



**BİLECİK  
ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ**

**Fen Bilimleri Enstitüsü  
Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalı**

**ARAÇ TAKİP SİSTEMİ İLE SEVKİYAT YÖNETİMİ**

**Ali Osman ARVASI  
Yüksek Lisans**

**Tez Danışmanı  
Dr. Öğr. Üyesi Salim CEYHAN**

**BİLECİK, 2019  
Ref. No: 10285949**



BİLECİK ŞEYH EDEBALI  
ÜNİVERSİTESİ

**BİLECİK  
ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ**

**Fen Bilimleri Enstitüsü  
Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalı**

**ARAÇ TAKİP SİSTEMİ İLE SEVKİYAT YÖNETİMİ**

**Ali Osman ARVASI  
Yüksek Lisans**

**Tez Danışmanı  
Dr. Öğr. Üyesi Salim CEYHAN**

**BİLECİK, 2019**



BİLECİK ŞEYH EDEBALI  
ÜNİVERSİTESİ

**BİLECİK**

**SEYH EDEBALI UNIVERSITY**

**Graduate School of Sciences  
Department of Computer Engineer**

**TRANSPORTATION MANAGEMENT WITH VEHICLE  
TRACKING SYSTEM**

**Ali Osman ARVASI  
Master's Thesis**

**Thesis Advisor  
Asst. Prof. Dr. Salim CEYHAN**

**BİLECİK, 2019**



**BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS**  
**JÜRİ ONAY FORMU**

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun 08/08/2019 tarih ve 44-01 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından 23/08/2019 tarihinde tez savunma sınavı yapılan Ali Osman ARVASI'nın "ARAÇ TAKİP SİSTEMİ İLE SEVKİYAT YÖNETİMİ" başlıklı tez çalışması Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

**JÜRİ**

**ÜYE**

(TEZ DANIŞMANI) : Dr.Öğr.Üyesi Salim CEYHAN

ÜYE : Doç.Dr. Uğur YÜZGEÇ

ÜYE : Dr.Öğr.Üyesi Emre GÜNGÖR

*Salim Ceyhan*  
*Uğur Yüzgeç*  
*Emre Güngör*

**ONAY**

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun .../.../..... tarih ve ...../..... sayılı kararı.

**İMZA/ MÜHÜR**

## TEŞEKKÜR

Tez çalıőmamda benden bilgisini, tecrubesini ve desteğini esirgemeyen sayın hocam Dr.Öğr. Üyesi Salim CEYHAN'a teőekkürlerimi sunarım.

Tüm bu çalışmalar süresince bana varlıkları ile destek ve moral veren anneme ve babama, yoğun çalıőmalarım boyunca sabır gösteren ve motivasyon desteği olan eőime her daim yanımda oldukları için teőekkürlerimi sunarım.



## **BEYANNAME**

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada, tez içindeki tüm verileri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun olarak sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu Üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmada kullanılmadığını beyan ederim.

...../...../ 2019

**Ali Osman ARVASI**

## ARAÇ TAKİP SİSTEMİ İLE SEVKİYAT YÖNETİMİ

### ÖZET

Günümüzde rekabetin artması ve teknolojinin hızla ilerlemesi ile firmaların kendilerini sürekli yenilemeleri gerekmektedir. Bu durumda müşteri taleplerinin zamanında ve eksiksiz olarak en düşük maliyetle karşılanması büyük önem taşımaktadır. Kurumsal Kaynak Planlama (Enterprise Resource Planning, ERP) kullanan büyük ölçekli firmaların depolarının sevkiyat yönetiminin verimli bir şekilde yürütmesi için müşterilerin taleplerinin zamanında ve en düşük maliyetle karşılanmasının planlanması için sistematik bir araç rotalama optimizasyonu gerekmektedir.

Araç Takip Sistemleri (ATS), üzerinde Küresel Konumlama Sistemi (Global Positioning System, GPS) alıcısı ve General Packet Radio Service (GPRS) modem bulunduran ve her türlü araçların anlık hız ve konum bilgilerinin belirlenmesini ve bu bilgileri GPRS modem aracılığıyla bir merkeze yönlendirmesi sağlayan sistemdir. Bir web servis ile bir merkez üzerinden alınan verilerin veritabanında toplanarak işlenip kullanıcı tarafından izlenmesi ve yönlendirilmesi amacıyla tasarlanmış bir sistemdir.

ERP kullanan bir firma için, eş zamanlı bir veya birden fazla araç için sevkiyat işlemini kolaylaştırmak adına uygun rotaların karınca kolonisi algoritması ile hesaplanıp ve en uygun rotayı kullanıcıya sunan bir sistem tasarlanmıştır. VB.Net dili kullanılmıştır. Bir aracın sevkiyata başlayıp ve bitişine kadar alınan tüm veriler işlenerek yorumlanmıştır. Araç takip sisteminden gelen verileri veritabanına kaydetmek için servis uygulama yazılmıştır. Firmanın kullanmış olduğu ERP uygulamaya entegre olarak çalışan ve en uygun rotayı kullanıcıya sunan bir uygulama geliştirilmiştir. Sevkiyata başlayan araçların ATS tarafından gönderilen verilerini işleyen ayrı bir servis uygulama yazılmıştır. Toplam 3 ayrı uygulama yazılmıştır. Araç takip sistemini sevkiyat yönetimine dahil edilmesiyle birlikte sevkiyat süreleri kısaltılmış, toplam yakıt tüketimlerinde azalma görülmüş, sevkiyat yapan personellerin performans değerlendirmeleri raporlanmış, firma deposu ve müşteriler arasındaki iletişim problemleri büyük oranda çözüme ulaştırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Araç Takip Sistemi; GPS; Sevkiyat Yönetimi; Araç Rotalama Problemi; Karınca Kolonisi Algoritması

## **TRANSPORTATION MANAGEMENT WITH VEHICLE TRACKING SYSTEM**

### **ABSTRACT**

Today, with the increase in competition and the rapid progress of technology, companies need to renew themselves constantly. In this case, it is of utmost importance that the customer demands are met in a timely and complete manner at the lowest cost. Systematic vehicle routing optimization is required to plan the timely and cost-effective meeting of customers' demands for efficient management of warehouse management of large-scale companies using Enterprise Resource Planning (ERP).

Vehicle Tracking Systems (VTS) is a system that has GPS receiver and GPRS modem and enables the determination of instant speed and location information of all kinds of vehicles and directing this information to a center via GPRS modem. It is a system designed to collect and process data received from a center through a web service and to monitor and direct it by the user.

For a company using ERP, a system has been designed by calculating the appropriate route with the ant colony algorithm to provide the most suitable route to the user in order to facilitate the shipment process for one or more vehicles simultaneously. VB.Net language is used. All the data received from the beginning and end of the transportation of a vehicle were processed and interpreted. The service application was written to save the data from the vehicle tracking system to the database. A separate service application has been written that processes the data sent by VTS of the vehicles that start the shipment process. A total of 3 separate applications were written. With the inclusion of vehicle tracking system in shipment management, shipment times were shortened, total fuel consumption decreased, performance evaluations of shipment personnel were reported, and communication problems between company warehouse and customers were largely resolved.

**Key Words:** Vehicle Tracking System; GPS; Transportation Management; Vehicle Routing Problem; Ant Colony Algorithm



## İÇİNDEKİLER

Sayfa No

<b>TEŞEKKÜR .....</b>	<b>.....</b>
<b>BEYANNAME .....</b>	<b>.....</b>
<b>ÖZET.....</b>	<b>I</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>II</b>
<b>İÇİNDEKİLER .....</b>	<b>III</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ .....</b>	<b>V</b>
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ .....</b>	<b>VI</b>
<b>SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ .....</b>	<b>VII</b>
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. LİTERATÜR İNCELEMESİ .....</b>	<b>3</b>
<b>3. ARAÇ ROTALAMA BELİRLEME ALGORİTMALARI .....</b>	<b>5</b>
3.1. Genetik Algoritması .....	5
3.2. Yapay Sinir Ağları.....	8
3.3. Parçacık Sürü Optimizasyonu .....	8
3.4. Fisher ve Jaikumar Algoritması.....	10
3.5. Tabu Arama Algoritması.....	11
3.6. Tavlama Benzetimi.....	14
3.7. Karınca Kolonisi Optimizasyonu .....	18
3.7.1. Karınca sistemi.....	21
3.7.2. Elitist karınca sistemi .....	23
3.7.3. Sıra tabanlı karınca sistemi .....	24
3.7.4. Max-Min karınca sistemi .....	25
3.7.5. Karınca kolonisi sistemi.....	25
<b>4. SEVKİYAT YÖNETİMİ .....</b>	<b>27</b>
4.1. Fiziksel Dağıtım .....	28
4.2. Avantajları .....	28
<b>5. ARAÇ TAKİP SİSTEMLERİ .....</b>	<b>30</b>

5.1. GPS.....	31
5.2. GPRS.....	33
5.3. ATS Nasıl Çalışır .....	34
5.4. ATS'nin Kullanım Alanları.....	34
5.5. ATS'nin Avantajları .....	36
<b>6. UYGULAMA .....</b>	<b>37</b>
6.1. Uygulama Tanımı ve Amacı .....	37
6.2. Araç Takip Cihazı .....	41
6.3. Sistemin Tasarımı.....	42
6.4. Uygulamanın Yazılımı .....	45
<b>7. SONUÇ .....</b>	<b>61</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>63</b>
<b>ÖZ GEÇMİŞ.....</b>	<b>.....</b>

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 1.1. Sevkiyat rotalama için örnek şema. ....	1
Şekil 3.1. Genetik Algoritma için örnek akış şeması. ....	7
Şekil 3.2. Parçacık Sürü Optimizasyonu akış şeması. ....	9
Şekil 3.3. Tabu Arama Algoritması akış şeması. ....	13
Şekil 3.4. Tavlama Benzetimi akış diyagramı. ....	17
Şekil 3.5. Karıncaların en kısa yol bulması. ....	19
Şekil 3.6. Karıncanın bir sonraki şehri seçme durumu. ....	20
Şekil 3.7. Karınca Kolonisi Optimizasyonu algoritması. ....	21
Şekil 5.1. Araç takip sistemi. ....	30
Şekil 6.1. Ecza deposu için ERP süreçleri. ....	38
Şekil 6.2. Araç takip cihazı. ....	42
Şekil 6.3. Araç takip sisteminin diyagramı. ....	43
Şekil 6.4. Rotalama sisteminin diyagramı. ....	44
Şekil 6.5. Araç takip sistem yönetimi. ....	45
Şekil 6.6. Araç takip cihazı listesi. ....	45
Şekil 6.7. Sevkiyat yönetimi formu. ....	46
Şekil 6.8. Araç formu ve tanım ekranı. ....	47
Şekil 6.9. Aracım nerde. ....	48
Şekil 6.10. Sevkiyat araçlarının konumlarının gösterilmesi. ....	49
Şekil 6.11. Araç geçmiş konumunun görüntülenmesi. ....	50
Şekil 6.12. Bir aracın 2 farklı zaman anındaki geçmiş konumları. ....	51
Şekil 6.13. Service Manager Uygulaması. ....	52
Şekil 6.14. Servis başlatma ekranı. ....	53
Şekil 6.15. Sevkiyata başlamış bir servis. ....	54
Şekil 6.16. Servis durumu gösteren harita. ....	55
Şekil 6.17. ServiceManager üzerinde tüm araçların konumu. ....	56
Şekil 6.18. Sevkiyatını tamamlamış servis. ....	57
Şekil 6.19. Servis paketleri. ....	58
Şekil 6.20. En iyi rotayı göster. ....	59

**ÇİZELGELER DİZİNİ**

	<b>Sayfa No</b>
<b>Çizelge 3.1.</b> Tavlama benzetimi algoritması.....	16
<b>Çizelge 5.1.</b> Sinyal güçleri tablosu. ....	33
<b>Çizelge 6.1.</b> Servis başlatan kural oluşturma fonksiyonu. ....	53
<b>Çizelge 6.2.</b> En iyi rota hesaplamasının yapıldığı fonksiyon.....	59



## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

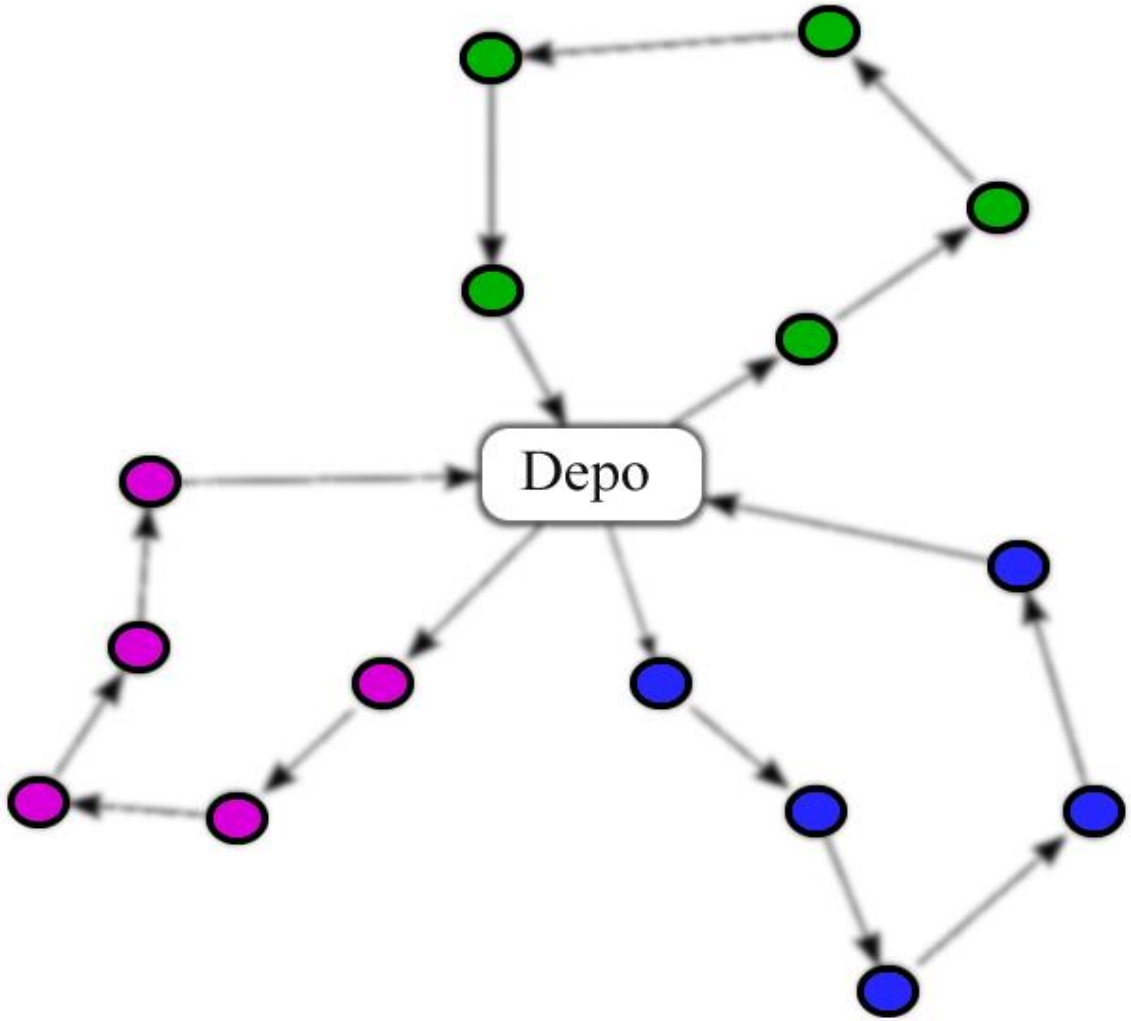
$\alpha$	: Feromon katsayısı
$\beta$	: Görünürlük katsayısı
$\rho$	: Buharlaşma katsayısı
$N$	: Karınca sayısı
$\Delta\tau_{ij}^k$	: k karıncasının i,j arasındaki izlerinin miktarı
$\tau_{ij}$	: i,j arasındaki feromon sıvısı miktarı
$p_{ij}^k$	: k karıncasının i'den sonra j'ye geçme olasılığı
$L_k$	: k karıncasının tur uzunluğu
$Q$	: İz miktarı için kullanılan sabit
$e$	: Elitist karınca sayısı

### Kısaltmalar

$AS_{rank}$	: Rank Based Ant System (Sıra Tabanlı Karınca Sistemi)
ATS	: Araç Takip Sistemi
BT	: Benzetimli Tavlama
ERP	: Enterprise Resource Planning (Kurumsal Kaynak Planlama)
GA	: Genetik Algoritma
GPRS	: General Packet Radio Service
GPS	: Global Positioning System (Küresel Konumlama Sistemi)
GSM	: Global System for Mobile Communications
GSP	: Gezgin Satıcı Problemi
IP	: İnternet Protokol
KKA	: Karınca Kolonisi Algoritması
KKO	: Karınca Kolonisi Optimizasyonu
KS	: Karınca Sistemi
PSO	: Parçacık Sürü Optimizasyonu
SIM	: Subscriber Identity Module
SMS	: Short Message Service
TB	: Tavlama Benzetimi

## 1. GİRİŞ

Firmalar günümüzün rekabet ortamında müşterilerinin isteklerini karşılamak için sevkiyat yönetimlerine daha çok önem vermek zorundadırlar. Firmalar için ürün fiyatlarının haricinde, sevkiyat gerçekleştirmek için harcadığı maliyet büyük oranlardadır. Sevkiyat maliyetlerini düşürmek için firmalar, müşterilerin memnuniyeti için çalışmalar yaparken diğer bir yandan, sevkiyat maliyetleri olabildiğince azaltacak yöntemler ve çözümler bulmaya çalışmaktadırlar. Bu yüzden araç ve personel gibi kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlamak için firmalar yöntemler geliştirmektedirler. Bu kapsamda sevkiyat maliyeti, araçların gideceği toplam mesafe, aracın sevkiyatında harcanan toplam süre ve kullanılan araç sayısı gibi kısıtlar önem kazanmış olmaktadır.



Şekil 1.1. Sevkiyat rotalama için örnek şema.

Sevkiyatta kullanılan araçları daha verimli bir biçimde kullanmak için araçların belirli bölgeler arasında ürün dağıtımı ve ürün teslimatı için en uygun rotanın belirlenmesi gerekmektedir.

Araç Rotalama Problemi, ilk olarak Dantzig ve Ramser tarafından benzin istasyonlarına benzin dağıtımı problemini ele almışlar ve bu problemin çözümü için ile defa matematiksel programlama modeli ve algoritmik modelini kurmuşlardır (Dantzig ve Ramser, 1959).

Araç Takip Sistemleri, üzerinde GPS alıcısı ve GPRS modem bulunduran ve her türlü araçların anlık hız ve konum bilgilerinin belirlenmesini ve bu bilgileri GPRS modem aracılığıyla bir merkeze yönlendirmesi sağlayan sistemdir. Bir web servis ile bir merkez üzerinden alınan verilerin veritabanında toplanarak işlenip kullanıcı tarafından izlenmesi ve yönlendirilmesi amacıyla tasarlanmış bir sistemdir.

## 2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

Literatür incelendiğinde araç rotalama problemi ve araç takip sistemi karınca kolonisi algoritmasının ve gezgin satıcı probleminin birçok çalışmaya konu olduğu görülmüştür. Bunlardan bazıları aşağıdaki gibidir. Literatürde yapılan çalışmalar daha çok araç rotalama problemi üzerine katkı sağlanmıştır.

Çalışkan (2011) çalışmasında, karınca kolonisi optimizasyonu ile kümeleme tekniği ile araç rotalama probleminin maliyetlerini arttırmayı amaçlamıştır. Araç rotalama problemine karınca kolonisi optimizasyonu uygulanmış ve taleplerin toplam gerçekleşme süresi, toplam mesafe ve kullanılan toplam araç sayısı izlenmiştir.

Gökalp çalışmasında Karınca Kolonisi Algoritması (KKA) için çapraz yöntemler geliştirilmiştir. Bu amaçla geliştirilen geçit operatörleri, bağımsız karınca kolonileri tarafından üretilen feromon masalarına uygulanmıştır. Geliştirilen yöntemler Gezgin Satıcı Problemi (GSP) üzerinde test edilip ve TSPLIB karşılaştırma veri seti kullanılarak yapılmıştır. Elde ettiği sonuçları klasik KKA yöntemiyle elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Deneysel çalışmalar sonucunda, geliştirilen çaprazlama yöntemlerinin standart KKA yöntemlerinin performansını iyileştirdiği görülmüştür (Gökalp, 2012).

Kuzu ve arkadaşları, GSP'nin en genel stokastik optimizasyon teknikleri sınıfı metasezgisel yöntemlerle analiz etmişlerdir. Klasik matematiksel yöntemlerle çözülmesi zor olan ve belirli bir büyüklükten sonra imkansız olan sorunlar için metasezgisel yöntemler etkili bir çözüm alternatifidir. Uluslararası literatürde sıkça kullanılan metasezgisel yöntemlerin uygulanmasına genel bir bakış içeren çalışma, ulusal literatürde bulunamamıştır. Bu amaçla, literatürdeki farklı boyutlardaki problemlere yaygın olarak kullanılan 8 metasezgisel yöntem tanıtıldı ve uygulandı. Sonuçlar farklı açılardan bildirildi ve yorumlandı (Kuzu vd., 2014).

Rota planlama problemlerinden biri olan GSP çözümünü gerçekleştirmek için yapay zeka teknikleri olan karınca kolonisi ve genetik algoritmaların performansı karşılaştırılmıştır. Her iki algoritmanın da rota mesafesi ve bu rotayı hesaplama zamanı açısından performansı incelenmiştir. Uygulama sonucunda, karınca kolonisi algoritmasının hem yol mesafesi hem de performans süresi bakımından genetik algoritmalarından daha üstün olduğu görülmüştür (Dikmen vd., 2014).

Metasezgisel yöntemler ve bunların araç rotalama problemine uygulanması ile ilgili literatür taraması yapılmıştır. Literatür incelendiğinde, hem tek başına hem de diğer



sezgisel yöntemlerle birlikte bu yöntemlerin çok başarılı sonuçlar verdiği görülmektedir. Rastgele başlangıç çözümleriyle başlangıç çözüm yöntemlerin kalite ve zaman açısından verimliliğini önemli ölçüde artıran basit ve hızlı çözümler sayesinde sezgisel çözümler sunar. İlk çözümlere ek olarak, son rotada iyileştirmek için farklı rota geliştirici sezgileri sezgisel ve metasezgisel yöntemlerle bütünleştirmek yaygındır. Yakın zamanda geliştirilen meta-sezgisel yöntemlerin, çözüm bulma ve çözüm geliştirme sezgileri yardımıyla farklı bütünleşik optimizasyon problemlerine başarıyla uygulanabileceği düşünülmektedir. (Şahin ve Eroğlu, 2014)



### 3. ARAÇ ROTALAMA BELİRLEME ALGORİTMALARI

#### 3.1. Genetik Algoritması

Meta sezgisel çözüm yöntemlerinden biri olan Genetik Algoritmalar (GA) ilk olarak Holland tarafından 1975 yılında geliştirildi. Holland, adaptasyonun doğada nasıl performans gösterdiğini araştırmaya ve bunun bilgisayar sistemlerine aktarılabilceği yöntemler geliştirmeye çalışmıştı. Bu nedenle, bu fikre göre, Genetik algoritmalar doğal seleksiyon prensibi üzerine inşa edilirken, ele alınan problem için çözümler geliştirir. Genel olarak GA'lar doğal biyolojik evrimde keşfedilen süreçleri gerçekleştiren arama yöntemleridir. Algoritma, potansiyel veya uygulanabilir çözümler tarafından oluşturulan (genellikle bireyler olarak adlandırılır) bir başlangıç popülasyonu üzerinde çalışır ve bazı şartname sınırlarına yaklaşan veya gerekli kriterleri karşılayan çözümleri bulmaya odaklanır. Bunu sağlamak için, algoritma daha iyi ve daha iyi yaklaşımlar elde etmek için en uygun (hedef limitlere veya kriterlere en yakın olan) çözüm için geçerli olanı kullanır.

Genetik algoritmalar, tek bir çözümden ziyade sorunlara birçok farklı çözüm üretir. Böylece, arama alanındaki birçok nokta aynı anda değerlendirilir ve sonuç olarak bütünsel bir çözüme ulaşma olasılığı artar. Çözüm setindeki çözümler birbirinden tamamen bağımsızdır ve her biri çok boyutlu uzayda birer vektörü ifade etmektedir.

Genetik algoritmalar sorunları çözmek için evrimsel süreç bilgisayarını simüle eder. Diğer optimizasyon yöntemlerinde olduğu gibi, çözüm için yalnızca bir yapının olduğu yerlerde, bu yapılardan kaynaklanan bir küme oluştururlar. Bu çözüm kümesine nüfus denilmektedir. Çözüm kümeleri sayı dizileri, kromozom ve vektörlerden oluşur. Sayı dizilerinin her bir elemanına gen denilir. Popülasyondaki bireyler, evrim sürecindeki genetik algoritma işlemcileri tarafından tanımlanır.

Sorunun bireylerde temsili, problemde soruna değişmektedir. Genetik algoritmaların problem çözmedeki başarısına karar vermedeki en önemli faktör, problemin çözümünü temsil eden bireylerin temsildir. Popülasyondaki her birey, soruna bir çözüm olup olmadığına karar veren bir uygunluk işlevine sahiptir. Zindelik işlevinin geri dönüş değerinden daha yüksek bir değere sahip olanlara, popülasyondaki diğer bireylerle çarpma fırsatı verilir. Bu bireyler, geçiş sürecinin sonunda çocuk denilen yeni bireyler üretir. Çocuk, kendisini oluşturan ebeveynlerin (anne, baba) özelliklerine sahiptir. Yeni bireyler üretilirken, uygunluk değerleri düşük olan bireyler daha az seçilecek ve bu bireyler bir süre sonra nüfustan çıkarılacak. Yeni nüfus, önceki nüfustan

kalifiye bireylerin çoğalmasıyla oluşur. Aynı zamanda, bu popülasyon önceki popülasyonun yüksek nitelikli bireylerinin özelliklerinin büyük bir kısmını da içermektedir. Böylece, birçok kuşak boyunca en iyi özellikler popülasyona yayılır ve genetik süreçler yoluyla diğer iyi özellikler ile birleşirler. Alaka düzeyi yüksek olan bireyler bir araya gelip yeni bireyler yarattıkça, arama alanı içindeki çalışma alanı da o kadar iyi olur.

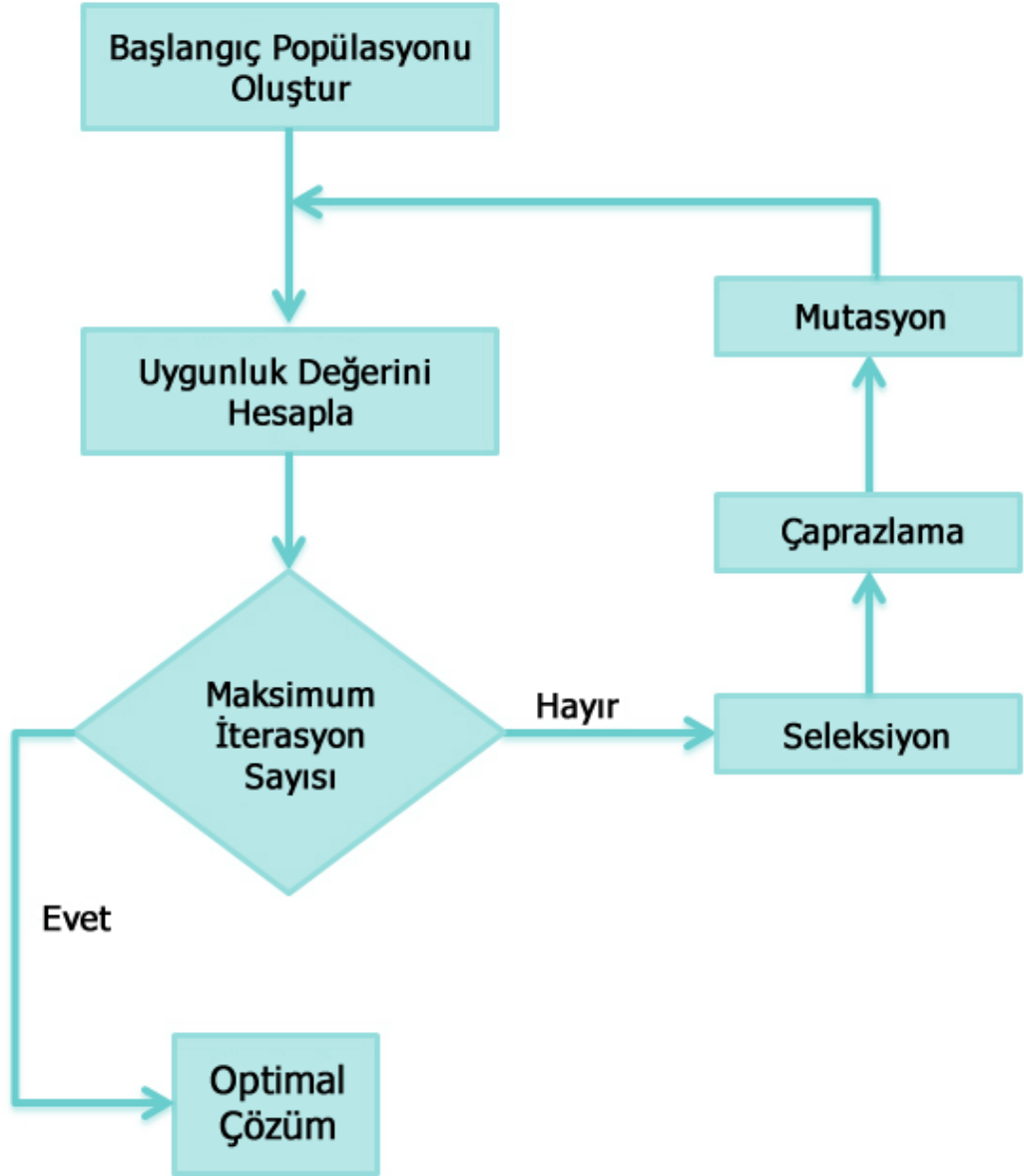
Genetik algoritmalar, doğal seleksiyon ve evrimsel biyoloji teorisine dayanarak, arama problemleri için optimize edilmiş çözümler bulmakta kullanılır. Genetik algoritmalar, büyük ve çok boyutlu veri kümelerinin de arama yapmak için çok başarılıdır. Kısıtlı ve kısıt olmayan optimizasyon problemlerini çözme kabiliyetine sahip olduklarından karmaşık konulara makul çözümler bulabilecekleri düşünülmektedir.

Genetik algoritmalarda kullanılan kavramlar, biyolojideki evrim teorisine benzer şekilde kullanılmaktadır. Bireyler bir araya gelmesiyle popülasyonlar oluşmaktadır. GA algoritması için bilgisayardaki popülasyon bir araya gelen birey ile bir araya gelir, adayların bir araya gelmesi ile birlikte başka bir şeyin çözümü için bir araya gelir. Aday çözümler soruna uygun şekilde kodlanmış dizilerde tutulur. Bu dizinin içeriği, kendisine eleman olarak adlandırıldığı ve bireysel arama alanında olduğu bir bölgeyi temsil eder.

GA'da ilk başlangıç bireyleri rastgele üretilir, ancak bu bir zorunlu değildir. Özellikle çok sınırlı optimizasyon problemleri, başlangıçta oluşturulacak bireyler için, onlarla bazı sınırlamalara dikkat edilerek daha iyi bireyler oluşturulabilir. Bireyler uygunluk fonksiyonuna maruz kalırsa, çözümün optimal çözüme ne kadar yakın olduğunu belirleyen uygunluk değeri belirlenir. Başlangıç popülasyonu oluşturulmuş algoritma için seçim, çaprazlama ve mutasyon operatörleriyle çalışır. Genel olarak, bu operatörlerin her biri yeni nesilde oluşturulacak bir popülasyonun her birisine ulaşmak içindir.

Seçim operatörü, popülasyondaki her bir bireyin uygunluk değerlerine bağlı olarak, yeni bireylerin seçimi için ebeveyn bireyleri seçme sürecidir. Çaprazlama operatörü, seçim operatörü sürecinden sonra ebeveynlerin kromozomlarının belirli bölümlerinin karşılıklı olarak yer değişmesiyle yeni özelliklere sahip bireyler oluşması işlemidir. Bir mutasyon işlemi, herhangi bir yeni kromozom grubundaki bir geni, bir mutasyon olasılığına dayanarak değiştirme işlemidir.

GA algoritmalarını sonlandırmak için farklı birkaç yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemler; Algoritma devam ederken elde edilen çözüm eğer istenen çözümsen. Algoritma için tanımlanan iterasyon sayısına ulaşılmışsa veya tutarlılık değeri sabit kaldığında, var olan en iyi birey tarafından ifade edilen çözüm, bulunan en iyi çözüm olarak kabul edilerek algoritma sonlandırılır.



Şekil 3.1. Genetik Algoritma için örnek akış şeması.

GSP'yi çözmek için birçok yaklaşım vardır. GA, makul bir zamanda en uygun yöntemi bulan sezgisel bir yöntemdir. GA zaman odaklı, verimli ve GSP için iyi bir planlama yaklaşımı bazen yerel optimaya eklenebilir veya şehir sayısı arttıkça zaman alabilir (Er ve Erdoğan, 2013).

### 3.2. Yapay Sinir Ağları

Yapay bir sinir ağı; insan beynindeki nöronlar gibi ağırlıklı bağlantılarla zengin bir şekilde bağlanmış sayısal bir birim modelidir; bir üniteden diğerine bağlantı yoluyla bir sinyal gönderilir ve karşılık gelen ağırlık ile değiştirilir. (Gendreau vd., 1999). Yapay bir sinir ağı, ağırlıklı bağlarla birbirine bağlanmış bir temel nokta ağı içerir. Noktalar, basit bir hesaplama yapıldıktan sonra, kabiliyetli, ağırlıklandırılmış, ardından toplam toplamdan önce eşik veya yanlılık olarak tanımlanan bir sınırın eklenmesi ve doğrusal olmayan yanıt fonksiyonunun uygulanmasının ardından yapılır.

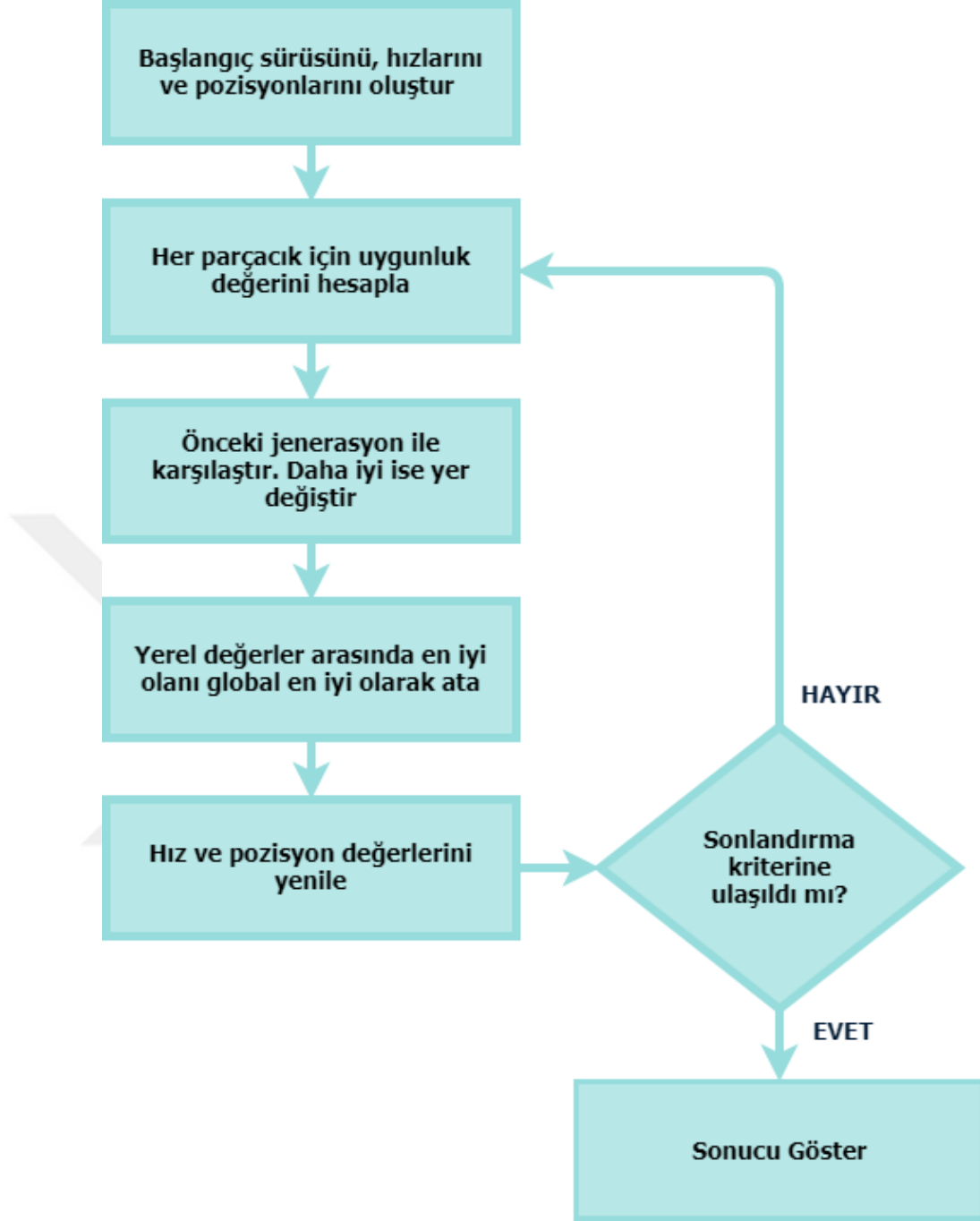
Hesaplama sonucunun çıktısını atar. Bu çıkış, giriş bağlantılarıyla bağlı noktaların girişidir. Ağın genel odağı, ortak hesap diliyle ilgili gerekli çıktı ilişkisi gibi uygun ağ yapılandırması elde etmektir.

Her ne kadar görünüşte biyolojik karşılıkları ile ilgili olsalar da, yapay sinir ağları insan anlayışı ile ilgili özellikler gösterir. Bu ağlar deneyimlerden öğrenebilir ve kendi ağırlıklarını arayan ortamlardaki belirli örneklerden genel kavramları çıkartabilir. Bu modeller, insan zekası modelleri, yapay görüntü ve konuşma anlama gibi geleneksel hesaplamaların başarısız olduğu durumlar için tasarlanmıştır. Yapay sinir ağları ve GSP üzerinde geliştirilen modeller etkili sonuçlar vermesine rağmen, diğer meta-sezgilerle rekabet edemezler (Gendreau vd., 1999).

GSP için uygulanabilir çözümler elde etmek mümkün olmuştur, ancak seyahat uzunluğu ve harcanan işlem süresi, modern klasik sezgisel yaklaşımların ürettiği sonuçların kalitesini elde edememiştir (Yıldırımhan, 2003).

### 3.3. Parçacık Sürü Optimizasyonu

Kennedy ve Eberhart tarafından, kuş sürülerinin davranışını kullanarak 1995 yılında geliştirilmiştir. Kuşlar, yiyecek ararken etkileşime girer ve en yakın kuşu takip eder. Bu etkileşimler olası çözümleri parçacıkları olarak tanımlanır ve şimdi en iyi parçacığı takip ederek çözümler bulmaya çalışırlar. Algoritmada kullanılan parametre düşük olduğundan, uygulanması kolaydır.



**Şekil 3.2.** Parçacık Sürü Optimizasyonu akış şeması.

Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO) sosyal davranış tabanlı evrimsel bir ölçüm tekniğidir. PSO algoritması rasgele seçilmiş aday çözümler ile başlar ve parçalar olarak kavramlaştırılmaktadır. Her bir parça rasgele sürate sahip olarak atanmakta ve problem uzayı boyunca tekrarlanarak hareket etmektedir. Bu şekilde parça kendi ve

çevresindekilerin uygunluğu ölçerek kendini en uygun lokasyona doğru çekerken optimum sonuca ulaşmaya çalışmaktadır (Trelea, 2003).

PSO algoritması, olası bir problemin uygun çözümüne yaklaşmak için bir dizi potansiyel çözümün geliştiği popülasyona dayalı bir algoritmadır. Çözüm alanında tanımlanmış bir fonksiyonun uygunluk fonksiyonunu bulmak için bir optimizasyon tekniği tanımlanır (Cura, 2008).

Parça sürü, parçaların sadece toplamından daha fazlasını ifade etmektedir. Parçanın tek başına problem çözmede hemen hemen hiçbir gücü bulunmamaktadır. İlerleme ancak parçaların etkileşimi ile mümkün olmaktadır (Poli vd, 2007).

PSO'daki her bir parçacık kendi hızına sahiptir, bu da parçacığı, diğer parçalardan aldığı bilgilerle optimum sonuç için hızlandırır. Her nesil için, önceki en iyi sonuçlardan yararlanılarak bu hız yeniden hesaplanır. Bu şekilde, popülasyondaki bireyler daha iyi pozisyona gelir.

### 3.4. Fisher ve Jaikumar Algoritması

Fisher ve Jaikumar Algoritması, Fisher ve Jaikumar tarafından 1981 yılında geliştirilmiştir. Bu teknikte geometrik olarak gruplamak yerine Genel Atama Problemi çözümü ile gruplama yapılmakta ve oluşturulan gruplara GSP çözüm teknikleri uygulanarak rotalar belirlenmektedir (Erol, 2006).

Fisher ve Jaikumar'ın iki aşamalı yöntemi, genelleştirilmiş atama yöntemi olarak da bilinir. Gruplamanın ilk aşamasında, ilk önce müşteriler arasındaki mesafeler hesaplanır. Mevcut araç sayısı kadar rota oluşturacağımızı varsayarsak, her aracın rotası için bir çekirdek müşterisi belirlenir. Tanımlanan müşteriler birbirlerinden en uzaklarından seçilmelidir. Daha sonra, noktaların bu rotalara, başka bir deyişle, nokta ve depo arasındaki çizgilere olan mesafeleri hesaplanır ve en yakın noktalar, kapasite sınırını göz önüne alarak, rotalara atanır. İkinci aşamada, belirlenen gruplar GSP sezgisel tarafından çözülür.

Fisher ve Jaikumar Algoritmasının çözüm adımları şöyledir:

#### 1. Tohum seçimi

- Her koni eşit sayıda düğüme sahip olacak şekilde düzlemi araç sayısına bölün.
- Her koni için maksimum talep gören veya orijinden en uzak olan bir müşteriyi seçin ve bu tohum müşterisini yapın.
- Her tohum müşterisine bir araç atayın.

## 2. Ekleme Maliyetinin Hesaplanması

– Denklem kullanarak her bir çekirdeğe göre her bir müşterinin yerleştirme maliyetini hesaplayın.

## 3. Müşterilerin Atanması

– Müşteriler, araç kapasite kısıtlamasını korurken, artan ekleme sırasına göre araçlara tahsis edilir.

### 3.5. Tabu Arama Algoritması

1989 yılında da Fred W. Glover tarafından geliştirilen Tabu Arama, matematiksel optimizasyon için kullanılan yerel arama yöntemlerini kullanan meta sezgisel bir arama yöntemidir.

Araç rotalama problemleri türleri için en yaygın kullanılan yöntemlerden biri tabu arama algoritması olmasının nedeni çözüm kalitesi ve süresi açısından kaliteli sonuçlar sağlamasıdır. Taillard (1993), araç yönlendirme problemini, tek bir problem olarak çözmek yerine, alt problemleri ayrı problemlere ayırarak tek bir problem olarak çözmeyi önermiştir.

Tabu Arama, GSP gibi problemleri çözmek için yaygın olarak kullanılan metasezgisel bir yerel arama algoritmasıdır. Algoritma, belirli durma kriterleri yerine getirilinceye kadar potansiyel bir çözümden komşu çözümlere ve daha yüksek kullanılabilirliğe sahip çözümlere kadar bir arama prosedürü ile hareket sağlar. Yerel arama prosedürleri genellikle düşük puan alan veya çözüm sürecinde ilerleme kaydedilmeyen bölgelerde sıkışıp kalmaktadır. Arama işlemi ilerledikçe, tabu arama algoritması, bu bölgelerde sıkışıp kalmamak ve diğer yerel arama prosedürleri tarafından keşfedilmemiş alanları keşfetmek için her bir çözümün bulunduğu alanı araştırır (Şahin ve Eroğlu, 2014).

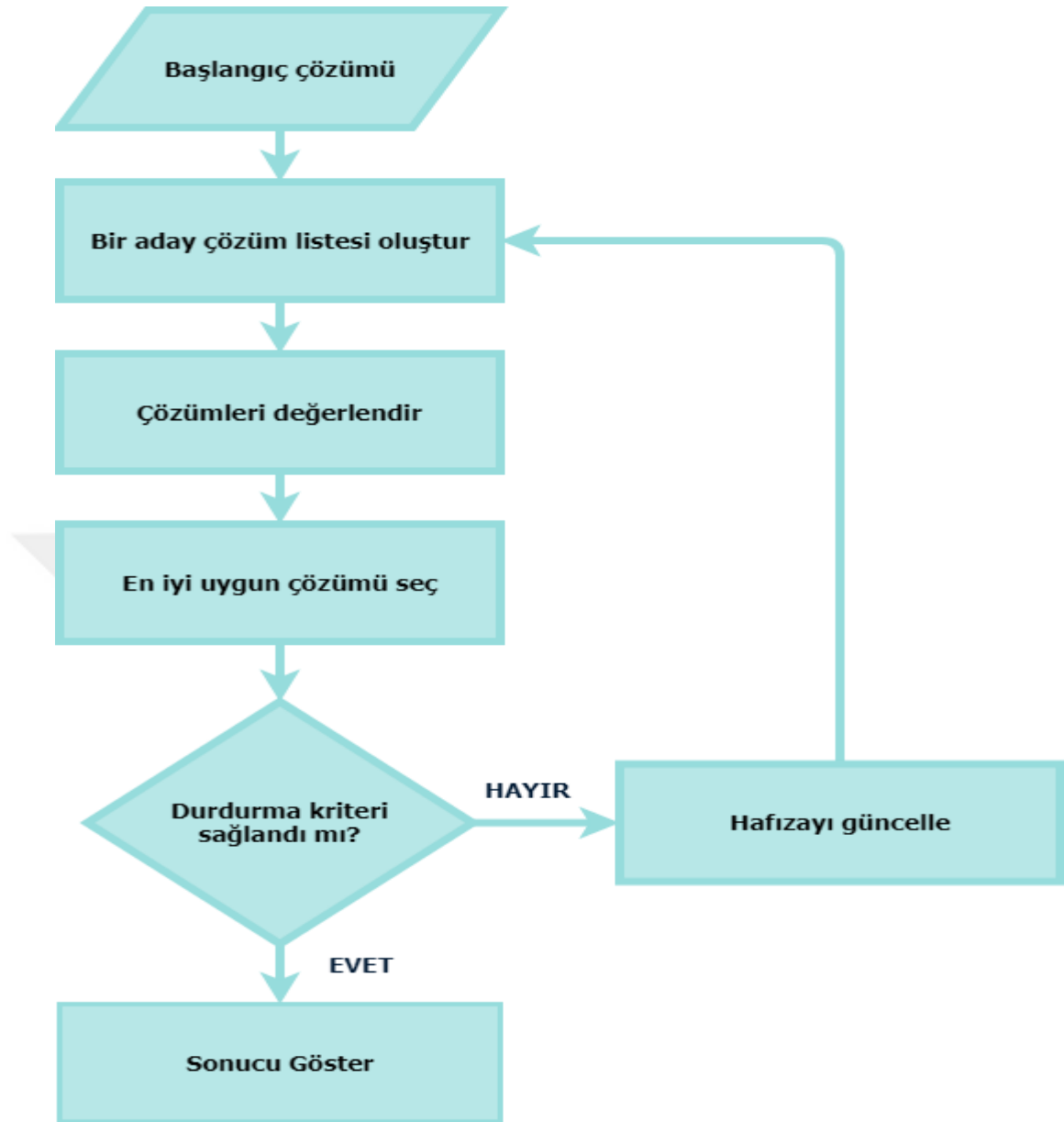
Rotaları iyileştirmek için tabu arama prensiplerine dayalı bir komşu çözüm arama algoritması kullanıldı. Tabu arama algoritmasında, ilk çözümün tüm komşuları önce komşuluk sırasına kaydedilir. Komşu çözümlerden en iyi sonucu veren çözüm seçilir. Seçim işleminden sonra mevcut çözümden komşu çözüme yapılacak olan hareketin yasak (tabu) olup olmadığını kontrol edildikten sonra mevcut çözümün komşu çözümle değiştirilip değiştirilmediğine karar verilir. Hareketi tabu olsa da, en iyi sonuç alındığında tabu durumu göz ardı edilir. Bu ihmal, tabu imha denir. Tabu yıkımı ve yasak kriterleri



tabu arama algoritmasının başında tanımlanmıştır. Bu döngü durma kriteri karşılanıncaya kadar yinelemeli olarak devam eder (Rochat ve Taillard, 1995).

Tabu algoritması akıllı problem çözme prensiplerine dayanmaktadır. Başlıca öğelerden biri dinamik ve esnek bir bellek yapısının, yani tabu listesinin kullanılmasıdır. Her yineleme için en iyi hareket seçilmektedir. Bu eylem, nesnel işlevi zorlaştırırsa, yalnızca yasak hareketi, yasaklanmadıkça tabu listesinde değilse gerçekleştirilir. Eğer tabu listesindeyse, tabu listesinde bulunmayan bir sonraki en iyi eylem seçilir ve uygulanır. Bu işlem bir durma kriterine veya iterasyon sayısına ulaşıncaya kadar tekrar eder (Van Breedam, 2001).





**Şekil 3.3.** Tabu Arama Algoritması akış şeması.

Tabu Arama algoritmasının işleyiş şekli aşağıda listelenmiştir (Güden vd., 2005).

*Başlangıç çözümünün oluştur*

- En çok tercih edilen biçimde, ilk çözüm rastgele elde edilir. Bununla birlikte, ilgilenilen sorun için geliştirilen sezgisel bir algoritma kullanarak ilk çözümü elde etmek de mümkündür.

### *Hareket mekanizması*

• Mevcut bir çözümdeki değişiklik, bir hareket mekanizması ile sağlanır. Hareket mekanizmasındaki muhtemel hareketler mevcut çözümün komşularını oluşturur.

### *Komşuluk*

• Tabu arama algoritmasının en önemli bileşenlerinden biri komşuluk yapısıdır. Çözümü iyileştirmenin amacı, fonksiyonun değeri açısından en iyi hareketleri seçmektir. Sorun büyüklüğü mahallelerin oluşumunda seçilen mahalle üretim yapısına göre  $n$  olduğunda  $(n-1)$  tane komşuluk üretilmektedir.

### *Hafıza*

• Tabu arama algoritmasının temel öğelerinden biri hafızadır. Arama sırasında ortaya çıkan durumlar H hafızasında saklanır. Yapılmasına izin verilmeyen işlemlere "tabu" denir ve "tabu listesi" adı altında esnek hafızaya kaydedilir. Bu hareketler, belirli bir süre sonra tabu listesinden çıkarılır ve gerçekleştirilmesine izin verilmektedir.

### *Tabu yıkma kriterleri*

• Tabunun elimine edilebileceği durumları göstermektedir. En yaygın tabu imha kriteri, tabu hareketinin mevcut durumdan daha iyi bir performans göstermesini sağlamaktır. Tabu yıkma kriterlerinin kullanılması Tabu Aramanın algoritmasının etkin olmasını arttırır. Bunun yanı sıra, eğer tüm olası hareketler tabuysa, tabu dönemine en yakın olan tabu hareketine izin verilmektedir.

### *Durdurma koşulu*

• TA algoritması, bir veya daha fazla durma koşulu sağlanana kadar aramaya devam eder. Bu koşullardan bazıları aşağıda verilmiştir.

- Belirli bir çözüm değeri elde etmek
- Seçilen bir komşu çözümünün komşusu olamaması
- Algoritmanın bir yerde tıkanması ve daha iyi sonuçlar vermemesi
- Belirli sayıda tekrarlama ulaşmak

## **3.6. Tavlama Benzetimi**

Benzetimli Tavlama olarak ta ifade edilen 1983 yılında Kirkpatrick ve arkadaşları tarafından geliştirilen metasezgisel algoritmadır. Adını metalurji biliminden alan ve metallerin tavlama esinlenen yöntem, genellikle ayrık optimizasyon problemlerinde kullanılır. Yöntemin amacı, olumlu ilerleme yerine, seçilen olumsuzluk olasılığını tekrar etme olasılığını azaltmaktır. Böylece, başlangıçta pozitif alanlara doğru

ilerlemenin, en iyi sonuca en yakın olan çözüme ulaşılırken, olasılık değeri sıfıra yaklaşır ve çözüm bölgesi daralır (Şahin ve Eroğlu, 2014).

Tavlama Benzetimi (TB) bir metalin minimum enerji kristal yapısına (tavlama işlemi) soğutulması ve dondurulması ile daha genel bir sistemde minimum aranması arasındaki benzerlikten yararlanır. TB yönetimini daha iyi anlamak için, az da olsa bir tavlama bilgisi gerekir. Herhangi bir katı erime noktasını aşana kadar ısıtılır ve daha sonra tekrar katı haline gelene kadar soğutulursa, bu katının yapısal özellikleri soğutma hızına bağlı olarak değişir. Örneğin, büyük kristaller çok yavaş bir şekilde soğutulursa iyileştirmeler gözlemlenebilir; Hızlı soğutma sonucunda yapıda birçok bozulma barındırır. Görüldüğü gibi, ısıtılıp daha sonra belirli bir hızda soğutulmuş olan malzemeye en iyi forma ulaşılmaya çalışılırsa, bir sistemde bir parçacık olarak elde edilir ve TB bu tavlama işleminden elde edilir (Cura, 2008).

TB algoritması genel olarak tümleşik problemlerin çözümünde kullanılır. Başlangıç, temel çözüm olan ile başlar ve rasgele komşuluğunu oluşturur. Artık yeni temel çözüm olur ve olasılığı ile aşağıdaki gibi gösterilir.

$$p = \begin{cases} 1, & \text{eğer } \Delta < 0 \text{ ise} \\ e^{-\Delta/T}, & \text{aksi durumda} \end{cases} \quad (3.1)$$

$$\Delta = L_{max}(S') - L_{max}(S) \quad (3.2)$$

$L_{max}$  maksimum gecikmeyi,  $T$  iterasyonlar ile azalan sıcaklık parametresini göstermektedir.

Durdurma koşulu sağlanana kadar arama süreci rasgele komşular oluşturmaya ve bu komşuları belirli bir olasılık ile kabul etmeye devam eder.

TB yakın geçmişte azımsanmayacak derecede ilgi çekmiş ve zor tümleşik optimizasyon problemlerinde çokça kullanılmıştır. TB kesin bir olasılık ile kötü sonuçları kabul ettiği için yerel optimumun üstesinden gelen olasılıksal bir modeldir (Manjeshwar vd., 2009).

TB uygun bir başlangıç çözümünden başlar ve her bir çözüm mevcut çözümün önceden belirlenmiş bir komşuluğundan seçilir. Bu komşu çözümün amaç fonksiyon değeri, bir gelişme olup olmadığını belirlemek için mevcut çözümün amaç fonksiyonu değeri ile karşılaştırılır. Eğer komşu çözümün amaç fonksiyon değeri daha iyi ise komşu çözüm yeni var olan çözüm olarak alınır ve arama yeni bir sıralamaya devam eder.

Değilse yani daha kötü bir komşu fonksiyona sahip olan komşu bir çözüm için, Boltzman fonksiyonu  $e^{-\frac{\Delta}{T}}$  tarafından belirlenen bir olasılık ile yeni bir mevcut çözüm olarak kabul edilebilir. Boltzman fonksiyonunda  $\Delta$  mevcut çözüm ile komşu çözümün amaç fonksiyonları arasındaki farkı ve  $T$  sıcaklığını gösterir. TB'deki temel fikir, yerel aramayı sadece amaç fonksiyonunun değerini azaltan çözümlerle sınırlamak değil, aynı zamanda amaç fonksiyonunun değerini artırabilecek eylemlere izin vermektir. Bu mekanizma, aramanın hızlı bir şekilde en iyi yerel çözüme göre yerelleştirilmesi olasılığını azaltır (Keçeci, 2014).

TB'nin diğer yöntemlere göre en önemli avantajı minimumdan kurtulma yeteneğidir. Yaklaşım, yalnızca amaç fonksiyonundaki gelişmelere bağlı olarak değil, aynı zamanda bazı bozulmaları da kabul eden tesadüfi bir arama stratejisi benimsemiştir. Amaç fonksiyonunda ulaşılan yeni pozisyonda bir bozulma varsa, kabul olasılığına bağlı olarak bu yeni noktaya ulaşılır ve önceki pozisyon iade edilir. TB yerel komşu arama tekniğine oldukça yakın olduğu söylenebilir. Bilindiği gibi, yerel aramada, sürekli denemeler mevcut çözüme bitişik bir çözüm alt kümesinde gerçekleştirilir. Adından da anlaşılacağı gibi, böyle bir teknik, başlangıç noktasına bağlı olarak, genellikle global yerine yerel optimum düzeyine geçecektir (Cura, 2008).

**Çizelge 3.1.** Tavlama benzetimi algoritması.

Adım-1	Başlangıç çözümünü ( $S$ ) oluşturun. Başlangıç sıcaklığını belirleyin.
Adım-2	Bitiş koşulu sağlanmışsa Adım-4'e, aksi halde Adım-3'e git.
Adım-3	$S$ nin komşuluğundan bir çözüm ( $S'$ ) seç. $\Delta = \text{AmaçFnk}(S') - \text{AmaçFnk}(S)$ hesapla. Eğer $\Delta \leq 0$ ise $S = S'$ Eğer $\Delta > 0$ ise $e^{-\Delta/T}$ olasılıkla $S = S'$ Sıcaklığı güncelle. Adım 2'ye git.
Adım-4	Dur ve $S$ çözümünü raporla.



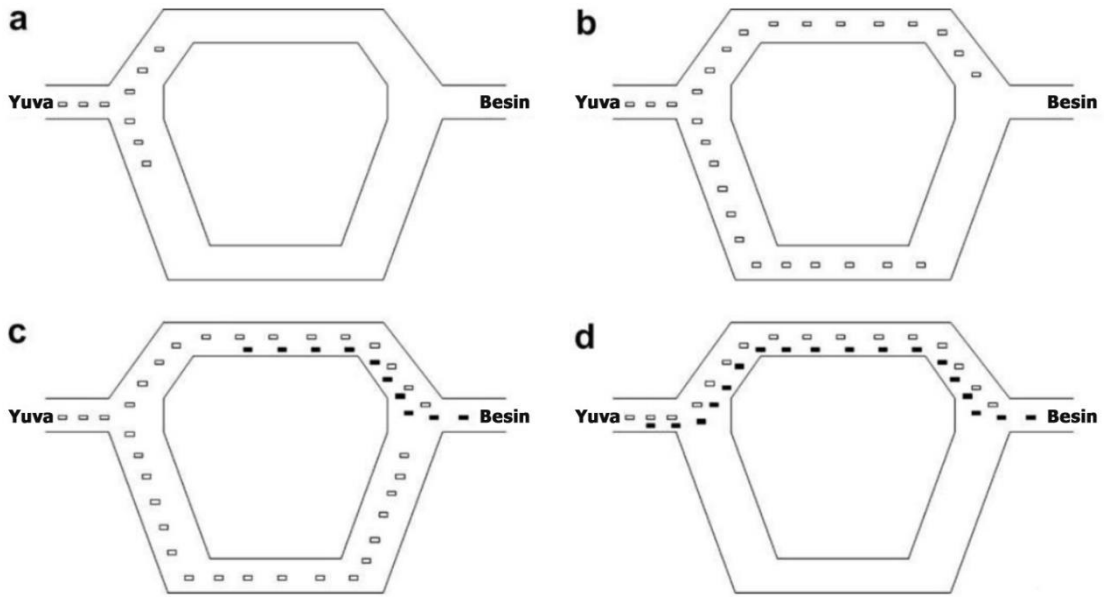
Şekil 3.4. Tavlama Benzetimi akış diyagramı.

### 3.7. Karınca Kolonisi Optimizasyonu

Karınca kolonisi optimizasyonu (KKO), karınca kolonilerinin doğadaki davranışına dayanan bir algoritma olarak, 1996 yılında Marco Dorigo tarafından geliştirilmiştir. KKO, karıncaların yön algılarından ve yiyecek kaynakları bulma mantığından esinlenilmiş, meta-sezgisel bir yöntemdir. Gerçek karınca yuvaları ile yiyecek topladıkları yerler arasındaki mesafeyi en aza indiren rota salgıladıkları feromon kimyasının belirlenmesine dayanır. Gerçek karıncalar yuvalarını yiyecek arayışı içinde bıraktıklarında, önceki karıncaların salgıladığı feromondan takip edecekleri yolu belirlerler. Feromon, karıncaların bacaklarından salınan, belirli bir süre yolda kalan ve zamanla buharlaşan bir kimyasaldır.

Gerçek karınca kolonisi davranışının matematiksel modellerine dayanan bir algoritmadır. İlk çalışma Dorigo ve arkadaşları çalışmalarında geliştirdikleri sisteme karınca sistemi ve geliştirdikleri algoritmayı karınca algoritması olarak adlandırmışlardır. Karınca, çevresel koşullarına göre yuva ile besin kaynağı arasındaki yolları belirler. Belirlenen yollardan birindeki ilk karınca feromon adı verilen bir koku ile yola çıkar. Yol kısaysa, bu koku daha yoğundur ve diğer karıncalar da aynı şekilde yola devam eder. İki yolun kesişme noktasında, karınca hangi yola gideceğini belirler. Hangi koku yolunun yoğunluğuna göre, sonra da rastgele bir kritere göre hangi yolun seçileceğine karar verir. Bu seçimin sebebi, tüm karıncaların aynı yola girmesini önleyerek yeni ve daha kısa yollar keşfetmektir (Karaboğa, 2011).

Birçok karınca türü, yiyecek yuvaları ve diğer karıncalar arasındaki en kısa mesafeyi bulabilmektedir. Çoğu karınca türlerinin görme yetisi yoktur. Yuva ile besin kaynağı arasında hareket ettiklerinde feromon adı verilen kimyasal bir sıvı kullanırlar. Yolda feromon kimyasalları yoksa karıncalar rastgele hareket eder. Ama kokladıklarında, o kokuyu takip etmeye meyillidirler. Uzmanlar, karıncaların yolundaki feromonların miktarının çok yüksek olduğunu ve karıncaların, yollarını bu feromonun kokusuna göre belirlediğini belirlemiştir. Bu davranış, karıncanın yuva ile besin kaynağı arasındaki en kısa yolu tanımlamasını sağlar.



**Şekil 3.5.** Karıncaların en kısa yol bulması.

Şekil 3.5 deki diyagramda yuva ile besin kaynağı arasında iki farklı yol görülmektedir. Alttaki yol, üstteki yola göre daha uzun olduğu bilinmektedir. Öncelikle deneyde, karıncalar yiyecek aramaları için bırakıldığında, karıncaların yarısı tepedeki kısa yolu ve diğer yarısının altındaki uzun yol tercih etmiştir (Şekil 3.5 a). Üst yol daha kısa olduğu için, karıncalar yemeğe daha kısa sürede ulaştığı gözlenmiştir (Şekil 3.5 b). Besin kaynağına ulaştıktan sonra, karıncalar bu yoldaki feromonları sürerek yuvaya geri döner ve bu feromon izlerini takip ederek yemeğe ulaşır (Şekil 3.5 c). Bu şekilde, üst yolda biriken feromonların miktarı daha büyük olacaktır. Bu nedenle, karıncalar yukarıdaki yolu takip etmek daha muhtemeldir. Bu işlemin sonunda, üst yola en kısa yol için bir yakınsama elde edilir (Dorigo, vd., 1999).

Karıncaların bu yol seçim özelliği, gerçek bir dizi özellik kullanarak ve bazı eklemelerle çözüme kavuşturmuştur. Gerçek karıncalardan alınan özellikler aşağıdaki gibidir:

- Feromonlar yoluyla karıncalar arasındaki iletişim,
- İlk miktarda feromonlu yol seçimi,
- Kısa kesimlerde feromon miktarında daha hızlı bir artış.

Aynı özelliklere ek olarak, karıncalardan daha iyi performans elde etmek için bir dizi özellik eklenmiştir (Ekin ve Yakhno, 2001):

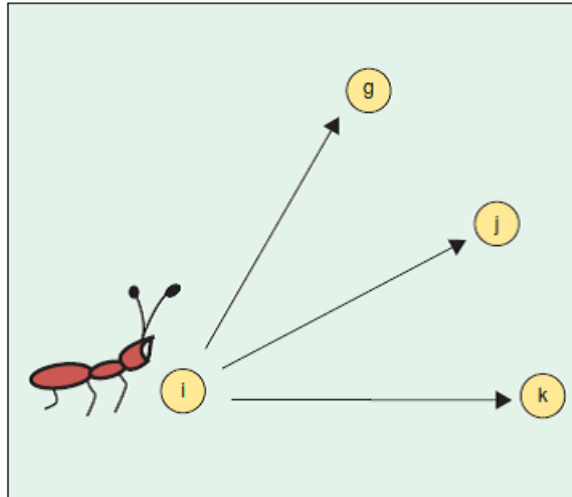
- Yapay karıncalar, zamanın ayrı ayrı hesaplandığı bir ortamda yaşarlar,



- Yapay karıncalar tamamen kör değildir ve sorunla ilgili ayrıntılara erişebilir,
- Belli bir miktar belleğe sahip yapay karıncalar, sorunu çözmek için oluşturdukları bilgileri tutabilirler.

Karıncı Koloni Optimizasyonunu daha iyi açıklamak için, bunu GSP ile açıklamak uygun olacaktır. GSP, mesafelerin bilindiği şehirler kümesini içerir. GSP'nin amacı her şehri bir kez ziyaret etmek ve en kısa turu bulmaktır. KKO'da problem, belirli sayıda yapay karıncaların çizgi üzerinde hareket etmesi ve bir çözüm bulmaya çalışmasıyla gerçekleşir. Her köşe bir şehir gösterir ve her iki taraf da iki şehir arasındaki bağlantıyı gösterir. Feromon olarak tanımlanan değişken, her kenarla ilişkili olan ve karıncalar tarafından okunabilen ve karıncalar tarafından değiştirilebilen bir maddedir.

KKO bir yinelemeli algoritmadır ve her yinelemede belirli sayıda yapay karınca çözülür. Her karınca, daha önce ziyaret ettiği köşeleri ziyaret etmeme kısıtlamasıyla çizginin bir köşesinden diğerine ulaşarak bir çözüm üretir. Çözüm üretiminin her aşamasında, karınca, feromon tarafından olasılıklı bir yöntemle göre ziyaret edilecek bir sonraki kenarı seçer. Şekil 3.6 incelendiğinde, karınca  $i$  köşesindeyken, bir sonraki köşe muhtemelen daha önce ziyaret edilmemiş köşelerden seçilir. Eğer  $j$  daha önce ziyaret edilmediyse, seçim olasılığı  $(i, j)$  kenardaki feromon miktarı ile orantılı olacaktır.



**Şekil 3.6.** Karıncanın bir sonraki şehri seçme durumu.

Şekil 3.6'da  $i$  noktası karıncanın bulunduğu noktayı,  $g$ ,  $j$  ve  $k$  noktaları ise karıncanın gidebileceği herhangi 3 noktayı ifade etmektedir.

```

procedure ACO_MetaheuristicStatic
  Parametreleri belirle
  feromen izlerini başlat
  while (sonlandırma koşulu sağlanmadıysa) do
    CozumOlustur
    YerelAramaYap %opsiyonel
    FeromonGuncelle
  end
end

```

Şekil 3.7. Karınca Kolonisi Optimizasyonu algoritması.

### *Parametrelerin Belirlenmesi*

$\alpha$ (alpha)	Feromon katsayısıdır. Feromen miktarı için önemlidir.
$\beta$ (beta)	Görünürlük katsayısı. Yol seçimi için önemlidir. Değeri arttıkça tesadüfilik artar.
$\rho$ (rho)	Feromonun buharlaşma katsayısıdır.
N	Karınca sayısı
Sonlandırma Koşulu	Algoritmanın ne kadar çalışacağını belirler. Bu koşul, belirli bir süre olabileceği gibi, belirli bir iterasyon sayısı ya da ulaşılmak istenen bir çözüm kalitesi de olabilmektedir.

### **3.7.1. Karınca sistemi**

Birçok farklı KKO algoritmaları geliştirilmiştir. İlk KKO algoritması 1991 yılında Dorigo ve arkadaşları tarafından Karınca Sistemi (KS) olarak adlandırılan sistem, GSP çözümü için kullanılmıştır. KS'nin önemi, esas olarak KKO modelini toplu olarak uygulayan bir dizi karınca algoritması için bir prototip oluşturması söylenebilir (Cura,2008).

Genel olarak, karınca sistemi şunu söylemeye çalışır: Her karınca, olasılıklı durum geçiş kuralına göre şehri seçerek tam bir tur üretir. Daha sonra karıncalar, yüksek feromon içeriğine sahip kısa kenarlarla bağlanmış noktalara gitmeyi seçer. Tüm karıncalar turlarını tamamladıktan sonra, küresel feromon güncelleme kuralı uygulanır; feromonun her bir tarafındaki bir kısmı buharlaşır ve daha sonra her bir karınca turun kenarlarında bir miktar feromon bırakır. Bu işlem daha sonra tekrarlanır (Dorigo ve Gambardella, 1997).

Sistemdeki her karınca aşağıdaki özelliklere sahiptir. Karınca hangi şehre gideceğini geçici bir kural belirler. Bu kural, şehirle bağlantılı şehirler arasındaki mesafenin ve şehirle bağlantılı şehirler arasındaki feromon miktarının bir fonksiyonudur. Geçişlerin yapıldığı şehirler tabu listesinde tutuluyor. Bu sayede bu şehirlerin tekrar ziyaret edilmesi engellenmiştir. Bir tur tamamlandığında, karınca feromonların izini ziyaret ettiği her yolu alır.

$$\tau_{ij}(t+n) = (1-\rho) \cdot \tau_{ij} + \sum_{k=1}^N \Delta\tau_{ij}^k \quad (3.1)$$

$\tau_{ij}$  : i ve j şehirleri arasındaki yol (kenar) üzerinde bulunan feromon izlerinin miktarını ifade etmektedir.

$\rho$  : buharlaşma katsayısını ifade etmektedir

N : karıncaların sayısını

$\Delta\tau_{ij}^k$  : k numaralı karınca tarafından i ve j şehirleri arasındaki yola bırakılan feromon izlerinin miktarını ifade etmektedir.

$\rho$  parametresi 1'e yaklaştığında, önceki feromon bilgisi tamamen kaybolur ve sıfıra yaklaştıkça korunur. Eğer feromon izleri tamamen buharlaşırsa, önceki iterasyonlardan elde edilen bilgiler kaybolacak ve algoritmanın başarısı olumsuz yönde etkilenecektir. Öte yandan, feromon izleri tamamen korunursa, bu sefer algoritma durgun hale gelir, karıncalar her zaman aynı rotaları takip eder ve alternatif yolların keşfi zor olur.  $\Delta\tau_{ij}^k$ , denklem 3.2'ye göre hesaplanır:

$$\Delta\tau_{ij}^k = \begin{cases} Q/L_k, & \text{eğer } (i,j) \in T^k \\ 0, & \text{değilse} \end{cases} \quad (3.2)$$

Bu formülde  $L_k$ , k karıncasının yapmış olduğu turun uzunluğunu göstermektedir. Formül içindeki başka bir parametre olan Q sabit bir değeri ifade etmektedir. Önleyici karınca tarafından kullanılan yolda bırakılan feromon seviyesi yolun mesafesine göre değişmektedir.

Bir noktadan diğerine giderken karıncaları rastgele seçim yaparlar. Feromon miktarı güncellenmeden önce, karıncalar gidecekleri yolu seçerler ve hangi noktadan gideceklerini belirler.

$$p_{ij}^k(t) = \begin{cases} \frac{[\tau_{ij}(t)]^\alpha \cdot [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{m \in N_k} [\tau_{im}(t)]^\alpha \cdot [\eta_{im}]^\beta} & \text{eğer } m \notin N_k \\ 0 & \text{değilse} \end{cases} \quad (3.3)$$

Bir karıncanın  $i$  şehrinde çıkması ve  $j$  şehrine seçmesi olasılığı formül 3.3'e göre hesaplanır.  $p_{ij}^k$ ,  $i$ 'den sonra seçilecek olan noktanın  $j$  olması olasılığını belirtir.  $N_k$ ,  $k$  karıncasının gittiği noktalara tekrar gitmesini engelleyen hafızası, yasak listesi diyebiliriz.  $\tau_{ij}$ ,  $i$  ve  $j$  şehirleri arasındaki yolda bulunan feromon miktarını gösterir.  $\eta_{ij}$  ise  $i$  ile  $j$  noktaları arasındaki sezgisel seçimdir.  $N_k$  listesi, daha önce ziyaret edilmiş olan komşu noktaların listesini saklar. Bu listeyi oluşturma amacı, GPS'inde uğranacak noktalara gidiş ve dönüşte sadece bir kez gidilecek kurala dayanmaktadır.  $\alpha$ 'nın sıfıra yaklaşırken, önceki denemelerin sonuçları, bir sonraki hangi noktayı seçeceğinin bir önemi olmayacaktır. Böyle olması durumunda, komşu seçimi sezgisel olarak yapılacaktır. Seçim sadece sezgisel biçimde yapılırsa optimizasyon algoritma açgözlü arama algoritması gibi görünecektir. Eğer  $\beta$  sıfıra yaklaşır,  $\alpha$  durumunda ters bir işlem gerçekleşecek ve karıncalar önceki deneylerden faydalanarak yol seçimi yapacaktır. Bu durumda çözümün kalitesi olumsuz yönde etkilenecektir.

### 3.7.2. Elitist karınca sistemi

Elitist karınca sistemindeki elitist terimi, daha önce genetik algoritmalarda açıklanan elitist stratejiden esinlenmiştir. KS algoritmasına ek olarak, algoritmanın başlamasından bu yana bulunan en iyi tura ait yollara destek sağlamaktır. Bu tur  $T^*$  olarak ifade edilmektedir. Elit karınca olarak adlandırılan ek karınca tarafından salgılanan feromon olarak ifade edilebilir. Her bir yinelemeden sonra feromon güncelleme aşamasında, o ana kadar hesaplanmış olan en iyi tura feromon maddesi eklenmiştir. Bu feromon miktarı  $e * Q/L^*$  ile hesaplanmaktadır.

$T^*$  : Şimdiye kadar ki en iyi tur

$e$  : Elitist karınca sayısı

$Q$  : Sabit değer

$L^*$  : Şimdiye kadar ki en iyi turun uzunluğu

$$\tau_{ij}(t+n) = (1 - \rho) \cdot \tau_{ij} + \sum_{k=1}^N \Delta\tau_{ij}^k + \Delta\tau_{ij}^* \quad (3.4)$$

$$\Delta\tau_{ij}^k = \begin{cases} Q/L_k, & \text{eğer } (i,j) \in T^k \\ 0, & \text{değilse} \end{cases} \quad (3.5)$$

$$\Delta\tau_{ij}^* = \begin{cases} e \frac{Q}{L^*}, & \text{eğer } (i,j) \in T^* \\ 0, & \text{değilse} \end{cases} \quad (3.6)$$

Elitist stratejinin, hem daha iyi turlar bulmak hem de daha az sayıda yinelemede bulmak için, parametre AS'ler için uygun bir değerle kullanılmasını önermektedir.

### 3.7.3. Sıra tabanlı karınca sistemi

Sıralı Tabanlı Karınca Sistemi (Rank Based Ant System, AS<sub>rank</sub>)'da her karınca, sıralamasıyla azalan bir miktar feromon biriktirir. Elitis Karınca Sistemin'de olduğu gibi, şimdiye kadar ki en iyi karınca her tekrarda her zaman en yüksek feromon miktarını biriktirir. Feromon izlerini güncellemeden önce, karıncalar tur uzunluğunu artırarak sıralanır. Bir karınca birikintisinin feromon miktarı, karınca sırasına göre ağırlıklandırılır. Bağlar rastgele çözülebilir. Her yinelemede sadece (e – 1) en iyi dereceli karıncalar ve şimdiye kadarki en iyi turu üreten karınca feromon bırakabilir. Şimdiye kadarki en iyi turu üreten karınca, mutlaka mevcut algoritma yinelemesinin karıncalarına ait değildir.

r : sıralama indeksi

$L^*$  : r sırasındaki karıncanın turunun uzunluğu

$T^*$  : Şimdiye kadar ki en iyi tur

e : Elitist karınca sayısı

Q : Sabit değer

$L^*$  : Şimdiye kadar ki en iyi turun uzunluğu

$$\tau_{ij}(t+n) = (1-\rho) \cdot \tau_{ij} + \sum_{r=1}^{e-1} (e-r) \Delta\tau_{ij}^r + e \Delta\tau_{ij}^* \quad (3.4)$$

$$\Delta\tau_{ij}^r = \begin{cases} Q/L_r, & \text{eğer } (i,j) \in T^r \\ 0, & \text{değilse} \end{cases} \quad (3.5)$$

$$\Delta\tau_{ij}^* = \begin{cases} Q/L^*, & \text{eğer } (i,j) \in T^* \\ 0, & \text{değilse} \end{cases} \quad (3.6)$$

Yapılan deneysel bir değerlendirilmenin sonuçlarına göre,  $AS_{rank}$ 'ın Elitist Karınca Sistemi'nden biraz daha iyi, KS'den çok daha iyi bir performans sergilediğini göstermektedir.

#### 3.7.4. Max-Min karınca sistemi

Max-Min Karınca Sistemi, Karınca kolonisi algoritmasına benzer şekilde, yalnızca en iyi turun karınca feromon güncellemesini gerçekleştirir. Burada belirtilen en iyi tur, hem mevcut iterasyonda hem de genel olarak en iyi tur olabilir. Max-Min Karınca Sistemi algoritması her iki kuralı da alternatif bir şekilde kullanır. Algoritmanın ilk aşamalarında, iterasyonun en iyi turları daha sık kullanılır, ancak sonraki aşamalarda genel en iyi turların sıklığı kademeli olarak artar.

$\tau_{min}$  ve  $\tau_{max}$ , yol üzerindeki feromon miktarını sınırlar. Buna göre, bir yoldaki feromon miktarı alt sınırdan düşük olamaz ve üst sınırdan yüksek olamaz.  $\tau_{max}$  ve  $\tau_{min}$  değerleri, algoritmanın çalışması sırasında bulunan en iyi genel tur değerlere göre güncellenir.  $\tau_{max}$ , algoritmanın başında ilk feromon değerleri olarak verilir. Bunun nedeni algoritmanın erken durgunluğa girmesini engellemek ve yeni çözüm noktalarının sağlanmasını desteklemektir.

$$\tau_{ij}(t+1) = \rho \cdot \tau_{ij}(t) + \Delta\tau_{ij}^* \quad (3.7)$$

$$\tau_{min} \leq \tau_{ij} \leq \tau_{max} \quad (3.8)$$

#### 3.7.5. Karınca kolonisi sistemi

Karınca Kolonisi Sistemi, KS algoritmasından üç ana noktada farklılık gösterir. İlk olarak, daha agresif bir eylem seçim kuralı kullanarak karıncaların biriktirdiği arama deneyimini KS'den daha güçlü bir şekilde kullanır.

$$\tau_{ij} = (1 - \alpha) \cdot \tau_{ij} + \alpha\Delta\tau_{ij}^* \quad (3.7)$$

$$\Delta\tau_{ij}^* = \begin{cases} Q/L^*, & \text{eğer } (i,j) \in T^* \\ 0, & \text{değilse} \end{cases} \quad (3.6)$$

$$0 < \alpha < 1 \quad (3.8)$$

İkincisi, feromon buharlaşması ve feromon birikmesi sadece şimdiye kadarki en iyi turlara ait yollarda gerçekleşir.

Üçüncüsü, bir karınca şehir  $i$ 'den şehir  $j$ 'ye hareket etmek için bir yol  $(i, j)$  kullandığında, alternatif yolların araştırılmasını arttırmak için yoldan bir miktar feromon azaltır.



#### 4. SEVKİYAT YÖNETİMİ

Günümüz dünyasında firmalar arası yoğun rekabet, kısa yaşam eğrisine sahip ürünler ve müşterilerin artan beklentileri, üreticilerin veya tedarikçi firmaların dağıtım sistemlerine yatırım yapmalarına ve gereken önemi vermelerine zorlamıştır. Bu durum, iletişim ve ulaşım teknolojilerindeki değişimle birlikte, örneğin acil teslimat ve günaşırı dağıtım gibi, lojistik yönetiminin sürekli gelişimine neden olmuştur. Sevkiyat yönetimi bir firmanın lojistik sisteminin en önemli parçasıdır. Dünya nüfusundaki artış ve teknolojinin gelişmesiyle son zamanlarda zaman kavramının önemi çok fazla öne çıkmaktadır. Firmaların, müşteri memnuniyeti için önemli kısımlardan birisi olan sevkiyat yönetimi planlaması oldukça önem arz etmektedir.

Sevkiyat yönetimi, lojistik yönetimi açısından en önemli unsurlardan biridir. Hatta sevkiyat yönetimi kavramının çoğunlukla işletmeler tarafından üzerinde en çok çalışma yapılan lojistik yönetimi unsuru olduğu söylenebilir. Ürünlere yönelik stoklama, taşıma, depolama, paketlenme, ambalajlama gibi faaliyetlerin tümü sevkiyat yönetiminin kapsamına girmektedir (Rexhausen vd, 2012: 269-281).

Günümüzün koşullarında birçok ürün farklı tesislerde üretilip, çeşitli depolara taşındıktan sonra müşteriye ulaştırılmaktadır. İşte sevkiyat yönetimi tedarikçiler, tesisler, depolar ve perakendeciler arasında gerçekleşen tüm hareketleri izlemek ve yönlendirmek anlamına gelmektedir. Sevkiyat yönetiminin en temel unsurlarından biri de fiziksel dağıtımdır.

Sevkiyat, ürünlerin fiziksel olarak üretim noktasından tüketim noktasına taşınmasıdır. Sevkiyat, doğrudan üretim yerinden müşteriye yapılabileceği gibi, distribütör veya depolar aracılığıyla da yapılabilmektedir. Sevkiyat ve dağıtım süreçlerinin düşük maliyetle yapılabilmesi doğrudan işletmelerin karlarını etkilemektedir. Sevkiyat ve dağıtım süreçleri en düşük maliyetle ve tam zamanında yapılmalıdır.

Günümüzde işletmeler sevkiyat ve dağıtım süreçlerinde bilgi sistemlerinden faydalanmaktadır. Ürünler, üretim hattında ve müşteri sevkiyatı boyunca takip edilebilmektedir. Böylece ürünün taşıma esnasında nerede olduğu bilgisi işletme tarafından bilinmekte ve bu bilgi müşteriye aktarılmaktadır. Bilgi sistemleri ürünlerin güvenli bir şekilde taşınmasını sağlamaktadır.



Sevkiyat ve dağıtım süreçleri boyunca ürünlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerine uygun olarak taşınması gerekir. Bunun için ürünlerin sevkiyatında uygun araçlar işletme tarafından belirlenmelidir. Ürünlerin; hava koşullarından, sarsıntılardan, toz veya kimyasallardan etkilenme oranlarının belirlenmesi ve bu değerlere uygun sevk edilmesi müşteri memnuniyeti açısından önem taşımaktadır.

#### **4.1. Fiziksel Dağıtım**

Lancioni ve Grashof (1997)'a göre fiziksel dağıtım bir işletme açısından karmaşık bir aktiviteler grubudur. Ürün ya da malların hammadde tedarikçilerinden son tüketiciye kadar akışını içerir. Fiziksel dağıtım operasyonlarının ortak amacı müşteri hizmet seviyelerine dair tüm bu faaliyetlerin minimum maliyetlerle gerçekleşmesini sağlamaktır.

Fiziksel dağıtım özellikle yer ve zaman kullanımı açısından katma değer yaratan bir faaliyetler bütünüdür. Bir ürün her ne kadar kalite, ambalaj gibi unsurlar açısından olumlu özelliklere sahip olsa da bu ürünün tüketiciye doğru zamanda iletilmesi sağlanamazsa tüm bu olumlu özellikleri anlamını yitirir. Bu anlamda etkin bir fiziksel dağıtım sisteminin içerdiği unsurlar arasında müşteri hizmetleri, taşıma, stok kontrolü, ürün elleçleme, sipariş süreçleri ve depolama aktiviteleri sayılabilir (Chotithammaporn vd., 2015 : 122)

#### **4.2. Avantajları**

Fiziksel dağıtım uygulamaları işletmenin amaçlarının tutarlı ve isabetli bir şekilde gerçekleştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Planlı ve kontrol altında gerçekleştirilen fiziksel dağıtım uygulamaları işletmeye ciddi rekabet avantajları getirmektedir. Bu avantajları Mucuk (2010) şöyle sıralamıştır;

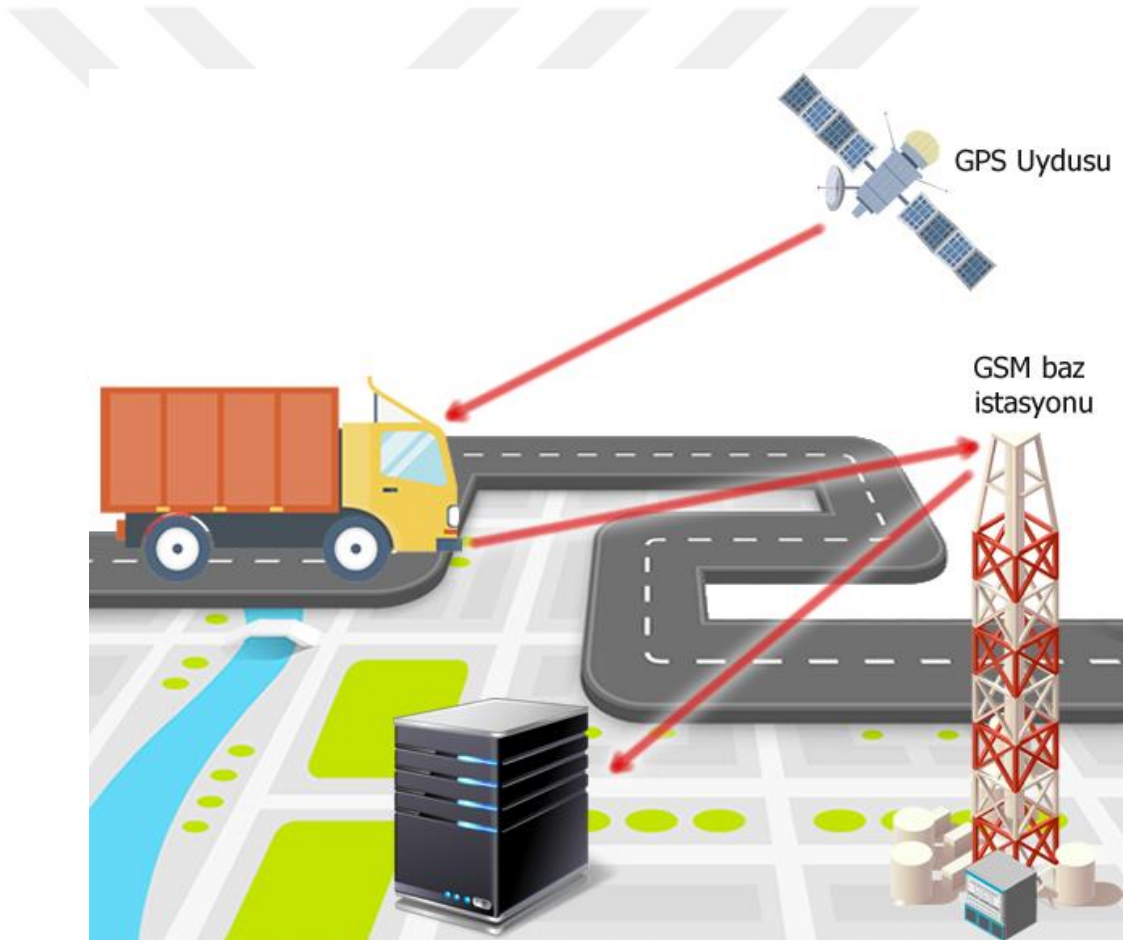
- Programlı bir şekilde gerçekleştirilen fiziksel dağıtım uygulamaları stokların tükenmesi ve satış kaybı ihtimalini azaltır ve alıcı ve satıcı arasındaki ilişkinin kuvvetlenmesini sağlar
- Fiziksel dağıtım faaliyetlerinin sistemli hale getirilmesi, depo sayısı, depoda bekletilen mal miktarı gibi unsurlar üzerinde etkili olduğu gibi etkin yöntem ve tekniklerle yükleme, boşaltma, taşıma işlemlerinin gerçekleştirilmesi dağıtım giderleri ve birim maliyetler azaltılabilir
- Üretim ve tüketim arasındaki uyum oranının artması sayesinde yer ve zaman faydaları yaratılır.

- İşletmenin taşıma ve depolama işlevlerini etkin bir şekilde yerine getirmesi ile belirli yerlerdeki arz fazlası ile diğer yerlerde arz noksanı giderileceğinden bu durum fiyatlara olumlu yönden etki eder



## 5. ARAÇ TAKİP SİSTEMLERİ

Araç takip sistemleri (ATS) genellikle bir taşıtın konum bilgisini bir iletişim altyapısı üzerinde istenen bir noktaya ileterek taşıtın izlenmesini sağlayan sistemlerdir. Bu sistemler gerçek zamanlı araç takip sistemleri olarak adlandırılabilir. Çünkü bu tür sistemler herhangi bir zamanda konum bilgisini küçük bir gecikmeyle iletebilir. Veriler hem gerçek zamanlı olarak değerlendirilmiş ve daha sonra kapalı devre izleme sistemlerinde olduğu gibi sonradan değerlendirilmek üzere kaydedilmiştir. Kapalı devre izleme sistemlerinde, konum bilgisi, araçlara takılı cihazın yardımı ile cihaza depolanır ve araç iade edildikten sonra konum bilgisi alınabilir ve aracın gittiği güzergâhlar izlenebilir.



Şekil 5.1. Araç takip sistemi.

Araç takip sistemleri, herhangi bir anda bir aracın konumunun tespit edilmesi, anlık zaman diliminde veya geçmiş zaman içinde aracın izlenmesine imkân sağlayan bir sistemlerdir. Aracı izlemek için üzerinde sensörler bulunduran elektronik devrelerden

oluşan bir elektronik aksamın araca monte edilerek gerçekleştirilir. Modern sistemlerde GPS ile araçların konumlarını en doğru ve kolayca elde edilebilmesi sağlanmaktadır.

Araçların konumlarını izlenmesinde kullanılabilen iki yöntem bulunmaktadır.

- Gerçek zamanlı izleme
- Kapalı devre izleme

Gerçek zamanlı izleme yönteminde araçların konumlarını izlemenin yapılacağı merkeze iletilmesi gerekmektedir. Bu sebepten ötürü araç, konum belirleme modülü ile birlikte çalışacak bir de iletişim modülü içermesi gerekmektedir. İletişim modülü, izleme merkezi ile iletişimi sağlamak için gerekmektedir. Kapalı devre izleme yönteminde ise aracın konum bilgileri araç üzerinde bulunan bir belleğe kaydedilmektedir. Sonra bu kaydedilmiş bilgiler, bellek ile bilgisayara aktarılarak geçmiş zamanlı izleme olanağı sağlar.

Çok gelişmiş sistemlerde ise bu iki yöntemin aynı sistemde birlikte kullanılması, bağlantı problemlerinden oluşabilecek aksaklıkları gidermiş olmaktadır. Araçların izlenmesi ise bir harita üzerin de araçların konumlarını işlenmesiyle gerçekleşir. Sistemde bu izleme işlemi internet üzerinden verilen bir servis aracılığıyla elde edilebilir veya ayrıca özel olarak geliştirilmiş yazılım da kullanılabilir.

## 5.1. GPS

Türkçe anlamı Küresel Konum Belirleme Sistemi olan, uydular üzerinden haberleşmeyi sağlayan ve herhangi bir hava koşulunda uydular arasındaki mesafeyi ölçebilen ve bu ölçüme dayanarak yeryüzündeki yerini tam olarak belirleyen dijital bir teknolojidir. Kısaca konumumuzu yüzeydeki yerini belirlemeyi amaçlayan bir uydu sistemidir. Dünyayı çevreleyen uydu ağını kullanarak, aramızdaki uydularla aramızdaki mesafelerden başlayarak, dünyanın neresinde olduğumuzu belirler. GPS sistemleri, günümüzde hız ölçümü, konumlandırma ve mesafe ölçümünde kullanılan bir teknoloji olarak hayatımızın vazgeçilmez ve gelecek nesil teknolojilerinden biridir.

Her geçen gün dünyada çeşitli konumlandırma sistemleri geliştirilmekte ve bu sistemler askeri ve sivil yaşamda kullanım amacına göre sınıflandırılmaya ve kullanılmaya devam etmektedir. Bu sistemlerdeki ilk proje GPS olduğu için, mevcut sistemlerin tümüne halk arasında GPS denir. Birden fazla küresel konumlandırma sistemi mevcuttur.

### *GPS*

Global Positioning System, ilk geliştirilen Küresel Navigasyon Uydu Sistemi'dir. Faaliyetlerini 1978'de başlamış olan sistem 1994'ten beri global kullanıma açılmıştır. Uydu yörüngesi yüksekliği 20.180 km'dir. GPS, dünyadaki yörüngeli uydular grubundaki en popüler navigasyon sistemlerinden biridir. GPS özellikli cihazlar uydulardan sinyaller alır ve navigasyon uydularına bilgi geri göndermezler. Askeri uygulamalarda kullanılmak üzere tasarlanan uydu navigasyon sistemleri, sivil uygulamalarda, özellikle de karayolu navigasyonunda giderek popülerlik kazanmıştır. Bir GPS alıcısıyla kullanılarak herhangi biri tarafından erişilebilir. Uydular bir çeşit radyo sinyali yayar ve yeryüzündeki GPS alıcıları bu sinyalleri alır ve yorumlar ve konum belirleme yapar. GPS 33 uydusu vardır, bunların 31'i yörüngesinde ve çalışır durumda. ABD Hava Kuvvetleri tarafından korunmaktadır.

### *GLONASS*

Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema (GLONASS), 1982 yılında Rus Federal Uzay Ajansı tarafından başlatılan bir Rus uydu navigasyon sistemidir. Başlangıçta Rusya'ya hizmet etmek için tasarlananlar, hizmet alanını genişletmek için GLONASS'a daha fazla uydu eklediler. 2011 yılında küresel bir navigasyon sistemi oldu. Uydu yörünge yüksekliği 19.100 km'nin üzerinde bulunan 24 uydudan oluşan tüm yörünge takımlarına sahiptirler.

### *Galileo*

Galileo, Avrupa Birliği tarafından geliştirilmiştir ve 2005'te ilk uydusu fırlatılmıştır. Galileo'nun daha fazla uydu yayınlaması ve sistemde 30 uyduyla 2020 yılına kadar tam olarak faaliyet göstermesi beklenmektedir. Şu an itibariyle 30 uydudan 26'sı yörüngede bulunmaktadır. Galileo, 2016'nın başında operasyonel kapasite sunmaya başlamıştır ve 2020'ye kadar tam kapasite operasyonel kapasiteye ulaşması beklenmektedir.

### *BeiDou (Çin)*

BeiDou, 2000 yılında Çin tarafından geliştirilmiştir. Belirli bir konumda uydu ve uydu sistemlerinden oluşur. İlk aşama olan BeiDou-1, 2000 yılında üç uydu ile çalışmaya başlamıştır ve 2012 yılında hizmetten çıkarılmıştır. Daha sonra 2012'de, BeiDou-2 sistemi Çin'de ve komşu bölgelerde 15 uydu ile devreye girmiştir. Şu anda aktif olan

sistem BeiDou-3. Yörünge 18 uydulu küresel bir sistemdir. 2020 yılının sonunda toplam 35 uydusu beklenmektedir.

Bu bölümde öncelikle sistemin genel yapısı verilerek sistemi oluşturan bileşenler ve görevleri açıklanmış, ardından kullanım alanları ve getirdiği faydalardan söz edilmiştir.

## 5.2. GPRS

GPRS, Global System for Mobile Communications (GSM) ile aynı radyo frekansları kullanan ancak paket anahtarlama yöntemiyle veri iletişimi sağlayan bir sistemdir. Telekomünikasyon sektöründe uzun yıllar önce devre anahtarlama iletim modelinden paket tabanlı iletim hizmetlerine geçişin en büyük temsilcisi olan GPRS, aynı zamanda kullanıcıların mobil multimedya ile tanışmalarını sağlayan üçüncü nesil mobil internet sistemlerinin öncüsüdür (Ikram ve Shah, 2004).

GPRS, bir cep telefonu kullanarak internete bağlanmanıza izin veren bir teknoloji olduğunu söyleyebiliriz. GPRS, veri aktarımını geleneksel bağlantı yönetimlerine kıyasla daha ekonomik ve daha hızlı hale getirir. Diğer bağlantılarda internete bağlantınız olduğu zamana göre fiyatlandırma yapılır. GPRS teknolojisinde ise kullandığınız veri miktarı için ücretlendirme yapılmaktadır. Diğer sistemlerden farklı olarak hızlı ve düşük maliyetli internet sağladığı için cep telefonu teknolojisini gelişmesine zemin hazırlamıştır.

GPRS teknolojisi, mobil iletişim teknolojileri için değerli bir adım olan 2.5G teknolojisi ile birlikte geliştirilmiştir. Çünkü bu teknoloji ile paket anahtarlama sistemleri devre anahtarlama sistemlere ek olarak kullanılmıştır. Paket anahtarlama sistemde etiketli birçok veri paketi vardır ve devre anahtarlama sistemlerde olduğu gibi, verileri istenen adrese göndermek için özel bir yol yoktur. Bu nedenle, paketler en kısa sürede herhangi bir şekilde istenen adrese gönderilebilir.

**Çizelge 5.1.** Sinyal güçleri tablosu.

	2G	GPRS	EDGE	3G	4G	5G
SİNYAL GÜCÜ	9,6 Kbps	35 - 171 Kbps	120 - 384 Kbps	384 Kbps - 2 Mbps	3 Mbps - 10 Mbps	1 Gbps'a kadar

### 5.3. ATS Nasıl Çalışır

Bir araç takip sisteminin genel yapısı Şekil 5.1’de verilmiştir. GPS uydularından konum bilgisi alır. Alınan pozisyon verileri araçlardaki cihazlara iletilir. Bazı hesaplamalardan sonra, GPRS bağlantısı üzerinden izleme merkezine gönderilir. Sistem gelen koordinat bilgilerini veri tabanına işler ve izleme yazılımına erişir.

Böylece; takip ettiğiniz nesnenin yerini anında öğrenmek ve raporlamak, iş performansını artırmak ve iş yapma maliyetlerini azaltmak, araç kullanımını kötüye kullanmaktan kaçınmak mümkündür.

Sistem temel olarak üç bölümden oluşmaktadır. Sistem ilk önce, aracın yerini uydu ile hesaplanır. Bir GPS alıcısı bu amaç için sıklıkla kullanılır. Sonrasında ikinci bölüm ise, tespit edilen konum bilgilerini izleme işlemi gerçekleştirecek sisteme ulaştırılmasını mümkün kılan iletişim modülüdür. Araç ünitesini oluşturan bu iki modül, tek bir ürün olarak satın alınabilir. Sistemin son bölümünü ise bilgisayar yazılım kısmı oluşturmaktadır. Geliştirilen yazılım, dijital haritalarda araç konumlarını izlemek için kullanılır.

Konum bilgisi elde etmek için küresel konumlandırma sistemleri kullanılır. Bu nedenle, araç takip cihazların da GPS alıcıları bulunmaktadır. GPS alıcıları, konum hizmeti veren uydularından gelen sinyalleri sayesinde konumlarının koordinat bilgilerini enlem ve boylam olarak hesaplayan cihazlardır. Böylelikle, üzerine monte edildikleri aracın koordinat bilgileri belirlenir.

Bu tespit edilen konum bilgisi daha sonra izleme merkezine iletilmelidir. Bu işlem iletişim birimi tarafından gerçekleştirilir. Radyo sinyalleri, Short Message Service (SMS), GPRS gibi çeşitli iletişim araçları kullanılabilir. Maliyetinin daha düşük olması nedeniyle GPRS daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Ücret, aktarılan veri miktarına bağlı olduğundan, ücret de düşüktür. Ancak, veriler internetten geleceğinden, izleme yapılacak bilgisayar veya sunucunun da internet bağlantısı olmalıdır.

Merkeze gelen veriler, aracın izlenebileceği dijital bir haritada işaretlenmiştir. Bu son bileşen, dijital haritaları görüntüleme özelliğine sahip ve gelen konum verilerine bağlı veritabanı analizleri yapabilen bilgisayar yazılımından oluşur.

### 5.4. ATS’nin Kullanım Alanları

Araç Takip Sistemleri araçların takibi için geliştirilmiştir, ancak son yıllarda gelişen teknolojiye paralel olarak çok küçük boyutlarda üretilebildiğinden insanları,

hayvanları ve diğer hareketli nesnelere izlemek için kullanılabilirler. Bu nedenle, araç takip sistemlerinin birçok alanda kullanıldığından bahsetmek mümkündür. Bunlardan bazıları:

#### *Araç Güvenliği*

Araçlar çalınırsa, aracın yerini anında görmek ve aracı bulmak mümkündür. Böyle bir uygulama genellikle aracın çalınmasına karşı kullanılacağından, toplam maliyetin araç takip sisteminin maliyeti ve GSM hattının aylık maliyeti olduğu söylenebilir.

#### *Taşımacılık ve Filo Yönetimi*

Şehirlerarası ve uluslararası taşımacılığı olan büyük şirketler ve birçok araç tüm araçları aynı anda görme, tüm araçları kontrol etme ve yönetme şansına sahip olabilir. Bu bağlamda, herhangi bir arıza durumunda derhal müdahale etmek ve sürücülerin belirtilen kuralların dışında hareket etmelerini engellemek mümkündür.

#### *Araç Kiralama Firmaları*

Araç takip sistemleri araç kiralama firmaları tarafından da etkili bir şekilde kullanılabilir, araçların pozisyonları aynı anda izlenebilir ve araç kiralayan müşteriler daha önce belirtilen sözleşme şartlarına uygunluk açısından denetlenebilir.

#### *Okul Servisleri*

Servis sürücülerinin belirtilen rotaları kullanıp kullanmadığı veya hız sınırlarını aşıp aşmadığı kontrol edilebilir ve herhangi bir nedenle bir gecikme olursa, aracın bulunduğu yere bakarak bilgi elde edilebilir. Öğrencilere, bilgilendirilmeleri için ilgili hizmeti izleme yetkisi verilebilir.

#### *Taksi Durakları*

Tüm taksiler aynı anda bir merkezden izlenebilse de, taksi çağırılırsa, en yakın taksi müşteriye yönlendirilebilir. Ek olarak, olası bir saldırı durumunda merkeze alarm sinyali göndermeleri ve mevcut konumlarını belirtmeleri için taksi şoförleri sağlanabilir. Bu şekilde, son yıllarda taksi kaçırma ve cinayet sayısının arttırılması önlenir ve en azından azaltılabilir.

#### *Toplu Taşıma Araçları*

Toplu taşıma kontrol merkezinde tüm araçların izlenebilir ve varış ve ayrılış saatleri kontrol edilebilir. Bir kaza veya arıza durumunda acil müdahale sağlanabilir.



### *Acil Yardım Hizmeti Veren Kuruluşlar*

Ambulans, polis ve itfaiye ekiplerinin yerini izleyerek kontrol ve denetim yapılabilir. Acil yardım çağrısı bulunan konuma yönlendirme yapılabilir veya herhangi bir olaya müdahale edecek en yakın ekip yönlendirilebilir.

### *Kişisel Güvenlik*

İlk ve orta eğitimdeki çocukların okula dönüşleri ve okula dönüşleri sırasında karşılaşılabilecekleri olası tehlikeler göz önüne alındığında, gecikmeler durumunda pozisyonlarını belirlemek için çantalarına bir araç takip sistemi kurulabilir.

Bu örnekler istendiği gibi çoğaltılabilir. Kısacası, araç, insan, hayvan veya herhangi bir başka hareketli nesnenin konumunu izlemek ve belirlemek amacıyla ihtiyaç duyulabilecek herhangi bir alanda kullanılabilir.

## **5.5. ATS'nin Avantajları**

ATS'nin kullanımının bu kadar yaygın olmasının ana sebeplerinden biri de sağlamış olduğu avantajlardır. Bunları aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- Güvenlik yararları sağlar. Araç konumları sürekli izlendiğinden, olağandışı durumlar kolayca tanımlanabilir ve hızla müdahale edilebilir. Gerekirse, kapılar merkezden kilitlenebilir, motorlar durdurulabilir ve alarm başlatılabilir. Yönleri ile güvenliği artırır.
- Araç çalınırsa araç kolayca bulunabilir. Sigorta firmaları bu tür donanıma sahip olan araçları, daha düşük bir maliyetle sigortalanmaktadır.
- İşletme maliyetlerini azaltır. Yakıt tüketimi, araçların belirtilen rota ve hız limitlerine uygun olup olmadığını sürekli kontrol ederek elde edilir. Ek olarak, aracın özel işlerde kullanılıp kullanılmayacağı kolayca tespit edilebilir, bu tür olumsuzluklardan kaçınılır. Yakıt alımı kontrol edilir. Bakım maliyetleri azalır.
- Hız limitleri gibi bazı kurallar kaza olasılığını azaltabilir ve sürücülerin, malların ve yolcuların güvenliğini artırabilir.
- Araç filo şirketleri bünyesinde buldukları araçlarını etkin yönetmelerini sağlar. Böyle firmaların verimliliğini artırır.
- Hizmetteki güvenilirliği ve müşteri isteklerinin hızlı bir şekilde karşılanması ile müşteri memnuniyetini arttırmasını sağlar.

## 6. UYGULAMA

### 6.1. Uygulama Tanımı ve Amacı

Araç takip sistemi ile sevkiyat yönetimini sağlamak için 2 adet servis uygulaması, 1 adet ERP ile entegre olarak çalışmakta olan bir uygulama ve ERP üzerinde araç takibi ve rotalama yapılabilmesi için gerekli geliştirmeler yapılmıştır.

Bunlardan ilki araç takip cihazlarından gelen verileri veri tabanına kaydeden sunucu üzerinde arka plan servis uygulaması olarak çalışan TrackerTempTransactionService uygulamasıdır. Bu uygulama kendisine gösterilen Internet Protokol (IP) ve port bilgileri gelen verileri kaydetme işlemini gerçekleştirir. Gerekli durumlarda log kayıtları tutmaktadır. Servis uygulama olduğu için arayüzü bulunmamaktadır.

İkinci olarak araç takip cihazlarından gelen verilerin kaydedildiği veri tabanındaki bulunan verileri yorumlayan arka plan servis uygulaması olan TrackerManagerService çalışmaktadır. Kural eklenmiş olan araç takip cihazı için gelen verinin kural kontrollü yapılmaktadır. Gelen veri için eğer kural geçerli ise yapılacak olan işlem veya işlemleri gerçekleştirmesini sağlamaktadır.

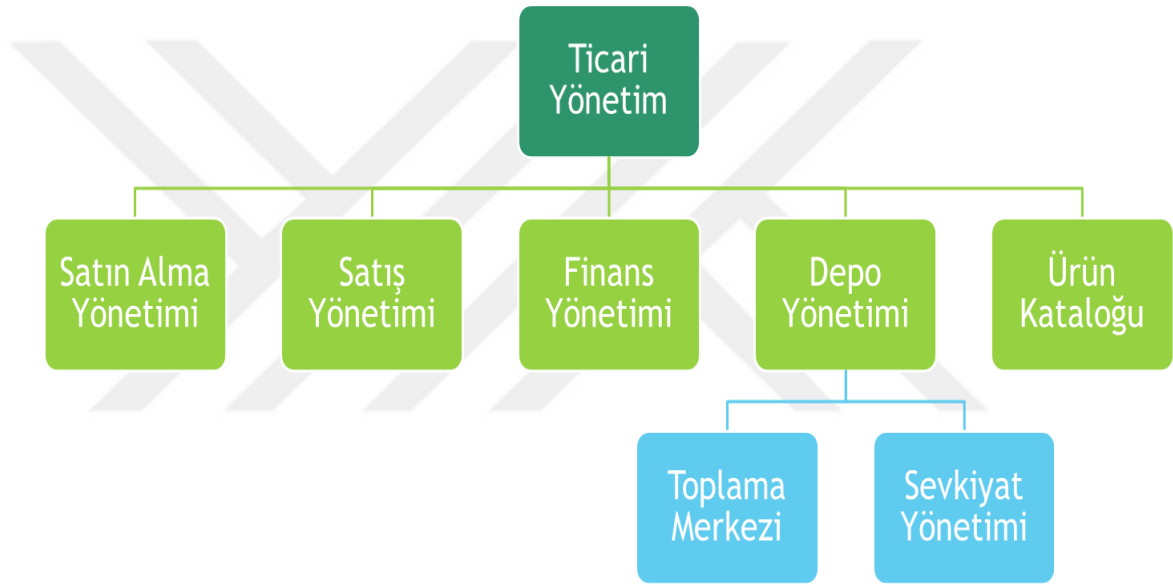
Üçüncü olarak sevkiyat bölümünde çalışacak ERP ile entegre olan bir uygulama olan ServiceManager geliştirilmiştir. Bu uygulamanın ayrı olarak geliştirilme sebebi ERP'nin tasarımından daha basit bir arayüzü tasarımı olan ve daha performanslı çalışması ile sevkiyat sürecini hızlandırmak amaçlanmıştır.

ERP, Kurumsal Kaynak Planlama anlamına gelen Enterprise Resource Planning kelimelerinden oluşmaktadır. ERP bir kuruluşun tüm veri ve işlemlerinin tek bir noktaya entegre edildiği bir bilgi sistemidir. Genel olarak, ERP sistemleri donanım ve yazılım dahil olmak üzere çok sayıda bileşen içerir. Entegrasyonu sağlamak için çoğu ERP sistemi, kurum genelinde birden fazla fonksiyondan veri depolamak için birleşik bir veritabanı kullanır.

Kurumsal kaynak planlaması sistemleri, bir işletmenin tüm veri ve işlemlerini bir araya getirmeye veya bir araya getirilmesine yardımcı olmaya çalışan ve genelde kullanımı kolay olan sistemlerdir. Kuruluşların ürün yönetimi, stok yönetimi, insan kaynakları yönetimi, satın alma yönetimi, satış yönetimi, finans yönetimi, proje yönetimi, risk yönetimi ve mevzuata uygunluk ve tedarik zinciri operasyonları gibi günlük iş faaliyetlerini yönetmek için kullandığı bir uygulama grubunu ifade etmektedir. Eksiksiz

bir ERP ürün seti, bir kuruluşun finansal sonuçlarını planlamaya, bütçelemeye, tahmin etmeye ve raporlamaya yardımcı olan kurumsal performans yönetimi yazılımını da içerir.

ERP sistemleri bir bütün oluşturarak çok sayıda iş sürecini tanımlar ve bu iş süreçleri arasında veri akışı sağlar. ERP sistemleri, kurumun ortak işlem verilerini birden fazla kaynaktan toplayarak veri kopyalamayı ortadan kaldırır ve gerçeğin tek bir versiyonuyla veri doğruluğunu sağlar. Bugün ERP sistemleri, her sektörden her büyüklükteki binlerce işletmenin yönetimi için kritik öneme sahiptir. ERP, bilgisayarın çalışması için gerekli olan elektrik enerjisi gibi bu şirketler için vazgeçilmezdir.



**Şekil 6.1.** Ecza deposu için ERP süreçleri.

### *Satış Yönetimi*

Satış operasyonları firmadan firmaya, hatta firma içerisinde çok fazla değişiklik gösterebilen operasyonlardır ve standard sistemlerin geliştirilmesi ve uygulanması zor bir alandır. Bununla birlikte, satış operasyonunun firmanın diğer tüm birimlerle yakın ilişki içerisinde çalışması gereği (Depo, satınalma, üretim, pazarlama, finansman, muhasebe, dağıtım) problemi daha da zorlaştırmaktadır.

Sistem bu zor problemin çözümü için klasik satış sistemlerine ek olarak bazı organizasyon araçları ortaya atmış ve sistem içerisindeki tüm ilişkileri her yöne genişleyebilecek şekilde tanımlamıştır. Bir sistem içerisinde birden fazla satış yönetim

birimi, her birim için birden fazla satış noktası tanımlayabilmek, satış yönetimi ve satış noktalarını birden fazla satınalma, depo, dağıtım, finansman gibi birimlerle ilişkilendirebilmektedir.

- Kolay ve çeşitli kampanya tanımlama imkanı.
- Anlaşılır ve seri sipariş ekranı.
- Risk yönetimi.
- Satıcı, satış takımı ve müşteri ciro hedefi tanımlama.
- Anlaşma tanımlama.

#### *Ürün Yönetimi*

Satış süreçlerinin en önemli parçası satışı yapılacak ürünün doğru tanımlanmasıdır. Ürünün özelliklerinin belirlenmesi, sınıflandırması ve bilginin ürün üzerinde düzenli bir şekilde gösterilmesi hem satış sırasında satıcıların müşteri ihtiyaçlarına daha çabuk dönüş yapmalarını sağlayacak hem de ürün yönetiminin daha kolay ve sağlıklı yapılmasını sağlayacak sistem geliştirilmiştir.

- Etkin ürün tanımı.
- Detaylı sınıflandırma imkanı.
- İsteğe bağlı özellik ve özellik gurubu tanımlayabilme.
- Paket ürün tanımlayabilme.

#### *Depo (Stok) Yönetimi*

Kusursuz depo ve envanter yönetimi ile, deponuzu planlamak için güvenilir bilgiler sağlayabilirsiniz. Satılmadan sevkiyata kadar tüm süreçlerinizi iyileştirmeye yardımcı olabilirsiniz. Bu sayede eliniz rekabet içinde daha güçlü olacaktır.

- Depo içerisinde bir ürün için birden fazla yer tanımlama olanağı.
- Bir ürününü farklı yerleri arasında otomatik stok transferi.
- Farklı depolarınız arasında satış miktarlarına göre otomatik stok dengeleme imkanı sağlar.
- Çeşitli ürün toplama yöntemleri arasından firmanızın yapısına en uygun olanını kullanabilme ve değişen şartlar doğrultusunda diğerleri birden fazla yöntemle ürün toplayabilme.
- Etkin toplama kuyruğu yönetimi. (Bölgeye, servise göre öncelik verme.)

#### *Satınalma Yönetimi*

Operasyonel çözümler üretmekle birlikte aynı zamanda, satınalma yöneticilerine karar destek sistemi olmak üzere geliştirilmiştir. Bu amaçla satınalma siparişi yaratılırken yöneticinin ihtiyacı olan her türlü bilginin hızlıca sunulabilmesi için diğer modüllerle entegrasyonuna önem verilmiştir. Bir yöneticinin ihtiyaç duyacağı aşağıdaki gibi bilgilere hızlıca ulaşılmaktadır:

- Alınacak ürünün satış verileri
  - Toplam satış.
  - Dönemlik satışlar.
  - Satış sıralamaması.
  - Satış hızı.
- Tedarikçinin sunduğu satış şartları
- Diğer tedarikçilerin şartları.
- Mevcut stok durumu.
- Bakiye miktarları.
- Satış ya da depolarda gelen satınalma talepleri.
- En son yapılan alımlar.
- Satış miktarına göre yapılabilecek tanımlamalarla birlikte otomatik sipariş

oluşturulması.

- Rutin satınalma siparişi oluşturabilme imkanı.
- Farklı siparişleri tek fatura ile kabul edebilme.

#### *Finans ve Muhasebe Yönetimi*

Finans yönetimi ile alacak ve borç takibi diğer bir ifadeyle cari hesap kontrolü sağlamaktadır. Şirketlerin ödeme dengesini sağlamasına yarayacak raporlara, yöneticilerin hızlıca erişmesi sağlanır.

Muhasebe modülü firmanızı bir yükten daha kurtararak resmi muhasebenizi tutmanızı sağlar. Aldığımız ve verdiğimiz siparişlerden dolayı oluşan her türlü muhasebe işlemleri siparişlerin sisteme girilmesiyle birlikte sistem tarafından gerçekleştirilir. Siparişler haricinde yapılan muhasebe işlemlerini ise sisteme fişler girerek kolayca takip etme imkanı sunar.

#### *İnsan Kaynakları Yönetimi*

Firmanın çalışanların almış olduğu eğitimlerden, özlük bilgilerine, işe alım işlemlerinizden izin takibine kadar her noktada sistem üzerinden hareket edebilirsiniz.

Çalışanlarınızın performansını, tek bir ekranda izleyip, yıllık oranda ilerleme kriterleri belirleyebilirsiniz. Ayrıca sizin izin verdiğiniz şekilde tasarlanacak yetkilendirme mekanizmasıyla, şirket içerisindeki bilgilerin sayılı kişiler tarafından görülmesini sağlayabilirsiniz.

### *Sevkiyat Yönetimi*

Müşterilere siparişlerinin gönderimini sağlanması ve takip edilmesi, tedarikçi siparişlerinin temini, takibi gibi işlerin kontrol ve optimizasyonu için geliştirilen bu modül, sunduğu pek çok sistem elemanı ile amacını rahatlıkla gerçekleştirmektedir.

ERP'nin sevkiyat yönetimi bölümü için de planlama ve giderlerin yönetilmesi gelişen teknoloji ile geliştirmelere ihtiyaç duymaktaydı. ERP kullanan bir ecza deposunun süreçleri Şekil 6.1'de gösterilmiştir. Satış bölümünden alınan siparişlerin reyonlarda toplandıktan sonra sevkiyat bölümünde yüklenen araçlar, rotalarında bulunan eczanelere ilaçlarını teslim etmek işlemi yapmaktadır. ERP, ilacın satın alınmasından itibaren depodan çıkışına kadar tüm süreçleri yönetebilmektedir. Fiziki dağıtım süreci ve maliyeti ile ilgili bilgiye sahip değildir.

Bu çalışmada eczanelere ilaç hizmeti sunan ecza depolarının sevkiyat bölümü için uygulama geliştirme amaçlanmıştır. Sevkiyata çıkan araçların, gideceği eczaneler için rotalama yapılmamaktaydı. Sevkiyat maliyetlerini düşürmek ve verimi arttırmak için sevkiyat gerçekleştiren araçların gideceği eczaneler için rotalama yapılması gerekmektedir. Araç takip sistemi ile araçların konumlarını yorumlayarak ERP üzerinde kullanabileceği veriler sağlanmalıdır. ERP geliştirilerek yeni bir modül olarak Araç Takip Sistemi yönetimi ve Araç Rotalama yönetimi eklenmesi amaçlanmıştır.

## **6.2. Araç Takip Cihazı**

Konum verilerini GPS ile almak için araçlara Araç takip cihazı bağlanmalıdır. Bir araç takip cihazı Şekil 6.2'de gösterilmektedir. Bir GSM şirketinden elde edilen Subscriber Identity Module (SIM) kartı araç takip cihazına takılmıştır. Araç takip cihazında bulunan GPS alıcısı tarafından elde edilen verilerin sisteme istenen IP adresine belirtilen süre aralığında göndermesi için gerekli ayarların yapılması gerekmektedir. Bu ayarlar, araç takip cihazı üreticisi tarafından bir kod seti ile sağlanır. Bu ayarlar, araç takip cihazına takılı SIM kart numarasına SMS gönderilerek te yapılabilir.



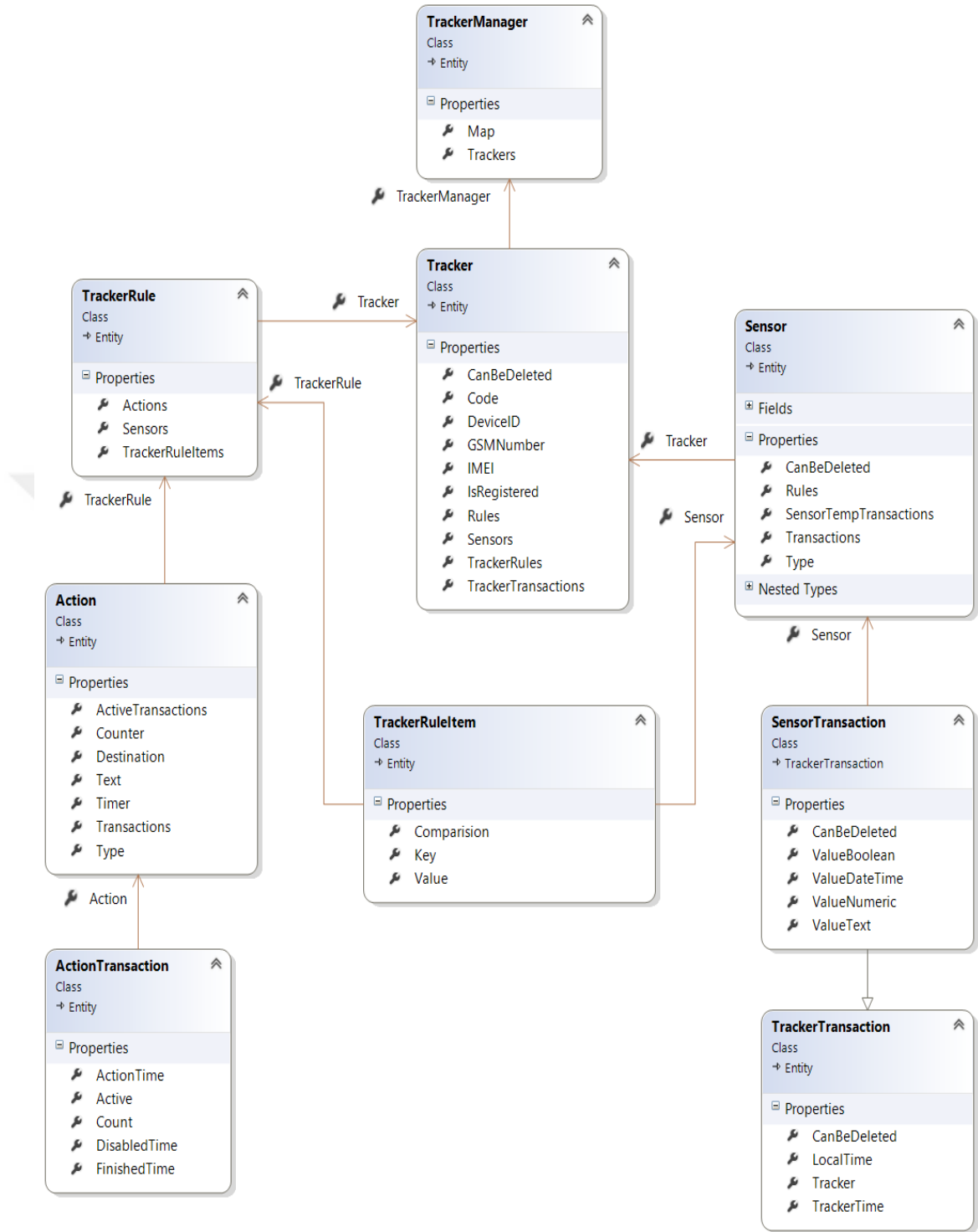
**Şekil 6.2.** Araç takip cihazı.

GPS alıcısından elde edilen veriler, önceden belirlenmiş olan IP adresine, GPRS veya SMS aracılığıyla araç takip cihazında bulunan SIM kart ile sisteme gönderilir.

Araç takip cihazı, GPS'ten alınan verileri belirtilen IP adresine iletir. Üretici tarafından belirtilen veriler, çözüldükten sonra istenen sisteme aktarılabilir ve istenen tipe dönüştürülebilir. Sunucu tarafında arka planda çalışan bağımsız bir uygulama olan TrackerTempTransactionService uygulaması ile gelen verileri olduğu gibi veri tabanında bulunan TrackerTempTransaction tablosuna yazılmaktadır.

### **6.3. Sistemin Tasarımı**

Araç takip sistemi için Şekil 6.3'de sınıf diagramı görünen mimari oluşturulmuştur. Burada her bir araç takibi cihazı için sisteme kayıt etme, üzerinde bulunan tüm sensörlerden gelen verileri kaydetme, cihazlar için kurallar oluşturmak, kurallara göre aksiyon aldırma işlemleri yapacak bir sistem tasarımı oluşturulmuştur.

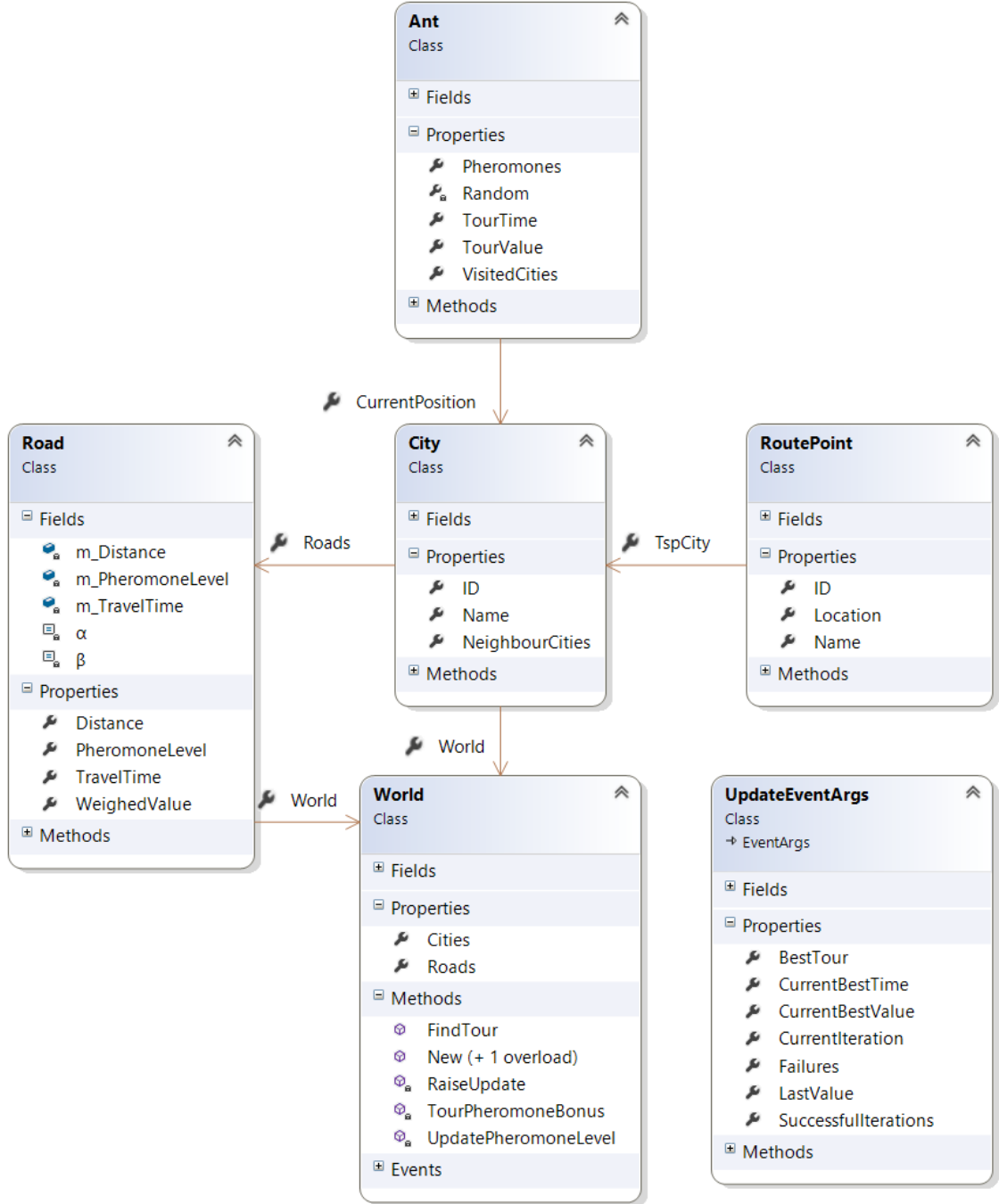


**Şekil 6.3.** Araç takip sisteminin diyagramı.

Araç rotalama işlemleri için kullanılacak olan karınca kolonisi algoritmasını sınıf olarak oluşturulmuştur. Şekil 6.4'de rotalama sistemi için geliştirilen yapının sınıf



diyagram yapısını gösterilmektedir. Karınca, yol, şehir, rota sınıfları oluşturulmuştur. Gerekli fonksiyonlar sınıflar içerisinde eklenmiştir.

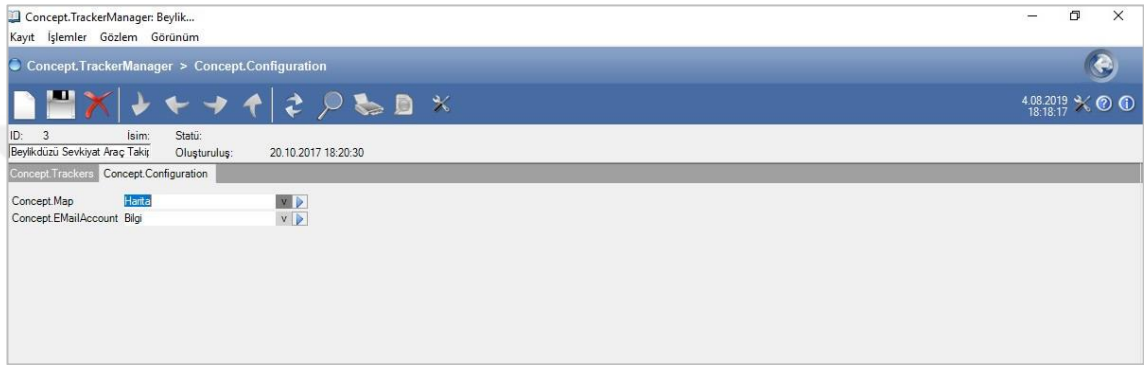


Şekil 6.4. Rotalama sisteminin diyagramı.

#### 6.4. Uygulamanın Yazılımı

ERP, önceki bölümde anlatıldığı üzere modüllerden oluşmaktadır. Modüller ayrı olarak veya birlikte senkron içerisinde çalışmaktadır. Araç takip sistemi yönetimi ve araç rotalama sistemi yönetimi olarak geliştirilmesi gerekmektedir.

Her bir depo veya deponun sevkiyat yönetimi için ayrı bir araç takip sistemi yönetimi sağlanması için Araç Takip Sistemi Yönetimi modülü oluşturulmuştur. Şekil 6.5’de görüldüğü gibi tanım ekranında harita ve eposta hesabı bilgileri tutulmaktadır.



Şekil 6.5. Araç takip sistem yönetimi.

Araç takip sistemi yönetimi alanında araç takip cihazı ekleme, düzenleme ve silme işlemleri yapılması sağlanmıştır. Şekil 6.6’da görülen araç takip cihazları listesi görülmektedir. Araç takip cihazı’nın IMEI, telefon numarası DeviceID, Code gibi bilgileri eklenmektedir.

İsim	DeviceID	Code	IMEI	GSMNumbar	Oluşturulmuş	Güncelleme
34BPF878	2036526141	2036526141	866192036526141	3333333333	20.10.2017 19:12:55	04.08.2019 18:15:06
34LFC64	5022123339	5022123339	865905022123339	3333333333	20.10.2017 19:13:29	04.08.2019 04:17:39
34LEG65	5022153435	5022153435	865905022153435	3333333333	20.10.2017 19:21:15	23.06.2019 02:28:42
34LEG61	5022100931	5022100931	865905022100931	3333333333	20.10.2017 19:22:35	04.08.2019 07:09:17
34DZ1814	2036578431	866192036578431	866192036578431	2222222222	20.10.2017 19:29:21	04.08.2019 18:13:52
34DN6095	2036531703	866192036531703	866192036531703	3333333333	20.10.2017 19:36:04	04.08.2019 18:15:47
34BPF858	2036584371	866192036584371	866192036584371	3333333333	20.10.2017 19:36:31	04.08.2019 18:16:36
34NS1153	4023326492	866104023326492	866104023326492	3333333333	20.10.2017 19:37:05	04.08.2019 18:16:16
34GR3374	2036533741	866192036533741	866192036533741	3333333333	20.10.2017 19:37:29	04.08.2019 18:15:54
34AR3066	2036528717	866192036528717	866192036528717	2222222222	20.10.2017 19:38:06	04.08.2019 18:17:39
34AV203	2036536258	866192036536258	866192036536258	3333333333	20.10.2017 19:38:20	04.08.2019 18:16:56
34AG1691	2036529038	866192036529038	866192036529038	3333333333	20.10.2017 19:38:38	04.08.2019 18:13:38
34BPF879	2036533964	866192036533964	866192036533964	3333333333	20.10.2017 19:39:02	04.08.2019 18:18:07
34BPF798	2036536124	866192036536124	866192036536124	3333333333	20.10.2017 19:39:18	04.08.2019 18:14:49
34NS5507	2036525887	866192036525887	866192036525887	3333333333	20.10.2017 19:39:33	04.08.2019 18:09:59
34EDN057	2036589206	866192036589206	866192036589206	3333333333	01.07.2019 09:15:07	04.08.2019 18:13:15
2036526596	2036526596	8662036526596	8662036526596		14.08.2018 17:44:24	04.08.2019 18:16:59

Şekil 6.6. Araç takip cihazı listesi.

Sevkiyat yönetimi bölümüne hangi Araç Takip Sistemi Yönetimi ile çalışmasını sağlamak için, sevkiyat yönetimine kullanacağı Araç Takip Sistemi Yönetimi seçtirmesi sağlanmıştır. Rotalama işlemlerinde kullanmak için sevkiyat yönetiminin konumuna ihtiyaç duyulacağı için sevkiyat yönetimine konum bilgileri alanı eklenmiştir. Araç takibi sistemi tarafından kontrol edilebilecek bazı parametreler de bu bölüme eklenmiştir.

The screenshot shows the 'Concept.Configuration' form for 'Beylikdüzü Sevkiyat'. The form is divided into several sections with various input fields and checkboxes. The left sidebar shows a tree view of the system's structure, including 'Beylikdüzü' and various 'Hedef' (Target) locations. The main form area contains the following configuration details:

Property	Value
ID	37
Isim	Beylikdüzü Sevkiyat
Statü	Aktif (A)
Oluşturuluş	27.07.2016 06:01:49
Concept.NodeCode	Beylikdüzü Merkez Subesi
Concept.ParentNode	Beylikdüzü Merkez Subesi
Concept.Corporation	Insan Kaynakları
Concept.HumanResourcesManager	Insan Kaynakları
Concept.Community	Beylikdüzü Sevkiyat Araç Takip C
Concept.BudgetManager	Beylikdüzü Sevkiyat Araç Takip C
Concept.EMailAccount	Beylikdüzü Sevkiyat Araç Takip C
Concept.TrackerManager	Beylikdüzü Sevkiyat Araç Takip C
Concept.Director	Beylikdüzü Sevkiyat Araç Takip C
Concept.DirectorHasFullPermission	<input type="checkbox"/>
Concept.HideInView	<input type="checkbox"/>
Concept.ViewOrder	0
Statü	Aktif
Concept.Sites	Table with 1 row: 1   Isim
Concept.WebBrowserUrIs	Table with 2 columns: Adres, Açıklama
Concept.AutomaticallyAssigning	<input checked="" type="checkbox"/>
Concept.QueueRefreshInterval	60
Concept.PrintBarcodeForPackages	<input checked="" type="checkbox"/>
Concept.WarningDayLimitForServiceRoutine	5
Concept.MailListForInformingServiceRoutine	
Concept.Enlem	40.9903300000
Concept.Boylam	28.6611100000
Concept.LocationSensitivity	150.0000000000
Concept.SendMailToCustomerPackagesDelivered	<input checked="" type="checkbox"/>
Concept.SendMailToPOSPackagesDelivered	<input checked="" type="checkbox"/>
Concept.SendMessageToPOSPackagesDelivered	<input type="checkbox"/>
Concept.RegionCatalog	Region Catalog

Şekil 6.7. Sevkiyat yönetimi formu.

ERP'nin sevkiyat yönetimi alanına Araç takip yönetimi tanımlanması sağlandıktan sonra, araçlara ise bu araç takip yönetiminde bulunan araç takip cihazlarını tanımlanması sağlanmıştır. Ayrıca aracın son konumu ve güncel konum zaman bilgileri de araç formu üzerinde gösterimi sağlanmıştır. Şekil 6.8'de araç formu üzerinde etrafı

kırmızı renkle işaretlenmiş olarak gösterilen aracım nerde komutu ile aracın güncel konumuna erişilmesi sağlanmıştır.

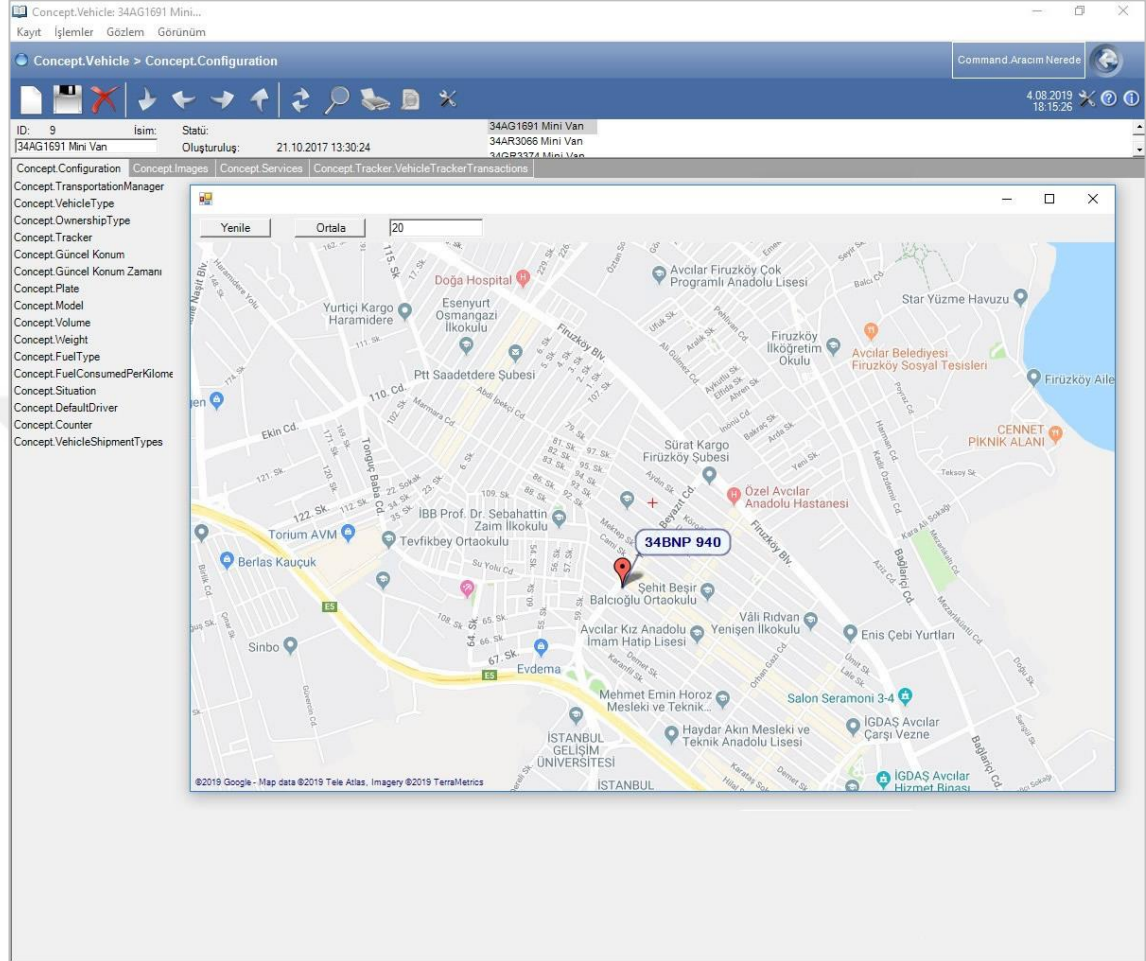
ID:	Isim:	Statü:	34LFC64 MTR
34LFC64 MTR		Oluşturuluş: 20.10.2017 19:52:15	34LEG51 MTR
			34LEGE5 MTR

Concept.VehicleShipmentTypes	Isim	Durum
1	Acil Kurye	
2	Acil	
3	Nobetçi	
4		

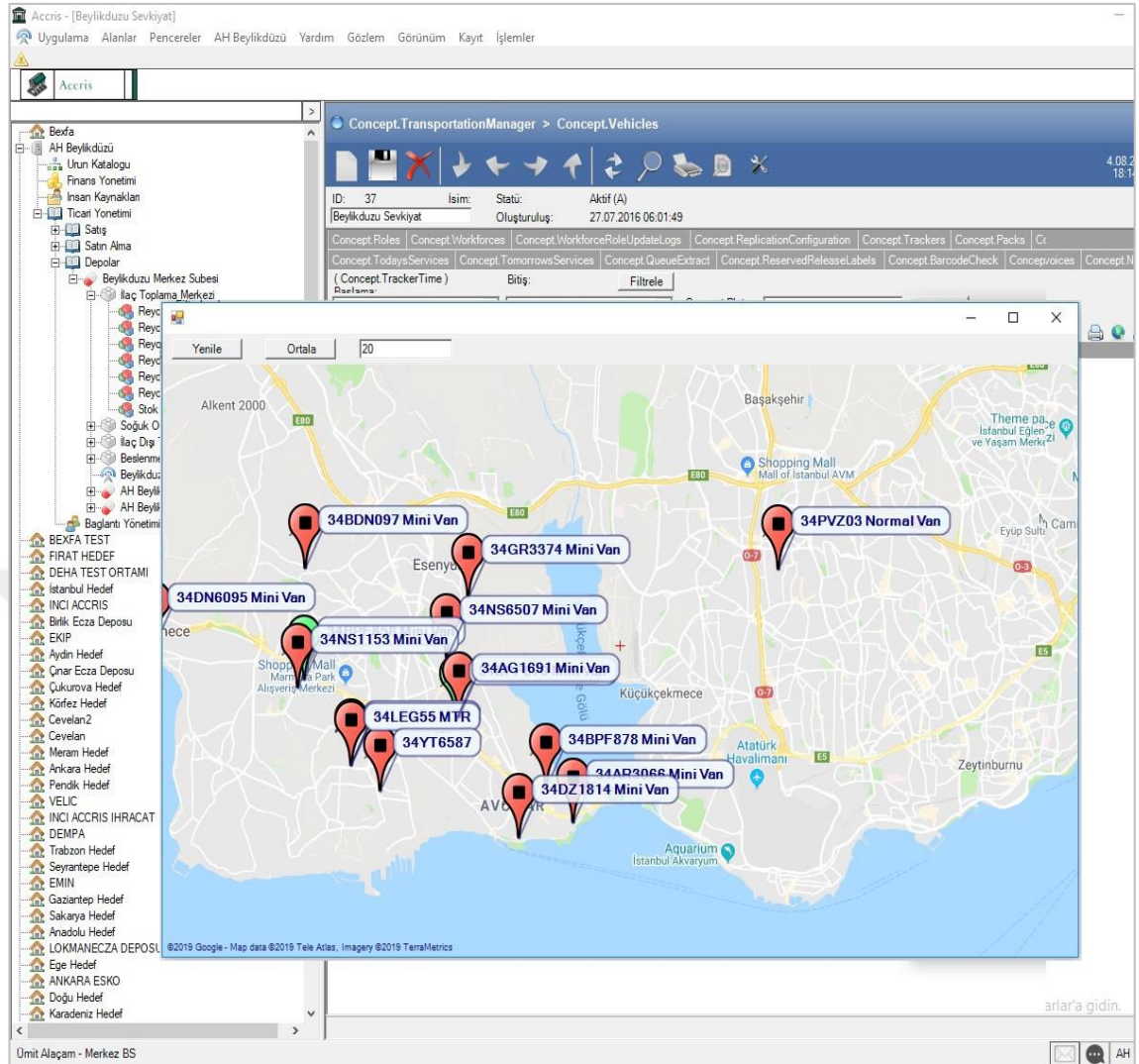
**Şekil 6.8.** Araç formu ve tanım ekranı.

Aracım nerde komutuyla Şekil 6.9’da görüldüğü gibi haritanın bulunduğu form açılmaktadır. Harita formunda bulunan Yenile butonu ile haritayı anlık olarak yenilenmesi sağlanmaktadır. Ortala butonuna tıkladığında ise aracın konumunu haritayı ortalayacak şekilde düzenlenmesi sağlanmıştır. Textbox içerisinde 20 yazan alan ise haritanın otomatik olarak yenilenme süresidir. Bu değer saniye cinsinde parametre almaktadır. Bu parametre değiştirilerek haritanın yenilenme süresi güncelleme

yapılmaktadır. Açılan harita ekranı üzerinde aracın güncel konumu ve durumu gösterilmektedir.

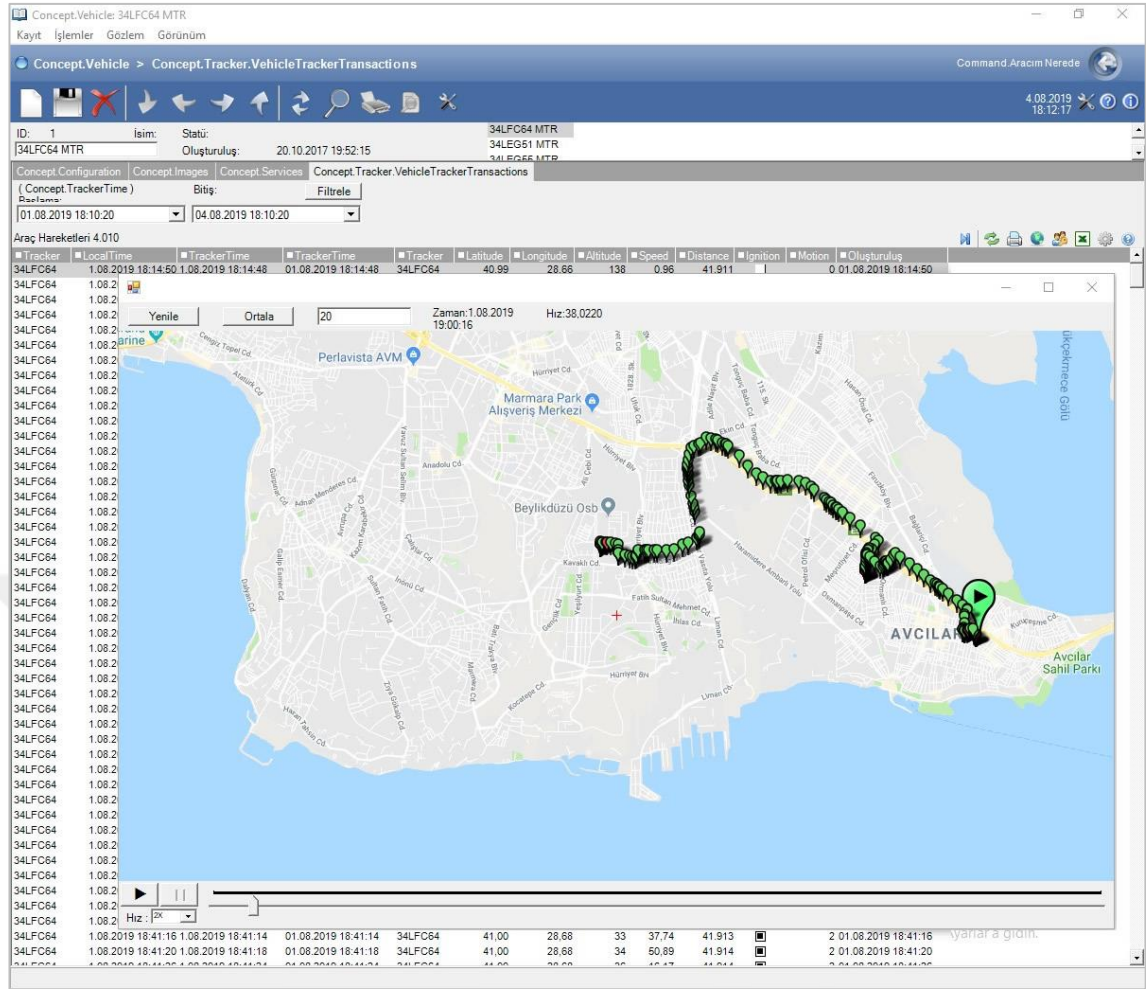


Şekil 6.9. Aracım nerde.



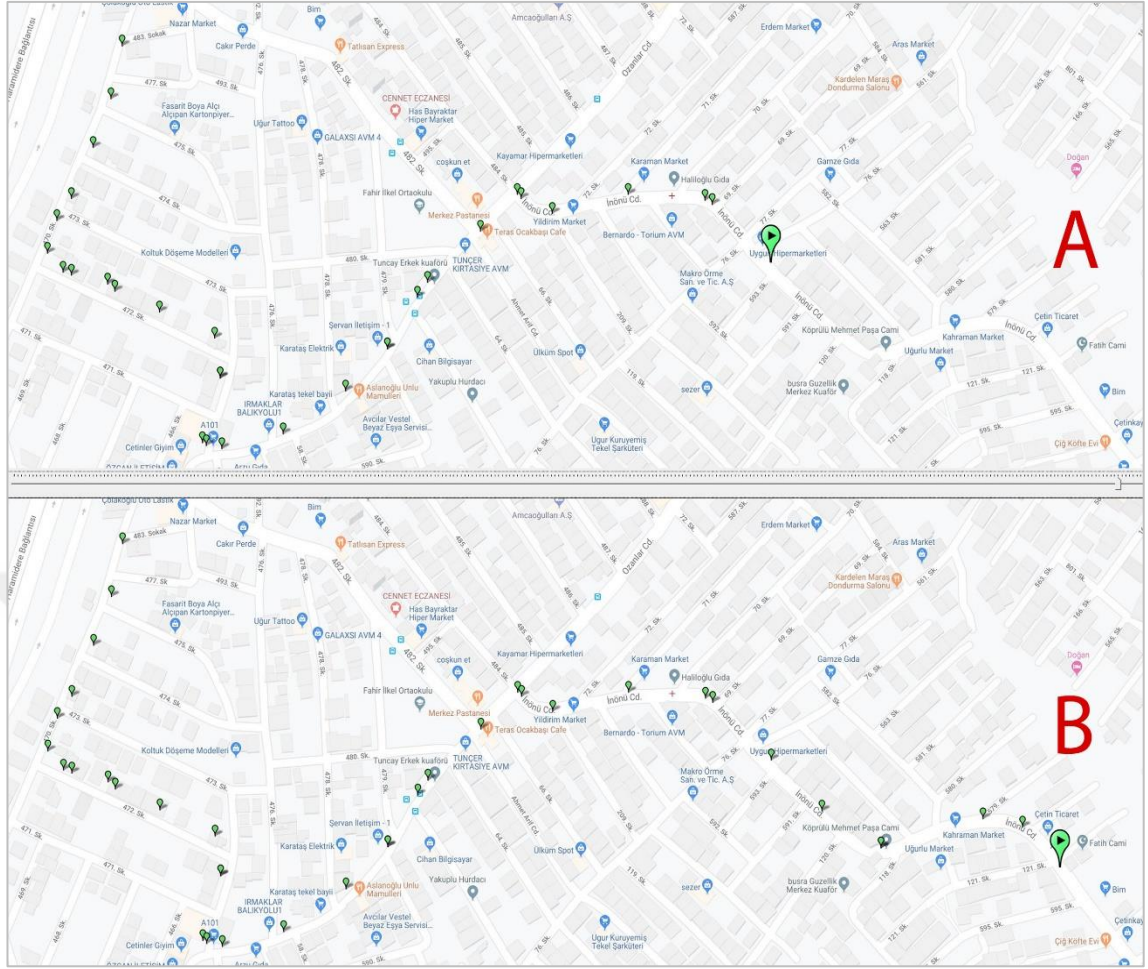
**Şekil 6.10.** Sevkiyat araçlarının konumlarının gösterilmesi.

Sevkiyat yönetimi altında bulunan araçlar listesinden ise bütün araçların anlık konumlarına erişmek mümkün olacak şekilde gerekli geliştirmeler yapılmıştır. Şekil 6.10'da sevkiyat yönetiminde bulunan bütün araçların anlık konumları harita üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 6.11. Araç geçmiş konumunun görüntülenmesi.

Şekil 6.11’de gösterilen araç formu üzerinden aracın istenilen tarihler arasında geçmiş konum bilgilerine ulaşılabilecek şekilde geliştirme yapılmıştır. Başlangıç ve bitiş tarihleri ile filtreleme imkanına sahip olacak şekilde düzenlenmiştir. Tarih aralığı verilmiş olan konum bilgilerini video izler gibi izlenme olanağı sağlanmıştır. Verilen tarih aralığını oynatma çubuğu aralığı ile gösterilmesi sağlanmıştır. Bu oynatma çubuğu arasında ileri geri alma imkanları sağlanmıştır. Küçük marker(işaretleyici) ile gösterilenler geçtiği konumları göstermektedir. Büyük olan marker ise haritanın üst tarafında tarih ve zaman bilgisi olan anın konum ve aracın durum bilgisini göstermektedir. Oynat butonu ile ilk tarihten itibaren başlayıp son tarihe kadar devam eden konumları simülasyon şeklinde gösterilmesi sağlanmıştır. Oynatma hızı değeri değiştirme imkanı sağlanmıştır. Duraklat butonu ile geçmiş izleme simülasyonunun durdurma işlemi yapılmaktadır.



**Şekil 6.12.** Bir aracın 2 farklı zamanındaki geçmiş konumları.

Bir aracın 2 farklı zamanında konum ve durum bilgisi Şekil 6.12 üzerindeki A ve B haritalarında gösterilmiştir. A haritasında tarih 04.08.2019, saat 15:17:55 ve hız bilgisi 14,6km/saat olan aracın konum bilgisi görülmektedir. B haritasında tarih 04.08.2019, saat 15:18:42 ve hız bilgisi 5,7km/saat olan aynı aracın konum bilgisi görülmektedir.



Bexfa Service Manager V.2.0.1

Araçlar Paket Ara

Tümü Kuyruқта Toplanıyor Kontrolde Toplandı Toplanmıyor

(Oluşturulmuş) Başlama: 4 Ağustos 2019 Pazar Bitiş: 4 Ağustos 2019 Pazar Filtrele

17

Araç Tipi	Plaka	Durum	İSİ (Sürücü)
Motosiklet	34LFC64	Musait	Evren Erdoğan
Motosiklet	34LEG51	Musait	Erdiğ Savaş
Motosiklet	34LEG55	Musait	Biröl Ekici
Mini Van	34BPF798	Musait	Ahmet Sağlam
Mini Van	34BPF879	Musait	Mehmet Veysel
Mini Van	34BPF858	Musait	Veysel Demir
Mini Van	34BPF878	Musait	Zafer Kaya
Normal Van	34PV203	Musait	Hüseyin Eren
Mini Van	34BNP 940	Musait	Ali Polat
Mini Van	34GR3374	Musait	İsmail Kapar
Mini Van	34BDN097	Musait	Burhan Yaşar
Mini Van	34DZ1814	Musait	Umme Anik
Mini Van	34NS1153	Musait	Vedat Özkök
Mini Van	34NS6907	Musait	Muzaffer Fındık
Mini Van	34DN6096	Musait	Bülent Üstü

34

ID	Baflantı Adı	Toplama Merkezi	Kuyruқта	Bölge	Acil	Angla
4.629.179	RUMELI ECZANESİ,CORLU/TEKIRDAG	İlaç Toplama Merkezi	Kuyruқта	56 Tekirdag Cep Depo	↓	Norma
4.629.163	SENEM ECZANESİ,YEYENİFLIK/TEKIRDAG	İlaç Toplama Merkezi	Toplandı	56 Tekirdag Cep Depo	↓	Norma
4.629.153	GUNES ECZANESİ,MERKEZ/KIRKLARELI	İlaç Dışı Toplama Merkezi	Toplandı	55 Kirlareli Cep Depo	↓	Nobet
4.629.154	GUNES ECZANESİ,MERKEZ/KIRKLARELI	İlaç Toplama Merkezi	Toplandı	55 Kirlareli Cep Depo	↓	Nobet
4.629.145	ASLI ECZANESİ,MERKEZ/TEKIRDAG	İlaç Toplama Merkezi	Toplandı	56 Tekirdag Cep Depo	↓	Nobet
4.629.126	DENİZ ECZANESİ,BUYUKKARISTIRAN/KIRKLARELI	İlaç Toplama Merkezi	Toplandı	55 Kirlareli Cep Depo	↓	Nobet
4.629.089	YILDIZ ECZANESİ,BUYUKKARISTIRAN/KIRKLARELI	İlaç Toplama Merkezi	Toplandı	56 Tekirdag Cep Depo	↓	Nobet
4.629.003	OZER ECZANESİ,BABAESKI/KIRKLARELI	İlaç Dışı Toplama Merkezi	Toplandı	55 Kirlareli Cep Depo	↓	Nobet
4.629.994	TOPRAK ECZANESİ,GUMUSYAKA/İSTANBUL AVRUPA	İlaç Dışı Toplama Merkezi	Toplandı	56 Tekirdag Cep Depo	↓	Norma
4.629.993	TOPRAK ECZANESİ,GUMUSYAKA/İSTANBUL AVRUPA	İlaç Toplama Merkezi	Toplandı	56 Tekirdag Cep Depo	↓	Norma
4.629.968	PELİN ECZANESİ,MERKEZ/TEKIRDAG	İlaç Toplama Merkezi	Toplandı	56 Tekirdag Cep Depo	↓	Norma
4.629.008	OREN ECZANESİ,KIZILPINAR/TEKIRDAG	İlaç Toplama Merkezi	Toplandı	55 Kirlareli Cep Depo	↓	Nobet
4.629.961	DENİZ AVCILAR ECZANESİ,PARSELLER/İSTANBUL AVRUPA	İlaç Toplama Merkezi	Toplandı	16 - Parseller Eseyurt	☑	Acil Ku
4.629.912	OREN ECZANESİ,KIZILPINAR/TEKIRDAG	İlaç Dışı Toplama Merkezi	Toplandı	55 Kirlareli Cep Depo	↓	Nobet
4.629.892	GUNES ECZANESİ,MERKEZ/KIRKLARELI	İlaç Toplama Merkezi	Toplandı	56 Tekirdag Cep Depo	↓	Nobet
4.629.961	SIR ECZANESİ,MERKEZ/TEKIRDAG	İlaç Toplama Merkezi	Toplandı	56 Tekirdag Cep Depo	↓	Nobet
4.629.908	RUMELI ECZANESİ,CORLU/TEKIRDAG	İlaç Toplama Merkezi	Toplandı	56 Tekirdag Cep Depo	↓	Nobet
4.629.913	OREN ECZANESİ,KIZILPINAR/TEKIRDAG	İlaç Toplama Merkezi	Toplandı	55 Kirlareli Cep Depo	↓	Nobet
4.629.880	SERAP ECZANESİ,BANDIRAK/KIRKLARELI	İlaç Toplama Merkezi	Toplandı	55 Kirlareli Cep Depo	↓	Nobet
4.629.883	DENİZ ECZANESİ,BUYUKKARISTIRAN/KIRKLARELI	İlaç Toplama Merkezi	Toplandı	55 Kirlareli Cep Depo	↓	Nobet
4.629.887	OZER ECZANESİ,BABAESKI/KIRKLARELI	İlaç Toplama Merkezi	Toplandı	55 Kirlareli Cep Depo	↓	Nobet
4.629.896	DENİZ AVCILAR ECZANESİ,PARSELLER/İSTANBUL AVRUPA	İlaç Toplama Merkezi	Toplandı	16 - Parseller Eseyurt	☑	Acil Ku
4.629.888	OZER ECZANESİ,BABAESKI/KIRKLARELI	İlaç Dışı Toplama Merkezi	Toplandı	56 Tekirdag Cep Depo	↓	Nobet
4.629.793	YAGMUR ECZANESİ,GELBOLUCANAKKALE	İlaç Dışı Toplama Merkezi	Toplandı	56 Tekirdag Cep Depo	↓	Norma
4.629.826	YASAM ECZANESİ,EDİRNE/EDİRNE	İlaç Dışı Toplama Merkezi	Toplandı	55 Kirlareli Cep Depo	↓	Norma
4.629.809	YENİ ECZANE,KESAN/EDİRNE	İlaç Dışı Toplama Merkezi	Toplandı	55 Kirlareli Cep Depo	↓	Norma
4.629.796	MUTLU ECZANESİ,KAPAKLI/TEKIRDAG	İlaç Toplama Merkezi	Toplandı	55 Kirlareli Cep Depo	↓	Norma
4.629.822	YENİ ECZANE,KESAN/EDİRNE	İlaç Toplama Merkezi	Toplandı	55 Kirlareli Cep Depo	↓	Norma
4.629.782	YAGMUR ECZANESİ,GELBOLUCANAKKALE	İlaç Toplama Merkezi	Toplandı	56 Tekirdag Cep Depo	↓	Norma
4.629.827	BARIS ECZANESİ,KIRKLARELI/KIRKLARELI	İlaç Toplama Merkezi	Toplandı	55 Kirlareli Cep Depo	↓	Norma
4.629.824	GILBAZ ECZANESİ,MERKEZ/TEKIRDAG	İlaç Toplama Merkezi	Toplandı	56 Tekirdag Cep Depo	☑	Acil Ku
4.629.825	EVİN ECZANESİ,KIRACI/İSTANBUL AVRUPA	İlaç Toplama Merkezi	Toplandı	62 - Alkent Kırac	☑	Acil Ku
4.629.843	SAGLIK ECZANESİ,LULEBURGAZ/KIRKLARELI	Beslenme Ürünleri Toplama Merkezi	Toplandı	55 Kirlareli Cep Depo	↓	Norma
4.629.850	ALKAN ECZANESİ,KESAN/EDİRNE	İlaç Toplama Merkezi	Kontrolde	56 Tekirdag Cep Depo	↓	Norma

Şekil 6.13. Service Manager Uygulaması.

Firmanın sevkiyat bölümünde kullanılmak üzere Şekil 6.13’de görüntüsü görülen ERP ile entegre olarak çalışmakta olan ServiceManager uygulaması geliştirilmiştir. Sevkiyat işlemi yapmayan yani müsait araçların listelenmesi sağlanmıştır. Sevkiyata gönderilecek araç bu listeden seçilip sevkiyat işlemi yapılmaktadır. Tarih filtresi ile paketlerin görüntülenmesi sağlanmaktadır. Ayrıca paketleri durumlarına göre de gruplandırmak mümkün olmaktadır. Toplandı olarak görünen paketleri sevkiyata hazır olduğunu ifade etmektedir. Kuyruқта ise toplama merkezinde işlem yapmayı bekleyen paketleri ifade etmektedir. Toplanıyor, reyonlarda toplanmakta olan paketleri ifade etmektedir. Kontrolde, reyonlarda toplanmış olan paketin kontrol noktasında işlem yapıldığını ifade etmektedir. Toplandı, işlemleri bitmiş sevkiyat için hazır durumda olan paketleri ifade etmektedir.

**Transportation Service Manager**

Araç : 07GID64  Okutulani Çıkart (F2)

Personel :

Güzergah : DoğuşGaraji Servis

Teslim Edilen: 0 Paketler: 3

Başlama: 10 Ekim 2016 Pazartesi Bitiş: 10 Ekim 2016 Pazartesi

Paket No	Eczane	Bölge	Durum
846485	OZTURK ECZANESI/ANTA...	DOGUGAR...	Hazır
585709	KUMBUL ECZANESI/ANTA...	DOGUGAR...	Hazır
586094	MAVI ECZANESI/ANTALYA...	YENIGUN2	Hazır

ID	Depo	Baglantı Adı
584.104	Merkez Depo	VITAMIN OZEL SAGL HIZM MED INS SAN TIC A.Ş
585.139	Merkez Depo	KARDES ECZANESI / ANTALYA(P),KUNDU/ANTAL
585.229	Merkez Depo	ANANAS ECZANESI/ANTALYA,MURATPASA/ANT
585.230	Merkez Depo	BURCLUM ECZANESI/ANTALYA,ANTALYA
585.271	Merkez Depo	KUMBUL ECZANESI/ANTALYA,YUKSEKALAN/AN
585.272	Merkez Depo	EVIN ECZANESI/AKSU,KUNDU/ANTALYA
585.273	Merkez Depo	KUMBUL ECZANESI/ANTALYA,YUKSEKALAN/AN
585.494	Merkez Depo	ELA ECZANESI /ANTALYA,MURATPASA/ANTALY
585.496	Merkez Depo	ANIL ECZANESI/ANTALYA ,BALBEY/ANTALYA
585.825	Merkez Depo	KAYA ECZANESI/ANTALYA-P,TOPCULAR/ANTAL
585.874	Merkez Depo	EVRE ECZANESI/ANTALYA,ANTALYA
585.915	Merkez Depo	KEMER MEDICAL CENTER OZEL SAG. HIZ. TUR.
586.017	Merkez Depo	PELIN ECZANESI/KUNDU,AKSU/ANTALYA
586.089	Merkez Depo	GUVEN ECZANESI / ANTALYA,ANTALYA
586.137	Merkez Depo	PORTAKAL CICEGI ECZANESI/ANTALYA,TOPCU
586.321	Merkez Depo	MEYDAN ALPER ECZANESI / ANTALYA,MERKEZ
586.325	Merkez Depo	ANIL ECZANESI/ANTALYA ,BALBEY/ANTALYA
586.334	Merkez Depo	KUMBUL ECZANESI/ANTALYA,YUKSEKALAN/AN
586.335	Merkez Depo	GUVEN ECZANESI / ANTALYA,ANTALYA
586.340	Merkez Depo	SERRA ECZANESI / ANTALYA,ANTALYA
586.410	Merkez Depo	ANIL ECZANESI/ANTALYA ,BALBEY/ANTALYA
586.422	Merkez Depo	CAYBASI ECZANESI/ANTALYA-P,YUKSEKALAN/
586.494	Merkez Depo	ELA ECZANESI /ANTALYA,MURATPASA/ANTALY

Şekil 6.14. Servis başlatma ekranı.

Araç ve güzergahı seçilen servis için güzergaha ait paketlerin servise atama yapılması sağlanmıştır. Barkod okuyucu ile kolay bir şekilde paket okutması ve servise atanması için uygun şekilde düzenlenmiştir. Servisi gönder butonuna tıklayarak servis işlemi başlamış olup araç sevkiyata başlamış demektir. Servise gönder işlemi yapıldığında araçta bulunan araç takip cihazı için kurallar otomatik olarak oluşacaktır. Çizelge 6.1'de gösterilen kod üzerinde araç takip cihazı için servis başlatma kuralı oluşturma fonksiyonu gösterilmiştir.

Çizelge 6.1. Servis başlatan kural oluşturma fonksiyonu.

```
Private Sub CreateServiceStartTrackerRule()
    If Me.Vehicle.Tracker.ID > 0 IsNot Nothing Then
        If Me.TransportationManager.Location <> "" Then
            Dim LocationSensitivity As Decimal =
                Me.TransportationManager.LocationSensitivity
            If LocationSensitivity <= 0 Then
                LocationSensitivity = 40
            End If
        End If
    End Sub
```

```

Dim TrackerRule As TrackerRule = Me.Application.Tracker.GetTrackerRule
TrackerRule.Name = Me.Name & " Servis başlama"
TrackerRule.Tracker = Me.Vehicle.Tracker
TrackerRule.SystemGenerated = 1
TrackerRule.Save()

Dim TrackerRuleItem As TrackerRuleItem = TrackerRule.TrackerRuleItems.Add
TrackerRuleItem.TrackerRule = TrackerRule
TrackerRuleItem.Sensor = GetSensor(Tracker.Sensor.SensorType.GPS)
TrackerRuleItem.Key = Me.TransportationManager.Location
TrackerRuleItem.Value = LocationSensitivity
TrackerRuleItem.Comparison = 1
TrackerRuleItem.Save()

Dim Action As Accris.Tracker.Action = TrackerRule.Actions.Add
Action.TrackerRule = TrackerRule
Action.Type = ActionType.Function
Action.EntityTypeName = Me.GetType.ToString
Action.Method = "TrackerStart"
Action.Destination = Me.ID
Action.ExecutedLimit = 1
Action.Timer = 1
Action.Save()

End If
End If
End Sub

```

The screenshot displays the Bexfa Service Manager V\_2.0.1 interface. At the top, there are buttons for 'Araçlar' and 'Paket Ara'. Below these are filters for 'Tümü', 'Kuyruktaki', 'Toplanıyor', 'Kontrolde', 'Toplandı', and 'Toplanamıyor'. The main area shows a service management screen for a vehicle with license plate '135540 - 11 - B.SEHİR A.SEHİR'. The 'Araç' field is set to '34BPF798 Mini Van'. The 'Güzergeç' (Checkpoint) is '11 - B.SEHİR A.SEHİR'. The 'Servisi Bitir' (End Service) button is highlighted. The 'Paketler' (Packages) section shows a list of 674 packages. The table below shows the details of these packages.

ID	Bağlantı	Bölge	Açıklama	Sevkiyat durumu
3.671.7	BİZİMEVLER ECZANE	11 - B.SEHİR A	Normal	Teslim edildi
3.671.7	BİZİMEVLER ECZANE	11 - B.SEHİR A	Normal	Teslim edildi
3.671.7	BAHCESEHIR PARK E	11 - B.SEHİR A	Normal	Teslim edildi
3.671.7	BAHCESEHIR PARK E	11 - B.SEHİR A	Normal	Teslim edildi
3.671.7	BAHCESEHIR PARK E	11 - B.SEHİR A	Normal	Teslim edildi
3.673.1	BOGAZKOY ECZANES	11 - B.SEHİR A	Normal	Teslim edildi
3.674.7	CAN ECZANESİ	11 - B.SEHİR A	Normal	Teslim edildi
3.663.6	BOGAZKOY ECZANES	11 - B.SEHİR A	Normal	Teslim edildi
3.663.6	BOGAZKOY ECZANES	11 - B.SEHİR A	Normal	Teslim edildi
3.663.6	ARMAGAN ECZANESİ	11 - B.SEHİR A	Normal	Teslim edildi
3.663.6	ARMAGAN ECZANESİ	11 - B.SEHİR A	Normal	Teslim edildi
3.663.7	ISPARTAKULE ECZAN	11 - B.SEHİR A	Normal	Teslim edildi
3.663.7	ISPARTAKULE ECZAN	11 - B.SEHİR A	Normal	Teslim edildi
3.673.3	LOCA ECZANESİ	11 - B.SEHİR A	Normal	Teslim edildi
3.673.3	LOCA ECZANESİ	11 - B.SEHİR A	Normal	Teslim edildi
3.673.3	SEVINC SENEL OZDE	11 - B.SEHİR A	Nobetçi	Teslim edildi
3.674.8	SELİN ECZANESİ	11 - B.SEHİR A	Normal	Teslim edildi
3.663.7	PHARMALIZ ECZANE	11 - B.SEHİR A	Normal E-T	Teslim edildi
3.667.0	İREM GUCLU ECZAN	11 - B.SEHİR A	Normal	Teslim edildi
3.664.3	BİZİMEVLER ECZANE	11 - B.SEHİR A	Normal	Teslim edildi
3.670.4	BİZİMEVLER ECZANE	11 - B.SEHİR A	Acil	Teslim edildi
3.670.4	BİZİMEVLER ECZANE	11 - B.SEHİR A	Normal	Teslim edildi
3.671.9	ECZANE AKBATI	11 - B.SEHİR A	Normal	Teslim edildi
3.671.9	ECZANE AKBATI	11 - B.SEHİR A	Acil	Teslim edildi
3.671.9	İREM GUCLU ECZAN	11 - B.SEHİR A	Normal	Teslim edildi
3.671.9	ECZANE AKBATI	11 - B.SEHİR A	Acil	Teslim edildi
3.664.6	PHARMALIZ ECZANE	11 - B.SEHİR A	Normal	Teslim edildi
3.664.6	ECZANE AKBATI	11 - B.SEHİR A	Normal	Teslim edildi
3.664.6	ECZANE AKBATI	11 - B.SEHİR A	Normal	Teslim edildi
3.664.6	VADITEPE ECZANESİ	11 - B.SEHİR A	Normal E-T	Teslim edildi
3.664.6	SELALE ECZANESİ	11 - B.SEHİR A	Normal	Teslim edildi
3.670.6	BİZİMEVLER ECZANE	11 - B.SEHİR A	Normal	Teslim edildi
3.676.0	BAHCESEHIR PARK E	11 - B.SEHİR A	Normal	Teslim edildi
3.676.0	ELIT ECZANESİ	11 - B.SEHİR A	Normal	Teslim edildi

Şekil 6.15. Sevkiyata başlamış bir servis.

ServiceManager uygulaması tarafında aktif olan bir servisin görüntüsünü Şekil 6.15’de görülmektedir. Servis aracında bulunan 674 paketin 672 tanesinin teslim edildiği görülmektedir. Araç nerde butonu ile servisteki aracın ve sevkiyatın durumunu gösteren bir harita açılmaktadır. Şekil 6.16’da görüldüğü gibi teslim edilen müşterilerin marker renkleri yeşil olarak gösterilmektedir.

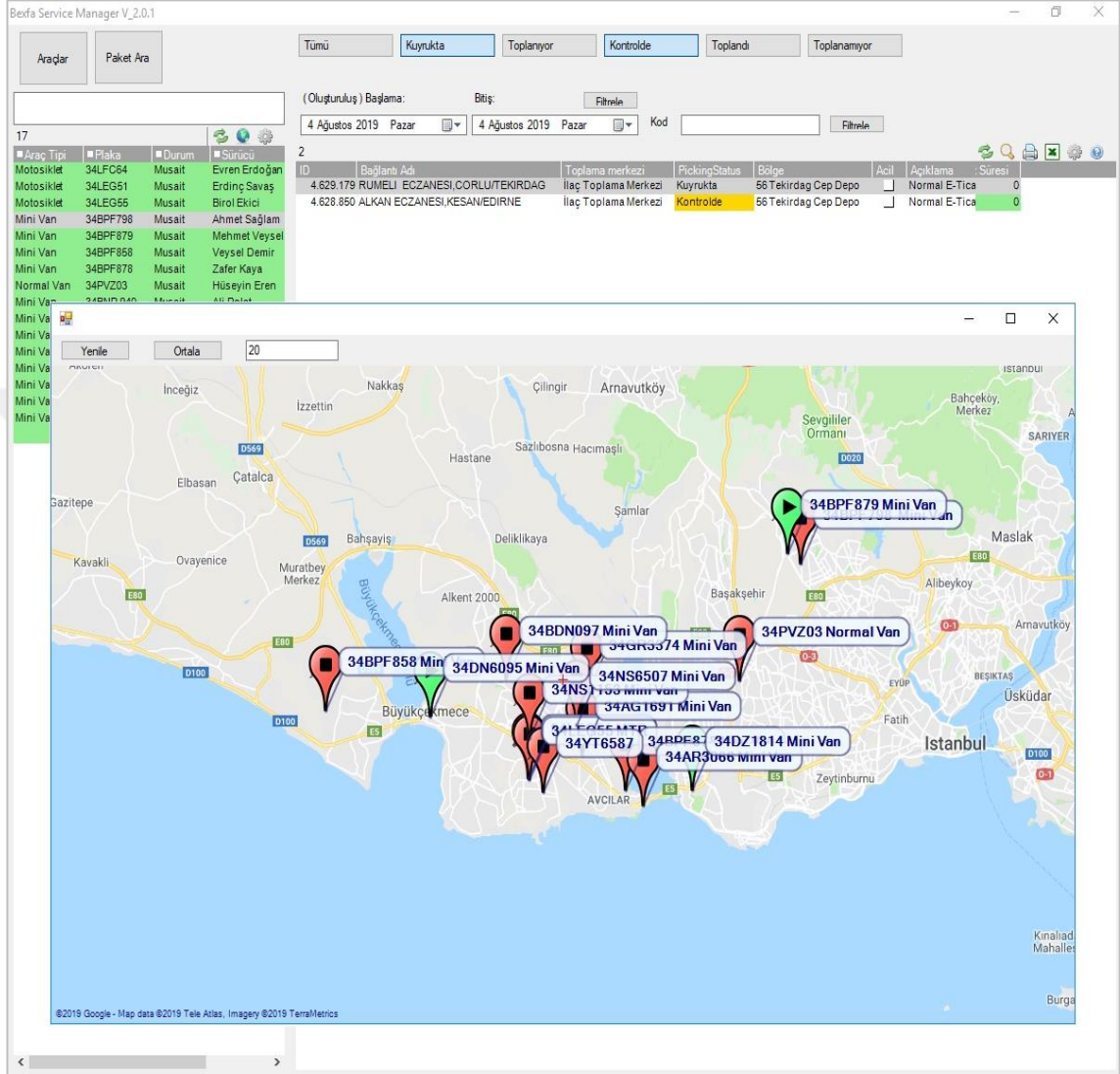
The screenshot shows the Bexfa Service Manager V\_2.0.1 application. The top navigation bar includes buttons for 'Araçlar', 'Paket Ara', and a filter menu with options: 'Tümü', 'Kuyrukta', 'Toplanıyor', 'Kontrolde', 'Toplandı', and 'Toplanamıyor'. Below the navigation bar, there are input fields for '(Oluşturuluş) Başlangıç:' and 'Bitiş:' with date pickers set to '4 Ağustos 2019 Pazar'. A 'Filtrele' button is next to these fields. A table displays a list of vehicles with columns: Araç Tipi, Plaka, Durum, Sürücü, ID, Bağlantı Adı, Toplama merkezi, PickingsStatus, Bölge, Acil, Açıklama, Fatura durumu, and IsEntry. The table shows several vehicles, with the first one having a status of 'Kontrolde'. Below the table, there is a map showing the location of the service area, 'HAN ECZANESİ, BAHCESEHİR / İSTANBUL AVRUPA'. The map displays several green markers indicating the locations of the vehicles. The interface also includes buttons for 'Servisi Bitir' and 'Araç Nerde'.

Şekil 6.16. Servis durumu gösteren harita.

Paketlerin teslimatlarını araç takip sistemi tarafından otomatik olarak yapılmaktadır. Sevkiyata başlayan araç için serviste bulunan adreslere teslim durumlarını kontrol etmesi için otomatik kurallar ve aksiyonlar eklenmektedir.

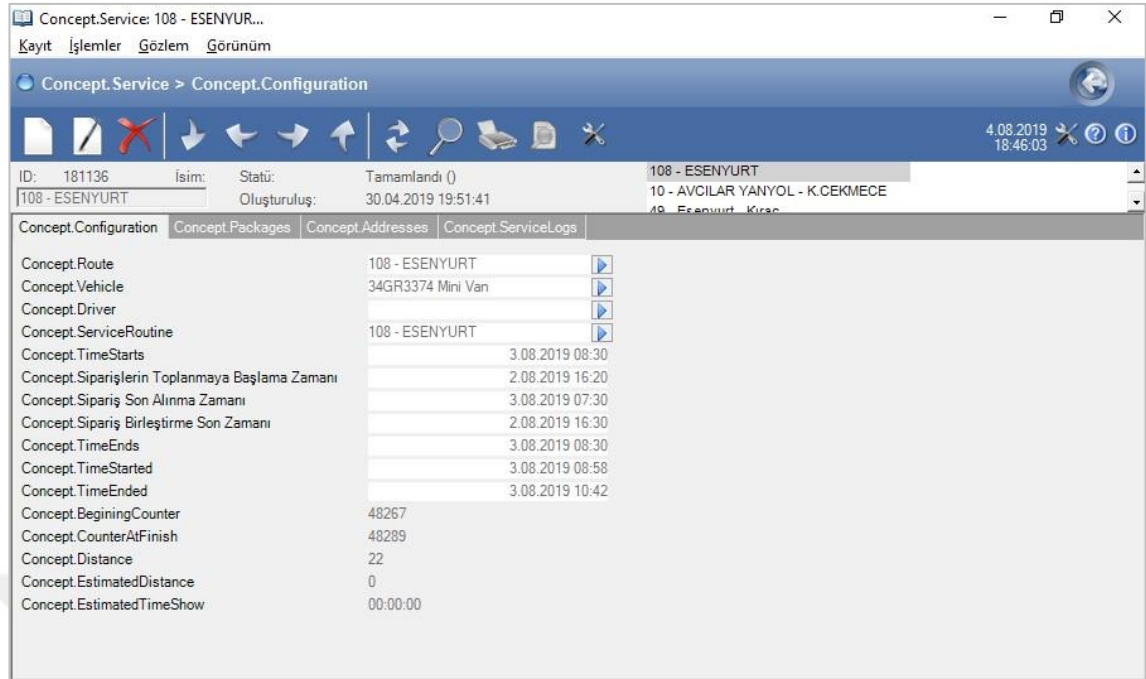
Şekil 6.17’de görüldüğü gibi ServiceManager uygulaması tarafında tüm araçların konumlarının gösterilmesi sağlanır. Yeşil marker olanlar hareket halinde olan araçları

ifade etmektedir. Kırmızı olanlar ise araçların kontaklarının kapalı olduğunu ifade etmektedir.



Şekil 6.17. ServiceManager üzerinde tüm araçların konumu.

TrackerManager uygulamasından önce sevkiyat işlemlerini yapan servis bilgileri eksik kalmaktaydı. Yapılan geliştirmelerden sonra, araç takip sistemi tarafından sevkiyat yapan servis için veriler sağlamaktadır. Şekil 6.18’de görülen tamamlanmış servis için başlama, bitiş saat, aracın yaptığı toplam mesafeler görülmektedir. 1 saat 40 dakika sürmüş olan sevkiyat için 22km yol yapıldığı bilgileri görülmüştür.



**Şekil 6.18.** Sevkiyatını tamamlamış servis.

Araç takip sistemine tanımlanan kurallar ile otomatik olarak paket teslimatı yaptığını belirtmiştik. Tamamlanmış olan servis için Şekil 6.19'da görüldüğü gibi paketlerin sevkiyat durumlarını teslim edildi olarak set edilmekte ve teslimat saatinin de aracın müşteriye ulaştığı zaman olarak otomatik set edilmesi sağlanmıştır.

Concept.Service: 108 - ESENYURT...

Kayıt İşlemler Gözlem Görünüm

Concept.Service > Concept.Packages

108 - ESENYURT  
10 - AVCILAR YANYOL - K.CEKMECE  
49 - ESENYURT

ID: 181136 İsim: 108 - ESENYURT Statü: Tamamlandı (0) Oluşturuldu: 30.04.2019 19:51:41

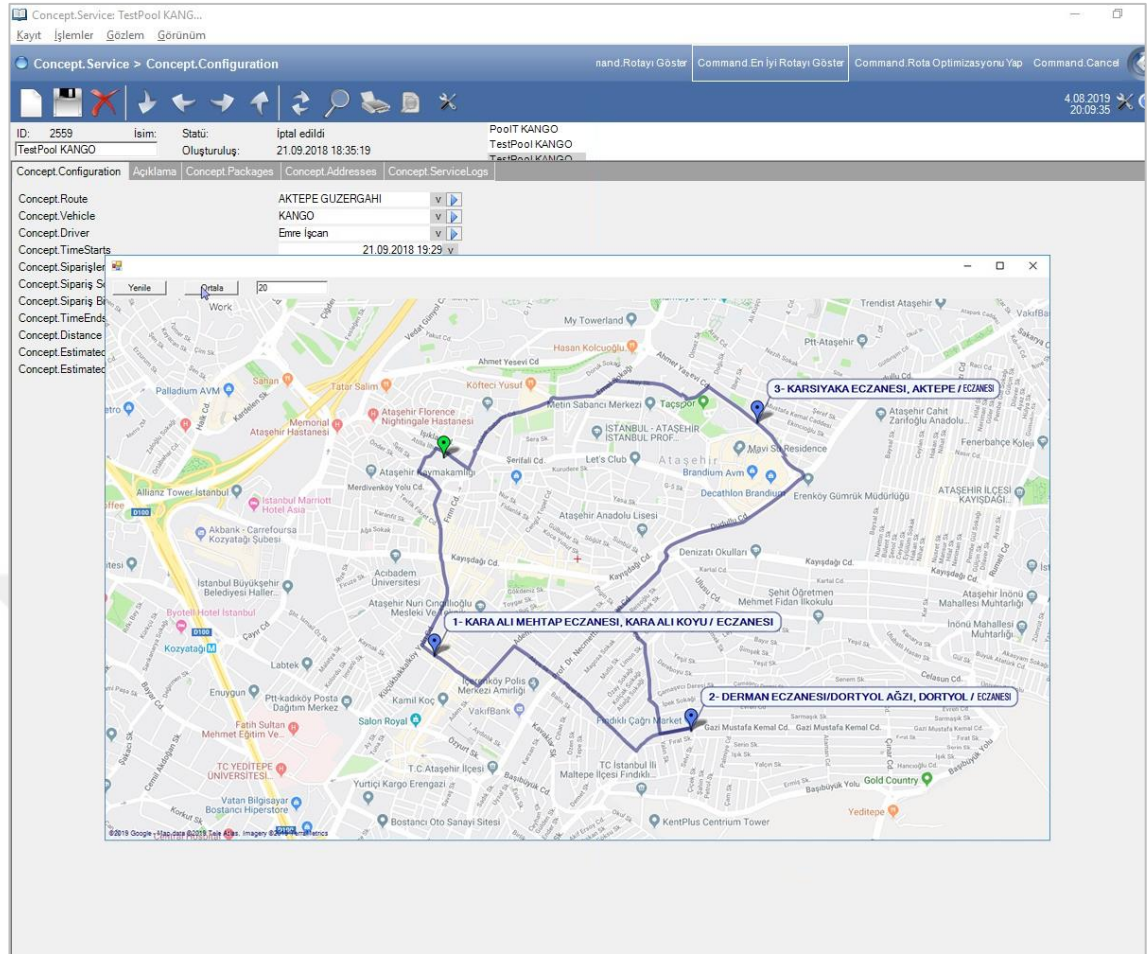
Concept.Configuration Concept.Packages Concept.Addresses Concept.ServiceLogs

Concept.Code  Filtrele

ID	Link/Diğer/Name	Shipping/Method/Text	Statü	Departure/Time	Delivery/Time	Shipment/Status	Açıklama	İt
4.625.654	CICEK ECZANESİ,ESENYURT/İSTANBUL AVRUPA	Normal	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 09:08:08	Teslim edildi	Normal	
4.625.664	AVCILAR DERVA ECZANESİ,AVCILAR/İSTANBUL AVRUPA	Normal	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 09:57:13	Teslim edildi	Normal	
4.625.681	BALIKYOLU ECZANESİ,ESENYURT/İSTANBUL AVRUPA	Normal	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 09:30:22	Teslim edildi	Normal	
4.625.731	BALIKYOLU ECZANESİ,ESENYURT/İSTANBUL AVRUPA	Normal	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 09:30:22	Teslim edildi	Normal	
4.625.491	ARDIÇLI ECZANESİ,ESENYURT/İSTANBUL AVRUPA	Normal	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 09:24:01	Teslim edildi	Normal	
4.625.818	ECZANE KARAHASAN,ESENYURT/İSTANBUL AVRUPA	Normal E-Ticaret:	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 10:09:38	Teslim edildi	Normal	
4.625.823	AVNUR ECZANESİ,AVCILAR/İSTANBUL AVRUPA	Normal	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 09:45:52	Teslim edildi	Normal	
4.625.685	CICEK ECZANESİ,ESENYURT/İSTANBUL AVRUPA	Normal	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 09:08:09	Teslim edildi	Normal	
4.625.914	DORUK ECZANESİ,ESENYURT/İSTANBUL AVRUPA	Normal E-Ticaret:	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 09:30:21	Teslim edildi	Normal	
4.625.916	DORUK ECZANESİ,ESENYURT/İSTANBUL AVRUPA	Normal E-Ticaret:	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 09:30:21	Teslim edildi	Normal	
4.625.931	AVCILAR DERVA ECZANESİ,AVCILAR/İSTANBUL AVRUPA	Normal	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 09:57:14	Teslim edildi	Normal	
4.625.901	AVNUR ECZANESİ,AVCILAR/İSTANBUL AVRUPA	Normal	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 09:45:52	Teslim edildi	Normal	
4.625.013	DEVİRAN ECZANESİ,ESENYURT/İSTANBUL AVRUPA	Normal	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 09:05:08	Teslim edildi	Normal	
4.625.049	AVNUR ECZANESİ,AVCILAR/İSTANBUL AVRUPA	Normal	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 09:45:52	Teslim edildi	Normal	
4.625.059	MEVLANA ECZANESİ,ESENYURT/İSTANBUL AVRUPA	Normal	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 10:09:37	Teslim edildi	Normal	
4.625.143	ECZANE KARAHASAN,ESENYURT/İSTANBUL AVRUPA	Normal	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 10:09:38	Teslim edildi	Normal	
4.625.989	HACETTEPE ECZANESİ,ESENYURT/İSTANBUL AVRUPA	Normal	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 09:12:33	Teslim edildi	Normal	
4.625.990	HACETTEPE ECZANESİ,ESENYURT/İSTANBUL AVRUPA	Normal	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 09:12:33	Teslim edildi	Normal	
4.625.152	AVCILAR DERVA ECZANESİ,AVCILAR/İSTANBUL AVRUPA	Normal	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 09:57:14	Teslim edildi	Normal	
4.625.180	CICEK ECZANESİ,ESENYURT/İSTANBUL AVRUPA	Normal	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 09:08:09	Teslim edildi	Normal	
4.625.190	HACETTEPE ECZANESİ,ESENYURT/İSTANBUL AVRUPA	Normal	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 09:12:33	Teslim edildi	Normal	
4.627.039	AVNUR ECZANESİ,AVCILAR/İSTANBUL AVRUPA	Normal	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 09:45:52	Teslim edildi	Normal	
4.625.260	ECZANE İSTANBUL GUNES,ESENYURT/İSTANBUL AVRUPA	Normal	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 09:56:33	Teslim edildi	Normal	
4.627.223	DORUK ECZANESİ,ESENYURT/İSTANBUL AVRUPA	Normal E-Ticaret:	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 09:30:22	Teslim edildi	Normal	
4.625.645	YESİLKENT ECZANESİ,ESENYURT/İSTANBUL AVRUPA	Normal	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 09:51:41	Teslim edildi	Normal	
4.625.469	CICEK ECZANESİ,ESENYURT/İSTANBUL AVRUPA	Nobetci	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 09:08:09	Teslim edildi	Nobetci	
4.625.370	ARDIÇLI ECZANESİ,ESENYURT/İSTANBUL AVRUPA	Normal	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 09:24:01	Teslim edildi	Normal	
4.625.371	ARDIÇLI ECZANESİ,ESENYURT/İSTANBUL AVRUPA	Normal	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 09:24:01	Teslim edildi	Normal	
4.625.372	ARDIÇLI ECZANESİ,ESENYURT/İSTANBUL AVRUPA	Normal	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 09:24:01	Teslim edildi	Normal	
4.625.373	ARDIÇLI ECZANESİ,ESENYURT/İSTANBUL AVRUPA	Normal	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 09:24:01	Teslim edildi	Normal	
4.625.970	AVNUR ECZANESİ,AVCILAR/İSTANBUL AVRUPA	Normal	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 09:45:52	Teslim edildi	Normal	
4.625.451	ECZANE KARAHASAN,ESENYURT/İSTANBUL AVRUPA	Normal	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 10:09:38	Teslim edildi	Normal	
4.627.185	AVCILAR DERVA ECZANESİ,AVCILAR/İSTANBUL AVRUPA	Normal E-Ticaret:	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 09:57:14	Teslim edildi	Normal	
4.627.187	AVCILAR DERVA ECZANESİ,AVCILAR/İSTANBUL AVRUPA	Normal E-Ticaret:	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 09:57:14	Teslim edildi	Normal	
4.627.189	AVCILAR DERVA ECZANESİ,AVCILAR/İSTANBUL AVRUPA	Normal E-Ticaret:	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 09:57:15	Teslim edildi	Normal	
4.625.383	ARDIÇLI ECZANESİ,ESENYURT/İSTANBUL AVRUPA	Normal E-Ticaret:	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 09:24:01	Teslim edildi	Normal	
4.627.035	YESİLKENT ECZANESİ,ESENYURT/İSTANBUL AVRUPA	Normal	İptal edildi			Servise atandı	Normal	
4.627.235	ARAS ECZANESİ,ESENYURT/İSTANBUL AVRUPA	Normal E-Ticaret:	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 09:16:24	Teslim edildi	Normal	
4.627.236	ARAS ECZANESİ,ESENYURT/İSTANBUL AVRUPA	Normal E-Ticaret:	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 09:16:24	Teslim edildi	Normal	
4.625.918	DORUK ECZANESİ,ESENYURT/İSTANBUL AVRUPA	Normal E-Ticaret:	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 09:30:22	Teslim edildi	Normal	
4.625.999	DORUK ECZANESİ,ESENYURT/İSTANBUL AVRUPA	Normal E-Ticaret:	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 09:30:22	Teslim edildi	Normal	
4.625.021	AVNUR ECZANESİ,AVCILAR/İSTANBUL AVRUPA	Normal	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 09:45:53	Teslim edildi	Normal	
4.625.135	AVNUR ECZANESİ,AVCILAR/İSTANBUL AVRUPA	Normal	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 09:45:53	Teslim edildi	Normal	
4.625.176	BALIKYOLU ECZANESİ,ESENYURT/İSTANBUL AVRUPA	Normal	Hazır	03.08.2019 08:58:28	03.08.2019 09:30:22	Teslim edildi	Normal	

Şekil 6.19. Servis paketleri.

Sevkiyatı gerçekleştirecek araç için en iyi rotalama işlemi de yapmak mümkün olmaktadır. Şekil 6.20’de belirtilen sevkiyat formunda bulunan “En İyi Rotayı Göster” butonu ile aracın gitmesi gereken müşterler için karınca algoritması optimizasyonu ile en iyi rota oluşturulmaktadır. Sevkiyat depodan başlar, araçta bulunan ürünlerin gitmesi gereken tüm noktalara uğraması gerekmektedir. Son ürün teslim edildikten sonra sevkiyat işlemi aracın tekrar depoya dönmesi ile tamamlanmış olmaktadır. Harita üzerinde yeşil renk marker depoyu, mavi renkli markerler ise müşterileri göstermektedir.



Şekil 6.20. En iyi rotayı göster.

Çizelge 6.2. En iyi rota hesaplamasının yapıldığı fonksiyon.

```

Public Function CalculateBestRoute(Service As Service) As Boolean
    If Service.Addresses.Count > 1 Then
        Dim tm = Service.TransportationManager
        Dim Addresses As ServiceAddressCollection = Service.Addresses
        Dim RouteMap As RouteManager.Route = New RouteManager.Route
        Dim AdresTable As New Hashtable
        RouteMap.AddCity(tm.Latitude, tm.Longitude, -1, tm.Name)
        For i As Integer = 0 To Addresses.Count - 1
            RouteMap.AddCity(Addresses(i).Latitude, Addresses(i).Longitude,
                Addresses(i).ID, Addresses(i).Name)
        Next
        If AdresTable.Count > 1 Then
            Dim w As RouteManager.World = RouteMap.ConstructTsp()
            Dim best_tour = w.FindTour()
            Dim SortNumber As Integer = 1
            Dim AdresTime As Double = 0
            For Each City As RouteManager.City In best_tour
                If City.ID > -1 Then
                    Dim Adres As ServiceAddress = AdresTable(City.ID)
                    Adres.Sort = SortNumber
                    Adres.Save(False, False)
                    SortNumber += 1
                End If
            Next
        End If
    End If
End Function

```



```
        End If
    Next
    Service.EstimatedDistance = w.BestDistance
    Service.EstimatedTime = w.BestTime
    Service.Save(False, False)
    Return True
Else
    Return False
End If
Else
    Return False
End If
End Function
```

En uygun rota hesaplanırken karınca kolonisi algoritması kullanılmıştır. Müşterilere ait konum bilgileri ile tüm müşteriler arasındaki mesafeler açık kod kaynaklı harita hizmeti sağlayan web service den alınması sağlanmıştır.

Uygulamalarımızı geliştirmek için Visual Studio 2015 yazılım geliştirme programı kullanılmıştır. ERP'nin sevkiyat yönetimi bölümünün fiziksel dağıtım kısmını araç takip sistemi ile geliştirilip ve yönetilmesi sağlanmak için geliştirilmiştir.

## 7. SONUÇ

Teknolojideki hızlı gelişmeler, son yıllarda artan rekabet koşulları ve ürün ömrünün kısalması, şirketlerin sevkiyat faaliyet yönetimini yeniden gözden geçirmelerini sağlamıştır. Küreselleşme sonucunda, lojistik faaliyetlerin niteliği ve niceliğindeki değişikliklerden dolayı sevkiyat faaliyetlerin maliyetleri artmıştır. Sevkiyat faaliyetler üzerine yapılan araştırmalara göre, işletmelerdeki fiziksel dağıtım maliyetleri satışların %30 civarına ulaşabiliyor. Bu sebepten dolayı sevkiyat faaliyetlerini ve maliyetlerini yönetmek ve kontrol etmek gerekmektedir. Sevkiyatın önemli bir kısmı fiziki dağıtım olduğu için bu sürecin de yönetilmesi zorunluluğu oluşmaktadır.

Uygun bir dağıtım planı oluşturarak sağlanır. Dağıtım faaliyetlerinin uygulanmasındaki en önemli nokta, müşteri gereksinimlerini tam olarak karşılayan optimum bir dağıtım planının oluşturulmasıdır. Optimum araç montajı ve güzergahı bu planın en önemli yönlerinden biridir. Uygun kapasiteye sahip araçlar müşteri noktalarına en kısa mesafe ve en kısa sürede ulaşır, böylece toplam dağıtım maliyetleri düşer. Aynı zamanda şirketin hizmet kalitesini ve rekabet koşullarını iyileştirmede daha avantajlı bir pozisyon kazanmasını sağlayacaktır.

Sevkiyat sektöründe bilgi teknolojilerinin kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Ticari operasyonlarda ve uygulamalarda donanım, yazılım ürünleri ve bilgi sistemlerinin kullanımının artması kaçınılmaz hale geldiği görülmüştür. Böyle teknoloji uygulamalarının temel amacı, etkileşimin her alanında hızlı bilgi alışverişini sağlamak, işletmeler ve çalışanlar arasında iletişimi artırmak, pazar payını artırmak, müşteri ilişkilerini geliştirmek, tedarik ve dağıtım sistemleriyle bütünleşmek, arttırmaktır. verimlilik ve maliyet tasarrufu mümkün kılmaktır.

Uygulama için öncelikle genetik algoritması kullanılmıştır, düğüm sayısı arttığında optimizasyon çözüm süresi daha fazla uzadığı gözlemlenmiştir. Bundan dolayı genetik algoritmasından daha hızlı çözüm sağlayan karınca kolonisi algoritması kullanılmıştır. Karınca kolonisi algoritması ile hesaplanan en iyi rota bilgisi kaydedilmiştir. Yapılan uygulama ile her araç için tamamladıkları sevkiyatın değerlendirmesi otomatik olarak yapılması sağlanmıştır. Değerlendirmesi olumsuz olan sevkiyatlar sistem üzerinden belirlenmekte ve aynı zamanda otomatik olarak yöneticilere e-posta olarak bilgi verilmesi sağlanmıştır. Değerlendirmesi olumsuz olan sevkiyatlar incelendiğinde, sürücülerin sevkiyat anında sevkiyat araçlarını kişisel ihtiyaçları için

kullandıkları tespit edilmiştir. Araç sürücülerinin takip, denetleme ve performans değerlendirmesi mümkün olmuştur. Yakıt tüketiminde büyük oranda düşüş gözlemlenmiştir. Bununla birlikte sevkiyat maliyetlerinde tasarruf sağlanmıştır. Araç takip sisteminin rotalama probleminde kullanımı ile sevkiyat süreleri kısaltılmış, toplam yakıt tüketimlerinde azalma görülmüş, sevkiyat yapan personellerin performans değerlendirmeleri raporlanmış, ecza deposu ve eczaneler arasındaki iletişim problemleri büyük oranda çözüme ulaştırılmıştır.

Uygulama kullanıldıktan sonra, sistemin sağladığı avantajlar şu şekilde sıralayabiliriz:

- Her sevkiyatını tamamlayan aracın sevkiyat süresini ve sevkiyatta yaptığı mesafeyi ölçmemizi sağlamıştır
- Gün içerisinde hangi saatler arasında sevkiyat yapıldığı bilgisine ulaşılabilmektedir.
- Sevkiyatta çalışan personellerin performans değerlendirmesi sağlanmıştır.
- Sevkiyat süreleri kayıt altına alınmaya başlanmıştır.
- Toplam yakıt giderlerinde düşüş sağlanmıştır.
- Araçların güvenliği sağlanmıştır.
- Fiziki dağıtım bölümünün izlenmesi sağlanmıştır.
- Müşteri ile şirket arasındaki iletişim problemlerinde büyük ölçüde başarı sağlanmıştır.
- Rotalama ile sevkiyat süresinde kısalma sağlanmıştır.
- Şirket içerisinde koordinasyon artmıştır
- İzin verilen müşterilerin siparişlerini hangi konum da olduğuna ulaşabilmelerini sağlamıştır.
- Müşterilerin firmaya karşı güveni artmıştır.

## KAYNAKLAR

- Cura, T. (2008). *Modern Sezgisel Teknikler Ve Uygulamaları*. İstanbul: Papatya Yayıncılık Eğitim.
- Çalışkan, K. (2011). *Karınca Kolonisi Optimizasyonu ile Araç Rotalama Probleminin Maliyetlerinin Kümeleme Tekniği ile İyileştirilmesi*. Y. Lisans Tezi, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Dikmen, H., Dikmen, H., Elbir, A., Eksi, Z., & Çelik, F. (2014). *Gezgin satıcı probleminin karınca kolonisi ve genetik algoritmalarla eniyilemesi ve karşılaştırılması*. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 18(1), 8-13.
- Dorigo, M., Birattari, M. & Stützle, T., (2006), *Ant Colony Optimization: Artificial Ants As A Computational Intelligence Technique*, Ieee Computational Intelligence Magazine, 1(4):28-39.
- Er, H.R., & Erdoğan, N. (2013). Parallel Genetic Algorithm to Solve Traveling Salesman Problem on MapReduce Framework using Hadoop Cluster, *Jscse*, 3 (3), 380–386
- Erol, V., (2006). Araç Rotalama Problemleri İçin Popülasyon ve Komşuluk Tabanlı Metasezgisel Bir Algoritmanın Tasarımı ve Uygulaması, Yıldız Teknik Üniversitesi, Sistem Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi, Sabancı Kütüphanesi, İstanbul.
- Fisher, M. L., Jörnsten, K. O., & Madsen, O. B. (1997). Vehicle routing with time windows: Two optimization algorithms. *Operations research*, 45(3), 488-492.
- Dantzig, G. B., & Ramser, J. H. (1959). The truck dispatching problem. *Management science*, 6(1), 80-91.
- Gendreau, M., Guertin, F., Potvin, J. Y., & Taillard, E. (1999). Parallel tabu search for real-time vehicle routing and dispatching. *Transportation science*, 33(4), 381-390.
- Güden, H., Vakvak, B., Özkan, B. E., Altıparmak, F., & Dengiz, B. (2005), Genel Amaçlı Arama Algoritmaları ile Benzetim En İyilemesi: En İyi Kanban Sayısının Bulunması, *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 16(1), 2-15.
- Ikram, S., & Shah, F. T. (2007). Vehicle Tracking System using GPRS. WIT Transactions on The Built Environment, 96.
- Jang, J. S. R. (1997). Neuro-Fuzzy and Soft Computing: A Computational Approach to Learning and Machine Intelligence, Chapter 7: Derivative-Free Optimization, Prentice-Hall, s. 173-196, USA.

- Keçeci B., (2014), *Heterojen eş-zamanlı topla-dağıt araç rotalama problemi için matematiksel modeller ve sezgisel yaklaşımlar*. Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi
- Keskintürk T., (2009). *Araç Rotalama Problemlerinin Global Karınca Koloni Optimizasyonu İle Çözümü*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi
- Kuzu, S., Önay, O., Şen, U., Tunçer, M., Yıldırım, B., & Keskintürk, T. (2014). Gezgin satıcı problemlerinin metasezgiseller ile çözümü. İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, 43(1), 1-27.
- Laporte, G., (1992). The Vehicle Routing Problem: An Overview Of Exact And Approximate Algorithms. *European Journal Of Operational Research* 59, 345-358.
- Manjeshwar, P. K., Damodaran, P., & Srihari, K. (2009). Minimizing makespan in a flow shop with two batch-processing machines using simulated annealing. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 25(3), 667-679.
- Gökalp O., (2012). *Karınca Kolonisi Eniyilemesi Algoritmaları İçin Çaprazlama Yöntemleri Geliştirilmesi*. Y.Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir
- Poli, R., Kennedy, J., & Blackwell, T. (2007). Particle swarm optimization. *Swarm intelligence*, 1(1), 33-57.
- Rochat Y., & Taillard E.D. (1995). Probabilistic Diversification and Intensification in Local Search for Vehicle Routing. *Journal of Heuristics*, 1(1), 147-167.
- Stützle, T. & Hoos, H.H., (2000). Max-Min Ant System, *Future Generation Computer Systems*, 16:889-914.
- Şahin, Y., & Eroğlu, A., (2014). Kapasite Kısıtlı Araç Rotalama Problemi İçin Metasezgisel Yöntemler: Bilimsel Yazın Taraması. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19(4), 337-355.
- Taillard E.D., (1993). Parallel Iterative Search Methods for Vehicle Routing Problem. *Networks*, 23(8), 661-673.
- Trelea, I. C. (2003). The particle swarm optimization algorithm: convergence analysis and parameter selection. *Information processing letters*, 85(6), 317-325.
- Van Breedam, A. (2001). Comparing descent heuristics and metaheuristics for the vehicle routing problem. *Computers & Operations Research*, 28(4), 289-315.
- Yıldırımhan, M. (2003). *Yapay Sinir Ağları Ve Gezgin Satıcı Problemine Uygulanmaları*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

## ÖZ GEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Ali Osman ARVASI  
Doğum Yeri ve Tarihi : Van – 15.04.1989



### Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği  
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

### İş Deneyimi

Stajlar : Hedef Alliance Holding A.Ş. - Bilecik Belediyesi  
Projeler : RouteManager, TrackerManager, ContentManager,  
TaskManager  
Çalıştığı Kurumlar : İstanbul Arel Üniversitesi – Öğretim Görevlisi  
: Sarvem – Kıdemli Yazılım Geliştirme Uzmanı  
Bexfa – Yazılım Geliştirme Uzmanı

### İletişim

E-Posta Adresi : aliosmanarvasi@arel.edu.tr

### Akademik Çalışmaları

- 4. Uluslararası Mühendislik Mimarlık ve Tasarım Kongresi – İstanbul  
Ecza Depoları İçin Araç Rotalama Problemlerinde Araç Takip Sistemin  
Kullanımı

**Tarih:23/08/2019**