde tanınan bir imtiyaz ile Anadolu Bağdat Demiryolları Kumpanyası uhdesinde başlamıştır ve 1904 senesinde işletmeye açılmıştır. Liman 1927 senesinde 1042 Sayılı Kanun'a istinaden Limanlar Umum Müdürlüğü ve Devlet Demiryolları'na devredilmiştir. Derince limanı 1953 senesinde kabul edilen 6186 Sayılı Kanun'a istinaden T.C.D.D. işletmesine devredilmiştir ve iskele şefliği ünvanı ile Haydarpaşa Liman Müdürlüğü'nün bir birimi olarak hizmetine devam etmiştir. Liman T.C.D.D. Genel Müdürlüğü'nün 31.03.1961 Tarih ve 11270-14-1/1783 Sayılı Emri'ne istinaden Müstakil Liman İşletmesi Müdürlüğü olmuştur (İnternet, 2018d).

Derince Limanı T.C.D.D. tarafından işletilmekte iken Özelleştirme Yüksek kurulu'nun 30.12.2004 Tarih ve 2004/128 Sayılı Kararı'na istinaden "İşletme Hakkının Devri" yöntemi ile özelleştirme kapsamına alınmıştır. Liman, yapılan özelleştirme ihalesi ile 543 000 000 Amerikan Doları bedel üzerinden ihaleyi kazanan Safi Katı Yakıt Sanayi ve Ticaret A.Ş. tarafından işletilmek üzere, 02.03.2015 tarihinden itibaren 39 yıl süre ile devredilmiştir. Liman faaliyetleri Safi Derince Uluslararası Liman İşletmeciliği A.Ş. adı ile sürdürülmektedir. "T.C.D.D., İşletme Hakkının devrine İlişkin İmtiyaz Sözleşmesinin ilgili hükümleri çerçevesinde kendisine tanınan gözetim ve denetime ilişkin görev ve yetkilerini T.C.D.D. Derince Liman İşletmesi Kontrol Müdürlüğü aracılığıyla yerine getirmektedir." (İnternet, 2018d).

1.4.5. İskenderun Limanı

Adından da anlaşılacağı üzere geçmişi M.Ö. 333 senesine, Büyük İskender'e kadar uzanan bölgede İskenderun Limanı'nın inşaat imtiyazı 1909 senesinde Anadolu Bağdat Demiryolları Kumpanyası'na verilmiştir. 1. Dünya Savaşı'nın başlaması ile birlikte Anadolu Bağdat Demiryolları Kumpanyası'nın 1918 senesinde Fransız Hükümeti tarafından haczedilmesi üzerine inşaat imtiyazı, İskenderun limanı Fransız şirketi'ne verilmiştir. Fransız şirketi, günümüzde iç liman denilen ve mavnaların barınmasında kullanılan bölümün inşaatına başlamıştır. Fransız şirketi 1927 senesinde 200 metrelik küçük vasıta rıhtımını (güney rıhtımı) ve küçük limana ait batı ve doğu mendireklerinin inşaatını tamamladıktan sonra Hatay Devleti kurulmuş ve Ana Vatan'a katılmıştır. İskenderun Limanı'nın 3714 Sayılı Kanun'a istinaden, Devlet Limanları İşletmesi Umum

Müdürlüğü'ne devri yapılmıştır. Liman, 14.08.1942 Tarih ve 4301 Sayılı Kanun'a istinaden fiilen Devlet Demiryolları İdaresi'ne devredilmiştir. Liman 1944 senesinde büyük iskele ile genişletilmiş ve 1953 – 1956 seneleri arasında mekanik teçhiz ve tesislerle modernize edilmiştir. Limanın gelişimi ile ilgili çalışmalar 1964 senesinde de devam etmiş ve rıhtım üst yapı inşaatı 1972 senesinde tamamlanarak aynı sene bütün tesisleri ile birlikte hizmete açılmıştır (İnternet, 2018d).

İskenderun Limanı T.C.D.D. tarafından işletilmekte iken Özelleştirme Yüksek kurulu'nun 30.12.2004 Tarih ve 2004/128 Sayılı Kararı'na istinaden "İşletme Hakkının Devri" yöntemi ile özelleştirme kapsamına alınmıştır. Liman, yapılan özelleştirme ihalesi ile 372 000 000 Amerikan Doları bedel üzerinden ihaleyi kazanan Limak Yatırım Enerji Üretim İşletme Hizmetleri ve İnşaat A.Ş tarafından işletilmek üzere, 30.12.2011 tarihinden itibaren 36 yıl süre ile devredilmiştir. Liman faaliyetleri Limak Yatırım Enerji Üretim İşletme Hizmetleri ve İnşaat A.Ş adı ile sürdürülmektedir. "T.C.D.D., İşletme Hakkının devrine İlişkin İmtiyaz Sözleşmesinin ilgili hükümleri çerçevesinde kendisine tanınan gözetim ve denetime ilişkin görev ve yetkilerini T.C.D.D. İskenderun Liman İşletmesi Kontrol Müdürlüğü aracılığıyla yerine getirmektedir." (İnternet, 2018d).

1.4.6. Mersin Limanı

Mısır'da Süveyş Kanalının inşaa edilmeye başlanması ile birlikte, Mersin bir liman olarak daha fazla önem kazanmaya başlamıştır. 1890 yıllarda doğal liman çerçevesinde taşımacılık faaliyetleri hız kazanmış, yeni iskeleler yapma ihtiyacı doğmuştur. 1915'de Mersin Limanına günde 20-25 vapur veya yelkenli yanaşabilmekteydi. Deniz ticaretindeki hızlı artış nedeniyle ciddi bir liman yönetimine ihtiyaç duyulmuş ve Mersin Liman İşleri İnhisarı T.A.Ş. ismi ile 29.08.1927 tarihinde bir şirket kurulmuştur. Şirketin 1942 yılında tasfiye kararı ile birlikte hükümete devri kararı alınmıştır. Milli Koruma Kanununun muaddel 6.maddesine tevkifan Devlet Demiryolları ve Limanları İşletme Umum Müdürlüğüne devr edilmiştir. Mersin Limanının modern ve muhafazalı bir şekilde inşasına 03.05.1954 tarihinde başlanılmış olup, inşaat Hollanda Kraliyet Liman İnşaat Şirketi tarafından yapılmıştır. Bütün tesisleri ile ikmal edilen liman 1962 yılında modern anlamda işletmeye açılmıştır (İnternet, 2018d).

Mersin Limanı T.C.D.D. tarafından işletilmekte iken Özelleştirme Yüksek kurulu'nun 30.12.2004 Tarih ve 2004/128 Sayılı Kararı'na istinaden "İşletme Hakkının Devri" yöntemi ile özelleştirme kapsamına alınmıştır. Liman, yapılan özelleştirme ihalesi ile 755 000 000 Amerikan Doları bedel üzerinden ihaleyi kazanan PSA Akfen Ortak Girişim Grubu tarafından işletilmek üzere, 11.05.2007 tarihinden itibaren 36 yıl süre ile devredilmiştir. Liman faaliyetleri Mersin Uluslararası Liman İşletmeciliği A.Ş. adı ile sürdürülmektedir. "T.C.D.D., İşletme Hakkının devrine İlişkin İmtiyaz Sözleşmesinin ilgili hükümleri çerçevesinde kendisine tanınan gözetim ve denetime ilişkin görev ve yetkilerini T.C.D.D. Mersin Liman İşletmesi Kontrol Müdürlüğü aracılığıyla yerine getirmektedir." (İnternet, 2018d).

1.4.7. Samsun Limanı

M.Ö. 3500 yıllarına dayanan şehrin yapılanması ile birlikte bu tarihten itibaren bugünkü Samsun Limanı tabii liman olarak kullanılmıştır. Cenevizliler tarafından limanın deniz emniyetini sağlamak amacıyla takriben 450 m uzunluğunda yapılan dalgakıran 1955 yılına kadar yapısını korumuştur. 1910 yılında ilk ciddi liman teşebbüsü olarak İngiliz Müşavir ve Mühendislik teşekkülüne etüt ve projesi yaptırılmış ancak 1. Dünya Savaşının çıkması nedeniyle hayata geçirilememiştir. 1926 – 1944 yılları arasında iskeleler devrini yaşayan bölgede kurulu 7 iskelesi ile deniz ticaretine hizmet verilmiştir. 29.1.1944 tarihinde Devlet Limanlar İşletmesi Umum Müdürlüğü emrine ve yine aynı tarihte (o zamanki adı) Devlet Demiryolları ve Limanları İşletme Umum Müdürlüğüne devredilmiş ve 01.03.1944 tarihinde fiilen işletilmeye başlanılmıştır. Samsun Limanı 29.07.1953 yılında kabul edilen 6186 sayılı Kanunla T.C.D.D.'ye devredilmiştir. 1953-1963 yılları arasında mendirek ve rıhtım inşaatları tamamlanarak faaliyete geçmiştir. Ayrıca, 1990 yılında Sanayi Rıhtımı işletmeye açılmıştır (İnternet, 2018d).

Samsun Limanı T.C.D.D. tarafından işletilmekte iken Özelleştirme Yüksek kurulu'nun 30.12.2004 Tarih ve 2004/128 Sayılı Kararı'na istinaden "İşletme Hakkının Devri" yöntemi ile özelleştirme kapsamına alınmıştır. Liman, yapılan özelleştirme ihalesi ile 125 200 000 Amerikan Doları bedel üzerinden ihaleyi kazanan Ceynak Lojistik ve Ticaret A.Ş. tarafından işletilmek üzere, 31.03.2010 tarihinden itibaren 36 yıl süre ile devredilmiştir. Liman faaliyetleri Samsun Uluslararası Liman İşletmeciliği (SAMSUNPORT) adı ile sürdürülmektedir. "T.C.D.D., İşletme Hakkının devrine İlişkin İmtiyaz Sözleşmesinin ilgili

hükümleri çerçevesinde kendisine tanınan gözetim ve denetime ilişkin görev ve yetkilerini T.C.D.D. Samsun Liman İşletmesi Kontrol Müdürlüğü aracılığıyla yerine getirmektedir.” (İnternet, 2018d).

1.4.8. Vangölü Feribot Müdürlüğü

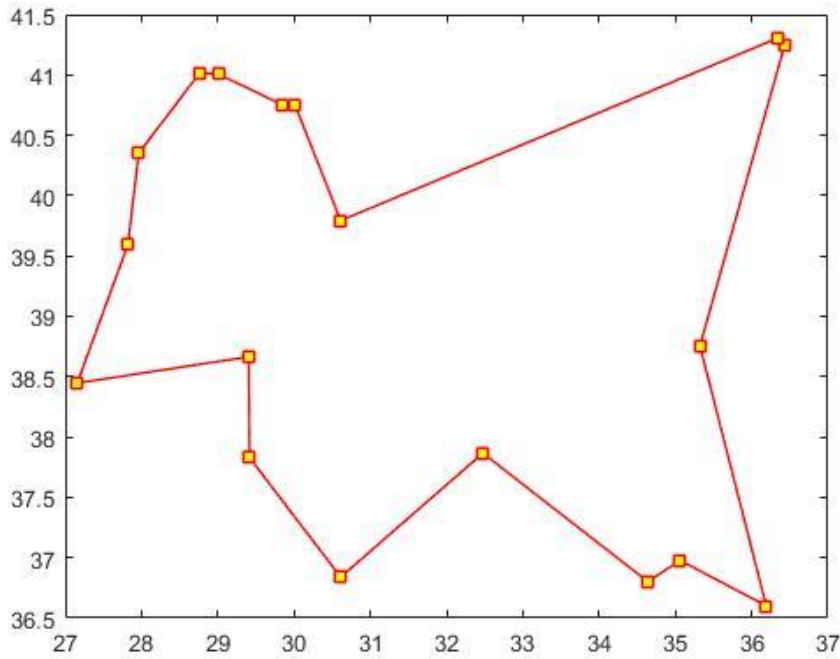
Van Gölü Feribot İşletmeciliği T.C.D.D. demiryolu ağının bir kolu olup iç taşımacılıkta vagonların gölün karşısına vapurla geçirilmesi için kullanılmaktadır. Ayrıca İran demiryolu bağlantı hattında köprü vazifesi görmektedir. Van Gölü Feribot İşletmeciliği'nde vagon taşımacılığının haricinde iç su hattı yolcu taşımacılığı da yapılmaktadır.

1.5. Gezgin Satıcı Problemi (GSP)

GSP, bir noktadan yola çıkıp eldeki bütün diğer noktalara uğrayarak başladığı noktaya dönmesi gereken bir gezgin satıcının bu seyahat sırasında atabileceği en kısa turu araştıran problemdir. GSP çizge olarak düşünüldüğünde gittiği tüm noktalar arası mesafeler doğrusal bir çizgi olarak, duraklar ise nokta olarak ifade edilir. GSP, tanım olarak kolay ifade edilebilen ve anlaşılması kolay bir problem olmasına rağmen, özellikle uğranacak durak sayısının fazla olduğu durumlarda lineer çözümü oldukça zordur ve zor problemler sınıfındadır.

GSP'nin n adet nokta için $n!$ kadar alternatif çözümü olması gerekirken iki nokta arasındaki gidiş ve dönüş mesafeleri eşit olduğu için toplam çözüm sayısı $\frac{1}{2}*(n-1)!$ dir (Lin, 1965).

GSP ilk defa 1800'lü yıllarda İrlandalı matematikçi Sir William Rowan Hamilton ve İngiliz matematikçi Thomas Penyngton Kirkman tarafından gündeme getirilmiş ve üzerinde çalışılmaya başlanmıştır. Zaten GSP'nin literatür tanımlarında “Çizge üzerinde, en kısa Hamilton turunun bulunması” ifadesi ile sık karşılaşılır. Burada bahsi geçen Hamilton Turu ise, çizge üzerindeki her noktadan sadece bir kez geçen ve başladığı noktada biten, matematikçi William Rowan Hamilton'ın adıyla anılan turdur.



Şekil.1.2. Örnek GSP çözümü

Gezgin satıcı problemi, yöneylem araştırması ve bilgisayar bilimleri alanlarında incelenen bir kombinatorik optimizasyon problemidir. Günümüzde birçok alanda bu problemi ya da varyasyonlarını görebiliriz. Bu tez çalışmasında kullanılan gezgin satıcı problemi, simetrik gezgin satıcı problemidir. Simetrik gezgin satıcı probleminde her bir şehir çifti için, i . şehrin j . şehre uzaklığı, j . şehrin i . şehre uzaklığına eşittir. Gezgin satıcı probleminin en çok görüldüğü alanlar arasında araç rotalama, bilgisayar ve network ağları, elektronik devre tasarımı, ulaşım ve lojistik uygulamaları, akış çizelgesi, vb. yer almaktadır (Lawler et al., 1985). Sonlu bir bağlı grafikte kenar uzunlukları pozitif birer gerçek sayı ise toplam kenar uzunluğu varyasyonları içerisinde sadece bir tanesi asgari kenar uzunluğu toplamına sahiptir (Joseph ve Kruskal, 1956).

GSP birçok uygulama alanına sahiptir. Bu uygulama alanlarından en çok bilineni rotalama uygulamalarıdır. Problem, kargoların veya postaların toplanıp en verimli şekilde ulaştırılması gibi araç ve yol planlanmasında kullanılmaktadır. Sınav ve ders programlarının oluşturulması işlemi gezgin satıcı problemi ile modellenilebilmekte ve çözülmektedir (Matai et al., 2010).

GSP'nin düğüm sayılarının artması ile zorlaşan lineer çözüm ve çözüm süresinin çok uzaması, GSP'nin yaklaşık yöntemlerle çözümüne yönelmeye yol açmaktadır. Sezgisel yöntemler de denilen yaklaşık yöntemler, canlıların doğadaki davranış ve hareketlerini baz alarak geliştirilmektedirler. GSP ve diğer zor problemler için algoritma doğru yazıldığı takdirde sezgisel yöntemler kısa sürede gerçek çözüme çok yakın sonuçlar vermektedir.

Sezgisel yöntemler GSP'nin çözümü için oldukça yaklaşık sonuçlar oluşturabilmektedir. Hatta bazı durumlarda gerçek optimum sonuçları dahi verebilmektedir (Cerny, 1985).

1.6. Sezgisel Yöntemler ve Parçacıklı Sürü Optimizasyonu (PSO)

Sezgisel algoritmalar, doğadaki canlıların davranış ve hareketlerinden esinlenerek geliştirilen zor problemlerin çözümlerine uygulanabilen ve yaklaşık çözümler üretebilen algoritmalarlardır. Sezgisel yöntemlerde yöntemlerin doğruluğunun ispat edilmesi zorunluluğu bulunmamaktadır. Sezgisel yöntemlerde amaç karmaşık bir problemi daha basit hale getirmek ve tatmin edici yaklaşık bir çözüm oluşturmaktır. Sezgisel yöntemler ya problemi hızlı olarak çözer ama çözümün doğruluğunu her zaman garanti edemez ya da probleme makul bir çözüm üretir ama kısa sürede çözümü garanti edemez.

Araç rotalama problemleri veya en kısa yol problemleri iki nokta arasında istenilen parametreye göre optimum güzergâhların araştırılmasını kapsayan problemlerdir (Barcelo ve Diğerleri, 2004).

PSO kuş ve balık sürülerinin doğadaki davranışlarından esinlenerek geliştirilmiş bir sezgisel yöntemdir. Kuş ve balık sürülerinin doğada yiyecek ararken birbirleri ile iletişim halinde olarak yiyeceği bulmaya çalışmasındaki davranış PSO'nun temelini oluşturmaktadır. PSO'da popülasyon içinde parçacığın en iyisi, sürünün en iyisi ve global en iyi bulunmaktadır. Çözüm algoritması her iterasyonda bu üç olgu içerisinde seçim yaparak devam eder.

Örneğin Karınca Kolonisi Algoritmasının dayandırıldığı doğal benzetme yiyecek kaynağından yuvaya dönüşte en kısa yolu arayan gerçek karıncalardır (Dorigo ve Diğerleri, 1997). PSO'da Karınca Kolonisi Algoritmasındaki gibi yiyecek arayan sürülerin yiyecek ararken ki sergilediği davranışlardan esinlenerek geliştirilmiştir.

Sürü zekası belirli bir algoritma veya bir sistem değildir. Sürü zekası doğal veya yapay dağıtılmış, kendi kendine organize sistemlerin, kolektif bir davranış biçimidir. Sürü zekasını baz alarak işleyen algoritmalara verilebilecek en bilinen örnekler karınca kolonisi algoritması ve parçacık sürü optimizasyonu algoritmasıdır. Diğer evrimsel algoritmalar ile karşılaştırıldığında bu algoritmalarda, birbirlerinin davranışlarından etkilenen sürü elemanlarının, bireysel hareket edenlere nazaran çözüm uzayına daha uygun bir şekilde yayıldığı görülmüştür. Bu durum dinamik olarak değişen çözüm uzaylarındaki değişimin daha rahat takip edilebilmesine ve adaptasyonun daha hızlı olmasına kolaylık sağlamaktadır (Yu & Gen, 2010). Süreklilik arz eden problemlerde PSO'daha yaklaşık ve daha pürüzsüz sonuçlar vermektedir (Lucas Xie ve Gajewski, 2016).

PSO'da sürü elemanları başlangıçta arama alanlarına yerleştirilir. Her biri mevcut konumundaki objektif fonksiyonu değerlendirir. Her parçacık bazı fonksiyonları birleştirerek arama alanlarını belirler. Her jenerasyonda parçacıklar taşındıktan sonra bireysel ve global değerlerden avantajlı olanlarla yer değiştirilir. Bu işlemler, toplu olarak yiyecek arayan bir sürü için sürünün doğru noktaya yakın hareket etme olasılığını yükseltir (Riccardo ve Diğerleri, 2007).

Evrimsel algoritmaların çoğu statik problemler için kullanılmaktadır ve değişkenler sabit alınarak çözümler yapılmaktadır. Ancak gerçek hayattaki çoğu problem stokastiktir yani parametreler değişkendir. Değişen değerler optimizasyonun iterasyonlarda yenilenmesi gereksinimini doğurur. PSO süreklilik arz eden çözüm algoritması ve değişken ağırlık katsayıları ile stokastik problemler için oldukça makul çözümler üretmektedir (Ebarhat ve Shi., 2001).

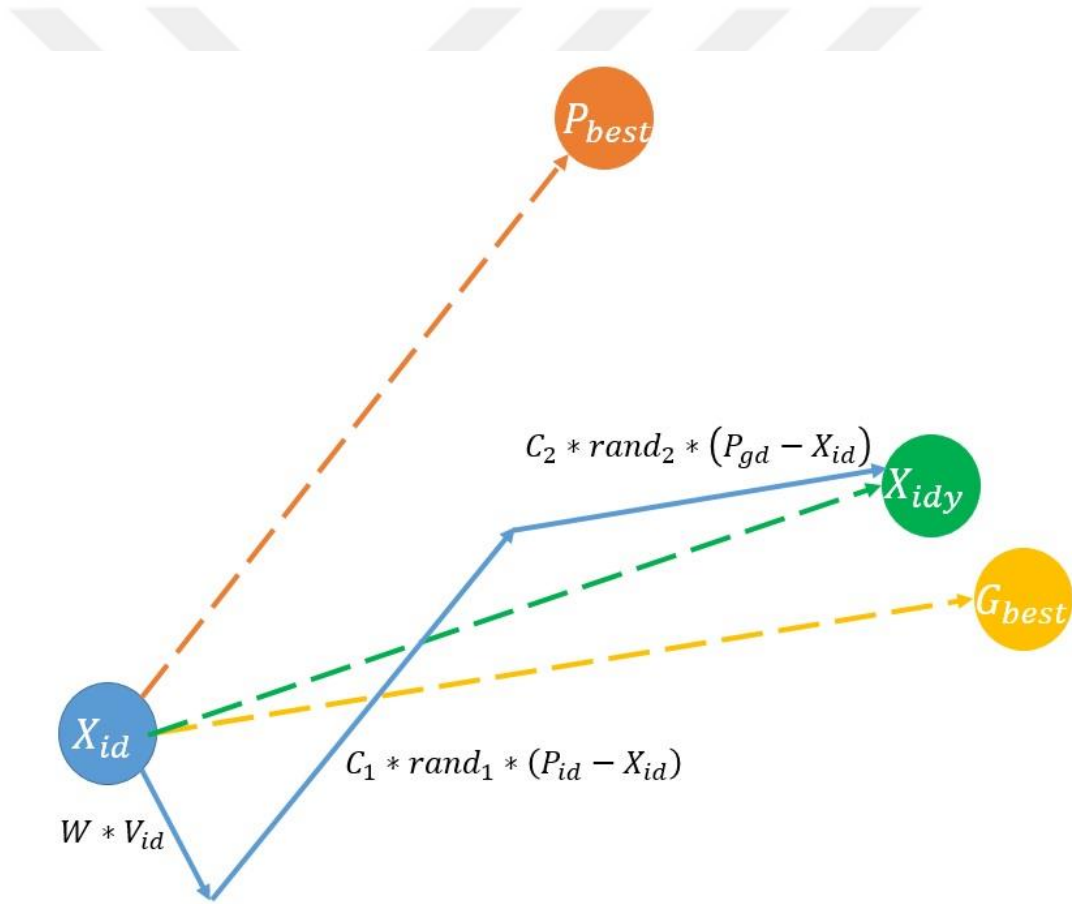
PSO'da tüm parçacıkların kendine ait hızları bulunmaktadır ve bu hızlar parçacıkları diğer parçacıklardan aldıkları bilgilerle optimum sonuç yönünde hızlandırır. Her jenerasyonda bu hızlar önceki en iyi sonuçlardan da yararlanılarak tekrar hesaplanıp güncellenir. Bu işlemler sayesinde popülasyona ait parçacıklar giderek daha iyi pozisyona gelirler. PSO algoritmasının aşamaları şu şekildedir (Özsağlam, 2009).

1. Popülasyonun oluşturulması; parçacıklar, rastgele üretilen başlangıç pozisyonları ve hızları ile birlikte oluşturulur.

2. Uygunluk değerlerinin hesaplanması; popülasyon içindeki tüm bireylerin uygunluk değerleri hesaplanır.
3. En iyi üyenin bulunması; her jenerasyonda bütün bireyler bir önceki jenerasyonda da bulunan en iyi (pbest) ile karşılaştırılır. Eğer daha iyi birey varsa yer değiştirilir.
4. Global en iyinin bulunması; jenerasyondaki en iyi değer global en iyi değerden daha iyi ise yer değiştirilir.
5. Pozisyon ve hızların yenilenmesi;

$$V_{id} = W * V_{id} + C_1 * rand_1 * (P_{id} - X_{id}) + C_2 * rand_2 * (P_{gd} - X_{id}) \quad (1.1)$$

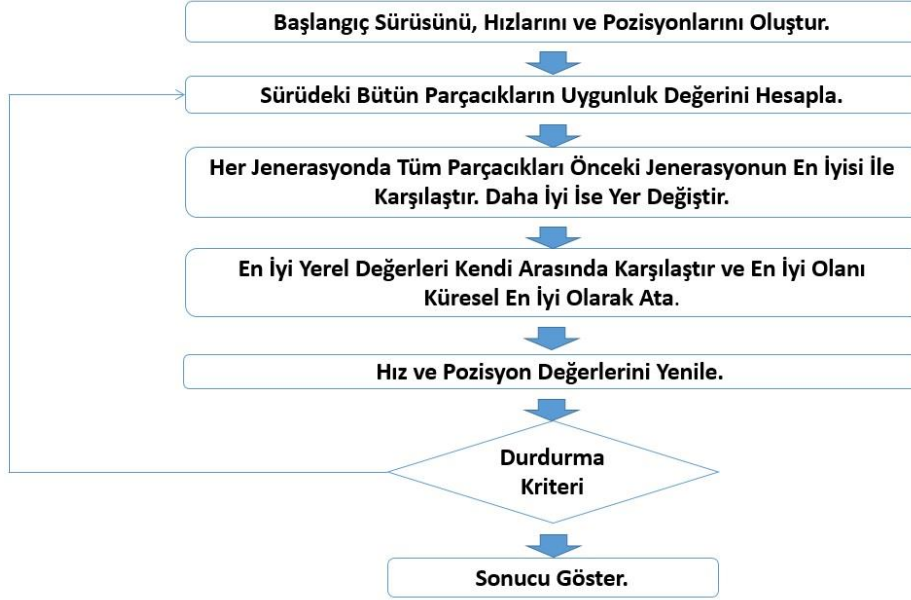
$$X_{id} = X_{id} + V_{id} \quad (1.2)$$



Şekil.1.3. PSO hareket benzetimi

Burada X_{id} pozisyon ve V_{id} hız değerlerini verirken, $rand_1$ ve $rand_2$ değerleri, 0 ile 1 arasında, rastgele üretilmiş sayılardır. W ise atalet ağırlık değeridir. Burada C_1 ve C_2 değerleri sabit değerlerdir ve genellikle 2 ye yakın bir değer kabul edilirler.

6. Durdurma kriteri sağlanıncaya kadar adımları tekrar et. Durdurma kriteri sağlanıncaya kadar adım 2-5 tekrar et.



Şekil.1.4. PSO akış diyagramı

1.7. Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)

AUS, bilgi, haberleşme ve kontrol teknolojilerini kullanarak, ulaşım ağlarının işletimine yardımcı olmayı amaçlayan sistemlerdir. Trafik ve trafiği etkileyen yol ve hava durumuna ait veriler kullanılarak, yeni teknolojiler yardımıyla trafik sistemlerinin otomatik olarak yönetilmesini amaçlayan çalışmaları kapsamaktadır. Halihazırdaki sinyalizasyon kavşaklarının bir bölümüne trafik kontrol merkezleri tarafından bilgi iletişim ağları ile doğrudan müdahale edilebilirken, bir kısmı ise akıllı kavşak kontrol cihazları ile kavşaktan alınan anlık verilerle otomatik olarak planlanabilmektedir. AUS projeleri fiber optik kablolu, kablolu yada RF haberleşme alt yapısına sahip planlanabilirler ve internet ağına kolay şekilde bağlantı sağlayabilmeleri için TCP/IP veri altyapısına sahip olmaları gerekir. TCP/IP veri altyapısı, farklı sistemlerin birbirine entegrasyonunu da sağlamaktadır. AUS'da LED'li armatürler, ışık şiddetinin ve ekonomik ömürlerinin yüksek olması, montajının kolay yapılabilmesi, bakım masraflarının düşük olması ve yüksek enerji tasarrufu sağlayabilmesi gibi nedenlerle daha çok tercih edilmektedir (Çapalı, 2009).

AUS günlük yaşamımızı iyileştirmek amacıyla; seyahat süresini ve yakıtı azaltarak, trafik güvenliğini artırıp şehir trafiğini en iyi şekilde yönetmeye çalışır. Trafik ve yol koşulları bir kontrol döngüsü sistemi ile toplanır ve toplanan bilgiler uygun kararları alabilmek için karar verici sisteme iletilir (Kafı ve diğerleri, 2013). AUS, iletişim ve bilgi toplumuna, sürdürülebilir hareketliliğe ulaşmak için yeni ufuklar açacaktır. Ayrıca AUS kullanılarak trafik kazalarının önlenmesi, trafikte oluşabilecek gecikmelerin önüne geçilmesi, sürücülerin gerçek zamanlı olarak uyarılabilmesi vb. hususlar mümkündür (Yokota, 2007). Yüzey taşımacılığının revizyonu için AUS mimarisi çok ihtiyaç duyulan bir çerçeve sağlar. AUS'da kamu destekli bir operasyon tarafından yürütülen bir mimari çerçeve ile trafik tıkanıklığı ve iyileştirme, çarpışmadan kaçınma gibi güvenlik hedeflerini gerçekleştirir (Zhu ve Roy., 2003). AUS teknolojileri farklı türlere ve zeka seviyelerine sahip araçlar tarafından sağlanabilir ve sürücüleri tamamlar. Bilgi sistemleri sürücülerin rota ve konum bilgilerini genişletir. Çarpışmadan kaçınma teknolojileri gibi uyarı sistemleri sürücüyü çevreler. Sürücü yardımı ve otomasyon teknolojileri sürücü sensörünü simüle eder (Ambak ve Diğerleri, 2009).

Akıllı Ulaşım Sistemleri taşımacılık ve trafik yönetiminde, sürücü uyarısı ve trafik izleme gibi araç içi sistemler üzerine gelişme göstermektedir. Sonuç olarak ulaşım bilgi sistemleri ve iletişim sistemleri tüm Akıllı ulaşım Sistemleri üzerinde önemli bir rol oynar. Günümüzde Akıllı Ulaşım Sistemlerinde gelişim sabit bağlantı noktalarından ziyade mobil bağlantı noktaları üzerine olmaktadır (Tacconi ve Diğerleri, 2010). Günümüzde trafik yönetimi ve planlama ajansları seyahat sürelerini tahmin edebilmek için araç güzergâhlarını kullanmaya başlamıştır. Rota seçim davranışları ve aktif konum düzenleri: ilgili trafik durumlarında ulaşım ağında trafik hızı ve yoğunluğu açısından en olası yolları ve diğer alternatif yolları içermektedir (Tang ve diğerleri, 2016).

Geçen yüzyılın sonunda, AUS uygulamaları ile ilgili çalışmalar ağırlıklı olarak kentsel toplu taşıma üzerinde odaklanmıştır. Daha sonra, konu hem yolcular hem de mallar için tüm ulaşım modlarını ve seviyelerini içerecek şekilde geliştirildi. Farklı iş seviyelerinde karar verme sürecini destekleyerek; malzeme akışı yani fiziksel varlıkların ele alınması, depolanması ve bilgi akışları AUS için dikkate alınmaya başlandı (Gattusoa ve Pellicano, 2014).

1.7.1. AUS Dünya Uygulamaları

Nüfus yoğunluğu Amerika Birleşik Devletleri'nden oniki kat fazla olan Japonya trafik tikanıklıkları ve ulaşım ile ilgili diğer problemleri çözebilmek için AUS'un geliştirilebilmesi adına önemli atılımlarda bulunmuştur. Araç içi gösterge birimleri ve şehirlerdeki etkileşimli güzergâh kılavuzlama sistemlerinin test çalışmalarını CACS programı ile 1973-1979 yılları arasında tamamlamıştır. 1994'de beş Japon bakanlığı tarafından ortaklaşa oluşturulan İleri Bilgi ve Haberleşme Konseyi, 1995 yılında AUS Dünya Kongresi'ne destek vermiş ve AUS'la ilgili konular hakkında araştırma – geliştirme ve stratejik plan çalışmalarını resmi olarak tanımlamıştır. AUS için bu dönemde yıllık 670 milyon dolar ödenek tahsis edilmiştir. 1996 senesi itibari ile yaklaşık 40 farklı modelde araç içi navigasyon sistemi 25 farklı şirket tarafından pazarlanmıştır. Bir milyonun üzerinde toplam satış gerçekleşmiştir. 10 000 km'ye yakın ücretli yolda otomatik geçiş sistemi hayata geçirilmiştir. Japonya'da günümüzde AUS'un gelişimi ile ilgili önemli çalışmalar sürdürülmektedir. Benzer çalışmalar ve uygulamalar Amerika Birleşik Devletleri ve Fransa ve Almanya başta olmak üzere Avrupa ülkelerinde de devam etmektedir. Japonya örneği ile açıklanan konular hakkında Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa ve Japonya rekabeti AUS'un teknolojik gelişimi adına son derece yararlı sonuçlar doğurmaktadır (Çapalı, 2009).

1.7.2. AUS Türkiye Uygulamaları

Türkiye'de AUS konusundaki ilk atılımların miladının, 1980'li yıllarda inşa edilen Gebze-İzmit Ekspresyolu'na kadar götürülmesi mümkün görünmekle beraber, somut çalışmalar, 1992'de hizmete sokulan Otoyol Ücret Toplama Sistemi ile başlar. Bu sistem, otoyol üzerinde seyreden araçların kat ettikleri mesafe ve araç sınıfına göre ücretlendirilmesi amacıyla geliştirilmiş operatörlü bir sistemdir. Ayrıca otoyollarda acil durum yönetim sistemleri işletilmektedir. Kullanıcılar, seyahatleri esnasında karşılaştıkları kaza, arıza, terör gibi problemleri acil durum telefon üniteleri yardımıyla otoyol bakım işletme merkezlerine bildirmektedirler. Ülkemizde son yıllarda nüfus ve araç sahipliğinin hızlı artışı nedeniyle özellikle büyük şehirlerde trafik problemleriyle karşılaşmaktadır. Bu bağlamda, zaman kaybını önlemek ve hızlı geçişi sağlamak amacıyla, 1999 yılında Fatih Sultan Mehmet Köprüsü'nde Otomatik Geçiş Sistemi (OGS) uygulamaya konulmuştur (Çapalı, 2009).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Öztürk Demir (2006), Şehir içi ulaşım sorunları büyük yerleşim birimlerinde çok büyük önem arz etmektedir. Kara ulaşımında; altyapı yetersizliği, kavşak yetersizliği, sinyalizasyondaki teknoloji yetersizliği gibi etkenlerden kaynaklanan çok sayıda sorun bulunmaktadır. Bu sorunların çözümünde Akıllı Ulaşım Sistemleri'ne entegre olarak çalışabilen; anlık trafik algılayıcıları, kavşak kontrolü, kaza analizleri, CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) ve GPS gibi sistemler mevcuttur. Bu çalışmada Trafik Kontrol Sistemleri'nde kullanılan algılayıcılar, yönlendirici değişken mesaj işaretleri, kavşak kontrol cihazları vs. sistem araçları tanıtılmıştır. Bu araçlarla oluşturulan Trafik Kontrol Sistemleri, trafiğin yönlendirildiği Trafik Kontrol Merkezleri'nin tanımları ve açıklamaları yapılmıştır. Çalışmanın uygulama bölümünde ise birbirinin alternatifi olan iki yolda araç yoğunluğunun tespit edip verileri PIC (mikrodenetleyici) ile değerlendirip, değişken uyarı levhaları ile sürücülerini yoğunluğun az olduğu şeride doğru yönlendiren bir Trafik Kontrol Sistemi modellenmesi yapılmıştır.

Yıldırım (2007), Multimodal taşımacılık türlerinden olan denizyolu ve vagon taşımacılığı günümüzde gelişmiş ülkelerde çok üzerinde durulan bir konudur. Özellikle Avrupa ülkelerinde denizyolu vagon taşımacılığı ile ilgili çok sayıda yeni projeler geliştirilmektedir ve bu projeler desteklenmektedir. Ülkemizin de Avrupa'da gelişim gösteren denizyolu vagon taşımacılığına ayak uydurabilmesi için demiryollarını vagon gemileri ile uyumlu hale getirmesi gerekmektedir. Çalışmada ulaşım modları ve ulaşım türleri hakkında detaylı bilgiler verildikten sonra Ülkemizdeki demiryolu ve denizyolu ulaşım sistemleri anlatılmış ve limanlarımız genel özellikleri ile açıklanmıştır. Çalışmanın uygulama bölümünde ise: Derince Limanı – Alma-Ata, Derince Limanı – Moskova ve Derince Limanı – Kiev hattında taşınacak çeşitli yükler için multimodal ve unimodal taşımacılıklar için detaylı maliyet çalışması yapılmış ve bulunan maliyetler karşılaştırılmıştır. Karşılaştırılma sonucu multimodal taşımacılığın daha avantajlı olduğu görülmüştür.

Çapalı (2009), 2000'li yılların başlarından itibaren motorlu araçlar yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Araç sayısının artması ile beraber ulaşım ağlarında ve özellikle kavşaklarda bir kısım önlemler alınması ihtiyacı doğmuştur. Önceleri bu önlemler trafik polisleri ile alınmaktaydı ve yönlendirmeler trafik polisleri tarafından yapılmaktaydı.

Ancak trafik yoğunluğunun her geçen gün artması ile kontrol için trafik polisleri yeterli gelmemeye başlamıştır ve zamanla teknolojiden de faydalanılarak elektronik ve dijital sistemler geliştirilmiştir. Son olarak da bu sistemlerin merkezi olarak yönetilmesini sağlayan “Akıllı Ulaşım Sistemleri” kullanılmaya başlanılmıştır. Bu çalışmada Akıllı Ulaşım Sistemlerinin; tarihi, gelişimi, kullanıldığı ulaşım elemanları anlatılmış ve Türkiye’deki uygulamaları araştırılarak raporlanmıştır. Ayrıca Türkiye’de mevcut Akıllı Ulaşım Sistemlerinin eksiklikleri vurgulanmış, eksikliklerin giderilmesi ve sistemlerin geliştirilip daha kullanışlı hale getirilebilmesi için gerekli çözüm önerileri sunulmuştur.

Özsağlam (2009), Birçok problemin matematiksel çözümü çok uzun olduğundan günümüzde yaklaşık yöntemler ile optimizasyon çözümü yapılarak çözümler oldukça çok kısaltılmaktadır ve neredeyse %100’e yakın sonuçlar elde edilmektedir. Optimizasyon bir fonksiyonu maksimize veya minimize etmek için çözüm değerlerinin belirli bir aralıkta toplanması işleminin genel adıdır. Optimizasyon teknikleri doğal olaylar baz alınarak geliştirilmiştir. PSO kuş ve balık sürülerinin davranışlarına benzetilerek geliştirilmiş bir optimizasyon algoritmasıdır. Bu çalışmada PSO’nun performansı; Genetik Algoritma (GA) ve Diferansiyel Evrim Algoritması (DEA), 8 ayrı problem üzerinde karşılaştırılmıştır. Ayrıca GSP için PSO 6 küçük çaplı 4 büyük çaplı olmak üzere toplam 10 örnekte Genetik Algoritma (GA) ile karşılaştırılmıştır.

Karslı (2010), Karayolu ulaşımında sürücülerin ve yolcuların varılacak herhangi bir noktaya en kısa yoldan gitme talebi, EKY (En Kısa Yol) problemini ortaya çıkarmıştır. Akıllı Ulaşım Sistemleri ile bağlantılı çalışan GPS veri tabanlı Seyahat Bilgi Sistemleri, Acil Olay Yönetim Sistemleri gibi ileri teknoloji sistemleri EKY bilgisine ihtiyaç duymaktadır. EKY problemini çözen klasik sistemler determinant hesap yapar ve kenar bilgilerinin sabit olduğunun kabul eder. Ancak gerçek dünyada kenar bilgileri sürekli olarak değişim içinde olduğundan klasik yöntemler stokastik (değişken) ağ yapılarında yetersiz kalmaktadır. Son yıllarda stokastik ağ yapılarında EKY probleminin çözümünde, Genetik Algoritma (GA) ve Yapay Bağışıklık Sistemleri (YBS) gibi sistemler geliştirilmiştir. Bu çalışmada EKY Problemleri anlatılmış, EKY problemlerinin determinant ve stokastik çözüm yöntemleri ve algoritmaları anlatılmış ve incelenmiştir. 50, 100, 250, 500 ve 1000 düğüm sayısına sahip ulaşım ağı modellemeleri için GA ve YBS stokastik çözüm yöntemi EKY algoritmaları oluşturulmuş ve sonuç değerleri determinant çözümü ile karşılaştırılmıştır.

Akça (2011), 18. YY.'da İrlandalı matematikçi William Hamilton ve İngiliz matematikçi Thomas Kirkman tarafından geliştirilmiş ve gündeme getirilmiş olan GSP; bir noktadan yola çıkıp elindeki tüm noktalara uğrayıp başladığı noktaya dönmesi gereken bir satıcının söz konusu turunun en kısa yolunun bulunması problemi. Bilgisayar teknolojisinin her geçen gün gelişiminin artması ile birçok bilimsel probleme alternatif sezgisel çözümler sunan optimizasyon yöntemleri GSP için de çözümler oluşturmaktadır. GSP'nin çözümü için genellikle PSO ve Genetik Algoritma (GA) sezgisel yöntemleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada bal arılarının doğada besin arama davranışından esinlenerek geliştirilen Yapay Arı Kolonisi Algoritması GSP'yi çözmek için Ülkemizin 81 ili ve 888 ilçesinde uygulanmış ve çıkan sonuçlar literatürdeki PSO ve Genetik Algoritma (GA) çözümleri ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda Yapay Arı Kolonisi Algoritması çözümünün daha yaklaşık çözüm verdiği tespit edilmiştir.

Erdoğan (2011), GSP bilgisayar çalışmaları ve yöneylem araştırmaları alanlarında ortak çözümler arayan bir optimizasyon problemidir. En kısa yol ve araç rotalama, ulaşım ve lojistik, bilgisayar ve network ağları gibi birçok uygulamanın çözümü için GSP kullanılmaktadır. Yapay zeka ise bilgisayarların ve makinelerin canlılara özgü öğrenme ve mantık kavramlarını baz alarak geliştirilen çözüm programlarının genel adıdır. GSP'nin çözümünde yapay zeka teknikleri önemli bir yer tutmaktadır. Bu çalışmada geometrik bir kavram olan açılabilir yüzeylerden silindir üzerindeki noktalar arasında Öklid Bağıntısı ile ara mesafelerin bulunduğu bir GSP'nin çözümü araştırılmıştır. Söz konusu silindir üzerindeki GSP'nin çözümü için yapay zeka tekniklerinden olan Genetik Algoritma (GA) kullanılmıştır. Çalışmanın son bölümünde ise çıkan sonuçlar yazılıp değerlendirilmiştir.

Ölç (2013), Kurum ve kuruluşlar için ulaşım ve taşıma faaliyetleri ile bu faaliyetlere dayalı olarak ortaya çıkan maliyetler önemli bir yer kaplamaktadır. Ulaşım ve taşıma faaliyetleri esnasında rotaların optimizasyonunun yapılabilmesi; mesafe, süre, maliyet gibi birçok kriterinde minimize edilmesini sağlayacaktır. Bu optimizasyon arayışı En Kısa Yol Problemi (EKY) kavramını ortaya çıkarmıştır. En Kısa Yol Probleminin çözümünde GSP önemli bir test altyapısıdır. GSP'de düğüm noktalarının artması problemin çözüm süresinin de artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle gerçek çözümlerin yanında GSP için kısa sürede çözüme ulaştırabilen sezgisel yaklaşık çözümler de geliştirilmiştir. Ayrıca lineer çözüm algoritmalarının çözümünün uzun olmasından dolayı GSP zor problemler sınıfında bulunmaktadır. Bu çalışmada GSP'nin çözümü için yeni ortaya çıkmış sezgisel bir çözüm

yöntemi olan Kurbağa Sıçrama Algoritması kullanılmıştır. C++ programı ile GSP için bir Kurbağa Sıçrama Algoritması yazılmış, minimum tur maliyetleri için çözüm yapılmış ve çalışmanın son bölümünde, yapılan çözümün sonuçları değerlendirilmiştir.

Demiroğlu (2013), Ekonominin devamlılığında lojistik önemli bir yere sahiptir ve dünyanın küreselleşmesi ile birlikte lojistik kavramı da artık küresel lojistik olarak değişmektedir. Lojistik faaliyetlerinin tamamının bir yerden sistemli olarak yürütüldüğü lojistik köyler ise dünyadaki lojistik faaliyetlerinin küreselleşmesi ile şehirlerdeki her geçen gün artan yükün azalması adına önemi giderek artmaktadır. Herkes tarafından bilindiği gibi üç tarafı denizlerle çevrili olan ülkemizin jeopolitik konumu ve Avrupa ile asya kıtaları arasındaki geçiş köprüsü pozisyonu lojistik açısından da ülkemizi önemli hale getirmektedir. Lojistik sektöründe çok önemli bir yere sahip olan lojistik köyler ülkemizde T.C.D.D.'nin projeleri ile yeni yeni gündeme gelmektedir. Ülkemizde 90'lı yıllarda kurulmaya başlanan ve gittikçe sayısı artan lojistik köyler, gelecekte ülkemizde lojistik sektörünün ve ekonominin gelişmesinde önemli bir yere sahip olacaktır. Çalışmada lojistik ve küresel lojistik köyler ve kavramları tanımlanmış, dünyadaki lojistik köyler anlatılmış ve küresel lojistik köylerin değerlendirme kriterleri çıkartılmış, Türkiye'de kurulan veya kurulması planlanan lojistik köyler bu değerlendirme kriterlerine göre belirlenen ağırlık oranları üzerinden AHP ve Premethee yöntemleri üzerinden karşılaştırılmıştır.

Bozkurt (2013), Akıllı Ulaşım Sistemleri'nde Rota Yönlendirme Sistemleri (Route Guidance Systems), sürücüyü hedef noktaya; en kısa yol, en kısa zaman, en güvenli rota ya da en az yakıt tüketimi gibi parametreleri baz alarak, tercihe göre alternatif rotalar veya en uygun rota belirleyebilen sistemlerdir. Bu amaçla kullanılan Rota Planlama Sistemleri (RPS) RYS'nin en önemli bileşenlerinden biridir. Bu çalışmada mevcut RPS seyahat kriterlerini sabit alıp ortalama özellikte rota belirlediği için, sürücünün seyahat süresi, güvenlik, yakıt gibi tercihlerine göre alternatif rotalar belirleyebilen bir algoritma yazılmıştır. Yazılan algoritmanın Eskişehir Osmangazi Üniversitesi yakınındaki Odunpazarı İlçesi'nde belirli bir bölüme ait farklı büyüklükteki alanlarda Tomtom Navigasyon Yazılımı ile testi yapılmış ve sonuçları değerlendirilmiştir.

Bodur (2013), Kentlerin nüfus yoğunluklarının artması, artışa orantılı olarak araç sayısının artması ve yerleşik kent yapısında yeni yolların oluşturulamaması; trafikte sürekli artan bir sıkışıklık ve memnuniyetsizlik sonucunu doğurmaktadır. Bu memnuniyetsizliklerin

giderilebilmesi için AR-GE çalışmaları yapılmaktadır. Bu çalışmalarda ulaşılan en önemli kazanım gelecekte tamamen insandan bağımsız çalışabilecek olan Akıllı Ulaşım Sistemleri'dir. Akıllı Ulaşım Sistemleri'ne ait AR-GE çalışmaları genellikle özel firmalar tarafından yapılmaktadır. Akıllı Ulaşım Sistemleri'nin standartları dünya genelinde; ITS JAPAN, ITS AMERİCA ve ERTİCO tarafından belirlenmektedir. Bu çalışmada dünyadaki Akıllı Ulaşım Sistemleri mimarileri ve Türkiye'deki Akıllı Ulaşım Sistemleri yapılanması araştırılmıştır. Türkiye'deki Akıllı Ulaşım Sistemleri'nin daha verimli ve kullanışlı hale getirilebilmesi için mevcut durumdaki aksaklıklar belirtilerek Türkiye'de merkezi bir Akıllı Ulaşım Sistemleri platformu oluşturulabilmesi gibi bir takım çözüm önerileri sunulmuştur.

Kızılateş (2013), GSP'nin uygulama alanının çok fazla olmasından dolayı bilimsel çalışmalarda, optimizasyonlarda ve literatürde önemli bir yere sahiptir. GSP'nin direkt uygulanabildiği teoriden ziyade birçok gerçek hayat uygulaması bulunmaktadır. GSP'nin çözümü için literatürde birçok kesin algoritma, sezgisel algoritma veya yaklaşım algoritmaları bulunmaktadır. Bu çalışmada literatürde bulunan GSP çözüm algoritmaları incelenmiş, çözüm için önerilen yöntemlerden olan K-opt yöntemi Simetrik GSP'nin çözümü için modifiye edilerek C++ programı dilinde algoritma yazılmış ve sonuçları değerlendirilmiştir.

Barbanova (2015), Ekonomide gelişen rekabet ve teknoloji ile konteyner taşımacılığı olarak da bilinen zincirleme taşımacılık modlarından oluşan taşımacılık türüne multimodal taşımacılık denir. Günümüzde şirketler maliyet ve süre gibi diğer birçok avantajlı durumdan dolayı multimodal taşımacılığa giderek önem verilmektedir. Bu çalışmada taşımacılık türleri ve multimodal taşımacılık detaylı olarak anlatıldıktan sonra Avrupa'nın multimodal taşımacılık açısından hem diğer ulaşım türlerine doğrudan bağlantılı olması hem de altyapı açısından önemli limanlardan biri olması nedeniyle Romanya'nın Köstence Limanı üzerinde diğer alternatif bağlantıları bulunan Avrupa limanları ile birlikte inceleme yapılmıştır. Köstence Limanı Ülkemiz açısından hem Karadeniz ile bağlantılı olması hem konteyner taşıma maliyetlerinin daha uygun olması hem de Ülkemizin Avrupa'ya ihracatı bakımından önemli bir noktada olmasından dolayı ön plana çıkmaktadır.

Demirtaş (2015), Ülkemizde trafik yoğunluğunun sürekli artması ile birlikte optimum rotayı bulmak adına, Araç Rotalama Problemi (ARP) üzerinde uzun zamandır çalışmalar

devam etmektedir. Araç Rotalama Problemi (ARP) teorik olarak statik bir problem olarak görülse de gerçek hayatta dinamik şekilde değişmektedir. Gerçek hayatta karşımıza çıkan Araç Rotalama Problemi (ARP) ye Dinamik Araç Rotalama Problemi (DARP) denilmektedir. Klasik bir Araç Rotalama Problemi (ARP) de problemin tüm verileri önceden bilinir ve çözüm boyunca değişmezler. Dinamik Araç Rotalama Problemi (DARP) da ise veriler stokastiktir, başlangıçta tamamı veya bir kısmı bilinmez ve çözüm esnasında değerler değişebilir. Bu iki durumdan dolayı Dinamik Araç Rotalama Problemi (DARP) nin çözümü, Statik Araç Rotalama Problemi (ARP) nin çözümüne oranla oldukça zordur ve zor bir problem olarak bilinmektedir. Bu çalışmada Dinamik Araç Rotalama Problemi (DARP) incelenmiş probleme PSO ile bir çözüm önerilmiştir. Problem PSO ile çözülmüş, çözüm sonuçları literatürdeki diğer yöntemlerle yapılan çözümlerle karşılaştırılmıştır. PSO algoritmasının literatürdeki diğer çözümlere göre en iyi sonucu verdiği görülmüştür.

Çağlayanırnak (2015), Ticari taşıma, yük ve filo yönetimi gibi konuları içeren lojistik; Akıllı Ulaşım Sistemleri'nin temel uygulamalarından biridir. Ulaşım lojistik sektöründe hayati önem taşımaktadır ve ülkemiz jeopolitik konumu itibari ile lojistik ağında önemli bir yere sahiptir. Diğer Akıllı Ulaşım Sistemleri uygulamalarında olduğu gibi lojistik uygulamalarında da Akıllı Ulaşım Sistemleri elemanlarının bir merkezden kontrol edilebildiği bir mimari çerçevenin hazırlanabilmesi verimlilik açısından çok büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada lojistik ve Akıllı Ulaşım Sistemleri arasındaki ilişki anlatılmış, Lojistik ve Akıllı Ulaşım Sistemleri'nin tanımlamaları yapılmış ve lojistik için Akıllı Ulaşım Sistemleri mimari çerçevesi Malezya örneği verilerek açıklanmıştır. Son olarak Türkiye'de lojistik yönetimi ile ilgili uygulamalar için mimari çerçeve önerisi sunulmuş ve İzmir örneği baz alınarak ülkemizde lojistik sektörünün durumu ve mevcut Akıllı Ulaşım Sistemleri değerlendirilmiştir.

Kır (2016), Dünya ekonomisinin her geçen gün gelişmesi beraberinde lojistik sektörü ve lojistik faaliyetlerinin gelişimini de getirmiştir. Lojistiğin gelişimi bütün lojistik faaliyetlerinin bir arada yapılabildiği lojistik köyleri sıkça gündeme getirmektedir. Bu çalışmada Dünyada ve Türkiye'de kurulan veya plan-proje aşamasında olan lojistik köylerin incelemesi yapılmış ve Türkiye'nin üç tarafının denizlerle çevrili olması, Asya ve Avrupa Kıtaları arasında köprü vazifesi görmesi gibi önemli jeopolitik konumundan dolayı lojistik üs olma performansı ele alınmış ve değerlendirilmiştir. T.C.D.D. tarafından

kurulması planlanan Kars Lojistik Köyü ele alınmış, Kars Lojistik Köyü'nün kurulacağı yerin ülkeler arası bağlantı noktası olma potansiyelinden dolayı Kars İli'ne ekonomi ve gelişmişlik açısından sağlayabileceği katkıları ortaya koymak amaçlanmıştır.

Afacan (2017), Ekonomi ve üretimde dünya genelinde yaşanan rekabet içinde işletmeler, ürün ve hizmetlerini hızlı ve zamanında teslim etme çabaları içine girmişlerdir. İşletmelerin birbiri ile rekabet edebilmesi; ürün ve hizmetlerin üretim maliyetlerinin birbirine yakın olmasından dolayı ancak lojistik kısmını daha ekonomik hale getirebilmeleri ile sağlanabilecektir. İşletmelerin bu rekabet ortamında ayakta kalabilmeleri, kâr ve Pazar paylarını artırabilmeleri için lojistik faaliyetlerini daha ekonomik hale getirmeleri gerekmektedir. Lojistik ülkeler bazında ele alındığında, küresel lojistik bağlantıları zayıf olan ülkelerde üretim maliyetlerinin çok daha fazla olduğu görülecektir. Ülkelerin ulusal ve uluslararası lojistik faaliyetlerinin geliştirilmesinde belirli bir alanda bütün lojistik faaliyetlerinin gerçekleştirilebildiği lojistik köyler önemli bir konuma sahiptir. Ülkemizde de son zamanlarda lojistik köylerin kurulması ve işletilmesi ile ilgili önemli atılımlar yapılmaktadır. Bu çalışmada lojistik ve alt kavramları anlatılmış, lojistik köy ve lojistik köylerin nasıl olması gerektiği açıklanmış; Dünyadaki ve Ülkemizdeki lojistik köy uygulamaları anlatılmıştır. Çalışmanın son bölümünde ise dış ticarete lojistik köylerin sorunları ve lojistik köyler hakkında değerlendirmelere yer verilmiştir.

Çakmak (2017), Lojistik tanım ve uygulama olarak geçmişi çok eskilere dayanıyor olsa da, dünyanın küreselleşmesi ve ekonominin daha önemli hale gelmesi ile birlikte gelişimi ve gündemde sürekli yer alması 1900'lü yıllarda oluşmaya başlamıştır. Öneminin bu yıllarda anlaşılmasının nedeni ise müşterilerin beklentilerinin zamanında karşılanması isteğinin meydana gelmesidir. Lojistik genel olarak taşımacılığı çağrıştırırsa da lojistiğin taşımacılık haricinde aktif olarak kullanıldığı faaliyet alanları da bulunmaktadır. İşletmecilik sektörünün her geçen gün hızlı bir gelişim yaşaması, işletmeciliğin lojistikten faydalanmasını da doğrudan etkilemektedir. Müşteriye hizmet sunma konusunun sürekli gelişmesi ile bu gelişimlere yanıt verme konusunda lojistikten oldukça fazla bir seviyede faydalanılmaktadır. Üretimden müşteriye arza kadar ekonominin her aşamasında lojistikten faydalanılmaktadır. Lojistik köyler bütün lojistik faaliyetlerin bir arada yürütülebildiği ve lojistik faaliyetlerin sistemli ve kolay bir şekilde işletilmesine büyük fayda sağlayan merkezlerdir. Bu çalışmada lojistik ve lojistik faaliyetleri ile ilgili bütün kavramlar detaylı

olarak açıklanmıştır. Lojistik köylerin tanımı yapılmış ve lojistik sektöründeki önemi anlatılmıştır. Daha sonra Dünya'daki ve Türkiye'deki lojistik köyler anlatılmış ve Türkiye'deki lojistik köylerin durumu değerlendirilmiştir. Son bölümde ise lojistik köylerin gerekliliğini belirlemek adına çalışmalar yapılmış ve yapılan çalışmaların sonuçları değerlendirilmiştir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada yöntem olarak öncelikle GSP'nin Öklid Bağıntısı ile kuş uçuşu doğrusal çözümü için PSO ile bir çözüm algoritması yazılmıştır. Daha sonra yazılan algoritmanın gerçek değerlere göre çözüm yapabilmesi için girdiler koordinatlardan ayrılarak çözümü girdi değerlerine göre, güzergâh çizimini koordinatlara göre yapabilen modifiyeli bir PSO algoritması tasarlanmıştır ve gerçek değerlere göre çözüm bu algoritma üzerinden yapılmıştır. Algoritmanın yazılması ve problemin çözümü için Mathworks Matlab R2017a programı kullanılmıştır.

Materyaller ise güzergâh üzerinde bulunan noktalara ait koordinatlar Google GPS den, karayolu mesafeleri Karayolları Genel Müdürlüğü (K.G.M.)'den, demiryolu mesafeleri Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demir Yolları (T.C.D.D.) den, denizyolu mesafeleri Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)'den alınmıştır. CBS akıllı hartalar üzerinde verileri birbiri ile bağlantılı şekilde gösterebilir, yeni veriler ile güncellemelerini yapar ve istenildiğinde analiz edip raporlayabilir (Huang ve Ark., 2007). Taşımacılık süreleri taşımacılık türlerinin ortalama hızları üzerinden yükleme boşaltma ve bekleme süreleri ihmal edilerek hesaplanmıştır. Taşımacılık ton için birim maliyetleri, demiryolu için T.C.D.D. yük hesaplama portalından alınmış, karayolu ve denizyolu taşımacılığı için sonraki bölümlerde detayları verilecek olan giderler üzerinden el ile hesaplanmıştır.

Öncelikle GSP'nin genel çözüm mantığını göstermek adına hesap noktaları üzerinde kuş uçuşu doğrusal çözüm yapılmış, daha sonra hesap güzergâhında yaygın kullanılan taşımacılık türü olan unimodal karayolu taşımacılığı için ve multimodal taşımacılık için: mesafe, süre ve maliyet parametrelerine göre eldeki materyaller üzerinden çözüm yapılmış ve sonuçlar Mathworks Matlab R2017a ile yazılan bir karşılaştırma fonksiyonu üzerinden karşılaştırılıp değerlendirilmiştir.

3.1. Çalışmanın Amacı ve Örnek Uygulamanın Tanımı

Yapılan çalışmadaki amaç: bir noktadan yola çıkıp bilinen belirli noktalara uğrayıp yükleme boşaltma yaptıktan sonra başlangıç noktasına dönen yükün Lojistik köy ve ticari limanlarda ulaşım modu değişimi yaparak, çok türlü taşımacılıkla farklı ulaşım modları ile

taşımasında, GSP baz alınıp; mesafe, maliyet, süre ve istenilen alternatif parametrelere göre güzergâh optimizasyonu yapmak ve optimizasyon için yapılan çözümün AUS ile entegrasyonunu araştırmaktır.

Çalışmada yapılacak örnek optimizasyon uygulamasında ise İskenderun Limanı'ndan çıkan bir miktar konteynerin Ticari Limanlar ve batı hattındaki Lojistik köylerde yükleme boşaltma yaptıktan sonra tekrar İskenderun Limanı'na dönmesi gerektiği varsayılarak; çok türlü taşımacılık ile mesafe, maliyet ve süre parametrelerine göre güzergâh optimizasyonu yapılması denenmektedir.

Çalışmada çoğunluk olarak uluslararası taşımacılıkta kullanılan multimodal taşımacılığın iç taşımacılıkta kullanılması durumunda, iç taşımacılıkta yaygın olarak kullanılan taşımacılık türlerine olan avantajları ve dezavantajları araştırılmaktadır. Ayrıca yapılacak optimizasyon çalışmasının günümüzde özellikle teknolojinin gelişmesiyle ulaşım sektöründe popülerlik kazanan ve günümüz trafik sistemlerinin olmazsa olmazlarından olan AUS ile birlikte çalışması durumunda ne gibi getirileri olacağı da araştırılmaktadır.

3.2. Çalışma Güzergâhında Yaygın Kullanılan Lojistik Hat bilgileri

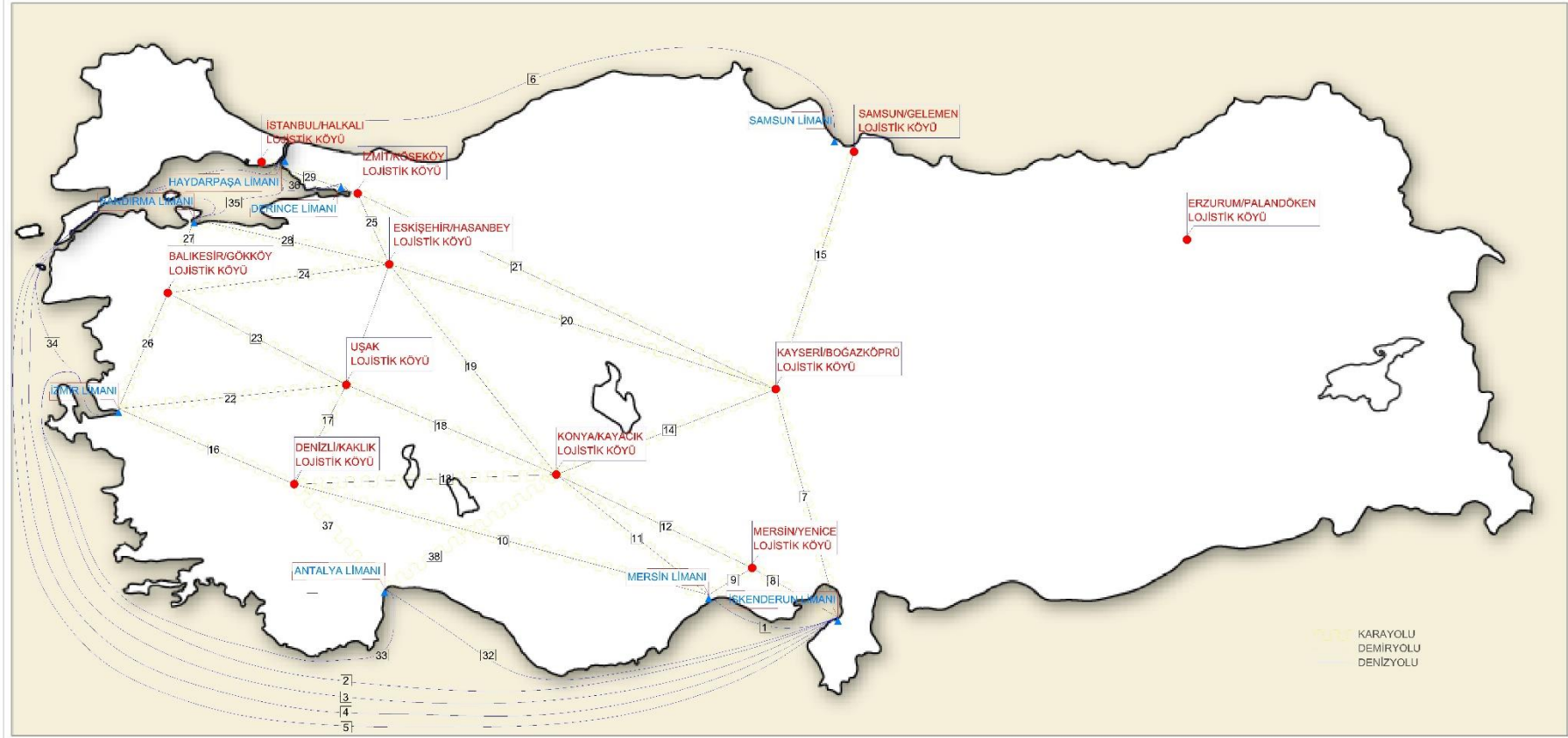
Türkiye sınırları içerisinde taşımacılık sektöründe karayolu mesafelerinin kısa olmasından kaynaklanan daha hızlı ulaştırma ve daha az maliyet gibi etkenlerden dolayı karayolu taşımacılığı öncelikle tercih edilmektedir. Ayrıca karayolu ulaşım altyapısının gelişmiş olması ve diğer ulaşım türlerinin tüm bölgelerde olmaması, karayolu taşımacılığı için başka bir tercih sebebidir. Karayolu taşımacılığından sonra tercih edilen taşımacılık türü, karayolu taşımacılığına nazaran daha az ulaşılabilir olmasına rağmen yine de çoğu bölgeye ulaşabilen demiryolu taşımacılığıdır. Denizyolu taşımacılığı ise ağırlık olarak dış ticarete kullanılmaktadır.

3.2.1. Lojistik Köyler ve Ticari Limanların Dağılımı

Örnek çalışma güzergâhında bulunan lojistik köy, ticari limanlar ve bu lojistik tesisler arasında yaygın kullanılan lojistik güzergâh hat bilgileri Şekil 3.1'de gösterilmiştir.

Ulaştırma optimizasyonlarının doğru tasarımı: trafik hacmi, trafik yoğunluğu, hız, sınıflandırma ve aks yükü gibi trafik bilgilerinin doğru tespit edilmesine bağlıdır (Huang ve diğerleri, 2018).





Şekil 3.1. Çalışma güzergâhında yaygın kullanılan hat bilgileri şeması

3.2.2. Lojistik Köyler ve Ticari Limanlar Yaygın Kullanılan Hat Bilgileri

Örnek çalışma güzergâhında yaygın kullanılan lojistik güzergâh hat bilgileri Çizelge 3.1’de listelenmiştir.

Çizelge 3.1 Yaygın kullanılan güzergâh bilgileri

AĞ NUMARASI	DÜĞÜM NOKTALARI		KARAYOLU MESAFE (KM)	DEMİRYOLU MESAFE (KM)	DENİZYOLU MESAFE (MİL)	KARAYOLU BİRİM FİYAT (TL/TON)	DEMİRYOLU BİRİM FİYAT (TL/TON)	DENİZYOLU BİRİM FİYAT (TL/TON)
1	İSKENDERUN LİMANI	MERSİN LİMANI	-	-	76	-	-	15,21
2	İSKENDERUN LİMANI	İZMİR LİMANI	-	-	635	-	-	15,82
3	İSKENDERUN LİMANI	BANDIRMA LİMANI	-	-	791	-	-	16,11
4	İSKENDERUN LİMANI	HAYDARPAŞA LİMANI	-	-	835	-	-	16,3
5	İSKENDERUN LİMANI	DERİNCE LİMANI	-	-	860	-	-	16,47
6	SAMSUN LİMANI	HAYDARPAŞA LİMANI	-	-	449	-	-	16,3
7	İSKENDERUN LİMANI	KAYSERİ/BOĞAZKÖPRÜ	423	445	-	48,27	42,12	-
8	İSKENDERUN LİMANI	MERSİN/YENİCE	157	161	-	33,64	16,31	-
9	MERSİN LİMANI	MERSİN/YENİCE	43,4	44	-	27,37	10,8	-
10	MERSİN LİMANI	DENİZLİ/KAKLIK	715	875	-	64,33	80,08	-
11	MERSİN LİMANI	KONYA/KAYACIK	358	388	-	44,69	36,41	-
12	MERSİN/YENİCE	KONYA/KAYACIK	324	347	-	43,10	32,61	-
13	DENİZLİ/KAKLIK	KONYA/KAYACIK	357	488	-	44,91	45,92	-
14	KONYA/KAYACIK	KAYSERİ/BOĞAZKÖPRÜ	294	412	-	41,01	38,31	-
15	KAYSERİ/BOĞAZKÖPRÜ	SAMSUN/GELEMEN	446	588	-	49,64	54,52	-
16	DENİZLİ/KAKLIK	İZMİR LİMANI	252	289	-	39,74	27,17	-
17	DENİZLİ/KAKLIK	UŞAK	120	353	-	31,60	32,61	-
18	UŞAK	KONYA/KAYACIK	343	401	-	43,76	38,31	-
19	KONYA/KAYACIK	ESKİŞEHİR/HASANBEY	344	438	-	43,76	40,21	-
20	ESKİŞEHİR/HASANBEY	KAYSERİ/BOĞAZKÖPRÜ	524	849	-	53,93	78,32	-
21	KAYSERİ/BOĞAZKÖPRÜ	İZMİR/KÖSEKÖY	626	1045	-	60,09	95,28	-
22	İZMİR LİMANI	UŞAK	216	288	-	36,88	27,17	-
23	BALIKESİR/GÖKKÖY	UŞAK	242	381	-	37,93	36,41	-
24	BALIKESİR/GÖKKÖY	ESKİŞEHİR/HASANBEY	345	350	-	43,70	32,61	-

Çizelge 3.1. (Devam) Yaygın kullanılan güzergâh bilgileri

AĞ NUMARASI	DÜĞÜM NOKTALARI		KARAYOLU MESAFE (KM)	DEMİRYOLU MESAFE (KM)	DENİZYOLU MESAFE (MİL)	KARAYOLU BİRİMİYAT (TL/TON)	DEMİRYOLU BİRİMİYAT (TL/TON)	DENİZYOLU BİRİMİYAT (TL/TON)
25	İZMİT/KÖSEKÖY	ESKİŞEHİR/HASANBEY	218	218	-	36,94	19,93	-
26	İZMİR LİMANI	BALIKESİR/GÖKKÖY	182	232	-	35,01	21,74	-
27	BALIKESİR/GÖKKÖY	BANDIRMA LİMANI	119	111	-	31,55	10,8	-
28	BANDIRMA LİMANI	ESKİŞEHİR/HASANBEY	278	440	-	40,24	40,21	-
29	İSTANBUL/HALKALI	İZMİT/KÖSEKÖY	135	186	-	32,21	18,12	-
30	HAYDARPAŞA LİMANI	İZMİT/KÖSEKÖY	100	0	-	30,50	10,8	-
31	HAYDARPAŞA LİMANI	İSTANBUL/HALKALI	43,1	0	-	65,98	10,8	-
32	İSKENDERUN LİMANI	ANTALYA LİMANI	-	-	282	-	-	15,38
33	ANTALYA LİMANI	İZMİR LİMANI	-	-	402	-	-	15,82
34	İZMİR LİMANI	BANDIRMA LİMANI	-	-	243	-	-	17,97
35	BANDIRMA LİMANI	HAYDARPAŞA LİMANI	-	-	64	-	-	18,44
36	HAYDARPAŞA LİMANI	DERİNCE LİMANI	-	-	52	-	-	18,89
37	ANTALYA LİMANI	DENİZLİ/KAKLIK	210	-	-	36,44	-	-
38	ANTALYA LİMANI	KONYA/KAYACIK	319	-	-	42,55	-	-

3.3. Lojistik Köyler ve Ticari Limanların Konum ve Koordinatları

Çalışmada kullanılacak noktalara ait Google GPS'den alınan koordinat bilgileri Çizelge 3.2'de verilmiştir. Verilen koordinatlar GSP'nin doğrusal çözümünde ara mesafelerin Öklid Bağıntısı ile hesaplanmasında ve gerçek değerlere göre yapılan çözümde hat güzergâh çiziminin yapılmasında kullanılmıştır. Çözüm algoritması istenilen parametreye göre hesap değerlerini girdilerden alırken, hesaba denk gelen noktalara ait yapılacak güzergâh çizimi için nokta koordinatlarını Çizelge 3.2'deki nokta koordinat değerlerinden çekerek her parametre çözümüne ait ayrı çizim yapmıştır.

Çizelge 3.2. Nokta koordinatları

NO	DÜĞÜM NOKTASI	DÜŞEY (Y) KOORDİNAT	YATAY (X) KOORDİNAT
1	İSKENDERUN LİMANI	36,600574	36,192790
2	MERSİN LİMANI	36,801896	34,639696
3	ANTALYA LİMANI	36,839296	30,611871
4	İZMİR LİMANI	38,446685	27,156910
5	BANDIRMA LİMANI	40,351112	27,962908
6	HAYDARPAŞA LİMANI	41,005603	29,011459
7	DERİNCE LİMANI	40,754687	29,839334
8	SAMSUN LİMANI	41,302517	36,333447
9	MERSİN/YENİCE	36,977463	35,063849
10	KAYSERİ/BOĞAZKÖPRÜ	38,755488	35,322416
11	KONYA/KAYACIK	37,866168	32,476390
12	DENİZLİ/KAKLIK	37,829011	29,417109
13	SAMSUN/GELEMEN	41,244760	36,432913
14	UŞAK	38,664299	29,407196
15	ESKİŞEHİR/HASANBEY	39,793095	30,611766
16	BALIKESİR/GÖKKÖY	39,593498	27,821770
17	İZMİT/KÖSEKÖY	40,748233	30,015052
18	İSTANBUL/HALKALI	41,018663	28,766118

3.4. Lojistik Köyler ve Ticari Limanların Birbirine Karayolu, Demiryolu ve Denizyolu mesafeleri

Multimodal taşımacılık için yapılan GSP'nin PSO ile yazılan modifiyeli çözüm algoritmasının mesafe parametresine göre çözüm yaparken kullanmış olduğu;

K.G.M.' den alınan karayolu mesafeleri Çizelge 3.3. de,
 TCDD' den alınan demiryolu mesafeleri Çizelge 3.4. de,
 CBS' den alınan denizyolu mesafeleri Çizelge 3.5. de verilmiştir.
 CBS'den denizyolu mesafeleri deniz mili olarak alınmıştır.

Değer karşılaştırmalarında normalizasyonu sağlamak için denizyolu mesafeleri 1.85200'e bölünerek kilometreye çevrilmiştir.

Çizelge 3.3. Karayolu mesafeleri (km)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	İSKENDERUN LİMANI	MERSİN LİMANI	ANTALYA LİMANI	İZMİR LİMANI	BANDIRMA LİMANI	HAYDARPAŞA LİMANI	DERİNCE LİMANI	SAMSUN LİMANI	MERSİN/YENİCE
1 İSKENDERUN LİMANI	0	207	745	1018	1048	1047	961	847	157
2 MERSİN LİMANI	207	0	502	907	937	936	849	736	43
3 ANTALYA LİMANI	745	502	0	461	608	693	626	956	603
4 İZMİR LİMANI	1018	907	461	0	276	462	439	1002	874
5 BANDIRMA LİMANI	1048	937	608	276	0	243	222	866	911
6 HAYDARPAŞA LİMANI	1047	936	693	462	243	0	86	731	902
7 DERİNCE LİMANI	961	849	626	439	222	86	0	122	816
8 SAMSUN LİMANI	847	736	956	1002	866	731	122	0	701
9 MERSİN/YENİCE	157	43	603	874	911	902	816	701	0
10 KAYSERİ/BOĞAZKÖPRÜ	423	269	614	826	795	741	655	438	269
11 KONYA/KAYACIK	473	358	319	556	603	703	151	595	329
12 DENİZLİ/KAKLIK	824	715	208	268	411	552	486	856	680
13 SAMSUN/GELEMEN	867	748	933	1013	877	742	656	14	713
14 UŞAK	804	694	302	216	323	461	395	790	659
15 ESKİŞEHİR/HASANBEY	791	668	452	420	277	299	233	657	634
16 BALIKESİR/GÖKKÖY	1041	923	514	182	119	304	588	927	888
17 İZMİR/KÖSEKÖY	945	835	618	454	235	100	15	629	800
18 İSTANBUL/HALKALI	1076	965	721	490	271	38	115	759	930

Çizelge 3.3. (Devam) Karayolu mesafeleri (km)

	10 KAYSERİ/ BOĞAZKÖPRÜ	11 KONYA/ KAYACIK	12 DENİZLİ /KAKLIK	13 SAMSUN/ GELEMEN	14 UŞAK	15 ESKİŞEHİR/ HASANBEY	16 BALIKESİR/ GÖKKÖY	17 İZMİT/ KÖSEKÖY	18 İSTANBUL/ HALKALI
1 İSKENDERUN LİMANI	423	473	824	867	804	791	1041	945	1076
2 MERSİN LİMANI	269	358	715	748	694	668	923	835	965
3 ANTALYA LİMANI	614	319	208	933	302	452	514	618	721
4 İZMİR LİMANI	826	556	268	1013	216	420	182	454	490
5 BANDIRMA LİMANI	795	603	411	877	323	277	119	235	271
6 HAYDARPAŞA LİMANI	741	703	552	742	461	299	304	100	38
7 DERİNCE LİMANI	655	151	486	656	395	233	588	15	115
8 SAMSUN LİMANI	438	595	856	14	790	657	927	629	759
9 MERSİN/YENİCE	269	329	680	713	659	634	888	800	930
10 KAYSERİ/BOĞAZKÖPRÜ	0	291	630	448	608	526	857	638	768
11 KONYA/KAYACIK	291	0	362	604	341	341	570	602	660
12 DENİZLİ/KAKLIK	630	362	0	863	120	310	311	464	574
13 SAMSUN/GELEMEN	448	604	863	0	801	668	938	640	770
14 UŞAK	608	341	120	801	0	225	235	379	490
15 ESKİŞEHİR/HASANBEY	526	341	310	668	225	0	340	217	328
16 BALIKESİR/GÖKKÖY	857	570	311	938	235	340	0	303	340
17 İZMİT/KÖSEKÖY	638	602	464	640	379	217	303	0	131
18 İSTANBUL/HALKALI	768	660	574	770	490	328	340	131	0

Çizelge 3.4. Demiryolu mesafeleri (km)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	İSKENDERUN LİMANI	MERSİN LİMANI	ANTALYA LİMANI	İZMİR LİMANI	BANDIRMA LİMANI	HAYDARPAŞA LİMANI	DERİNCE LİMANI	SAMSUN LİMANI	MERSİN/ YENİCE
1 İSKENDERUN LİMANI	0	204	-	1195	1228	1301	1157	1019	161
2 MERSİN LİMANI	204	0	-	1076	1109	1177	1037	913	44
3 ANTALYA LİMANI	-	-	0	-	-	-	-	-	-
4 İZMİR LİMANI	1195	1076	-	0	342	944	794	1687	1035
5 BANDIRMA LİMANI	1228	1109	-	342	0	811	651	1720	1067
6 HAYDARPAŞA LİMANI	1301	1177	-	944	811	0	150	1798	1146
7 DERİNCE LİMANI	1157	1037	-	794	651	150	0	1648	996
8 SAMSUN LİMANI	1019	913	-	1687	1720	1798	1648	0	872
9 MERSİN/YENİCE	161	44	-	1035	1067	1146	996	872	0
10 KAYSERİ/BOĞAZKÖPRÜ	445	326	-	1100	1132	1211	1061	588	285
11 KONYA/KAYACIK	507	388	-	689	721	800	650	999	347
12 DENİZLİ/KAKLIK	995	875	-	289	628	756	606	1487	834
13 SAMSUN/GELEMEN	1019	913	-	1687	1720	1798	1648	30	872
14 UŞAK	908	789	-	288	491	669	519	1400	748
15 ESKİŞEHİR/HASANBEY	945	826	-	582	439	384	234	1437	784
16 BALIKESİR/GÖKKÖY	1139	1019	-	232	111	712	562	1630	978
17 İZMİT/KÖSEKÖY	1141	1021	-	777	635	167	17	1632	980
18 İSTANBUL/HALKALI	1327	1207	-	974	831	30	180	1818	1166

Çizelge 3.4. (Devam) Demiryolu mesafeleri (km)

	10 KAYSERİ/ BOĞAZKÖPRÜ	11 KONYA/ KAYACIK	12 DENİZLİ/ KAKLIK	13 SAMSUN/ GELEMEN	14 UŞAK	15 ESKİŞEHİR/ HASANBEY	16 BALIKESİR/ GÖKKÖY	17 İZMİT/ KÖSEKÖY	18 İSTANBUL/ HALKALI
1 İSKENDERUN LİMANI	445	507	995	1019	908	945	1139	1141	1327
2 MERSİN LİMANI	326	388	875	913	789	826	1019	1021	1207
3 ANTALYA LİMANI	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4 İZMİR LİMANI	1100	689	289	1687	288	582	232	777	974
5 BANDIRMA LİMANI	1132	721	628	1720	491	439	111	635	831
6 HAYDARPAŞA LİMANI	1211	800	756	1798	669	384	712	167	30
7 DERİNCE LİMANI	1061	650	606	1648	519	234	562	17	180
8 SAMSUN LİMANI	588	999	1487	30	1400	1437	1630	1632	1818
9 MERSİN/YENİCE	285	347	834	872	748	784	978	980	1166
10 KAYSERİ/BOĞAZKÖPRÜ	0	412	899	588	813	849	1043	1045	1231
11 KONYA/KAYACIK	412	0	488	999	401	438	632	634	820
12 DENİZLİ/KAKLIK	899	488	0	1487	353	294	518	589	775
13 SAMSUN/GELEMEN	588	999	1487	0	1400	1437	1630	1632	1818
14 UŞAK	813	401	353	1400	0	307	381	503	689
15 ESKİŞEHİR/HASANBEY	849	438	294	1437	307	0	350	218	404
16 BALIKESİR/GÖKKÖY	1043	632	518	1630	381	350	0	546	732
17 İZMİT/KÖSEKÖY	1045	634	589	1632	503	218	546	0	186
18 İSTANBUL/HALKALI	1231	820	775	1818	689	404	732	186	0

Çizelge 3.5. Denizyolu mesafeleri (km)

	1	2	3	4	5	6	7	8
	İSKENDERUN LİMANI	MERSİN LİMANI	ANTALYA LİMANI	İZMİR LİMANI	BANDIRMA LİMANI	HAYDARPAŞA LİMANI	DERİNCE LİMANI	SAMSUN LİMANI
1 İSKENDERUN LİMANI	0	122	454	1022	1273	1344	1384	2068
2 MERSİN LİMANI	122	0	357	924	1183	1246	1286	1970
3 ANTALYA LİMANI	454	357	0	647	906	969	1025	1693
4 İZMİR LİMANI	1022	924	647	0	391	454	510	1046
5 BANDIRMA LİMANI	1273	1183	906	391	0	103	153	747
6 HAYDARPAŞA LİMANI	1344	1246	969	454	103	0	84	724
7 DERİNCE LİMANI	1384	1286	1025	510	153	84	0	779
8 SAMSUN LİMANI	2068	1970	1693	1046	747	724	779	0

3.5. Lojistik Köyler ve Ticari Limanların Birbirine Karayolu, Demiryolu ve Denizyolu Süreleri

Multimodal taşımacılık için yapılan GSP'nin PSO ile yazılan modifiyeli çözüm algoritmasının süre parametresine göre çözüm yaparken kullanmış olduğu süreler hesaplanırken, yükleme boşaltma ve benzeri diğer süreler tüm taşımacılık türleri için hesaba katılmamış olup, mesafelere göre ortalama hızlardan, karayolu taşımacılığı, demiryolu taşımacılığı ve denizyolu taşımacılığı için süreler hesaplanmıştır. Ortalama hız bilgileri ilgili kurumların internet sitelerinden alınmıştır. Karayolu taşımacılığı ortalama hız hesabı yapılırken Karayolları Trafik Yönetmeliği'nde sürücüler için konulan 9 saatten fazla araç kullanamama sınırı ve dinlenme süreleri dikkate alınarak tır ve kamyonların azami hızları ve güzergâh mesafe bilgilerinden 24 saatlik ortalama hız bulunarak hesap yapılmıştır. Tüm bu hesaplamalardan sonra;

Karayolu süreleri Çizelge 3.6'da,
Demiryolu süreleri Çizelge 3.7'de,
Denizyolu süreleri Çizelge 3.8'de verilmiştir.

Çizelge 3.6. Karayolu süreleri (saat)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	İSKENDERUN LİMANI	MERSİN LİMANI	ANTALYA LİMANI	İZMİR LİMANI	BANDIRMA LİMANI	HAYDARPAŞA LİMANI	DERİNCE LİMANI	SAMSUN LİMANI	MERSİN/ YENİCE
1 İSKENDERUN LİMANI	0,00	4,60	16,56	22,62	23,29	23,27	21,36	18,82	3,49
2 MERSİN LİMANI	4,60	0,00	11,16	20,16	20,82	20,80	18,87	16,36	0,96
3 ANTALYA LİMANI	16,56	11,16	0,00	10,24	13,51	15,40	13,91	21,24	13,40
4 İZMİR LİMANI	22,62	20,16	10,24	0,00	6,13	10,27	9,76	22,27	19,42
5 BANDIRMA LİMANI	23,29	20,82	13,51	6,13	0,00	5,40	4,93	19,24	20,24
6 HAYDARPAŞA LİMANI	23,27	20,80	15,40	10,27	5,40	0,00	1,87	16,24	20,04
7 DERİNCE LİMANI	21,36	18,87	13,91	9,76	4,93	1,91	0,00	2,71	18,13
8 SAMSUN LİMANI	18,82	16,36	21,24	22,27	19,24	16,24	2,71	0,00	15,58
9 MERSİN/YENİCE	3,49	0,96	13,40	19,42	20,24	20,04	18,13	15,58	0,00
10 KAYSERİ/BOĞAZKÖPRÜ	9,40	5,98	13,64	18,36	17,67	16,47	14,56	9,73	5,98
11 KONYA/KAYACIK	10,51	7,96	7,09	12,36	13,40	15,62	3,36	13,22	7,31
12 DENİZLİ/KAKLIK	18,31	15,89	4,62	5,96	9,13	12,27	10,80	19,02	15,11
13 SAMSUN/GELEMEN	19,27	16,62	20,73	22,51	19,49	16,49	14,58	0,31	15,84
14 UŞAK	17,87	15,42	6,71	4,80	7,18	10,24	8,78	17,56	14,64
15 ESKİŞEHİR/HASANBEY	17,58	14,84	10,04	9,33	6,16	6,64	5,18	14,60	14,09
16 BALIKESİR/GÖKKÖY	23,13	20,51	11,42	4,04	2,64	6,76	13,07	20,60	19,73
17 İZMİR/KÖSEKÖY	21,00	18,56	13,73	10,09	5,22	2,22	0,33	13,98	17,78
18 İSTANBUL/HALKALI	23,91	21,44	16,02	10,89	6,02	0,84	2,56	16,87	20,67

Çizelge 3.6. (Devam) Karayolu süreleri (saat)

	10 KAYSERİ/ BOĞAZKÖPRÜ	11 KONYA/ KAYACIK	12 DENİZLİ/ KAKLIK	13 SAMSUN/ GELEMEN	14 UŞAK	15 ESKİŞEHİR/ HASANBEY	16 BALIKESİR/ GÖKKÖY	17 İZMİT/ KÖSEKÖY	18 İSTANBUL/ HALKALI
1 İSKENDERUN LİMANI	9,40	10,51	18,31	19,27	17,87	17,58	23,13	21,00	23,91
2 MERSİN LİMANI	5,98	7,96	15,89	16,62	15,42	14,84	20,51	18,56	21,44
3 ANTALYA LİMANI	13,64	7,09	4,62	20,73	6,71	10,04	11,42	13,73	16,02
4 İZMİR LİMANI	18,36	12,36	5,96	22,51	4,80	9,33	4,04	10,09	10,89
5 BANDIRMA LİMANI	17,67	13,40	9,13	19,49	7,18	6,16	2,64	5,22	6,02
6 HAYDARPAŞA LİMANI	16,47	15,62	12,27	16,49	10,24	6,64	6,76	2,22	0,84
7 DERİNCE LİMANI	14,56	3,36	10,80	14,58	8,78	5,18	13,07	0,33	2,56
8 SAMSUN LİMANI	9,73	13,22	19,02	0,31	17,56	14,60	20,60	13,98	16,87
9 MERSİN/YENİCE	5,98	7,31	15,11	15,84	14,64	14,09	19,73	17,78	20,67
10 KAYSERİ/BOĞAZKÖPRÜ	0,00	6,47	14,00	9,96	13,51	11,69	19,04	14,18	17,07
11 KONYA/KAYACIK	6,47	0,00	8,04	13,42	7,58	7,58	12,67	13,38	14,67
12 DENİZLİ/KAKLIK	14,00	8,04	0,00	19,18	2,67	6,89	6,91	10,31	12,76
13 SAMSUN/GELEMEN	9,96	13,42	19,18	0,00	17,80	14,84	20,84	14,22	17,11
14 UŞAK	13,51	7,58	2,67	17,80	0,00	5,00	5,22	8,42	10,89
15 ESKİŞEHİR/HASANBEY	11,69	7,58	6,89	14,84	5,00	0,00	7,56	4,82	7,29
16 BALIKESİR/GÖKKÖY	19,04	12,67	6,91	20,84	5,22	7,56	0,00	6,73	7,56
17 İZMİT/KÖSEKÖY	14,18	13,38	10,31	14,22	8,42	4,82	6,73	0,00	2,91
18 İSTANBUL/HALKALI	17,07	14,67	12,76	17,11	10,89	7,29	7,56	2,91	0,00

Çizelge 3.7. Demiryolu süreleri (saat)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	İSKENDERUN LİMANI	MERSİN LİMANI	ANTALYA LİMANI	İZMİR LİMANI	BANDIRMA LİMANI	HAYDARPAŞA LİMANI	DERİNCE LİMANI	SAMSUN LİMANI	MERSİN/ YENİCE
1 İSKENDERUN LİMANI	0,00	3,71	-	21,73	22,33	23,65	21,04	18,53	2,93
2 MERSİN LİMANI	3,71	0,00	-	19,56	20,16	21,40	18,85	16,60	0,80
3 ANTALYA LİMANI	-	-	0,00	-	-	-	-	-	-
4 İZMİR LİMANI	21,73	19,56	-	0,00	6,22	17,16	14,44	30,67	18,82
5 BANDIRMA LİMANI	22,33	20,16	-	6,22	0,00	14,75	11,84	31,27	19,40
6 HAYDARPAŞA LİMANI	23,65	21,40	-	17,16	14,75	0,00	2,73	32,69	20,84
7 DERİNCE LİMANI	21,04	18,85	-	14,44	11,84	2,73	0,00	29,96	18,11
8 SAMSUN LİMANI	18,53	16,60	-	30,67	31,27	32,69	29,96	0,00	15,85
9 MERSİN/YENİCE	2,93	0,80	-	18,82	19,40	20,84	18,11	15,85	0,00
10 KAYSERİ/BOĞAZKÖPRÜ	8,09	5,93	-	20,00	20,58	22,02	19,29	10,69	5,18
11 KONYA/KAYACIK	9,22	7,05	-	12,53	13,11	14,55	11,82	18,16	6,31
12 DENİZLİ/KAKLIK	18,09	15,91	-	5,25	11,42	13,75	11,02	27,04	15,16
13 SAMSUN/GELEMEN	18,53	16,60	-	30,67	31,27	32,69	29,96	0,55	15,85
14 UŞAK	16,51	14,35	-	5,24	8,93	12,16	9,44	25,45	13,60
15 ESKİŞEHİR/HASANBEY	17,18	15,02	-	10,58	7,98	6,98	4,25	26,13	14,25
16 BALIKESİR/GÖKKÖY	20,71	18,53	-	4,22	2,02	12,95	10,22	29,64	17,78
17 İZMİR/KÖSEKÖY	20,75	18,56	-	14,13	11,55	3,04	0,31	29,67	17,82
18 İSTANBUL/HALKALI	24,13	21,95	-	17,71	15,11	0,55	3,27	33,05	21,20

Çizelge 3.7. (Devam) Demiryolu süreleri (saat)

	10 KAYSERİ/ BOĞAZKÖPRÜ	11 KONYA/ KAYACIK	12 DENİZLİ/ KAKLIK	13 SAMSUN/ GELEMEN	14 UŞAK	15 ESKİŞEHİR/ HASANBEY	16 BALIKESİR/ GÖKKÖY	17 İZMİR/ KÖSEKÖY	18 İSTANBUL/ HALKALI
1 İSKENDERUN LİMANI	8,09	9,22	18,09	18,53	16,51	17,18	20,71	20,75	24,13
2 MERSİN LİMANI	5,93	7,05	15,91	16,60	14,35	15,02	18,53	18,56	21,95
3 ANTALYA LİMANI	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4 İZMİR LİMANI	20,00	12,53	5,25	30,67	5,24	10,58	4,22	14,13	17,71
5 BANDIRMA LİMANI	20,58	13,11	11,42	31,27	8,93	7,98	2,02	11,55	15,11
6 HAYDARPAŞA LİMANI	22,02	14,55	13,75	32,69	12,16	6,98	12,95	3,04	0,55
7 DERİNCE LİMANI	19,29	11,82	11,02	29,96	9,44	4,25	10,22	0,31	3,27
8 SAMSUN LİMANI	10,69	18,16	27,04	0,55	25,45	26,13	29,64	29,67	33,05
9 MERSİN/YENİCE	5,18	6,31	15,16	15,85	13,60	14,25	17,78	17,82	21,20
10 KAYSERİ/BOĞAZKÖPRÜ	0,00	7,49	16,35	10,69	14,78	15,44	18,96	19,00	22,38
11 KONYA/KAYACIK	7,49	0,00	8,87	18,16	7,29	7,96	11,49	11,53	14,91
12 DENİZLİ/KAKLIK	16,35	8,87	0,00	27,04	6,42	5,35	9,42	10,71	14,09
13 SAMSUN/GELEMEN	10,69	18,16	27,04	0,00	25,45	26,13	29,64	29,67	33,05
14 UŞAK	14,78	7,29	6,42	25,45	0,00	5,58	6,93	9,15	12,53
15 ESKİŞEHİR/HASANBEY	15,44	7,96	5,35	26,13	5,58	0,00	6,36	3,96	7,35
16 BALIKESİR/GÖKKÖY	18,96	11,49	9,42	29,64	6,93	6,36	0,00	9,93	13,31
17 İZMİR/KÖSEKÖY	19,00	11,53	10,71	29,67	9,15	3,96	9,93	0,00	3,38
18 İSTANBUL/HALKALI	22,38	14,91	14,09	33,05	12,53	7,35	13,31	3,38	0,00

Çizelge 3.8. Denizyolu süreleri (saat)

	1	2	3	4	5	6	7	8
	İSKENDERUN LİMANI	MERSİN LİMANI	ANTALYA LİMANI	İZMİR LİMANI	BANDIRMA LİMANI	HAYDARPAŞA LİMANI	DERİNCE LİMANI	SAMSUN LİMANI
1 İSKENDERUN LİMANI	0,00	3,71	13,75	30,97	38,58	40,72	41,94	62,67
2 MERSİN LİMANI	3,71	0,00	10,83	27,99	35,84	37,75	38,97	59,70
3 ANTALYA LİMANI	13,75	10,83	0,00	19,60	27,46	29,36	31,06	51,30
4 İZMİR LİMANI	30,97	27,99	19,60	0,00	11,85	13,75	15,46	31,70
5 BANDIRMA LİMANI	38,58	35,84	27,46	11,85	0,00	3,12	4,63	22,63
6 HAYDARPAŞA LİMANI	40,72	37,75	29,36	13,75	3,12	0,00	2,54	21,95
7 DERİNCE LİMANI	41,94	38,97	31,07	15,46	4,63	2,54	0,00	23,60
8 SAMSUN LİMANI	62,67	59,70	51,30	31,70	22,64	21,94	23,61	0,00

3.6. Lojistik Köyler ve Ticari Limanların Birbirine Karayolu, Demiryolu ve Denizyolu Birim Maliyetleri

Multimodal taşımacılık için yapılan GSP'nin PSO ile yazılan modifiyeli çözüm algoritmasının maliyet parametresine göre çözüm yaparken kullanmış olduğu 1 ton için birim maliyetler hesaplanırken;

Karayolu taşımacılığı birim maliyetler: birim yük için kilometre başına yakıt gideri, birim yük için tur başına şoför gideri ve birim yük için tur başına otoban, yıpranma ve diğer giderler toplanarak bulunmuştur.

Demiryolu taşımacılığı için birim maliyetler: her güzergâh ayrı ayrı girilerek (İnternet, 2018e)'den mesafelerle beraber birim yük için alınmıştır.

Denizyolu için birim maliyetler: birim yük için seyirde ortalama yakıt tüketimi, birim yük için limanda ortalama yakıt tüketimi, birim yük için terminal hizmeti, birim yük için yükleme boşaltma maliyeti, birim yük için direkt ve endirekt gemi giderleri ve birim yük için karayolu aktarma ücretleri toplanarak hesaplanmıştır.

Birim yük için maliyetler hesaplandığında maliyetlerin mesafelerle orantılı olmadığı görülmektedir. Bunun sebebi ise nakliye haricindeki diğer masraflardır. Özellikle denizyolu taşımacılığında bir yük gemisinin ortalama 8 000 ila 10 000 arasında konteyner taşıdığı dikkate alındığında birim yük için mesafeye bağlı olan yakıt tüketimi neredeyse yok denilecek kadar azdır. Denizyolu taşımacılığında asıl maliyeti liman giderleri ve diğer giderler oluşturmaktadır ki bu giderler mesafe ile orantılı değildir. Keza aynı durum demiryolu taşımacılığı ve nispeten karayolu taşımacılığı için de geçerlidir.

Belirtilen kriterlere üzerinden taşımacılık türlerine göre birim maliyetler hesaplandıktan sonra, karayolu taşımacılığı birim maliyetleri Çizelge 3.9'da, demiryolu taşımacılığı birim maliyetleri Çizelge 3.10'da ve denizyolu taşımacılığı birim maliyetleri Çizelge 3.11'de verilmiştir.

Çizelge 3.9. Karayolu birim maliyetler (TL)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	İSKENDERUN LİMANI	MERSİN LİMANI	ANTALYA LİMANI	İZMİR LİMANI	BANDIRMA LİMANI	HAYDARPAŞA LİMANI	DERİNCE LİMANI	SAMSUN LİMANI	MERSİN/ YENİCE
1 İSKENDERUN LİMANI	0,00	36,39	65,98	80,99	82,64	82,59	77,86	71,59	33,64
2 MERSİN LİMANI	36,39	0,00	52,61	74,89	76,54	76,48	71,70	65,48	27,37
3 ANTALYA LİMANI	65,98	52,61	0,00	50,36	58,44	63,12	59,43	77,58	58,17
4 İZMİR LİMANI	80,99	74,89	50,36	0,00	40,18	50,41	49,15	80,11	73,07
5 BANDIRMA LİMANI	82,64	76,54	58,44	40,18	0,00	38,37	37,21	72,63	75,11
6 HAYDARPAŞA LİMANI	82,59	76,48	63,12	50,41	38,37	0,00	29,62	65,21	74,61
7 DERİNCE LİMANI	77,86	71,70	59,43	49,15	37,21	29,73	0,00	31,71	69,88
8 SAMSUN LİMANI	71,59	65,48	77,58	80,11	72,63	65,21	31,71	0,00	63,56
9 MERSİN/YENİCE	33,64	27,37	58,17	73,07	75,11	74,61	69,88	63,56	0,00
10 KAYSERİ/BOĞAZKÖPRÜ	48,27	39,80	58,77	70,43	68,73	65,76	61,03	49,09	39,80
11 KONYA/KAYACIK	51,02	44,69	42,55	55,58	58,17	63,67	33,31	57,73	43,10
12 DENİZLİ/KAKLIK	70,32	64,33	36,44	39,74	47,61	55,36	51,73	72,08	62,40
13 SAMSUN/GELEMEN	72,69	66,14	76,32	80,72	73,24	65,81	61,08	25,77	64,22
14 UŞAK	69,22	63,17	41,61	36,88	42,77	50,36	46,73	68,45	61,25
15 ESKİŞEHİR/HASANBEY	68,51	61,74	49,86	48,10	40,24	41,45	37,82	61,14	59,87
16 BALIKESİR/GÖKKÖY	82,26	75,77	53,27	35,01	31,55	41,72	57,34	75,99	73,84
17 İZMİR/KÖSEKÖY	76,98	70,93	58,99	49,97	37,93	30,50	25,83	59,60	69,00
18 İSTANBUL/HALKALI	84,18	78,08	64,66	51,95	39,91	27,09	31,33	66,75	76,15

Çizelge 3.9. (Devam) Karayolu birim maliyetler (TL)

	10 KAYSERİ/ BOĞAZKÖPRÜ	11 KONYA/ KAYACIK	12 DENİZLİ/ KAKLIK	13 SAMSUN/ GELEMEN	14 UŞAK	15 ESKİŞEHİR/ HASANBEY	16 BALIKESİR/ GÖKKÖY	17 İZMİT/ KÖSEKÖY	18 İSTANBUL/ HALKALI
1 İSKENDERUN LİMANI	48,27	51,02	70,32	72,69	69,22	68,51	82,26	76,98	84,18
2 MERSİN LİMANI	39,80	44,69	64,33	66,14	63,17	61,74	75,77	70,93	78,08
3 ANTALYA LİMANI	58,77	42,55	36,44	76,32	41,61	49,86	53,27	58,99	64,66
4 İZMİR LİMANI	70,43	55,58	39,74	80,72	36,88	48,10	35,01	49,97	51,95
5 BANDIRMA LİMANI	68,73	58,17	47,61	73,24	42,77	40,24	31,55	37,93	39,91
6 HAYDARPAŞA LİMANI	65,76	63,67	55,36	65,81	50,36	41,45	41,72	30,50	27,09
7 DERİNCE LİMANI	61,03	33,31	51,73	61,08	46,73	37,82	57,34	25,83	31,33
8 SAMSUN LİMANI	49,09	57,73	72,08	25,77	68,45	61,14	75,99	59,60	66,75
9 MERSİN/YENİCE	39,80	43,10	62,40	64,22	61,25	59,87	73,84	69,00	76,15
10 KAYSERİ/BOĞAZKÖPRÜ	0,00	41,01	59,65	49,64	58,44	53,93	72,14	60,09	67,24
11 KONYA/KAYACIK	41,01	0,00	44,91	58,22	43,76	43,76	56,35	58,11	61,30
12 DENİZLİ/KAKLIK	59,65	44,91	0,00	72,47	31,60	42,05	42,11	50,52	56,57
13 SAMSUN/GELEMEN	49,64	58,22	72,47	0,00	69,06	61,74	76,59	60,20	67,35
14 UŞAK	58,44	43,76	31,60	69,06	0,00	37,38	37,93	45,85	51,95
15 ESKİŞEHİR/HASANBEY	53,93	43,76	42,05	61,74	37,38	0,00	43,70	36,94	43,04
16 BALIKESİR/GÖKKÖY	72,14	56,35	42,11	76,59	37,93	43,70	0,00	41,67	43,70
17 İZMİT/KÖSEKÖY	60,09	58,11	50,52	60,20	45,85	36,94	41,67	0,00	32,21
18 İSTANBUL/HALKALI	67,24	61,30	56,57	67,35	51,95	43,04	43,70	32,21	0,00

Çizelge 3.10. Demiryolu birim maliyetler (TL)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	İSKENDERUN LİMANI	MERSİN LİMANI	ANTALYA LİMANI	İZMİR LİMANI	BANDIRMA LİMANI	HAYDARPAŞA LİMANI	DERİNCE LİMANI	SAMSUN LİMANI	MERSİN/ YENİCE
1 İSKENDERUN LİMANI	0,00	19,93	-	109,27	113,94	112,47	109,27	95,28	16,31
2 MERSİN LİMANI	19,93	0,00	-	99,95	104,61	103,14	95,28	83,59	10,80
3 ANTALYA LİMANI	-	-	0,00	-	-	-	-	-	-
4 İZMİR LİMANI	109,27	99,95	-	0,00	32,61	78,06	73,05	155,91	95,28
5 BANDIRMA LİMANI	113,94	104,61	-	32,61	0,00	65,76	59,68	160,58	99,95
6 HAYDARPAŞA LİMANI	112,47	103,14	-	78,06	65,76	0,00	10,80	162,05	101,42
7 DERİNCE LİMANI	109,27	95,28	-	73,05	59,68	10,80	0,00	151,25	90,62
8 SAMSUN LİMANI	95,28	83,59	-	155,91	160,58	162,05	151,25	0,00	80,08
9 MERSİN/YENİCE	16,31	10,80	-	95,28	99,95	101,42	90,62	80,08	0,00
10 KAYSERİ/BOĞAZKÖPRÜ	42,12	30,80	-	99,95	104,61	110,75	99,95	54,52	27,17
11 KONYA/KAYACIK	47,64	36,41	-	63,13	67,78	70,48	59,68	90,62	32,61
12 DENİZLİ/KAKLIK	90,62	80,08	-	27,17	57,96	67,04	56,24	137,26	76,56
13 SAMSUN/GELEMEN	95,28	83,59	-	155,91	160,58	162,05	151,25	10,80	80,08
14 UŞAK	83,59	73,05	-	27,17	45,92	58,44	47,64	127,93	69,54
15 ESKİŞEHİR/HASANBEY	87,11	76,56	-	54,52	40,21	32,54	21,74	132,59	73,05
16 BALIKESİR/GÖKKÖY	104,61	95,28	-	21,74	10,80	63,60	52,80	151,25	88,86
17 İZMİT/KÖSEKÖY	104,61	95,28	-	71,29	57,96	21,60	10,80	151,25	88,86
18 İSTANBUL/HALKALI	123,27	113,94	-	88,86	76,56	27,11	16,31	169,90	109,27

Çizelge 3.10. (Devam) Demiryolu birim maliyetler (TL)

	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	KAYSERİ/ BOĞAZKÖPRÜ	KONYA/ KAYACIK	DENİZLİ/ KAKLIK	SAMSUN/ GELEMEN	UŞAK	ESKİŞEHİR/ HASANBEY	BALIKESİR/ GÖKKÖY	İZMİR/ KÖSEKÖY	İSTANBUL/ HALKALI
1 İSKENDERUN LİMANI	42,12	47,64	90,62	95,28	83,59	87,11	104,61	104,61	123,27
2 MERSİN LİMANI	30,80	36,41	80,08	83,59	73,05	76,56	95,28	95,28	113,94
3 ANTALYA LİMANI	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4 İZMİR LİMANI	99,95	63,13	27,17	155,91	27,17	54,52	21,74	71,29	88,86
5 BANDIRMA LİMANI	104,61	67,78	57,96	160,58	45,92	40,21	10,80	57,96	76,56
6 HAYDARPAŞA LİMANI	110,75	70,48	67,04	162,05	58,44	32,54	63,60	21,60	27,11
7 DERİNCE LİMANI	99,95	59,68	56,24	151,25	47,64	21,74	52,80	10,80	16,31
8 SAMSUN LİMANI	54,52	90,62	137,26	10,80	127,93	132,59	151,25	151,25	169,90
9 MERSİN/YENİCE	27,17	32,61	76,56	80,08	69,54	73,05	88,86	88,86	109,27
10 KAYSERİ/BOĞAZKÖPRÜ	0,00	38,31	81,83	54,52	74,81	78,32	95,28	95,28	113,94
11 KONYA/KAYACIK	38,31	0,00	45,92	90,62	38,31	40,21	57,96	57,96	74,81
12 DENİZLİ/KAKLIK	81,83	45,92	0,00	137,26	32,61	36,41	47,64	54,52	71,29
13 SAMSUN/GELEMEN	54,52	90,62	137,26	0,00	127,93	132,59	151,25	151,25	169,90
14 UŞAK	74,81	38,31	32,61	127,93	0,00	28,98	36,41	47,64	63,13
15 ESKİŞEHİR/HASANBEY	78,32	40,21	36,41	132,59	28,98	0,00	32,61	19,93	38,31
16 BALIKESİR/GÖKKÖY	95,28	57,96	47,64	151,25	36,41	32,61	0,00	51,08	67,78
17 İZMİR/KÖSEKÖY	95,28	57,96	54,52	151,25	47,64	19,93	51,08	0,00	18,12
18 İSTANBUL/HALKALI	113,94	74,81	71,29	169,90	63,13	38,31	67,78	18,12	0,00

Çizelge 3.11. Denizyolu birim maliyetler (TL)

	1	2	3	4	5	6	7	8
	İSKENDERUN LİMANI	MERSİN LİMANI	ANTALYA LİMANI	İZMİR LİMANI	BANDIRMA LİMANI	HAYDARPAŞA LİMANI	DERİNCE LİMANI	SAMSUN LİMANI
1 İSKENDERUN LİMANI	0,00	15,21	15,38	15,82	16,11	16,30	16,47	16,98
2 MERSİN LİMANI	15,21	0,00	16,25	16,70	16,99	17,17	17,35	17,85
3 ANTALYA LİMANI	15,38	16,25	0,00	17,33	17,61	17,80	17,98	18,48
4 İZMİR LİMANI	15,82	16,70	17,33	0,00	17,97	18,15	18,34	18,77
5 BANDIRMA LİMANI	16,11	16,99	17,61	17,97	0,00	18,44	18,62	19,08
6 HAYDARPAŞA LİMANI	16,30	17,17	17,80	18,15	18,44	0,00	18,89	19,37
7 DERİNCE LİMANI	16,47	17,35	17,98	18,34	18,62	18,89	0,00	19,55
8 SAMSUN LİMANI	16,98	17,85	18,48	18,77	19,08	19,37	19,55	0,00

3.7. PSO'nun GSP İçin Çözüm Algoritması ve Modifiyeleri

PSO'da sürüdeki her parçacığın kendine ait bir değeri bulunmaktadır. Çözüm boyunca parçacıklar hem kendileri arasında bilgi paylaşımı yaparak en iyiyi aramaktadır hem de bir önceki en iyi durumu ile mevcut durumlarını karşılaştırmaktadırlar. Böylelikle tüm bu değerlendirme kriterleri içerisinde optimum çözüme ulaşmaya çalışırlar.

PSO'nun çalışma sistemi önceki bölümlerde de belirtildiği üzere şu şekildedir. Öncelikle her parçacığın rastgele pozisyonu ve hızı oluşturulur. Daha sonra parçacıkların uygunluk değerleri belirlenir. Sonrasında tüm parçacıkların değerleri bir önceki iterasyonla karşılaştırılır daha iyi ise yer değiştirilir. Daha sonra iterasyonun en iyi değeri global en iyi değerle karşılaştırılır ve global en iyi değerden daha iyi ise yer değiştirilir. Sonrasında PSO hız yenileme formülü ile tüm parçacıkların hızları yenilenir ve durdurma kriteri sağlanana kadar döngü devam eder. Buraya kadar olan kısım PSO'nun genel geçer çözümüdür.

Bu çözüm yöntemi GSP'ye direkt uygulandığında lokal minimumların önüne geçilemediği için doğru çözüme ulaştırılmamaktadır ve algoritmada bir takım modifiye yapılması gerekmektedir. Lokal minimumların önüne geçebilmek için algoritma döngüsü tamamlanıp optimum sonuç bulunduktan sonra algoritmaya mutasyon eklenmiştir ve çaprazlama yapılan sonuç optimum sonuçtan daha iyi ise yer değiştirilmiştir ve böylelikle daha yakın sonuca ulaşılmıştır.

Örneğin 6 nokta için iterasyon içinde optimum turumuz:

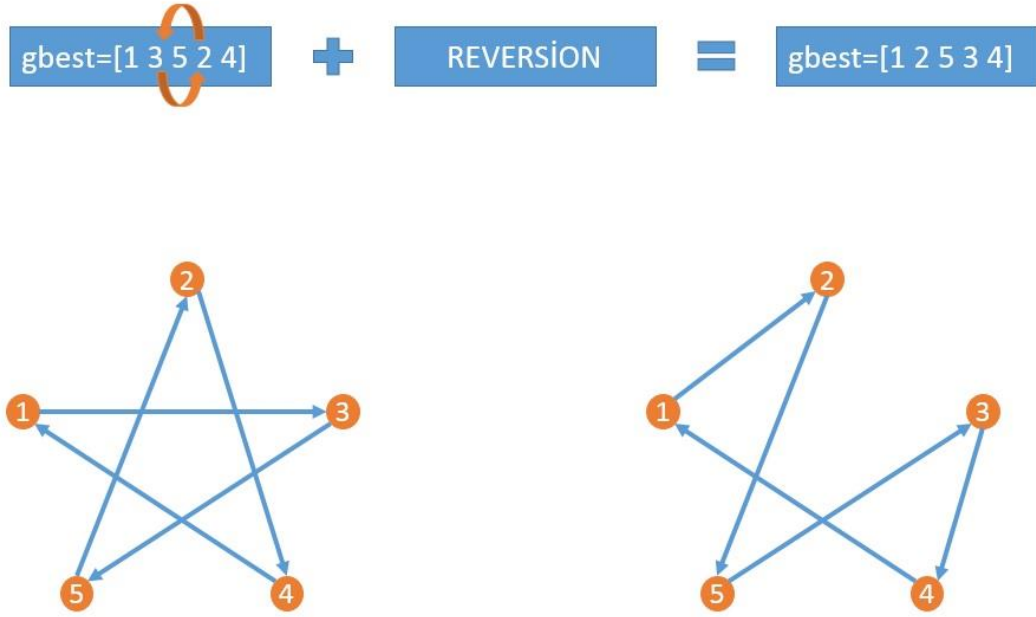
$$gbest=[2\ 4\ 3\ 1\ 5\ 6]; \quad (3.1)$$

şeklinde oluşmuş olsun,

bu tura reversion mutasyonu yaptığımız zaman turumuz:

$$gbest=[2\ 5\ 1\ 3\ 4\ 6] \quad (3.2)$$

şekline gelmiştir. Algoritma mutasyon sonucu oluşan turun mesafesini hesaplayıp optimum tur mesafesi ile karşılaştırmakta ve mutasyonlu tur mesafesi daha iyi ise yer değiştirerek çözüme ulaşmaktadır.



Şekil 4.1. Mutasyon

PSO ile yapılan GSP'nin koordinatlara göre çözümü yapılırken:

N nokta sayısı olmak üzere;

$$D=zeros(N,N) \quad (3.3)$$

Şeklinde bir 0 matrisi oluşturulmuş ve

$$D(i,j)=100*(\text{sqrt}((x(i)-x(j))^2+(y(i)-y(j))^2)); \quad (3.4)$$

$$D(j,i)=D(i,j) \quad (3.5)$$

Denklemlerle bulunan D mesafeleri D matrisini oluşturmuştur. Algoritma çözüm yaparken D mesafelerini sırası ile bu matristen çekmektedir. (3.4) denklemindeki x ve y ifadeleri i. ve j. X ve Y koordinatlarına karşılık gelmektedir. (3.5) formülü ile ise i. ve j. nokta arası

gidiş ve dönüş mesafelerinin eşit olduğu tanımlanmaktadır. Yani program $D(i,j)$ değerini matrise yerleştirdikten sonra $D(j,i)$ 'ye de aynı değeri yerleştirecektir.

PSO ile yapılan GSP'nin gerçek değerlere göre çözümü yapılırken, D matrisi için formül kapatılmış olup gerçek değerlere göre hazırlanan nokta sayısı kadar $D(N,N)$ matrisi programa elle girilmiştir. Örneğin karayolu mesafeleri matrisi $D(18,18)$ 'lik bir matristir noktaların birbirine olan gidiş ve dönüş mesafeleri eşit olduğundan dolayı matrisi 0 değerleri sola çapraz olarak bölmüştür. Alt ve üst değerler birbirine eşittir. Ayrıca optimum turun güzergâh çizimi nokta koordinatları üzerinden yapılmıştır.

PSO ile yapılan GSP'nin gerçek değerlere göre çözümü yapılırken, öncelikle iki nokta arasındaki tüm ulaşım türü seçenekleri programa tanımlanmıştır.

Örneğin mesafe optimizasyonu için İskenderun Limanı Mersin Limanı arasını ele alacak olursak:

$$\text{Iskenderun.Mersin.Kara}=207 \quad (3.6)$$

$$\text{Iskenderun.Mersin.Demir}=204 \quad (3.7)$$

$$\text{Iskenderun.Mersin.Deniz}=122 \quad (3.8)$$

Şeklinde mesafeler tanımlandıktan sonra aşağıdaki gibi bir İskenderun Limanı Mersin Limanı mesafe matrisi oluşturulmuştur.

$$\text{Iskenderun.Mersin.Mesafe} = [\text{Iskenderun.Mersin.Kara} \quad \text{Iskenderun.Mersin.Demir} \\ \text{Iskenderun.Mersin.Deniz}] \quad (3.9)$$

Daha sonra i. nokta İskenderun Limanı j. nokta Mersin Limanı kabul edelim. $D(N,N)$ matrisinin $D(i,j)$ 'inci değeri;

$$D(i,j) = \min(\text{Iskenderun.Mersin.Mesafe}) \quad (3.10)$$

Şeklinde tanımlanmış olup optimizasyon çözüm için yine D matrisinden sırasıyla değerleri çekmiştir. Burada matrisi alternatif ulaşım türlerinin minimum mesafe değerleri oluşturduğu için hangi ulaşım türü daha avantajlıysa algoritma orayı seçmiştir. Dolayısı ile multimodal taşımacılık tercihi yapabilmektedir. Yine optimum turun güzergâh çizimi nokta koordinatları üzerinden yapılmıştır.

Çözüm algoritmasında ise aşağıdaki parametreler kullanılmıştır.

Sürü Büyüklüğü: Sürü büyüklüğü çözülecek problemin türüne göre değişmekle beraber, PSO algoritması ile yapılan çözümlerin genelinde 50 ila 100 arası popülasyon büyüklüğü tercih edilmiştir. Sürünün büyüklüğü taramayı artırdığı için çözümü yakınsamakla beraber çözüm süresini de artırmaktadır. Çalışmada daha iyi sonuçlar alınması açısından çözümü uzatmakla birlikte sürü büyüklüğü olarak 100 seçilmiştir.

Öğrenme Katsayıları: Parçacık öğrenme katsayısı olan C_1 ve sürü öğrenme katsayısı olan C_2 öğrenme katsayıları çok düşük değerler alındığı zaman parçacığın öğrenme yeteneğini yavaşlatacaktır ve parçacığın en iyi konuma ulaşması yavaş olacaktır. Çok yüksek değerler verildiği zaman ise parçacık ezberleme yapacak ve kendi en iyisini global en iyi kabul edip lokal minimumlara takılacak ve doğru sonuçlara ulaşmayacaktır. PSO çözüm algoritmalarında öğrenme katsayıları için genellikle 1 ila 2 arası değerler tercih edilmesi ile birlikte doğru olan parçacığın öğrenme durumunu kontrol edip değerleri değiştirmektir. Çalışmada hem lokal minimumların önüne geçmek için hem de daha yakın sonuçlar elde edebilmek için farklı değerler denenerek C_1 ve C_2 öğrenme katsayıları 0,5 seçilmiştir.

C_1 ve C_2 hızlanma sabitleri stokastik hızlanma terimlerinin ağırlığını temsil eder. Parçacığı sırası ile Pbest ve Gbest'e doğru ittirir. Küçük değerler parçacığın hedef bölgeden uzak dolaşmasına sebep olur, tersine büyük değerler ise parçacığın hedef bölgelere doğru ani hareketlenmesine sebep olur (Chen, 2018).

Ağırlık Katsayısı: Ağırlık katsayısı algoritmada parçacıkların dağılmasının önüne geçmekte ve bir noktada toplanmasını sağlamaktadır. Ağırlık katsayısının uygun bir değer seçilmesi yerel ve global aramalar arasında denge oluşturmaktadır. Literatürde PSO ile yapılan çözümlerde en iyi sonucu 0,5 ila 1 arasında değişken ağırlık katsayısının sağladığı belirtilmektedir. Ağırlık katsayısı değerinin 1'in üzerinde alınması hız vektörünü artırdığı için çok sağlıklı sonuçlar vermemektedir ve parçacık yakındaki değer aramalarını yapamamaktadır. Çok düşük değerler alındığı zaman ise global arama yapılamamaktadır. Çalışmada literatürde genel kabul gören değişken ağırlık katsayısı uygulanmıştır. Ağırlık katsayısı 1 ile başlayarak her iterasyonda 0,001 azaltılmış ve çözüm için son iterasyonda 0,5'e düşmüştür.

Ağırlık katsayısı değerleri bir dizi kontrollü deneylerle tahmin edilebilir. Yolların yoğunluk farkları hesaplanmadan kentsel ve kırsal alanlarda aynı ağırlık katsayılarının kullanılması temel algoritmada bazı bariz hatalara yol açabilir (Yanga ve diğerleri, 2013).

Durdurma Kriteri: Zor problem sınıfına giren GSP gibi problemlerin sonlandırılma mantığı program optimum sonuca ulaştığında durdurulması üzerinedir. Ya da programa bir iterasyon sayısı tanımlanır ve program o iterasyona ulaştığında durdurmayı yapar. Burada dikkat edilmesi gereken iterasyon sayısı tanımlanırken sonlandırma yapıldığında mutlaka optimum sonuca ulaşılabilmiş olmasıdır. Yani çözüm grafiğinde bir yerden sonra düz çizgiye ulaşılmış olması gerekir. Maksimum iterasyon sayısının yani durdurma iterasyonu sayısının çok büyük verilmesi de çözümü gereksiz uzatmış olur. Çalışmada maksimum iterasyon sayısı 500 seçilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

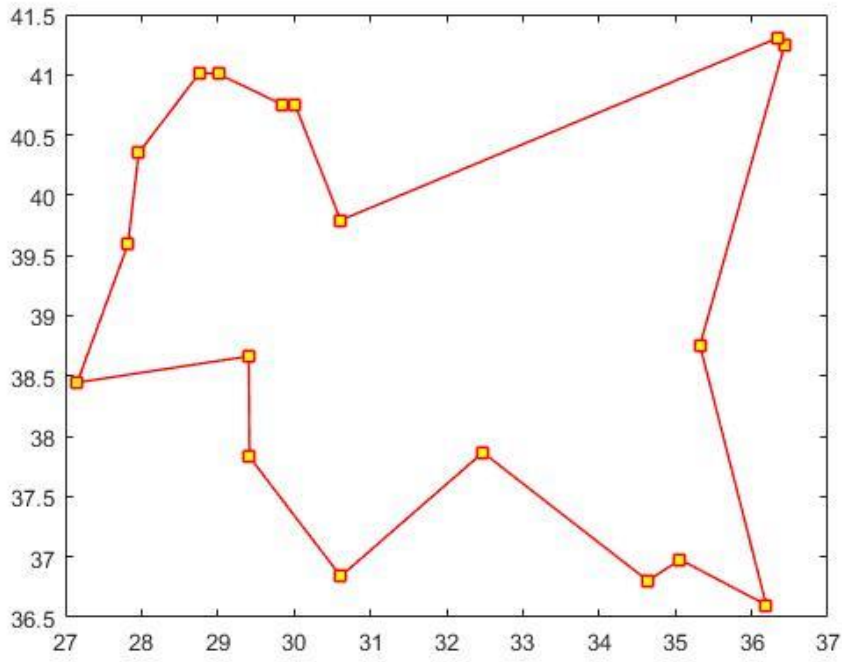
Çalışmanın bu bölümünde daha önceki bölümlerde gösterilen veriler üzerinden örnek çalışma güzergâhında bulunan 10'u lojistik köy ve 8'i ticari liman olmak üzere toplam 18 nokta üzerinden Mathworks Matlab programı kullanılarak öncelikle GSP'nin genel çalışma mantığını göstermek adına kuş uçuşu mesafeler ile koordinatlara göre standart çözüm yapılmış ve sonuçları listelenmiştir. Daha sonra ise yine aynı noktalar üzerinden modifiye edilmiş PSO algoritması ile yine daha önceki bölümlerde gösterilen gerçek değerler üzerinden unimodal karayolu taşımacılığı ve multimodal taşımacılık için mesafe, süre ve maliyet çözümleri yapılarak değerlendirilmeye çalışılmıştır.

4.1. Problemin Koordinatlara Göre Standart Çözümü

18 adet noktaya ait Bölüm 3.3'te verilen koordinatlar üzerinden Öklid bağıntısı ile bulunan kuş uçuşu mesafelere göre PSO algoritması ile yapılan çözüme göre en kısa tur: İskenderun Limanı → Mersin Yenice Lojistik Köyü → Konya Kayacık Lojistik Köyü → Antalya Limanı → Denizli Kaklık Lojistik Köyü → Uşak Lojistik Köyü → İzmir Limanı → Balıkesir Gökköy Lojistik Köyü → Bandırma Limanı → İstanbul Halkalı Lojistik Köyü → Haydarpaşa Limanı → Derince Limanı → İzmit Köseköy Lojistik Köyü → Eskişehir Hasanbey Lojistik Köyü → Samsun Limanı → Samsun Gelemen Lojistik Köyü → Kayseri Boğazköprü Lojistik Köyü → İskenderun Limanı şeklinde olup kuş uçuşu toplam tur mesafesi 2 747 00 km'dir.

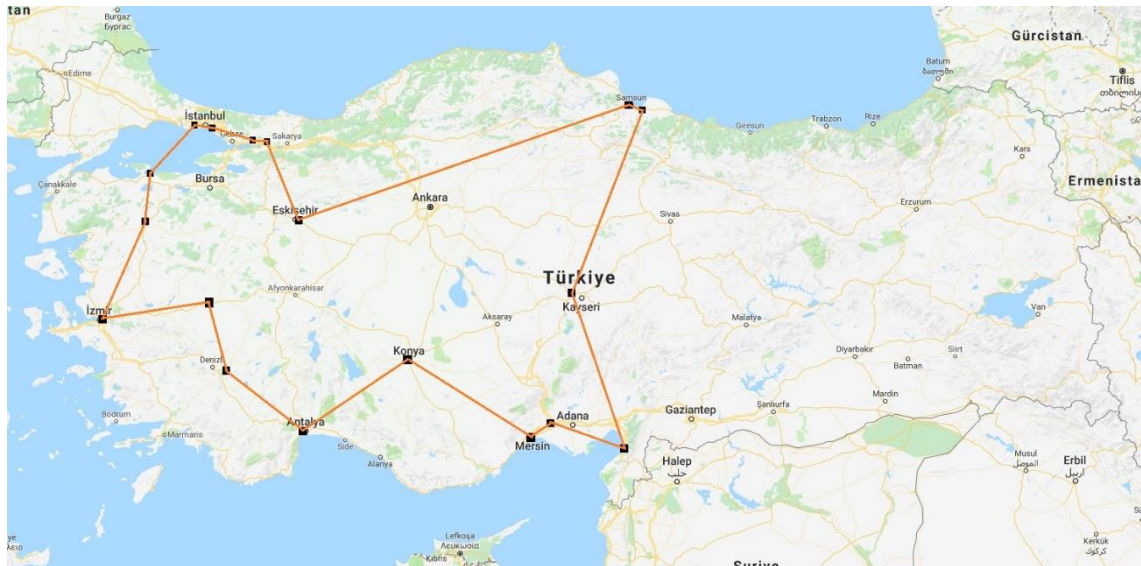
4.1.1. Güzergâh Çizimi

Koordinatlara göre yapılan standart çözüm için Matlab Programından alınan güzergâh figürü Şekil 4.1'de verilmiştir. Şekil incelendiği zaman GSP'nin genel mantığına uygun olarak kuş uçuşu mesafelerin koordinatlarla orantılı olmasından dolayı şekil üzerinde de çizimin kısa kenarlar üzerinden gittiği görülecektir. Ancak ilerleyen bölümlerde görülecektir ki modifiyeli algoritma gerçek mesafelere göre çözüm yaptığından ve çizimi koordinatlara göre yaptığından dolayı bazı çözümlerde güzergâh koordinat olarak uzun gözükmesine rağmen örneğin süre gibi parametre açısından daha avantajlı durumda olacaktır ve optimizasyon o güzergâhı seçecektir.



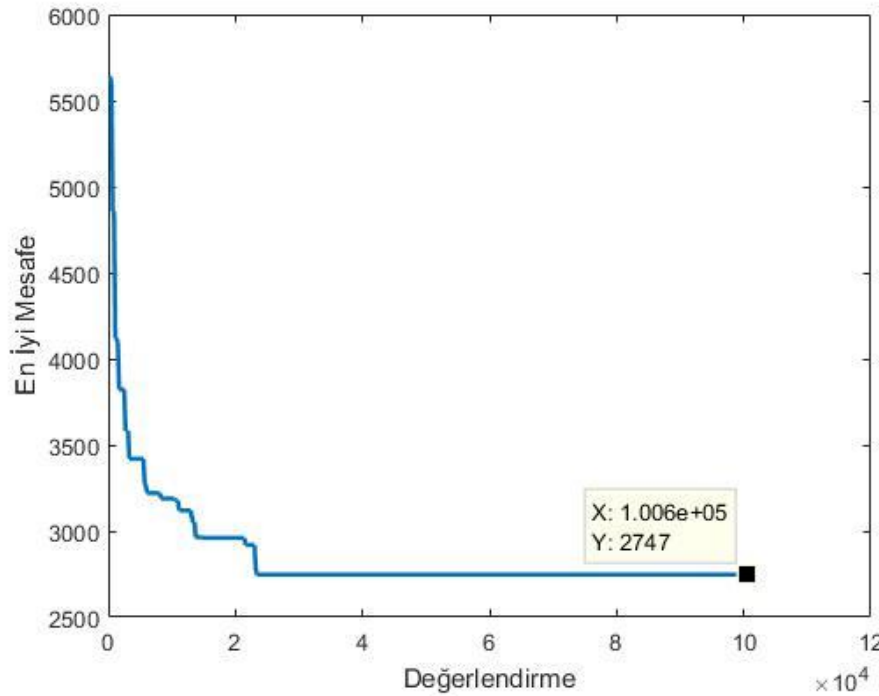
Şekil 4.2. Koordinatlara göre çözüm güzergâh çizimi

4.1.2. Güzergâhın Türkiye Haritasında Gösterimi



Şekil 4.3. Koordinatlara göre çözüm haritada gösterimi

4.1.3. Hesap Grafiği

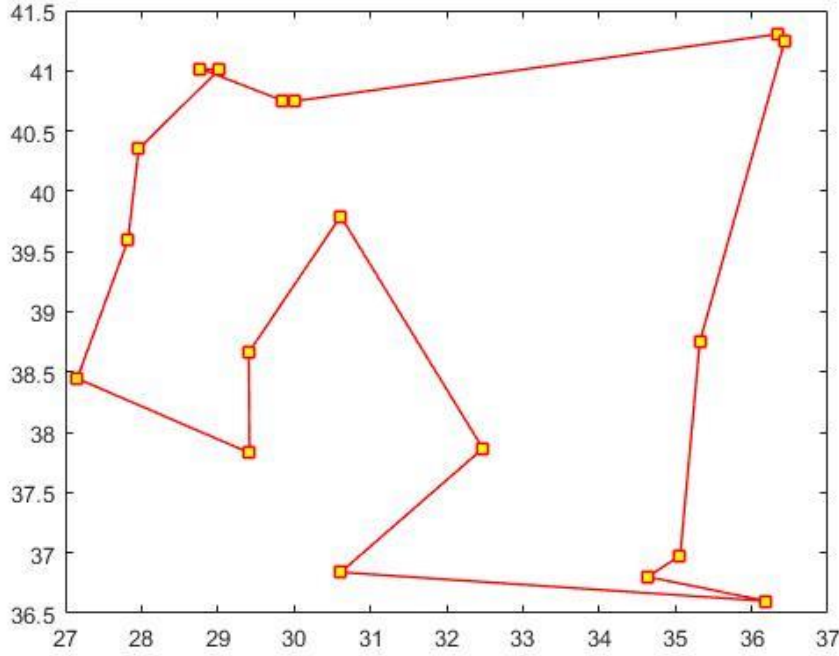


Şekil 4.4. Koordinatlara göre çözüm hesap grafiği

4.2. Problemin Unimodal Karayolu Mesafelerine Göre Çözümü

Örnek GSP, 18 adet noktaya ait Bölüm 3.4. de verilen gerçek karayolu mesafeleri üzerinden; PSO'nun modifiye edilmiş algoritması ile yapılan, unimodal gerçek karayolu mesafeleri çözümüne göre en kısa tur: İskenderun Limanı → Antalya Limanı → Konya Kayacık Lojistik Köyü → Derince Limanı → İzmit Köseköy Lojistik Köyü → İstanbul Halkalı Lojistik Köyü → Haydarpaşa Limanı → Bandırma Limanı → Balıkesir Gökköy Lojistik Köyü → İzmir Limanı → Denizli Kaklık Lojistik Köyü → Uşak Lojistik Köyü → Eskişehir Hasanbey Lojistik Köyü → Samsun Limanı → Samsun Gelemen Lojistik Köyü → Kayseri Boğazköprü Lojistik Köyü → Mersin Yenice Lojistik Köyü → Mersin Limanı → İskenderun Limanı şeklinde olup toplam tur mesafesi 3 824 00 km'dir.

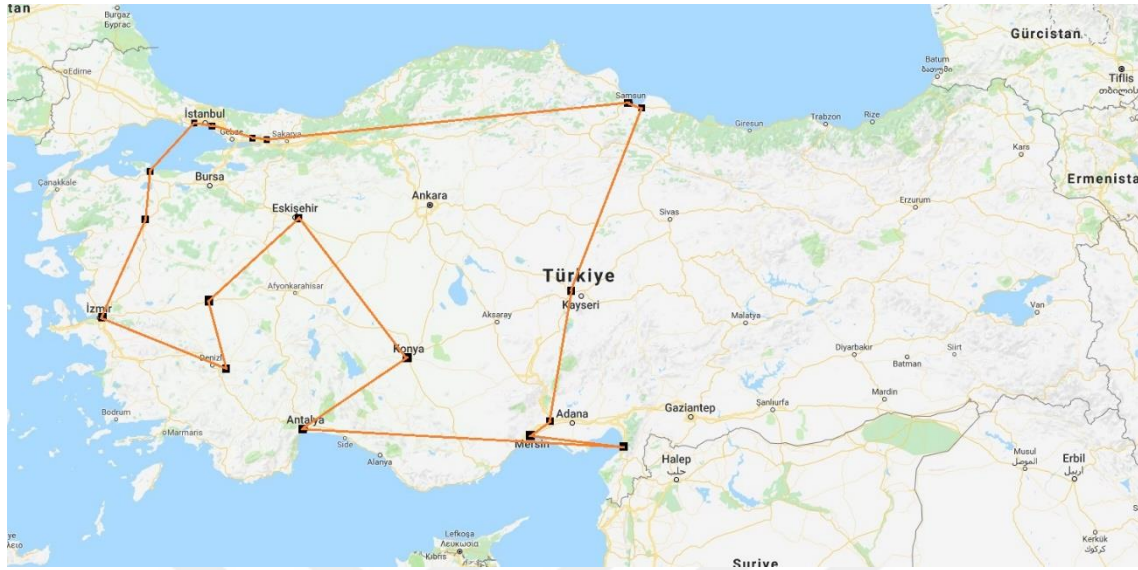
4.2.1. Güzergâh Çizimi



Şekil 4.5. Unimodal karayolu mesafelerine göre çözüm güzergâh çizimi

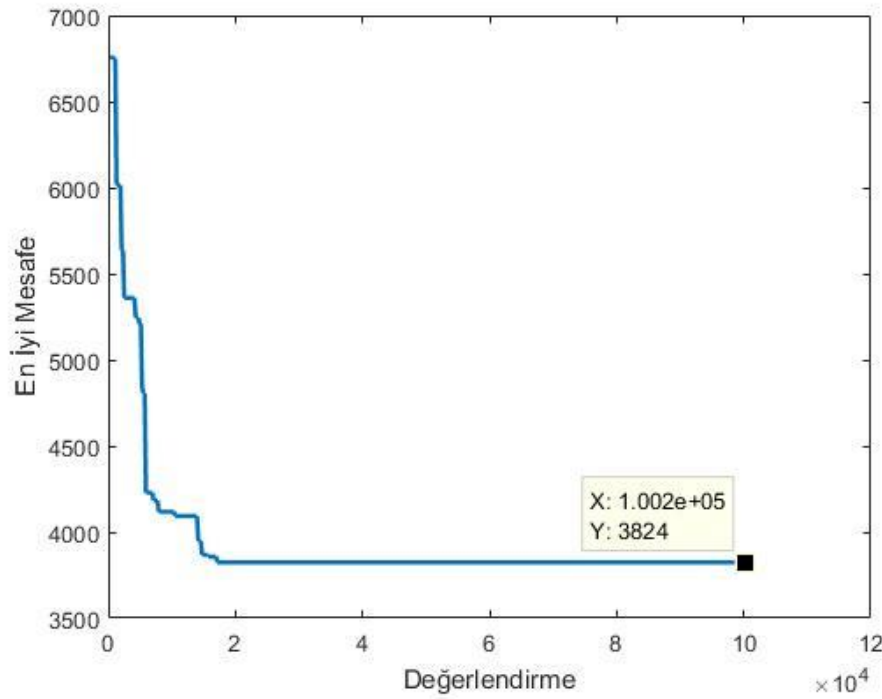
Gerçek karayolu mesafelerine göre yapılan çözümün program figürü Şekil 4.4'te verilmiştir. Yaygın kullanılan taşımacılık türü olan karayolu mesafelerine göre çözüm yapılırken, istisna olarak limanlar arası mesafelerde kıyasın daha sağlıklı olması için yine yaygın kullanılan taşımacılık türü olan deniz mesafeleri kullanılmıştır. Bu durumu şekil üzerinde örnekleyecek olursak optimizasyonun Antalya Limanı, Mersin Limanı, İskenderun Limanı üçgeninde koordinata göre kuş uçuşu mesafe olarak güzergâhın; Antalya Limanı → Mersin Limanı → İskenderun Limanı olması gerekirken bahsi geçen güzergâhın gerçek karayolu mesafelerinin daha uzun olmasından dolayı optimizasyon çözümü; Antalya Limanı → İskenderun Limanı → Mersin Limanı şeklinde gerçekleşmiştir. Koordinatlara göre çözümde kuş uçuşu toplam tur mesafesi 2 747 00 km iken gerçek karayolu mesafelerine göre yapılan çözümde 3 824 00 km bulunmuştur.

4.2.2. Güzergâhın Türkiye Haritasında Gösterimi



Şekil 4.6. Unimodal karayolu mesafelerine göre çözüm haritada gösterimi

4.2.3. Hesap Grafiği



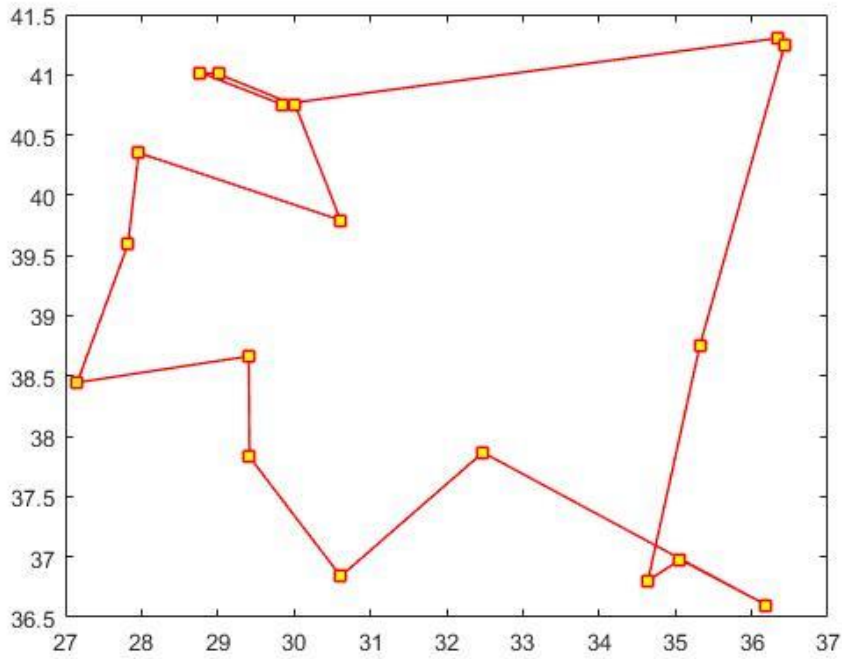
Şekil 4.7. Unimodal karayolu mesafelerine göre çözüm hesap grafiği

4.3. Problemin Unimodal Karayolu Sürelerine Göre Çözümü

Örnek GSP, 18 adet noktaya ait Bölüm 3.5’de verilen gerçek karayolu süreleri üzerinden; PSO’nun modifiye edilmiş algoritması ile yapılan, unimodal gerçek karayolu süreleri çözümüne göre en kısa tur: İskenderun Limanı → Konya Kayacık Lojistik Köyü → Antalya Limanı → Denizli Kaklık Lojistik köyü → Uşak Lojistik Köyü → İzmir Limanı → Balıkesir Gökköy lojistik Köyü → Bandırma Limanı → Eskişehir Hasanbey Lojistik Köyü → İzmit Köseköy Lojistik Köyü → İstanbul Halkalı Lojistik Köyü → Haydarpaşa Limanı → Derince Limanı → Samsun Limanı → Samsun Gelemen Lojistik Köyü → Kayseri Boğazköprü Lojistik Köyü → Mersin Limanı → Mersin Yenice Lojistik Köyü → İskenderun Limanı şeklinde olup toplam tur süresi 76,38 saattir.

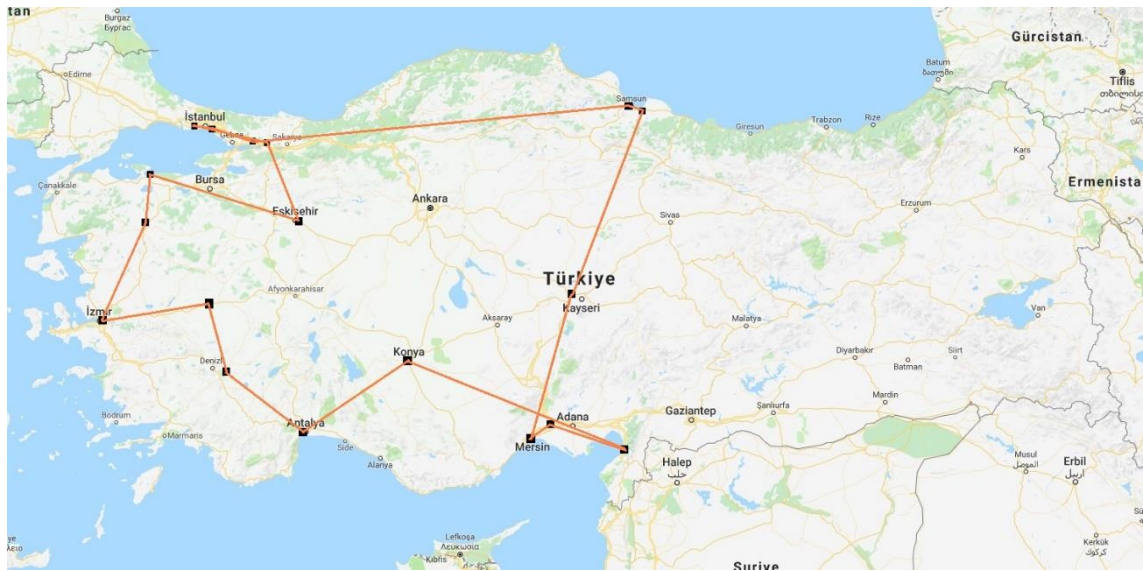
4.3.1. Güzergâh Çizimi

Unimodal karayolu sürelerine göre çözümün program figürü Şekil 4.7’de verilmiştir. Şekil incelendiği zaman, mesafenin süre ile orantılı olmasından dolayı unimodal karayolu optimum süreye ait güzergâh çiziminin unimodal karayolu optimum mesafeye ait güzergâh çizimine benzer olduğu görülecektir. Farklı olan kısımlar ise bir önceki bölümde de belirtildiği gibi unimodal karayolu çözümünde limanlar arası için yaygın ulaştırma türü olan deniz taşımacılığı parametreleri kullanılmasından dolayı meydana gelmiştir. Söz konusu farklılık, karayolu taşımacılığı ve denizyolu taşımacılığı ortalama hızlarının farklı olmasından dolayı oluşmuştur. Yani karayolu mesafesinin uzun olduğu bazı güzergâhlar ortalama hızdan dolayı süre olarak daha avantajlı hale gelmiştir ve optimizasyon o güzergâhı seçmiştir.



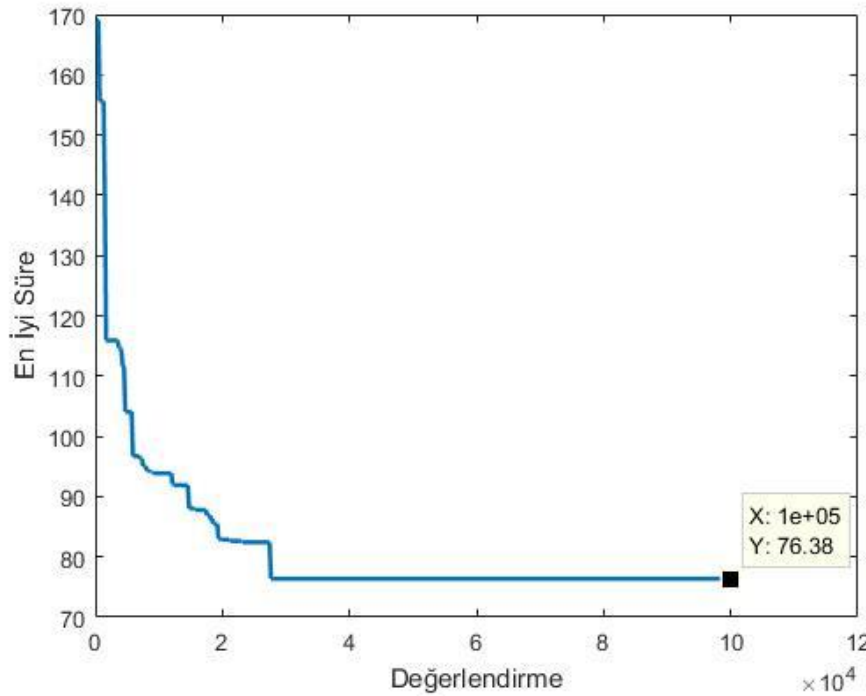
Şekil 4.8. Unimodal karayolu sürelerine göre çözüm güzergâh çizimi

4.3.2. Güzergâhın Türkiye Haritasında Gösterimi



Şekil 4.9. Unimodal karayolu sürelerine göre çözüm haritada gösterimi

4.3.3. Hesap Grafiği

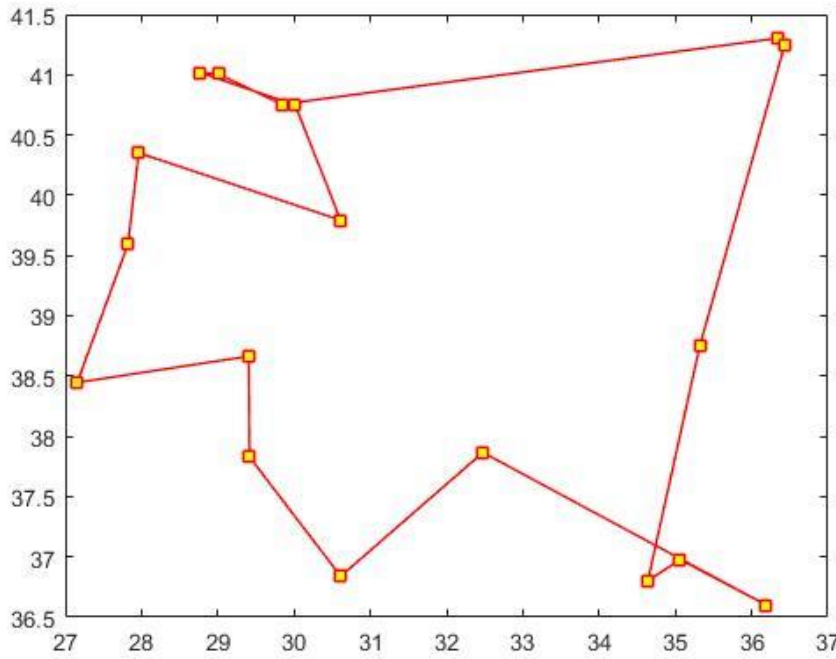


Şekil 4.10. Unimodal karayolu sürelerine göre çözüm hesap grafiği

4.4. Problemin Unimodal Karayolu Birim Maliyetlerine Göre Çözümü

Örnek GSP, 18 adet noktaya ait Bölüm 3.6'da verilen gerçek karayolu birim maliyetleri üzerinden; PSO'nun modifiye edilmiş algoritması ile yapılan, unimodal gerçek karayolu birim maliyetlerine göre çözümüne göre en ekonomik tur: İskenderun Limanı → Konya Kayacık Lojistik Köyü → Antalya Limanı → Denizli Kaklık Lojistik Köyü → Uşak Lojistik Köyü → İzmir Limanı → Balıkesir Gökköy Lojistik Köyü → Bandırma Limanı → Eskişehir Hasanbey Lojistik Köyü → İzmit Köseköy Lojistik Köyü → Haydarpaşa Limanı → İstanbul Halkalı Lojistik Köyü → Derince Limanı → Samsun Limanı → Samsun Gelemen Lojistik Köyü → Kayseri Boğazköprü Lojistik Köyü → Mersin Limanı → Mersin Yenice Lojistik Köyü → İskenderun Limanı şeklinde olup toplam maliyet 639 10 TL'dir.

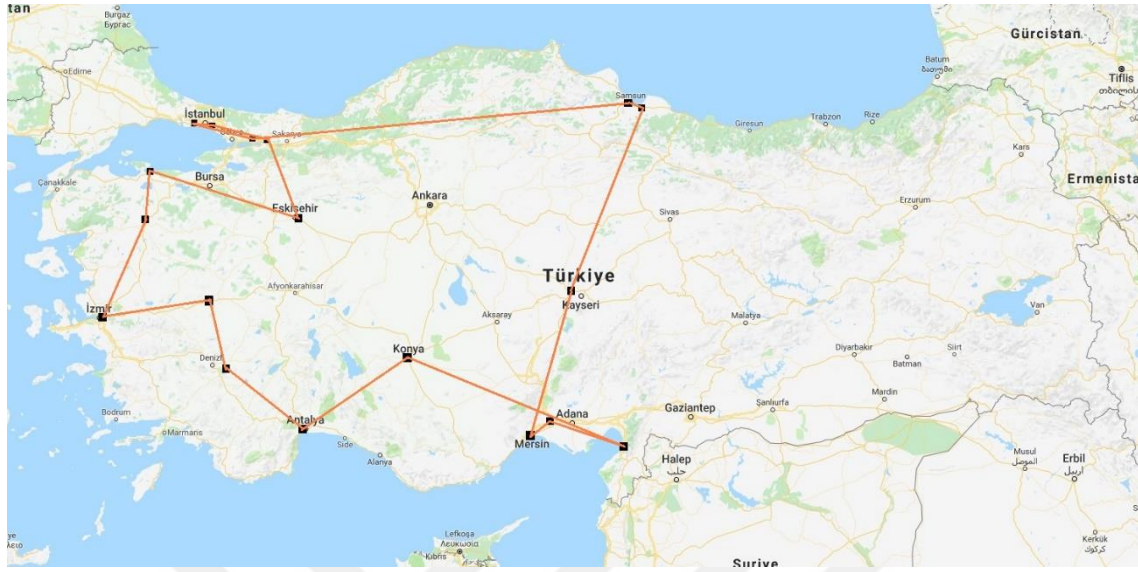
4.4.1. Güzergâh Çizimi



Şekil 4.11. Unimodal karayolu birim maliyetlerine göre çözüm güzergâh çizimi

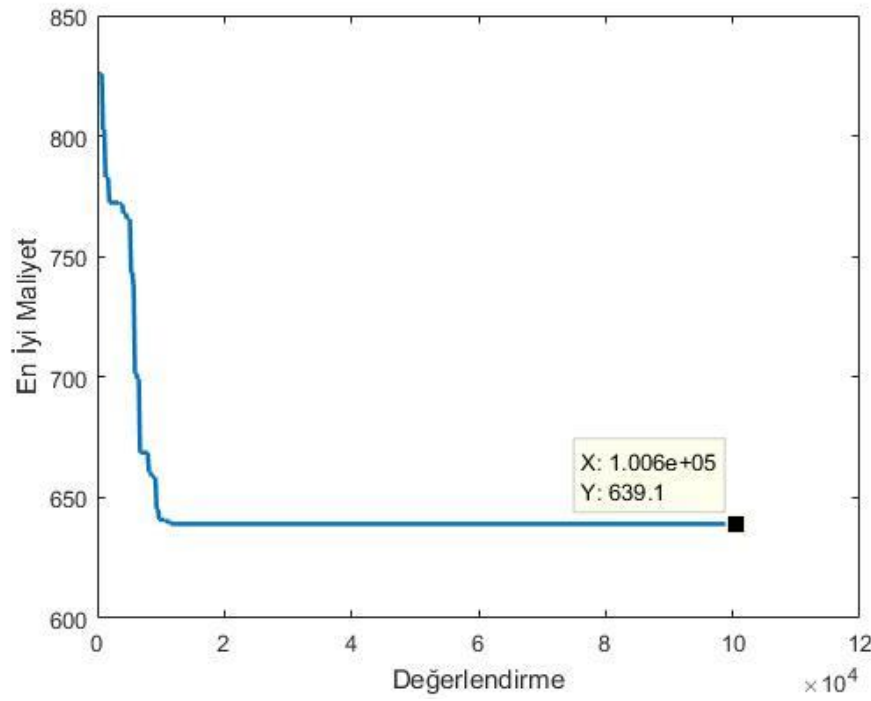
Unimodal karayolu birim maliyetlerine göre çözümün program figürü Şekil 4.10'da verilmiştir. Maliyet parametresi, hem unimodal taşımacılık hem de multimodal taşımacılıkta doğrudan mesafe ile orantılı değildir. (Cansız ve Göçmen, 2018) Daha açık bir ifade ile belirtmek gerekirse maliyet parametresi hesaplanırken, mesafe de hesap kriterlerinden biridir ama maliyetin tamamı mesafe ile alakalı değildir. Örneğin yakıt A noktasından B noktasına giden bir araç için birim maliyet incelendiğinde yakıt gideri için mesafe doğrudan etkilidir ama yükleme – boşaltma, yıpranma, şoför giderleri gibi diğer giderlerin mesafenin az ya da çok olmasına bakmaksızın her taşıma için eklenmesi gerekmektedir. Bu yüzden unimodal karayolu sürelerine göre optimizasyon güzergâhı, unimodal karayolu mesafelerine göre optimizasyon güzergâhına nispeten benzer olmasına rağmen; Şekil 4.10 ve Şekil 4.4 incelendiği zaman unimodal karayolu birim maliyetleri optimizasyon güzergâhının, unimodal karayolu mesafelerine göre optimizasyon güzergâhına benzer olmadığı görülecektir.

4.4.2. Güzergâhın Türkiye Haritasında Gösterimi



Şekil 4.12. Unimodal karayolu birim maliyetlerine göre çözüm haritada gösterimi

4.4.3. Hesap Grafiği



Şekil 4.13. Unimodal karayolu birim maliyetlerine göre çözüm hesap grafiği

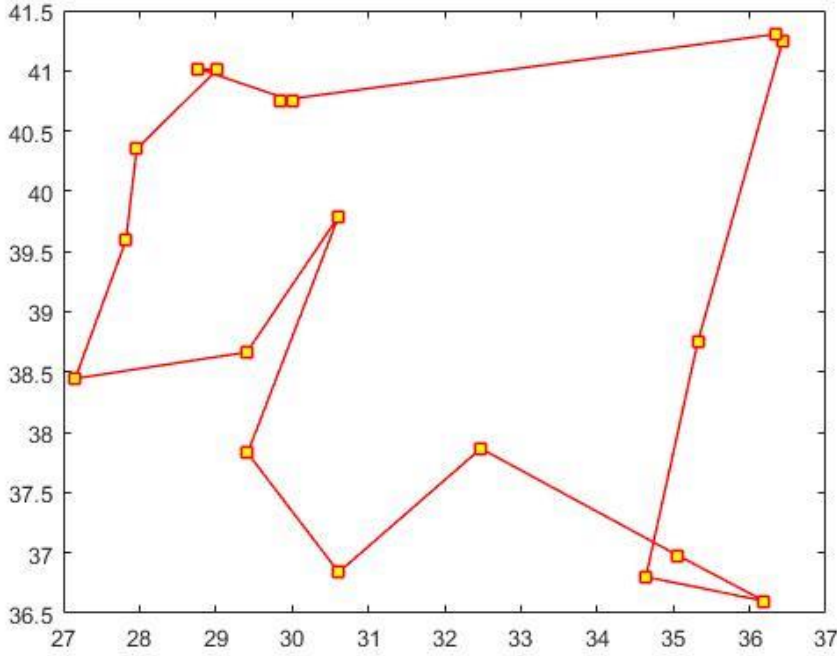
4.5. Problemin Multimodal Mesafelere Göre Çözümü

Örnek GSP, 18 adet noktaya ait Bölüm 3.4’te verilen mesafeler üzerinden; PSO’nun modifiye edilmiş algoritması ile yapılan, multimodal karayolu mesafeleri çözümüne göre en kısa tur ve ulaşım modları:

- İskenderun limanı → Mersin Yenice Lojistik Köyü – karayolu taşımacılığı
- Mersin Yenice Lojistik Köyü → Konya Kayacık Lojistik Köyü – karayolu taşımacılığı
- Konya Kayacık Lojistik Köyü → Antalya Limanı – karayolu taşımacılığı
- Antalya Limanı → Denizli Kaklık Lojistik Köyü – karayolu taşımacılığı
- Denizli Kaklık Lojistik Köyü → Eskişehir Hasanbey Lojistik Köyü – demiryolu taşımacılığı
- Eskişehir Hasanbey Lojistik Köyü → Uşak Lojistik Köyü – karayolu taşımacılığı
- Uşak Lojistik Köyü → İzmir Limanı – karayolu taşımacılığı
- İzmir Limanı → Balıkesir Gökköy Lojistik Köyü – karayolu taşımacılığı
- Balıkesir Gökköy Lojistik Köyü → Bandırma Limanı – demiryolu taşımacılığı
- Bandırma Limanı → Haydarpaşa Limanı – denizyolu taşımacılığı
- Haydarpaşa Limanı → İstanbul Halkalı Lojistik Köyü – demiryolu taşımacılığı
- İstanbul Halkalı Lojistik Köyü → İzmit Köseköy Lojistik Köyü – karayolu taşımacılığı
- İzmit Köseköy Lojistik Köyü → Derince Limanı – karayolu taşımacılığı
- Derince Limanı → Samsun Limanı – karayolu taşımacılığı
- Samsun Limanı → Samsun Gelemen Lojistik Köyü – karayolu taşımacılığı
- Samsun Gelemen Lojistik Köyü → Kayseri Boğazköprü Lojistik Köyü – karayolu taşımacılığı
- Kayseri Boğazköprü Lojistik Köyü → Mersin Limanı - karayolu taşımacılığı
- Mersin Limanı → İskenderun Limanı – denizyolu taşımacılığı

şeklinde olup toplam mesafe 3 295 00 km’dir.

4.5.1. Güzergâh Çizimi

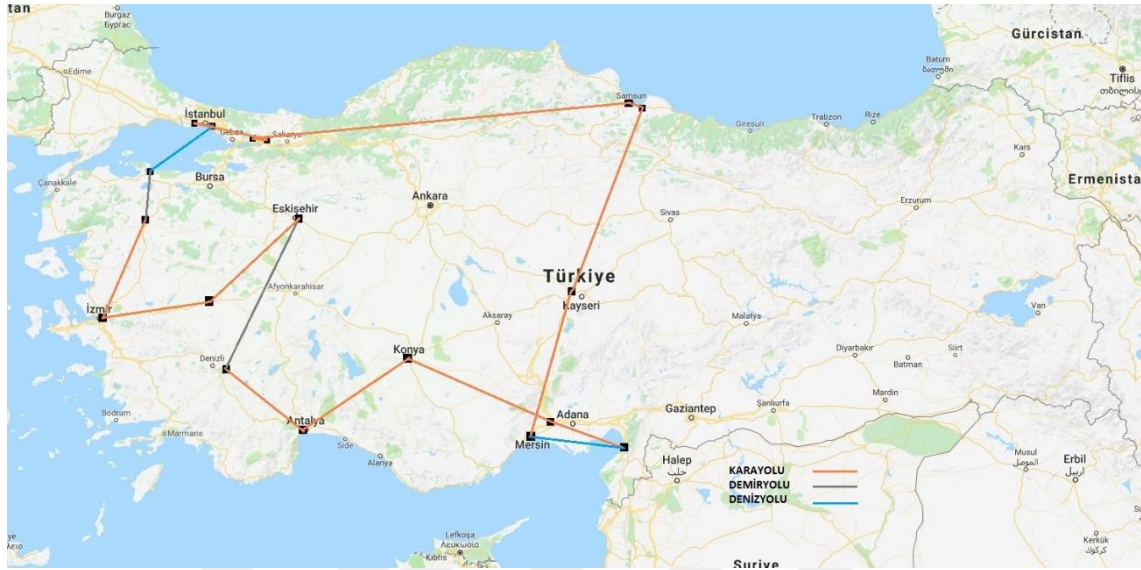


Şekil 4.14. Multimodal mesafelere göre çözüm güzergâh çizimi

Multimodal mesafelere göre yapılan çözümün program figürü Şekil 4.13'te verilmiştir. Ülkemizde en gelişmiş ve altyapısı en kuvvetli ulaşım türü karayolu ulaşımı olduğu için mesafe olarak da genel olarak diğer ulaşım türlerine oranla daha kısadır. Bu yüzden problemin multimodal karayolu mesafelerine göre çözümde optimizasyon programı ağırlık olarak karayolu taşımacılığını tercih etmiştir. Şekil 4.14'te multimodal mesafelere göre optimizasyonun ulaşım türü dağılımı Türkiye Haritası üzerinde gösterilmiştir.

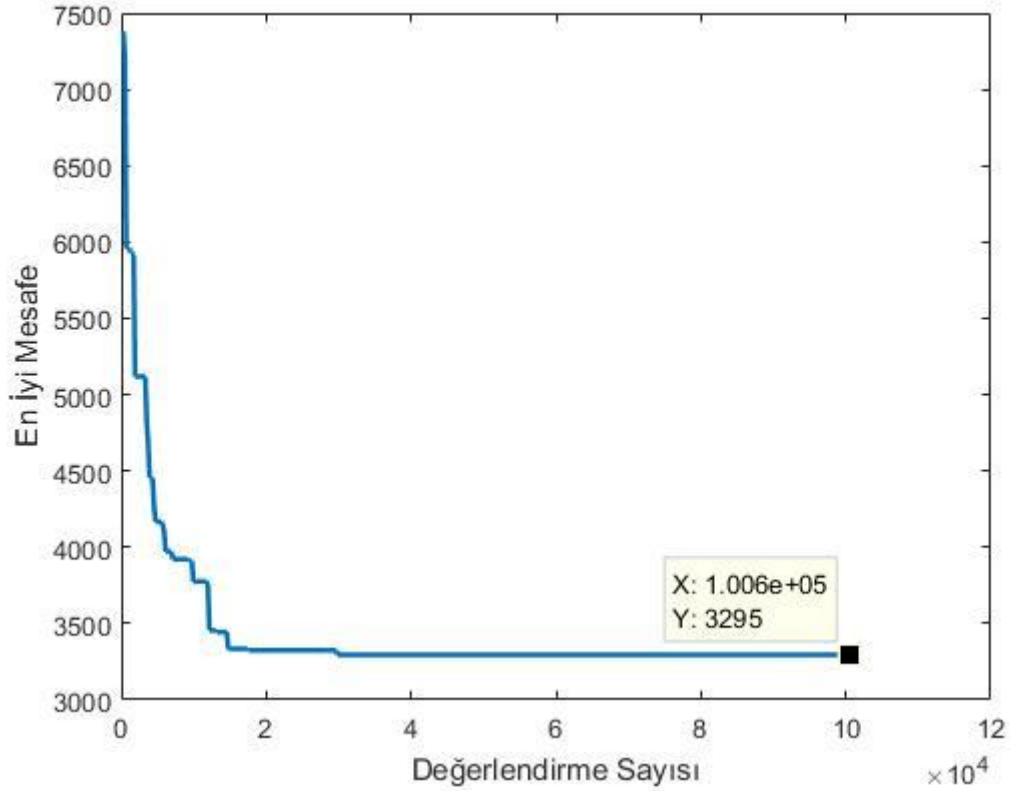
Optimizasyonun multimodal mesafe çözümü ağırlık olarak karayolu taşımacılığını seçmiş olmasına rağmen multimodal taşımacılık mesafe açısından yine de daha avantajlı durumdadır. Şöyle ki unimodal karayolu mesafelerine göre çözümde toplam tur mesafesi 3 824 00 km iken multimodal mesafelere göre yapılan çözümde toplam tur mesafesi 3 295 00 km'ye düşmüştür.

4.5.2. Güzergâhın Türkiye Haritasında Gösterimi



Şekil 4.15. Multimodal mesafelere göre çözüm haritada gösterimi

4.5.3. Hesap Grafiği



Şekil 4.16. Multimodal mesafelere göre çözüm hesap grafiği

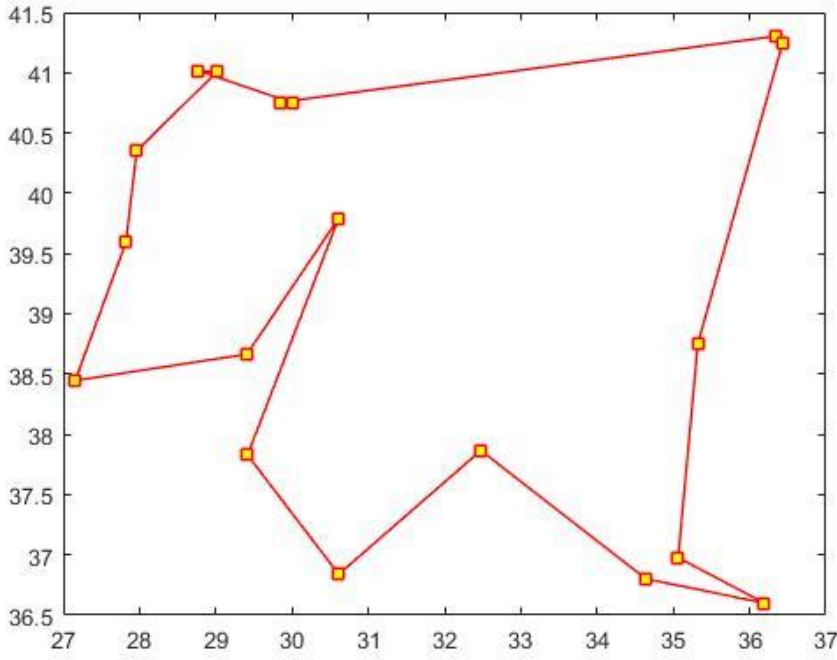
4.6. Problemin Multimodal Sürelere Göre Çözümü

Örnek GSP, 18 adet noktaya ait Bölüm 3.5’te verilen süreler üzerinden; PSO’nun modifiye edilmiş algoritması ile yapılan, multimodal süreler çözümüne göre en kısa tur ve ulaşım modları:

- İskenderun limanı → Mersin Limanı – denizyolu taşımacılığı
- Mersin Limanı → Konya Kayacık Lojistik Köyü – demiryolu taşımacılığı
- Konya Kayacık Lojistik Köyü → Antalya Limanı – karayolu taşımacılığı
- Antalya Limanı → Denizli Kaklık Lojistik Köyü – karayolu taşımacılığı
- Denizli Kaklık Lojistik Köyü → Eskişehir Hasanbey Lojistik Köyü – demiryolu taşımacılığı
- Eskişehir Hasanbey Lojistik Köyü → Uşak Lojistik Köyü – karayolu taşımacılığı
- Uşak Lojistik Köyü → İzmir Limanı – karayolu taşımacılığı
- İzmir Limanı → Balıkesir Gökköy Lojistik Köyü – karayolu taşımacılığı
- Balıkesir Gökköy Lojistik Köyü → Bandırma Limanı – demiryolu taşımacılığı
- Bandırma Limanı → Haydarpaşa Limanı – denizyolu taşımacılığı
- Haydarpaşa Limanı → İstanbul Halkalı Lojistik Köyü – demiryolu taşımacılığı
- İstanbul Halkalı Lojistik Köyü → İzmit Köseköy Lojistik Köyü – karayolu taşımacılığı
- İzmit Köseköy Lojistik Köyü → Derince Limanı – demiryolu taşımacılığı
- Derince Limanı → Samsun Limanı – karayolu taşımacılığı
- Samsun Limanı → Samsun Gelemen Lojistik Köyü – karayolu taşımacılığı
- Samsun Gelemen Lojistik Köyü → Kayseri Boğazköprü Lojistik Köyü – karayolu taşımacılığı
- Kayseri Boğazköprü Lojistik Köyü → Mersin Yenice Lojistik Köyü – demiryolu taşımacılığı
- Mersin Yenice Lojistik Köyü → İskenderun Limanı - demiryolu taşımacılığı

şeklinde olup toplam süre 71,65 saattir.

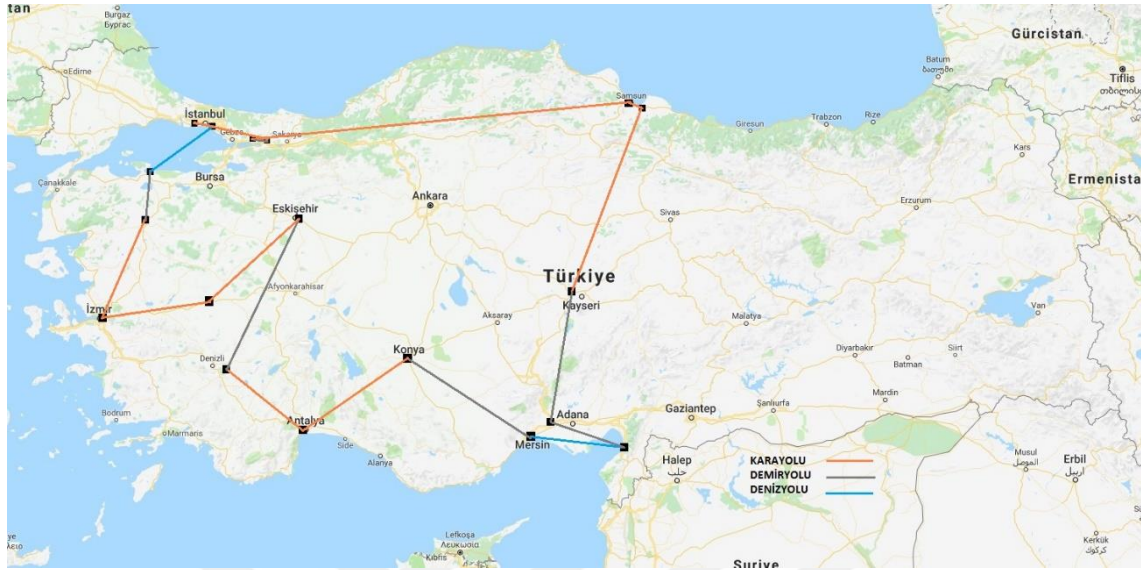
4.6.1. Güzergâh Çizimi



Şekil 4.17. Multimodal süreler göre çözüm güzergâh çizimi

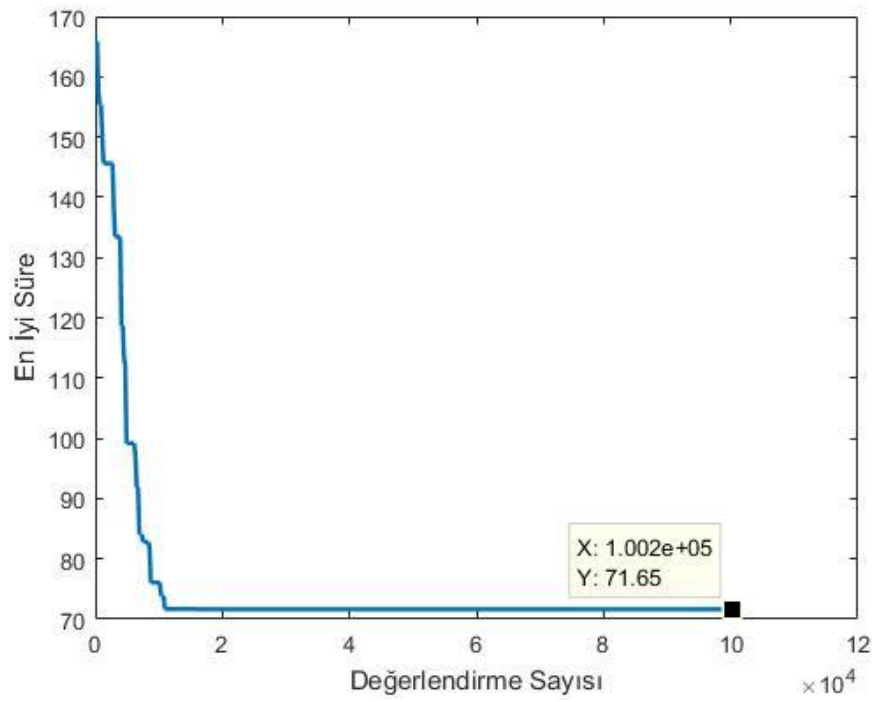
Multimodal mesafelere göre yapılan çözümün program figürü Şekil 4.16'da verilmiştir. Multimodal mesafelere göre yapılan çözümde ulaşım türleri arasında dağılım hemen hemen eşit şekilde olmuştur. Şekil 4.17'de multimodal süreler göre optimizasyonun ulaşım türü dağılımı Türkiye Haritası üzerinde gösterilmiştir. Optimizasyonun multimodal süre çözümü de daha avantajlı durumdadır. Unimodal karayolu mesafelerine göre çözümde toplam tur süresi 76,38 saat iken multimodal mesafelere göre yapılan çözümde toplam tur süresi 71,65 saate düşmüştür.

4.6.2. Güzergâhın Türkiye Haritasında Gösterimi



Şekil 4.18. Multimodal süreler göre çözüm haritada gösterimi

4.6.3. Hesap Grafiği



Şekil 4.19. Multimodal süreler göre çözüm hesap grafiği

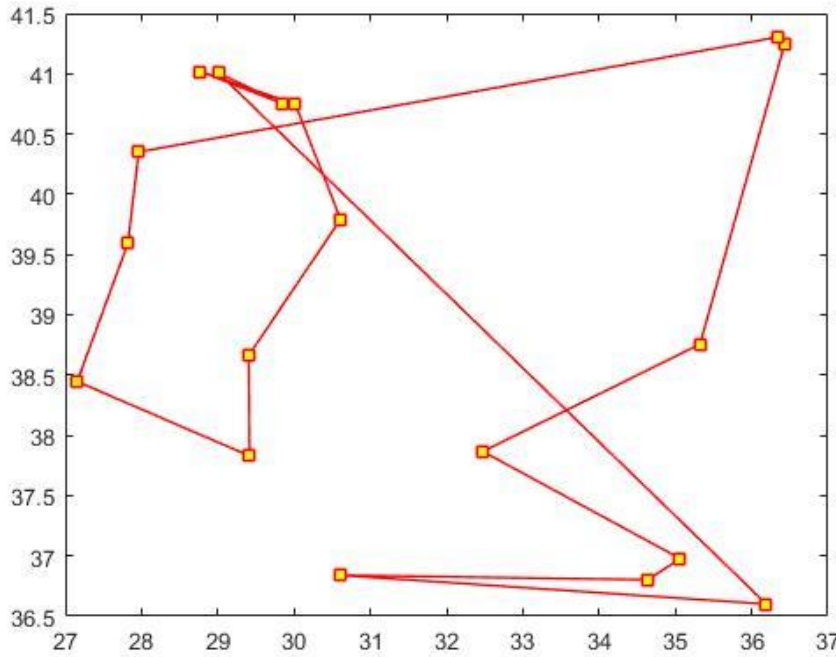
4.7. Problemin Multimodal Birim Maliyetlere Göre Çözümü

Örnek GSP, 18 adet noktaya ait Bölüm 3.6'da verilen birim maliyetler üzerinden; PSO'nun modifiye edilmiş algoritması ile yapılan, multimodal birim maliyetlere göre çözümünde en ekonomik tur ve ulaşım modları:

- İskenderun limanı → Antalya Limanı – denizyolu taşımacılığı
- Antalya Limanı → Mersin Limanı – denizyolu taşımacılığı
- Mersin Limanı → Mersin Yenice Lojistik Köyü – demiryolu taşımacılığı
- Mersin Yenice Lojistik Köyü → Konya Kayacık Lojistik Köyü – demiryolu taşımacılığı
- Konya Kayacık Lojistik Köyü → Kayseri Boğazköprü Lojistik Köyü – demiryolu taşımacılığı
- Kayseri Boğazköprü Lojistik Köyü → Samsun Gelemen Lojistik Köyü – karayolu taşımacılığı
- Samsun Gelemen Lojistik Köyü → Samsun Limanı – demiryolu taşımacılığı
- Samsun Limanı → Bandırma Limanı – denizyolu taşımacılığı
- Bandırma Limanı → Balıkesir Gökköy Lojistik Köyü – demiryolu taşımacılığı
- Balıkesir Gökköy Lojistik Köyü → İzmir Limanı – demiryolu taşımacılığı
- İzmir Limanı → Denizli Kaklık Lojistik Köyü – demiryolu taşımacılığı
- Denizli Kaklık Lojistik Köyü → Uşak Lojistik Köyü – karayolu taşımacılığı
- Uşak Lojistik Köyü → Eskişehir Hasanbey Lojistik Köyü – demiryolu taşımacılığı
- Eskişehir Hasanbey Lojistik Köyü → İzmit Köseköy Lojistik Köyü – demiryolu taşımacılığı
- İzmit Köseköy Lojistik Köyü → İstanbul Halkalı Lojistik Köyü – demiryolu taşımacılığı
- İstanbul Halkalı Lojistik Köyü → Derince Limanı – demiryolu taşımacılığı
- Derince Limanı → Haydarpaşa Limanı – demiryolu taşımacılığı
- Haydarpaşa Limanı → İskenderun Limanı - denizyolu taşımacılığı

şeklinde olup toplam maliyet 394 60 TL'dir.

4.7.1. Güzergâh Çizimi

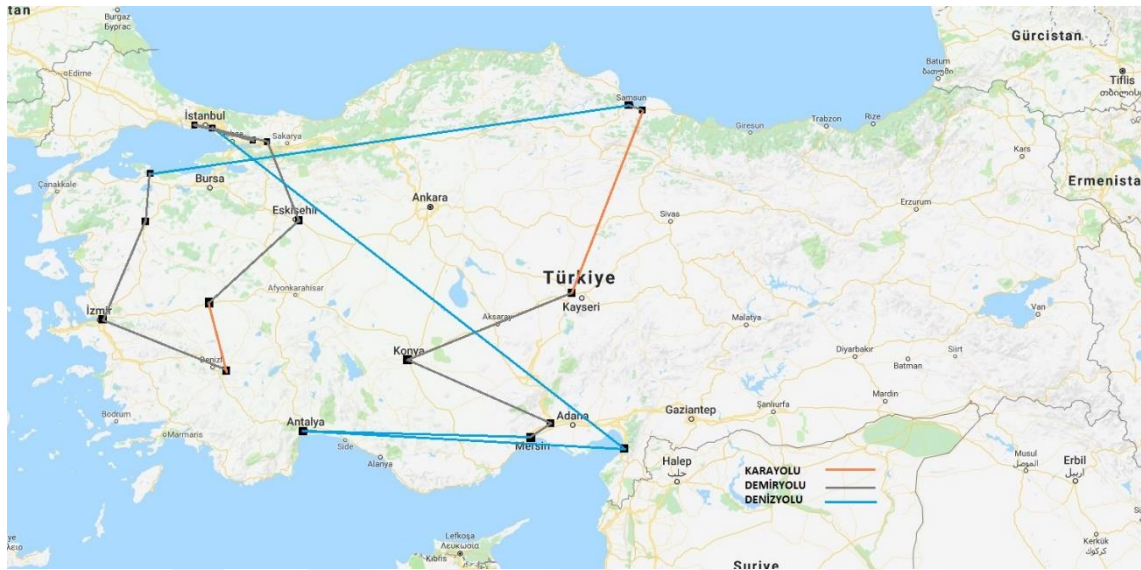


Şekil 4.20. Multimodal birim maliyetlere göre çözüm güzergâh çizimi

Multimodal birim maliyetlere göre yapılan çözümün program figürü Şekil 4.19'da verilmiştir. Multimodal birim maliyetlere göre yapılan çözümün güzergâh çizimi incelendiğinde optimizasyonun deniz taşımacılığı seçeneği olan yerlerde öncelikle deniz taşımacılığını seçtiği, daha sonra ise sırası ile demiryolu ve karayolu taşımacılıklarını seçtiği görülecektir. Güzergâh çizimindeki düzensizlik yine nokta koordinatları ile maliyetlerin orantısız olmasından kaynaklanmaktadır. Örneğin İskenderun Limanı ve Haydarpaşa Limanı arasındaki denizyolu maliyetinin çok avantajlı olması program tarafından denizyolu taşımacılığının seçilmesine ve koordinata göre çizimin şekli çapraz olarak bölmesine sebep olmuştur, şekil düzensiz olmasına rağmen çözüm doğrudur. Şekil 4.20'de multimodal birim maliyetlere göre optimizasyonun ulaşım türü dağılımı Türkiye Haritası üzerinde gösterilmiştir.

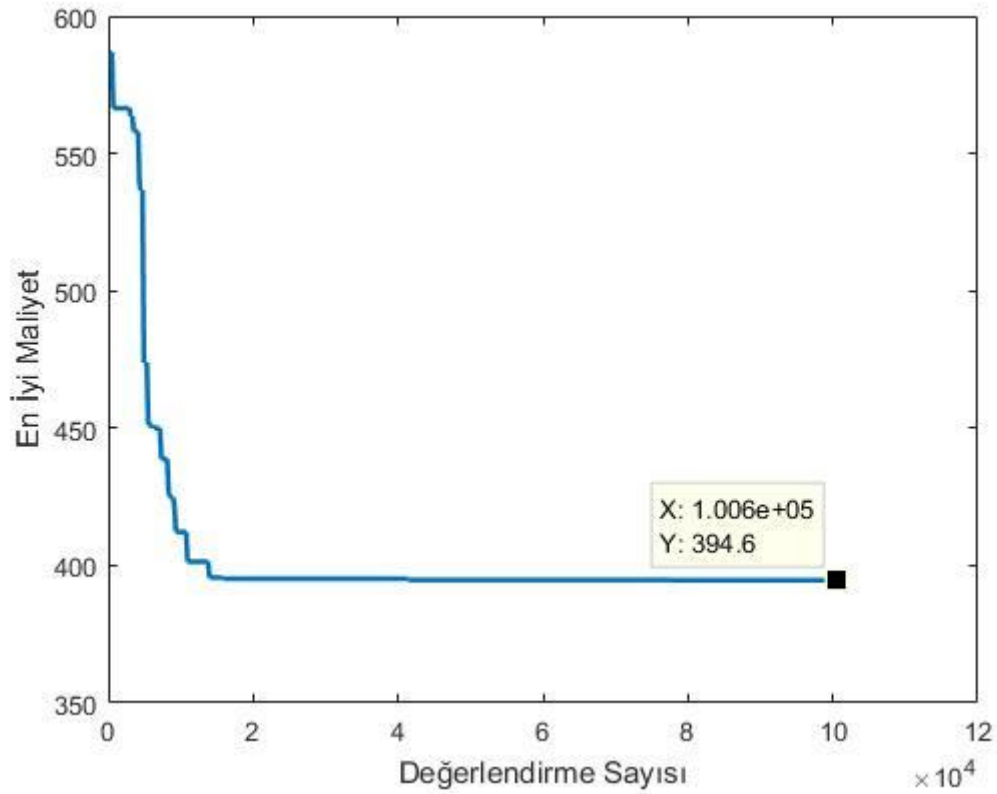
Özellikle denizyolu ve demiryolu taşımacılıklarının maliyet avantajları; multimodal taşımacılığı, unimodal karayolu taşımacılığına göre oldukça avantajlı duruma getirmektedir. Unimodal karayolu birim maliyetlerine göre çözümde toplam tur maliyeti 639 10 TL iken multimodal birim maliyetlere göre yapılan çözümde toplam tur maliyeti 394 60 TL'ye düşmüştür.

4.7.2. Güzergâhın Türkiye Haritasında Gösterimi



Şekil 4.21. Multimodal birim maliyetlere göre çözüm haritada gösterimi

4.7.3. Hesap Grafiği



Şekil 4.22. Multimodal birim maliyetlere göre çözüm hesap grafiği

4.8. Problemin Unimodal Karayolu Çözümleri ve Multimodal Çözümlerinin Karşılaştırılması

GSP'nin çalışma mantığını göstermek adına yapılmış olan koordinatlara göre standart çözüm haricinde: mesafe, süre ve maliyet parametreleri için 3 tane unimodal karayolu taşımacılığına, 3 tane de multimodal taşımacılığa yapılan toplam 6 adet çözüm baz alındığında bazı konular hakkında genelleme yapılması mümkündür.

Probleme özellikle mesafe olarak bakıldığında, gerek yaygın olarak kullanılmasından dolayı sürekli yatırım alması ve altyapısının kuvvetli olmasından hat olarak daha kısa olması; gerekse çoğu güzergâhta diğer ulaşım türlerinin bulunmamasından dolayı optimizasyon multimodal taşımacılık için genellikle karayolu taşımacılığını tercih etmiştir. Multimodal taşımacılık mesafe optimizasyonunda ağırlık olarak karayolu taşımacılığı tercih edilmesine rağmen multimodal taşımacılığın, unimodal taşımacılıktan daha avantajlı durumda olduğu görülmektedir.

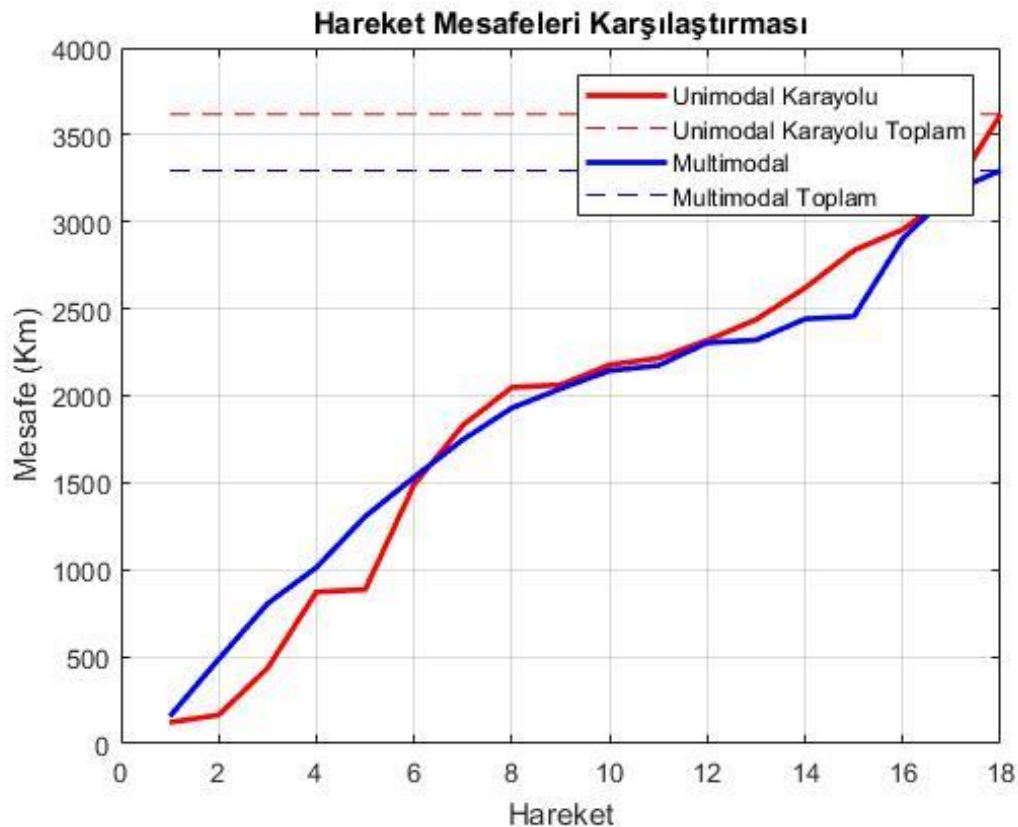
Süre olarak değerlendirme yapıldığında anlık hız olarak karayolu daha avantajlı gibi görülmekle birlikte, 24 saatlik hesap yapıldığında takograf kısıtından dolayı karayolunda ortalama hız oldukça düşmektedir ve özellikle demiryolu taşımacılığını avantajlı hale getirmektedir. Multimodal taşımacılık süre optimizasyonunda yazılan program öncelik olarak demiryolu taşımacılığını, daha sonra karayolu taşımacılığını son olarak ise denizyolu taşımacılığını tercih etmiştir ve optimizasyona genel olarak bakıldığında eşit bir ulaşım modu dağılımı söz konusu denilebilir. Unimodal karayolu taşımacılığı ve multimodal taşımacılık süre optimizasyonu karşılaştırmasında da multimodal taşımacılık avantajlı durumdadır.

Maliyet değerlendirmesinde ise en avantajlı taşımacılık türü denizyolu taşımacılığıdır. Denizyolu taşımacılığı alternatifi olan güzergâhlarda optimizasyon denizyolu taşımacılığını seçmektedir. Ancak tüm güzergâhlarda denizyolu taşımacılığı alternatifi bulunmamasından dolayı doğal bir kısıt söz konusudur. Denizyolu taşımacılığında sonra en ekonomik taşımacılık demiryolu taşımacılığı ve son olarak karayolu taşımacılığıdır. Multimodal taşımacılık optimizasyonunda da yazılan program bu sıra ile tercih yapmaktadır. Unimodal karayolu taşımacılığı ve multimodal taşımacılık maliyet optimizasyonu açısından karşılaştırıldığında multimodal taşımacılık yine avantajlı

durumdadır, hatta diğer parametrelere oranla en fazla avantajı maliyet parametresi açısından göstermektedir.

Bir diğer konu ise lineer olarak düşünüldüğünde süre ve maliyet parametrelerinin mesafe parametresi ile doğrudan orantılı olduğu akla gelmektedir. Yani mesafe fazla ise süre ve maliyette fazla şeklinde. Ancak önceki bölümlerde de bahsi geçtiği gibi süre ve maliyet parametrelerinin hesabında mesafenin haricinde çok fazla faktör vardır. Örneğin karayolu maliyeti açısından liman giriş – çıkış ücreti ya da karayolu maliyeti açısından otoban ücreti veya şoför giderleri gibi veya süre açısından yükleme boşaltma süreleri, liman bekleme süreleri gibi faktörler 100 km taşımacılık için de aynıdır, 1000 km için de. Yani mesafe de bir faktör olmasına rağmen direkt mesafeye bağlı değildir.

4.8.1. Grafikselsel Mesafe Karşılaştırması

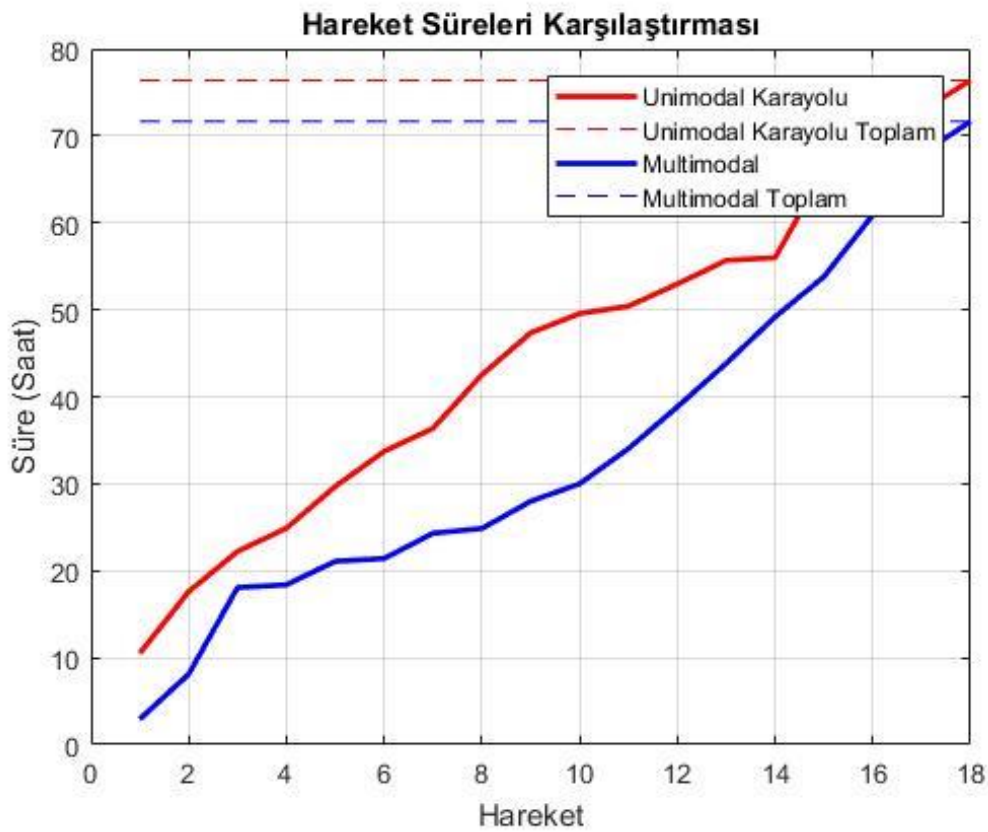


Şekil 4.23. Grafikselsel mesafe karşılaştırması

Optimizasyon verilerine göre yapılan tur süresince hareket mesafelerinin karşılaştırılmasında multimodal taşımacılık daha avantajlı olmasına rağmen multimodal

taşımacılığın mesafe azalımı Şekil 4.22’de görüleceği gibi çok fazla değildir. Bunun sebebi de karayolu ulaşım altyapısının daha kuvvetli olması ve daha ulaşılabilir olmasıdır. Bu durum mesafe açısından multimodal taşımacılığın tercih edilmesi adına, özellikle demiryolu taşımacılığı başta olmak üzere diğer ulaşım türlerine de yatırım yapılması zorunluluğunu doğurmaktadır. Mesafe açısından düşünüldüğünde yaklaşık olarak kuş uçuşu hareket sağladığı için en avantajlı ulaşım türü denizyolu taşımacılığı denilebilir. Denizyolu taşımacılığının dezavantajı ise iç kesimlerde hizmet veremiyor olmasıdır.

4.8.2. Grafıksel Süre Karşılaştırması

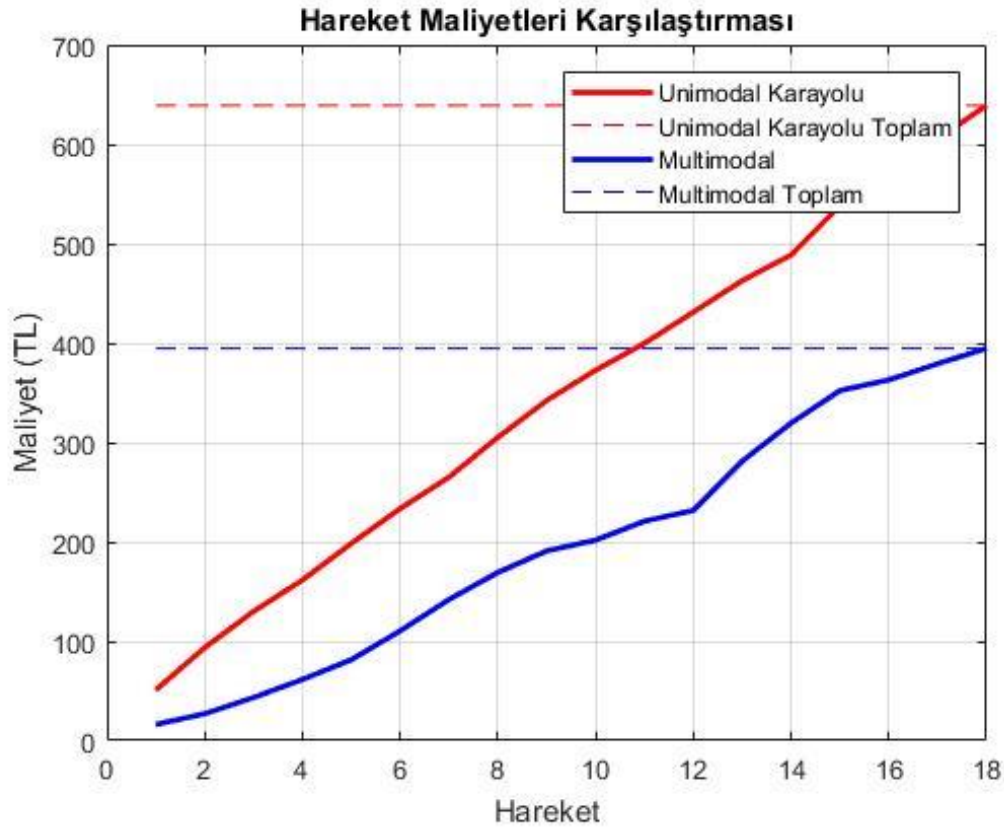


Şekil 4.24. Grafıksel süre karşılaştırması

Optimizasyon verilerine göre yapılan tur süresince hareket sürelerinin karşılaştırılmasında da multimodal taşımacılık daha avantajlı durumdadır. Multimodal taşımacılık için ulaşım türü dağılımları ele alındığında güzergâhın durumuna göre değişmek üzere hemen hemen eşit dağılmaktadır. Şekil 4.23 incelendiğinde, multimodal taşımacılığın süre açısından mesafeye göre daha tercih edilebilir olduğu görülmektedir. Çözüm optimizasyonu karayolu

taşımacılığındaki takograf kısıtından dolayı süre açısından öncelikle demiryolu taşımacılığını daha sonra ise karayolu ve denizyolu taşımacılıklarını tercih etmiştir.

4.8.3. Grafıksel Maliyet Karşılaştırması



Şekil 4.25. Grafıksel maliyet karşılaştırması

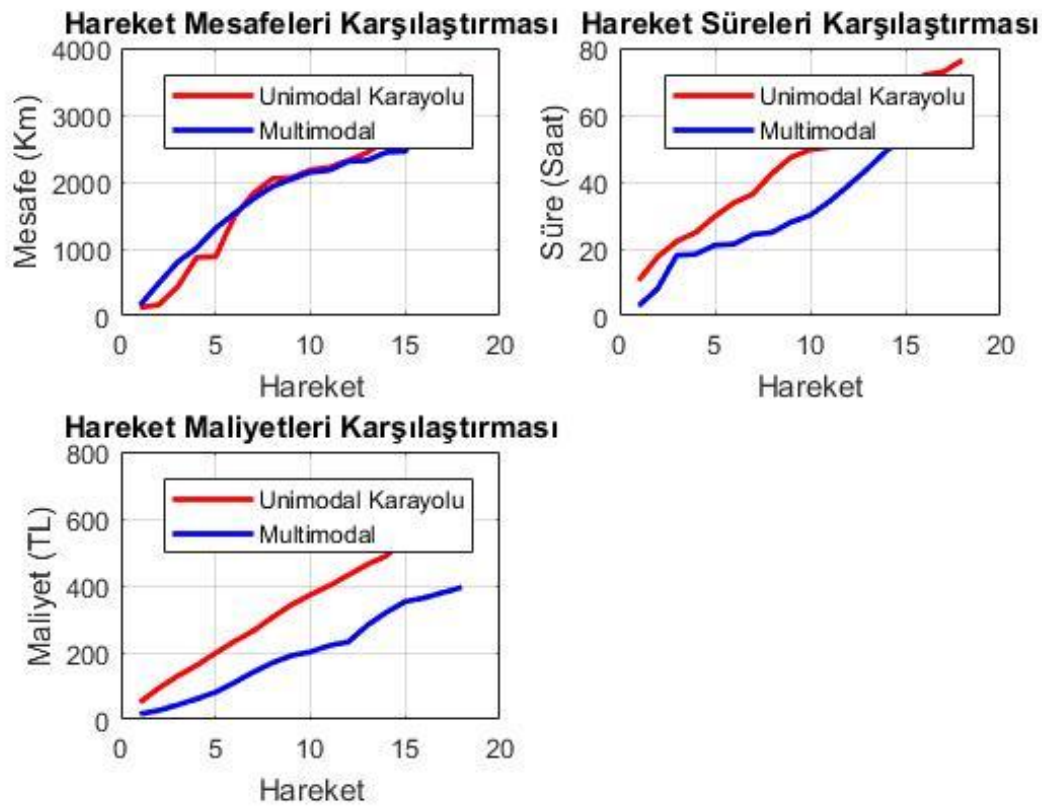
Optimizasyon verilerine göre yapılan tur süresince hareket birim maliyetlerinin karşılaştırılmasında multimodal taşımacılığın, unimodal taşımacılığa göre Şekil 4.24'te görüleceği üzere mesafe ve süreye nazaran azalım oranı en fazla olan parametredir. Bu da maliyet açısından multimodal taşımacılığın daha tercih edilebilir olduğunu göstermektedir. Ulaşım türleri maliyet açısından kendi arasında değerlendirildiğinde en ekonomik olanı denizyolu taşımacılığı olup demiryolu ve karayolu taşımacılıkları daha sonra gelmektedir.

Küreselleşen dünya ve dünyadaki çoğu kavramın artık ekonomi temelli olması her alanda olduğu gibi lojistik alanında da maliyeti öncelikli hale getirmektedir. Taşımacılıkta multimodal taşımacılığın tercih edilmesi süreyi nispeten uzatmasına rağmen maliyetleri çok büyük oranda azaltacaktır ve ekonomik yarışta kurum ve kuruluşları daha da ileri

götürecektir. Multimodal taşımacılıkta maliyet açısından öncelikli tercih edilen ulaşım türleri olan denizyolu taşımacılığı ve demiryolu taşımacılığa yapılan yatırımın artırılması ve tesislerin geliştirilmesi bu taşımacılık türlerini daha tercih edilebilir hale getirecektir.

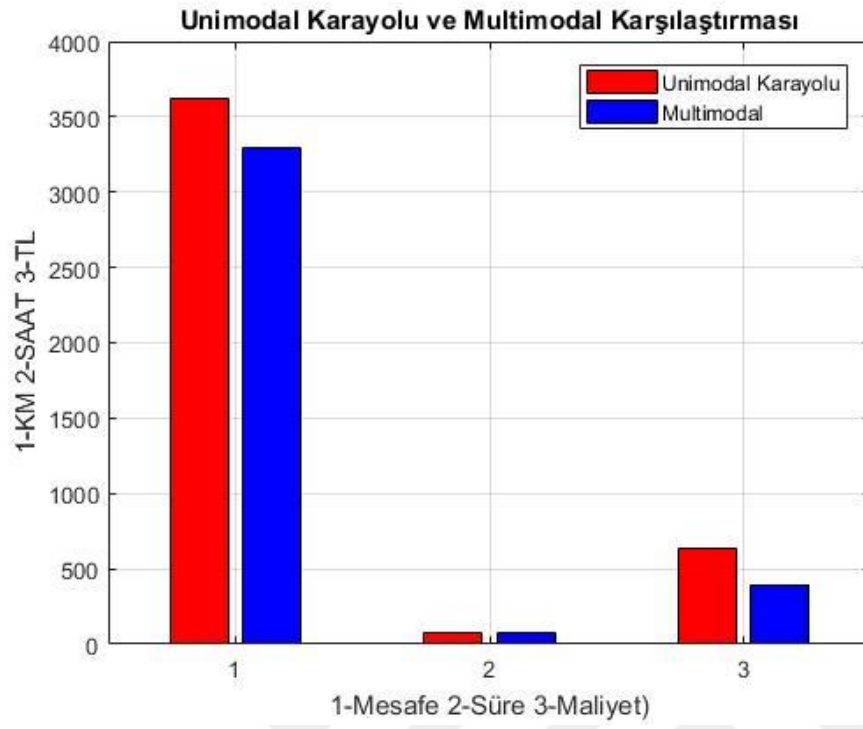
Mesafe, süre ve maliyet parametrelerinin haricinde multimodal taşımacılık, karayolu taşımacılığının yoğunluğunu nispeten azaltacağı için çevreye de olumlu katkı sağlayacaktır. Diğer ulaşım türleri de ağırlıklı olarak fosil yakıt kullanıyor olmasına rağmen, aynı yakıt ile daha fazla yük taşımacılığı yapabilmektedirler.

4.8.4. Mesafe, Süre ve Maliyetin Beraber Karşılaştırılması



Şekil 4.26. Toplu karşılaştırma

4.8.5. Bar Grafiği İle Karşılaştırma



Şekil 4.27. Bar grafiği ile karşılaştırma

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Teknolojide yaşanan gelişmeler ve teknolojinin günümüzde gelmiş olduğu noktadan dolayı her platformda olduğu gibi ulaşımda da teknolojiden bağımsız bir gelişim söz konusu olamaz. Bu bağlamda bu yüksek lisans tezinde yapılan çalışmalar ulaşımın ve trafiğin teknoloji ile entegre olmuş hali diyebileceğimiz AUS açısından düşünüldüğünde, yapılan çözüm, lojistik köy ve ticari limanlara kurulabilecek bir güzergâh planlama programına aktarılarak:

- Yük daha yola çıkmadan istenilen kritere göre optimum güzergâh belirlenebilecek,
- Taşıyıcı ekipmanlara kurulacak donanımlarla yükün takibi yapılabilecek ve yük hareket halinde iken yönlendirilebilecek,
- Yeni ihtiyaçlara göre, yük hareket halinde iken yeni güzergâhlar oluşturulup taşıyıcıya veya sıradaki lojistik merkezine aktarılıp yükün güzergâhı veya taşıma türü değiştirilebilecektir.

Yapılan çözümlerde multimodal taşımacılığın, hem mesafe parametresine göre, hem süre parametresine göre hem de maliyet parametresine göre unimodal karayolu taşımacılığından daha avantajlı olduğu görülmüştür. Multimodal taşımacılık tüm parametrelere göre daha avantajlı olmasına rağmen karşılaştırmada oran olarak en az mesafe açısından avantajlı çıkmıştır. Bunun sebebi olarak ülkemizde karayolu taşımacılığı altyapısının kuvvetli olması ve her yerde ulaşılabilir olması gösterilebilir. Mesafe olarak teoride kuş uçuşu ilerlemeden dolayı en avantajlısı denizyolu olmasına rağmen uygulamada her yerde ulaşılabilir olmaması denizyolu taşımacılığını en son plana itmektedir.

Süre olarak düşünüldüğünde multimodal taşımacılık, unimodal karayolu taşımacılığından mesafe parametresine oranla daha fazla tercih edilebilir, maliyet parametresine oranla daha az tercih edilebilir durumdadır. Süre açısından düşünüldüğünde anlık hızdan dolayı en avantajlı taşımacılık türü karayolu taşımacılığı gibi gözükmesine rağmen Karayolları Trafik Yönetmeliği'ndeki azami sürüş süresi ve dinlenme süreleri gibi kısıtlardan dolayı 24 saatlik ortalamada diğer taşımacılık türleri ile hemen hemen aynı seviyededir. Çözümlerde süre parametresi açısından multimodal taşımacılık tür dağılımları, taşımacılık türünün mesafe ve ulaşılabilirliğine göre değişmekle beraber hemen hemen eşit durumdadır.

Çözümler maliyet parametresi açısından değerlendirildiğinde multimodal taşımacılık, unimodal karayolu taşımacılığına diğer parametrelere oranla en tercih edilebilir durumdadır. Optimizasyon ile maliyet neredeyse yarı miktarına düşmüştür. Maliyet açısından en avantajlı ulaşım türü denizyolu taşımacılığı, tercih edilebilirliği en düşük olan taşımacılık türü ise karayolu taşımacılığıdır.

Özetlenecek olunursa denizyolu taşımacılığı en ekonomik taşımacılık türüdür ancak mesafe ve özellikle süre açısından çok düşüktür. Demiryolu taşımacılığı denizyolu taşımacılığına oranla daha az ekonomik olmasına rağmen süre ve mesafe açısından daha iyi durumdadır. Karayolu taşımacılığı ise mesafe ve süre açısından en avantajlı taşımacılık türü olmasına rağmen maliyeti en yüksek olan taşımacılık türüdür ayrıca çevreye de olumsuz emisyon etkisi bulunmaktadır. Yapılan çözümle multimodal taşımacılık bütün taşımacılık türlerinin en iyi özelliklerini kullanarak optimizasyon sağlamaktadır.

Ülkemizde Lojistik sektörü ağırlıklı olarak karayolu taşımacılığı ile hizmet vermektedir. Çok türlü taşımacılığın yaygın olarak kullanılmaya başlanması ve karayolu yükünün hafiflemesiyle çevre kirliliği de azalacaktır.

Multimodal taşımacılık yaygın taşımacılık türlerindeki trafik yoğunluğunun azalmasında olumlu katkı sağlayacaktır. Geliştirilen programın kullanılmaya başlamasıyla çok türlü taşımacılığa teşvik artacak, çok türlü taşımacılık kullanımının artmasına paralel olarak alt yapısı daha da kuvvetlenecek ve birim maliyetler daha da azalacaktır.

KAYNAKLAR

- Ambak, K., Atiq, R., İsmail, R., (2009). Intelligent transport system for motorcycle safety and issues. *European Journal of Scientific Research*, 28(4), 600-611.
- İnternet, (2011). Çoklu taşımacılık (multimodal transport). URL: <http://www.lojistikdunyasi.net/coklu-tasimacilik-multimodal-transport.html>, Son Erişim tarihi: 15.04.2018.
- İnternet, (2014). Lojistik nedir? lojistikte bazı kavramlar. URL: <https://www.lojiport.com/lojistik-nedir-lojistikte-bazi-kavramlar-81034h.html>, Son Erişim tarihi: 12.05.2018.
- İnternet, (2016a). Multimodal/intermodal taşımacılık. URL: <http://www.logitransport.com/?mod=Page&ID=135&Lang=tr-TR>, Son Erişim tarihi: 15.04.2018.
- İnternet, (2016b). İntermodal, multimodal ve kombine taşımacılık. URL: <http://www.hizmetix.com.tr/node/44>, Son Erişim tarihi: 15.04.2018.
- İnternet, (2018a). Lojistik sözlük tanımı. URL: <https://www.google.com.tr/search?q=S%C3%B6zl%C3%BCk#dobs=lojistik>, Son Erişim tarihi: 12.03.2018.
- İnternet, (2018b). Lojistik Merkezler. URL: www.tcdd.gov.tr/Upload/Files/ContentFiles/2010/yurticibilgi/lojistik.pdf, Son Erişim tarihi: 12.04.2018.
- İnternet, (2018c). Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demir Yolları. URL: www.tcdd.gov.tr, Son Erişim tarihi: 04.05.2018.
- İnternet, (2018d). Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demir Yolları Limanlar. URL: <http://www.tcdd.gov.tr/content/44>, Son Erişim tarihi: 05.03.2018.
- Afacan, M. S., (2017). *Dış ticarete lojistik köyler, sorunlar ve çözüm önerileri: türkiye örneği*. KTO Karatay Üniversitesi İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 11, Konya.
- Akandere, G., (2013). *Lojistik köylerin etkin yönetimi: konya iline yönelik bir model önerisi*. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 5, Konya.
- Akça, M. R., (2011). *Yapay arı kolonisi algoritması kullanılarak gezgin satıcı probleminin türkiye'deki il ve ilçe merkezlerine uygulanması*. Selçuk Üniversitesi Elektronik ve Bilgisayar Sistemleri Eğitimi Yüksek Lisans Tezi, 22, Konya.
- Aydın, G. ve Öğüt K.S., (2008). *Lojistik köy nedir? 2*. T.C.D.D. Uluslararası Demiryolu Sempozyumu Demiryolu Fuarı Bildiriler Kitabı, 2-3, İstanbul.
- Barbanova, K., (2015). *Türkiye ihracatında multimodal taşımacılık: ihracat yüklerinin romanya constanta liman üzerinden avrupa'ya dağıtım örneği*. İstanbul Aydın Üniversitesi İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 2, 33, İstanbul.

- Barceló, J. And Codina, E., Casas, J., Ferrer, JL. and García, D., (2004). Microscopic traffic simulation: a tool for the design, analysis and evaluation of intelligent transport systems. *Journal of Intelligent and Robotic Systems*, 41, 173–203.
- Bodur, M. A., (2013). *Akıllı ulaşım sistemleri*. Bahçeşehir Üniversitesi Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi Yüksek Lisans Tezi, 36, İstanbul.
- Bowersax Donald, J., Closs David, J. Cooper, Bixby M., (2002). Logistics management. *McGraw Hill/Irwin*, 0-07-235-100-4, 164, Supply Chain.
- Bozkurt, S., (2013). *Trafik ağlarında çok ölçütlü rota planlaması*. Anadolu Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 16, Eskişehir.
- Cansız, Ö. F., Arslan, T., Çubuk, M. K., Çalışıcı, M. (2008). *Yük Taşımacılığında Demir yollarından Uzaklaşan Türkiye'nin Enerji Kaybının İncelenmesi*. 2. International Railway Symposium & Trade Exhibition, 241-254, İstanbul.
- Cansız, Ö. F., Arslan, T., Çubuk, M. K., Çalışıcı, M. (2008). *Türkiye demiryollarında enerji tüketim analizi*. 2. International Railway Symposium & Trade Exhibition, 287-306, İstanbul.
- Cansız, Ö. F., Çubuk, M. K., Çalışıcı, M. (2009). *An energy analysis of road transportation in Turkey*. Proceedings of The 3rd International Conference on Energy and Development - Environment – Biomedicine, 91-95.
- Cansız, Ö. F. ve Polat, M. İ., (2018). Analysis of public transport system, Hatay example: detection of existing system. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 5(5), 95-102.
- Cansız, Ö. F. ve Ünsalan, K., (2018). Cost analysis of multimodal freight transportation: a case of Iskenderun. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 5(5), 315-319.
- Cansız, Ö. F. ve Göçmen, S., (2018). Distance analysis of multimodal transportation based on traveling salesman problem with particle swarm optimization method. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 5(6), 1-6.
- Cansız, Ö. F., Ünsalan, K., Çalışıcı, M., Göçmen, S. (2018). *Şehirlerarası taşımacılık performansı indeksinin çok türlü taşımacılık baz alınarak analiz edilmesi: çok türlü güzergâhların tasarımı ve AUS entegrasyonu*. 1. Uluslararası Akıllı Ulaşım Sistemleri Konferansı, 5-8.
- Cansız, Ö. F., Ünsalan, K., Çalışıcı, M., Göçmen, S. (2018). *Çok türlü taşımacılık güzergâhlarının gezgin satıcı problemleri baz alınarak tasarlanması: güzergâhların optimizasyonu ve akıllı ulaşım sistemlerine entegrasyonu*. 1. Uluslararası Akıllı Ulaşım Sistemleri Konferansı, 58- 59.

- Cansız, Ö. F., Ünsalan, K., Calısıcı, M., Göçmen, S. (2018). *Şehirlerarası güzergâh performans indeksinin çok türlü taşımacılık baz alınarak analiz edilmesi: analiz parametrelerinin oluşturulması ve AUS entegrasyonu*. 1. Uluslararası Akıllı Ulaşım Sistemleri Konferansı, 213-214.
- Cerny, V., (1985). Thermodynamical approach to the traveling salesman problem: an efficient simulation algorithm. *Journal Of Optimization Theory And Applications*, 45(L), January 1985, 4-51.
- Chen, P. H. *Particle swarm optimization for power dispatch with pumped hydro*. Particle Swarm Optimization, 131- 144. In-Tech.
- Costabile, F., Allegrini, I., (2008). A new approach to link transport emissions and air quality: An intelligent transport system based on the control of traffic air pollution. *Environmental Modelling & Software*, 23, 258-267.
- Çağlayanırnak, E. M., (2015). *Lojistik sektörü ile ilgili AUS uygulamaları üzerine bir araştırma*. Bahçeşehir Üniversitesi Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi Yüksek Lisans Tezi, 34, İstanbul.
- Çakmak, M., (2017). *Lojistik sektörü içerisinde lojistik köylerin yeri ve önemi*. Okan Üniversitesi İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 27, İstanbul.
- Çancı, M. ve Erdal M., (2009). *Lojistik yönetimi* (Birinci Baskı). 3. Mataş Matbaacılık Ticaret ve San. A.Ş., 47, İstanbul.
- Çapalı, B., (2009). *Akıllı ulaşım sistemleri ve Türkiye'deki uygulamaları*. Süleyman Demirel Üniversitesi Yapı Eğitimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 7, Isparta.
- Demiroğlu, Ş., (2013). *Küresel lojistik köyleri ve bu kapsamda türkiye'de lojistik köyleri üzerine bölgesel bir inceleme*. Dumlupınar Üniversitesi İşletme Anabilim Dalı Doktora Tezi, 75, Kütahya.
- Demirtaş, Y.E., (2015). *Dinamik araç rotalama problemine parçacık sürü algoritması çözüm önerisi*. İstanbul Üniversitesi İşletme Anabilim Dalı Doktora Tezi, 56, İstanbul.
- Dorigo, M., Member, S., IEEE, Gambardella, M., (1997). Ant colony system: a cooperative learning approach to the traveling salesman problem. *IEEE Transactions On Evolutionary Computation*, 1(1), 53-66.
- Ebarhat, R. C., Shi, Y., (2001). *Particle swarm optimization: developments, applications and resources*. IEEE 2001, 81-86.
- Erdoğdu, K., (2011). *Açılabilir yüzeylerde gezgin satıcı probleminin yapay zeka teknikleriyle çözülmesi*. Ege Üniversitesi Matematik Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 17, İzmir.

- Gattusoa, D., Pellicanò D. S., (2014). Advanced methodological researches concerning ITS in freight transport. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 111, 994-1003. ScienceDirect.
- Huang, Q. H. And Cai, Y. L. And Peng, H., (2007). Modeling the spatial pattern of farmland using gis and multiple logistic regression: a case study of maotiao river basin, guizhou province, China. *Environ Model Assess*, 12, 55-61.
- Huang, Y., Wang, L., Hou, Y., Zhang, W., Zhang, Y., (2018). A prototype IOT based wireless sensor network for traffic information monitoring. *International Journal of Pavement Research and Technology*, 11, 146-152. ScienceDirect.
- Joseph, B., Kruskal, J. R., (1956). *On the shortest spanning subtree of a graph and the traveling salesman problem*. Princeton University.
- Kafi, M. A., Challal, Y., Djenouri, D., Doudou, M., Bouabdallah, A., Badache, N., (2013). A study of wireless sensor networks for urban traffic monitoring: applications and architectures. *Procedia Computer Science*, 19, 617-626.
- Karadeniz, V. ve Akpınar, E., (2011). Türkiye’de lojistik köyler. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 23, 56-61.
- Karlı, N., (2010). *Akıllı ulaşım sistemleri için yapay bağıklık sistemleri ve genetik algoritma ile yeni stokastik en kısa yol algoritmalarının geliştirilmesi*. Atatürk Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, 18, Erzurum.
- Kır, F., (2016). *Türkiye’nin konumu açısından lojistik köylerin önemi: kars lojistik köy örneği*. Kilis 7 Aralık Üniversitesi İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 25,44, Kilis.
- Kızılateş, G., (2013). *Gezgin satıcı problemleri ve çözüm algoritmaları üzerine*. Ege Üniversitesi Matematik Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 41, İzmir.
- Lawler, E.L., Lenstra J.K., Rinnooy Kan A.H.G., Shmoys D.B., (1985). *The Traveling Salesman Problem: A Guided Tour of Combinatorial Optimization*, Wiley-Interscience, 476, New York.
- Lin, S., (1965). *Computer solutions of the traveling salesman problem*. Manuscript received, August 18, 1965.
- Lucas Xie, Y. And Gajewski D., (2016). *3D ZO CRS attribute search using particle swarm optimization*. WIT Hamburg. Institut für Geophysik Hamburg.
- Matai, R., Singh, S., Mittal, M.L., (2010). *Traveling Salesman Problem: an Overview of Applications*. Formulations and Solution Approaches Traveling Salesman Problem. Theory and Applications. InTech.
- Meidutė, I., (2007). Economical evaluation of logistics centres establishment. *Transport 2007*, XXII(2), 111–117.

- Schönharting, J., Schmidt, A., Frank, A., Bremer, S., (2003). Towards the multimodal transport of people and freight: interconnective networks in the rheinruhr metropolis. *Journal of Transport Geography*, 11, 193–203.
- Ölüç, M. A., (2013). *Kurbağa sıçrama algoritması ve gezgin satıcı problemine uygulanması*. İstanbul Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 8, İstanbul.
- Özsağlam, M.Y., (2009). *Parçacık sürü optimizasyonu algoritmasının gezgin satıcı problemine uygulanması ve performansının incelenmesi*. Selçuk Üniversitesi Elektronik ve Bilgisayar Sistemleri Eğitimi Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 14,15, Konya.
- Öztürk, N.B.D., (2006). *Akıllı trafik sistemleri*. Sakarya Üniversitesi Elektronik-Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 25, Sakarya.
- Riccardo, P., Kennedy, J., Blackwell, T., (2007). Particle swarm optimization an overview. *Swarm Intell*, 1, 33–57.
- Rodrigues, V. S., Pettit, S., Harris, I., Beresford, A., Piecyk, M., Yang, Z., Ng, A., (2015). UK supply chain carbon mitigation strategies using alternative ports and multimodal freight transport operations. *Transportation Research*, E(78), 40–56.
- Swamidass, P.M., (2000). *Seven rights of logistics*. Encyclopedia of Production and Manufacturing Management, 684, Springer US.
- Tacconi, D., Miorandi, D., Carreras, I., Chiti, F., Fantacci, R., (2010). Using wireless sensor networks to support intelligent transportation systems. *Ad Hoc Networks*, 8, 462–473.
- Tang, J., Song, Y., Miller, H. J., Zhou, X., (2016). Estimating the most likely space–time paths, dwell times and path uncertainties from vehicle trajectory data: A time geographic method. *Transportation Research*, C(66), 176–194.
- Tenhunen, S., (2008). Mobile technology in the village: ICTs, culture, and social logistics in India. *Journal of the Royal Anthropological Institute (N.S.)*, 14, 515–534.
- Urciuoli, L., (2016). What are the causes of transport insecurity? Results from a survey with transport operators. *Transport Policy*, 47, 189–202.
- Xie, F., Huang, Y., Eksioğlu, S., (2014). Integrating multimodal transport into cellulosic biofuel supply chain design under feedstock seasonality with a case study based on California. *Bioresource Technology*, 152, 15–23.
- Van Schijndel, W.-J., Dinwoodie, J., (2000). Congestion and multimodal transport: a survey of cargo transport operators in the Netherlands. *Transport Policy*, 7, 231–241.

- Yanga, H., Chenga, S., Jianga, H., Ana, S., (2013). An enhanced weight-based topological map matching algorithm for intricate urban road network. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 96, 1670-1678.
- Yıldırım, M. H., (2007). *Multimodal taşımacılıkta deniz yolu ile vagon taşımacılığının önemi*. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 15, İstanbul.
- Yıldırım, B. F., Önder, E., (2014). Evaluating potential freight villages in istanbul using multi criteria decision making techniques. *Journal of Logistics Management*, 3(1), 1-10.
- Yokota, T., Weiland, R. J., (2007). *ITS System Architectures for Developing Countries*.
- Yu, Xinjie, Mitsuo Gen, (2010). Introduction to evolutionary algorithms. *Springer Science and Business Media*, 328.
- Zahurulislam, D. M. D., Dinwoodie, J. And Roe, M., (2005). Towards supply chain integration through multimodal transport in developing economies: the case of bangladesh. *Maritime Economics & Logistics*, 7, 382-399.
- Zhang, F., Johnson, D. M., Wang, J., (2016). *Integrating multimodal transport into forest-delivered biofuel supply chain design*. *Renewable Energy*, 93, 58-67.
- Zhu, J. And Roy, S., (2003). MAC for dedicated short range communications in intelligent transport system. *Topics In Wireless Communications. IEEE Communications Magazine*, December 2003, 60- 67.

EKLER**EK-1. PSO Ana Algoritması: Multimodal Mesafe Örneği**

```
clc;
clear;
clear all;

global NFE;
NFE=0;

model=CreateModel();

CostFunction=@(x) MyCost(x,model);

nVar=model.N;

VarSize=[1 nVar];

VarMin=0;
VarMax=1;

MaxIt=500;

nPop=100;

w=1;
wdamp=0.99;
c1=0.5;
c2=0.5;

VelMax=0.1*(VarMax-VarMin);
VelMin=-VelMax;

empty_particle.Position=[];
empty_particle.Cost=[];
empty_particle.Sol=[];
empty_particle.Velocity=[];
empty_particle.Best.Position=[];
empty_particle.Best.Cost=[];
empty_particle.Best.Sol=[];

particle= repmat(empty_particle,nPop,1);

GlobalBest.Cost=inf;

for i=1:nPop
```

```

particle(i).Position=unifrnd(VarMin,VarMax,VarSize);

particle(i).Velocity=zeros(VarSize);

[particle(i).Cost particle(i).Sol]=CostFunction(particle(i).Position);

particle(i).Best.Position=particle(i).Position;
particle(i).Best.Cost=particle(i).Cost;
particle(i).Best.Sol=particle(i).Sol;

if particle(i).Best.Cost<GlobalBest.Cost

GlobalBest=particle(i).Best;

end

end

BestCost=zeros(MaxIt,1);
nfe=zeros(MaxIt,1);

for it=1:MaxIt
for i=1:nPop

particle(i).Velocity = w*particle(i).Velocity ...
+c1*rand(VarSize).*(particle(i).Best.Position-particle(i).Position) ...
+c2*rand(VarSize).*(GlobalBest.Position-particle(i).Position);

particle(i).Velocity = max(particle(i).Velocity,VelMin);
particle(i).Velocity = min(particle(i).Velocity,VelMax);

particle(i).Position = particle(i).Position + particle(i).Velocity;

IsOutside=(particle(i).Position<VarMin | particle(i).Position>VarMax);
particle(i).Velocity(IsOutside)=-particle(i).Velocity(IsOutside);

particle(i).Position = max(particle(i).Position,VarMin);
particle(i).Position = min(particle(i).Position,VarMax);

[particle(i).Cost particle(i).Sol] = CostFunction(particle(i).Position);

NewSol.Position=Mutate(particle(i).Position);
[NewSol.Cost NewSol.Sol]=CostFunction(NewSol.Position);
if NewSol.Cost<=particle(i).Cost
particle(i).Position=NewSol.Position;
particle(i).Cost=NewSol.Cost;
particle(i).Sol=NewSol.Sol;

```

```

end

if particle(i).Cost<particle(i).Best.Cost

particle(i).Best.Position=particle(i).Position;
particle(i).Best.Cost=particle(i).Cost;
particle(i).Best.Sol=particle(i).Sol;

if particle(i).Best.Cost<GlobalBest.Cost

GlobalBest=particle(i).Best;

end

end

end

NewSol.Position=Mutate(GlobalBest.Position);
[NewSol.Cost NewSol.Sol]=CostFunction(NewSol.Position);
if NewSol.Cost<=GlobalBest.Cost
GlobalBest=NewSol;

end

BestCost(it)=GlobalBest.Cost;

nfe(it)=NFE;

disp(['Iteration ' num2str(it) ': NFE = ' num2str(nfe(it)) ', Best Cost = '
num2str(BestCost(it))]);

w=w*wdamp;

figure(1);
PlotSolution(GlobalBest.Sol.Tour,model);

end

figure;
plot(nfe,BestCost,'LineWidth',2);
xlabel('Değerlendirme Sayısı');
ylabel('En İyi Mesafe');

```


EK-2. Model Fonksiyonu: Multimodal Mesafe Örneği

```

function model=CreateModel()

x=[36.600574 36.801896 36.839296 38.446685 40.351112 41.005603 40.754687
41.302517 36.977463 38.755488 37.866168 37.829011 41.244760 38.664299 39.793095
39.593498 40.748233 41.018663];

y=[36.192790 34.639696 30.611871 27.156910 27.962908 29.011459 29.839334
36.333447 35.063849 35.322416 32.476390 29.417109 36.432913 29.407196 30.611766
27.821770 30.015052 28.766118];

N=numel(x);

Iskenderun.Mersin.Kara=207
Iskenderun.Mersin.Demir=204
Iskenderun.Mersin.Deniz=122

Iskenderun.Antalya.Kara=745
Iskenderun.Antalya.Deniz=454

Iskenderun.Izmir.Kara=1018
Iskenderun.Izmir.Demir=1195
Iskenderun.Izmir.Deniz=1022

Iskenderun.Bandirma.Kara=1048
Iskenderun.Bandirma.Demir=1228
Iskenderun.Bandirma.Deniz=1273

Iskenderun.Haydarpasa.Kara=1047
Iskenderun.Haydarpasa.Demir=1301
Iskenderun.Haydarpasa.Deniz=1344

Iskenderun.Derince.Kara=961
Iskenderun.Derince.Demir=1157
Iskenderun.Derince.Deniz=1384

Iskenderun.Samsun.Kara=847
Iskenderun.Samsun.Demir=1019
Iskenderun.Samsun.Deniz=2068

Iskenderun.Yenice.Kara=157
Iskenderun.Yenice.Demir=161

Iskenderun.Bogazkopru.Kara=423
Iskenderun.Bogazkopru.Demir=445

Iskenderun.Kayacik.Kara=473
Iskenderun.Kayacik.Demir=507

```

Iskenderun.Kaklik.Kara=824
Iskenderun.Kaklik.Demir=995

Iskenderun.Gelemen.Kara=867
Iskenderun.Gelemen.Demir=1019

Iskenderun.Usak.Kara=804
Iskenderun.Usak.Demir=908

Iskenderun.Hasanbey.Kara=791
Iskenderun.Hasanbey.Demir=945

Iskenderun.Gokkoy.Kara=1041
Iskenderun.Gokkoy.Demir=1139

Iskenderun.Kosekoy.Kara=945
Iskenderun.Kosekoy.Demir=1141

Iskenderun.Halkali.Kara=1076
Iskenderun.Halkali.Demir=1327

a2=[Iskenderun.Mersin.Kara Iskenderun.Mersin.Demir Iskenderun.Mersin.Deniz]

a3=[Iskenderun.Antalya.Kara Iskenderun.Antalya.Deniz]

a4=[Iskenderun.Izmir.Kara Iskenderun.Izmir.Demir Iskenderun.Izmir.Deniz]

a5=[Iskenderun.Bandirma.Kara Iskenderun.Bandirma.Demir
Iskenderun.Bandirma.Deniz]

a6=[Iskenderun.Haydarpasa.Kara Iskenderun.Haydarpasa.Demir
Iskenderun.Haydarpasa.Deniz]

a7=[Iskenderun.Derince.Kara Iskenderun.Derince.Demir Iskenderun.Derince.Deniz]

a8=[Iskenderun.Samsun.Kara Iskenderun.Samsun.Demir Iskenderun.Samsun.Deniz]

a9=[Iskenderun.Yenice.Kara Iskenderun.Yenice.Demir]

a10=[Iskenderun.Bogazkopru.Kara Iskenderun.Bogazkopru.Demir]

a11=[Iskenderun.Kayacik.Kara Iskenderun.Kayacik.Demir]

a12=[Iskenderun.Kaklik.Kara Iskenderun.Kaklik.Demir]

a13=[Iskenderun.Gelemen.Kara Iskenderun.Gelemen.Demir]

a14=[Iskenderun.Usak.Kara Iskenderun.Usak.Demir]

a15=[Iskenderun.Hasanbey.Kara Iskenderun.Hasanbey.Demir]

a16=[Iskenderun.Gokkoy.Kara Iskenderun.Gokkoy.Demir]

a17=[Iskenderun.Kosekoy.Kara Iskenderun.Kosekoy.Demir]

a18=[Iskenderun.Halkali.Kara Iskenderun.Halkali.Demir]

Mersin.Antalya.Kara=502
Mersin.Antalya.Deniz=357

Mersin.Izmir.Kara=907
Mersin.Izmir.Demir=1076
Mersin.Izmir.Deniz=924

Mersin.Bandirma.Kara=937

Mersin.Bandirma.Demir=1109
Mersin.Bandirma.Deniz=1183

Mersin.Haydarpasa.Kara=936
Mersin.Haydarpasa.Demir=1177
Mersin.Haydarpasa.Deniz=1246

Mersin.Derince.Kara=849
Mersin.Derince.Demir=1037
Mersin.Derince.Deniz=1286

Mersin.Samsun.Kara=736
Mersin.Samsun.Demir=913
Mersin.Samsun.Deniz=1970

Mersin.Yenice.Kara=43
Mersin.Yenice.Demir=44

Mersin.Bogazkopru.Kara=269
Mersin.Bogazkopru.Demir=326

Mersin.Kayacik.Kara=358
Mersin.Kayacik.Demir=388

Mersin.Kaklik.Kara=715
Mersin.Kaklik.Demir=875

Mersin.Gelemen.Kara=748
Mersin.Gelemen.Demir=913

Mersin.Usak.Kara=694
Mersin.Usak.Demir=789

Mersin.Hasanbey.Kara=668
Mersin.Hasanbey.Demir=826

Mersin.Gokkoy.Kara=923
Mersin.Gokkoy.Demir=1019

Mersin.Kosekoy.Kara=835
Mersin.Kosekoy.Demir=1021

Mersin.Halkali.Kara=965
Mersin.Halkali.Demir=1207

b3=[Mersin.Antalya.Kara Mersin.Antalya.Deniz]

b4=[Mersin.Izmir.Kara Mersin.Izmir.Demir Mersin.Izmir.Deniz]

b5=[Mersin.Bandirma.Kara Mersin.Bandirma.Demir Mersin.Bandirma.Deniz]

b6=[Mersin.Haydarpasa.Kara Mersin.Haydarpasa.Demir Mersin.Haydarpasa.Deniz]

b7=[Mersin.Derince.Kara Mersin.Derince.Demir Mersin.Derince.Deniz]

b8=[Mersin.Samsun.Kara Mersin.Samsun.Demir Mersin.Samsun.Deniz]
b9=[Mersin.Yenice.Kara Mersin.Yenice.Demir]
b10=[Mersin.Bogazkopru.Kara Mersin.Bogazkopru.Demir]
b11=[Mersin.Kayacik.Kara Mersin.Kayacik.Demir]
b12=[Mersin.Kaklik.Kara Mersin.Kaklik.Demir]
b13=[Mersin.Gelemen.Kara Mersin.Gelemen.Demir]
b14=[Mersin.Usak.Kara Mersin.Usak.Demir]
b15=[Mersin.Hasanbey.Kara Mersin.Hasanbey.Demir]
b16=[Mersin.Gokkoy.Kara Mersin.Gokkoy.Demir]
b17=[Mersin.Kosekoy.Kara Mersin.Kosekoy.Demir]
b18=[Mersin.Halkali.Kara Mersin.Halkali.Demir]

Antalya.Izmir.Kara=461
Antalya.Izmir.Deniz=647

Antalya.Bandirma.Kara=608
Antalya.Bandirma.Deniz=906

Antalya.Haydarpara.Kara=693
Antalya.Haydarpara.Deniz=969

Antalya.Derince.Kara=626
Antalya.Derince.Deniz=1025

Antalya.Samsun.Kara=956
Antalya.Samsun.Deniz=1693

Antalya.Yenice.Kara=603

Antalya.Bogazkopru.Kara=614

Antalya.Kayacik.Kara=319

Antalya.Kaklik.Kara=208

Antalya.Gelemen.Kara=933

Antalya.Usak.Kara=302

Antalya.Hasanbey.Kara=452

Antalya.Gokkoy.Kara=514

Antalya.Kosekoy.Kara=618

Antalya.Halkali.Kara=721

c4=[Antalya.Izmir.Kara Antalya.Izmir.Deniz]
c5=[Antalya.Bandirma.Kara Antalya.Bandirma.Deniz]
c6=[Antalya.Haydarpara.Kara Antalya.Haydarpara.Deniz]

c7=[Antalya.Derince.Kara Antalya.Derince.Deniz]
c8=[Antalya.Samsun.Kara Antalya.Samsun.Deniz]
c9=[Antalya.Yenice.Kara]
c10=[Antalya.Bogazkopru.Kara]
c11=[Antalya.Kayacik.Kara]
c12=[Antalya.Kaklik.Kara]
c13=[Antalya.Gelemen.Kara]
c14=[Antalya.Usak.Kara]
c15=[Antalya.Hasanbey.Kara]
c16=[Antalya.Gokkoy.Kara]
c17=[Antalya.Kosekoy.Kara]
c18=[Antalya.Halkali.Kara]

Izmir.Bandirma.Kara=276
Izmir.Bandirma.Demir=342
Izmir.Bandirma.Deniz=391

Izmir.Haydarpasa.Kara=462
Izmir.Haydarpasa.Demir=944
Izmir.Haydarpasa.Deniz=454

Izmir.Derince.Kara=439
Izmir.Derince.Demir=794
Izmir.Derince.Deniz=510

Izmir.Samsun.Kara=1002
Izmir.Samsun.Demir=1687
Izmir.Samsun.Deniz=1046

Izmir.Yenice.Kara=874
Izmir.Yenice.Demir=1035

Izmir.Bogazkopru.Kara=826
Izmir.Bogazkopru.Demir=1100

Izmir.Kayacik.Kara=556
Izmir.Kayacik.Demir=689

Izmir.Kaklik.Kara=268
Izmir.Kaklik.Demir=289

Izmir.Gelemen.Kara=1013
Izmir.Gelemen.Demir=1687

Izmir.Usak.Kara=216
Izmir.Usak.Demir=288

Izmir.Hasanbey.Kara=420
Izmir.Hasanbey.Demir=582

Izmir.Gokkoy.Kara=182
Izmir.Gokkoy.Demir=232

Izmir.Kosekoy.Kara=454
Izmir.Kosekoy.Demir=777

Izmir.Halkali.Kara=490
Izmir.Halkali.Demir=974

d5=[Izmir.Bandirma.Kara Izmir.Bandirma.Demir Izmir.Bandirma.Deniz]
d6=[Izmir.Haydarpara.Kara Izmir.Haydarpara.Demir Izmir.Haydarpara.Deniz]
d7=[Izmir.Derince.Kara Izmir.Derince.Demir Izmir.Derince.Deniz]
d8=[Izmir.Samsun.Kara Izmir.Samsun.Demir Izmir.Samsun.Deniz]
d9=[Izmir.Yenice.Kara Izmir.Yenice.Demir]
d10=[Izmir.Bogazkopru.Kara Izmir.Bogazkopru.Demir]
d11=[Izmir.Kayacik.Kara Izmir.Kayacik.Demir]
d12=[Izmir.Kaklik.Kara Izmir.Kaklik.Demir]
d13=[Izmir.Gelemen.Kara Izmir.Gelemen.Demir]
d14=[Izmir.Usak.Kara Izmir.Usak.Demir]
d15=[Izmir.Hasanbey.Kara Izmir.Hasanbey.Demir]
d16=[Izmir.Gokkoy.Kara Izmir.Gokkoy.Demir]
d17=[Izmir.Kosekoy.Kara Izmir.Kosekoy.Demir]
d18=[Izmir.Halkali.Kara Izmir.Halkali.Demir]

Bandirma.Haydarpara.Kara=243
Bandirma.Haydarpara.Demir=811
Bandirma.Haydarpara.Deniz=103

Bandirma.Derince.Kara=222
Bandirma.Derince.Demir=651
Bandirma.Derince.Deniz=153

Bandirma.Samsun.Kara=866
Bandirma.Samsun.Demir=1720
Bandirma.Samsun.Deniz=747

Bandirma.Yenice.Kara=911
Bandirma.Yenice.Demir=1067

Bandirma.Bogazkopru.Kara=795
Bandirma.Bogazkopru.Demir=1132

Bandirma.Kayacik.Kara=603
Bandirma.Kayacik.Demir=721

Bandirma.Kaklik.Kara=411
Bandirma.Kaklik.Demir=628

Bandirma.Gelemen.Kara=877
Bandirma.Gelemen.Demir=1720

Bandirma.Usak.Kara=323
Bandirma.Usak.Demir=491

Bandirma.Hasanbey.Kara=277
Bandirma.Hasanbey.Demir=439

Bandirma.Gokkoy.Kara=119
Bandirma.Gokkoy.Demir=111

Bandirma.Kosekoy.Kara=235
Bandirma.Kosekoy.Demir=635

Bandirma.Halkali.Kara=271
Bandirma.Halkali.Demir=831

e6=[Bandirma.Haydarpasa.Kara Bandirma.Haydarpasa.Demir
Bandirma.Haydarpasa.Deniz]
e7=[Bandirma.Derince.Kara Bandirma.Derince.Demir Bandirma.Derince.Deniz]
e8=[Bandirma.Samsun.Kara Bandirma.Samsun.Demir Bandirma.Samsun.Deniz]
e9=[Bandirma.Yenice.Kara Bandirma.Yenice.Demir]
e10=[Bandirma.Bogazkopru.Kara Bandirma.Bogazkopru.Demir]
e11=[Bandirma.Kayacik.Kara Bandirma.Kayacik.Demir]
e12=[Bandirma.Kaklik.Kara Bandirma.Kaklik.Demir]
e13=[Bandirma.Gelemen.Kara Bandirma.Gelemen.Demir]
e14=[Bandirma.Usak.Kara Bandirma.Usak.Demir]
e15=[Bandirma.Hasanbey.Kara Bandirma.Hasanbey.Demir]
e16=[Bandirma.Gokkoy.Kara Bandirma.Gokkoy.Demir]
e17=[Bandirma.Kosekoy.Kara Bandirma.Kosekoy.Demir]
e18=[Bandirma.Halkali.Kara Bandirma.Halkali.Demir]

Haydarpasa.Derince.Kara=86
Haydarpasa.Derince.Demir=150
Haydarpasa.Derince.Deniz=84

Haydarpasa.Samsun.Kara=731
Haydarpasa.Samsun.Demir=1798
Haydarpasa.Samsun.Deniz=724

Haydarpasa.Yenice.Kara=902
Haydarpasa.Yenice.Demir=1146

Haydarpasa.Bogazkopru.Kara=741
Haydarpasa.Bogazkopru.Demir=1211

Haydarpasa.Kayacik.Kara=703
Haydarpasa.Kayacik.Demir=800

Haydarpasa.Kaklik.Kara=552
Haydarpasa.Kaklik.Demir=756

Haydarpara.Gelemen.Kara=742
Haydarpara.Gelemen.Demir=1798

Haydarpara.Usak.Kara=461
Haydarpara.Usak.Demir=669

Haydarpara.Hasanbey.Kara=299
Haydarpara.Hasanbey.Demir=384

Haydarpara.Gokkoy.Kara=304
Haydarpara.Gokkoy.Demir=712

Haydarpara.Kosekoy.Kara=100
Haydarpara.Kosekoy.Demir=167

Haydarpara.Halkali.Kara=38
Haydarpara.Halkali.Demir=30

f7=[Haydarpara.Derince.Kara Haydarpara.Derince.Demir Haydarpara.Derince.Deniz]

f8=[Haydarpara.Samsun.Kara Haydarpara.Samsun.Demir Haydarpara.Samsun.Deniz]

f9=[Haydarpara.Yenice.Kara Haydarpara.Yenice.Demir]

f10=[Haydarpara.Bogazkopru.Kara Haydarpara.Bogazkopru.Demir]

f11=[Haydarpara.Kayacik.Kara Haydarpara.Kayacik.Demir]

f12=[Haydarpara.Kaklik.Kara Haydarpara.Kaklik.Demir]

f13=[Haydarpara.Gelemen.Kara Haydarpara.Gelemen.Demir]

f14=[Haydarpara.Usak.Kara Haydarpara.Usak.Demir]

f15=[Haydarpara.Hasanbey.Kara Haydarpara.Hasanbey.Demir]

f16=[Haydarpara.Gokkoy.Kara Haydarpara.Gokkoy.Demir]

f17=[Haydarpara.Kosekoy.Kara Haydarpara.Kosekoy.Demir]

f18=[Haydarpara.Halkali.Kara Haydarpara.Halkali.Demir]

Derince.Samsun.Kara=122
Derince.Samsun.Demir=1648
Derince.Samsun.Deniz=779

Derince.Yenice.Kara=816
Derince.Yenice.Demir=996

Derince.Bogazkopru.Kara=655
Derince.Bogazkopru.Demir=1061

Derince.Kayacik.Kara=151
Derince.Kayacik.Demir=650

Derince.Kaklik.Kara=486
Derince.Kaklik.Demir=606

Derince.Gelemen.Kara=656
Derince.Gelemen.Demir=1648

Derince.Usak.Kara=395
Derince.Usak.Demir=519

Derince.Hasanbey.Kara=233
Derince.Hasanbey.Demir=234

Derince.Gokkoy.Kara=588
Derince.Gokkoy.Demir=562

Derince.Kosekoy.Kara=15
Derince.Kosekoy.Demir=17

Derince.Halkali.Kara=115
Derince.Halkali.Demir=180

g8=[Derince.Samsun.Kara Derince.Samsun.Demir Derince.Samsun.Deniz]
g9=[Derince.Yenice.Kara Derince.Yenice.Demir]
g10=[Derince.Bogazkopru.Kara Derince.Bogazkopru.Demir]
g11=[Derince.Kayacik.Kara Derince.Kayacik.Demir]
g12=[Derince.Kaklik.Kara Derince.Kaklik.Demir]
g13=[Derince.Gelemen.Kara Derince.Gelemen.Demir]
g14=[Derince.Usak.Kara Derince.Usak.Demir]
g15=[Derince.Hasanbey.Kara Derince.Hasanbey.Demir]
g16=[Derince.Gokkoy.Kara Derince.Gokkoy.Demir]
g17=[Derince.Kosekoy.Kara Derince.Kosekoy.Demir]
g18=[Derince.Halkali.Kara Derince.Halkali.Demir]

Samsun.Yenice.Kara=701
Samsun.Yenice.Demir=872

Samsun.Bogazkopru.Kara=438
Samsun.Bogazkopru.Demir=588

Samsun.Kayacik.Kara=595
Samsun.Kayacik.Demir=999

Samsun.Kaklik.Kara=856
Samsun.Kaklik.Demir=1487

Samsun.Gelemen.Kara=14
Samsun.Gelemen.Demir=30

Samsun.Usak.Kara=790
Samsun.Usak.Demir=1400

Samsun.Hasanbey.Kara=657
Samsun.Hasanbey.Demir=1437

Samsun.Gokkoy.Kara=927

Samsun.Gokkoy.Demir=1630

Samsun.Kosekoy.Kara=629
Samsun.Kosekoy.Demir=1632

Samsun.Halkali.Kara=759
Samsun.Halkali.Demir=1818

h9=[Samsun.Yenice.Kara Samsun.Yenice.Demir]
h10=[Samsun.Bogazkopru.Kara Samsun.Bogazkopru.Demir]
h11=[Samsun.Kayacik.Kara Samsun.Kayacik.Demir]
h12=[Samsun.Kaklik.Kara Samsun.Kaklik.Demir]
h13=[Samsun.Gelemen.Kara Samsun.Gelemen.Demir]
h14=[Samsun.Usak.Kara Samsun.Usak.Demir]
h15=[Samsun.Hasanbey.Kara Samsun.Hasanbey.Demir]
h16=[Samsun.Gokkoy.Kara Samsun.Gokkoy.Demir]
h17=[Samsun.Kosekoy.Kara Samsun.Kosekoy.Demir]
h18=[Samsun.Halkali.Kara Samsun.Halkali.Demir]

Yenice.Bogazkopru.Kara=269
Yenice.Bogazkopru.Demir=285

Yenice.Kayacik.Kara=329
Yenice.Kayacik.Demir=347

Yenice.Kaklik.Kara=680
Yenice.Kaklik.Demir=834

Yenice.Gelemen.Kara=713
Yenice.Gelemen.Demir=872

Yenice.Usak.Kara=659
Yenice.Usak.Demir=748

Yenice.Hasanbey.Kara=634
Yenice.Hasanbey.Demir=784

Yenice.Gokkoy.Kara=888
Yenice.Gokkoy.Demir=978

Yenice.Kosekoy.Kara=800
Yenice.Kosekoy.Demir=980

Yenice.Halkali.Kara=930
Yenice.Halkali.Demir=1166

i10=[Yenice.Bogazkopru.Kara Yenice.Bogazkopru.Demir]
i11=[Yenice.Kayacik.Kara Yenice.Kayacik.Demir]
i12=[Yenice.Kaklik.Kara Yenice.Kaklik.Demir]
i13=[Yenice.Gelemen.Kara Yenice.Gelemen.Demir]

i14=[Yenice.Usak.Kara Yenice.Usak.Demir]
 i15=[Yenice.Hasanbey.Kara Yenice.Hasanbey.Demir]
 i16=[Yenice.Gokkoy.Kara Yenice.Gokkoy.Demir]
 i17=[Yenice.Kosekoy.Kara Yenice.Kosekoy.Demir]
 i18=[Yenice.Halkali.Kara Yenice.Halkali.Demir]

Bogazkopru.Kayacik.Kara=291
 Bogazkopru.Kayacik.Demir=412

Bogazkopru.Kaklik.Kara=630
 Bogazkopru.Kaklik.Demir=899

Bogazkopru.Gelemen.Kara=448
 Bogazkopru.Gelemen.Demir=588

Bogazkopru.Usak.Kara=608
 Bogazkopru.Usak.Demir=813

Bogazkopru.Hasanbey.Kara=526
 Bogazkopru.Hasanbey.Demir=849

Bogazkopru.Gokkoy.Kara=857
 Bogazkopru.Gokkoy.Demir=1043

Bogazkopru.Kosekoy.Kara=638
 Bogazkopru.Kosekoy.Demir=1045

Bogazkopru.Halkali.Kara=768
 Bogazkopru.Halkali.Demir=1231

j11=[Bogazkopru.Kayacik.Kara Bogazkopru.Kayacik.Demir]
 j12=[Bogazkopru.Kaklik.Kara Bogazkopru.Kaklik.Demir]
 j13=[Bogazkopru.Gelemen.Kara Bogazkopru.Gelemen.Demir]
 j14=[Bogazkopru.Usak.Kara Bogazkopru.Usak.Demir]
 j15=[Bogazkopru.Hasanbey.Kara Bogazkopru.Hasanbey.Demir]
 j16=[Bogazkopru.Gokkoy.Kara Bogazkopru.Gokkoy.Demir]
 j17=[Bogazkopru.Kosekoy.Kara Bogazkopru.Kosekoy.Demir]
 j18=[Bogazkopru.Halkali.Kara Bogazkopru.Halkali.Demir]

Kayacik.Kaklik.Kara=362
 Kayacik.Kaklik.Demir=488

Kayacik.Gelemen.Kara=604
 Kayacik.Gelemen.Demir=999

Kayacik.Usak.Kara=341
 Kayacik.Usak.Demir=401

Kayacik.Hasanbey.Kara=341
 Kayacik.Hasanbey.Demir=438

Kayacik.Gokkoy.Kara=570
 Kayacik.Gokkoy.Demir=632

Kayacik.Kosekoy.Kara=602
 Kayacik.Kosekoy.Demir=634

Kayacik.Halkali.Kara=660
 Kayacik.Halkali.Demir=820

k12=[Kayacik.Kaklik.Kara Kayacik.Kaklik.Demir]
 k13=[Kayacik.Gelemen.Kara Kayacik.Gelemen.Demir]
 k14=[Kayacik.Usak.Kara Kayacik.Usak.Demir]
 k15=[Kayacik.Hasanbey.Kara Kayacik.Hasanbey.Demir]
 k16=[Kayacik.Gokkoy.Kara Kayacik.Gokkoy.Demir]
 k17=[Kayacik.Kosekoy.Kara Kayacik.Kosekoy.Demir]
 k18=[Kayacik.Halkali.Kara Kayacik.Halkali.Demir]

Kaklik.Gelemen.Kara=863
 Kaklik.Gelemen.Demir=1487

Kaklik.Usak.Kara=120
 Kaklik.Usak.Demir=353

Kaklik.Hasanbey.Kara=310
 Kaklik.Hasanbey.Demir=294

Kaklik.Gokkoy.Kara=311
 Kaklik.Gokkoy.Demir=518

Kaklik.Kosekoy.Kara=464
 Kaklik.Kosekoy.Demir=589

Kaklik.Halkali.Kara=574
 Kaklik.Halkali.Demir=775

113=[Kaklik.Gelemen.Kara Kaklik.Gelemen.Demir]
 114=[Kaklik.Usak.Kara Kaklik.Usak.Demir]
 115=[Kaklik.Hasanbey.Kara Kaklik.Hasanbey.Demir]
 116=[Kaklik.Gokkoy.Kara Kaklik.Gokkoy.Demir]
 117=[Kaklik.Kosekoy.Kara Kaklik.Kosekoy.Demir]
 118=[Kaklik.Halkali.Kara Kaklik.Halkali.Demir]

Gelemen.Usak.Kara=801
 Gelemen.Usak.Demir=1400

Gelemen.Hasanbey.Kara=668
 Gelemen.Hasanbey.Demir=1437

Gelemen.Gokkoy.Kara=938

Gelemen.Gokkoy.Demir=1630

Gelemen.Kosekoy.Kara=640
Gelemen.Kosekoy.Demir=1632

Gelemen.Halkali.Kara=770
Gelemen.Halkali.Demir=1818

m14=[Gelemen.Usak.Kara Gelemen.Usak.Demir]
m15=[Gelemen.Hasanbey.Kara Gelemen.Hasanbey.Demir]
m16=[Gelemen.Gokkoy.Kara Gelemen.Gokkoy.Demir]
m17=[Gelemen.Kosekoy.Kara Gelemen.Kosekoy.Demir]
m18=[Gelemen.Halkali.Kara Gelemen.Halkali.Demir]

Usak.Hasanbey.Kara=225
Usak.Hasanbey.Demir=307

Usak.Gokkoy.Kara=235
Usak.Gokkoy.Demir=381

Usak.Kosekoy.Kara=379
Usak.Kosekoy.Demir=503

Usak.Halkali.Kara=490
Usak.Halkali.Demir=689

n15=[Usak.Hasanbey.Kara Usak.Hasanbey.Demir]
n16=[Usak.Gokkoy.Kara Usak.Gokkoy.Demir]
n17=[Usak.Kosekoy.Kara Usak.Kosekoy.Demir]
n18=[Usak.Halkali.Kara Usak.Halkali.Demir]

Hasanbey.Gokkoy.Kara=340
Hasanbey.Gokkoy.Demir=350

Hasanbey.Kosekoy.Kara=217
Hasanbey.Kosekoy.Demir=218

Hasanbey.Halkali.Kara=328
Hasanbey.Halkali.Demir=404

o16=[Hasanbey.Gokkoy.Kara Hasanbey.Gokkoy.Demir]
o17=[Hasanbey.Kosekoy.Kara Hasanbey.Kosekoy.Demir]
o18=[Hasanbey.Halkali.Kara Hasanbey.Halkali.Demir]

Gokkoy.Kosekoy.Kara=303
Gokkoy.Kosekoy.Demir=546

Gokkoy.Halkali.Kara=340
Gokkoy.Halkali.Demir=732

p17=[Gokkoy.Kosekoy.Kara Gokkoy.Kosekoy.Demir]
 p18=[Gokkoy.Halkali.Kara Gokkoy.Halkali.Demir]

Kosekoy.Halkali.Kara=131
 Kosekoy.Halkali.Demir=186

q18=[Kosekoy.Halkali.Kara Kosekoy.Halkali.Demir]

D=[0 min(a2) min(a3) min(a4) min(a5) min(a6) min(a7) min(a8) min(a9) min(a10)
 min(a11) min(a12) min(a13) min(a14) min(a15) min(a16) min(a17) min(a18);...
 min(a2) 0 min(b3) min(b4) min(b5) min(b6) min(b7) min(b8) min(b9) min(b10)
 min(b11) min(b12) min(b13) min(b14) min(b15) min(b16) min(b17) min(b18);...
 min(a3) min(b3) 0 min(c4) min(c5) min(c6) min(c7) min(c8) min(c9) min(c10) min(c11)
 min(c12) min(c13) min(c14) min(c15) min(c16) min(c17) min(c18);...
 min(b4) min(b4) min(c4) 0 min(d5) min(d6) min(d7) min(d8) min(d9) min(d10)
 min(d11) min(d12) min(d13) min(d14) min(d15) min(d16) min(d17) min(d18);...
 min(b5) min(b5) min(c5) min(d5) 0 min(e6) min(e7) min(e8) min(e9) min(e10) min(e11)
 min(e12) min(e13) min(e14) min(e15) min(e16) min(e17) min(e18);...
 min(a6) min(b6) min(c6) min(d6) min(e6) 0 min(f7) min(f8) min(f9) min(f10) min(f11)
 min(f12) min(f13) min(f14) min(f15) min(f16) min(f17) min(f18);...
 min(a7) min(b7) min(c7) min(d7) min(e7) min(f7) 0 min(g8) min(g9) min(g10) min(g11)
 min(g12) min(g13) min(g14) min(g15) min(g16) min(g17) min(g18);...
 min(a8) min(b8) min(c8) min(d8) min(e8) min(f8) min(g8) 0 min(h9) min(h10) min(h11)
 min(h12) min(h13) min(h14) min(h15) min(h16) min(h17) min(h18);...
 min(a9) min(b9) min(c9) min(d9) min(e9) min(f9) min(g9) min(h9) 0 min(i10) min(i11)
 min(i12) min(i13) min(i14) min(i15) min(i16) min(i17) min(i18);...
 min(a10) min(b10) min(c10) min(d10) min(e10) min(f10) min(g10) min(h10) min(i10) 0
 min(j11) min(j12) min(j13) min(j14) min(j15) min(j16) min(j17) min(j18);...
 min(a11) min(b11) min(c11) min(d11) min(e11) min(f11) min(g11) min(h11) min(i11)
 min(j11) 0 min(k12) min(k13) min(k14) min(k15) min(k16) min(k17) min(k18);...
 min(a12) min(b12) min(c12) min(d12) min(e12) min(f12) min(g12) min(h12) min(i12)
 min(j12) min(k12) 0 min(l13) min(l14) min(l15) min(l16) min(l17) min(l18);...
 min(a13) min(b13) min(c13) min(d13) min(e13) min(f13) min(g13) min(h13) min(i13)
 min(j13) min(k13) min(l13) 0 min(m14) min(m15) min(m16) min(m17) min(m18);...
 min(a14) min(b14) min(c14) min(d14) min(e14) min(f14) min(g14) min(h14) min(i14)
 min(j14) min(k14) min(l14) min(m14) 0 min(n15) min(n16) min(n17) min(n18);...
 min(a15) min(b15) min(c15) min(d15) min(e15) min(f15) min(g15) min(h15) min(i15)
 min(j15) min(k15) min(l15) min(m15) min(n15) 0 min(o16) min(o17) min(o18);...
 min(a16) min(b16) min(c16) min(d16) min(e16) min(f16) min(g16) min(h16) min(i16)
 min(j16) min(k16) min(l16) min(m16) min(n16) min(o16) 0 min(p17) min(p18);...
 min(a17) min(b17) min(c17) min(d17) min(e17) min(f17) min(g17) min(h17) min(i17)
 min(j17) min(k17) min(l17) min(m17) min(n17) min(o17) min(p17) 0 min(q18);...
 min(a18) min(b18) min(c18) min(d18) min(e18) min(f18) min(g18) min(h18) min(i18)
 min(j18) min(k18) min(l18) min(m18) min(n18) min(o18) min(p18) min(q18) 0];

model.N=N;
 model.x=x;
 model.y=y;
 model.D=D;

```
end
```

EK-3. Hesap Fonksiyonu: Multimodal Mesafe Örneği

```
function [z sol]=MyCost(x,model)
```

```
global NFE;
if isempty(NFE)
NFE=0;
```

```
end
```

```
NFE=NFE+1;
```

```
N=model.N;
D=model.D;
```

```
 [~, Tour]=sort(x);
```

```
L=0;
```

```
for k=1:N
```

```
  i=Tour(k);
```

```
  if k<N
```

```
    j=Tour(k+1);
```

```
  else
```

```
    j=Tour(1);
```

```
  end
```

```
  L=L+D(i,j);
```

```
end
```

```
z=L;
```

```
sol.Tour=Tour;
```

```
sol.L=L;
```

```
end
```

EK-4. Mutasyon: Multimodal Mesafe Örneği

```
function xnew=Mutate(x)
```

```
  [~, Tour]=sort(x);
```

```

M=randi([1 3]);
NewTour=DoReversion(Tour);
xnew=zeros(size(x));
xnew(NewTour)=x(Tour);
end

function NewTour=DoReversion(Tour)

n=numel(Tour);

i=randsample(n,2);
i1=min(i);
i2=max(i);

NewTour=Tour;
NewTour(i1:i2)=Tour(i2:-1:i1);

End

```

EK-5. Yazdırma Fonksiyonu: Multimodal Mesafe Örneği

```

function PlotSolution(tour,model)

x=model.x;
y=model.y;

tour=[tour tour(1)];

plot(x(tour),y(tour),'r-s',...
'LineWidth',1,...
'MarkerSize',6,...
'MarkerFaceColor','y');

end

```


ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : GÖÇMEN, Samed
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 06.07.1988, Kırıkkale
 Medeni hali : Evli
 Telefon : 0 (326) 245 55 08
 Faks : 0 (326) 245 55 03
 e-mail : sgocmen@mku.edu.tr



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	İskenderun Teknik Üniversitesi / İnşaat Mühendisliği	Devam ediyor
Lisans	Bozok Üniversitesi / İnşaat Mühendisliği	2010
Lise	Kırıkkale Lisesi	2005

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2011-Halen	HMKÜ YAPI İŞLERİ	Mühendis
2010-2011	BÜYÜKTUNA İNŞ.	Mühendis

Yabancı Dil

İngilizce

Yayımlar

Cansız, Ö. F. ve Göçmen, S., (2018). Distance analysis of multimodal transportation based on traveling salesman problem with particle swarm optimization method. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 5(6), 1-6.

Cansız, Ö. F., Ünsalan, K., Çalışıcı, M., Göçmen, S. (2018). *Şehirlerarası taşımacılık performansı indeksinin çok türlü taşımacılık baz alınarak analiz edilmesi: çok türlü güzergâhların tasarımı ve AUS entegrasyonu*. 1. Uluslararası Akıllı Ulaşım Sistemleri Konferansı, 5-8.

Cansız, Ö. F., Ünsalan, K., Çalışıcı, M., Göçmen, S. (2018). *Yoğun sis olayının yaşandığı yerlerde otomatik sis aydınlatması*. 1. Uluslararası Akıllı Ulaşım Sistemleri Konferansı, 35-38.

- Cansız, Ö. F., Ünsalan, K., Çalışıcı, M., Göçmen, S. (2018). *Çok türlü taşımacılık güzergâhlarının gezgin satıcı problemleri baz alınarak tasarlanması: güzergâhların optimizasyonu ve akıllı ulaşım sistemlerine entegrasyonu*. 1. Uluslararası Akıllı Ulaşım Sistemleri Konferansı, 58-59.
- Cansız, Ö. F., Ünsalan, K., Çalışıcı, M., Göçmen, S. (2018). *Şehirlerarası güzergâh performans indeksinin çok türlü taşımacılık baz alınarak analiz edilmesi: analiz parametrelerinin oluşturulması ve AUS entegrasyonu*. 1. Uluslararası Akıllı Ulaşım Sistemleri Konferansı, 213-214.
- Cansız, Ö. F., Ünsalan, K., Çalışıcı, M., Göçmen, S. (2018). *SAMT sistemi ile trafik denetimi*. 1. Uluslararası Akıllı Ulaşım Sistemleri Konferansı, 263-266.

Hobiler

Yüzme, Bağlama

DİZİN

A

Abstract · v
Ağırlık · 6, 26, 27, 34, 40, 66, 67,
79, 87
Araç Rotalama · 25
Avrupa · xv, xvi, 7, 9, 10, 17, 30,
31, 34, 35, 36

B

Balikesir · vii, 11, 13, 68, 70, 73,
75, 78, 81, 84
Bandırma · 36, 42

C

Coğrafi · xv, 31, 39

Ç

Çalışma · ix, xiii, 40, 42

D

Demiryolu · ix, xii, 7, 45, 48, 49,
51, 54, 55, 57, 60, 61, 94, 95
Denizli · viii, 11, 15, 68, 70, 73,
75, 78, 81, 84,
Denizyolu · 2, 5, 7, 17, 31, 39,
45, 51, 57, 73, 78, 81, 84, 85,
87, 89, 90, 93, 94
Dolar · 19, 20, 21, 22

E

Ekonomi · xv, 37, 123
Emisyon · 94
Eskişehir · vii, 11, 14, 34, 68, 70,
73, 75, 78, 81, 84, 96

F

Figür · 68, 71, 73

G

Gelemen · 14
Gerçek · 2, 3, 24, 25, 26, 29, 32,
33, 35, 36, 39, 44, 65, 68, 70,
71, 73, 75

Gezgin Satıcı · iv, 24, 95, 96, 97,
99, 121
Gökköy · 13

H

Hesap · xiii, xiv, 32, 39, 44, 51,
70, 72, 75, 76, 77, 80, 83, 86,
87

İ

İnşaat · 12, 14, 15, 20, 21
İskenderun · 1, 2, viii, 20, 21, 40,
65, 68, 70, 71, 73, 75, 78, 81,
84, 85, 120
İzmir · 18

K

Kaklık · viii, 11, 15, 68, 70, 73,
75, 78, 81, 84
Kâr · 14
Karayolu · iv, ix, x, xii, 6, 7, 10,
32, 40, 45, 46, 47, 51, 52, 53,
57, 58, 59, 70, 73, 75, 87, 94
Kayseri · viii, 11, 15, 68, 70, 73,
75, 78, 81, 84
Konteyner · 8, 13, 14, 15, 16, 18,
19, 35, 57

L

Liman · 17, 18, 19, 20, 21, 22
Lojistik · iv, vii, viii, ix, 1, 2, 3,
4, 5, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16,
22, 34, 36, 37, 34, 40, 43, 44,
45, 51, 57, 68, 70, 73, 75, 78,
81, 84, 94, 95, 97

M

Maliyet · x, 9, 76, 87, 90, 94
Mersin · viii, 11, 15, 21, 22, 65,
68, 70, 71, 73, 75, 78, 81, 84,
104, 105, 106, 107
Mesafe · x, xi, 65, 88, 89, 91, 93,
101, 103, 104, 118, 119
Multimodal · iv, v, 1, 3, 6, 7, 8,
10, 31, 35, 39, 40, 65, 68, 76,
78, 79, 81, 82, 84, 85, 87, 88,
89, 90, 91, 93, 94, 95, 96, 99,
100, 120

Ö

Özet · iv

P

Parçacık · 26, 66, 97
Problem · v, 2, 23, 26, 32, 36, 67,
96, 97, 98, 120

R

Rota · 17, 29, 34, 96

S

Samsun · 14, 22
Sanayi · 10, 13, 14
Sistem · 26, 30, 31
Süre · iv, xiv, 1, 3, 6, 7, 19, 20,
21, 22, 33, 35, 39, 40, 51, 68,
73, 81, 82, 87, 88, 89, 91, 93,
94
Sürü · iv, 2, 26, 66, 97, 99

T

Trafik · 7, 11, 14, 17, 28, 29, 30,
31, 35, 40, 41, 94, 99, 121

U

Ulaşım · iv, 1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10,
13, 14, 17, 24, 28, 29, 31, 32,
33, 35, 39, 40, 65, 78, 79, 81,
82, 84, 85, 87, 88, 89, 90, 91,
94, 96, 97, 98, 121
Unimodal · 1, 3, 6, 7, 17, 31, 39,
68, 70, 73, 75, 76, 79, 85, 87,
90, 93, 94
Uşak · 126

Y

Yol · 3, 17, 24, 25, 28, 29, 33, 34,
67, 98



TEKNOVERSITE



teknoversite **AYRICALIĞINDASINIZ**

İSTE

