



**İSKENDERUN TEKNİK**

ÜNİVERSİTESİ

MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YÜKSEK  
LİSANS  
TEZİ**

**ÇOĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ TABANLI  
OPTİMİZASYON ANALİZLERİ  
İÇİN ÇOK TÜRLÜ TAŞIMACILIK  
GÜZERGAHLARININ  
OLUŞTURULMASI**

**Ali Heval TOPAL**

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ  
ANABİLİM DALI**

**HAZİRAN 2019**



**COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ TABANLI OPTİMİZASYON ANALİZLERİ  
İÇİN ÇOK TÜRLÜ TAŞIMACILIK GÜZERGÂHLARININ  
OLUŞTURULMASI**

**Ali Heval TOPAL**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

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

**HAZİRAN 2019**

Ali Heval TOPAL tarafından hazırlanan “COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ TABANLI OPTİMİZASYON ANALİZLERİ İÇİN ÇOK TÜRLÜ TAŞIMACILIK GÜZERGÂHLARININ OLUŞTURULMASI” 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. Umut Korkut SEVİM  
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi  
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

**Üye:** Prof. Dr. Fatih ÜNEŞ  
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi  
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

**Üye:** Prof. Dr. Cahit BİLİM  
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Mersin Üniversitesi  
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Tez Savunma Tarihi: 10/06/2019

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

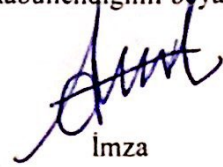
Prof. Dr. Tolga DEPCI  
Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## 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

Ali Heval TOPAL

10/06/2019

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ TABANLI OPTİMİZASYON ANALİZLERİ İÇİN ÇOK  
TÜRLÜ TAŞIMACILIK GÜZERGÂHLARININ OLUŞTURULMASI  
(Yüksek Lisans Tezi)

Ali Heval TOPAL

İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
Haziran 2019

ÖZET

Çok türlü taşımacılık güzergâhlarının harita üzerinde oluşturulması, en doğru optimizasyon sonuçlarına ulaşmak için önemlidir. Haritalar üzerinde mevcut yollar dikkate alınarak çizilen karayolları, demiryolları güzergâhları ile gerçek değerlere ulaşılmaktadır. Benzer olarak denizyolları güzergâhlarının da harita üzerinde oluşturulması en doğru değerlere ulaşmaya yardımcı olmaktadır. Aynı zamanda taşımacılık türlerinin harita üzerinde mevcut yollara göre birleştirilmesi gerçeğe uygun olmaktadır. Bu şekilde çok türlü taşımacılık yollarının harita üzerinde oluşturulması ve birleştirilmesi, coğrafi bilgi sistemi tabanlı programlarda mümkün olmaktadır. Bu programlar sayesinde, oluşturulan çok türlü taşımacılık yolları üzerinde en kısa yol analizleri yapılabilmektedir. Bu çalışmada, coğrafi bilgi sistemi programı olan ArcGIS kullanılarak, Türkiye'nin çok türlü taşımacılık yolları harita üzerinde oluşturulmakta ve birleştirilmektedir. Daha sonra ArcGIS programının Network Analyst araç çubuğu kullanılarak en kısa yol analizi yapılmaktadır. Öncelikle karayollarında yük taşımacılığı yapılan yollar tespit edilmektedir. Daha sonra bu yollar harita üzerinde çizilerek yük taşımacılığı için karayolları ağı oluşturulmaktadır. Demiryollarının bütün hatları çizilerek demiryolları ağı meydana getirilmektedir. Denizyollarında yük taşımacılığı yapılan limanlar baz alınarak muhtemel rotalar, harita üzerinde gerçeğe en yakın olarak oluşturulmaktadır. Bütün türlere ait yollar çizildikten sonra harita üzerindeki yollara uygun olarak taşımacılık türleri birleştirilmektedir. Böylece bütün türlerin yer aldığı yük taşımacılığı ağı oluşturulmaktadır. Network Analyst araç çubuğu kullanılarak 18 nokta arasında optimum güzergah ve mesafe değeri elde edilmektedir. Elde edilen mesafe değeri, lineer optimizasyon ve parçacıklı sürü optimizasyonu sonucu elde edilen değer ile kıyaslanmaktadır.

Anahtar Kelimeler : Coğrafi Bilgi Sistemi, Çok Türlü Yük Taşımacılığı, Network  
Analiz  
Sayfa Adedi : 76  
Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Ömer Faruk CANSIZ

GENERATION OF MULTIMODAL TRANSPORT ROUTES FOR OPTIMIZATION  
ANALYSIS BASED ON GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM

(M. Sc. Thesis)

Ali Heval TOPAL

ISKENDERUN TECHNICAL UNIVERSITY  
ENGINEERING AND SCIENCE INSTITUTE

June 2019

ABSTRACT

The creation of a wide range of transport routes on the map is important for achieving the most accurate optimization results. The actual values are reached on the maps by taking into consideration the existing roads, highways and railways routes. Similarly, creating routes of seaways on the map helps to reach the most accurate values. At the same time, it is appropriate to combine transportation modes according to the existing roads on the map. In this way, it is possible to create and integrate all kinds of transportation routes on the map in geographical information system based programs. Thanks to these programs, the shortest path analysis can be made on the many kinds of transportation routes created. In this study, using ArcGIS geographic information system program that Turkey's being created on the map and intermodal transportation routes combined. Then the shortest path analysis is performed using the Network Analyst toolbar of ArcGIS. First of all, the roads with freight transportation are determined. Then these roads are drawn on the map and a network of highways is created for freight transportation. All lines of railways are drawn and a network of railways is formed. On the map, the possible routes are formed as close to the reality as the basis of the freight transportation ports. After drawing the roads of all types, transportation types are combined according to the roads on the map. In this way, a network of freight transport of all modes is established. Using the Network Analyst toolbar, the optimum route and distance value between 18 points is obtained. The distance obtained is compared with the value obtained by linear optimization and particle swarm optimization.

Key Words : Geographical Information System, Multimodal Freight Transport,  
Network Analysis

Page Number : 76

Supervisor : Assist. Prof. Dr. Ömer Faruk CANSIZ

## TEŞEKKÜR

Yüksek linsans 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 Ceng AYGÜN'e sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmalarım sırasında hiçbir desteği esirgemeyen anneme, babama ve eşim Alena Ganzha TOPLA'a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Bana değerli zamanını ayırarak deneyimleri ile yol gösteren Çevre Mühendisi Kader KÖSE arkadaşım başta olmak üzere isimlerini zikredemediğim ama manen yardımlarını esirgemeyen herkese içten teşekkürlerimi sunarım.

**İÇİNDEKİLER**

	<b>Sayfa</b>
ÖZET .....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	xv
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1. Lojistik.....	3
1.2. Taşımacılık Türleri .....	3
1.2.1. Unimodal taşımacılık.....	4
1.2.2. Multimodal taşımacılık .....	4
1.2.3. İntermodal taşımacılık.....	5
1.2.4. Kombine taşımacılık.....	6
1.3. T.C.D.D Lojistik Köyler .....	6
1.3.1. İstanbul halkalı lojistik köyü.....	8
1.3.2. İzmit köseköy lojistik köyü .....	8
1.3.3. Balıkesir Gökköy lojistik köyü .....	9
1.3.4. Uşak lojistik köyü.....	9
1.3.5. Eskişehir Hasanbey lojistik köyü.....	9
1.3.6. Samsun Gelemen lojistik köyü .....	9
1.3.7. Denizli Kaklık lojistik köyü.....	10
1.3.8. Mersin Yenice lojistik köyü.....	10



1.3.9. Kayseri Boğazköprü lojistik köyü .....	11
1.3.10. Konya Kayacık lojistik köyü .....	11
1.4. T.C.D.D. Ticari Limanlar .....	12
1.4.1. Haydarpaşa limanı .....	12
1.4.2. İzmir limanı .....	13
1.4.3. Bandırma limanı .....	14
1.4.4. Derince limanı .....	14
1.4.5. İskenderun limanı .....	14
1.4.6. Mersin limanı .....	15
1.4.7. Samsun limanı .....	15
1.4.8. Antalya Limanı .....	15
1.5. Gezgin Satıcı Problemi (GSP) .....	16
1.6. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) .....	17
1.6.1. Tabu arama algoritması .....	17
1.7. Çalışmada Kullanılan Bilgisayar Programları .....	19
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....	22
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	29
3.1. Lojistik Merkezlerin Cbs'ne Girilmesi .....	29
3.1.1. ArcGIS programında koordinat ekleme butonunun gösterilmesi .....	29
3.1.2. Arcmap'te koordinatların eklenmesi .....	30
3.1.3. Vektörel çizimler ile sayısal verilerin oluşturulması .....	31
3.1.4. Güzergâhların çizimi için shapefile oluşturma .....	32
3.1.5. Shapefile oluşturma ve koordinat sistemi tanımlama .....	33
3.1.6. Çizim işlemlerine başlanması .....	33

3.2. Karayolu ağının CBS'ye girilmesi .....	34
3.3. Demiryolu ağının CBS'ye girilmesi.....	35
3.4. Denizyolu ağının CBS'ye girilmesi .....	36
3.5. Taşımacılık türlerinin birleştirilmesi.....	37
3.5.1. New feature dataset oluşturulması.....	37
3.5.2. Feature class (multiple) oluşturulması.....	38
3.5.3. Multimodal taşımacılık için tüm güzergâhların birleştirilmesi.....	39
3.5.4. Analiz için network dataset oluşturulması.....	39
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	41
4.1. Karayollarında CBS'ye göre optimizasyon .....	41
4.2. Çok türlü taşımacılıkta CBS'ye göre optimizasyon.....	50
4.3. Karayollarındaki CBS optimizasyonun lineer optimizasyon ile karşılaştırılması.....	61
4.4. Karayollarındaki CBS optimizasyonun PSO ile karşılaştırılması.....	62
4.5. Çok türlü taşımacılıktaki CBS optimizasyonun lineer optimizasyon ile karşılaştırılması.....	64
4.6. Çok türlü taşımacılıkta CBS optimizasyonun PSO ile karşılaştırılması.....	66
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	69
KAYNAKLAR .....	71
ÖZGEÇMİŞ .....	75
DİZİN .....	76

**ÇİZELGELERİN LİSTESİ**

<b>Çizelge</b>	<b>Sayfa</b>
Çizelge 3.1. Lojistik köyler ve ticari limanların konum ve koordinatları.....	29
Çizelge 4.1. 18 nokta ve bu noktaların birer birer azaltılarak yapılan analizlerin sonuçları.....	60
Çizelge 4.2. Karayollarında optimizasyon tekniklerinin karşılaştırılması.....	61
Çizelge 4.3. Karayollarında optimizasyon tekniklerinin karşılaştırılması.....	63
Çizelge 4.4. Çok türlü taşımacılıkta optimizasyon tekniklerinin karşılaştırılması .....	65
Çizelge 4.5. Çok türlü taşımacılıkta optimizasyon tekniklerinin karşılaştırılması .....	67

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 1.1. T.C.D.D. lojistik köyler güncel durumu .....	8
Şekil 3.1. ArcGIS programında koordinat ekleme butonunun gösterilmesi .....	30
Şekil 3.2. Arcmap'te koordinatların eklenmesi .....	30
Şekil 3.3. Vektörel çizimler ile sayısal verilerin oluşturulması .....	31
Şekil 3.4. Temel haritalardan openstreetmap'in seçilmesi .....	31
Şekil 3.5. Lojistik köyler ve ticari limanların konum ve koordinatlarının Türkiye haritası üzerinden gösterilmesi .....	32
Şekil 3.6. Güzergâhların çizimi için shapefile oluşturma .....	32
Şekil 3.7. Shapefile oluşturma ve koordinat sistemi tanımlama .....	33
Şekil 3.8. Çizim işlemlerine başlanması .....	34
Şekil 3.9. Örnek çizim adımları .....	34
Şekil 3.10. Karayolu ağının sayısal veri olarak eklenmesi .....	35
Şekil 3.11. Demiryolu ağının sayısal veri olarak eklenmesi .....	36
Şekil 3.12. Denizyolu ağının sayısal veri olarak eklenmesi .....	36
Şekil 3.13. Taşımacılık türlerinin birleştirilmesi .....	37
Şekil 3.14. New feature dataset oluşturulması .....	38
Şekil 3.15. Feature class (multiple) oluşturulması .....	38
Şekil 3.16. Multimodal taşımacılık için tüm güzergâhların birleştirilmesi .....	39
Şekil 3.17. Analiz için network datasetin oluşturulması .....	40
Şekil 3.18. Yeni güzergâh oluşturulması .....	40
Şekil 4.1. Karayollarında CBS optimizasyonuna göre güzergâh sıralaması .....	42
Şekil 4.2. Karayollarında CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh .....	42
Şekil 4.3. Karayollarında 17 Nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh .....	42

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 4.4. Karayollarında 16 Nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh.....	43
Şekil 4.5. Karayollarında 15 Nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh.....	43
Şekil 4.6. Karayollarında 14 Nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh.....	44
Şekil 4.7. Karayollarında 13 Nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh.....	44
Şekil 4.8. Karayollarında 12 Nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh.....	45
Şekil 4.9. Karayollarında 11 Nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh.....	45
Şekil 4.10. Karayollarında 10 Nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh.....	46
Şekil 4.11. Karayollarında 9 Nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh gah.....	46
Şekil 4.12. Karayollarında 8 Nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh.....	47
Şekil 4.13. Karayollarında 7 Nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh.....	47
Şekil 4.14. Karayollarında 6 Nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh.....	48
Şekil 4.15. Karayollarında 5 Nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh.....	48
Şekil 4.16. Karayollarında 4 Nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh.....	49
Şekil 4.17. Karayollarında 3 Nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh.....	49
Şekil 4.18. Karayollarında 2 Nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh.....	50
Şekil 4.19. Çok türlü taşımacılıkta CBS optimizasyona göre güzergâh Sıralaması .....	51

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 4.20. Çok türlü taşımacılıkta CBS optimizasyona göre elde edilen güzergâh .....	51
Şekil 4.21. Çok türlü taşımacılıkta 17 Nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh .....	52
Şekil 4.22. Çok türlü taşımacılıkta 16 Nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh .....	52
Şekil 4.23. Çok türlü taşımacılıkta 15 Nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh .....	53
Şekil 4.24. Çok türlü taşımacılıkta 14 Nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh .....	53
Şekil 4.25. Çok türlü taşımacılıkta 13 Nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh .....	54
Şekil 4.26. Çok türlü taşımacılıkta 12 Nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh .....	54
Şekil 4.27. Çok türlü taşımacılıkta 11 Nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh .....	55
Şekil 4.28. Çok türlü taşımacılıkta 10 Nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh .....	55
Şekil 4.29. Çok türlü taşımacılıkta 9 Nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh .....	56
Şekil 4.30. Çok türlü taşımacılıkta 8 Nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh .....	56
Şekil 4.31. Çok türlü taşımacılıkta 7 Nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh .....	57
Şekil 4.32. Çok türlü taşımacılıkta 6 Nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh .....	57
Şekil 4.33. Çok türlü taşımacılıkta 5 Nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh .....	58
Şekil 4.34. Çok türlü taşımacılıkta 4 Nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh .....	58
Şekil 4.35. Çok türlü taşımacılıkta 3 Nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh .....	59

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 4.36. Çok türlü taşımacılıkta 2 Nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh .....	59
Şekil 4.37. Karayollarında CBS optimizasyona göre elde edilen güzergâh .....	62
Şekil 4.38. Karayollarında lineer optimizasyona göre elde edilen güzergâh.....	62
Şekil 4.39. Karayollarında CBS'ye göre elde edilen güzergâh .....	63
Şekil 4.40. Karayollarında PSO'ya göre elde edilen güzergâh.....	63
Şekil 4.41. Çok türlü taşımacılıkta CBS optimizasyona göre elde edilen güzergâh .....	65
Şekil 4.42. Çok türlü taşımacılıkta lineer optimizasyona göre elde edilen güzergâh.....	66
Şekil 4.43. Çok türlü taşımacılıkta CBS'ye göre elde edilen güzergâh.....	68
Şekil 4.44. Çok türlü taşımacılıkta PSO'ya göre elde edilen güzergâh .....	68

## SİMGELER VE KISALTMALAR

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

<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklamalar</b>
<b>GA</b>	Genetik Algoritma
<b>ARP</b>	Araç Rotalama Problemi
<b>CBS</b>	Coğrafi Bilgi Sistemleri
<b>ECE</b>	Avrupa Ekonomi Komisyonu
<b>GSP</b>	Gezgin Satıcı Problemi
<b>ABCA</b>	Yapay Arı Kolonisi Algoritması
<b>PSO</b>	Parçacıklı Sürü Optimizasyonu
<b>TAO</b>	Türk İnternet Ortaklığı
<b>TCDD</b>	Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demir Yolları
<b>TA</b>	Tabu Algoritması
<b>GIS</b>	Coğrafi Bilgi Sistemi
<b>YBY</b>	Yakınlık Geçmişe dayalı Bellek Yapısı
<b>SBY</b>	Sıklığa Dayalı Bellek Yapısı



## 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 için ekonomik boyutunu ikinci planda tutmaktadır ve yükün zamanında ulaşmasına ve sekteye uğramamasına 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 problemdir. GSP, anlaşılması kolay bir problem olmasına rağmen, özellikle düğüm sayısı arttıkça toplam tur sayısının artmasından ve hesapların uzamasından dolayı lineer çözümü oldukça zor bir problemdir 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 CBS’de 18 noktaya ait bilgiler girilerek ve bu noktaların birbirleri arasındaki anayollar çizilip bu yollara göre analiz yapılarak optimum güzergâhın belirlenmesi hesaplanmaktadır. CBS sonucu elde edilen optimum mesafe değeri ve güzergâh, lineer optimizasyon ve parçacıklı sürü optimizasyon (PSO) algoritmaları sonucu elde edilen değerler ile kıyaslanmaktadır.

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 verilmektedir. Materyal ve Yöntem bölümünde optimizasyon çalışması için kullanılacak olan ülkemiz lojistik köyleri ve ticari limanların koordinatları verilerek CBS’de bu koordinatlar girilerek şehirler belirlenmiş ve bu noktalar arasında olan karayolu demiryolu ve denizyolu güzergâhları çizilmiştir. Araştırma

Bulguları ve Tartışma bölümünde ise CBS’de sadece karayolu ve çok türlü taşımacılığa göre analizler yapılmıştır. Analizler sonucu elde edilen değerler, lineer optimizasyon ve PSO algoritması sonucu elde edilen değerler ile kıyaslanmıştır.

### **1.1. Lojistik**

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. Geleneksel taşımacılık ve ulaşım anlayışının, küreselleşmeyle yaşanan ticari eğilimler ve teknolojideki gelişmeler sonucunda köklü değişimlere uğraması lojistik kavramı içinde değerlendirilmektedir.

### **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.

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**

Taşımacılığın yalnızca bir ulaşım türü ile gerçekleştirildiği tek modlu, yani unimodal taşımacılık açısından düşünöldüğünde: havayolu taşımacılığı, en hızlı ve güvenli taşımacılık sağlayan ancak en maliyetli taşımacılık türüdür. Denizyolu taşımacılığı en ucuz ve kolay taşımacılık sağlayan ancak süre olarak en yavaş ve güvenliği düşük taşımacılık türüdür. 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 koymaktadır. Unimodal demiryolu taşımacılığı ise daha uzun mesafeler için kullanılmaktadır. Daha iyi bir maliyet verimliliği için farklı ulaşım modları bütünleşik olarak çalışabilmektedir.

### **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. 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).

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.

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 karşılaşılabilecektir.

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

### **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.

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 anlaşılırı konulana ve herkes tarafından benimsenene kadar devam edecektir.

#### **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, ayırıştırma, 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 Ögüt, 2008).

Terminalerin 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. Bölgesel transfer noktalarının yüksek performansta tesisler olması gerekmektedir (Schönharting ve diğerleri, 2003). Herhangi bir ülkenin stratejik planında lojistik köy yeri kararları çok önemlidir (Yildirim ve Önder, 2014).

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 yükseltilecek 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. Ülkemizde T.C.D.D.'ye bağlı lojistik köylerin son durumu Şekil 1.1'de gösterilmektedir.



Şekil 1.1. T.C.D.D. Lojistik köyler güncel durumu (Göçmen, 2018)

### 1.3.1. İstanbul halkalı lojistik köyü

Türkiye’de uluslararası taşımaların %70’i Trakya bölgesinden, bunun büyük bir bölümü de Halkalı’ndan 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 765000 m<sup>2</sup> üzerine kurulması planlanan Köseköy Lojistik Merkezinin ilk etapta 151000 m<sup>2</sup>’lik kısmında kamulaştırma çalışmaları tamamlanmış olup bu etapdaki yapım işleri devam etmektedir. Tevziat planı ve projesi hazırlanmış diğer kısımların kamulaştırılması için çalışmalar devam etmektedir. 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.

### **1.3.4. Uşak lojistik köyü**

Çalışmalarına 2007 yılında fizibilite etüdünün çıkarılmasıyla başlanan Uşak Lojistik Köyü'nün 140000 m<sup>2</sup> alan üzerine kurulması planlanmaktadır. Lojistik köyün faaliyete girmesiyle şu anda 113000 ton olan yıllık taşınan yük miktarı 246000 tona çıkacaktır.

### **1.3.5. Eskişehir Hasanbey lojistik köyü**

Eskişehir Hasanbey Lojistik Köyü'nün çalışmaya başlaması ile yıllık 215000 ton olan toplam taşıma miktarı yıllık 566600 tona çıkmıştır. Lojistik merkezinden çoğunluk olarak feldspat, seramik, fayans, demir, konteyner, inşaat malzemeleri, beyaz eşya, manyezit, su, gıda maddesi ve kömür nakli yapılmaktadır.

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**

İlk etabı 2007 yılında işletmeye açılan Samsun-Gelemen Lojistik Köyü özellikle Rusya ve Kazakistan'a yapılan taşımalar için önemli bir geçiş noktasıdır. 350000 m<sup>2</sup>'lik bir alana

genişletilebilecek kapasitede kurulan Gelemen Lojistik Köyünde hedef 500000 ton olan trafiği 1100000 tona çıkarmaktır. Lojistik köy üzerinden daha çok demir, rulo sa, hurda, bakır, konteyner, imento, 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**

120000 m<sup>2</sup> alana sahip olacak olan Kaklık lojistik köyün ilk etabının tamamlanmasıyla birlikte mermer ve ağır yük taşımacılığı başlarken, yükleme istasyonlarının yetersiz olması nedeniyle istenilen verime ulaşılamamıştır. 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 150000 ton/yıl olan yük taşıma miktarı 500000 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**

Yaklaşık 640000 m<sup>2</sup> 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 418000 ton/yıl olan yük taşıma miktarı 896000 ton/yıla çıkacaktır. Lojistik köyden konteyner, makine, araç, yedek parça, demir, elik, boru, tarım aletleri, pamuk, seramik, gıda maddesi, imento, 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; 511000 m<sup>2</sup> alana sahip olması düşünülmektedir. Boğazköprü Lojistik Köyü’nün faaliyete geçmesiyle yaklaşık 717000 ton/yıl olan yük taşıma miktarı 1782000 ton/yıl’a çıkacaktır. Lojistik köyden boru, yem, demir, sa 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 300000 m<sup>2</sup> alan üzerine kurulacaktır. Lojistik köyün kurulmasıyla yıllık taşıma miktarının 634000 tondan 1679000 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).

#### **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 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.

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 12000–15000 adet TEU konteyner istifleme kapasitesine sahiptir. Limanda bulunan konteyner istifleme ekipmanları ile üst üste 4+1 konteyner istif yapılabilir. Ayrıca limanda 80 adet soğuk hava tertibatlı konteyner için istif altyapısı bulunmaktadır.

#### **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 1.1.1989 tarihinde gerçekleşmiştir.

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.

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 70000 ton kapasiteli beton silo bulunmaktadır. Limana ait yolcu terminali, İzmir'in Ege'deki tarihi ve turistik konumundan dolayı önemli büyüklükte trafiğe sahiptir.

### **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.

### **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.

#### **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 tamamlatılarak aynı sene bütün tesisleri ile birlikte hizmete açılmıştır.

#### **1.4.6. Mersin limanı**

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.

#### **1.4.7. Samsun limanı**

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

125200000 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.

#### **1.4.8. Antalya limanı**

Antalya Limanı, Türk uluslararası deniz ticaretinde önemli bir rol oynamaktadır. Kruvaziyer limanı, konteyner limanı, dökme yük ve marina içeren çok amaçlı bir liman olan Antalya Limanı, Türkiye'nin gelişme potansiyeli en yüksek limanları arasında ilk sıralarda yer almaktadır. Yılda 8 milyon yabancı turisti ağırlayan, Türkiye turizmi ve ticareti açısından hızlı bir gelişim gösteren Antalya'da 166800 m<sup>2</sup> alan üzerine kurulan liman, İzmir-Mersin arasındaki 624 deniz millik kıyı şeridi üzerindeki en büyük organize ve mendireklerle korunan liman olma özelliği taşımaktadır. Antalya ilinin en batı uç noktası olan Kemer çıkışında yer alan Antalya Limanı'nın açık deniz bağlantısı Akdeniz'dir. Yüksek standartta karayolları ile Alanya, Mersin, Konya, Akşehir, Afyon, Burdur, Denizli gibi önemli sanayi ve turizm merkezlerine bağlıdır. Antalya Limanı'nda 1.440 metre boyunda bir adet ana mendirek ile 650 metre boyunda bir tali mendirek bulunmaktadır. Mendirekler arası açıklık 225 metre, yaklaşma kanalına ilişkin derinlik -10 ve -25 metredir. Limanın tamamı kullanıma açık olan toplam deniz sahasının genişliği 136000 metre, manevra çapı 400 metredir. Toplam rıhtım uzunluğu 1322 metre olan limanın içerisinde bir marina bulunmaktadır. Ortadoğu Antalya Liman İşletmeleri A.Ş. ihaleye çıkarılan Antalya Limanı'nın işletmesini 2006 yılında 22 yıl süreyle devralmıştır.

#### **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.

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 modellenebilmekte ve çözülmektedir.

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.



## 1.6. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)

Coğrafi bilgi sistemi (CBS); verilerin toplanması, saklanması, analiz edilmesi, kullanıcıya sunması gibi işlemleri bütünleştiren bir bilgi sistemidir. CBS tabanlı olan ArcGIS programı kullanılarak bir çok optimizasyon çözümlerine ulaşılmaktadır. ArcGIS programı optimizasyon yaparken Tabu Arama algoritmasından yararlanmaktadır. Tabu arama algoritması ile ilgili bilgiler bir sonraki konuda verilmektedir. Karadimas ve ark. (2007) ArcGIS ve karınca algoritması kullanarak katı atık toplama işinin optimizasyonunu yapmaktadırlar. Cavalli ve Grigolato (2010) CBS kullanarak orman yolu maliyetinin değerlendirmesini senaryolarla yapmaktadır. CBS tabanlı network analizi kullanarak çözüme giden birçok çalışma vardır (Curtin, 2007; Karadimas ve ark. 2007; Bhambulkar, 2011).

### 1.6.1 Tabu Arama (TA) algoritması

Tabu Arama (TA) algoritması, optimizasyon problemlerinin çözümü için F. Glover tarafından geliştirilmiş iteratif bir araştırma algoritmasıdır. Temel yaklaşım, son çözüme götüren adımın dairesel hareketler yapmasını önlemek için bir sonraki döngüde tekrarın yasaklanması veya cezalandırılmasıdır. Böylece yeni çözümlerin incelenmesiyle TA algoritması, bölgesel en iyi çözümün daha ilerisinde bulunan çözümlerin araştırılabilmesi için bölgesel-sezgisel araştırmaya kılavuzluk etmektedir. TA algoritmasının bölgesel optimalliği aşmak amacıyla kullandığı temel prensip, değerlendirme fonksiyonu tarafından her iterasyonda en yüksek değerlendirme değerine sahip hareketin bir sonraki çözümü oluşturmak amacıyla seçilmesine dayanmaktadır. Bunu sağlamak amacıyla bir tabu listesi oluşturulur, tabu listesinin orijinal amacı önceden yapılmış bir hareketin tekrarından çok tersine dönmesini önlemektir. Tabu listesi kronolojik bir yapıya sahiptir ve esnek bir hafıza yapısı kullanır. TA algoritması her ne kadar istenmeyen noktaların işaretlenmesi olarak açıklanmış olsa da daha cazip noktaların işaretlenmesi olarak ta kullanılır. TA'yı açıklamak için aşağıdaki gibi bir gösterimden yararlanılabilir:

Amaç fonksiyonu  $c(x)$  maliyet veya kar fonksiyonunun en küçük veya en büyük değerini aramaktadır fakat bu aramada  $x$  vektörü ile belirtilen kısıtlamalara uyularak çözüme ulaşılabilecektir. Başka bir ifade ile her  $x$  elemanı bir hareketi temsil eder ve tüm hareketler  $X$  ile gösterilmektedir. Ancak daha doğru bir varsayım  $x$  vektörlerinin TA bellek yapısı

olarak kullanıldığıdır. Böylece vektörde tutulan bellek değerine bağlı olarak çözüm aramada bazı hareketler tabu olarak kabul edilip engellenecek, bazılarına ise daha fazla odaklanacaktır. X vektöründeki her bir hareket ise mevcut çözümün bir komşusunun seçimini temsil eder.

**Başlangıç çözümünün oluşturulması:** En genel şekilde başlangıç çözümü rastsal olarak elde edilir. Ancak ilgilenilen, problem için geliştirilmiş olan bir sezgisel algoritmadan yararlanarak da başlangıç çözümünden elde edilmesi mümkündür.

**Hareket Mekanizması:** Mevcut bir çözümde yapılan bir değişiklik ile yeni bir çözümün elde edilmesi hareket mekanizmasıyla gerçekleştirilir. Hareket mekanizmasındaki olası hareketler, mevcut çözümün komşularını oluşturur. Komşuluk Tabu Aramada en önemli bileşenlerden birisi de komşuluk yapısıdır. Çözümü iyileştirmek için amaç fonksiyonun değeri açısından en iyi hareketlerin seçilmesidir. Komşulukların oluşturulmasında seçilen komşuluk üretme yapısına göre problem boyutu  $n$  olduğu durumda  $(n-1)$  tane komşuluk üretilir.

Hafıza TA algoritmasının temel elemanlarından biride hafızadır. Arama boyunca ortaya çıkan durumlar, H hafızasına kayıt edilir. Yapılmasına izin verilmeyen hareketler "tabu" olarak adlandırılır ve esnek hafıza içinde "tabu listesi" adı altında kaydedilirler. Bu hareketler belli bir süre sonra tabu listesinden çıkarılır ve yapılmasına izin verilir.

**Yakınlık Geçmişe Dayalı Bellek Yapısı (Kısa Dönem Hafıza)(YBY)** En temel TA bellek yapısıdır. Esas olarak görevi yakın geçmişte yapılan hareketlerin bir süre için tabu olarak işaretlemektir. Burada kast edilen süre tabu süresi yani çerim sayısıdır. Belirlenen  $t$  değeri süre kadar hareket tabu olarak belirlenir ve daha sonra belirlenen hareket tabu olmaktan çıkarılır. Örneğin  $t=5$  olacak şekilde statik olarak değer verilebildiği gibi  $t$  değeri  $\min t$  ve  $\max t$  sınırları arasında sistematik veya rastgele seçilebilir.

**Sıklığa Dayalı Bellek Yapısı (Orta ve Uzun Dönem Hafıza)(SBY)** tamamlayıcı bir özelliğe sahiptir genellikle YBY ile birlikte ikincil bir bellek olarak kullanılır. SBY adından da anlaşılacağı gibi yapılan hareketlerin sıklığını bellekte tutar. Ancak bir hareketin kaç kez yapıldığı bilgisi yerine, çözümün kalitesine ve hareketin etkisine bağlı bilgilerin bellekte tutulması daha faydalı yaklaşımdır. Sıklık ölçütünün dört çeşidi vardır. Bunlar;

- Her bir hareketin toplam tekrar sayısı
- Toplam hareket sayısı
- En yüksek hareket tekrar sayısı
- Ortalama hareket tekrar sayısı

Tabu listesi, araştırmanın herhangi bir iterasyonu içinde hangi seçimlerin tabu grubu olmak zorunda olduğu ve kaç tanesi üzerinde karar verme ve tabu listesini güncelleme ile ilgilendir. Tabu listesinin boyutu, sonucu önemli derecede etkileyebilir. Deneysel sonuçlar problemin boyutu büyüdükçe problem boyutu ile orantılı olarak tabu listesi uzunluğunun da büyümesi gerektiğini göstermiştir.

Tabu Yıkma Kriterleri; tabunun ortadan kalkabileceği durumları ifade etmektedir. En genel tabu yıkma kriteri, mevcut durumdan daha iyi bir sonuç verecek tabu hareketinin yapılmasına izin verilmesidir. Bu kriterin kullanılması TA algoritmasının etkinliğini artırmaktadır. Ayrıca, eğer tüm mümkün hareketler tabu ise bu hareketlerden tabu süresinin bitmesine en yakın olan bir tabu hareketine izin verilir.

Durdurma Koşulu; TA algoritması, bir veya birden fazla durdurma koşulunu sağlayıncaya kadar aramasını sürdürmektedir. Bu koşullardan bazıları aşağıda verilmiştir.

- Seçilen bir komşu çözümün komşusunun olmaması
- Belirli bir iterasyon sayısına ulaşılması
- Belirli bir çözüm değerine ulaşılması
- Algoritmanın bir yerde tıkanması ve daha iyi sonuç üretememesi

### 1.7. Çalışmada Kullanılan Bilgisayar Programları

Bu çalışmada uydu aracılığı ile ücretsiz harita hizmeti sunan Google Earth uygulaması kullanılmıştır. Dünyayı görsel olarak gezip görebileceğiniz ve inceleyebileceğiniz Google Earth programı görüntü kalitesi ve gerçekçi olması ile dikkat çeken bir yazılımdır. Programın özellikleri arasında tarihsel olarak yerlere ait görüntüleri ve değişiklikleri takip edebilir, turlarınızı kaydedebilir, önemli mekanlara ait binaları 3 boyutlu görebilir, sokak görünümü ile sokaklarda dolaşabilir, okul, hastane, havaalanı gibi özel yerleri bulmanızı sağlayan ve hatta yıldızları, Ay'ı ve Mars'ı gezmenizi sağlayan sanal tur yapabileceğiniz

bir programdır. Uzunluk, eğim, alan hesabı yapma olanağı ile de istediğiniz yeri işaretleyip kendi çalışmalarınızı yapabileceğiniz bir programdır. Uçuş simülasyonu ile dağların, ovaların, okyanusun üzerinden görsel olarak umanızı sağlayan nadir programlardan biridir. Bu çalışmada bu hizmetlerinin yanı sıra haritacılık için önem arz eden koordinat bilgisi alma, rota oluşturma ve oluşturulan rotaların sayısal verilerini ArcGis programında analize hazırlayabilmek için Google Earth programı kullanıldı.

ESRI firmasının yazılım programı olan ArcGIS programı ve modülleri bu çalışmada kullanılmıştır. ArcGIS, haritalar ve coğrafi bilgilerle çalışmak için bir coğrafi bilgi sistemidir (GIS). Haritalar oluşturmak ve kullanmak, coğrafi verileri derlemek, haritalanmış bilgileri analiz etmek, coğrafi bilgileri paylaşmak ve keşfetmek, çeşitli uygulamalarda haritalar ve coğrafi bilgileri kullanmak ve bir veritabanında coğrafi bilgileri yönetmek için kullanılır. Sistem, bir kuruluşta, bir toplulukta ve Web üzerinde açık bir şekilde, harita ve coğrafi bilginin sunulması için bir altyapı sağlar.

ArcGIS for Desktop, ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox, ArcScene, ArcGlobe ve ArcGIS Pro gibi çeşitli entegre uygulamalardan oluşur. ArcCatalog, bilgisayar, veritabanı veya diğer kaynaklardaki veri kümelerini ve dosyaları taramak için kullanılan veri yönetimi uygulamasıdır. Hangi verilerin mevcut olduğunu göstermenin yanı sıra, ArcCatalog ayrıca kullanıcıların bir haritadaki verileri nizlemesine izin verir. ArcCatalog ayrıca, mekânsal veri kümeleri için meta verileri görüntüleme ve yönetme yeteneği sağlar. ArcMap, coğrafi verileri görüntülemek, düzenlemek ve sorgulamak ve haritalar oluşturmak için kullanılan bir uygulamadır. ArcMap arabirimi, soldaki bir içerik tablosu ve haritayı görüntüleyen veri ereve (ler) dhil olmak üzere iki ana bölüme sahiptir. İindekilerdeki öğeler haritadaki katmanlara karşılık gelir. ArcToolbox, ArcInfo'daki işlevselliğin çoğunun yanı sıra coğrafi işlem, veri dönüştürme ve analiz araçları içerir. Sık sık tekrarlanan görevler için toplu işlemlerin ArcToolbox ile kullanılması da mümkündür. ArcScene, kullanıcının CBS verilerini 3 boyutlu olarak görüntülemesine ve 3D Analist Lisansına sahip olmasına izin veren bir uygulamadır. ArcScene'in katman özelliklerinde, kullanıcının üç boyutlu yapı özelliklerini abartmasına imkân veren bir Ekstrüzyon işlevi vardır. ArcGlobe, ArcGIS'in 3D Analist Lisansı ile sunulan 3B görselleştirme uygulamalarından bir diğeridir. ArcGlobe, büyük miktarda GIS verilerini bir küre yüzeyinde görmenizi sağlayan bir 3B görselleştirme uygulamasıdır. Bu alışmada Google Earth ve Excel programlarında

oluşturulan veriler ArcGIS programına çağrılıyor ve ayrıca ArgCIS programında oluşturulan veriler analiz ve hesaplarda kullanılıyor.



## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Casali ve arkadaşı (2019), çalışmalarında yol altyapısının planlanmasında küresel topolojiye etkisini incelemektedirler. Fiziksel altyapı kentin işleyişinde en önemli faktörlerdendir. Şehrin gelişmesiyle hizmetin artması ve altyapının değiştirilmesi sağlanır. Altyapının planlanmasında genellikle küçük çaplı sonuçlara bakılır. Bu çalışmada İsviçre'nin Zürih kentinde yol altyapısının gelişimi izlemiştir. Farklı ağırlıklandırma yöntemleriyle yapısal özelliklere, mesafe ve nüfusa bağlı ağırlık merkezi metriği analiz yapılmıştır. Sonuç olarak 1955'ten 2012'ye altyapıda değişikliklerle ilgili 4 farklı sonuca ulaşılmıştır.

Çubukçu ve arkadaşları (2015), çalışmalarında sokakların, mahallelerin yürünebilirlik puanlarını incelemektedirler. Sokakların belli parametrelere bağlı olarak yürünebilirlik puanları ilk defa 2007'de Washington için oluşturulmuştur. 'Walkscore' olarak adlandırılan bu model seçilen parametreler yüzünden eleştiri almıştır. Ancak alternatif olarak hiçbir fikir öne sürülmedi. Bu çalışmada Coğrafi Bilgi Sistemleri (GIS) ile İzmir'in belli kesiminde yürünebilirlik puanı için alternatif bir ölçüm getirilmiştir. 6500 sokak için GIS ve bunun Uzamsal Tasarım Ağı Analizi (SDNA) ile ölçülmüştür.

Hu ve arkadaşları (2014), çalışmalarında GPS verileri kullanılarak taksi araçlarının çalışma durumu ve sürücülerin etkinlik dağıtım özellikleri üzerine inceleme yapmaktadırlar. Günümüzde veri madenciliğinin gelişimi sayesinde bu verilere ulaşmak daha mümkün olmaktadır. Bu çalışmada Çin'in işletme verileri kullanılarak, taksi şoförünün şehiriçi etkinlik dağılımı zamansal ve mekânsal olarak analiz edilmiştir. Shenzhen'de 204 sürekli saat ve 3198 taksi aracı baz alınmıştır. Taksi çalışma şekli, günlük sürekli zaman, yolcu sayısı ve şoförün çalışma sıklığı zaman düzeyinde, faaliyet alanı ve alma bırakma yerleri mekânsal düzeyde taksi şoförlerinin aktivite dağılımları analiz edilmiştir.

Laasasenaho ve arkadaşları (2019), çalışmalarında biyoenerji tesisleri ile ilgili yer analizlerinde üzerinde inceleme yapmaktadırlar. Yer analizlerinde coğrafi bilgi sistemi (GIS) kullanılmaktadır. Bu çalışmada ise iki farklı biyoenerji tesisi, çiftlik. merkezi biyogaz tesisi, ahşap terminalli için uygun yerleri bulmak için model geliştirilmiştir. Biyogaz tesislerinde R yazılımında yer alan optimizasyon araçları, ahşap terminalde

ArcGIS'te çekirdek yoğunluğu aletleri kullanılarak en uygun yerler belirlenmiştir. 13 çiftlik biyogaz tesisi ve 8 merkezi biyogaz tesisi hammadde tedariki için 10 km'lik sınır değeri ile lojistik olarak uygun yerler bulunmuştur.

Kang ve arkadaşları (2018), çalışmalarında turizm araştırmalarında sosyal ağ analizi tekniklerini incelemektedirler. Geçmişte yapılan analizler turizm destinasyonundaki popüler ağlarla sınırlı kalmıştır. Bu çalışmada, Güney Kore'nin Seul kentinde coğrafi bilgi sistemi (GIS) kullanılarak, turizm çekim sisteminin mekânsal yapısı belirlenmiştir. Mekânsal istatistiklere sahip sosyal analizi teknikleri kullanılmıştır. Bir turizm merkezinde birden çok cazibe noktasının olabileceği sonuçlarına ulaşılmıştır.

Liu ve arkadaşları (2019), çalışmalarında enerji tüketiminin boru hattı işlerinde de teknik ve ekonomik yönden etkilerini ele almaktadırlar. Her alanda olduğu gibi enerji tüketimi planlamadan önemli ölçüde etkilenmektedir. Bu çalışmada boru hattı taşıma sisteminin ekserji kaybını minimize etmek için optimizasyon modeli oluşturulmuştur. Çin'deki dış petrol boru hattı kullanılan modelde matematiksel model, genetik algoritma ve iki optimizasyon algoritması kullanılmıştır. Sonuç olarak enerjinin kullanılmasında iyileşme görülmüştür.

Maciej ve arkadaşları (2018), çalışmalarında küçük yük taşımacılığında ulaştırma işlerinin seçimi ve rota tasarımı üzerine inceleme yapmaktadırlar. Geçmişten günümüze taşımacılıkta ulaşım türü ve rota seçmek önem arz etmektedir. Bu çalışmada sürücü, filo sahibi ve müşteriler için ortak paydada buluşularak, Polonya'nın ulaşım ağı üzerinde hesaplamalar yapılmıştır. Bu hesaplar yapılırken çalışma süresi, sürüş konforu ve güvenliği, teslim alma süresi gibi bir çok parametre göz önünde tutulmuştur.

Bhambulkar ve arkadaşları (2011), çalışmalarında belediye atık toplama işinde optimum yönlendirme üzerine inceleme yapmaktadırlar. ArcGIS kullanılarak yapılan çalışmada atık toplama parametreleriyle birlikte toplamama durumlarını da göze alarak Nagpur kenti için toplama seneryoları geliştirilmektedir. En uygun çözüm, en kısa mesafe yol ağları ve sosyal ve çevresel etkiler parametre olarak kullanılmıştır.

Liu ve arkadaşları (2018), çalışmalarında felaket sonrası yardımlar için acil lojistik için yönlendirme üzerine inceleme yapmaktadırlar. Büyük Sichuan Depremi örnek alınarak

felaket sonrası lojistik yönlendirme, helikopter dağıtımlarını planlamak için model geliştirilmiştir. Bu modelde talep ve ulaşım süresindeki belirsizlikler göz önüne alınmaktadır.

Chabot ve arkadaşları (2018), çalışmalarında nakliye işleri için şirketler arası ortaklık ve gönderilerinde senkronize sağlamak üzerine inceleme yapmaktadırlar. Bu konu için dört farklı şema geliştirmektedirler. Nakliyatçılar, operatör için optimum maliyet ve bunların birleşiminden oluşan şema mevcuttur. Hesaplamalar sonucunda ise işbirliğinin maliyete önemli etkisi olduğu gözlemlenmiştir.

Shanmukhappa ve arkadaşları (2018), çalışmalarında Hong Kong, Londra ve Bengaluru'nun otobüs taşıma ağını, ağın mekânsal yerleşimini de göz önüne alarak incelemektedirler. Şehirlerin ilgi alanları ve nüfus dağılımlarına göre süpernode grafik yapılanması kullanarak model geliştirmektedirler. Ağlarda iyileşmeler, yol uzunluğunda azalmalar gözlenmektedir.

Hu ve arkadaşları (2018), çalışmalarında eski araştırmalarda pek göz önüne alınmayan arazi kullanımı ve yolcu talebi ilişkisini de ele alırken taksi şoförlerinin çalışma davranışları incelenmektedir. Shenzhen kenti için Gps verileri kullanılarak 204 saatlik inceleme yapılmıştır. Taksi şoförlerinin davranışında, aktivite alanı ölçümü ve farklı zaman alanları için farklı faaliyet alanları arasındaki bağlantıya bakılmıştır.

Din ve arkadaşları (2016), çalışmalarında toplu taşıma hizmetlerinin seviyelendirilmesi üzerine inceleme yapmaktadırlar. Coğrafi bilgi sistemi (GIS) kullanarak, Kuala Lumpur'da Transit-Destekleyici Alanın durumunun haritası elde edilebilmekte ve Kuala Lumpur için transit sistemlerin hizmet seviyesi belirlenmektedir.

Kallel ve arkadaşları (2016), çalışmalarında Tunus'ta atık toplama ve taşıma verimliliği üzerine inceleme yapmaktadırlar. Cit'e El Habib ilçesinde, ArcGIS kullanılarak belli senaryolarla hesaplar yapılmaktadır. Belli parametrelerle, bu parametrelerin değiştirilmesiyle oluşan 4 senaryoda mesafenin azalması, toplama süresinin kısılması, yakıt tasarrufu gibi sonuçlara ulaşılmaktadır.



Kazemi ve arkadaşı (2018), İran'ın Golestan şehri için yağmurlu hayvancılık için arazi uygunluğunu analiz etmektedirler. Coğrafi bilgi sistemi (GIS) ve çok kriterli karar verme analizi (MCDA) kullanılan bu analizlerde, toprak, iklim ve topografik değişkenler gibi çevresel etkiler parametre olarak kullanılmaktadır. Sonuç olarak, çevresel kaynakların kalitesi arttırılırsa yağışlı hayvancılık için uygun olacağı gözlenmektedir.

Chen ve arkadaşları (2008), çalışmalarında dünyada günümüzde yaygın olarak kullanılan nükleer enerji atık problemi üzerinde durmaktadırlar. Çevre için önemli husus olan bu atıkların en uygun şekilde taşınması için rota belirlenmesi geliştirilen çok amaçlı coğrafi bilgi sistemi ile mümkün olmuştur.

Zhonga ve arkadaşları (2018), çalışmalarında tehlikeli maddelerin güvenli şekilde taşınması üzerine inceleme yapmaktadırlar. Karayolu güvenliği için büyük risk teşkil eden tehlikeli madde taşımacılığı için ArcGIS yazılımı kullanılarak Darbe Dayanımı modeli geliştirilmiştir. Bu model ile risk azaltılabilecek veya riski erken uyarılabilecektir.

Korosea ve arkadaşları (2014), çalışmalarında tuzlu sularda karbon tutma ve depolama ile ilgili incelemeler yapmaktadırlar. Bunun için 3 yıl boyunca derin tuzlu su rezervuarına 1.1 milyon ton karbondioksit enjekte etmişlerdir. ArcGIS yazılımına 150'de fazla mekânsal veri katmanından oluşan veriler girildi. Yüzeeye yakın saha karakterizasyonu derlenmesinde ve organize edilmesine yardımcı olmuştur. Haritalanma ve analizlerde zaman tasarrufu sağlamıştır.

Liu ve arkadaşları (2018), çalışmalarında toplu taşıma ağının verimliliği üzerine inceleme yapmışlardır. Şangay Hongqiao Ulaşım Merkezi'nde mekânsal erişebilirlik değerlendirmesi yapmaktadırlar. Çeşitli seneryolarla ve bekleme, yürüyüş, transfer gibi zaman kayıplarını da ele alan modelde, mekânsal değerlendirme, çoklu ulaşım modları gibi ulaşım sistemlerinin erişebilirliğinin düzenlenmesine yardımcı olmuştur.

Zhang ve arkadaşları (2018), çalışmalarında yaşlıların ağız sağlığı için kentte ulaşım düzeylerini incelemektedir. New York'taki yaşlıların ulaşım ağları yollarıyla tarama ve tedavi merkezlerine erişebilirliğini ölçmüşlerdir. Yürüyüş, araba, otobüs ve minibüs seçenekleriyle oluşturulan model coğrafi bilgi sistemi (GIS) tabanlı ağ kullanılmıştır.

Chen ve arkadaşları (2017), çalışmalarında karayolundaki güvenlik açığı üzerinde inceleme yapmaktadırlar. Analiz iki senaryo için geliştirilmiştir. Model, ağdaki kırılgnlığı ve trafik kontrol stratejilerini habersiz tahliye için uygundur.

Sulemana ve arkadaşları (2018), çalışmalarında katı atık toplama sürecinde optimizasyon yöntemlerinin etkisini incelemektedir. Matematiksel programların erişemediği yerlerde coğrafi bilgi sistemini kullanarak göz ardı edilen hususları öne çıkaran modelde verimli rota belirlemeye odaklanılmıştır.

Ma ve arkadaşı (2016), çalışmalarında bölgesel yolcu taşımacılığı optimizasyonu üzerine inceleme yapmaktadırlar. Harbin, Daqing ve Yichun'da yolcu taşıma sistemi için Matlab yazılımı ile model geliştirilmiştir. Bulanık kapsamlı değerlendirme yöntemi kullanılarak mevcut durumdan yolcu taşımacılığı yapısı tahmin edilmeye çalışılmıştır.

Lella ve arkadaşları (2017), çalışmalarında nüfus artışının daha yüksek olduğu yerlerde katı atık yönetimi üzerinde inceleme yapmaktadırlar. Hindistandaki Vellore'yi örnek alan modelde coğrafi bilgi sistemi kullanılarak ptimum toplama ve taşıma yöntemleri sunmaktadır.

Farooq ve arkadaşları (2018), çalışmalarında ulaşım kapasitesinin belirlenmesi ve gelecek planlamaları üzerine inceleme yapmaktadırlar. Coğrafi bilgi sistemi kullanılarak Pekin ve XiongAn arasında karayolu ve demiryolu ile ulaşım modeli oluşturulmaktadır. İki şehir arasında mevcut ulaşım ağı analiz edilmekte ve gelecek talebi için ağ önerilmektedir.

Inanloo ve arkadaşları (2016), bireysel sistemlerin arıza olasılıkları, sonuçları ve ağlarla etkileşiminini değerlendirme üzerine inceleme yapmaktadırlar. Su ve kanalizasyon altyapı ağları etkileşimlerini ArcGIS kullanarak model geliştirilmiştir. Miami ve Florida şehirlerini incelemeye alan çalışmada hizmet kalitesini arttıracak gelişmeler olmuştur.

Zhang ve arkadaşları (2019), çalışmalarında demiryolu yük taşımacılığı için bekleme süresini kısaltma ve karı yüksek tutma amacı üzerinde inceleme yapmaktadırlar. Fiyatlandırma, planlama, karbon emisyonunu kapsayan optimizasyon modeli geliştirilmiştir. Model hizmet kalitesini arttırırken karbon emisyonunu da azaltmaktadır.

Vu ve arkadaşları (2019), çalışmalarında atık toplama yolu optimizasyonu için incelemede bulunmaktadır. Yapay sinir ağları tahmin modeli ve coğrafi bilgi sistemi birleştirilerek kamyon rota süresi, mesafesi ve hava emisyonlarının etkisini gözlemlemektedirler. Austin, Texas şehirlerinin verileri kullanılarak oluşturulan modelde 36 senaryo için mesafe kısılması, emisyon azalması gibi sonuçlara ulaşılmıştır.

Veluscek ve arkadaşları (2015), çalışmalarında çok amaçlı taşımacılık ağı optimizasyonu üzerinde inceleme yapmaktadırlar. Geçmiş çalışmalara kıyasla daha çok senaryo ile daha gerçekçi çözümler için çabalanmıştır. Çok amaçlı optimizasyon modeli geliştirilmiştir.

Abousaeidi ve arkadaşları (2016), çalışmalarında taze sebze dağıtımı için rota belirlemesi üzerinde inceleme yapmaktadırlar. Kuala Lumpur'da ArcGIS yazılımı kullanılarak teslimat süresi, verimli rota belirlenmeye çalışılmaktadır.

Paudel ve arkadaşları (2009), çalışmalarında süt gübresi taşıma modeli geliştirilmektedir. Coğrafi bilgi sistemi kullanılarak arazi kullanım türlerini, mandıra çiftliklerinin ve tarım alanlarının kesim yerlerinin ve yol ağlarının durumlarına göre maliyeti azaltmayı amaçlamaktadırlar.

Abulizi ve arkadaşları (2016), çalışmalarında müşteri odaklı yol yönetimi üzerinde inceleme yapmaktadırlar. Japonya'nın Hokkaido şehrinde kamu yollarında coğrafi bilgi sistemi kullanılarak yol ağı görsel haritası oluşturulmuştur. Karayolları sınıfı, yol ağı ve yol koşullarını değerlendirerek yol yönetimi değerlendirmektedirler.

Perpina ve arkadaşları (2009), çalışmalarında tarımsal ve orman kalıntıları biyokütlelerinin kullanılması üzerine inceleme yapmaktadırlar. Coğrafi bilgi sistemi kullanılarak biyokütle kalıntılarının mekânsal dağılımı hakkında bilgi edinilmektedir. Uygun konumları belirlemek ve haritalandırmak için, biyokütlenin karayolu taşımacılığında zaman, mesafe ve nakliye maliyetlerini bir şebeke analizi ile değerlendirmektedir.

Tavares ve arkadaşları (2016), çalışmalarında katı atıkların toplanması üzerine inceleme yapmaktadırlar. Coğrafi bilgi sistemi kullanılarak rota belirlemesi yapılmaktadır. Yol eğiminin ve araç ağırlığını da göz önüne alan model yakıt tüketimini azaltmakta önemli sonuçlar elde edilmiştir.

Shu ve arkadaşları (2017), çalışmalarında biyoenerji altyapısının optimizasyonu üzerine inceleme yapmaktadırlar. Çin'in Jiangsu şehrinde iki tür biyoenerji koordinasyonu için model oluşturmuşlardır. Model sonuçlarında ulaşım ağlarının optimum dağıtımını sağladığı, hammaddeye yakın konumlandırma olduğu görülmektedir



### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Lojistik Merkezlerin CBS'ne Girilmesi

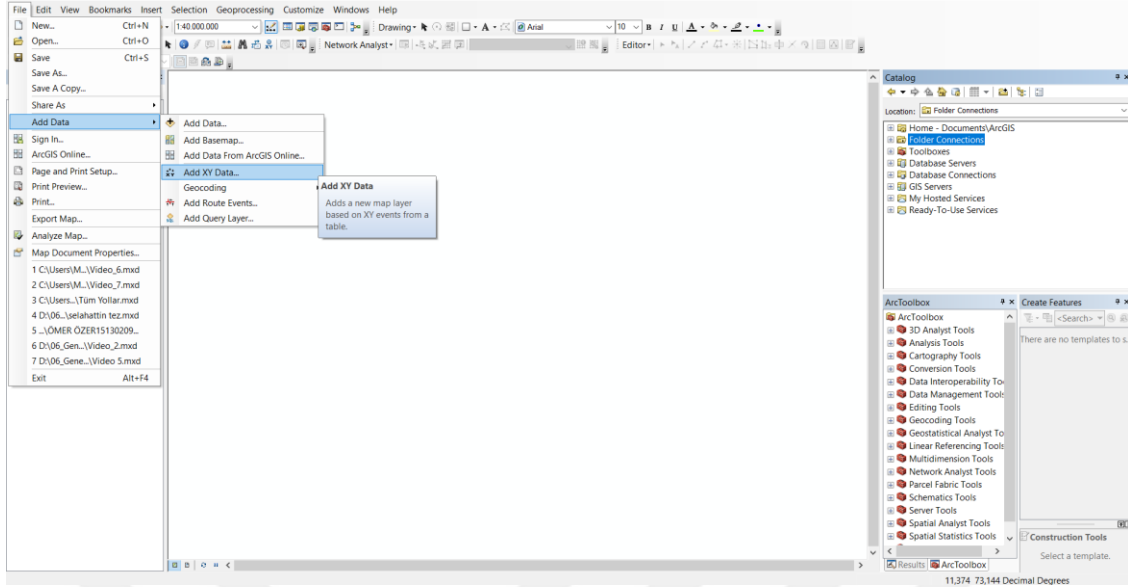
Öncelikle tüm güzergâh tek bir klasör içerisinde kaydedilerek çalışmaya başlanır. Liman koordinatları ile Lojistik merkezlere ait koordinatlar Lojistik Köyler ve Ticari Limanların Konum ve Koordinatları. xls Uzantılı bir Excel dosyası içerisinde kaydedilmektedir. Lojistik köyler ve ticari limanların konum ve koordinatları aşağıdaki Çizelge 3.1'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.1 Lojistik köyler ve ticari limanların konum ve koordinatları

NO	DN	X	Y
1	ISKENDERUN LIMANI	36,600574	36,192790
2	MERSIN LIMANI	36,801896	34,639696
3	ANTALYA LIMANI	36,839296	30,611871
4	IZMIR LIMANI	38,446685	27,156910
5	BANDIRMA LIMANI	40,351112	27,962908
6	HAYDARPAŞA LIMANI	41,005603	29,011459
7	DERINCE LIMANI	40,754687	29,839334
8	SAMSUN LIMANI	41,302517	36,333447
9	MERSIN/YENICE	36,977463	35,063849
10	KAYSERI/BOGAZKOPRU	38,755488	35,322416
11	KONYA/KAYACIK	37,866168	32,476390
12	DENIZLI/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/GOKKOY	39,593498	27,821770
17	IZMIT/KOSEKOY	40,748233	30,015052
18	ISTANBUL/HALKALI	41,018663	28,766118

##### 3.1.1. ArcGIS programında koordinat ekleme butonunun gösterilmesi

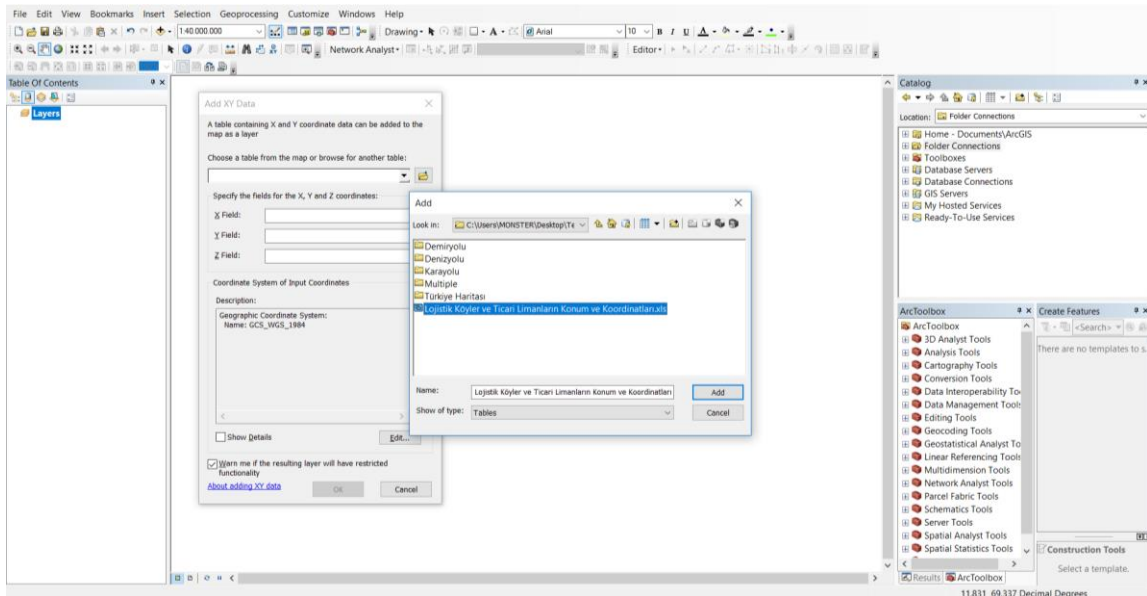
Oluşturulmuş bu koordinatlar ArcMap programı içerisinde File > Add Data > Add XY Data işlem adımları izlenerek kayıtlı “Lojistik Köyler ve Ticari Limanların Konum ve Koordinatları.xls” uzantılı excel dosyası programın içine çağırılır. Uygulama adımları aşağıda Şekil 3.1.’de gösterilmektedir.



Şekil 3.1. ArcGIS programında koordinat ekleme butonunun gösterilmesi

### 3.1.2. ArcMap'te koordinatların eklenmesi

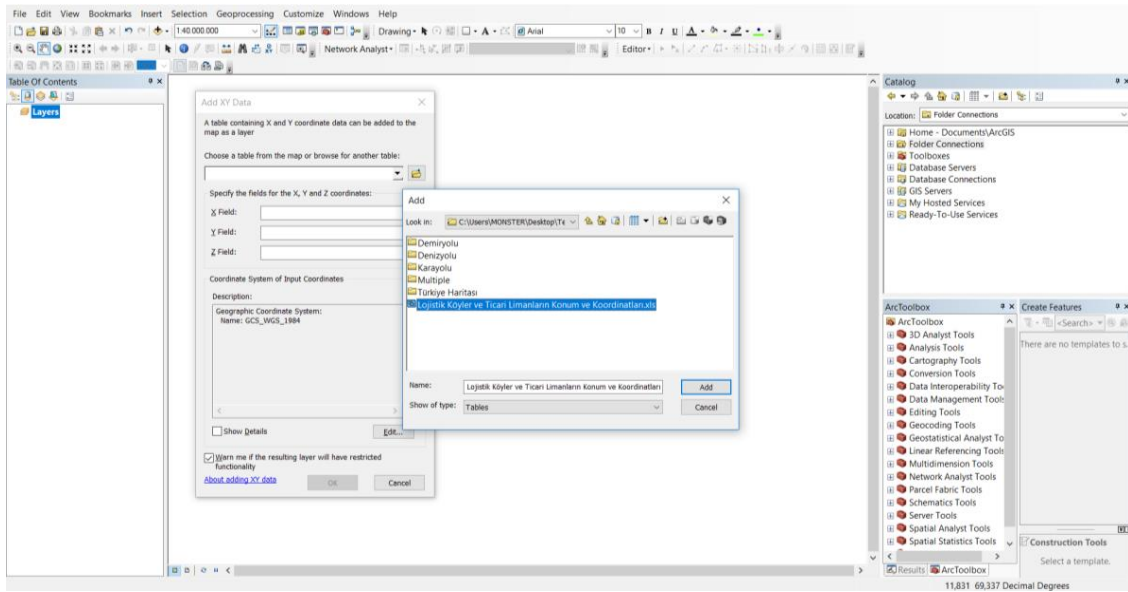
Kaydedilmiş olan X ve Y koordinatlarına göre excel dosyasındaki koordinat bilgileri sütun değerlerine göre koordinat sistemi Geographic Coordinate Systems Europe-TUREF seçeneği seçilerek koordinatların bulunduğu dosya ArcMap programına getirilmiştir. Uygulamaya ait görsele aşağı Şekil 3.2'de gösterilmektedir.



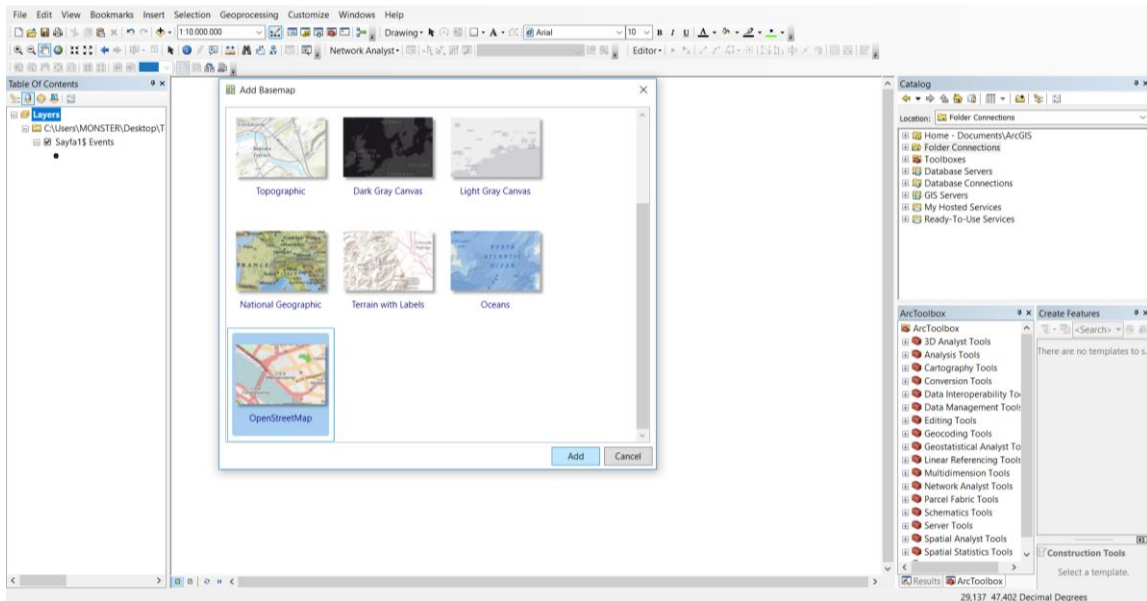
Şekil 3.2. ArcMap'te koordinatların eklenmesi

### 3.1.3. Vektörel çizimler ile sayısal verilerin oluşturulması

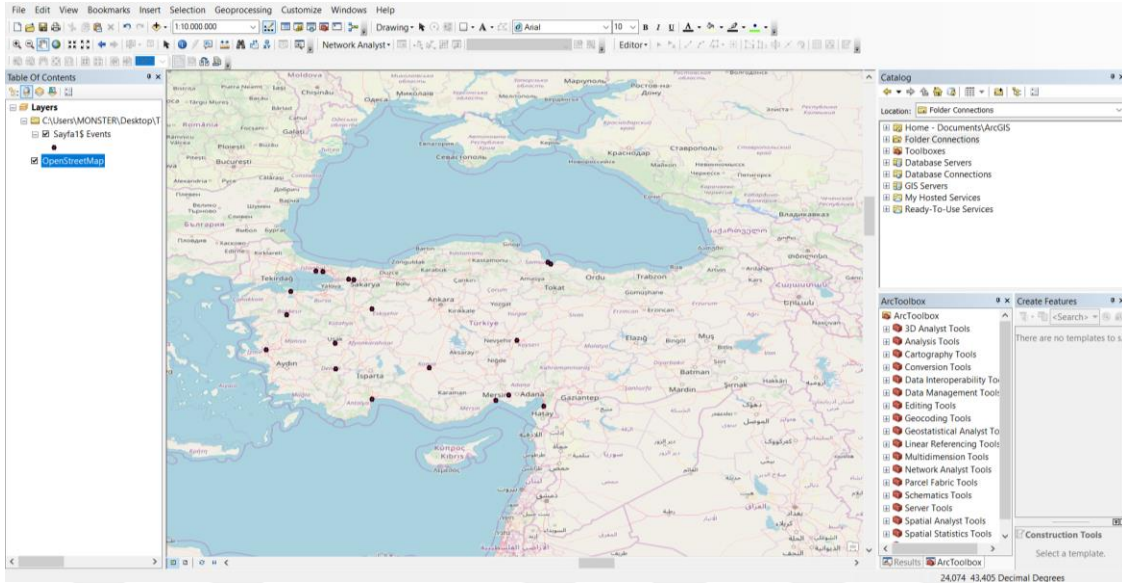
Çağırılan excel koordinatlarının ve çizimi yapılacak güzergâhların kontrolünü sağlamak için Şekil 3.3’de gösterildiği üzere menü çubuğunda Add Basemap sekmesi seçilerek Şekil 3.4’de bulunan haritalardan OpenStreetMap seçilir. Lojistik Köyler ve Ticari Limanların Konum ve Koordinatları Şekil 3.5’de gösterildiği gibi Türkiye haritası üzerinde kontrol edilir.



Şekil 3.3. Vektörel çizimler ile sayısal verilerin oluşturulması



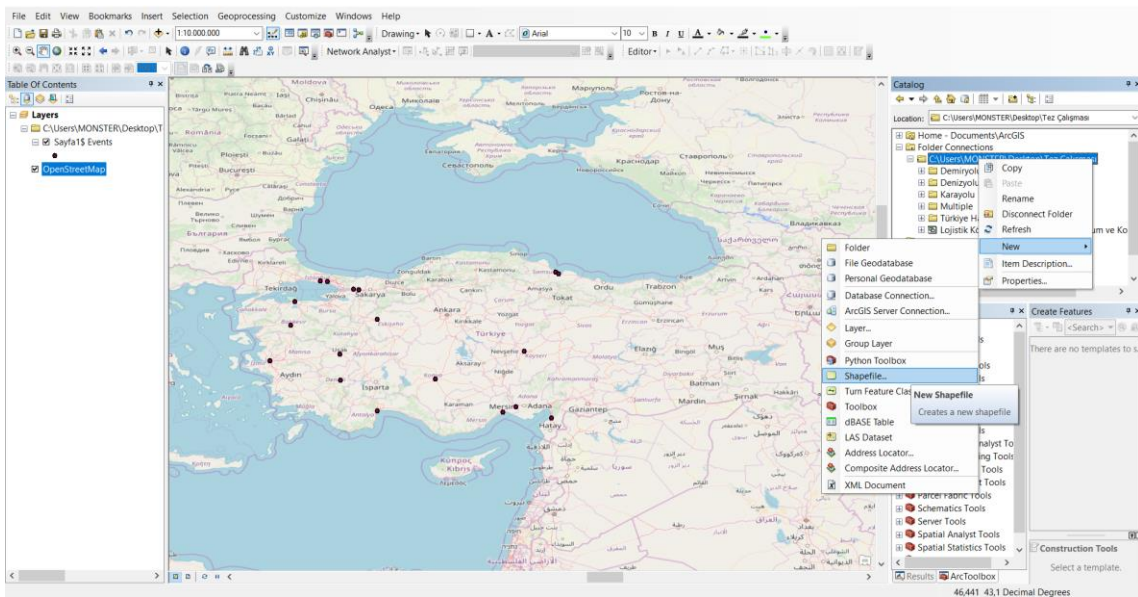
Şekil 3.4. Temel haritalardan OpenStreetMap'in seçilmesi



Şekil 3.5. Lojistik köyler ve ticari limanların konum ve koordinatlarının Türkiye haritası üzerinden gösterilmesi

### 3.1.4. Güzergâhların çizimi için shapefile oluşturma

Karayolu, demiryolu ve denizyolu güzergâh çizimlerinin oluşturulması; Catalog menüsü içerisinde kayıtlı klasör seçilmek sureti ile Şekil 3.6'daki gibi New > Shapefile > Create New Shapefile işlem adımları izlenerek güzergâhlara ait Shapefile oluşturulur.

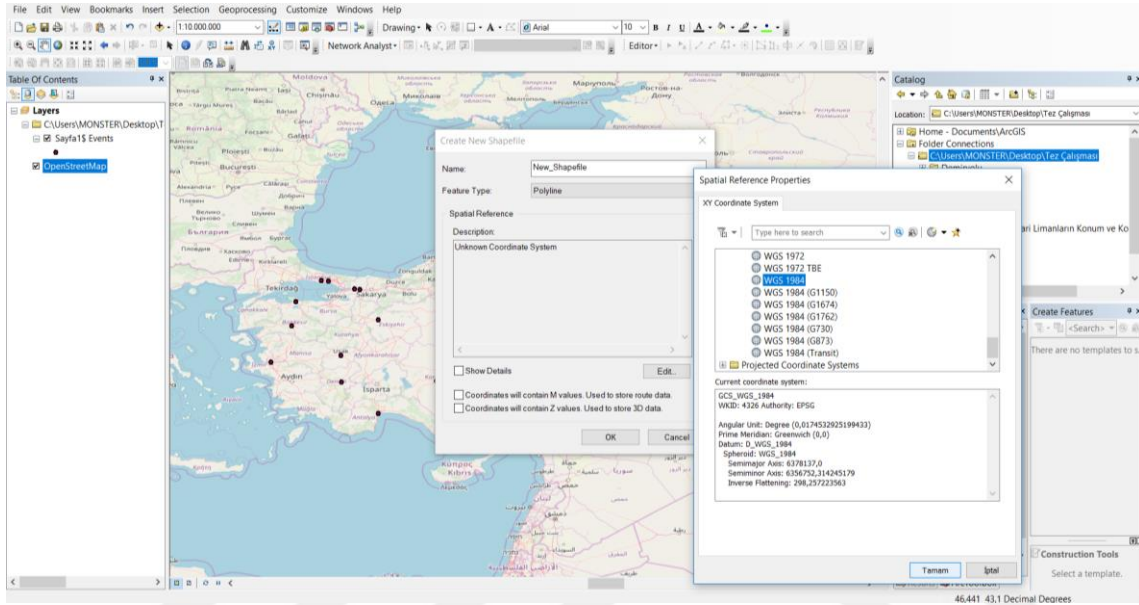


Şekil 3.6. Güzergâhların çizimi için shapefile oluşturma



### 3.1.5. Shapefile oluşturma ve koordinat sistemi tanımlama

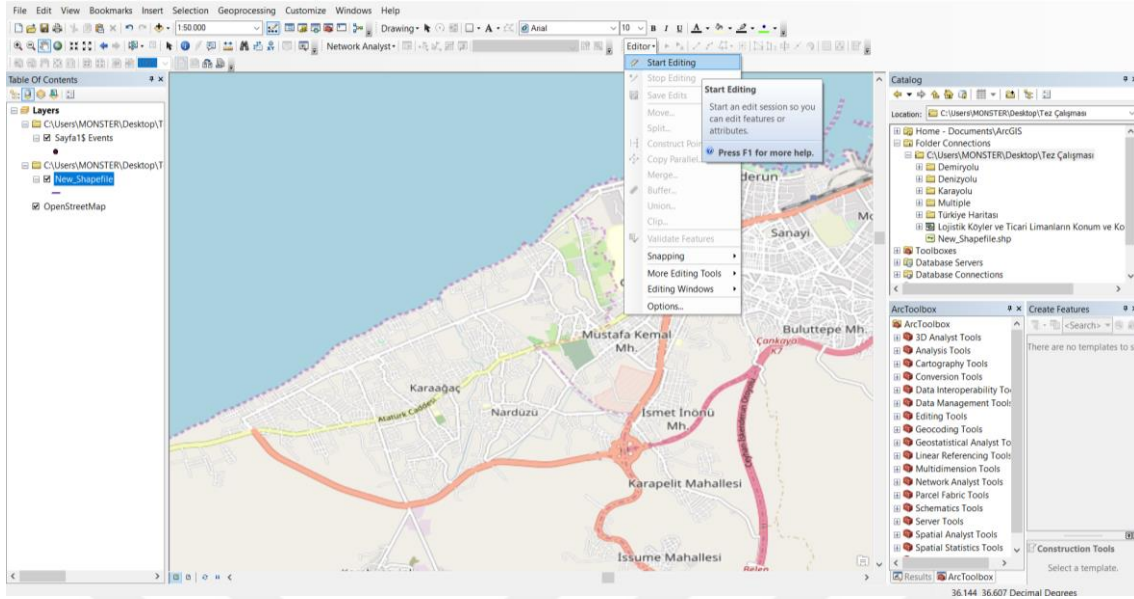
Çalışma yapılacak koordinat sistemi seçilerek çizim işlemleri için Polyline çizgi şekil dosyası tanımlanır. Şekil 3.7’de gösterildiği üzere WGS 1984 koordinat sistemi tanımlanarak çizimlerin özellikleri belirlenir.



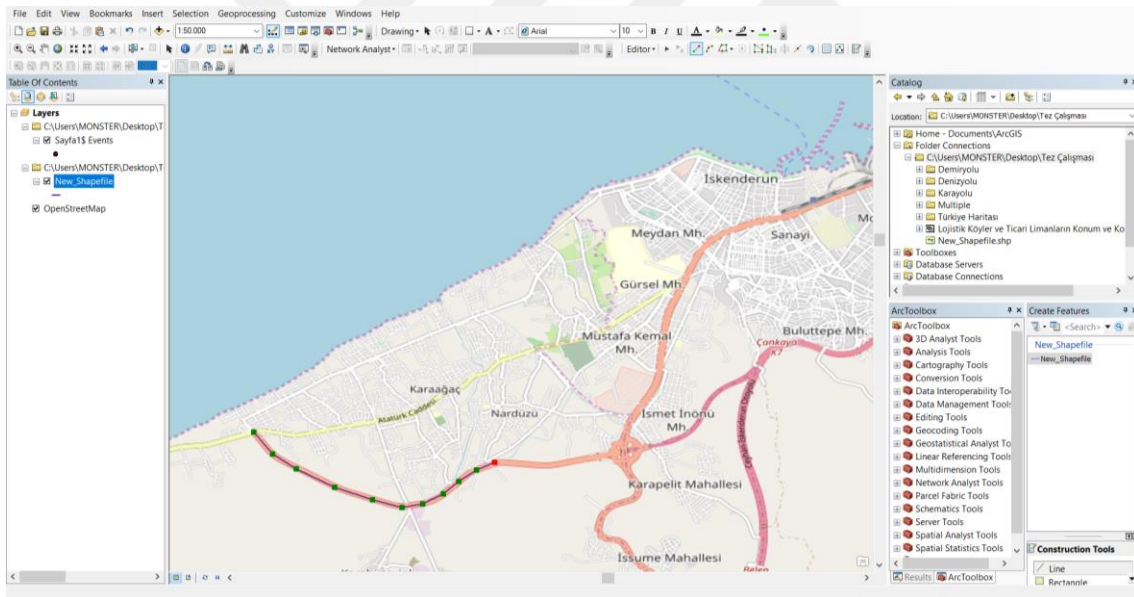
Şekil 3.7. Shapefile oluşturma ve koordinat sistemi tanımlama

### 3.1.6. Çizim işlemlerine başlanması

Menü çubuğunda yer alan ayrıca Şekil 3.8’de gösterilen Editor > Start Editing işlem adımları uygulanarak oluşturulan New\_Shapefile dosyasında güzergâh çizimlerine başlanabilmektedir. Güzregahın Çizilmesinin gösterimi Şekil 3.9’da verilmektedir.



Şekil 3.8. Çizim işlemlerine başlanması

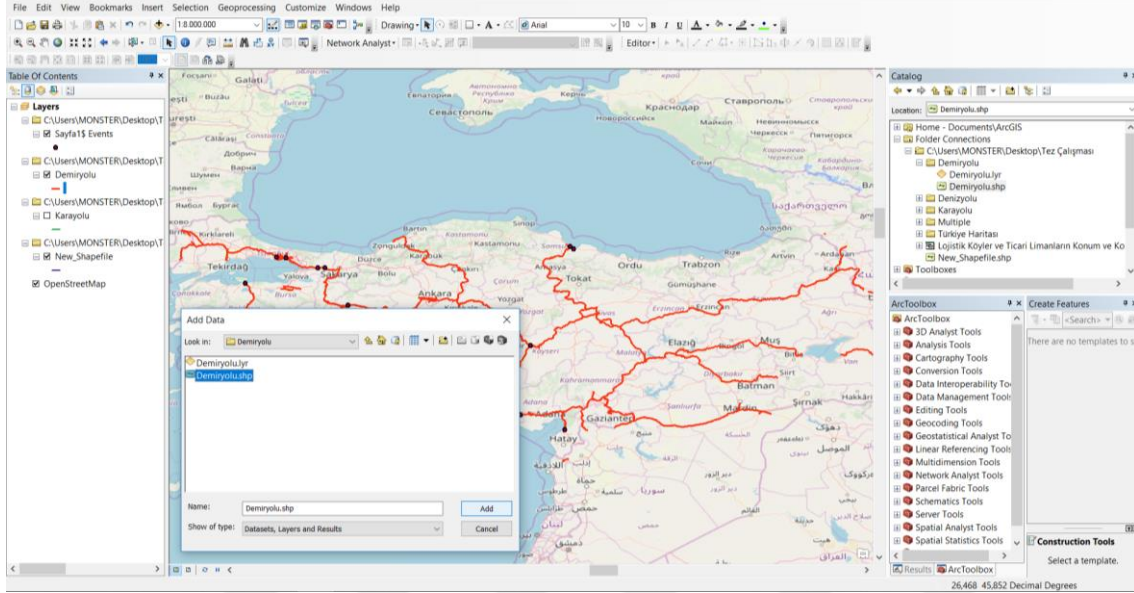


Şekil 3.9. Örnek çizim adımları

### 3.2. Karayolu Ağının CBS'ye Girilmesi

Çalışmada oluşturulan Karayolu ağı, ağır tonajlı araçların geçebileceği güzergâh bilgisi dahilinde oluşturulmuş olup köy yolları, şehir içi yollar vb. karayolu standartları dahilinde projelendirilmemiş yollar dahil edilmemiştir.

Çizimi yapılmış olan Karayolu hattına ait Karayolu.shp dosyasını aşağıda Şekil 3.10’da gösterildiği gibi Add Data ikonu kullanılarak veya Catalog menüsünden programın içerisine çalıştırmak suretiyle karayolu hattı Layers olarak eklenir. Karayolu ağı oluşturulan çizimdeki yollara ait tabaka rengi yeşil olarak belirlenmiştir.

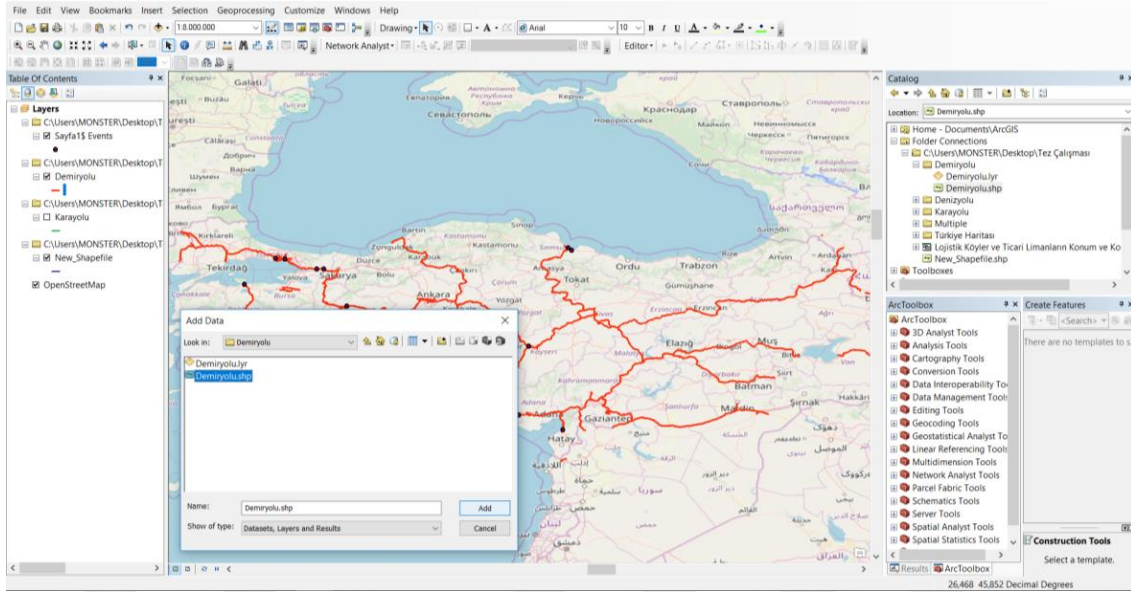


Şekil 3.10. Karayolu ağının sayısal veri olarak eklenmesi

### 3.3. Demiryolu Ağının CBS'ye Girilmesi

Bilindiği üzere demiryolu ağını Yük Treni, Tramvay, Hafif Metro, Metro, Monoray, Hızlı Tren vb. araçlar kullanmaktadır. Bu çalışmada ağır tonaj yük taşımacılığı yapılan demiryolu hatları belirlenerek yük trenlerinin geçtiği demiryolu ağı çizilerek analizlerde kullanılmıştır.

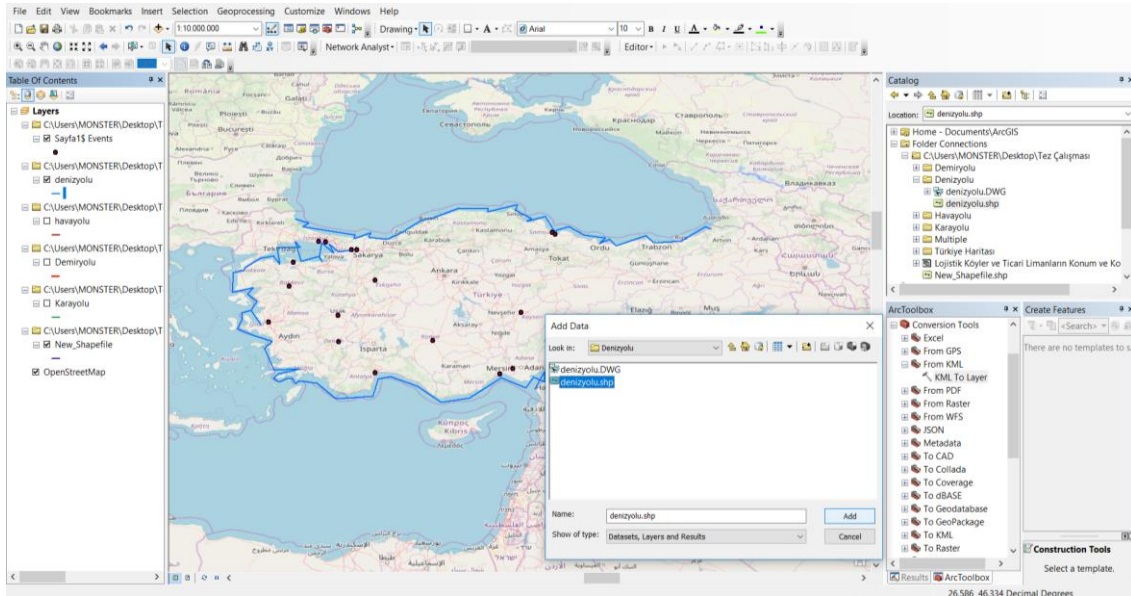
Sayısal çizimleri tamamlanan Demiryolu ağına ait Demiryolu.shp dosyası da Add Data ikon işlem adımları kullanılarak veya Catalog menüsünden Layers tabakasına çağırılır. Demiryolu ağına ait tabaka rengi kırmızı olarak seçilmiştir. Demiryolu ağının eklenmesi Şekil 3.11’de gösterilmektedir.



Şekil 3.11. Demiryolu ağının sayısal veri olarak eklenmesi

### 3.4. Denizyolu Ağının CBS'ye Girilmesi

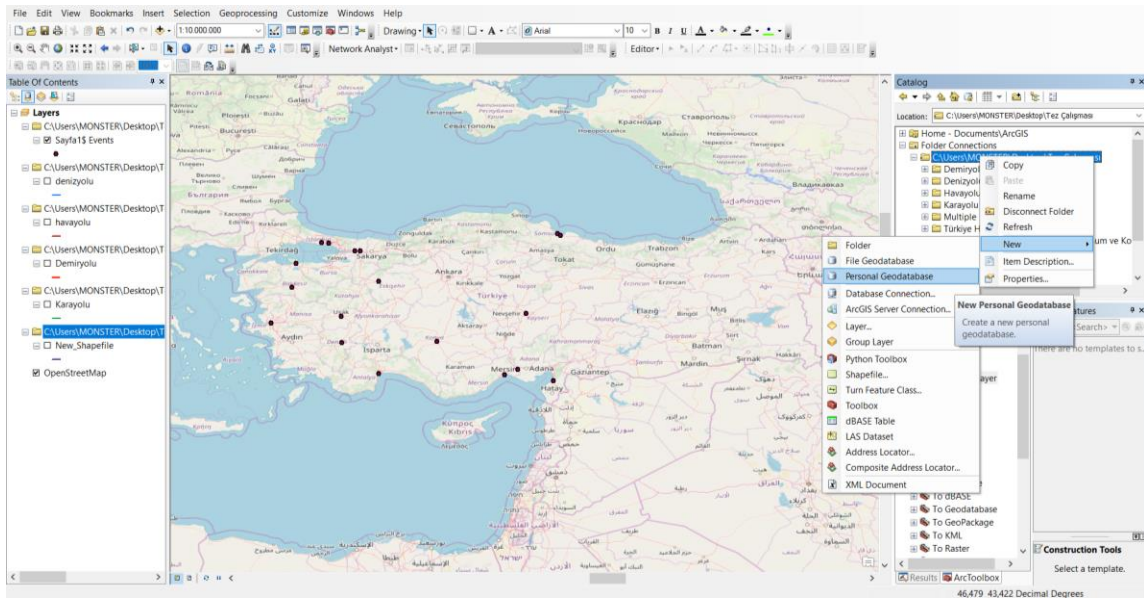
Google Earth Pro programında yaklaşık olarak çizimi yapılan deniz yolu hattına ait Denizyolu.kml dosyası Şekil 3.12'de gösterilmiş olan ArcMap programı ArcToolbox > From KML > KML To Layer işlem adımları izlenerek Layers katmanına çağrılarak denizyolu güzergâhı da eklenmiş oldu.



Şekil 3.12. Denizyolu ağının sayısal veri olarak eklenmesi

### 3.5. Taşımacılık Türlerinin Birleştirilmesi

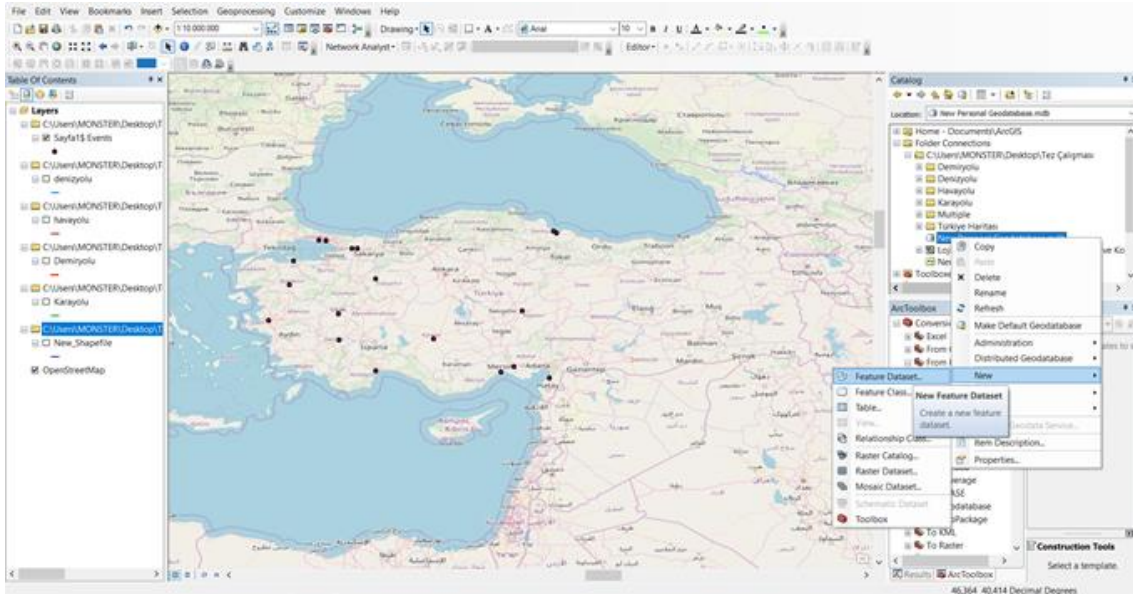
Karayolu, demiryolu ve denizyolu sayısal haritaları.shp uzantılı olarak oluşturulmuştur. Şekil 3.13’de gösterilen Catalog > Tez Çalışması (Bilgilerin kaydedildiği dosya) > Sağ Klik > New > Personal Geodatabase > New Personal Geodatabase işlem adımları uygulanarak kişisel coğrafi veri tabanı oluşturulmaktadır.



Şekil 3.13. Taşımacılık türlerinin birleştirilmesi

#### 3.5.1. New feature dataset oluşturulması

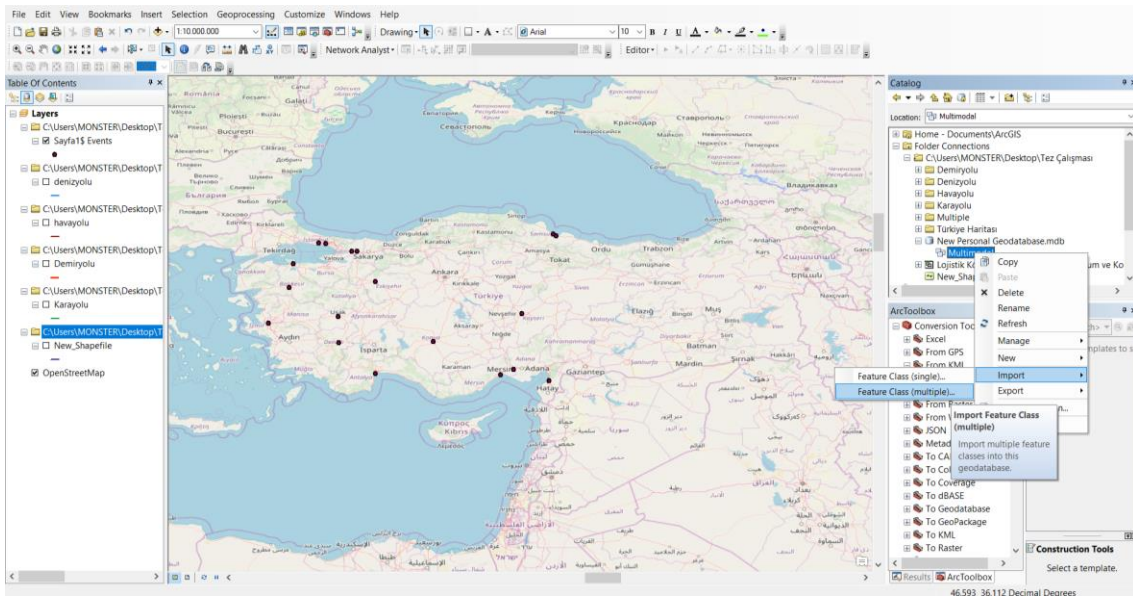
Şekil 3.14’de gösterildiği gibi New Personal Geodatabase.mdb > Sağ Klik > New > New Feature Datasets > Multimodal oluşturulmaktadır.



Şekil 3.14. New feature dataset oluşturulması

### 3.5.2. Feature class (multiple) oluşturulması

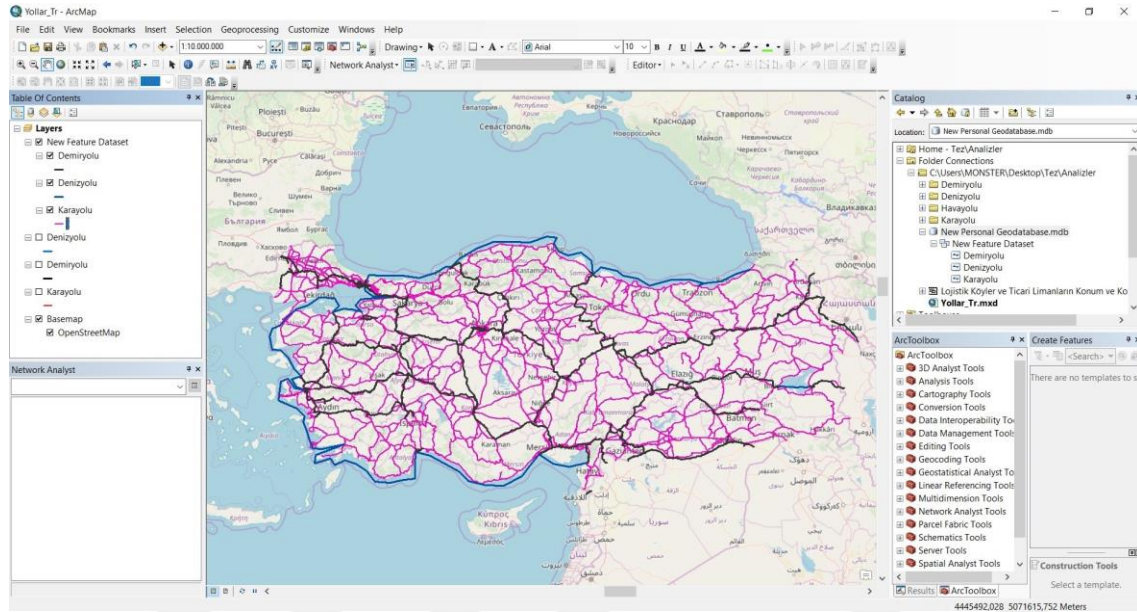
Multimodal > Sağ Klik > Import > Feature Class (multiple) işlem adımları uygulanmıştır. Aşağıda Şekil 3.15'te gösterilmektedir. Karayolu.shp, Demiryolu.shp ve Denizyolu.shp dosyaları seçilir ve Multimodal güzergâh ağı oluşturulur.



Şekil 3.15. Feature class (multiple) oluşturulması

### 3.5.3. Multimodal taşımacılık için tüm güzergâhların birleştirilmesi

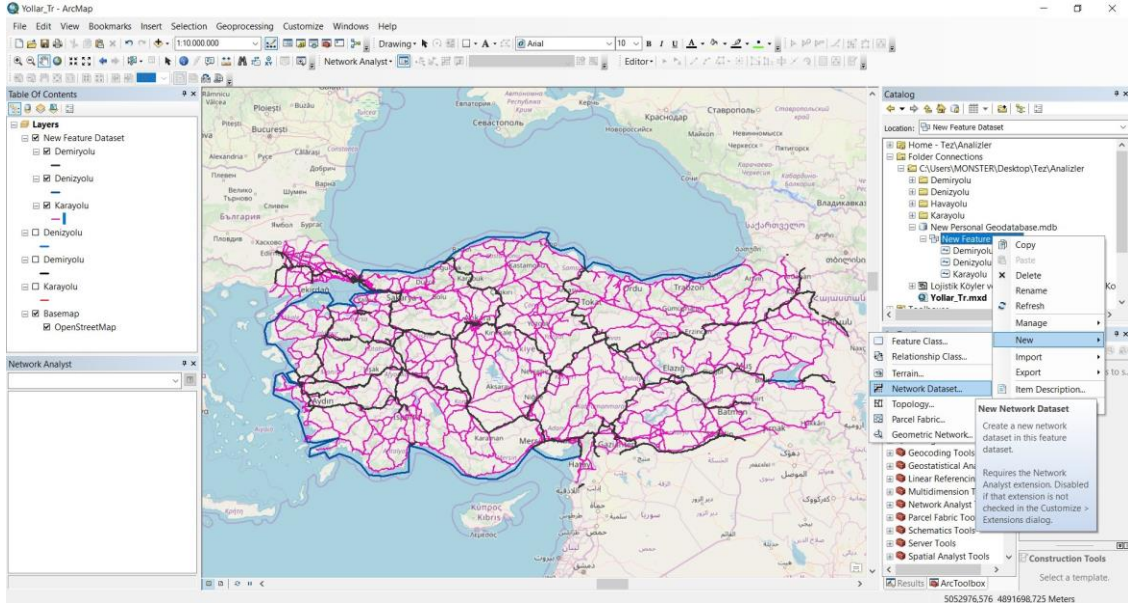
Şekil 3.16'da görüldüğü üzere çuk türlü taşımacılık için tüm güzergâhlar birleştirilmiştir. Birleştirilmesinin sebebi analizlerde en kısa turu bulurken tüm ulaşım modlarından yararlanmasını sağlamasıdır.



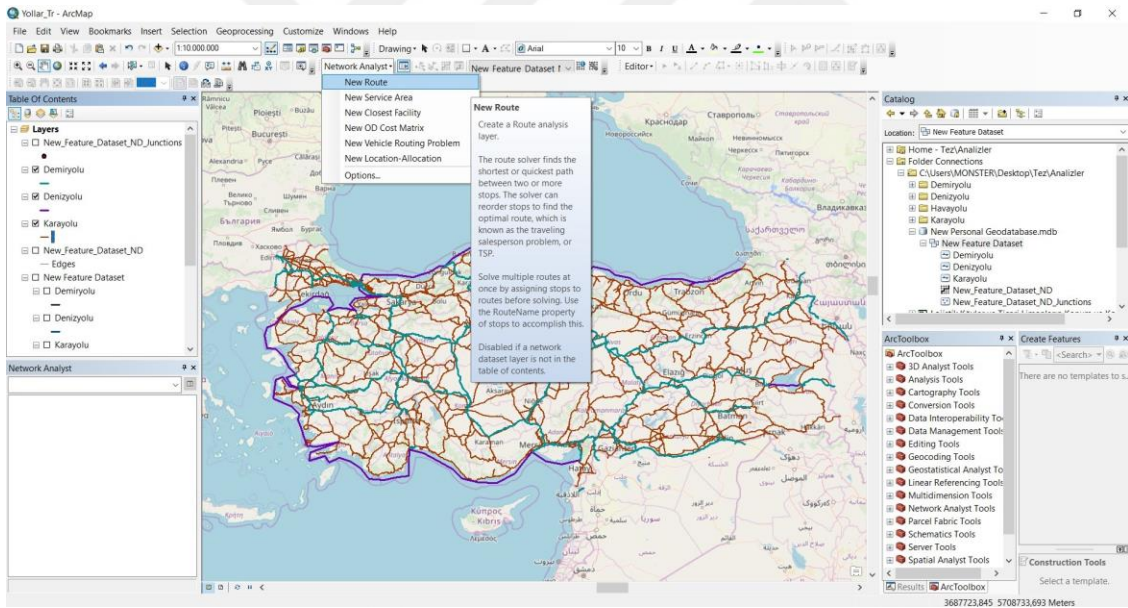
Şekil 3.16. Multimodal taşımacılık için tüm güzergâhların birleştirilmesi

### 3.5.4. Analiz için network dataset oluşturulması

Şekil 3.17'de anlatıldığı üzere Multimodal > Sağ Klik > New > Network Dataset işlem adımları uygulanarak analiz için düğüm noktaları oluşturulmuştur. Şekil 3.18'de görüldüğü gibi analiz yapmak için network analys menüsünden New Route seneçeği seçilmektedir. Yeni rota oluşturulduktan sonra rotaya sağ tıklanarak ayarlarına girilmektedir. Ayarlar kısmında network analys menüsü altında GSP mantığında çalışması için ayarlamalar yapılmaktadır. Yapılan ayarlamalar sonucu analizler yapılmaktadır.



Şekil 3.17. Analiz için network datasetin oluşturulması



Şekil 3.18. Yeni güzergâhın oluşturulması



## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu başlık altında, Türkiye haritası üzerinde, CBS kullanılarak oluşturulan hem sadece karayolu hem de çok türlü taşımacılığa uygun ulaştırma sistemi ağı üzerinde en kısa yol analizi yapılmaktadır. Bu analizin literatürdeki analizlerden farkı önceki konularda anlatılan şekilde oluşturulan türel ağlar üzerindedir. Böylece yük taşımacılığında sadece karayolu veya çok türlü taşımacılık için en kısa yol analizi yapılmaktadır. Bu amaçla ArcGIS programındaki Network Analyst araç çubuğu kullanılmaktadır.

Öncelikle sadece karayollarında CBS’ de analizler yapılmaktadır. Yapılan analizler lineer optimizasyon ve PSO ile elde edilen değerler ile kıyaslanmaktadır. Daha sonra CBS’de çok türlü taşımacılık analizleri yapılmaktadır. Yapılan bu analizler sonucu elde edilen değerler de lineer optimizasyon ve PSO sonucu elde edilen değerler kıyaslanmaktadır.

### 4.1. Karayollarında CBS’ye Göre Optimizasyon

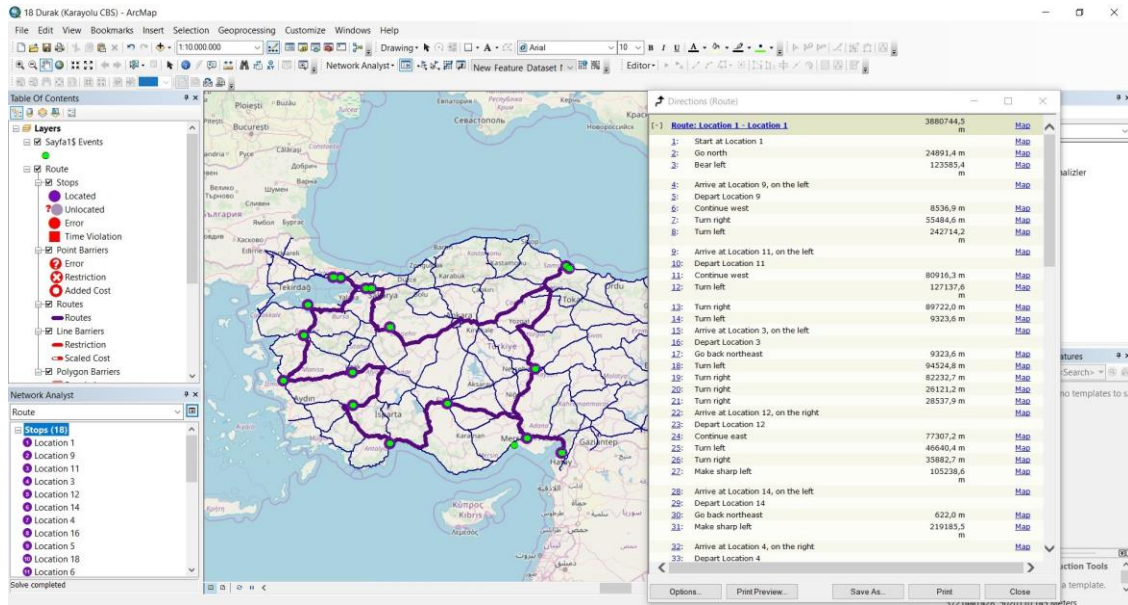
Bu çalışmada kullanılan 18 adet noktanın birbirleri arasındaki yolların CBS’ de çizilerek ve bu çizilen yollar üzerinden yapılan analizler sonucunda elde edilen optimum güzergâh mesafesi 3974 km’dir. Güzergâhta GSP mantığına uygun olacak şekilde başlangıç ve bitiş noktası İskenderun Limanı seçilerek analiz yapılmaktadır. Yapılan analiz sonucu elde edilen optimum güzergâhın geçtiği şehirlerin sırası; İskenderun limanı – Mersin/Yenice – Konya/Kayacık – Antalya Limanı – Mersin Limanı – Denizli/Kaklık – Uşak – İzmir Limanı – Bandırma Limanı – İstanbul/Halkalı – Haydarpaşa Limanı – Derince Limanı – İzmit/Köseköy – Eskişehir/Hasanbey – Samsun/Gelemen – Samsun Limanı – Kayseri/Boğazköprü – Balıkesir/Gökköy – İskenderun Limanı şeklinde belirlenmektedir. Yapılan işlem sonucu elde edilen güzergâhın görünümü hem koordinatlara göre hem de gerçek yol güzergâhını takip ederek çizilmiştir. Bu çizimler Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’ de gösterilmektedir. Aynı zamanda bütün noktalar birer birer azaltılarak 2 noktaya kadar olan bütün analizler yapılmaktadır. Bu analizler sonucu elde edilen güzergâh görüntüleri Şekil 4.3, Şekil 4.4, Şekil 4.5, Şekil 4.6, Şekil 4.7, Şekil 4.8, Şekil 4.9, Şekil 4.10, Şekil 4.11, Şekil 4.12, Şekil 4.13, Şekil 4.14, Şekil 4.15, Şekil 4.16, Şekil 4.17 ve Şekil 4.18’de verilmektedir.



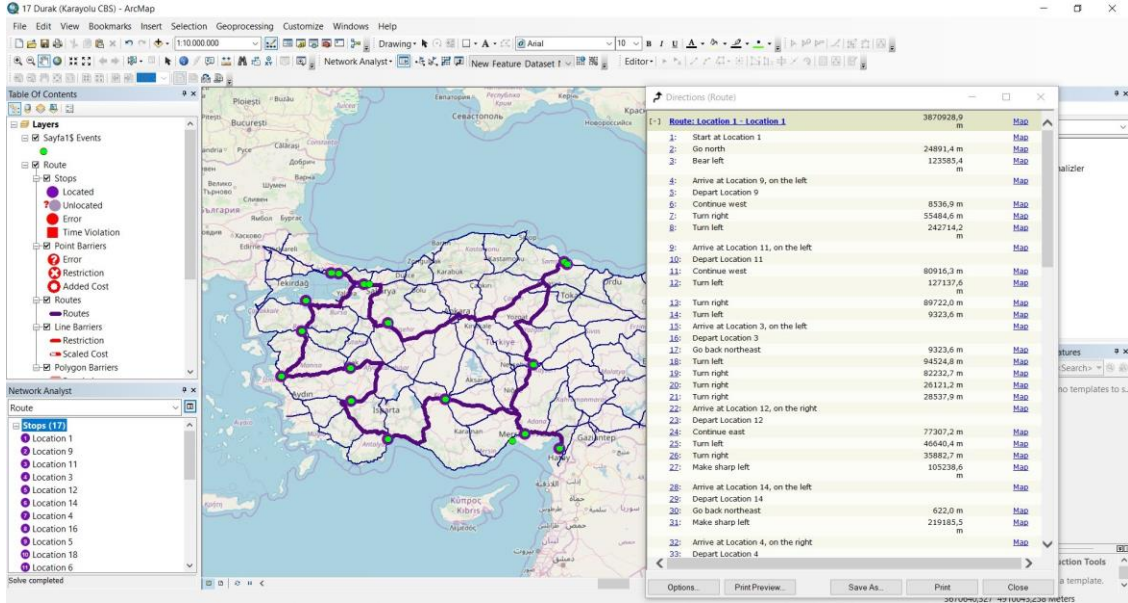
Şekil 4.1. Karayollarında CBS optimizasyonuna göre güzergâh sıralaması



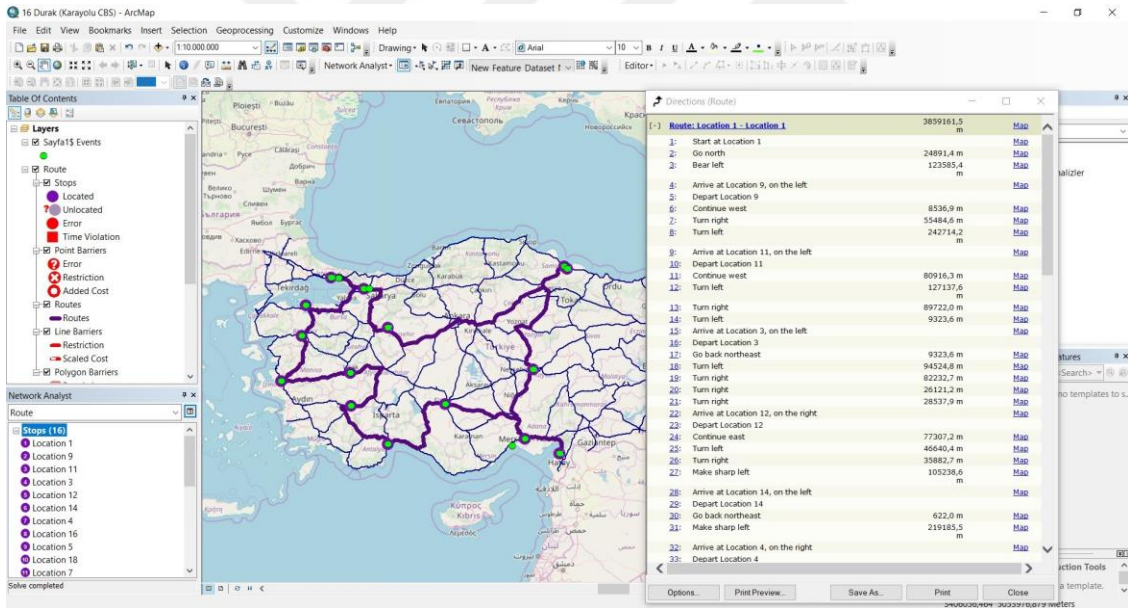
Şekil 4.2. Karayollarında CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh



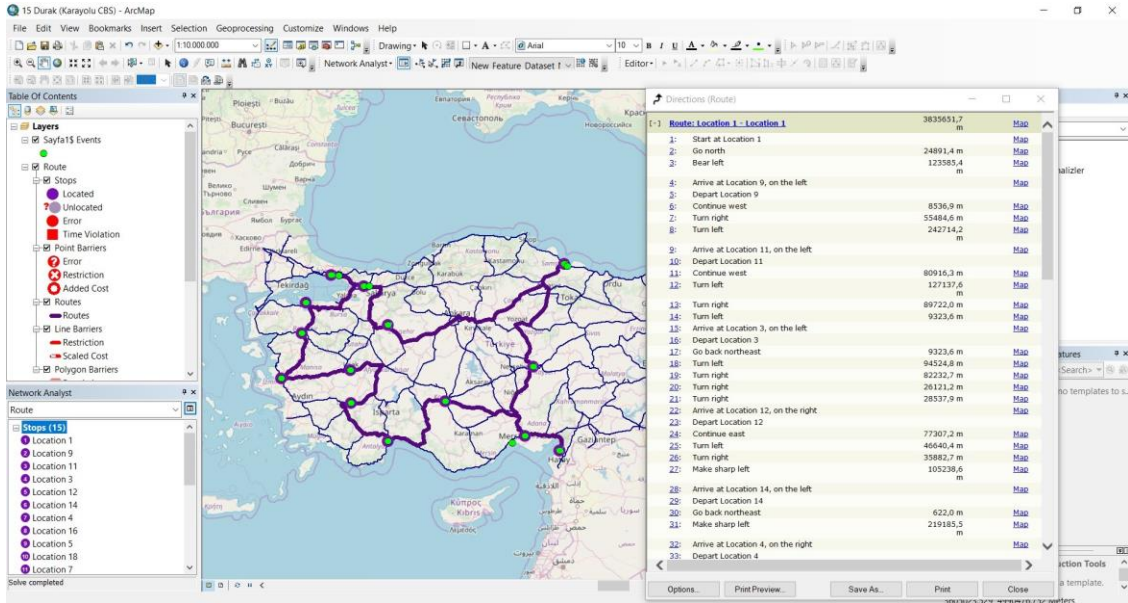
Şekil 4.3. Karayollarında 17 nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh



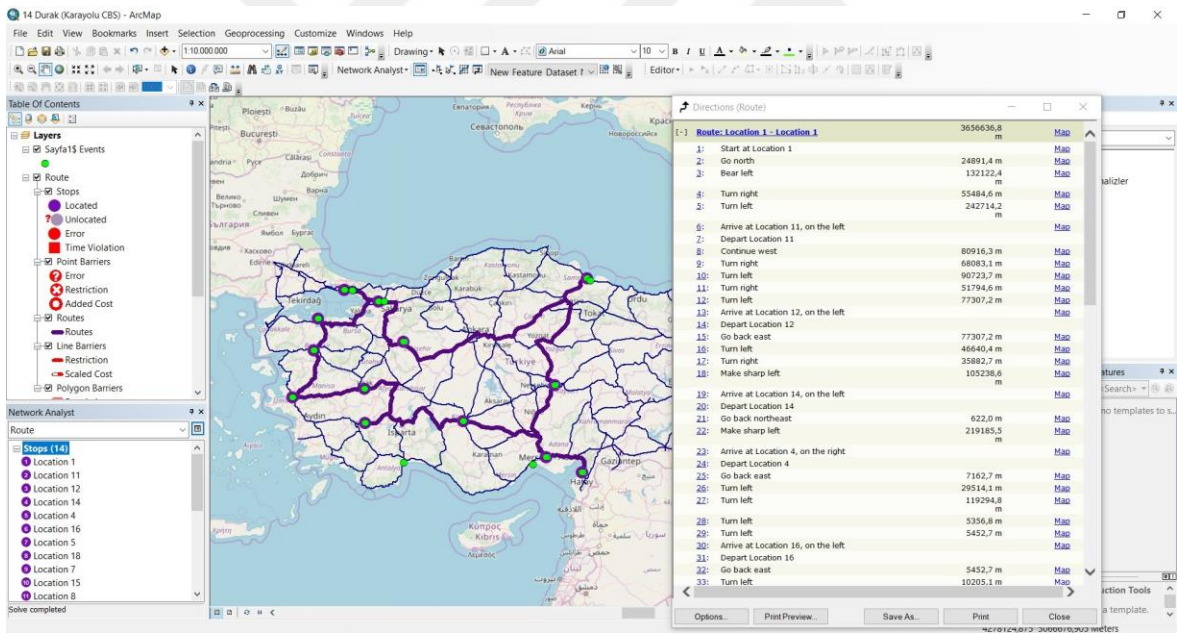
Şekil 4.4. Karayollarında 16 nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh



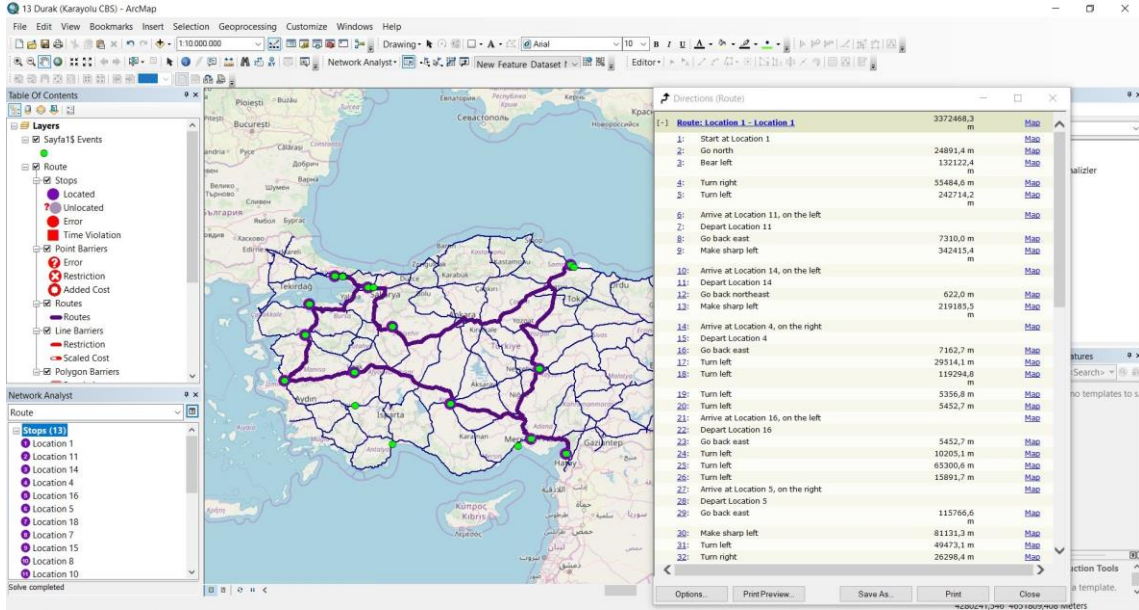
Şekil 4.5. Karayollarında 15 nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh



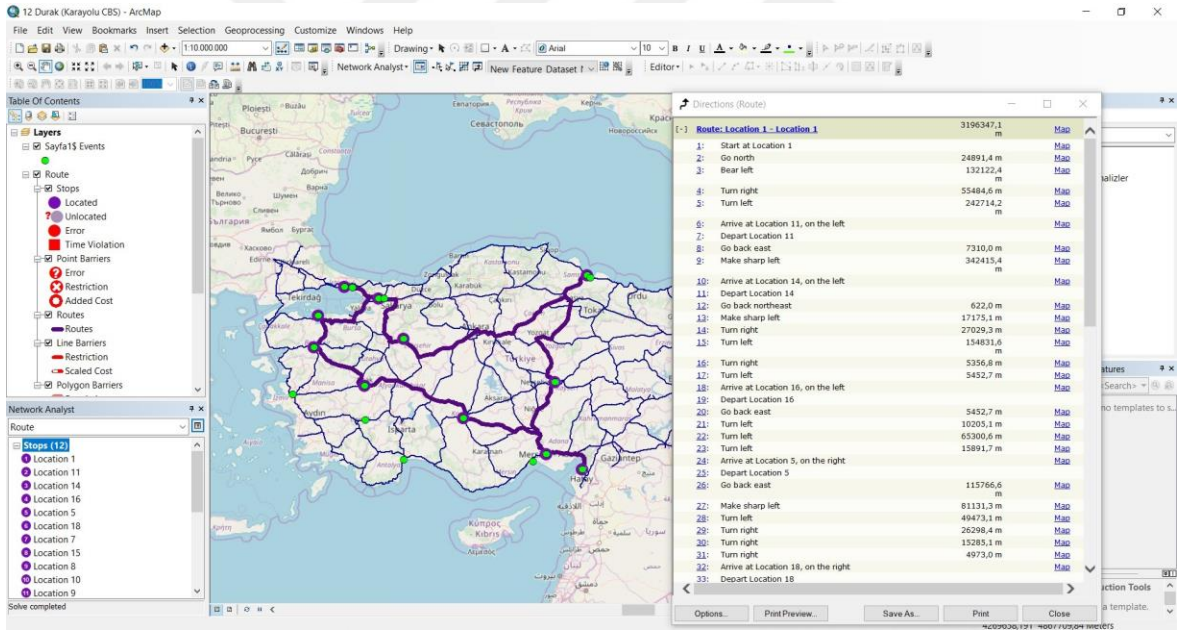
Şekil 4.6. Karayollarında 14 nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh



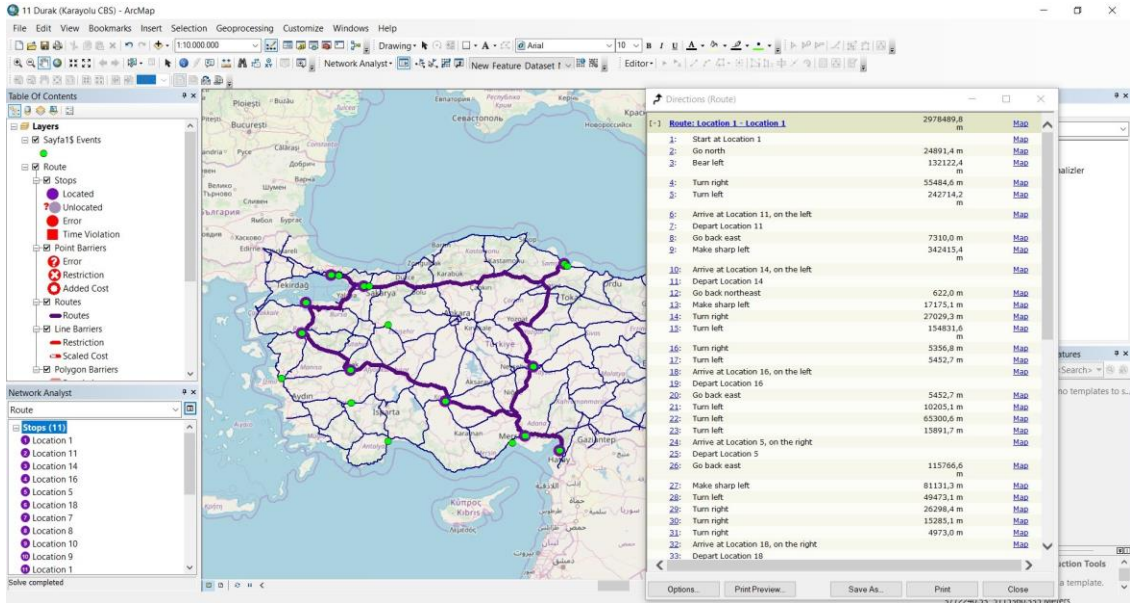
Şekil 4.7. Karayollarında 13 nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh



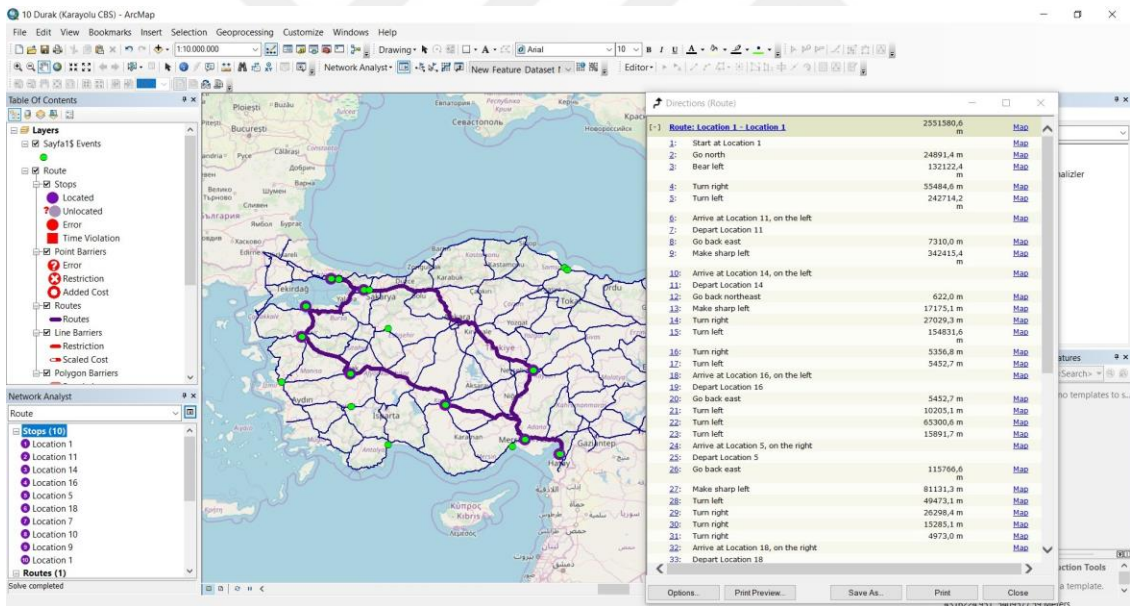
Şekil 4.8. Karayollarında 12 nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh



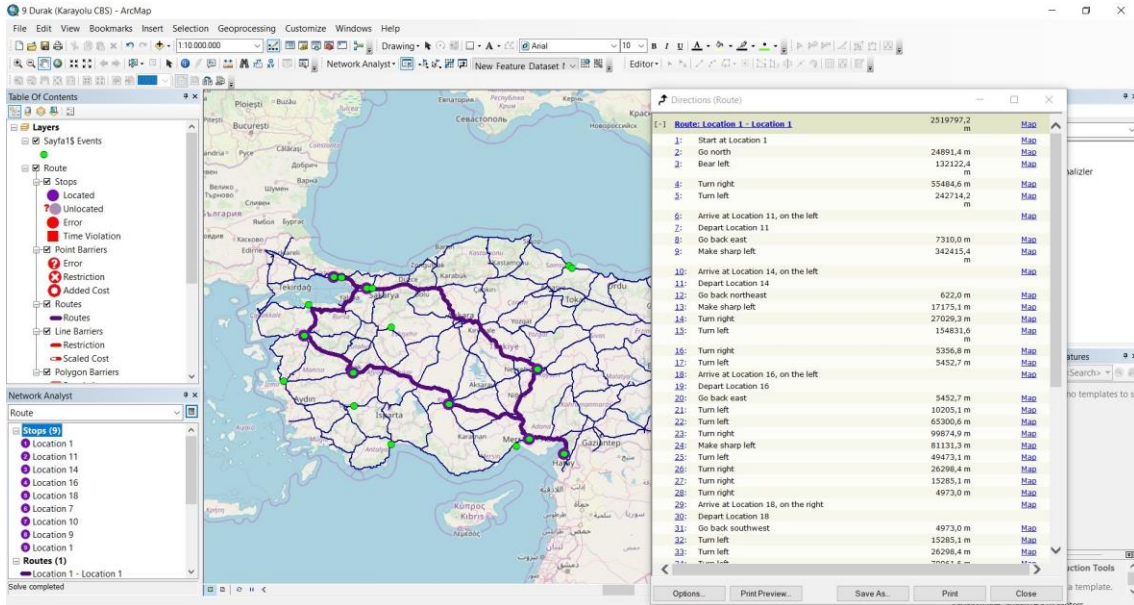
Şekil 4.9. Karayollarında 11 nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh



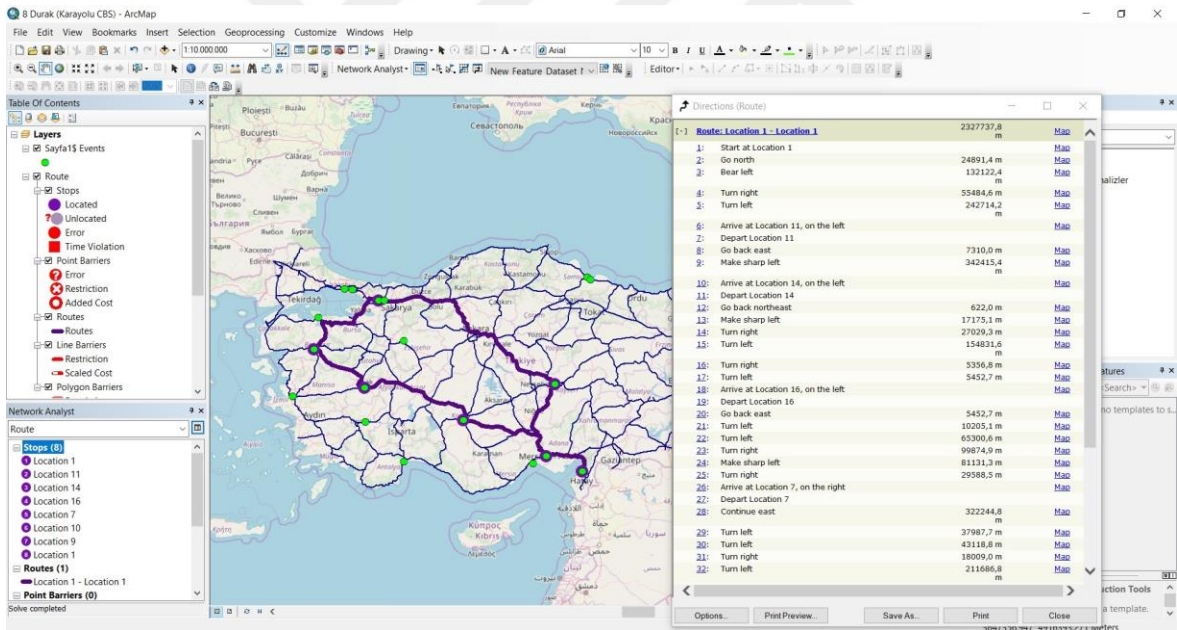
Şekil 4.10. Karayollarında 10 nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh



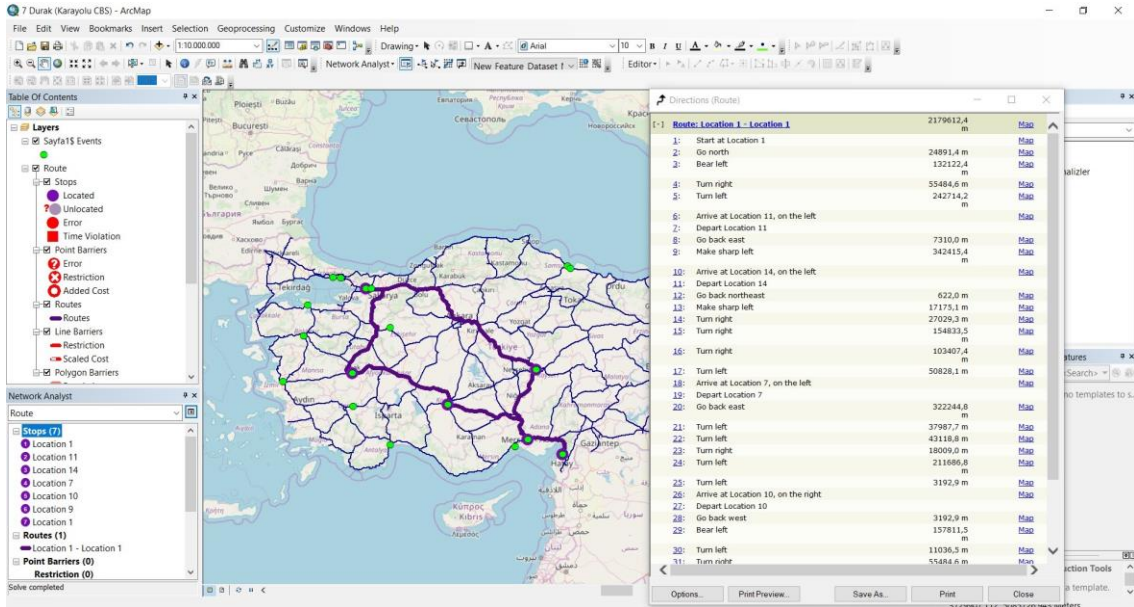
Şekil 4.11. Karayollarında 9 nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh



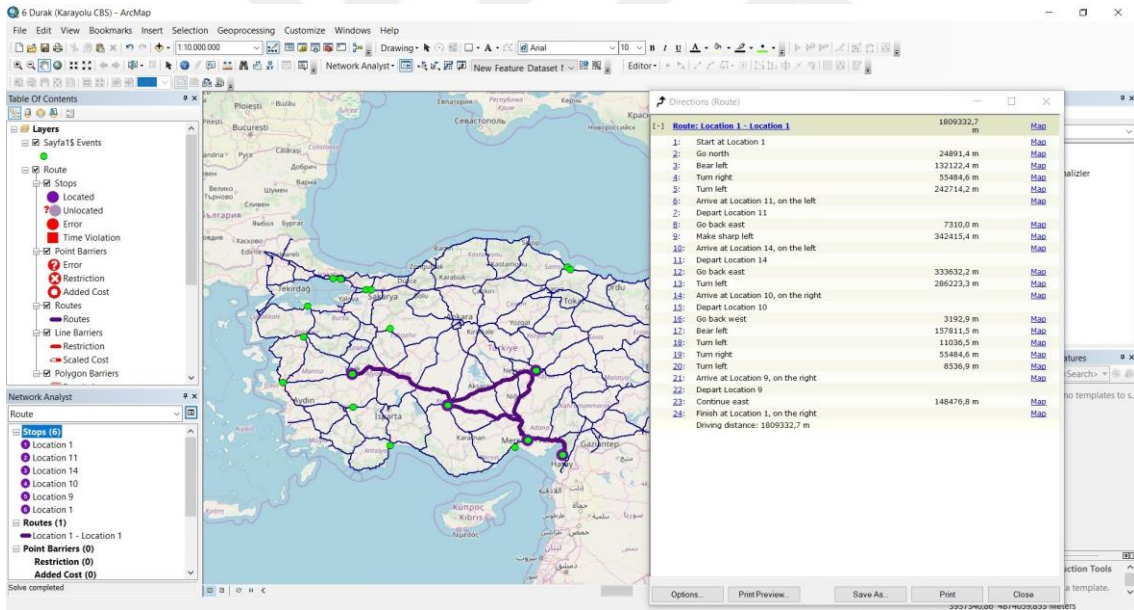
Şekil 4.12. Karayollarında 8 nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh



Şekil 4.13. Karayollarında 7 nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh

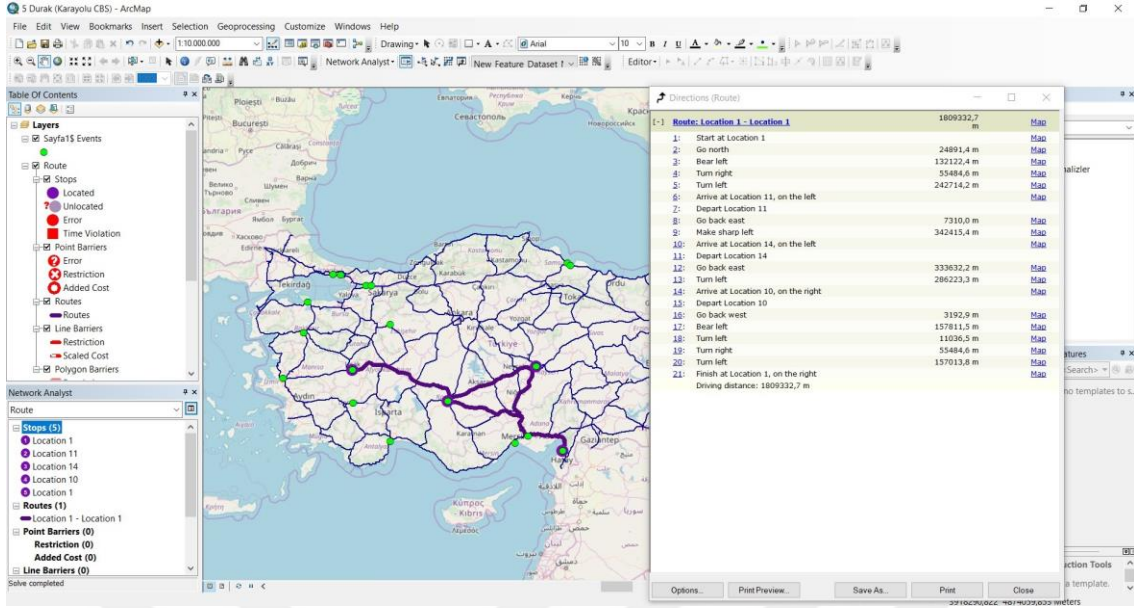


Şekil 4.14. Karayollarında 6 nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh

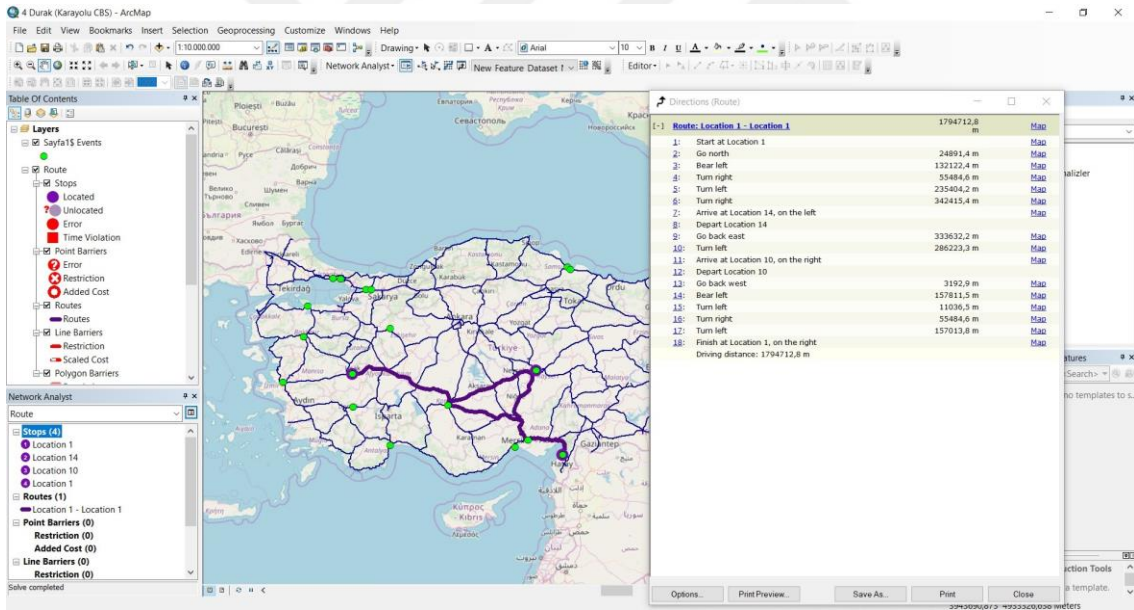


Şekil 4.15. Karayollarında 5 nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh

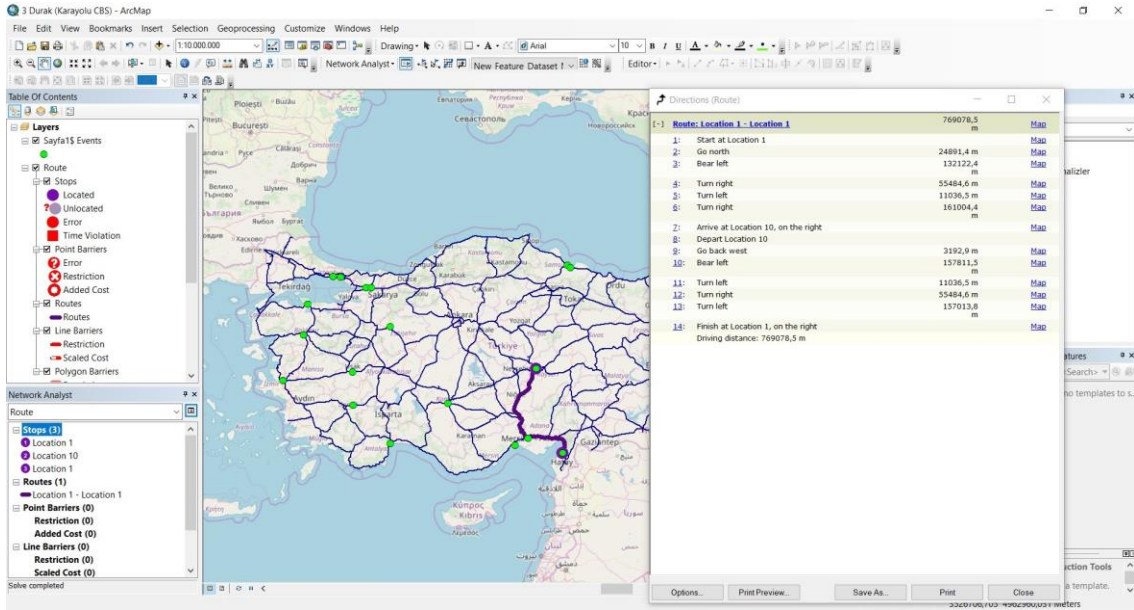




Şekil 4.16. Karayollarında 4 nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh



Şekil 4.17. Karayollarında 3 nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh



Şekil 4.18. Karayollarında 2 nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh

## 4.2. Çok Türlü Taşımacılıkta CBS'ye Göre Optimizasyon

Yük taşımacılığı düşünülerek oluşturulan türel ağlar, ArcGIS programında birleştirildikten sonra oluşan sistemin nasıl çalıştığı test edilmektedir. 18 adet şehrin birbirleri arasındaki karayolları, demiryolları ve denizyolları CBS' de çizilerek ve bu çizilen yollar üzerinden yapılan analizler sonucunda elde edilen mesafe değeri 3925 km'dir. Yapılan analizler sonucunda elde edilen optimum güzergâh sıralaması ve kullanılan ulaşım türü;

İskenderun liman – Mersin Limanı arası denizyolu,

Mersin Limanı – Konya/Kayacık arası karayolu,

Konya/Kayacık – Antalya Limanı arası karayolu,

Antalya Limanı – Denizli/Kaklık arası karayolu,

Denizli/Kaklık – Uşak arası karayolu,

Uşak – İzmir Limanı arası karayolu,

İzmir Limanı – Balıkesir/Gökköy arası karayolu,

Balıkesir/Gökköy – Bandırma Limanı arası demiryolu,

Bandırma Limanı – İstanbul/Halkalı arası karayolu,

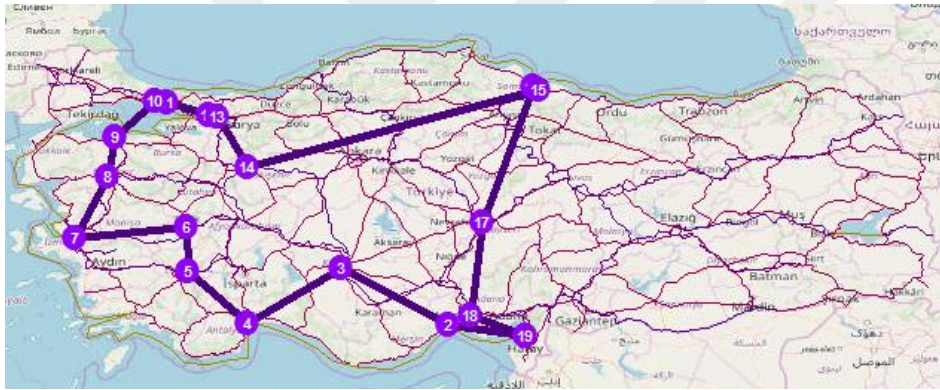
İstanbul/Halkalı – Haydarpaşa Limanı arası demiryolu,

Haydarpaşa Limanı – Derince Limanı arası denizyolu,

Derince Limanı – İzmit/Köseköy arası karayolu,

İzmit/Köseköy – Eskişehir/Hasanbey arası karayolu,

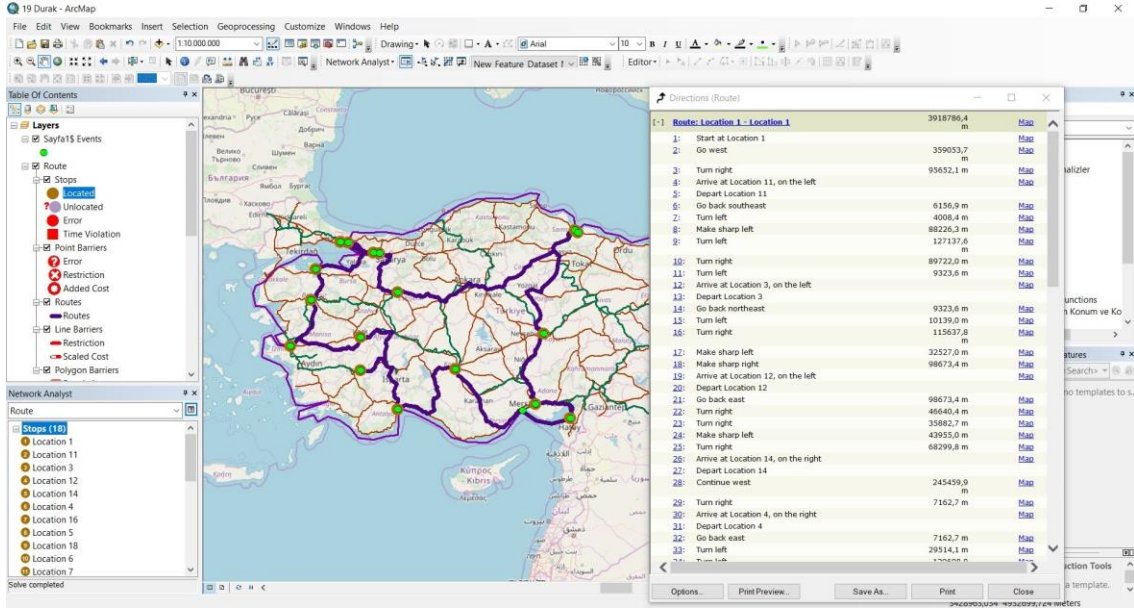
Eskişehir/Hasanbey – Samsun/Gelemen arası karayolu,  
 Samsun/Gelemen – Samsun Limanı arası karayolu,  
 Samsun Limanı – Kayseri/Boğazköprü arası karayolu,  
 Kayseri/Boğazköprü – Mersin/Yenice arası karayolu,  
 Mersin/Yenice – İskenderun Limanı ise karayolu taşımacılığı şeklinde belirlenmektedir. Yapılan işlem sonucu elde edilen güzergâhın görünümü hem koordinatlara göre hem de gerçek yol güzergâhını takip ederek çizilmektedir. Bu çizimler Şekil 4.19 ve Şekil 4.20’ de gösterilmektedir. Aynı zamanda bütün noktalar birer birer azaltılarak 2 noktaya kadar olan bütün analizler yapılmaktadır. Bu analizler sonucu elde edilen güzergâh görünümleri Şekil 4.21, Şekil 4.22, Şekil 4.23, Şekil 4.24, Şekil 4.25, Şekil 4.26, Şekil 4.27, Şekil 4.28, Şekil 4.29, Şekil 4.30, Şekil 4.31, Şekil 4.32, Şekil 4.33, Şekil 4.34, Şekil 4.35 ve Şekil 4.36’da verilmektedir.



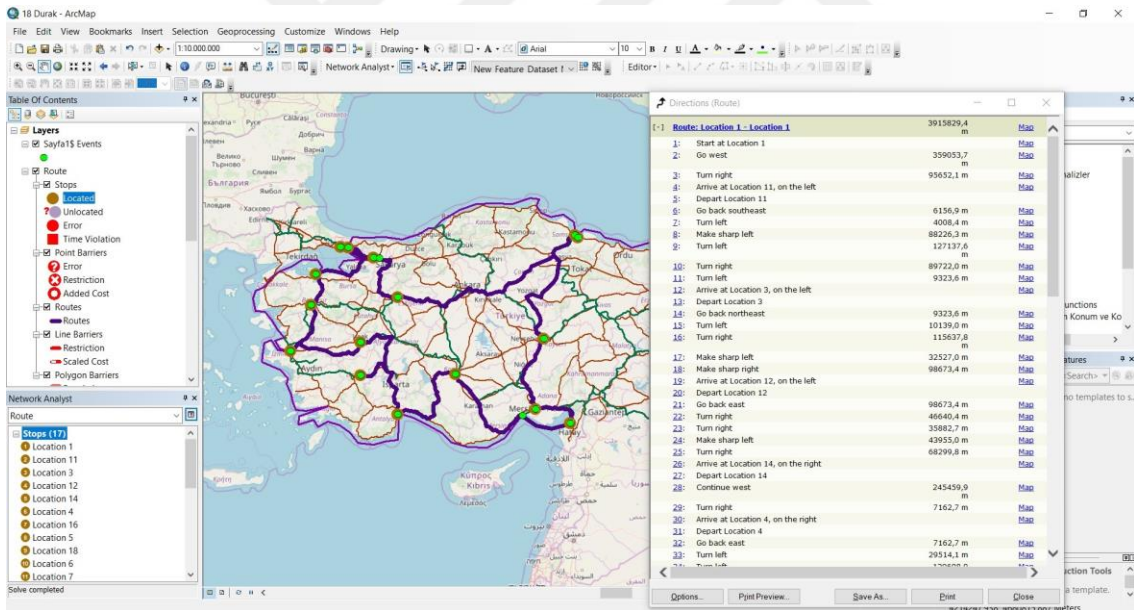
Şekil 4.19. Çok türlü taşımacılıkta CBS optimizasyona göre güzergâh sıralaması



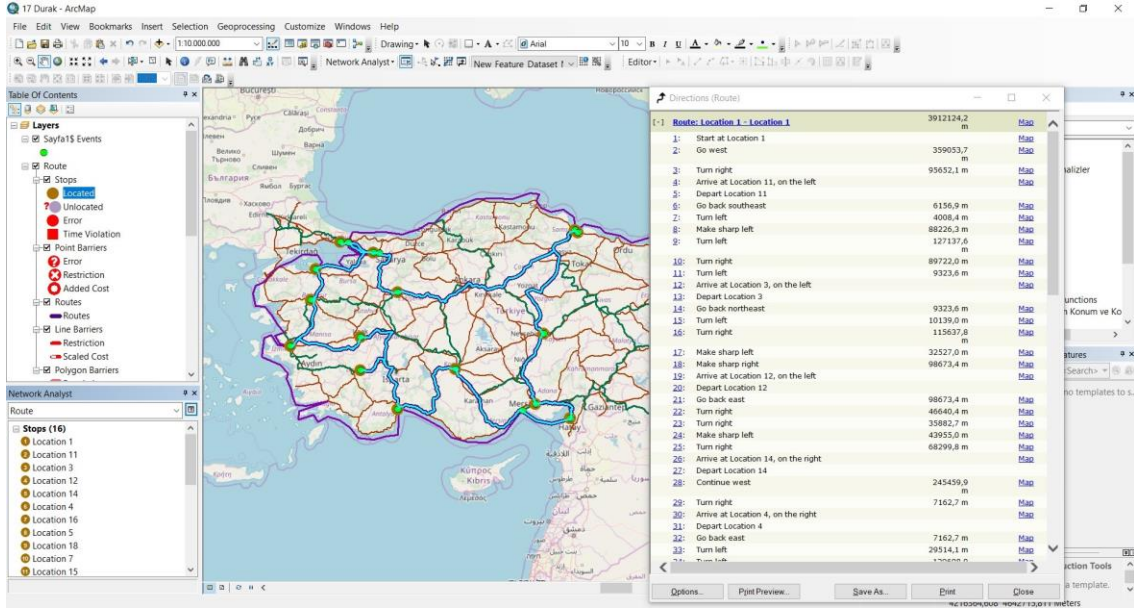
Şekil 4.20. Çok türlü taşımacılıkta CBS optimizasyona göre elde edilen güzergâh



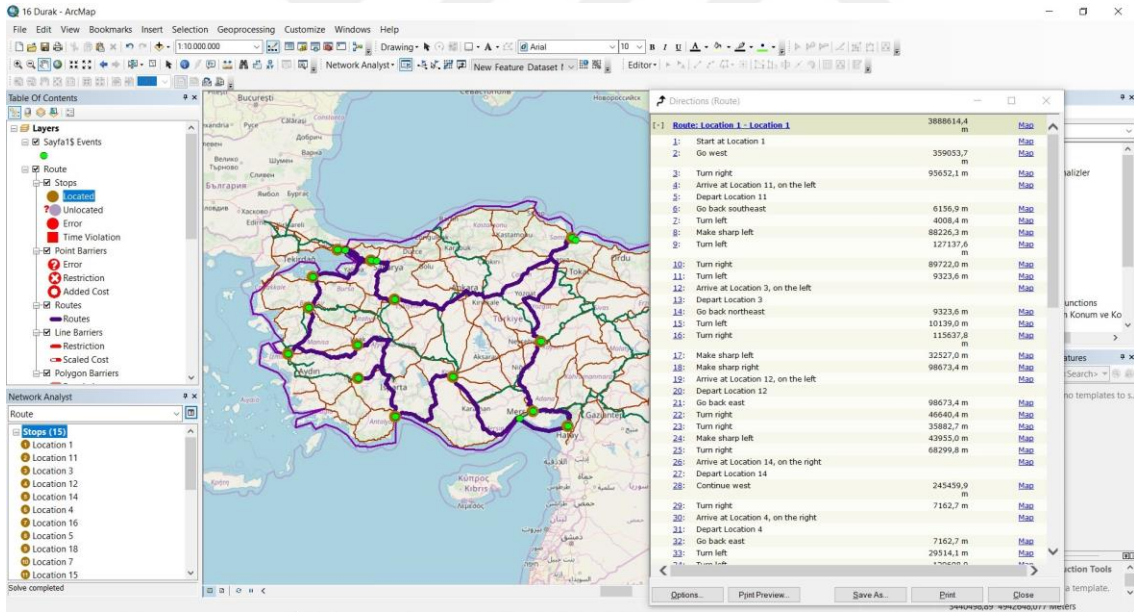
Şekil 4.21. Çok türlü taşımacılıkta 17 nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh



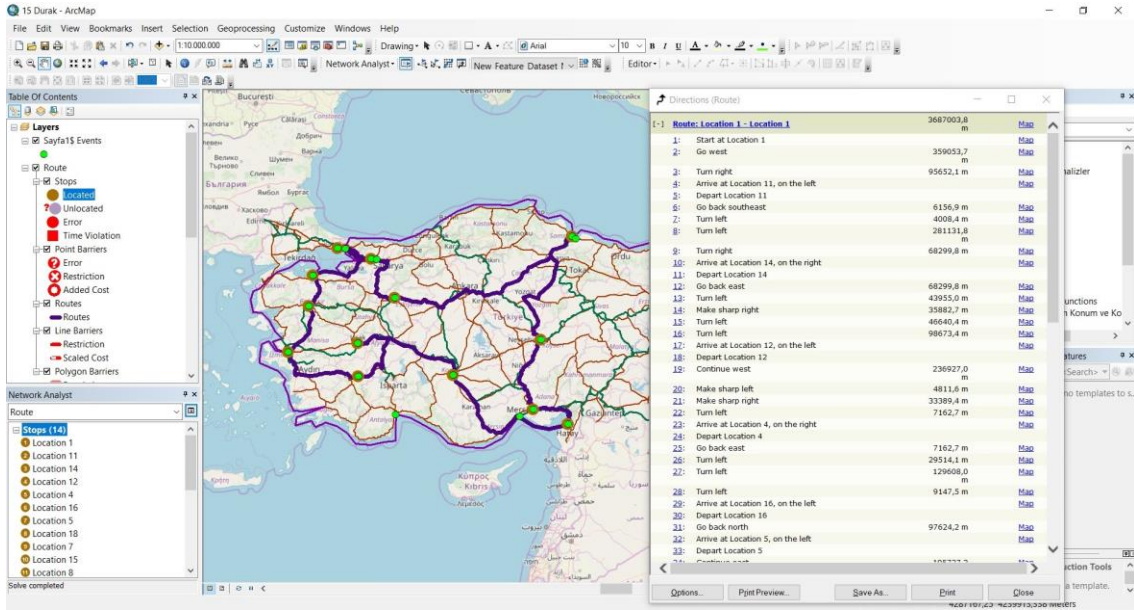
Şekil 4.22. Çok türlü taşımacılıkta 16 nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh



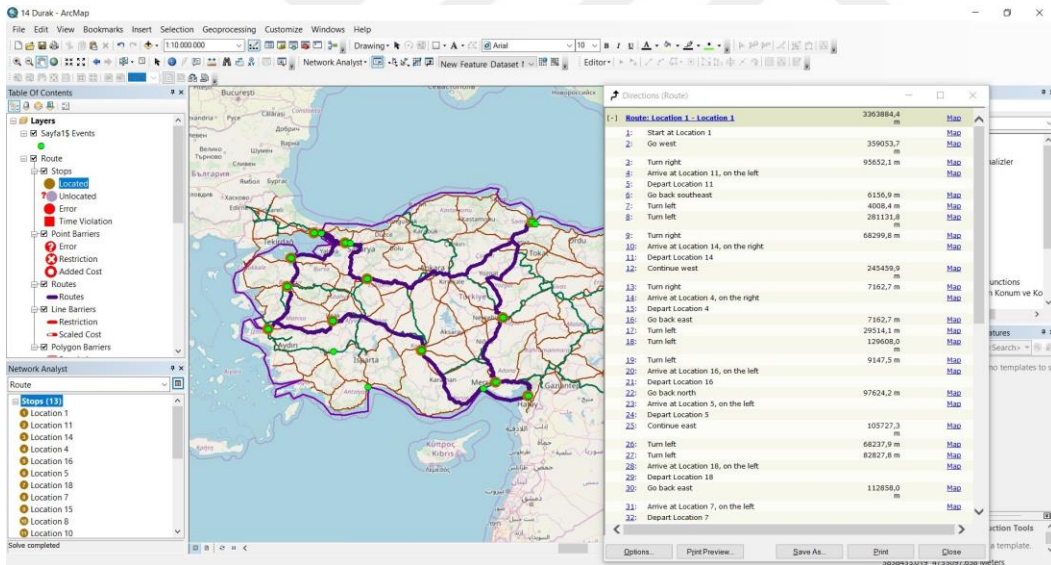
Şekil 4.23. Çok türlü taşımacılıkta 15 nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh



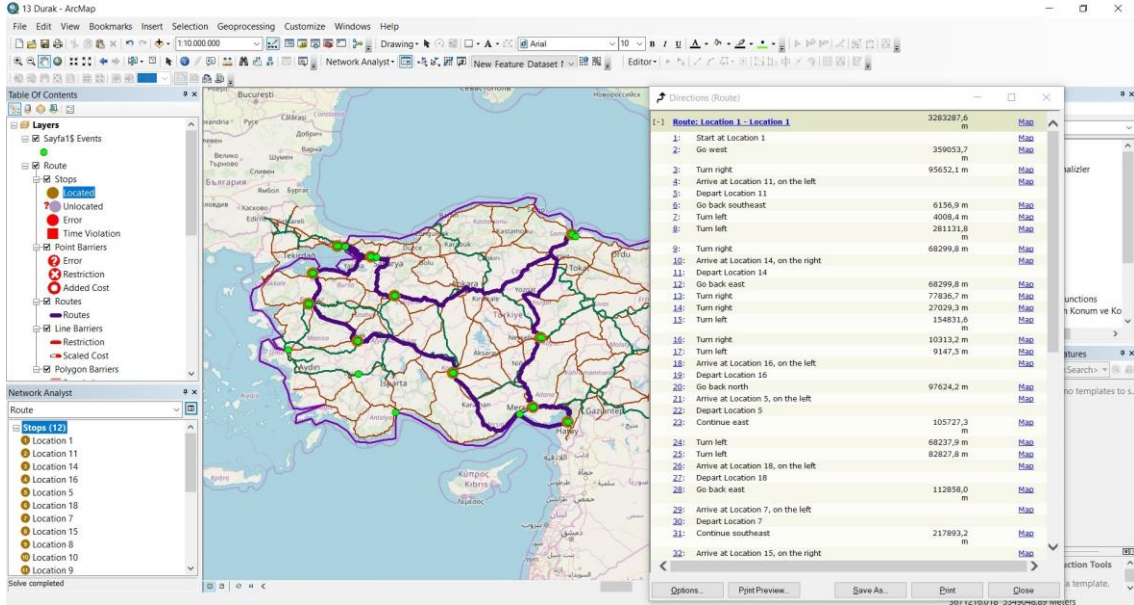
Şekil 4.24. Çok türlü taşımacılıkta 14 nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh



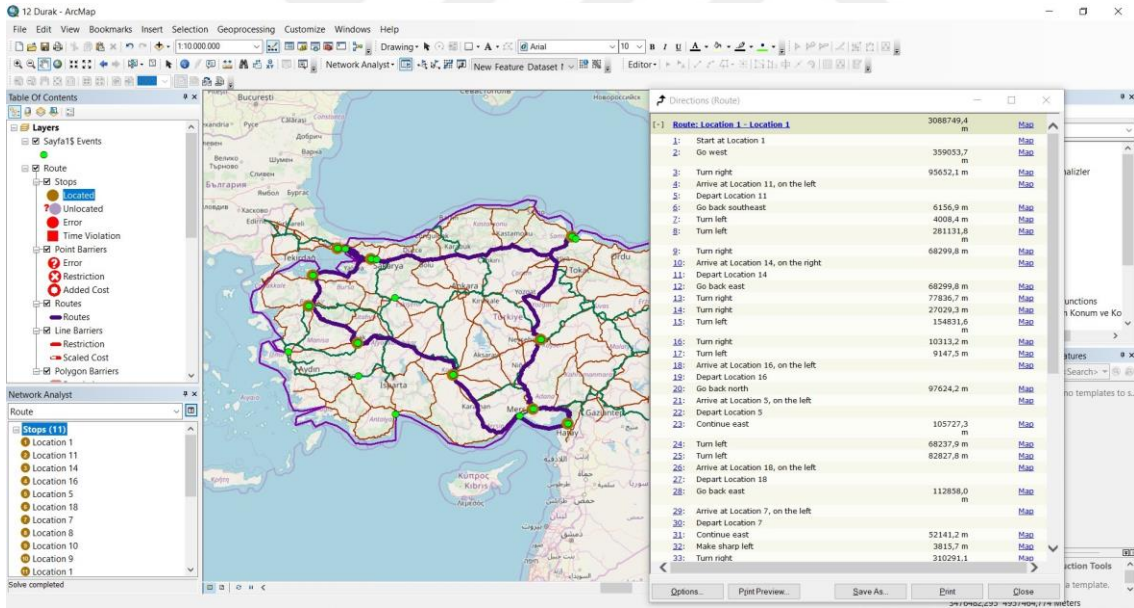
Şekil 4.25. Çok türlü taşımacılıkta 13 nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh



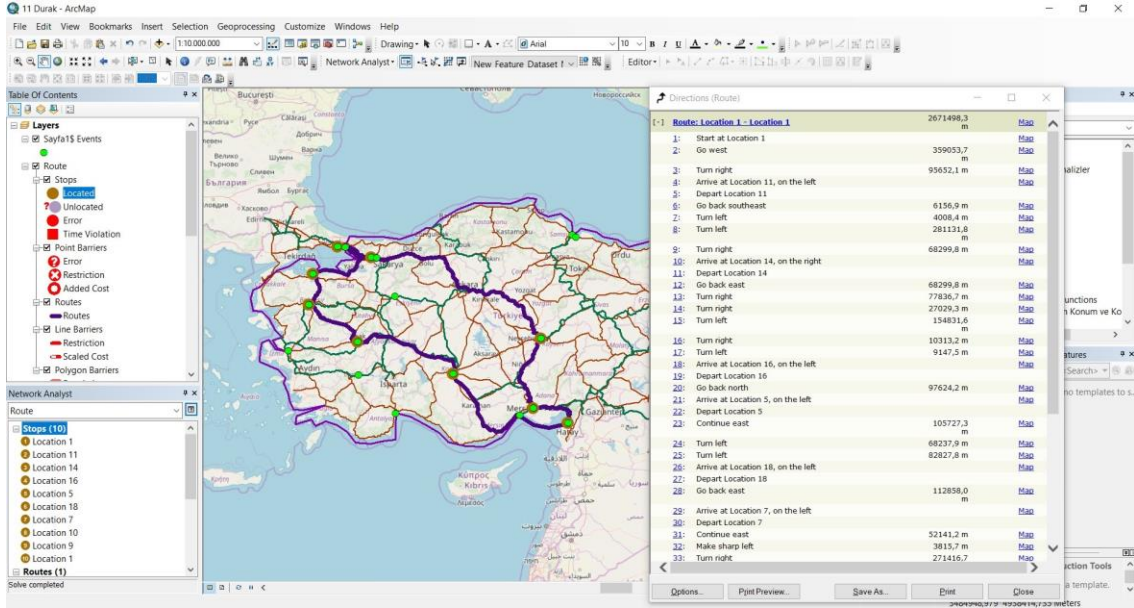
Şekil 4.26. Çok türlü taşımacılıkta 12 nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh



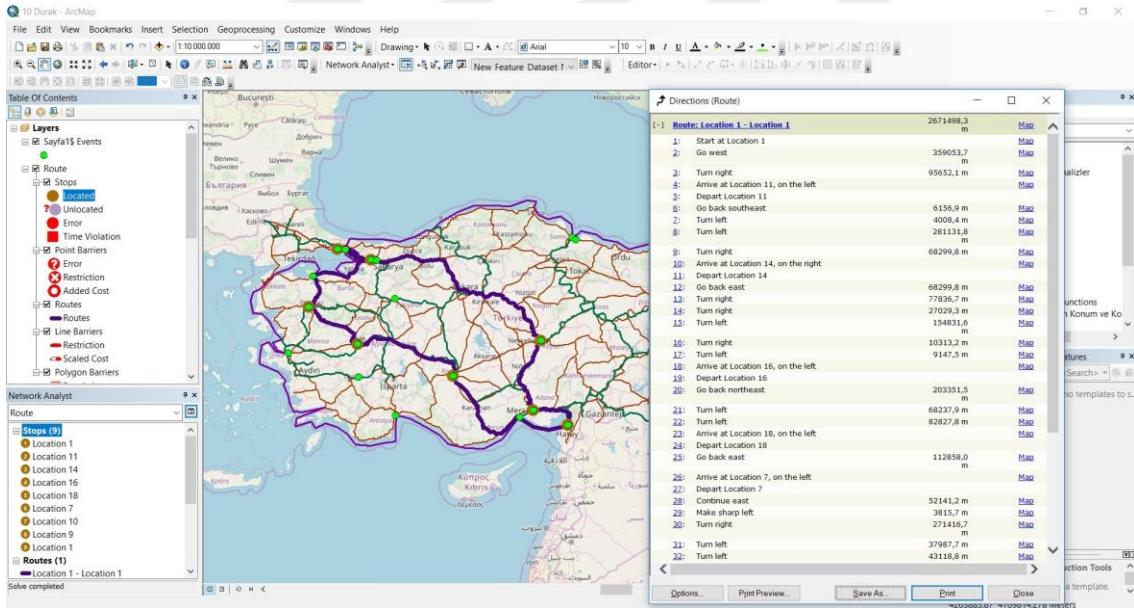
Şekil 4.27. Çok türlü taşımacılıkta 11 nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh



Şekil 4.28. Çok türlü taşımacılıkta 10 nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh

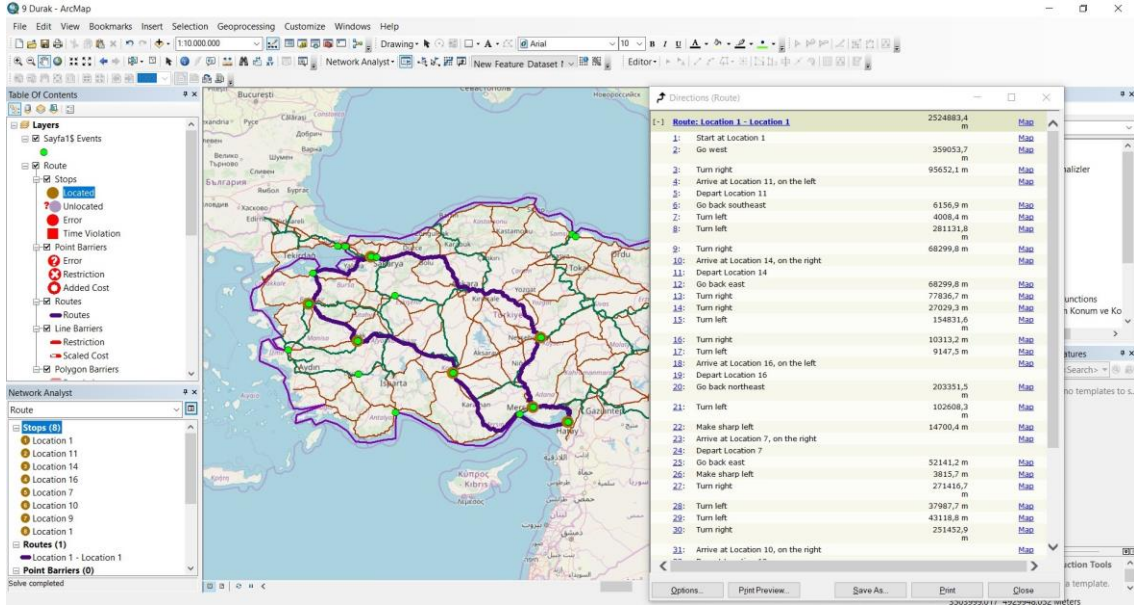


Şekil 4.29. Çok türlü taşımacılıkta 9 nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh

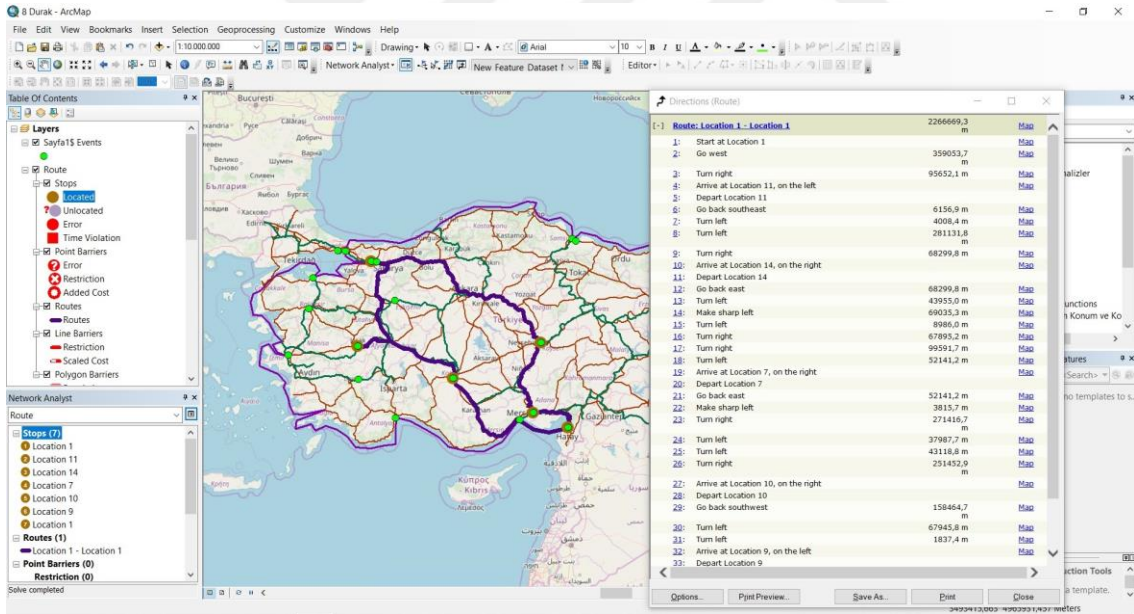


Şekil 4.30. Çok türlü taşımacılıkta 8 nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh

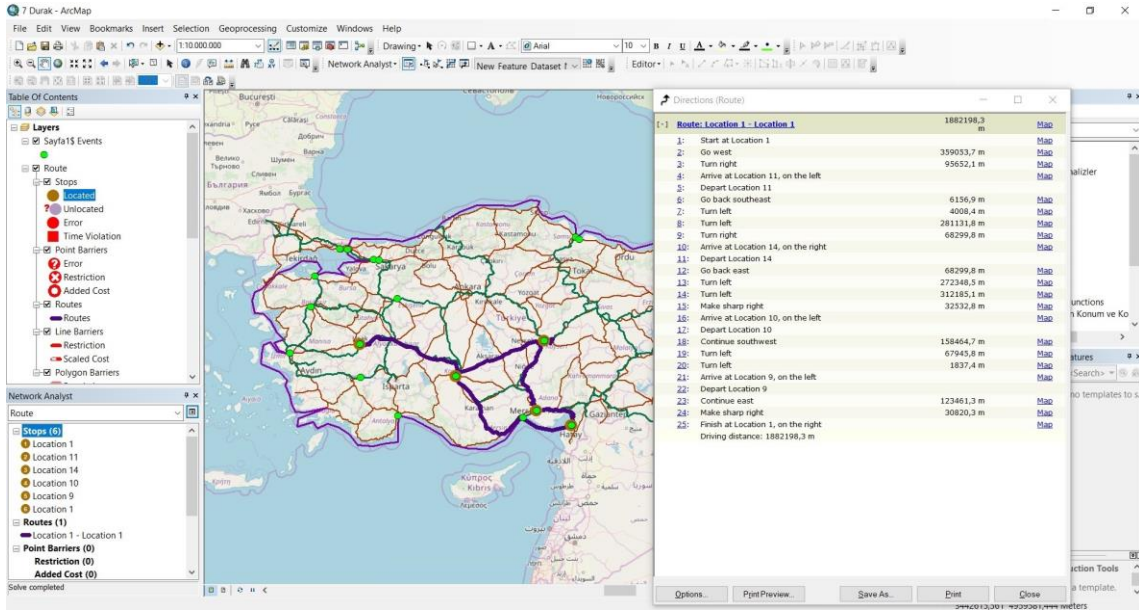




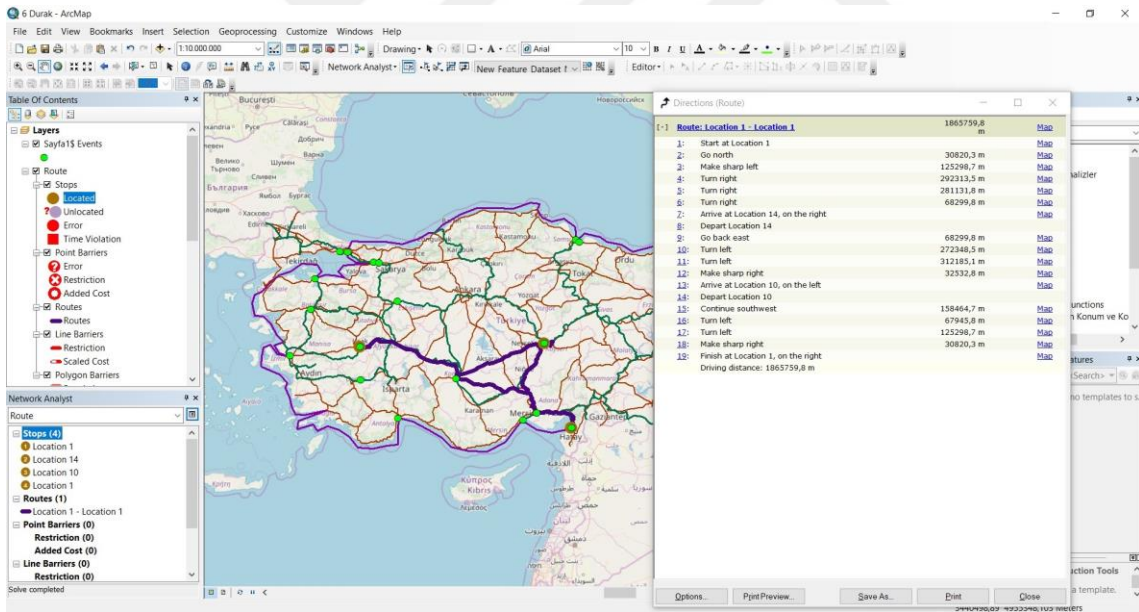
Şekil 4.31. Çok türlü taşımacılıkta 7 nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh



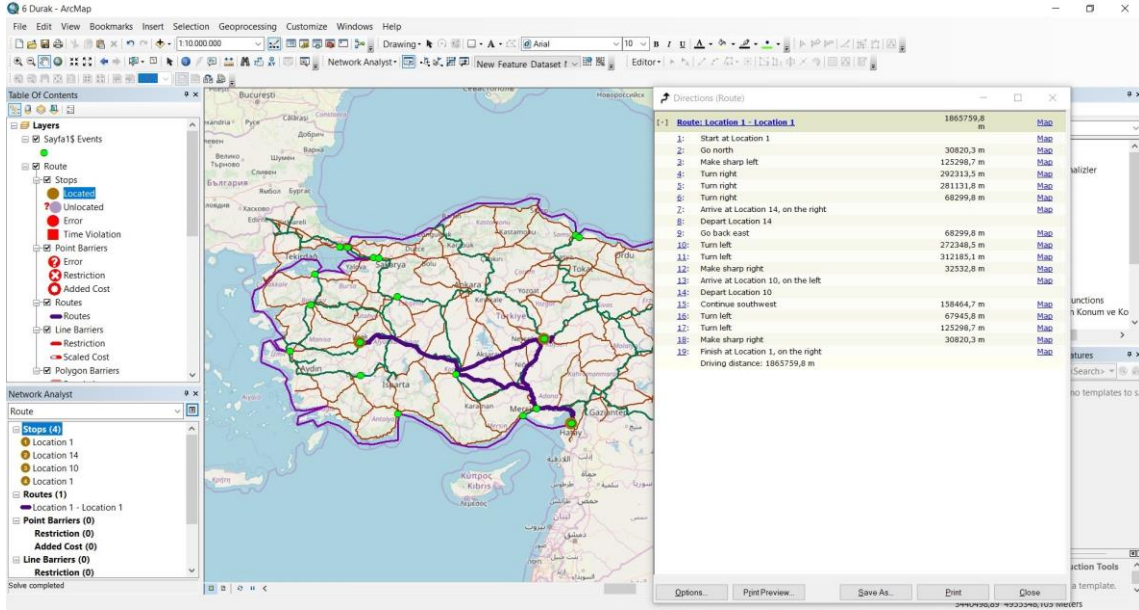
Şekil 4.32. Çok türlü taşımacılıkta 6 nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh



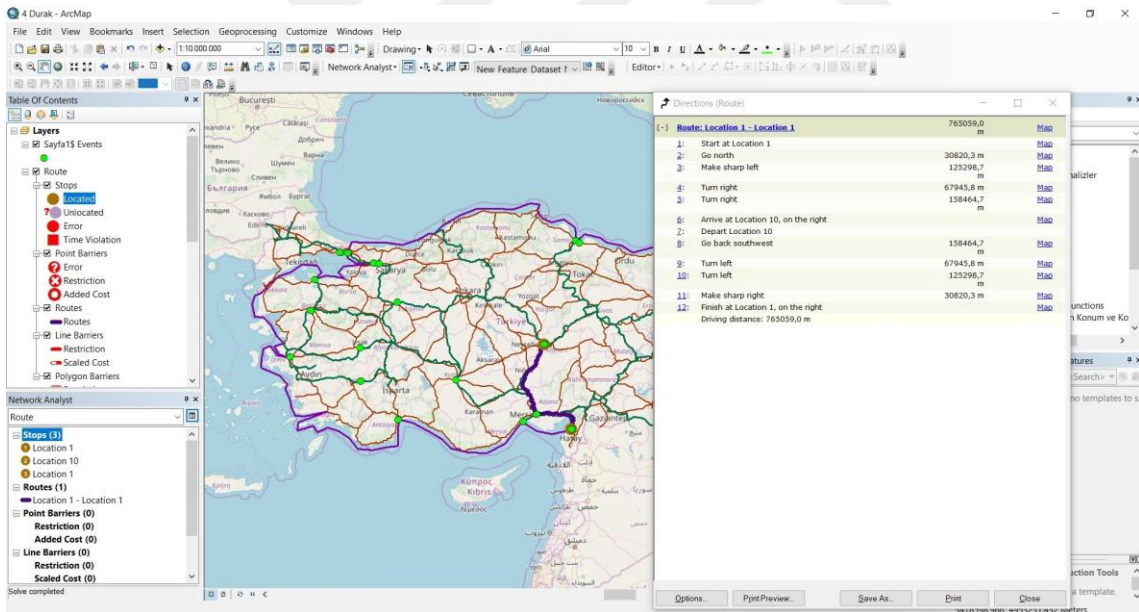
Şekil 4.33. Çok türlü taşımacılıkta 5 nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh



Şekil 4.34. Çok türlü taşımacılıkta 4 nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh



Şekil 4.35. Çok türlü taşımacılıkta 3 nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh



Şekil 4.36. Çok türlü taşımacılıkta 2 nokta için CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh

18 noktadan 2 noktaya kadar tek türlü ve çok türlü taşımacılığa göre yapılan analizlerde kullanılan şehirler ve elde edilen mesafe değerleri Çizelge 4.1'de verilmektedir.

Çizelge 4.1. 18 nokta ve bu noktaların birer birer azaltılarak yapılan analizlerin sonuçları

No	Lojistik Köyler Ve Limanlar	Taşımacılık Durak Sayısı																
		18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
1	İskenderun Lımanı	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Mersin Lımanı	X																
3	Antalya Lımanı	X	X	X	X	X												
4	İzmir Lımanı	X	X	X	X	X	X	X										
5	Bandırma Lımanı	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X							
6	Haydarpaşa Lımanı	X	X															
7	Derince Lımanı	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
8	Samsun Lımanı	X	X	X	X	X	X	X	X	X								
9	Mersin/Yemice	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
10	Kayseri/Bogazkopru	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
11	Konya/Kayacık	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
12	Denizli/Kaklık	X	X	X	X	X	X											
13	Samsun/Gelemen	X	X	X	X													
14	Uşak	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
15	Eskişehir/Hasanbey	X	X	X	X	X	X	X	X									
16	Balıkesir/Gokkoy	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
17	İzmit/Kosekoy	X	X	X														
18	İstanbul/Halkalı	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X							
Unimodal Taşımacılık Cbs Optimizasyonlu Mesafesi (Km)		3881	3881	3871	3859	3836	3657	3372	3196	2978	2552	2520	2328	2180	1809	1809	1795	769
Multimodal Taşımacılık Cbs Optimizasyonlu Mesafesi (Km)		3925	3919	3916	3912	3889	3687	3364	3283	3089	2671	2671	2525	2267	1882	1882	1866	765

### 4.3. Karayollarındaki CBS Optimizasyonun Lineer Optimizasyon İle Karşılaştırılması

18 adet nokta için CBS’ de yapılan analizler sonucunda elde edilen optimum güzergâh sıralaması; İskenderun limanı – Mersin/Yenice – Konya/Kayacık – Antalya Limanı – Mersin Limanı – Denizli/Kaklık – Uşak – İzmir Limanı – Bandırma Limanı – İstanbul/Halkalı – Haydarpaşa Limanı – Derince Limanı – İzmit/Köseköy – Eskişehir/Hasanbey – Samsun/Gelemen – Samsun Limanı – Kayseri/Boğazköprü – Balıkesir/Gökköy – İskenderun Limanı şeklinde belirlenmektedir. Yapılan işlem sonucu elde edilen güzergâh Şekil 4.37’de gösterilmektedir.

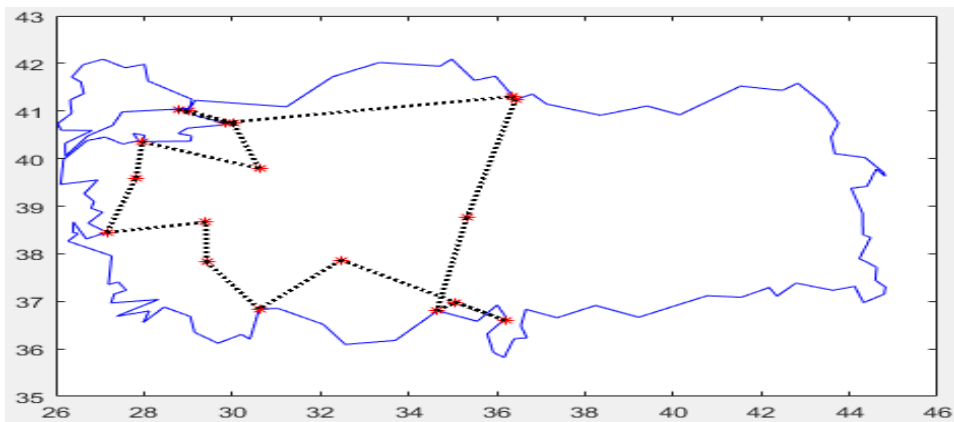
Lineer Optimizasyonda da GSP mantığına uygun olacak şekilde başlangıç ve bitiş noktası İskenderun Limanı seçilmektedir. Lineer optimizasyon sonucu elde edilen güzergâhta takip edilen şehirler sırası ile; İskenderun Limanı – Mersin limanı – Mersin/Yenice – Kayseri/Boğazköprü – Samsun/Gelemen – Samsun Limanı – Konya/Kayacık – Derince Limanı – Eskişehir/Hasanbey – İzmit/Köseköy – Haydarpaşa Limanı – İstanbul/Halkalı – Bandırma Limanı – Balıkesir/Gökköy – İzmir Limanı – Denizli/Kaklık – Antalya Limanı – Uşak Lojistik Köyü – İskenderun Limanı şeklinde belirlenmektedir. Güzergâh gösterimi Şekil 4.38’de gösterilmektedir. Her iki yöntem sonucu elde edilen mesafe değerleri Çizelge 4.2’de verilmektedir. Değerlere bakıldığında lineer optimizasyonun daha iyi sonuç verdiği görülmektedir.

Çizelge 4.2. Karayollarında optimizasyon tekniklerinin karşılaştırılması

<b>Kullanılan yöntemler</b>	<b>Mesafe Değerleri (Km)</b>
Lineer Optimizasyon	3437
Coğrafi Bilgi Sistemi	3974



Şekil 4.37. Karayollarında CBS optimizasyonuna göre elde edilen güzergâh



Şekil 4.38. Karayollarında linear optimizasyona göre elde edilen güzergâh

#### 4.4. Karayollarındaki CBS Optimizasyonun PSO İle Karşılaştırılması

18 adet nokta için CBS’de yapılan analizler sonucunda elde edilen optimum güzergâh sıralaması; İskenderun limanı – Mersin/Yenice – Konya/Kayacık – Antalya Limanı – Mersin Limanı – Denizli/Kaklık – Uşak – İzmir Limanı – Bandırma Limanı – İstanbul/Halkalı – Haydarpaşa Limanı – Derince Limanı – İzmit/Köseköy – Eskişehir/Hasanbey – Samsun/Gelemen – Samsun Limanı – Kayseri/Boğazköprü – Balıkesir/Gökköy – İskenderun Limanı şeklinde belirlenmektedir. Yapılan işlem sonucu elde edilen güzergâh Şekil 4.39’da gösterilmektedir.

PSO’da da GSP mantığına uygun olacak şekilde başlangıç ve bitiş noktası İskenderun Limanı seçilmektedir. PSO sonucu elde edilen güzergâhta takip edilen şehirler sırası ile; İskenderun Limanı – Mersin limanı – Mersin/Yenice – Kayseri/Boğazköprü – Samsun/Gelemen – Samsun Limanı – Derince Limanı – Konya/Kayacık –

Eskişehir/Hasanbey – İzmit/Köseköy – İstanbul/Halkalı – Haydarpaşa Limanı – Bandırma Limanı – Balıkesir/Gökköy – İzmir Limanı – Antalya Limanı – Denizli/Kaklık – Uşak Lojistik Köyü – İskenderun Limanı şeklinde belirlenmektedir. Güzergâh gösterimi Şekil 4.40’ta gösterilmektedir.

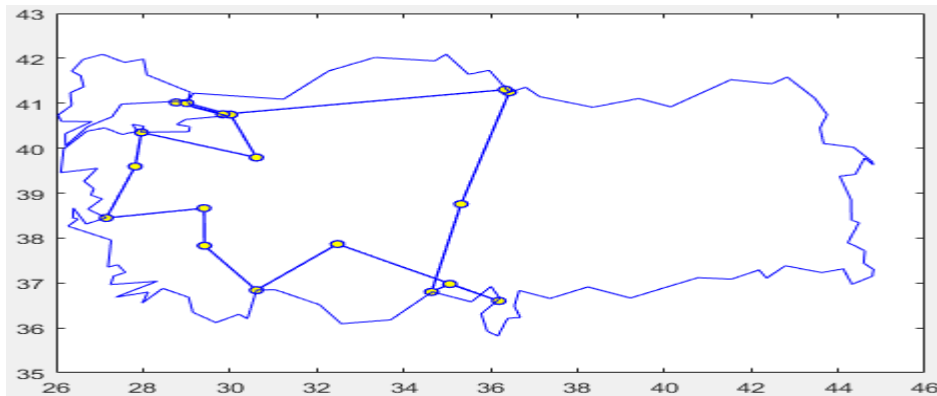
CBS’de yapılan analizler sonucu elde edilen değerler, PSO ile ilgili önceki çalışmalardan biri olan Göçmen (2018)’nin çalışmasında elde ettiği değer ve PSO ile ilgili başka bir çalışma olan Bozkurt (2019)’un çalışmasında elde ettiği değer ile kıyaslanmaktadır. Analizler sonucu elde edilen değer ve kıyaslanma Çizelge 4.3’te verilmektedir.

Çizelge 4.3. Karayollarında optimizasyon tekniklerinin karşılaştırılması

Kullanılan yöntemler	Mesafe Değerleri (Km)
PSO (Göçmen, 2018)	3824
PSO (Bozkurt, 2019)	3437
Coğrafi Bilgi Sistemi	3974



Şekil 4.39. Karayollarında CBS’ye göre elde edilen güzergâh



Şekil 4.40. Karayollarında PSO’ya göre elde edilen güzergâh

#### 4.5. Çok Türlü Taşımacılıktaki CBS Optimizasyonun Lineer Optimizasyon İle Karşılaştırılması

18 nokta için CBS ile yapılan analizler sonucunda elde edilen optimum güzergâh sıralaması ve birbirleri arasında kullanılan ulaşım türü;

İskenderun liman – Mersin Limanı arası denizyolu,

Mersin Limanı – Konya/Kayacık arası karayolu,

Konya/Kayacık – Antalya Limanı arası karayolu,

Antalya Limanı – Denizli/Kaklık arası karayolu,

Denizli/Kaklık – Uşak arası karayolu,

Uşak – İzmir Limanı arası karayolu,

İzmir Limanı – Balıkesir/Gökköy arası karayolu,

Balıkesir/Gökköy – Bandırma Limanı arası demiryolu,

Bandırma Limanı – İstanbul/Halkalı arası karayolu,

İstanbul/Halkalı – Haydarpaşa Limanı arası demiryolu,

Haydarpaşa Limanı – Derince Limanı arası denizyolu,

Derince Limanı – İzmit/Köseköy arası karayolu,

İzmit/Köseköy – Eskişehir/Hasanbey arası karayolu,

Eskişehir/Hasanbey – Samsun/Gelemen arası karayolu,

Samsun/Gelemen – Samsun Limanı arası karayolu,

Samsun Limanı – Kayseri/Boğazköprü arası karayolu,

Kayseri/Boğazköprü – Mersin/Yenice arası karayolu,

Mersin/Yenice – İskenderun Limanı ise karayolu taşımacılığı şeklinde belirlenmektedir.

Yapılan işlem sonucu elde edilen güzergâhın görünümü Şekil 4.41’de gösterilmektedir.

Lineer optimizasyonda 18 nokta için yapılan çalışmada, analizler sonucu elde edilen optimum güzergâh sıralaması ve birbirleri arasında kullanılan ulaşım türü;

İskenderun Limanı – Mersin Limanı arası denizyolu,

Mersin limanı – Mersin/Yenice arası karayolu,

Mersin/Yenice – Kayseri/Boğazköprü arası karayolu,

Kayseri Boğazköprü – Samsun/Gelemen arası karayolu,

Samsun/Gelemen – Samsun Limanı arası karayolu,

Samsun Limanı – Derince Limanı arası karayolu,

Derince Limanı – Konya/Kayacık arası karayolu,



Konya/Kayacık – Eskişehir/Hasanbey arası karayolu,  
 Eskişehir/Hasanbey – İzmit/Köseköy arası karayolu,  
 İzmit/Köseköy – İstanbul/Halkalı arası karayolu,  
 İstanbul/Halkalı – Haydarpaşa Limanı arası demiryolu,  
 Haydarpaşa Limanı – Bandırma Limanı arası denizyolu,  
 Bandırma Limanı – Balıkesir/Gökköy arası demiryolu,  
 Balıkesir/Gökköy – İzmir Limanı arası karayolu,  
 İzmir Limanı – Uşak Lojistik Köyü arası karayolu,  
 Uşak Lojistik Köyü – Denizli/Kaklık arası karayolu,  
 Denizli/Kaklık – Antalya Limanı arası karayolu,  
 Antalya Limanı – İskenderun Limanı arası denizyolu taşımacılığı şeklinde belirlenmektedir. Güzergâh gösterimi Şekil 4.42’de gösterilmektedir.

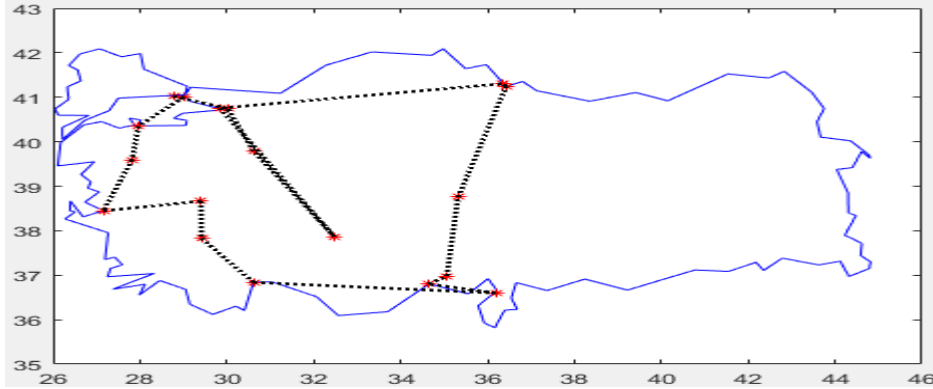
CBS ve lineer optimizasyon ile çok türlü taşımacılık için yapılan analizler sonucunda elde edilen mesafe değerleri Çizelge 4.4’te verilmektedir. Değerlere bakıldığında lineer optimizasyonun daha iyi sonuç verdiği görülmektedir.

Çizelge 4.4. Çok türlü taşımacılıkta optimizasyon tekniklerinin karşılaştırılması

Kullanılan yöntemler	Mesafe Değerleri (Km)
Lineer Optimizasyon	3282
Coğrafi Bilgi Sistemi	3925



Şekil 4.41. Çok türlü taşımacılıkta CBS optimizasyona göre elde edilen güzergâh



Şekil 4.42. Çok türlü taşımacılıkta lineer optimizasyona göre elde edilen güzergâh

#### 4.6. Çok Türlü Taşımacılıkta CBS Optimizasyonun PSO İle Karşılaştırılması

18 şehir için CBS ile yapılan analizler sonucunda elde edilen optimum güzergâh sıralaması ve birbirleri arasında kullanılan ulaşım türü;

İskenderun liman – Mersin Limanı arası denizyolu,

Mersin Limanı – Konya/Kayacık arası karayolu,

Konya/Kayacık – Antalya Limanı arası karayolu,

Antalya Limanı – Denizli/Kaklık arası karayolu,

Denizli/Kaklık – Uşak arası karayolu,

Uşak – İzmir Limanı arası karayolu,

İzmir Limanı – Balıkesir/Gökköy arası karayolu,

Balıkesir/Gökköy – Bandırma Limanı arası demiryolu,

Bandırma Limanı – İstanbul/Halkalı arası karayolu,

İstanbul/Halkalı – Haydarpaşa Limanı arası demiryolu,

Haydarpaşa Limanı – Derince Limanı arası denizyolu,

Derince Limanı – İzmit/Köseköy arası karayolu,

İzmit/Köseköy – Eskişehir/Hasanbey arası karayolu,

Eskişehir/Hasanbey – Samsun/Gelemen arası karayolu,

Samsun/Gelemen – Samsun Limanı arası karayolu,

Samsun Limanı – Kayseri/Boğazköprü arası karayolu,

Kayseri/Boğazköprü – Mersin/Yenice arası karayolu,

Mersin/Yenice – İskenderun Limanı ise karayolu taşımacılığı şeklinde belirlenmektedir.

Yapılan işlem sonucu elde edilen güzergâhın görünümü Şekil 4.43'te gösterilmektedir.

PSO’ da 18 şehir için yapılan çalışmada, analizler sonucu elde edilen optimum güzergâh sıralaması ve birbirleri arasında kullanılan ulaşım türü;

İskenderun Limanı – Mersin limanı arası denizyolu,

Mersin limanı – Kayseri/Boğazköprü arası karayolu,

Kayseri/Boğazköprü – Samsun/Gelemen arası karayolu,

Samsun/Gelemen – Samsun Limanı arası karayolu,

Samsun Limanı – Derince Limanı arası karayolu,

Derince Limanı – İzmit/Köseköy arası karayolu,

İzmit/Köseköy – İstanbul/Halkalı arası karayolu,

İstanbul/Halkalı – Haydarpaşa Limanı arası demiryolu,

Haydarpaşa Limanı – Bandırma Limanı arası denizyolu,

Bandırma Limanı – Balıkesir/Gökköy arası demiryolu,

Balıkesir/Gökköy – İzmir Limanı arası karayolu,

İzmir Limanı – Uşak Lojistik Köyü arası karayolu,

Uşak Lojistik Köyü – Eskişehir/Hasanbey arası karayolu,

Eskişehir/Hasanbey – Denizli/Kaklık arası demiryolu,

Denizli/Kaklık – Antalya Limanı arası karayolu,

Antalya Limanı – Konya/Kayacık arası karayolu,

Konya/Kayacık – Mersin/Yenice arası karayolu,

Mersin/Yenice – İskenderun Limanı arası ise karayolu taşımacılığı şeklinde belirlenmektedir. Güzergâhın görünümü Şekil 4.44’te gösterilmektedir.

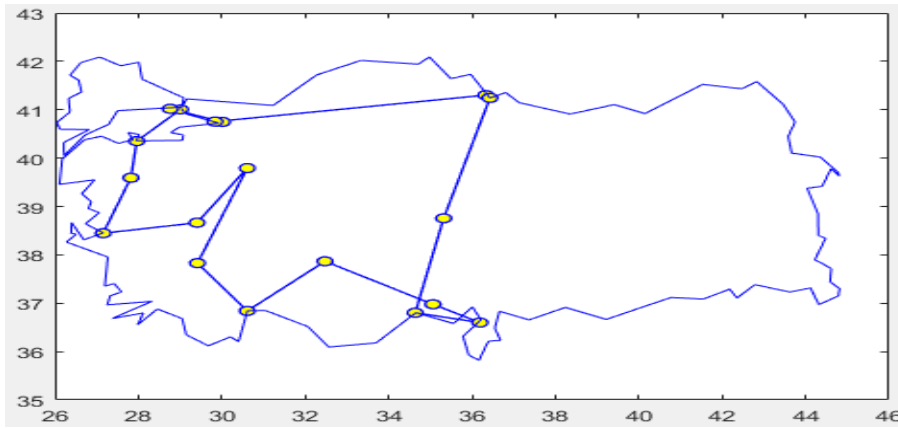
CBS’ de çok türlü taşımacılık için yapılan analizler sonucu elde edilen değerler, PSO ile ilgili önceki çalışmalardan biri olan Göçmen (2018)’nin çalışmasında elde ettiği değer ve PSO ile ilgili başka bir çalışma olan Bozkurt (2019)’un çalışmasında elde ettiği değer ile kıyaslanmaktadır. Analizler sonucu elde edilen değer ve kıyaslanma Çizelge 4.5’te verilmektedir.

Çizelge 4.5. Çok türlü taşımacılıkta optimizasyon tekniklerinin karşılaştırılması

<b>Kullanılan yöntemler</b>	<b>Mesafe Değerleri (Km)</b>
PSO (Göçmen, 2018)	3295
PSO (Bozkurt, 2019)	3282
Coğrafi Bilgi Sistemi	3925



Şekil 4.43. Çok türlü taşımacılıkta CBS'ye göre elde edilen güzergâh



Şekil 4.44. Çok türlü taşımacılıkta PSO'ya göre elde edilen güzergâh

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çok türlü yük taşımacılığında optimizasyon çalışmalarının CBS tabanlı bir programda yapılması önemlidir. Bu çalışmada CBS tabanlı ArcGIS programı kullanılarak, optimizasyon çalışmalarında kullanılmak üzere çok türlü yük taşımacılığı ağı oluşturulmaktadır. Haritalar üzerinde mevcut yollar dikkate alınarak çizilen karayolları, demiryolları ve denizyolları ağı oluşturulmaktadır.

Daha sonra karayolları, demiryolları ve denizyollarından oluşan çok türlü taşımacılık ağları harita üzerinde mevcut yollara göre birleştirilmesi gerçeğe uygun olmaktadır. Bu şekilde çok türlü taşımacılık yollarının harita üzerinde oluşturulması ve birleştirilmesi, coğrafi bilgi sistemi tabanlı programlarda mümkün olmaktadır.

Bu çalışmada, coğrafi bilgi sistemi programı olan ArcGIS kullanılarak, Türkiye'nin çok türlü taşımacılık yolları harita üzerinde oluşturulmakta ve birleştirilmektedir. Öncelikle karayollarında yük taşımacılığı yapılan yollar belirlenmektedir. Bu yollar harita üzerinde çizilerek karayolları yük taşımacılığı ağı oluşturulmaktadır. Demiryollarının bütün hatları gerçek harita üzerinden çizilerek demiryolları yük taşımacılık ağı meydana getirilmektedir. Denizyollarında yük taşımacılığı yapılan limanlar baz alınarak muhtemel rotalar, harita üzerinde gerçeğe en yakın olarak oluşturulmaktadır. Daha sonra bütün türler gerçek yollara uygun olarak CBS'de birleştirilerek Türkiye yük taşımacılığı ağı oluşturulmaktadır.

Oluşturulan bu ağ üzerinde önce sadece karayollarında CBS analizi yapılmaktadır. Yapılan bu analiz sonucu, lineer optimizasyon ve PSO algoritmaları sonucu elde edilen analizler ile kıyaslanmıştır. Daha sonra çok türlü taşımacılık için CBS analizi yapılmıştır. Elde edilen bu analiz sonuçları da lineer optimizasyon ve PSO algoritmaları sonucu elde edilen değerler ile kıyaslanmıştır.

CBS'de sadece karayoluna göre yapılan analizler sonucunda elde edilen değer 3974 km'dir. Aynı şehirler kullanılarak lineer optimizasyon ve PSO algoritmaları ile analizler yapıp elde edilen değerler sırası ile 3437 km ve 3437 km olarak bulunmaktadır. Elde edilen değerlere bakıldığında PSO ve lineer optimizasyon aynı değere sahip ve CBS'ye göre daha iyi sonuç verdiği görülmektedir.

CBS’de çok türlü taşımacılığa göre yapılan analizler sonucunda elde edilen değer 3925 km’dir. Aynı şehirler kullanılarak lineer optimizasyon ve PSO algoritmaları ile analizler yapıp elde edilen değerler sırası ile 3282 km ve 3295 km olarak bulunmaktadır. Elde edilen değerlere bakıldığında PSO ve lineer optimizasyon birbirine yakın değerler bulmasına rağmen lineer optimizasyon daha iyi sonuç bulmuştur. Genel olarak lineer optimizasyon ve PSO analizleri sonucu elde edilen değerler CBS’ye göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.



## KAYNAKLAR

- Abousaeidi, M., Fauzi, R., & Muhamad, R. (2016). Geographic Information System (GIS) modeling approach to determine the fastest delivery routes. *Saudi journal of biological sciences*, 23(5), 555-564.
- Abulizi, N., Kawamura, A., Tomiyama, K., & Fujita, S. (2016). Measuring and evaluating of road roughness conditions with a compact road profiler and ArcGIS. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 3(5), 398-411.
- 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.
- Bhambulkar, A. V. (2011). Municipal solid waste collection routes optimized with arc gis network analyst. *International Journal Of Advanced Engineering Sciences And Technologies* Vol, 11, 202-207.
- Casali, Y., & Heinimann, H. R. (2019). A topological analysis of growth in the Zurich road network. *Computers, Environment and Urban Systems*, 75, 244-253.
- Chabot, T., Bouchard, F., Legault-Michaud, A., Renaud, J., & Coelho, L. C. (2018). Service level, cost and environmental optimization of collaborative transportation. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 110, 1-14.
- Chen, X., & Li, Q. (2017). Modeling road network vulnerability for evacuees and first responders in no-notice evacuation. *Journal of advanced transportation*, 2017
- Chen, Y. W., Wang, C. H., & Lin, S. J. (2008). A multi-objective geographic information system for route selection of nuclear waste transport. *Omega*, 36(3), 363-372.
- Cubukcu, E., Hepguzel, B., Onder, Z., & Tumer, B. (2015). Active living for sustainable future: A model to measure “walk scores” via geographic information systems. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 168, 229-237.
- Din, M. A. M., Paramasivam, S., Tarmizi, N. M., & Samad, A. M. (2016). The Use of Geographical Information System in the Assessment of Level of Service of Transit Systems in Kuala Lumpur. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 222, 816-826.
- 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.
- Farooq, A., Xie, M., Stoilova, S., Ahmad, F., Guo, M., Williams, E. J., ... & Mahamat Issa, A. (2018). Transportation Planning through GIS and Multicriteria Analysis: Case Study of Beijing and XiongAn. *Journal of Advanced Transportation*, 2018.
- Hu, X., An, S., & Wang, J. (2014). Exploring urban taxi drivers’ activity distribution based on GPS data. *Mathematical Problems in Engineering*, 2014.

- Hu, X., An, S., & Wang, J. (2018). Taxi driver's operation behavior and passengers' demand analysis based on GPS data. *Journal of Advanced Transportation*, 2018.
- Inanloo, B., Tansel, B., Shams, K., Jin, X., & Gan, A. (2016). A decision aid GIS-based risk assessment and vulnerability analysis approach for transportation and pipeline networks. *Safety Science*, 84, 57-66.
- Joseph, B., Kruskal, J. R., (1956). *On the shortest spanning subtree of a graph and the traveling salesman problem*. Princeton University.
- Kallel, A., Serbaji, M. M., & Zairi, M. (2016). Using GIS-Based tools for the optimization of solid waste collection and transport: Case study of Sfax City, Tunisia. *Journal of Engineering*, 2016.
- Kang, S., Lee, G., Kim, J., & Park, D. (2018). Identifying the spatial structure of the tourist attraction system in South Korea using GIS and network analysis: An application of anchor-point theory. *Journal of Destination Marketing & Management*, 9, 358-370.
- Karadeniz, V. ve Akpınar, E., (2011). Türkiye'de lojistik köyler. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 23, 56-61.
- Kazemi, H., & Akinci, H. (2018). A land use suitability model for rainfed farming by Multi-criteria Decision-making Analysis (MCDA) and Geographic Information System (GIS). *Ecological engineering*, 116, 1-6.
- 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.
- Korose, C. P., Ii, R. A. L., Blakley, C. S., & Carman, C. H. (2014). Integration of near-surface monitoring information using ArcGIS at the Illinois Basin–Decatur Project, USA. *Energy Procedia*, 63, 3945-3955.
- Laasasenaho, K., Lensu, A., Lauhanen, R., & Rintala, J. (2019). GIS-data related route optimization, hierarchical clustering, location optimization, and kernel density methods are useful for promoting distributed bioenergy plant planning in rural areas. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 32, 47-57.
- 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.
- Lella, J., Mandla, V. R., & Zhu, X. (2017). Solid waste collection/transport optimization and vegetation land cover estimation using Geographic Information System (GIS): A case study of a proposed smart-city. *Sustainable cities and society*, 35, 336-349.
- Liu, R., Chen, Y., Wu, J., Xu, T., Gao, L., & Zhao, X. (2018). Mapping spatial accessibility of public transportation network in an urban area—A case study of Shanghai Hongqiao Transportation Hub. *Transportation research part D: transport and environment*, 59, 478-495.



- Liu, Y., Cheng, Q., Gan, Y., Wang, Y., Li, Z., & Zhao, J. (2019). Multi-objective optimization of energy consumption in crude oil pipeline transportation system operation based on exergy loss analysis. *Neurocomputing*, 332, 100-110.
- Liu, Y., Lei, H., Zhang, D., & Wu, Z. (2018). Robust optimization for relief logistics planning under uncertainties in demand and transportation time. *Applied Mathematical Modelling*, 55, 262-280.
- Ma, Y., & Gao, Y. (2016). Passenger Transportation Structure Optimization Model Based on User Optimum. *Procedia engineering*, 137, 202-209.
- Maciej, H., Jacek, Ż., & Grzegorz, F. (2018). Multiple Criteria Optimization of the Joint Vehicle and Transportation Jobs Selection and Vehicle Routing Problems for a Small Road Freight Transportation Fleet. *Transportation research procedia*, 30, 178-187.
- Omran, A., Dietrich, S., Abouelmagd, A., & Michael, M. (2016). New ArcGIS tools developed for stream network extraction and basin delineations using Python and java script. *Computers & Geosciences*, 94, 140-149.
- Paudel, K. P., Bhattarai, K., Gauthier, W. M., & Hall, L. M. (2009). Geographic information systems (GIS) based model of dairy manure transportation and application with environmental quality consideration. *Waste Management*, 29(5), 1634-1643.
- Perpina, C., Alfonso, D., Pérez-Navarro, A., Penalvo, E., Vargas, C., & Cárdenas, R. (2009). Methodology based on Geographic Information Systems for biomass logistics and transport optimisation. *Renewable Energy*, 34(3), 555-565.
- 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.
- Shanmukhappa, T., Ho, I. W. H., & Tse, C. K. (2018). Spatial analysis of bus transport networks using network theory. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 502, 295-314.
- Shu, K., Schneider, U. A., & Scheffran, J. (2017). Optimizing the bioenergy industry infrastructure: Transportation networks and bioenergy plant locations. *Applied energy*, 192, 247-261.
- Sulemana, A., Donkor, E. A., Forkuo, E. K., & Oduro-Kwarteng, S. (2018). Optimal routing of solid waste collection trucks: a review of methods. *Journal of Engineering*, 2018.
- Veluscek, M., Kalganova, T., Broomhead, P., & Grichnik, A. (2015). Composite goal methods for transportation network optimization. *Expert Systems with Applications*, 42(8), 3852-3867.
- Vu, H. L., Bolingbroke, D., Ng, K. T. W., & Fallah, B. (2019). Assessment of waste characteristics and their impact on GIS vehicle collection route optimization using ANN waste forecasts. *Waste Management*, 88, 118-130.

- Yildirim, 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.
- 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.
- Zhang, Q., Northridge, M. E., Jin, Z., & Metcalf, S. S. (2018). Modeling accessibility of screening and treatment facilities for older adults using transportation networks. *Applied geography*, 93, 64-75.
- Zhang, X., Li, L., & Zhang, J. (2019). An optimal service model for rail freight transportation: Pricing, planning, and emission reducing. *Journal of Cleaner Production*, 218, 565-574.
- Zhong, H., Wang, J., Yip, T. L., & Gu, Y. (2018). An innovative gravity-based approach to assess vulnerability of a Hazmat road transportation network: A case study of Guangzhou, China. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 62, 659-671.

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : TOPAL, Ali Heval  
 Uyuğu : T.C.  
 Doğum tarihi ve yeri : 05.03.1984, Elazığ  
 Medeni hali : Bekar  
 Telefon : 0 (505) 704 10 23  
 Faks : 0 (312) 472 81 57  
 e-mail : aliheval@hotmail.com



### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	İskenderun Teknik Üniversitesi / İnşaat Mühendisliği	Devam Ediyor
Lisans	Mustafa Kemal Üniversitesi / İnşaat Mühendisliği	2009
Lise	Ankara Ayrancı Süper Lisesi	2002

### İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2011 - Halen	ASLANLAR İNŞAAT SAN. VE TİC. A.Ş.	Teknik Ofis Mühendisi
2010 – 2011	ANKARA AÇI YAPI DENETİM LTD. ŞTİ.	Kontrol Mühendisi
2009	ALCEN Müh. Mim.	Saha Mühendisi

### Yabancı Dil

İngilizce

### Hobiler

Spor, Seyahat

## DİZİN

**A**

Abstract · v  
 Analiz · iv, ix, x, xi, 2, 3, 17, 20,  
 21, 22, 23, 25, 26, 35, 39, 40,  
 41, 50, 51, 59, 60, 61, 62, 63,  
 64, 65, 66, 67, 69, 70

**B**

Balıkesir · vii, 9, 29, 41, 50, 60,  
 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67  
 Bandırma · vii, 13, 29, 41, 50, 60,  
 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67,

**C**

Coğrafi · iv, viii, xv, 17, 20, 22,  
 23, 24, 25, 26, 27, 37, 61, 63,  
 65, 67, 69,

**D**

Demiryolu · ix, xi, 2, 3, 4, 6, 9,  
 10, 11, 26, 32, 35, 36, 37, 38,  
 50, 64, 65, 66, 67  
 Denizli · vii, 10, 15, 29, 41, 50,  
 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67  
 Denizyolu · ix, xi, 2, 3, 4, 11, 32,  
 36, 37, 38, 50, 64, 65, 66, 67

**E**

Eskişehir · vii, 9, 29, 41, 50, 51,  
 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67

**G**

Gelemen · vii, 9, 10, 29, 41, 51,  
 60, 62, 64, 66, 67  
 Gezgin Satıcı · viii, xv, 2, 15, 16,  
 Gökköy · vii, 9, 41, 50, 61, 62,  
 63, 64, 65, 66, 67  
 Güzergah · iv, viii, ix, xi, xii, xiii,  
 xiv, 1, 2, 29, 31, 32, 33, 34,  
 36, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44,  
 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52,  
 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 61,  
 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68

**H**

Hesap · 2, 21, 23, 24

**İ**

İskenderun · iv, viii, 14, 41, 50,  
 51, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67  
 İzmir · viii, 12, 13, 15, 22, 41, 50,  
 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67

**K**

Kaklık · vii, 10, 29, 41, 50, 60,  
 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67  
 Karayolu · ix, xi, 2, 3, 4, 6, 9, 10,  
 11, 25, 26, 27, 32, 34, 35, 37,  
 38, 41, 50, 51, 64, 65, 66, 67,  
 69  
 Kayseri · viii, 10, 29, 41, 51, 61,  
 62, 64, 66, 67

**L**

Liman · iv, viii, x, xi, 1, 2, 5, 6,  
 10, 11, 12, 13, 14, 15, 29, 31,  
 32, 41, 50, 51, 60, 61, 62, 63,  
 64, 65, 66, 67, 69  
 Lojistik · vii, viii, x, xi, 1, 2, 3, 4,  
 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 15, 16, 23,  
 24, 29, 31, 32, 60, 61, 63, 65,  
 67

**M**

Mersin · vii, viii, 1, 14, 15, 29,  
 41, 50, 51, 60, 61, 62, 64, 66,  
 67  
 Mesafe · iv, 1, 2, 3, 4, 7, 10, 11,  
 15, 16, 22, 23, 24, 27, 41, 50,  
 59, 60, 61, 63, 65, 67  
 Multimodal · v, vii, ix, xi, 1, 4, 5,  
 6, 7, 11, 37, 38, 39, 60

**O-Ö**

Optimizasyon · iv, ix, x, xi, xii,  
 xiii, xiv, xv, 1, 2, 3, 7, 17, 22,  
 23, 26, 27, 28, 41, 42, 43, 44,  
 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52,  
 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60,  
 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 69,  
 70  
 Özet · iv

**S**

Samsun · vii, viii, 1, 9, 14, 15,  
 29, 41, 51, 60, 61, 62, 64, 66,  
 67

**T**

Taşımacılık · iv, vii, ix, x, xi, xii,  
 xiii, xiv, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9,  
 10, 11, 23, 25, 26, 27, 35, 37,  
 39, 41, 50, 51, 52, 5, 54, 55,  
 56, 57, 58, 59, 60, 64, 65, 66,  
 67, 68, 69, 70

**U**

Ulaşım · 1, 2, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9,  
 11, 13, 16, 23, 24, 25, 26, 28,  
 39, 50, 64, 66, 67  
 Unimodal · vii, 1, 4, 11, 60,

**Y**

Yol · iv, 11, 16, 22, 23, 24, 27,  
 41, 51  
 Yük · iv, 1, 3, 4, 5, 9, 10, 11, 13,  
 15, 23, 26, 35, 41, 69



**TEKNOVERSITE**



teknoversite **AYRICALIĞINDASINIZ**

**İSTE**

