

GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ * SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İŞLETME ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**EVDE SAĞLIK HİZMETLERİ ARAÇ ROTALAMA PROBLEMİ İÇİN
UYGULAMA TASARIMI ÖNERİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gökhan ÇAYBAŞI

HAZİRAN-2019

GÜMÜŞHANE



GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ * SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İŞLETME ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**EVDE SAĞLIK HİZMETLERİ ARAÇ ROTALAMA PROBLEMİ İÇİN
UYGULAMA TASARIMI ÖNERİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gökhan ÇAYBAŞI

Tez Danışmanı: Doç. Dr. İskender PEKER

HAZİRAN-2019

GÜMÜŞHANE

KABUL ve ONAY

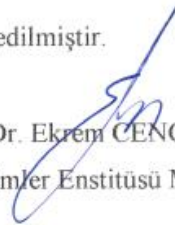
Doç. Dr. İskender PEKER danışmanlığında **Gökhan ÇAYBAŞI** tarafından hazırlanan “**EVDE SAĞLIK HİZMETLERİ ARAÇ ROTALAMA PROBLEMİ İÇİN UYGULAMA TASARIMI ÖNERİSİ**” isimli bu çalışma jürimiz tarafından Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü **İşletme** Anabilim Dalı’ nda 24/06/2019 tarihinde Yüksek Lisans Tezi olarak Oy Birliği ile kabul edilmiştir.


Prof. Dr. Bırdogan BAKI (BAŞKAN)


Doç. Dr. İskender PEKER (DANIŞMAN)


Prof. Dr. Ekrem CENGİZ (ÜYE)

Bu tez/...../..... tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca kabul edilmiştir.


Prof. Dr. Ekrem CENGİZ
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürü

BİLDİRİM

Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlamış olduğum “Evde Sağlık Hizmetleri Araç Rotalama Problemi İçin Uygulama Tasarımı Önerisi” isimli bu çalışmanın, tamamen kendi çalışmam olduğunu, her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve alıntı yaptığım tüm çalışmaların kaynakçada yer aldığını taahhüt eder, tezimin kâğıt ve elektronik kopyalarının Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü arşivlerinde aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım.

Lisansüstü Eğitim-Öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

<input checked="" type="checkbox"/>	Tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.
<input type="checkbox"/>	Tezim sadece Gümüşhane Üniversitesi yerleşkelerinden erişime açılabilir.
<input type="checkbox"/>	Tezimin yıl süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.

24/06/2016

Gökhan ÇAYBAŞI

ÖNSÖZ

Tez çalışmam süresince çok değerli görüş ve önerilerini hiçbir zaman esirgemeyen, her zaman yüksek bir motivasyon ile tezimi destekleyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. İskender PEKER'e sonsuz teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca saat gözetmeksizin desteklerini sunmaktan çekinmeyen çok kıymetli arkadaşım Öğr. Gör.Yaşar CEYLAN'a sonsuz teşekkür ederim.

Akademik disiplini ile bizlere her zaman yol gösteren, desteklerini her daim samimiyetle hissettiğimiz Prof. Dr. İbrahim ÖZBAY'a sonsuz teşekkür ederim.

Çalışmanın her aşamasında sunduğu eksiksiz desteklerinden ve gerçek veriler üzerinden çalışma yapılmasını sağlayan Erzincan İl Sağlık Müdürü Dr. Öğretim Üyesi Erkan HİRİK'e teşekkür ederim.

Erzincan Evde Sağlık Hizmetleri Birim Sorumlusu Ahmet Serdar KARAĞAÇ ve ESH Ekibine çalışmadaki sabrı ve güler yüzlerinden dolayı teşekkürü bir borç bilirim.

Gümüşhane-2019

Gökhan ÇAYBAŞI

ÖZET

[ÇAYBAŞI, Gökhan]. Evde Sağlık Hizmetleri Araç Rotalama Problemi İçin Uygulama Tasarımı Önerisi, Yüksek Lisans Tezi, 2019,(XV+54 Sayfa).

Evde sağlık hizmeti birçok ülkede olduğu gibi Türkiye’de de yeni yapılanmaya başlamış olan kamusal bir sağlık hizmetidir. Nüfusun yaşlanması, kronik hastalıklar ve sakatlanmalar, sağlık hizmetlerine talebin artmasına neden olmuştur. Artan taleple birlikte sağlık hizmetlerinin maliyetlerinin artması evde sağlık hizmetlerine olan ihtiyacı ön plana çıkarmıştır.

Bu çalışmada İl Sağlık Müdürlüğü ile birlikte yürütülen çalışma kapsamında, Erzincan ili Evde Sağlık Hizmetleri biriminin bir haftalık gerçek ve mevcut rotaları incelenmiştir. Birimin mevcut rotaları sezgisel çözüm algoritması grubunda yer alan en yakın komşu (k-nearest neighbor) algoritması temel alınarak Java ve Php dilleri ile kodlanmıştır. Çalışma kapsamında web tabanlı görsel bir uygulama geliştirilmiştir. Geliştirilen bu görsel uygulama sayesinde birimin hangi sıra ile hasta ziyaretlerini gerçekleştireceği belirlenmiş ve hasta ile ilgili tüm işlemleri hasta başında yapabilmesine olanak sağlayan bir uygulama tasarımı önerilmiştir.

Geliştirilen yazılım ile birimin rotalarının yeniden belirlenmesi sonucu mevcut duruma göre hem daha az mesafe ile turun tamamlanabileceği hem de personel iş gücünden tasarruf edilebileceği, dolayısıyla hastalara ayrılan hizmet süresinin ve kalitesinin artabileceği gözlenmiştir.

Çalışma ilgili literatüre sezgisel bir çözüm algoritması kullanılarak dinamik rotaların otomatik olarak belirlenmesi ve kullanıcıya rotanın görsel çıktısının sunulması açısından katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Evde Sağlık Hizmetleri, Evde Bakım Hizmetleri, Araç Rotalama Problemleri, ARP, VRP

ABSTRACT

[ÇAYBAŞI, Gökhan]. Application Design Proposal for Home Health Services Vehicle Routing Problem, Thesis of Master Degree, 2019, (XV+54 Page).

A home health service as in many countries as well as Turkey is a public health service which has been newly started. Aging of the population, chronic diseases and disability has caused the demand for health services to increase. The increasing demand and health care costs have increased the need for home health services.

In this study, one week actual and existing routes of Erzincan Home Health Care Unit were investigated within the scope of the study carried out with the Provincial Health Directorate. The current routes of the unit are coded in Java and Php languages based on the k-nearest neighbor algorithm in the heuristic solution algorithm group. A web based visual application was developed within the scope of the study. Thanks to this visual application, the order in which the unit will perform patient visits is determined and an application design has been proposed which allows performing all operations related to the patient at the presence of the patient.

As a result of the re-determination of the routes of the unit with the developed software, it was observed that the tour could be completed with less distance and the personnel labor force could be saved, thus the increasing in the service time and quality allocated to the patients is observed.

It is thought that the study will contribute to the relevant literature in terms of automatic determination of dynamic routes by using a heuristic solution algorithm and presenting the visual output of the route to the user.

Keywords: Home Health Services, Home Care Services, Vehicle Routing Problems, VRP.

İÇİNDEKİLER

DIŞ KAPAK	
İÇ KAPAK	
KABUL VE ONAY	II
BİLDİRİM	III
ÖNSÖZ.....	IV
ÖZET.....	V
ABSTRACT	VI
İÇİNDEKİLER	VII
TABLolar LİSTESİ.....	XII
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	XIII
GRAFİKLER LİSTESİ.....	XIV
KISALTMALAR LİSTESİ.....	XV
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

1.LOJİSTİK ve SAĞLIK LOJİSTİĞİ.....	3
1.1.Lojistik Kavramı.....	3
1.1.2.Lojistik Süreçler.....	4
1.1.3.Lojistik Yönetimi	4
1.1.4.Sağlık Lojistiği.....	6

1.2.Evde Sağlık Hizmetleri.....	6
1.2.1.Evde Sağlık Hizmetlerinin Tanımı	7
1.2.2.Evde Sağlık ve Evde Bakım Hizmetlerinin Farkı.....	8
1.2.3.Evde Sağlık Hizmetlerinin Teşkilatlanması	9
1.2.4.Evde Sağlık Hizmetleri Birim Türleri ve Görevli Personel.....	10

İKİNCİ BÖLÜM

2.SAĞLIK ALANINDA ARAÇ ROTALAMA PROBLEMLERİNE İLİŞKİN LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	12
2.1.Çözüm Yöntemlerine Göre Sağlık Lojistiği Alanında Yapılan Çalışmalar	13
2.2.1.Optimal Çözüm Yöntemlerine Göre Çalışmalar	14
2.2.2.Sezgisel Çözüm Yöntemlerine Göre Çalışmalar	15
2.2.3.Meta-Sezgisel Çözüm Yöntemlerine Göre Çalışmalar.....	20
2.2.4. Diğer Çözüm Yöntemlerine Göre Çalışmalar	23

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3.ARAÇ ROTALAMA PROBLEMLERİ	26
3.1.Araç Rotalama Problem Türleri	28
3.1.1.Kısıtlarına Göre ARP	28
3.1.2.Rota Durumuna Göre ARP	30
3.1.3.Çevre ve Yol Durumuna Göre ARP	30
3.2. Araç Rotalama Problemlerine İlişkin Çözüm Yöntemleri	31
3.2.1.Sezgisel Çözüm Yaklaşımları	31
3.2.1.1.Tur Kurucu Yöntem.....	32

3.2.1.2.Tur Geliştirici Yöntem.....	32
3.2.1.3. İki Aşamalı Yöntem.....	32
3.2.2.Optimal Çözüm Yaklaşımları.....	33
3.2.2.1.Dal-Sınır Yöntemi.....	33
3.2.2.2.Kesim Düzlemi Yöntemi	33
3.2.2.3.Dinamik Programlama	33
3.2.3.Metasezgisel Çözüm Yaklaşımları	34
3.2.3.1.Tabu Arama Yöntemi	34
3.2.3.2.Tavlama Benzetimi Yöntemi	34
3.2.3.3.Karınca Kolonisi Yöntemi	35
3.2.3.4.Genetik Algoritma Yöntemi	35

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4.EVDE SAĞLIK HİZMETLERİNİN YAPISI ve İŞLEYİŞİ.....	37
4.1.Problemin Tanımı	38
4.2.En Yakın Komşu Algoritması.....	39
4.3.Web Tabanlı Görsel Araç Rotalama Yazılımı	40
4.3.1.Yazılımın Kullanımı ve Tanıtımı	40
4.3.1.1.Ana Ekran	41
4.3.1.2.Hasta Kayıt Ekranı.....	42
4.3.1.3.Doktor Randevu Oluşturma Ekranı	42
4.3.1.4.Personel Hasta Arama ve İşlem Ekranı	42
4.3.1.5.Doktor Yapılan İşlem Kontrol Ekranı	43
4.3.1.6.Tarihe Göre Rota Çizme Ekranı	43
4.4.Örnek Uygulama	43

4.4.1. Verilerin Toplanması.....	43
4.4.2. Mevcut Rotalar	44
4.4.2.1. Pazartesi	44
4.4.2.2. Salı	45
4.4.2.3. Çarşamba	45
4.4.2.4. Perşembe	46
4.4.2.5. Cuma	46
4.4.3. Yazılım İle Yeni Rotaların Oluşturulması.....	46
4.4.3.1. Pazartesi	47
4.4.3.2. Salı	47
4.4.3.3. Çarşamba	48
4.4.3.4. Perşembe	49
4.4.2.5. Cuma	49
SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	52
KAYNAKÇA	55
ÖZGEÇMİŞ.....	71
EKLER.....	72
Ek 1: Erzincan İl Sağlık Müdürlüğü Tez Çalışması İzin Talebi.....	73
Ek 2: İl Sağlık Müdürlüğünden Çalışmaya İlişkin Talepler	74
Ek 3: Erzincan İl Sağlık Müdürlüğü Tez Çalışmasına İzin Yazısı	75
Ek 4: Erzincan İl Sağlık Müdürlüğü Bilgi Paylaşım Yazısı	76
Ek 5: Hasta Kayıt Ekranı	77
Ek 6: Hasta Randevu Ekleme Ekranı.....	78
Ek 7: Rota Hesaplama Ekranı	79

Ek 8: Örnek Rota Hesaplama Ekranı	80
Ek 9: Rotanın Navigasyonda Örnek Gösterimi	81
Ek 10: K-NN Algoritmasının Kodları	82

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 4. 1. Pazartesi Günü Ziyaret Edilecek Hastalara İlişkin Bilgiler	44
Tablo 4. 2. Salı Günü Ziyaret Edilecek Hastalara İlişkin Bilgiler	45
Tablo 4. 3. Çarşamba Günü Ziyaret Edilecek Hastalara İlişkin Bilgiler	45
Tablo 4. 4. Perşembe Günü Ziyaret Edilecek Hastalara İlişkin Bilgiler	46
Tablo 4. 5. Cuma Ziyaret Edilecek Hastalara İlişkin Bilgiler	46
Tablo 4. 6. Genel Gösterim Matrisi	51

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 4. 1. Evde Sağlık Araç Rotalama Uygulaması Ana Ekran	42
Şekil 4. 2. Pazartesi Günü İçin Önerilen Rotanın Gösterimi	47
Şekil 4. 3. Salı Günü İçin Önerilen Rotanın Gösterimi.....	48
Şekil 4. 4. Çarşamba Günü İçin Önerilen Rotanın Gösterimi.....	48
Şekil 4. 5. Perşembe Günü İçin Önerilen Rotanın Gösterimi	49
Şekil 4. 6. Cuma Günü İçin Önerilen Rotanın Gösterimi	50

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 2. 1. Çözüm Yöntemlerine Göre Çalışmalar	12
Grafik 2. 2. Konularına Göre Sağlık Alanında ARP Türleri.....	13

KISALTMALAR LİSTESİ

ABD	: Amerika Bileşik Devletleri
ARP	: Araç Rotalama Problemi
CLM	: Council of Logistics Management
EBH	: Evde Bakım Hizmetleri
ESH	: Evde Sağlık Hizmetleri
GA	: Genetik Algoritma
GSP	: Gezgin Satıcı Problemi
HHC	: Home Health Care
KKARP	: Kapasite Kısıtlı Araç Rotalama Problemi
KNN	: K-Nearest Neighbor
TA	: Tabu Arama
TSP	: Travelling Salesman Problem
VRP	: Vehicle Routing Problem
WHO	: World Health Organization

GİRİŞ

Yaşlanan nüfus ile birlikte Evde Sağlık Hizmetlerine (ESH) olan talep artmıştır. Bu talebe bağlı olarak verilen (ESH)'nin kalitesi artırılarak kısıtlı kaynakların en uygun şekilde kullanılması amaç olarak benimsenmiştir.

Son yıllarda Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde ESH etkin olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu doğrultuda kronik rahatsızlıkları olan ve hastaneye nakli zor olan hastalara, hastaların ikamet ettikleri adreslerde sağlık hizmetlerinin verilmesi amaçlanmıştır. Sağlık alanında büyüyen ve gelişen bir alan olan ESH'nin ulaşım masraflarının optimal seviyelere getirilmesi, hasta memnuniyetinin artırılması, yönlendirme yapılacak personel kadrosunun doğru bir şekilde belirlenmesi ve araç yönlendirme kısıtlarının dikkate alınarak çizelgeleme yapılması önemli bileşenler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Evde Sağlık Hizmetleri Araç Rotalama Problemi (ESH ARP) olarak tanımlanan bu problemde, aynı kapasitede özdeş sayıda belirli araç, talep miktarları ve konumları bilinen hastalara, yine konumu bilinen bir hareket noktasından belirli ve kısıtlı zaman diliminde hizmet alacak hastanın konumu ile ilişkilendirir ve önceden belirlenen zaman dilimi içerisinde hastaya hizmet verilir.

Çalışmanın birinci bölümünde lojistik, sağlık lojistiği, lojistik yönetimi ve önemi gibi unsurlar açıklanmaya çalışılmış, böylece lojistik yönetiminin ESH önemine dikkat çekilmek istenilmiştir.

İkinci bölümde ESH ARP'ye yönelik geniş çaplı olarak sağlık alanında yapılan ARP çalışmaları her bir çalışma çözüm yöntemi ile birlikte açıklanmış ve literatür araştırmasına yönelik bilgiler grafiklerle yorumlanmıştır.

Üçüncü bölümde ARP ve ARP türleri detaylıca açıklanmış, ARP'nin çözümünde kullanılan algoritmalar optimal, sezgisel ve meta-sezgisel çözüm yöntemleri olarak üç başlık altında toplanarak açıklanmıştır.

Çalışmanın son bölümü olan dördüncü bölümde ise ESH'nin işleyişi, problemin tanımına ve çözümde kullanılan yönelik algoritmaya ilişkin bilgiler verildikten sonra çalışma kapsamında geliştirilen web tabanlı rotalama yazılımı tanıtılmış ve örnek bir uygulama gerçekleştirilerek analiz edilmiştir.

Sağlık alanında yapılan ARP çalışmaları incelendiğinde, çözüm modelleri geliştirildiği ve farklı durumlara göre optimal, sezgisel ve meta-sezgisel algoritmalarla çözümlemeler yapıldığı görülmüştür ancak birçok çalışma bilgisayar destekli çözümlenmiş olmasına rağmen, tam bir otomasyon şeklinde verilerin girildiği ve rotanın otomatik olarak dinamik bir şekilde oluşturulduğu bir çalışma yapılmadığı gözlemlenmiştir. Bu eksikliğe dikkat çekerek, ESH'nin randevu işlemleri ve hastaya yapılan işlemlere ilişkin bir takım bilgilerin tutulduğu sistemin bu çalışmada tasarlanan web tabanlı görsel uygulamayla entegresi sonucu ESH'nin tam bir otomasyona geçirilmesinin amaçlandığı bir tasarım önerisi sunulması amaçlanmıştır.

Çalışmada Erzincan ESH biriminin bir haftalık gerçek rotaları incelenmiş, geliştirilen yazılım ile yeniden oluşturulan rotalar karşılaştırılmış ve mevcut rota uzunluğuna göre %20,9 oranında rota uzunluğunda kısalma sağlandığı dolayısıyla maliyetlerin düştüğü, personel iş yükünün dengeli dağıtıldığı, sehayat süresinin kısılması ile sunulan hizmet kalitesinin arttığı gözlemlenmiştir.

Çalışmamız Erzincan İl Sağlık Müdürlüğü tarafından (60443588-449) numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

1.LOJİSTİK ve SAĞLIK LOJİSTİĞİ

1.1.Lojistik Kavramı

Yunanca “*Logistikos*” kelimesinden türetilmiş lojistik kavramı, hesap yapma ve hesapta becerikli olmak anlamlarına gelmektedir (Voortman, 2004:7, Tanyaş; 2011:5; Peker, 2012:6).

Lojistik geniş anlamda Branch (2009:1) tarafından, kaynakların, malzemelerin, operasyonel kapasitenin ve bilginin doğru miktarda, uygun kalitede ve doğru zamanda konumlandırılması şeklinde tanımlanmıştır.

Günümüzde lojistiğin en kabul gören tanımı eski ismi Lojistik Yönetim Konseyi (The Council of Logistics Management-CLM) olan şuan ise Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri (The Council of Logistics Management-CLM) tarafından malların, hizmetlerin ihtiyaçları karşılamak amacıyla, kaynak noktadan son kullanım yerine kadar olan süreçlerin planlanması ve uygulanması“ şeklinde tanımlanmıştır(Zijm, 2019:33). İşletmelerin üretim öncesi, üretimde ve üretim sonrasında yapılan ilk madde, malzeme, yarı mamul ve akış faaliyetlerine ilişkin iş ve işlemler lojistik konusu içerisinde tanımlanır. Lojistik maliyetlerin, işletmenin maliyet kalemleri içerisinde yüksek öneme sahip olması, lojistik maliyetlerde yapılan tasarrufun işletmelerin karlarına etkisinin büyük olması nedeniyle lojistik kavramı son yıllarda uygulamalarda önemli bir şekilde incelenmiştir(Gümüş, 2009:98).

“Lojistik” kelimesinin kökeni, bu oluşumunun on sekizinci yüzyıldaki buhar motoru icadı ile geçici olarak ilişkili olduğu görüşüne dayanmaktadır. Bu nedenle, üretim ve ticaret olgusu çok daha eski zamanlara dayanmasına rağmen, lojistik kavramının doğuşu doğrudan sanayi devrimi ile ilgilidir. Lojistik kavramı ilk kez askeri alanda İkinci Dünya Savaşı’nda müttefik birliklerin planlanması ve yönetimi, sivil anlamda ise 1960’lı yıllarda ABD’de fiziksel dağıtımın planlanması ve uygulanması ile ilgili olarak kullanılmıştır (Tepić vd.:2011:379).

1.1.2.Lojistik Süreçler

Süreç, “proses” kelimesinin ikamesi olarak dilimize girmiştir (Erten, 2010:3). Müşteri istek ve ihtiyaçlarına göre, mamul, yarı mamul ve son mamul ile ilgili tüm bilginin verimli ve etkili bir şekilde akışı ve depolanması hizmetlerini içine alan süreç, ”lojistik süreç” olarak isimlendirilmektedir (Aksakal, 2014:5). Global Supply Chain Forum üyeleri tarafından genel kabul gören 8 süreç aşağıdaki gibi belirlenmiştir (Lambert ve Cooper, 2000:67; Croxton vd.2001:13).

- 1) Customer Service Management (Müşteri Hizmet Yönetimi)
- 2) Customer Relationship Management (Müşteri İlişkileri Yönetimi)
- 3) Demand Management (Talep Yönetimi)
- 4) Order Fulfillment (Sipariş İşleme)
- 5) Manufacturing Flow Management (İmalat Akış Yönetimi)
- 6) Procurement (Satın alma)
- 7) Product Development and Commercialization (Ürün Geliştirme ve Ticarileştirme)
- 8) Returns (İadeler)

1.1.3.Lojistik Yönetimi

Son yıllarda popülerlik kazanmış bir iş terimi olan Lojistik Yönetimi, (Ballo vd., 2000:7) Lojistik Yönetim Konseyine göre, malların, hizmetlerin ve ilgili bilginin üretim noktasından, son tüketim noktasına kadar verimli ve etkin bir şekilde akışları ile depolama süreçlerinin planlanması, uygulanması ve denetlenmesi aşamaları olarak tanımlanmıştır (Simchi-Levi vd. 2005:1).

Deming Döngüsü olarak da bilinen PDCA (Plan, Do, Check, Act) döngüsü (Wang vd. 2019:104), dilimizde PUKO (Planla, Uygula, Kontrol Et, Önlem Al), (Avunduk, 2019:634) olarak karşılık bulmuş olup, ilgili süreçler aşağıda açıklanmıştır:

Planlama, stratejik karar verme sürecinden başlayan ve hiyerarşik olarak taktiksel ve operasyonel kararları içine alan bir süreçtir (Steadieseifi, 2019:47). Hayatın her evresinde olduğu gibi lojistik alanında da karşımıza çıkan önemli bir konu olan planlama belirli bir gelecekte nereye ulaşılacağına arzu edilmesi ve hedefe ne şekilde ulaşılacağına önceden tespit edilmesidir (Gürgeç, 2010:1; Mucuk, 2015:84). *Uygulama*, daha önceden planlanan eylemleri ve belirli prosedürleri uygun zamana göre uygulamaya konulması sürecidir. *Kontrol*, hizmetler ve eylemlerin süreçlerini ve özelliklerini izleyerek elde edilenler ile yapılan planlar arasındaki tutarlılığın doğrulanma aşamasıdır. *Önlem Al*, düzenli olarak sistemin planlananlarla tutarlı olduğunu kontrol edilerek operasyonel, organizasyonel ve yönetim süreçlerinin sürekli iyileştirilmesi için uygun önlemlerin alındığı lojistik aşamasıdır. (Verde vd. 2019: 2).

Lojistik yönetimi üç açıdan gözlemlenebilir. İlk olarak, lojistik yönetimi, sistemin etkinliği üzerinde etkisi olan ve ürünün müşteri gereksinimlerine uygun olmasını sağlamada rol oynayan tesisleri dikkate alır, ikinci olarak ise amaç tüm sistemde verimli ve uygun maliyetli olmaktır; buradaki amaç nakliye ve dağıtımdan hammadde envanterine, süreç içinde ve bitmiş ürünlere kadar sistem genelindeki maliyetleri en aza indirmektir bu nedenle, vurgu yalnızca nakliye maliyetini minimize etmek veya stokları azaltmak değil, lojistik yönetimine sistem yaklaşımı üzerinedir. Son olarak, lojistik yönetimi lojistik ağını planlama, uygulama ve kontrol etme konusuna odaklandığı için; stratejik, taktiksel ve operasyonel seviyelerde firmanın faaliyetlerinin çoğunu kapsar (Bramel ve Simchi-Levi 1997:1).

Sağlık alanında gerçekleştirilen faaliyetlerin önemli derecedeki bölümü lojistik maliyetlerden oluşmaktadır. Sağlık sektöründe sağlanan hizmetlerin gecikmesi ya da aksaması telafi edilemez sonuçların ortaya çıkmasına sebep olabilmektedir. Özellikle insan yaşamının kutsallığı söz konusu olduğunda hizmetlerin her ne sebeple olursa olsun aksamaması gerekmektedir. En önemli kısıtlarından birisi zaman kavramı olan sağlık sektöründe daha önce de bir çok alanda çalışmalar yapılarak olumlu sonuçlara ulaşılmış olan ARP'nin uygulanması ile sektörün taşıma, depolama ve iş gücü maliyetlerinde iyileşme sağlanırken, seyahat süresinin kısılması ön görülmektedir. Yolda geçirilen sürenin de kısılması ve bunun hastalara aktarılması ile birimin etkinliğinde bir artış yaşanması tahmin edilmektedir.

1.1.4.Sağlık Lojistiği

“Sağlık Lojistiği” diğer bir ifadeyle “Tıbbi Lojistik”, tıbbi malzeme, tıbbi cihaz ve ekipmanlar ile hemşireler ve diğer sağlık çalışanlarının ihtiyaca göre doğru zamanda ve doğru yerde konumlandırılması olarak ifade edilebilir (<http://www.lojistikdunyasi.net>: 2019). Sağlık sektöründe hizmetlerin gecikmesi telafisi mümkün olmayan sonuçlar doğuracağından, lojistik altyapının güçlü olması ve etkili kullanılması gerekmektedir.

Kronik rahatsızlıkları olan kişiler ile yatağa bağımlı olan hastalara sağlık hizmetlerinin etkin olarak ulaştırılmasında lojistik planlama büyük önem arz etmektedir. Ülkemizde kamusal alanda bu görevi ESH üstlenmiştir.

Kronik rahatsızlığı olan kişi sayılarının artmasıyla tedavi kurumları daha sık kullanılmış ve talep karşılanamamaya başlanmıştır. Bu nedenle hastalarda tam iyileşme sağlanmadan taburcu edilme sonucunu ortaya çıkarmıştır. Diğer yandan ekonomik yetersizlikler nedeniyle mevcut yatak sayısının talepleri karşılayamamasına paralel olarak evde sağlık hizmetleri son dönemde bir alternatif olarak karşımıza çıkmıştır (Taşova, 2015:1-2).

1.2.Evde Sağlık Hizmetleri

Türkiye Cumhuriyeti Anayasası’nın 56. maddesinde; “Herkes sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahiptir. Çevreyi geliştirmek, çevre sağlığını korumak ve çevre kirlenmesini önlemek devletin ve vatandaşların ödevidir. Devlet herkesin hayatını beden ve ruh sağlığı içinde sürdürmesini sağlama; insan ve madde gücünde tasarruf ve verimi artırarak, işbirliğini gerçekleştirmek amacıyla sağlık kuruluşlarını tek elden planlayıp hizmet vermesini düzenler. Devlet, bu görevini kamu ve özel kesimdeki sağlık ve sosyal kurumlardan yararlanarak, onları denetleyerek yerine getirir. Sağlık hizmetlerinin yaygın bir şekilde yerine getirilmesi için kanunla genel sağlık sigortası

kurulabilir.” ifadesine yer verilmiş olmakla sağlığın, insanların en temel haklarından birisi olduğu vurgulanmıştır(www.mevzuat.gov.tr:2018).

Ölüm oranlarının yükselmesi ve doğurganlığın azalmasının sonucu olarak demografik geçiş süreçlerinde nüfusun yaşlanması kaçınılmazdır. Diğer taraftan yaşam sürelerinin uzaması yaş yapılarında da değişikliklere sebep olmuş; genç yaş gruplarından ileri yani yaşlı yaş gruplarına doğru bir geçiş yaşanmıştır (Zeybek, 2017:2)

İkinci Dünya Savaşı’ndan sonra dünya çapında insanların ortalama yaşam süreleri en fazla 46 yıl iken, son zamanlarda bu süre 67 yıla ulaşmış ve 2045-2050 yılları arasında 75 yıla kadar uzayacağı tahmin edilmektedir (Tezcan, 2012:2). Evde bakım, hastaneler ve bakım evlerinin alternatifi olmakla, maliyetleri düşürür ve hastaların yaşam kalitesini iyileştirir (Hewitt, 2016:2). Örneğin; ventilatör (soluk üretme makinası) bağımlısı çocukların bakım masraflarının hastanede hizmet almasıyla oranlandığında %87 daha düşüktür (Balinsky, 1999:291). Buna göre ülkemizde kamusal alanda evde sağlık hizmetleri, tüm dünyada olduğu gibi giderek önem kazanmaktadır.

1.2.1.Evde Sağlık Hizmetlerinin Tanımı

Evde bakım hizmetleri formal bakım ve informal bakım olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Formal bakım, değişik meslek gruplarındaki uzman ya da yarı uzman kişilerin verdikleri bakım olarak tanımlanır. İnformal bakım ise; evde bakım, evde sağlık ve evde sosyal destek hizmetleri olmak üzere iki kategoriye ayrılır (Altuntaş vd. 2010:155).

Dünya Sağlık Örgütü(WHO)’ne göre “Evde bakım, yeterli ve yüksek kalitede sıhhi bakımın ve sosyal hizmetlerin evde sağlanması suretiyle insanların sıhhi ve sosyal ihtiyaçlarının resmî ve gayri resmî hastabakıcılar tarafından, gerektiğinde teknolojinin de yardımına başvurarak, dengeli ve malî olarak üstlenilebilir bir süreklilik içinde karşılanmasını hedefler” olarak tanımlanmıştır (www.who.int:2018).

Tedavi Hizmetleri Genel Müdürlüğü’nün 2013 tarihli raporuna göre, 2008 yılında dünyada meydana gelen 57 milyon ölümün 36 milyonu yani yaklaşık olarak 3’te 2’sini kronik hastalıklar teşkil etmekte olup, ölümlerin ve sakatlanmaların en önemli sebeplerindendir. İçinde bulunduğumuz yüzyılda yaşam süresinin uzamasına bağlı

olarak tüm Dünyada ve Türkiye’de kronik hastalıkların en önemli ölüm ve sakatlanma sebebi olması nedeniyle sağlık alanında yeni yaklaşımların geliştirilmesi gerekmektedir (<http://sbu.saglik.gov.tr:2018>).

Evde sağlık hizmetlerinin dünyadaki karşılıklarını inceleyecek olursak; ABD’de evde bakım (home care), ev hemşireliği (homenursing), İsrail’de ev hastanesi (hospital at home), Batı Avrupa’da evde sağlık bakımı (home healht care) ve ev ziyareti (homevisiting) olarak farklı isimlerle anılmaktadır (Koç, 2009:2; Taşova, 2016:4).

1.2.2.Evde Sağlık ve Evde Bakım Hizmetlerinin Farkı

Türkiye’de Evde Sağlık Hizmetleri ve Evde Bakım Hizmetleri birbirlerinden ayrılmış iki terim olmakla birlikte evde sağlık hizmetleri, evde bakım hizmetlerinin içinde yer alır.

Evde Bakım Hizmetleri 10.03.2005 tarih ve 25751 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren yönetmelik ile düzenlenmiştir. Yönetmeliğe göre Evde Bakım Hizmeti “Hekimlerin önerileri doğrultusunda hasta kişilere, aileleri ile yaşadıkları ortamda, sağlık ekibi tarafından rehabilitasyon, fizyoterapi, psikolojik tedavi de dahil tıbbî ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde sağlık ve bakım ile takip hizmetlerinin sunulmasını” ifade etmektedir. Anılan yönetmeliğe göre evde sağlık hizmeti veren kurum ve kuruluşların açılması ve denetlenmesine ilişkin usul ve esaslar düzenlenmiştir.

Evde Sağlık Hizmetleri ise 27.02.2015 tarih ve 29280 sayılı yine Resmî Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren yönetmelik ile düzenlenmiş olup, “*Çeşitli hastalıklar nedeniyle evde sağlık hizmeti almaya ihtiyacı olan bireylere evinde ve aile ortamında sosyal ve psikolojik danışmanlık hizmetlerini de kapsayacak şekilde verilen muayene, tetkik, tahlil, tedavi, tıbbî bakım, takip ve rehabilitasyon hizmetleri*” olarak ifade edilmektedir. Bu yönetmeliğe göre; Sağlık Bakanlığı bünyesinde evde sağlık hizmetleri birimi kurulması, uygulanması ve denetlenmesine ilişkin usul ve esaslar sosyal devlet olma ilkesinin bir gereği olarak sunulmaktadır.

Yukarıda sayılan yönetmelikler incelendiğinde Evde Bakım Hizmetleri genel olarak Evde Sağlık Hizmetlerini de içine alan, bakıma muhtaç kişinin ikamet adresinde sağlık hizmetlerini de karşılayacak şekilde bakım ihtiyacının giderilmesi faaliyetleridir.

ESH, uluslararası açıdan belirli standartlara kavuşmamıştır ve ülkelerin gelişmişlik düzeyleri, sosyo-kültürel yapıları, kurumsal örgütlenme şekiller ve mevzuatları açısından ve hizmet anlayış ve algısında farklılıklar mevcuttur (Alpak, 2015:23). Kamusal anlamda Türkiye’de Evde Bakım Hizmeti verilmemektedir (Çatak, Kılınç vd:2012:14).Evde Sağlık Hizmetleri kapsamına aşağıdaki başlıklar girmektedir (Çayır, 2013:341).

- KOAH hastaları,
- Yatalak hastalar,
- Yeni doğan sarılıkları (Fototerapi uygulaması gerekenler),
- Terminal evre kanser hastaları,
- İleri seviye kas hastaları,
- Ağız ve diş sağlığı hizmetlerini evde sağlık hizmeti bünyesinde almasına izin verilen hastalar, ESH kapsamında yer almakta olup, çalışmada ESH’ye yönelik inceleme yapılmıştır.

1.2.3.Evde Sağlık Hizmetlerinin Teşkilatlanması

Yönetmeliğin 5’inci maddesinde belirtildiği üzere; Evde Sağlık Hizmetleri, Bakanlık ve bağlı kuruluşlar bünyesindeki eğitim ve araştırma hastaneleri, genel hastaneler veya dal hastaneleri, Ağız ve Diş Sağlığı Merkezleri ve Toplum Sağlığı Merkezleri bünyesinde kurulan birimler ile Aile Hekimliği Birimleri vasıtasıyla yürütülmektedir.

ESH’nin ülke genelinde birçok farklı hizmet basamaklarında hizmet sunan kurumlarla koordineli işlemler gerçekleştirmesinden dolayı, teşkilat yapısı koordinasyon merkezi şeklindedir. Koordinasyon merkezi, toplum sağlığı hizmetleri şube müdürlüğüne bağlı olarak oluşturulan bir birimdir. Bu birime halk sağlığı müdür yardımcısı başkanlık eder. Evde sağlık hizmetlerine başvuru 444 38 33 numaralı telefon hattı aracılığıyla alınır.

1.2.4.Evde Sağlık Hizmetleri Birim Türleri ve Görevli Personel

Evde Sağlık Hizmetleri Yönetmeliği'nin 9'uncu maddesinde açıklandığı üzere; ESH'leri üç birim altında hizmet vermekte olup bunlar;

T Tipi Evde Sağlık Hizmet Birimleri: Bu birimler Toplum Sağlığı Merkezlerine (TSM) bağlı olarak kurulan ve evde sağlık hizmetini öncelikli olarak sunmakla görevli birimdir. Ekip, evde sağlık hizmeti konusunda eğitilmiş hekim, yaşlı bakım teknikeri/evde hasta bakım teknikeri ve yardımcı sağlık personeli olmak üzere üç kişiden oluşturulur. Yaşlı bakım teknikeri/evde hasta bakım teknikeri olmadığı hallerde bir yardımcı sağlık personeli ekibe dâhil edilir. İhtiyaç halinde psikolog, sosyal çalışmacı ve benzeri destek elemanları da hizmetin sunumunda görev alır.

H Tipi Evde Sağlık Hizmet Birimleri: Türkiye Kamu Hastaneleri Kurumuna bağlı hastaneler bünyesinde kurulan birim olup, öncelikle uzman hekim konsültasyonu, fizyoterapi gibi, T tipi birim tarafından verilemeyecek hizmetlerin sunulmasından sorumludur. Ekip, evde sağlık hizmeti konusunda eğitilmiş hekim, yaşlı bakım teknikeri/evde hasta bakım teknikeri ve yardımcı sağlık personeli olmak üzere üç kişiden oluşturulur. İhtiyaç halinde psikolog, sosyal çalışmacı ve benzeri destek elemanları da hizmetin sunumunda görev alır.

D Tipi Evde Sağlık Hizmet Birimleri: Türkiye Kamu Hastaneleri Kurumuna bağlı ADSM'ler bünyesinde oluşturulan bu birimde, bir diş hekimi ile birlikte bir ağız ve diş sağlığı teknikeri ya da diş protez teknikeri bulunur.

Sağlık lojistiği insan hayatıyla yakından ilişkili bulunduğundan hizmetlerin zamanında ve eksiksiz olarak yerine getirilmesi önemlidir. Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde hastanelerin ve sağlık birimlerinin yetersiz kalmaları sebebiyle sağlık hizmetlerine ilişkin lojistik faaliyetlerinin yönetimi büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle mevcut çalışmada söz konusu faaliyetlerden birisi olan ESH faaliyetlerini yürüten Erzincan ESH birimine destek olmak amacıyla planlama unsuruna uygun olarak hangi rotalar dahilinde ziyaretlerin gerçekleştirileceği ve hangi hastaya hangi hizmetlerin sunulacağına dair planlamayı, uygulama için ise web tabanlı görsel bir yazılım geliştirilmesini ve kontrol etme unsuruyla da seyahat süresi ve rotalarda kısalma dolayısıyla maliyetlerde azalma ve birimin etkinliğinde artış sağlanması

hedeflenmektedir. Bu amaçla takip eden bölümde sağlık lojistiği alanında yapılan çalışmalara yer verilerek grafikler yardımıyla yorumlanmıştır.

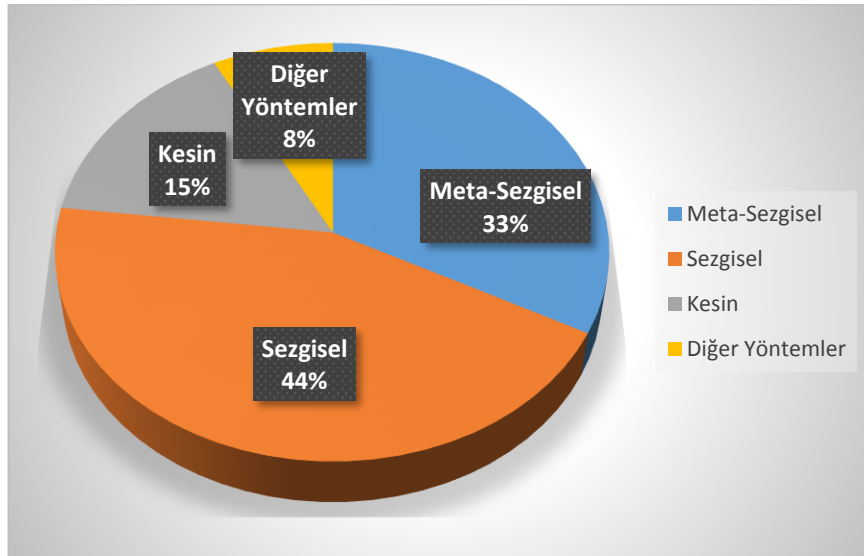
İKİNCİ BÖLÜM

2.SAĞLIK ALANINDA ARAÇ ROTALAMA PROBLEMLERİNE İLİŞKİN LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Çalışmanın bu bölümünde sağlık sektöründe gerçekleştirilen Araç Rotalama Problemine ilişkin çalışmalar, “ Sezgisel Çözüm Yöntemleri”, “ Meta-Sezgisel Çözüm Yöntemleri”, “ Kesin Çözüm Yöntemleri” ve “ Diğer Çözüm Yöntemleri” olmak üzere 4 başlığa ayrılmıştır. Literatür araştırması, “vehicle routing problem, routing problem, travelling salesman problem, scheduling nursing, vrp, araç rotalama problemleri, arp” anahtar sözcükleri kullanılmıştır. Erzincan ve Gümüşhane Üniversitesi’nin kullanımına imkân tanıdığı; google scholar, yök tez, emerald insight, sciencedirect ve ebscohost gibi veri tabanları taranmış olup, sonuçlar aşağıdaki grafiklerde özetlenmiştir.

Bu bölümde, sağlık alanında gerçekleştirilen araç rotalama problemlerine ilişkin detaylı bir araştırma yapılarak, sağlık alanındaki hangi konuda en çok hangi tür çözüm yöntemi kullanılarak optimizasyon gerçekleştirildiğinin tespiti amaç edinilmiştir.

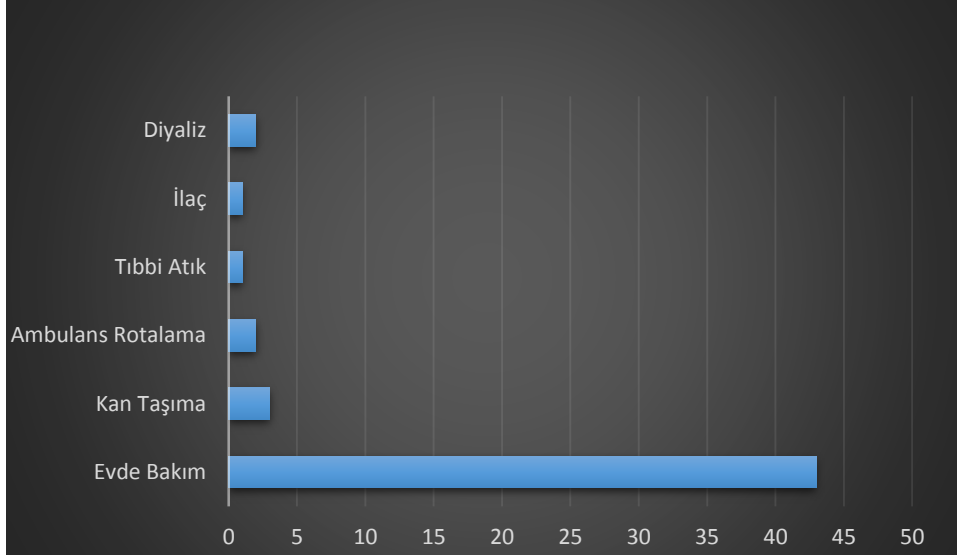
Grafik 2. 1. Çözüm Yöntemlerine Göre Çalışmalar



Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Grafik 2.1.'de incelenen toplam 52 çalışmanın % 44'ünün sezgisel çözüm yöntemleri, %33'ü meta-sezgisel çözüm yöntemleri %15'inin optimal çözüm yöntemleri ve %5'inin ise diğer yöntemler kullanılarak çözümlendiği gözlemlenmiştir.

Grafik 2. 2. Konularına Göre Sağlık Alanında ARP Türleri



Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Grafik 2.2.'de incelenen 52 adet çalışmanın 43 ünün evde bakım hizmetlerine yönelik, 2 sinin ambulans rotalama işlemlerine ilişkin, 3 ünün kan tedarik işlemlerine, 1 tanesinin tıbbi atık toplama işlemlerine, 2'sinin diyaliz işlemlerine ve 1 tanesinin de ilaç dağıtımına yönelik ARP çalışmaları olduğu gözlemlenmiştir.

2.1.Çözüm Yöntemlerine Göre Sağlık Lojistiği Alanında Yapılan Çalışmalar

Bu bölümde yapılan literatür araştırması, optimizasyon türlerine göre, optimal(kesin) çözüm yöntemleri, sezgisel çözüm yöntemleri ve meta-sezgisel çözüm yöntemleri olmak üzere ve bilinen bu üç temel çözüm yöntemlerinden birisiyle çözümlenmeyen bir kısım çalışma da diğer çözüm yöntemleri olmak üzere toplam dört başlık altında irdelenmiştir.

2.2.1.Optimal Çözüm Yöntemlerine Göre Çalışmalar

Begur vd. (1997), “An Integrated Spatial DSS for Scheduling and Routing Home-Health-Care Nurses” başlıklı makalelerinde hemşire atama ve yönlendirme probleminin çözümüne ilişkin bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada tasarruf algoritması, süpürme algoritması ve kümeleme algoritmasını Coğrafi Bilgi Sistem (CBS) alt yapısı ile entegre ederek yıllık 20.000\$ ‘ın üzerinde bir seyahat süresi ve programlama maliyetinde iyileşme amaçlamışlardır.

Cheng ve Rich (1998), “A Home Health Care Routing and Scheduling Problem” isimli çalışmalarında evde bakım hizmetlerinin ABD’de gelişmekte olan bir sektör olmasından dolayı, yönlendirme ve planlama maliyetlerinin azaltılmasını amaçlamışlardır. Çalışmalarında kesin çözüm yöntemi ve sezgisel bir çözüm yöntemini karşılaştırmışlar ve sonuç olarak kesin çözüm algoritmalarının iyi sonuçlar vermediğini tespit etmişlerdir.

Kergosien, vd. (2009), “Home Health Care Problem An Extended Multiple Traveling Salesman Problem” adını verdikleri evde bakım hizmetlerine ilişkin rota çözümlemesini bakım verecek personelin çeşidi ve gruplarına göre ayırarak doğrusal programla modeli ile çözümlemişlerdir. Önerilen modelin gerçek problemlerin çözümünde başa çıkamadığını gözlemlemişlerdir.

Rasmussen vd. (2012), “ The Home Care Crew Scheduling Problem: Preference-Based Visit Clustering And Temporal Dependencies” başlıklı makalelerinde evde bakım hizmetlerinde çalışanların rotalanmasına ilişkin ARP çözümlemesini dal-sınır algoritması kullanarak irdelenmişlerdir. Çözüme göre çalışma sürelerinde birkaç örnek hariç genel olarak iyileşme sağlandığı tespit edilmiştir.

Gürpınar ve Centeno (2016), “An Integer Programming Approach To The Bloodmobile Routing” başlıklı makalelerinde bir kan transfüzyon merkezinin eksikliklerinin giderilmesini, araçlarının kan merkezlerine verimli ve etkili bir şekilde yönlendirilmesini amaçlamışlardır. Problem çözümünde kesin çözüm yöntemleri (dal-kesme algoritması)kullanılarak yapılan testlerde, 30 lokasyona kadar olan problemlerin 3600 saniye içerisinde çözülebildiği sonucuna ulaşmışlardır.

Issabakhsh vd. (2017), “A Vehicle Routing Problem for Modeling Home Healthcare: a Case Study” adını verdikleri çalışmalarında, hastaya ikametinde uygulanan bir diyaliz çeşidi olan Periton Diyalizinin bakımına yönelik evde özel lojistik hizmetleri ile hizmet vermek için bir araç yönlendirme modeli önermişlerdir. Bu modelde zaman belirsizliğine yönelik irdeleme yapmışlardır. Modelde maliyet göz ardı edilerek zaman belirsizliğinin kaldırılması amaçlanmıştır. 7 hastalı bir modelde yapılan çözümlemede belirsizlik seviyesi yükseldikçe modelin daha tutucu olduğu ve daha az kısıtlama ihlalleri olduğu belirlenmiştir.

Xiao vd. (2018), “Care Scheduling And Routing Problem With Flexible Lunch Break Requirements” başlıklı makalelerinde, evde bakım hizmetleri çizelgeleme ve günlük planlama tam sayılı doğrusal programlama modeli ile modellenmiştir. Yapılan çalışmada yapay planlamaya kıyasla daha verimli bir şekilde çözülebileceğini tespit etmişlerdir.

Taş vd.(2019),” Evde Sağlık Hizmetlerinde Araç Rotalama İle Güzergahların Belirlenmesi: Devlet Hastanesinde Bir Uygulama” isimli çalışmalarında 155 hastası bulunan bir ESH biriminin verileri analiz edilmiş ve rotalama işlemi gerçekleştirilmiştir.Çalışmada hangi hastanın, hangi sırayla hangi araç ile ziyaret edileceği problemine ilişkin matematiksel programlama modeli kurulmuştur.Sonuçlara göre güzergahların doğru planlanması ve hastalara kısa sürede ulaşılmış olması nedeniyle zaman ve maliyet tasarrufu elde edildiği sonucuna ulaşmışlardır.

2.2.2.Sezgisel Çözüm Yöntemlerine Göre Çalışmalar

Doerner vd. (2005), “Heuristic Solution of an Extended Double-Coverage Ambulance Location Problem for Austria” başlıklı makalelerinde, Avusturya’nın 8 şehrinde gerçek yol ağları verilerini kullanarak, farklı bölgeler için karınca kolonisi ve tabu arama algoritmaları gibi sezgiseller kullanarak, her iki algoritmanın farklı durumlar için optimal çözümler verdiğini tespit etmişlerdir.

Bertels, vd. (2006), “A Hybrid Setup For A Hybrid Scenario: Combining Heuristics For The Home Health Care Problem” başlıklı makalelerinde, irdeledikleri modelde yer alan kısıtları, kaynakların etkili kullanımı için kısıt programlama (CP) ile çözümün uyması gereken kısıtlar belirlenmiş ve kombinasyonel şekilde meta-sezgiseller

olan tabu arama, benzetimli tavlama algoritma yöntemleri kullanılarak, uygulanmış ve tabu aramanın daha verimli sonuçlar elde ettiği sonucuna ulaşmışlardır.

Akjiratikarl vd.(2007), “PSO-Based Algorithm For Home Care Worker Scheduling In The UK” ismini verdikleri makale çalışmalarında gerçek veriler kullanılarak yerel algoritma araması ile parçacık sürüsü algoritmasını optimize ederek ARP’ye ilişkin probleme uygulamışlardır. Parçacık sürüsü optimizasyonu temelli algoritmanın iyi ve anlamlı sonuçlar ürettiği görülmüştür.

Ikegami ve Uno (2007), “Bounds For Staff Size In Home Help Staff Scheduling” başlıklı makalelerinde, çalışan başına maksimum hizmet sayısı ve zaman çizelgesi kısıtlarını dikkate almış çözüm için tabu arama algoritması kullanmışlardır. Çalışma sonuçlarına bekleme süresinin iyileştiği sonucuna ulaşmışlardır.

Bredström ve Rönnqvist, (2007), “Combined Vehicle Routing and Scheduling With Temporal Precedence And Synchronization Constraints” isimli çalışmalarında evde bakım hizmetlerinde görev alan personelin çizelgelenmesi ve rotalanmasına ilişkin önerdikleri sezgisel optimizasyon yönteminin çözümde önemli bir yere sahip olduğunu göstermiştir.

Bräysy vd.(2009), “An Optimization Approach For Communal Home Meal Delivery Service:A Case Study “ başlıklı makalelerinde Finlandiya'nın Jyväskylä bölgesindeincelenen bir vaka çalışmasında, gezgin satıcı probleminden esinlenerek problemi değişken komşuluk arama ve yerleştirme algoritması kullanarak çözümlemişler ve %50 oranında bir maliyet tasarrufu sağlamışlardır.

Burke vd.(2010), “A Hybrid Model of Integer Programming And Variable Neighbourhood Search For Highly-Constrained Nurse Rostering Problems” başlıklı makalelerinde, hemşire atama problemi olarak isimlendirilen ve doğası gereği evde sağlık/evde bakım hizmetlerine benzeyen bir problem çözümünü ele almışlardır. Problemin karmaşıklığı ile başa çıkmak için tamsayılı programlama modeli ile değişken komşuluk arama algoritmalarından oluşan hibrit bir model önermişlerdir. Tamsayılı programlama ile değişken komşuluk arama algoritmasının birleştirilmesinin verimli sonuçlar verdiğini tespit etmişlerdir.

Trautsamwieser ve Hirsch(2011), “ Optimization of Daily Scheduling For Home Health Care Services” isimli makale çalışmalarında çalışanların seyahat sürelerinin en aza indirilirken hizmet alacak hastaların tatmin seviyelerinin artırılmasını amaçlamışlardır. 512 ziyaret noktası ve 75 çalışanın temel alındığı çalışma değişken komşuluk arama sezgiseli ile çözümlenmiş ve algoritmik sonuçlara göre seyahat süresinin yaklaşık olarak %45 oranında azaltılabileceği sonucuna ulaşmışlardır.

Rest (2012), “ Trends And Risks in Home Health Care” isimli makalelerinde çalışmalarında evde bakım hizmetlerine ilişkin çalışanların yönlendirmesi konusu değişken komşuluk arama algoritmasıyla irdelenmiş neticeten güçlü karar destek sistemlerinin geliştirilmesi ve kullanılması gerekliliğine vurgu yapmışlardır.

Coppi vd. (2013), “A Planning and Routing Model For Patient Transportation in Health Care” başlıklı çalışmalarında İtalya’nın 20 bölgesinden birisi olan Toskana bölgesinde evde sağlık hizmetlerinde kullanılan araçların rotalanması ve sağlık hizmetlerinin buna göre planlanması çözümlenmiştir. Çalışmada hem çizelgeleme hem de araçların rotalanmasına ilişkin 80 gerçek veri üzerinde yaptıkları incelemede %5 oranında bir maliyet iyileşmesi sağlandığı sonucuna ulaşmışlardır.

Bowers vd. (2013), “Continuity of Care In Community Midwifery” başlıklı makalelerinde doğum sonrasında annelerin evlerinde bakımlarına ve toplum ebelerine ilişkin rotalama problemi incelenmiştir. Çalışma Clarke-Wright sezgisel yöntemini temel edinmiş ve seyahat süresi ve bakım sürekliliği arasındaki değişimler araştırılmıştır. Neticeten seyahat sürelerinde küçük artışlarla bakımın sürekliliğinin sağlanabileceğini göstermiştir.

Mankowska vd.(2013), “ The Home Health Care Routing and Scheduling Problem With Interdependent Services” isimli makale çalışmalarında evde bakım hizmetlerinde yerel arama ve değişken komşuluk arama algoritmalarını kullanarak çözümleme yapmışlardır. Sonuçlar maliyetlerde azalma ve hastaların bekleme sürelerinde iyileşme sağlandığını ortaya koymuştur.

Liu vd.(2014), “Hybridization Of Tabu Search With Feasible And In Feasible Local Searches For Periodic Home Health Care Logistics “ başlıklı makalelerinde evde bakım hizmetlerinde ARP’ye yönelik çözümlemelerini tabu arama algoritması ile

birlikte değişken farklı yerel arama algoritmalarını entegre ederek kullanmışlardır. Bir evde bakım şirketinin gerçek verileri üzerinden yapılan çalışmalarda önerilen yaklaşımın toplam maliyetleri düşürdüğünü ve araçların iş yükleri dengelerini iyi ayarladığını göstermiştir.

Redjem ve Marcon(2015), " Operations Management In The Home Care Services: A Heuristic For The Caregivers' Routing Problem" isimli çalışmalarında evde bakım hizmetlerinin koordinasyon ve kısıtlamaları altında birden fazla bakıcı alan hastalar ile birlikte yönlendirilmesi ve programlanmasındaki zorlukları ele almışlardır. Buna göre sezgisel çözüm algoritmaları ile gerçekleştirilen ziyaretlere ilişkin yapılan çözümlemede zaman pencerelerini ihlal etmeden en uygun turu bulmuşlardır.

Şahinyazan vd. (2015), "Selective Vehicle Routing For A Mobile Blood Donation System" başlıklı makalelerinde kan toplama seviyelerinin artırılması amacıyla bir mobil kan toplama sistemi tasarlamışlardır. Tasarlanan sistemde Ankara ve İstanbul'da Kızılay'ın geçmiş kan bağış faaliyetlerine ilişkin veri setleri üzerinden çalışmalar yapılmış ve problem sezgisel algoritma ile çözümlenmiştir ve optimum lojistik faaliyetlerinde belirgin bir iyileşme sağlandığı gözlemlenmiştir.

Vanquickenborne (2016), "Analysis, Redesign and Implementation of a Dialysis Process" isimli yüksek lisans tez çalışmasında, Fransa/Bruges'te hemodiyaliz hizmeti veren özel bir diyaliz merkezinin tedavi görecekt hastaları evlerinden alarak merkeze getirilmesi ve tedavi sonrasında tekrar evlerine taşınması, zaman pencereli araç rotalama problemi kullanılarak optimize edilmiştir. Diyaliz hizmetleri için rotalama problemi komşuluk arama algoritmaları ile çözümlenmiştir. Gerçekleştirilen optimizasyon ile araç sayısı, seyahat süresi ve toplam mesafe azaltılmıştır.

Çakır, (2016)," Bir Tersine Lojistik Faaliyeti Olarak Tıbbi Atıkların Toplanması Araç Rotalama Uygulaması" başlıklı yüksek lisans tez çalışmasında, Kırıkkale ili ve ilçelerinde tıbbi atıkların toplanmasına ilişkin, gerçek 5 haftalık veriler üzerinden ARP çözümlemesini sezgisel çözüm yöntemlerinden olan Clarke-Wright Tasarruf Algoritması kullanarak bir çözümleme gerçekleştirilmiş ve maliyetlerde iyileşme sağlanmıştır.

Zhang vd.(2017),”Manpower Allocation And Vehicle Routing Problem In Non-Emergency Ambulance Transfer Service” başlıklı makalelerinde Hong-Kong’da yer alan bir kısım devlet hastanelerinin acil olmayan ambulans hizmetlerin rotalaması üzerine bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışma matematiksel programlama modelinde formüle edilmiş ve değişken komşuluk arama algoritması ile çözüm gerçekleştirilmiştir. Çalışmada değişken komşuluk arama algoritmasının etkin ve verimli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Grenouilleau vd. (2018), “A Set Partitioning Heuristic For The Home Health Care Routing And Scheduling Problem “ başlıklı makalelerinde, Montral(Kanada)’da evde bakım hizmetlerine yönelik yazılım çalışmaları gerçekleştiren AlayaCare isimli bir şirket ile evde bakım hizmetlerine yönelik rotalama probleminin çözümünü meta-sezgisel algoritma grubunda yer alan geniş komşuluk arama algoritması kullanarak yapmışlardır. Gerçek veriler üzerinden yapılan çalışmada, seyahat süresinde %37, bakım süresinde %16 oranında bir verimlilik sağlandığını tespit etmişlerdir.

Veenstra vd. (2018), “A Simultaneous Facility Location And Vehicle Routing Problem Arising In Health Care Logistics in the Netherlands” isimli çalışmalarında, Alliance Healthcare Netherlands isimli, hastaların evlerine ilaç dağıtan şirketin Hollanda’daki çalışmalarından esinlenerek rastgele oluşturdukları veri setleri üzerinden, şirketin ilaç dağıtım süreçlerine yönelik problem çözümü için matematiksel bir formülasyon ve melez bir sezgisel çözüm yöntemi önermişlerdir. Sezgisel algoritma ile 100 hastaya kadar yapılan çözümlemelerde optimal çözümler yapılabildiği tespit edilmiştir.

Liu vd.(2018), “ An Adaptive Large Neighborhood Search Heuristic For The Vehicle Routing Problem With Time Windows And Synchronized Visits” başlıklı makale çalışmalarında evde bakım hizmetlerinde ARP çözümlemesini uyarlamalı geniş komşuluk arama algoritması ile çözümlemişlerdir. Geliştirilen bu optimizasyon ile literatürdeki örnekler üzerinden kıyaslama yapılmış ve mevcut geliştirilen yaklaşımın daha iyi performans gösterdiği tespit edilmiştir.

Zhan, vd. (2018), “ Vehicle Routing and Appointment Scheduling With Team Assignment For Home Services” başlıklı çalışmalarında, evde bakım hizmetlerinde ARP’yi tamsayılı programlama modeli oluşturulmuş ve tabu arama algoritması tabanlı

bir çözümlene gerçekleştirilmiştir. 40 örnek üzerinden yapılan testlerde algoritmanın 38'inin çözümünde optimum sonuçlar verdiği ayrıca probleme ilişkin atama, yönlendirme ve randevu zamanlarının ayrı ayrı optimize ettiği görülmüştür.

Şimşek (2019), “ Evde Sağlık Hizmetleri Atama Ve Rotalama Problemi Üzerine” isimli doktora tez çalışmasında, bakım sürekliliği, personelin araçlar arası transferi ve uzun dönemli planlama problemlerini irdelemiştir. Farklı senaryolar üzerinden yapılan testlerde 20 hasta için kısa dönemde, 15 hasta için ise uzun dönemde kaliteli sonuçlar üretildiğini tespit etmişlerdir.

2.2.3. Meta-Sezgisel Çözüm Yöntemlerine Göre Çalışmalar

Liu (2013), “Heuristic Algorithms For A Vehicle Routing Problem With Simultaneous Delivery and Pickup and Time Windows In Home Health Care” başlıklı makalelerinde bir evde bakım şirketinin eczanesindeki ilaçların ve tıbbî cihazların hastalara ulaştırılması, hastalardan alınan numunelerin ilgili yerlerine ulaştırılmasına ilişkin ARP çözümlemesini Genetik Algoritma ve Tabu Arama algoritmaları ile çözümlemişlerdir. Meta-Sezgisel çözüm yöntemlerinin literatürdeki çalışmaların sonuçlarından daha iyi sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir.

Allaoua vd. (2013), “A Matheuristic Approach For Solving A Home Health Care Problem” başlıklı çalışmalarında evde sağlık hizmetleri ARP'ye ilişkin çözümlemelerini tamsayılı doğrusal programlama yöntemi ve meta-sezgisel çözüm yöntemleri kullanarak yapmışlardır ve büyük problemler için meta-sezgisel çözüm yöntemlerinin uygun olacağını belirtmişlerdir.

Bard vd. (2014), “A Sequential Grasp For The Therapist Routing and Scheduling Problem” isimli makalelerinde klinik ve evde tedavi gören hastalara verilen rehabilitasyon hizmetlerine ilişkin problemi karma-tamsayılı programlama modeli ile modellenmiş ve küçük örnekler için çözümlenmiş büyük örnekler için açgözlü meta-sezgiseli kullanılmış ve %18 oranında bir tasarruf sağlandığı tespit edilmiştir.

Braekers vd. (2015), “A Bi-Objective Home Care Scheduling Problem: Analyzing The Trade-Off Between Costs And Client Inconvenience” başlıklı çalışmalarında evde bakım hizmetlerinde araç rotalama problemine geniş komşuluk

arama algoritmasını içeren bir meta-sezgisel yöntem ile çözüm aramışlar ve minimum maliyetle çözümden başlayarak, müşterilere sunulan hizmet seviyesinin ek maliyetlerle ciddi bir şekilde iyileştirilebileceği sonucuna ulaşmışlardır.

Issaoui vd.(2015), “New Multi-Objective Approach for the Home Care Service Problem Based on Scheduling Algorithms and Variable Neighborhood Descent” başlıklı makalelerinde, üç fazlı meta-sezgisel yöntem kullanmışlar ve çözümlmeleri değişken komşuluk arama meta-sezgiseli ile yapmışlar ve önerilen yaklaşımın verimli sonuçlarla çözüme ulaştırdığını belirlemişlerdir.

Catania vd. (2015), “A Multi Objective Evolutionary Algorithm for Solving a Real Health Care Fleet Optimization Problem” isimli çalışmalarında Fransa’nın bazı bölgelerinde hasta taşıma hizmeti veren şirketin gerçek verilerini kullanarak, çalışma saatleri, hasta talepleri, araç bakımları gibi kısıtlar dâhilinde rota oluşturulmasına yönelik ARP uygulaması yapılmıştır. Çalışma meta-sezgisel algoritma grubunda yer alan evrimsel algoritmalarından olan Genetik Algoritma kullanılarak çözümlenmiş ve genetik algoritma ile çözümlemenin bu tür problemler için uygun olacağı belirtilmiştir.

En-Nahili vd. (2016), “Local Search Analysis for a Vehicle Routing Problem with Synchronization and Time Windows Constraints in Home Health Care Services” başlıklı makalelerinde, birkaç meta-sezgisel algoritmayı sentezleyerek çözümleme yapmışlar ve modellerini literatürdeki 15 çalışma ile karşılaştırmışlardır. Karşılaştırma sonucunda çalışmanın, diğer çalışmalar kadar verimli olduğunu tespit etmişlerdir.

Shi vd. (2016), “A Hybrid Genetic Algorithm For A Home Health Care Routing Problem With Time Window And Fuzzy Demand” başlıklı çalışmalarında, evde bakım hizmetlerine ilişkin çizelgeleme ve rotalama problemini hibrit genetik algoritma ile irdelemişler ve önerilen modelin araç planlama rotalarını düzenlerken uygun kararlar almaya yardımcı olacağını belirtmişlerdir.

Decerle vd. (2017), “A General Model For The Home Health Care Routing and Scheduling Problem With Route Balancing” başlıklı makalelerinde evde bakım hizmetlerinde, hizmet veren personelin ziyaretlerinde geçirecekleri sürelerle ilişkin rota tamsayılı programlama modeli ile bir dengeleme önermişler ve toplam mesafenin meta-

sezgisel grubunda yer alan taklitçi(memetik) algoritma ile gerçekten kısalıldığını tespit etmişlerdir.

Alinaghian ve Goli (2017), “Location, Allocation and Routing of Temporary Health Centers in Rural Areas in Crisis, Solved by Improved Harmony Search Algorithm” başlıklı makalelerinde, acil afet durumlarında geçici bir sağlık merkezi kurulması ve bu merkezlerde yer alacak araçların rotalanması problemlerine ilişkin çözümler irdelenmiştir. Çalışmada meta-sezgisel algoritma grubunda yer alan harmony arama algoritması ve yakın komşuluk arama algoritmaları ile büyük ve küçük problemlere uygulanarak test edilmiştir.

Shi vd. (2017), “A Home Health Care Routing Problem with Stochastic Travel and Service Time” isimli çalışmalarında, evde bakım hizmetlerine seyahat süresi ve rota oluşturma problemi üzerinde yaptıkları çalışmalarına hibrit bir genetik algoritma ile çözüm aramışlardır. Yapılan çalışma sonuçlarına göre kurdukları modelin değerlendirmesinin pahalı olduğunu tespit etmişlerdir.

Tlili vd.(2017), “Swarm-Based Approach For Solving The Ambulance Routing Problem” başlıklı çalışmalarında acil tıbbi hizmetlerden kaynaklanan ambulans yönlendirme problemi ele alınmıştır. Problemden sel, deprem, yangın gibi acil durumlarda ambulansların etkili yönlendirmesini sağlamak için Genetik Algoritma ve Parçacık Sürüşü optimizasyonu karşılaştırılmış ve bu yöntemin genetik algoritmaya göre daha verimli sonuçlar ortaya çıkardığı tespit edilmiştir.

Özener ve Ekici(2018), “Managing Platelet Supply Through Improved Routing of Blood Collection Vehicles” başlıklı makalelerinde kan tedarik zincirinde yer alan araçların yönlendirilmesi üzerine ARP çalışması yapılmıştır. Bu çalışmayı birkaç meta-sezgisel algoritma kullanarak çözümlemişlerdir. Çalışmayı 30 bağış alanı ve 7 kan toplayan araç ile test etmişlerdir. Çözümlemede kullanılan yöntem %15 oranında iyileşme sağlamıştır.

Lin (2018), “Jointly Rostering, Routing, and Rerostering For Home Health Care Services: A Harmony Search Approach With Genetic, Saturation, Inheritance, and Immigrant Schemes” başlıklı çalışmalarında çözüme ilişkin iki model önerisi sunmuşlardır. İlk modellerinde personelin çalışma saatleri ve araç maliyetlerinin en aza

indirgenmesi, ikinci modelde ise ani durumlara göre değişen şartlara ilişkin çözümlenme hedeflenmiştir. Çalışmalarını meta-sezgisel grupta yer alan harmoni arama algoritması ile çözümlemişlerdir. Deneysel sonuçlar harmoni arama algoritmasının iyi sonuçlar verdiğini ve ani değişimlere uyum sağladığını göstermiştir.

Decerle vd. (2018), “A Matheuristic For A Multi-Depot Home Health Care Problem” başlıklı makalelerinde evde bakım hizmetlerine ilişkin olarak, hizmet verecek personelin ziyaret sayısına göre önce atanması ve atama sonrasında gerçekleştirilecek ziyaretin rotasının belirlenmesinde problemini meta-sezgisel yöntemler kullanarak çözümlemişlerdir. Çalışmada optimal çözüm yöntemlerine göre meta-sezgisel çözüm yöntemlerinin daha hızlı sonuca ulaştırdığını tespit etmişlerdir.

Decerle vd. (2018), “A Memetic Algorithm For Multi-Objective Optimization Of The Home Health Care Problem” başlıklı makalelerinde, çalışanların çalışma sürelerini minimize etmek, hizmet kalitesini en üst seviyeye çıkarmak ve çalışanlar arasındaki çalışma sürelerinin farkını dengelemek amacıyla, evde bakım hizmetlerine özgü çok amaçlı taklitçi bir algoritma önermişler, 80’e kadar yapılan ziyareti 4 farklı meta-sezgisel algoritma ile test ederek, ortaya konulan algoritmalarla karşılaştırılmış ve daha etkin olduğu vurgulanmıştır.

Tohidifard(2018), “A Multi-Depot Home Care Routing Problem with Time Windows and Fuzzy Demands Solving by Particle Swarm Optimization and Genetic Algorithm” başlıklı makalelerinde seyahat mesafesi, tur süresi ve araçların maliyetlerinin en aza indirgenmesi amaçlanan problem çözümü parçacık sürüsü algoritması ve genetik algoritma ile çözümlenmiştir. Sonuçlara göre hem GA hem de PSO makul bir maliyetle çözüme ulaştırırsa da GA’nın PSO algoritmasından daha iyi bir performans gösterdiğini ifade etmişlerdir.

2.2.4. Diğer Çözüm Yöntemlerine Göre Çalışmalar

Warner, (1976), “Scheduling Nursing Personnel According to Nursing Preference: A Mathematical Programming Approach” başlıklı makalesinde evde bakım/evde sağlık hizmetlerinin yapısına benzeyen hemşire atama problemine ilişkin çözümleme üzerine çalışmıştır. Hemşire çalışma süresi, izinli günler ve vardiyalarının göz önünde bulundurulduğu çizelgeleme karma tamsayılı kuadratik programlama ile

oluşturulmuştur. Oluşturulan model ile planlamada karar verme süresi azaltılmış ve programın kalitesinin arttığı gözlemlenmiştir.

Eveborn vd.(2005), “LAPS CARE—An Operational System For Staff Planning of Home Care” başlıklı makalelerinde, İsviçrede hizmet veren bir evde bakım departmanı ile yürütülen çalışmalarında, LAPS-CARE isminde evde bakım hizmetlerinin takibi ve rotalanmasına ilişkin bir uygulama geliştirilmiş ve bu uygulama ile %20 oranında tasarruf edildiğini tespit etmişlerdir.

Hewwit vd. (2006), “Planning Strategies for Home Health Care Delivery” başlıklı makalelerinde, Groer vd. (2008) tarafından önerilen ConRTR, isimli araç kapasitesi ve güzergâh uzunluğu üzerindeki yapay sınırlara dayalı şablon rotalarının türetilmesi ve geliştirilmesi, ardından şablon rotaları setine dayalı günlük rotaların türetilmesi ve iyileştirilmesi arasında değişen yinelemeli bir algoritma ile çözümlenmişlerdir. 2-3 aylık planlama sırasında bilinmeyen gelecekteki hasta talepleri irdelenmiş ve sonuçlar belirsizlik altında haftalık bazda planlamanın en uygun sonuçları verdiğini göstermiştir.

Knyazkov vd. (2015), “Evaluation of Dynamic Ambulance Routing for the Transportation of Patients with Acute Coronary Syndrome in Saint-Petersburg” başlıklı makalelerinde, akut koroner hastaların hastaneye etkili ve hızlı sevklerinin coğrafi bilgi sistemlerini ve bir kısım haritalar kullanılarak sağlanabileceğini belirtmişlerdir.

Sağlık sektöründe gerçekleştirilen ARP uygulamaları incelendiğinde, üzerinde en çok Evde Bakım Hizmetlerine yönelik çalışmalar yapıldığı bunu sırasıyla kan tedarik işlemleri, ambulans rotalama, diyaliz ve tıbbi atıkların toplanmasına yönelik çalışmaların takip ettiği görülmüş olup, ülkemizde kamusal anlamda sağlanan Evde Sağlık Hizmetlerine yönelik herhangi bir araç rotalama problemi çalışması yapılmadığı görülmüştür.

Ayrıca incelenen çalışmaların çözümlemelerinin bilgisayar destekli sistemler vasıtasıyla yapıldığı ancak bu çalışmaların tam otomasyon şeklinde dinamik bir çözümleme yapan özelliklere sahip olmadığı görülmüştür. Bu yönüyle ilgili çalışmalar ele alındığında anlık değiştirilen ya da yeni eklenen noktalara göre yeni rotalar üreten tam bir otomasyon şeklinde rotalama ve çizelgeleme yapan araştırma olması açısından literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Çalışmanın akışında bütüncüllük sağlamak adına takip eden bölümde Araç Rotalama Problemlerine yer verilmiştir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3.ARAÇ ROTALAMA PROBLEMLERİ

Zorlu bir lojistik yönetimi problemi olan Araç Rotalama Problemi (ARP), (Fisher ve Jaikumar, 1979:1), ilk kez Dantzig ve Ramser (1959) tarafından ortaya atılmıştır. En çok çalışılan bütünleştirmeci en iyileme yöntemlerinden birisi olup, bir müşteri grubuna hizmet vermek amacıyla bir araç filosunun kullanacağı en uygun rota tasarımı ile ilgilenir (Golden vd., 2008:3). ARP kesin matematiksel yöntemlerle çözülememesinden dolayı NP-zor problemler kümesinde yer alır (Karagül vd. 2016:216).

ARP, bir ya da birkaç depodan bir takım kısıtlamalara tabii şekilde, coğrafi olarak dağınık şehir veya müşterilere en iyi dağıtım veya toplama rotalarının belirlenmesi olarak tanımlanmıştır (Laporte, 1992:345).

ARP, Gezgin Satıcı Problemi (GSP)'ye bir takım yeni kısıtlar eklenerek geliştirilmiştir. GSP'den farkı, aracın kapasite kısıtı yoktur bu haliyle tek satıcının tüm müşterilere hizmet vermesi durumu söz konusudur (Yücel, 2016:24).

ARP'nin başlıca varsayımları şunlardır (Cordeau, 2002:512):

- ✓ Her müşterinin talebi için sadece bir araç kullanılır.
- ✓ Her bir araç birden fazla müşterinin talebine araç kapasitesini aşmamak şartıyla hizmet verir.
- ✓ Tüm talepler karşılanmalıdır.
- ✓ Tur depodan başlar ve depoda son bulur.
- ✓ Her araç için sadece bir tur yapılabilir.
- ✓ Toplam tur maliyeti minimize edilmelidir.
- ✓ Toplam seyahat süresi aşılmamalıdır.

ARP hizmet ve üretim sektörleri gibi birçok alanda uygulanabilir. Bunlardan başlıca olanları aşağıdaki gibi sıralanabilir (Keçeci, 2008:1-2):

- ✓ Engelli insan taşıma,
- ✓ Tıbbi atıkların toplanması,
- ✓ Ulaşım uygulamaları,
- ✓ Lojistik uygulamaları,
- ✓ Uçak rotalama uygulamaları.

Literatürde ARP'nin matematiksel olarak ifade edilmesine ilişkin birçok model sunulmuş olup, genel haliyle ARP'nin matematiksel modeli aşağıdaki gibidir (Eryavuz, 2001:142):

$$\min Z = \sum_{i,j} c_{ij} \sum_k x_{ijk} \quad (1)$$

Kısıtlar

$$\sum_k y_{ik} = \begin{cases} 1, & i=2,\dots,n \\ m, & i=1 \end{cases} \quad (2)$$

$$\sum_j x_{ijk} = y_{ik} \quad i=1,\dots,n \quad k=1,\dots,m \quad (3)$$

$$\sum_{i,j \in S} x_{ijk} \leq |S| - 1 \quad \text{tüm } S \subseteq \{2,\dots,n\} \quad k=1,\dots,m \quad (4)$$

$$y_{ik} \in \{0,1\} \quad i=1,\dots,n \quad k=1,\dots,m \quad (5a)$$

$$x_{ijk} \in \{0,1\} \quad i,j=1,\dots,n \quad k=1,\dots,m \quad (5b)$$

$$x_{ijk} = \begin{cases} 1, & k \text{ aracı } i \text{ düğümünden hemen sonra } j \text{ düğümüne giderse} \\ 0, & \text{diğer durumda} \end{cases}$$

$$y_{ik} = \begin{cases} 1, & k \text{ aracı } i \text{ düğümünü ziyaret ederse} \\ 0, & \text{diğer durumda} \end{cases}$$

m=araç sayısı,

n =düğüm sayısı,

S =Düğüm setinin alt seti,

$|S|$ = S alt setindeki düğüm sayısı.

Gerçekleştirilecek tur mesafesinin en küçüklenmesi amacını (1) barındıran bu modelde; (2) numaralı kısıt, her bir müşterinin bir araca atanmasını, (3) numaralı kısıt müşteriye hizmet için ilişkilendirilen aracın tekrar gitmesini, (4) numaralı kısıt ise Seyyar Satıcı Problemi (SSP)'ye alt tur eleme olarak ifade edilebilir..

3.1.Araç Rotalama Problem Türleri

ARP kısıtlarına göre farklı birçok sınıfa ayrılmaktadır. Özel kısıtlar eklenmek suretiyle ARP'nin çeşitlendirilmesi mümkün olup başlıca ARP türleri aşağıda açıklanmıştır.

3.1.1.Kısıtlarına Göre ARP

Bu alt bölümde müşteri türü, kapasite, zaman kısıtı, taleplerin bölünmesi, depo ve araç sayısı gibi parametreler dikkate alınarak bir sınıflandırma yapılmış ve buna göre incelenmiştir.

3.1.1.1.Kapasite Kısıtlı Araç Rotalama Problemleri

Kapasite Kısıtlı Araç Rotalama Problemi (KKARP), üzerinde en çok çalışma yapılan ARP türü olarak ifade edilebilir. KKARP'de tüm müşteriler teslimatlara karşılık gelir ve talepler belirleyicidir, önceden bilinen bu talepler bölünemez. Tüm müşterilere hizmet verebilmek amacıyla, toplam maliyetin en aza indirilmesi amaçlanmıştır (Toth ve Vigo, 2002:24). Tedarik zinciri içerisinde ürün ve hizmetlerin bir yerden bir yere iletilmesi süreci ile alakalı olan bu problem türü tedarik zinciri, benzin istasyonlarına akaryakıt dağıtımı, banka ATM'lerine para sevkiyatı gibi işlemler başta olmak üzere bir çok gerçek hayat problemlerine uygulanmıştır.

3.1.1.1.2.Çoklu Depoya Sahip Araç Rotalama Problemleri

Dağıtım yapacak firmanın, dağıtımı gerçekleştireceği birden fazla deposunun bulunması durumunda ortaya çıkacak olan ARP türüdür. Müşteriler depoların çevresinde küme şeklinde dağılmış ise, dağıtımına ilişkin problem ayrı olarak modellenebilir, ancak müşteriler ile depoların yerleri birbirlerine karışmış ise çoklu depo araç rotalama problemi çözümlenmelidir. Bu problemde mevcut araçlar depolara atanır ve atanan bu araçlar ait oldukları depolardan müşterilere hizmet verir. Ayrıca araç yine ait olduğu depoya geri döner (Düzakın ve Demircioğlu, 2009:72).

3.1.1.1.3.Zaman Pencereci Araç Rotalama Problemleri

Zaman Pencereci ARP, banka ve posta teslimatları ile okul servis rotaları gibi birçok gerçek dünya probleminin çözümünde faydalanılan bir yöntemdir. Bu problemde hizmetin verileceği zamanı sınırlandırmak amacıyla bir zaman penceresi, hizmet alacak müşterinin bulunduğu konum ile ilişkilendirilir (Badeau, 1997:109-110).

Bu problemin uygulanabilir olması için aşağıdaki gibi üç kısıtın sağlanması gerekmektedir:

- 1) Servis yapan aracın kapasitesi aşılamaz.
- 2) Her müşteri için hizmete başlama zamanı, zaman dilimi üst sınırından önce gerçekleştirilmelidir. Aracın alt sınırdan önce ulaşması durumunda ise araç beklemeli ve rotada bekleme süresi sağlanmalıdır.
- 3) Her araca ilişkin güzergâh depo ilişkisi zaman penceresi sınırları dâhilinde servis edilmelidir

Zaman pencereci ARP’de aynı kapasitede özdeş sayıda belirli araçlar, talep miktarları ve konumları bilinen müşterilere, yine konumu bilinen bir depodan hizmet vermektedir. Bu problemin klasik ARP’den ayrılan yanı, ilgili müşterilere hizmete başlanacak belirli (a_i, b_i) zaman aralığının bulunmasıdır (Dursun, 2009:9).

3.1.2.Rota Durumuna Göre ARP

Turda görev alan aracın bağlı olunan depoya tur sonunda dönmesi ya da ilgili depoya geri dönmemesi haliyle kurulan turun son müşteride bitirilmesi durumlarına göre kapalı ve açık uçlu olmak üzere ikiye ayrılır.

3.1.1.2.1.Açık Uçlu ARP

Açık Uçlu ARP türü literatürde ortalama olarak 20 yıl önce tanımlanmış olmasına rağmen son dönemlerde araştırmacıların dikkatini çekmeye başlamıştır (Li vd. 2009:2919). Açık Uçlu ARP’de hizmet veren araç son müşteriye hizmeti ulaştırdıktan sonra tekrardan depoya geri dönmez. Diğer bir ifadeyle rota depo ile başlar ve en son hizmet verilen nokta ile biter.

3.1.1.2.2.Kapalı Uçlu ARP

Kapalı Uçlu ARP’de tur bir depoda başlar ve yine tura başlanan aynı depoda sonra erer (Yazgan, 2014:18). Bilhassa özel taşıma/nakil araçlarında bu problem türü ile sıklıkla karşılaşılmaktadır. Dağıtım kamyonları, nakliye araçları, gazete dağıtım araçları veya çöp kamyonlarının rota durumları bu problemin örnekleri arasında sayılmaktadır (Can Atasagun, 2015:22).

3.1.3.Çevre ve Yol Durumuna Göre ARP

Çokça kullanılan sınıflandırma yöntemlerinden olan, değişen durumların dinamik ve statik olarak ele alınmasıdır. Tanıma göre Statik ARP ve Dinamik ARP olmak üzere iki başlıkta incelenir.

3.1.1.3.1.Statik ARP

Statik ARP depo, nokta ve araç sayısı ile araç kapasitelerinin, taleplerin ve noktalar arası mesafelere ilişkin verilerin rotalamasının yapılmasında karşılaşılan bir problem türü olarak ifade edilmektedir. Problem çözüldükten sonra rotalama işleminde sonradan herhangi bir değişiklik yapılamamaktadır (Bozyer, 2013:16). Yani rotalamaya

ilişkin formülasyon çıktısı, yeniden hesaplanamayacak ve gerçek zamanlı olarak meydana gelen değişimlerden sonradan etkilenemeyecektir (Larsen, 2001:4).

3.1.1.3.2.Dinamik ARP

Dinamik ARP, son zamanlarda karar vericiye iyi araç rotaları ve programları hazırlamak için gerekli bilgileri verebiliyor olmasından dolayı, geçmişteki eşdeğer problemlerden ayrılır (Psaraftis, 1995:144). Statik ARP'den farkı, rotaların gerçek zamanlı olarak geliştiği ve bu girdilerin ARP fonksiyonu üzerinde nasıl bir gelişmeye neden olacağının belirlenmesidir. Gezgin Tamirci Problemi Dinamik ARP'ye örnek olarak verilebilir. Elektrik kesintilerini tamir etmek için dolaşan bir elektrikçi, bu rotalama problemine bir örnektir (Larsen, 2001:4).

3.2. Araç Rotalama Problemlerine İlişkin Çözüm Yöntemleri

Araştırmacılar tarafından NP-zor problemler kümesinde yer alan ARP'nin çözümü bir çok yöntem ile aranmıştır. Bu yöntemler başlıca kesin çözümü vermeyi garanti eden optimal çözüm yöntemleri, en iyi çözümü hiçbir zaman vermeyi taahhüt etmeyen ancak en iyiye yakın çözüme ulaştıran sezgisel yöntemler ve problemlere özgü sezgisel çözüm yöntemlerinden geliştirilen meta-sezgisel çözüm yöntemleri olmak üzere üç kategoriye ayrılmıştır (Erzurum, 2015:8).

3.2.1.Sezgisel Çözüm Yaklaşımları

Sezgisel algoritmalar kısıtlar dâhilinde yapılan aramaya karşın, kısa süreler içinde optimale yakın çözüm geliştirmede ön plana çıkmaktadır. Sezgisel Çözüm Yaklaşımları; iki aşamalı sezgisel yöntemler, geliştirici sezgisel yöntemler ve yapısal sezgisel yöntemler olmak üzere üçe ayrılmaktadır (Büyükyılmaz, 2017:12). Bu sayılan sezgisel yöntemlerden ARP için geliştirilenler temel olarak üç ana sınıfta incelenir (Fisher ve Jaikumar, 1979:12).

3.2.1.1.Tur Kurucu Yöntem

Tur kurucu sezgisel yöntemler, çözüme ulaşmak için gerekli maliyet göz önünde bulundurulmak kaydıyla, kademeli olarak ilerleyen ve uygun çözümü geliştiren yöntemlerdir. Yöntemin doğasında, maliyetin en aza indirgenerek, müşterilerin zaman ve kapasite kısıtları dikkate alınarak rotalama işleminin uygulanması yatmaktadır (Caric ve Gold, 2008:18; Dursun, 2009:16, Büyükyılmaz, 2017:13). Bu yöntemde çözüm öncelikle mümkün olmayan atamalarla başlar ve düğümler arasına kapasite kısıtına uyulup uyulmadığı denetlenerek bir dal eklemek suretiyle çözüme ulaşılır. Tur kurucu yöntemlerden en çok bilineni, Clark ve Wright tarafından, Dantzig ve Ramser'in geliştirdikleri algoritmadan esinlenilerek oluşturulmuş olan Tasarruf algoritmasıdır (Eryavuz ve Gencer, 2001:141). Bozyer vd.(2018), çalışmalarında tur kurucu yöntemi gezgin satıcı problemine, Eryavuz ve Gencer (2001), okul servisinin rotalarının oluşturulması problemine uygulamışlardır.

3.2.1.2.Tur Geliştirici Yöntem

Tur Geliştirici Yöntem, temel olarak tur kurucu bir sezgiselle oluşturulup bunu başlangıç çözümü kabul eder. Oluşturulan her bir rotaya ilişkin kombinasyon değiştirilir ve yeni oluşan rotanın maliyeti üzerindeki etkisi ve en uygun çözüme ulaşıp ulaşılmadığı kontrol edilir (Nilsoon, 2003:1-6, Kesintürk vd. 2015:89, Eryavuz ve Gencer, 2001:141). Tur geliştirici sezgisel yöntemi Dethloff(2001) ve Bianchessi ve Righini (2003) eş zamanlı topla dağıt problemine uygulamışlardır.

3.2.1.3. İki Aşamalı Yöntem

İki Aşamalı Sezgisel Yöntem, rotalamaya ilişkin problemleri önce kümele ve sonra rotala şeklinde iki alt probleme böler. İlk aşama olan kümeleme yapılırken, ziyaret noktaları araçlara, kapasite sınırları dâhilinde atanır. Gillet ve Miller (1974), süpürme (Sweep) algoritması, Fisher ve Jaikumar (1981) yılında geliştirdiği algoritma en çok bilinenleridir.

3.2.2.Optimal Çözüm Yaklaşımları

Optimal Çözüm Algoritmaları, Gezgin Satıcı Problemi (GSP)'nin tamsayılı lineer programlama formülü temel alınarak oluşturulur (Kalaycı, 2010:273). Bu algoritmalar, optimal olan çözüme ulaşmak için bütün çözümleri göz önünde bulundurmaktadır ve bu nedenle pahalı yöntemlerdir (Potvin, 1996: 339-340). Optimal çözüm yöntemleri kesin sonuca ulaştırmayı taahhüt eder ancak çözüm süresi problemin büyüklüğüne göre artar. Kesin çözüm yöntemleri, küçük ve orta büyüklükteki problemler için uygun bir çözüm yöntemidir (Keskintürk, 2015:87, Ropke,2005:146). Literatürde en çok bilinen yöntemler aşağıda açıklanmıştır:

3.2.2.1.Dal-Sınır Yöntemi

Dal-Sınır Algoritması ilk kez (Land ve Doig, 1960) tarafından önerilmiştir. Uygun çözüme götürmeyecek olan bir kısım çözüm önermelerini önceden dışlar ve tüm olurlu çözüm seçeneklerini sıralayarak belirlemeye çalışan bir tekniktir (Patır, 2009:198). En iyi çözüm aranırken, probleme ilişkin aşamalar gözden geçirilir ve algoritma uygun olan çözümleri küçük alt kümelerle böler ve bunların alt-üst sınırları belirlenir. Oluşturulan tüm alt problemler değerlendirilir ve uygun olmayanlar çözüm kümesinden atılır (Yücel, 2015:41).

3.2.2.2.Kesim Düzlemi Yöntemi

Kesme Düzlemi Algoritması (Gomory, 1959) tarafından geliştirilmiştir (Çevik, 2006:160). Bu yöntem, optimum çözüme ulaşmak için gerekli tamsayılı doğrusal programlama problemleri için geliştirilir (Patır, 2009:195). Öncelikle problemin tamsayı kısıtlamaları kaldırılarak lineer olarak gevşetilmiş çözüme gidilir, elde edilen çözüm tamsayı ise algoritma durur, değilse, eniyilenen çözümün yer aldığı çözüm kümesi bir kesme ile sınırlandırılır (Akay, 2009:25).

3.2.2.3.Dinamik Programlama

Bir karar verme işlemini uyumlu hale getiren matematiksel işlemlerin bütünü ifade eder. Dinamik programlamada, problem ya da problemin bir bölümünün, parçalara ayrılmak suretiyle gerçekleştirilecek çözümün depo edilmesi şeklinde bir yaklaşım

sunar. Bu çözüm yönteminde, gereklilik halinde yeniden problemin çözülmesi yerine, daha önceki çözümlerin simüle edilmek suretiyle genel çözüme ekleme yapılarak sonuca ulaşılır (Çetin, 2005: 140).

3.2.3. Metasezgisel Çözüm Yaklaşımları

Metasezgisel Algoritmalar 1980'lerin başında ortaya çıkmıştır ve o zamandan bu yana önemli bir şekilde gelişme kaydetmiştir. Meta Sezgisel Algoritmalar, klasik sezgisel algoritmaların yeterli olmadığı, zor optimizasyon problemlerinin üstesinden gelmek için tasarlanmış bir yöntemdir (Osman, 1996:1-3). Bu yöntemlerden en sık kullanılanlar aşağıda açıklanmıştır.

3.2.3.1. Tabu Arama Yöntemi

Glover tarafından 1960'larda önerilen akıllı problem çözmenin temel ilkelerine dayanan (Glover, 1993: 4), Tabu Arama (TA) algoritması özellikle, bütünleştirmeci optimizasyon problemleri için geliştirilmiş olan meta-sezgisel yöntemlerden biridir (Hedar ve Fukushima, 2004:329). Aramayı kısıtlama-serbest bırakma temeli üzerine kuruludur (Abada ve El-Darzi, 1996:140). Algoritma, yasaklı hareketleri hafıza kavramını kullanarak dinamik bir liste ile kontrol ederek yürütür. Değerdekin vd.(2006), uzay çelik çerçeve seçimi, Tosun vd.(2012), kuru transformatör ağırlık optimizasyonunu, Gerşil ve Palamutçuoğlu (2013), ders çizelgeleme problemini, Kuzu vd., (2014), gezgin satıcı problemini tabu arama algoritması kullanarak çözümlemişlerdir.

3.2.3.2. Tavlama Benzetimi Yöntemi

İlk kez 1983 yılında Kirkpatrick ve arkadaşları tarafından bir optimizasyon tekniği olarak sunulmuştur ve Metropolis Algoritması olarak da isimlendirilmektedir (Tosun vd., 2009:2). Bu yöntem ısıtılan metallerin soğutulması işlemine benzetilmekte ve bu haliyle doğal bir yönteme dayanmaktadır. Tavlama benzetimi, yerel bir minimum noktadan kaçmanın bir yolu olarak mevcut bir çözümde geçici olarak bozulmalar üreten arama hareketlerini kabul eden olasılıksal bir meta-araştırma algoritmasıdır (Oliveira vd. 2006:2). Arıkan ve Erol(2005), esnek imalat sistemlerinde parça seçimi ve makine

yükleme problemini, Şahin(2008), dinamik ses düzenleme problemine, Zhan vd., (2017), gezgin satıcı problemine ilişkin çözümü tavlama benzetimi yöntemi ile çözüm aramışlardır.

3.2.3.3.Karınca Kolonisi Yöntemi

Karınca Kolonisi Algoritması, 1991 yılında Colorni ve arkadaşları tarafından geliştirilmiş bir meta-sezgisel algoritma türüdür. Algoritmanın dayanağı, ismini de aldığı karıncaların gerçek yaşamdaki davranışlarıdır (Colorni vd. 1991:134-134). Karıncaların beslenme davranışlarından yola çıkan yöntem, karıncaların yuvalarından gıda kaynağına giden en kısa yolu, görsel ipucu olmadan bulabilmeleri temeline dayanır (Yücenur ve Çetin Demirel, 2011:334). Aday çözümler bir dizi değişken, rastlantısal prosedürle üretilir, daha önce görülen çözümler kullanılarak mevcut çözümler olasılıksal olarak güncelleştirilir (Martin vd.2006:224). Karınca Kolonisi Algoritması, ortaklaşa böcek davranışlarını ilham alan algoritmalar içerisinde en çok kullanılan yöntemlerden biridir (Dereli ve Taş,2010:882). Luan vd.(2018), tedarikçi seçim problemini çözümlmek, Kumar vd., (2019), insansı robotların yolunu optimize etmek, Xu, (2019), turist rehberlerinin en uygun rotayı bulmalarını sağlamak için karınca kolonileri algoritması kullanarak optimizasyon çözümlemesi yapmışlardır.

3.2.3.4.Genetik Algoritma Yöntemi

Genetik ve evrimsel algoritmalar, Holland (1975) ve Rechenberg (1973) tarafından, Darwin'in 1859 yılında ortaya attığı evrim teorisinden esinlenilerek geliştirilmiştir. Genetik Algoritma (GA), doğanın temel prensiplerini taklit ederek, çok farklı türdeki problemlere başarıyla uygulanmıştır (Rathlauf, 2006:15-16). Değerlendirme, seçilim ve gen oluşumu olmak üzere üç temel prensibi bulunan GA, her biri belli olan bir soruna ilişkin olası bir çözümü temsil eden ayrı ayrı karakter dizileri popülasyonu ile çalışır (Louis ve Li, 2000:205). Her nesilde farklı bireyler seçilir ve yeni bir popülasyonun ortaya çıkması için mutasyona uğrattılır bu şekilde popülasyon algoritmanın sonraki tekrarlarında kullanılır. Algoritmaya bildirilen bir amaç fonksiyonu ve probleme ilişkin değişkenlerin kodlanmasıyla çeşitli karmaşık problemlere GA sayesinde çözüm geliştirilebilir (Çalışkan vd, 2016:22; Goldberg, 1989:1-2).Genetik algoritma ile finans, üretim, araç rotalama problemi, Çinli postacı

problemi, arama problemleri, çizelgeleme, mekanik öğrenme, otomatik programlama ve bilgi sistemleri, ekonomik ve sosyal sistemler gibi bir çok problemin çözümü aranır (Emel ve Çağatay, 2002:138-147).

Yukarıda açıklanan algoritmalar göz önünde bulundurulduğunda ESH ARP için kullanılabilecek çözüm yönteminin, algoritmanın en iyiye yakın sonuçları kısa süre içerisinde vermesi ve ayrıca basit, anlaşılır ve uygulamasının kolay olması sebebiyle KNN algoritması tercih edilmiştir. Bu doğrultuda izleyen bölümde geliştirilen yazılım altyapısında kullanılan KNN algoritması açıklanmaya çalışılmış, ESH'nin işleyişi hakkında genel bilgiler verilerek Erzincan İl Sağlık Müdürlüğü ile yürütülen çalışma kapsamında ESH'nin bir haftalık gerçek verileri üzerinden karşılaştırmalar yapılarak yorumlanmıştır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Çalışmanın bu bölümünde, ESH'nin işleyişine ilişkin genel bilgiler verilecektir. Ardından problemin çözümünde sezgisel algoritma gurubunda yer alan En Yakın Komşu algoritması kullanılarak tasarlanan yazılım tanıtılacaktır. ESH rotalama problemine ilişkin çözüm, geliştirilen yazılım ile sağlanacak ve eski rotalar ile karşılaştırma yapılacaktır.

4.EVDE SAĞLIK HİZMETLERİNİN YAPISI ve İŞLEYİŞİ

(ESH); Sağlık Bakanlığı'na hastalığın teşhis ve tedavisi, kronik hastalıkların takibinin sağlanması ve rutin olarak herhangi bir sağlık problemi olmaksızın koruyucu sağlık ve tetkik hizmetlerinin kişinin kendi ikametinde sağlanması hizmetidir. Bu hizmetin sunulmasındaki süreç aşağıdaki gibidir: Hasta ya da yakını tarafından 444 3 833 numaralı telefon aranmak suretiyle çağrı merkezine kişinin evde sağlık hizmeti almak istediği bilgisi iletilir. Bu çağrı ile kişinin ikametinin bulunduğu yer, evde sağlık hizmetlerine iletilir. Çağrıyı alan evde sağlık birimi hekimi 24 saat içerisinde hastayı ikametinde ziyaret etmek durumundadır. Ziyaret sonucunda hastaya yapılacak tedavi, tedavinin süresi, hangi periyotlarda hastanın ziyaret edileceği, hangi sağlık personeli tarafından hizmet verileceği gibi bilgiler hekim tarafından matbu bir forma kayıt edilerek ziyaret sonunda birime teslim edilir. Birimde görev yapan kayıt personeline, Sağlık Bakanlığı tarafından geliştirilen ve hali hazırda kullanılan (<https://evdesaglik.saglik.gov.tr/>) bir otomasyon bulunmaktadır. Bu otomasyona, hasta ziyaretleri sırasında doktor ya da uygulayıcı sağlık personeli tarafından bir takım matbu formlara alınan bilgiler işlenebilmekte ve bu haliyle tam bir otomasyon görevi görememektedir. Formlara alınan bilgiler günlük hasta ziyaretleri gerçekleştirilmesinin ardından ESH birimine dönüş sonrasında Evde Sağlık Yönetim Sistemi (ESYS)'ne girilebilmekte bu haliyle işlemler mevcut sistemde anlık olarak yapılamamaktadır.

Hekim tarafından ilk ziyaret sonucunda hastanın mevcut durumuna göre hastaya yapılacak işlemler ve bunlara ait periyotlar (günlük, 3 günlük, haftalık, 15 günlük vs.)

ile personel grubu (hekim, hemşire vs.) belirlenir. Bu bilgilere göre el yordamıyla bir çizelgeleme yapılır, bu çizelgeleme randevu defteri mantığı gibi çalışmaktadır. Çizelgeleme sonrasında ilgili günün rotasına ilişkin ziyaretler gerçekleştirir.

Ziyaret edilen hastanın işlemi eğer sonlanmış ise forma ve ESYS’de bu bilgi işlenir ve hasta için tekrar çizelgeleme oluşturulmaz. Hasta eğer tekrar ziyaret edilecek hastalardan birisi ise, ziyaret edilecek gün bilgisinde tekrar bir çizelgeleme oluşturulur.

4.1.Problemin Tanımı

Evde Sağlık Hizmetleri, araç sayısı, çalışan personel sayısı gibi kısıtlar altında hizmet vermektedir. Vermiş olduğu hizmetlerin (pansuman, sonda, enjeksiyon vs.) hastaya uygulanma süreleri önceden tam olarak bilinmemekte, sadece önceki deneyimlerden yola çıkarak ortalama olarak bir hasta başında ne kadar zaman geçirileceği tahmin edilebilmektedir. ESH’nin işleyişine ilişkin bilgi alınan uzman görüşlerinde, sistemin zaman pencereleri olarak ifade edilen yani hastaya verilecek bir randevu saatine riayet etme zorunluluğunun bulunmadığının belirtilmesi üzerine, çalışmada zaman pencereleri dikkate alınmamıştır.

ESH, rotalarını bir sistem dâhilinde belirlemeyip, görevli personelin sezgisel veya rasgele olarak oluşturmuş olduğu güzergah ile hareket etmekte, bu haliyle zamanın efektif kullanılamaması ve maliyetlerin artması gibi durumlar ortaya çıkmaktadır. Buradan hareketle tasarımı önerilen uygulama ile zaman tasarrufu, maliyet tasarrufu, personelin çalışma saatlerinin etkili kullanılacak olması sebebiyle bunlar üzerinde iyileştirme sağlanması amaçlanmıştır.

Evde Bakım Hizmetleri, Ülkemizde Evde Sağlık Hizmetleri olarak karşılık bulmaktadır. Literatür araştırması kısmını irdeleyen araştırmacıların gördükleri üzere, Evde Bakım Hizmetlerinde çalışma saatlerinin iyileştirilmesi, en uygun rotanın bulunması, maliyetlerin azaltılması gibi bir çok faktör dikkate alınarak sezgisel, meta-sezgisel ve kesin çözüm yöntemleri kullanılarak optimizasyon çözümleri yapılmıştır ancak bu çalışmaların çözümleme aşamasında kaldığı ve günlük hayata uygulanamadığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada ise optimizasyon işlemlerinin bilgisayar

destekli yazılımlar ve haritalar kullanılarak yapılmasının uygulamadaki karşılığının net bir şekilde ortaya konulması amaçlanmıştır.

Bu kapsamda ESH’de kullanılan mevcut optimizasyon içermeyen yazılım ile mevcut çalışmada sunulan tasarım önerisi yazılımının entegre edilmesi; maliyet, iş gücü ve zaman tasarrufları sağlayacağı öngörülmektedir.

Literatür araştırması bölümünde detaylı olarak irdelendiği üzere ARP’ne ilişkin çözüm yöntemleri kesin çözüm yöntemleri, sezgisel çözüm yöntemleri ve meta-sezgisel çözüm yöntemleri ile çözümlenebilmektedir.

Tasarım önerisinde, sezgisel çözüm algoritmalarından olan k-nearest neighbor (k-NN) algoritması ile alt yapısı oluşturulmuş bir web tabanlı yazılım ESH’nin şuan hali hazırda çalışan sistemi ile entegre edilerek harita destekli rotalar oluşturulmuştur. İlgili literatür incelendiğinde kNN sezgiseli kullanılarak ESH veya EBH ARP’ye yönelik çalışmaya rastlanılamamıştır. kNN algoritmasının uygulamadaki kolaylığı, etkin çözüm süresi ve en iyiye yakın sonuçlar vermesi nedeniyle çalışmamızda bu algoritma tercih edilmiştir.

4.2.En Yakın Komşu Algoritması

Bir sınıflandırma tekniği olan k-en yakın komşu algoritması, komşular arasındaki mesafeye bağlı olarak sınıflandırma yapan bir yöntemdir (Cunningham ve Delany, 2007:4). En yakın komşu algoritması, başlangıçta yönlendirilmemiş müşteriyi başlangıç noktasına (depoya) en yakın noktaya yönlendirerek başlar (Solomon,1984:256).

kNN algoritması, n boyutlu özellik uzayında yer alan nesnelerin sınıflandırması veya tahmin edilmesinde en yakın komşuları temel alarak kullanır. Bu yöntemde sınıflandırma yapmak için, sınıflandırmaya kaç adet en yakın komşunun katılacağı, k gibi pozitif bir sayı ile belirlenir (Sümbüloğlu, 2012:15). Makine öğrenme algoritmaları içinde en çok bilinen ve tercih edilen yöntemdir (Kılınç vd, 2016:9). Kesin algoritmaların zorluğu göz önüne alındığında, çoğu çalışmada sezgisel çözüm yöntemleri üzerine yoğunlaşmıştır (Li vd. 2019 :2). Kesin çözüm yöntemleri en optimal rotayı elde etmeyi taahhüt etmesine rağmen çözüm süresi ve çözüm maliyeti

gibi etkenler yüzünden tercih edilmemektedir. Diğer sezgisel yöntemlerde olduğu gibi, kNN algoritması da kesin çözümü bulmayı garanti etmez (Pichpibul ve Kawtummachai, 2013: 2) ancak kısa süre içerisinde makul sonuçlar bulmayı garanti eder (Çakır, 2012:24). Tüm bu etkenlerden dolayı bu çalışmada sezgisel çözüm algoritmaları kullanılan bir yazılım geliştirilmiştir.

4.3.Web Tabanlı Görsel Araç Rotalama Yazılımı

Bu çalışmada, evde sağlık hizmetleri araç rotalama problemlerinin çözülebileceği Google haritalar destekli web tabanlı bir yazılım geliştirilmiştir. Geliştirilen bu yazılımda rotaların belirlenmesi birçok hayat problemine uygulanmış olan sezgisel çözüm yöntemlerinden birisi olan En Yakın Komşu algoritması ile sağlanmıştır.

ESH’de farklı kısıtlar ve değişken girdilere göre, rotaların planlanmasını sağlayacak ve kullanıcıya görsel kullanım kolaylığı ile işlem seçenekleri sunacak bir araç rotalama çözüm uygulaması geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Çalışmanın bu bölümünde Java ve Php programlama dilleri kullanılarak oluşturulmuş web tabanlı görsel yazılım tanıtılacaktır.

4.3.1.Yazılımın Kullanımı ve Tanıtımı

Tamamen görsel bir alt yapı üzerine kurulu yazılımda, probleme ilişkin gerekli tüm kullanım esnekliği kullanıcıya bırakılmıştır. Hastalara ait adres bilgileri, yapılacak işlem, işlemin tekrar edilip edilmeyeceği, hastaya randevu verilmesi gibi tüm bilgilerin girişi kullanıcı tarafından sağlanmaktadır.

Yine yazılım tarafından rotanın dinamik olarak yani anlık değişebilir şekilde oluşturulması kullanıcıya büyük kolaylık sağlamaktadır. Araç rotalama problemlerine ilişkin yazın incelemesinde, rotalama problemlerinin genel itibariyle; IBM CPLEX, Excel Solver, Matlab ya da araştırmacılar tarafınan kodlanan yazılımlar sayesinde çözümlendiği görülmüştür. Bu çözümlemelerde noktalar arası gerçek mesafeler değil de kuş uçuşu diye ifade edilen noktalar arası uzaklıklar temel alınmıştır. Bu şekilde gerçekleştirilen çözümlemeler farklı sonuçların ortaya çıkmasına sebep olabilmektedir.

İki noktanın birbirlerine olan uzaklıkları ile gerçek uzaklıkları farklı olduğundan, kuş uçuşu yöntemi ile alınan koordinatlar sağlıklı sonuçlar vermeyebilmektedir.

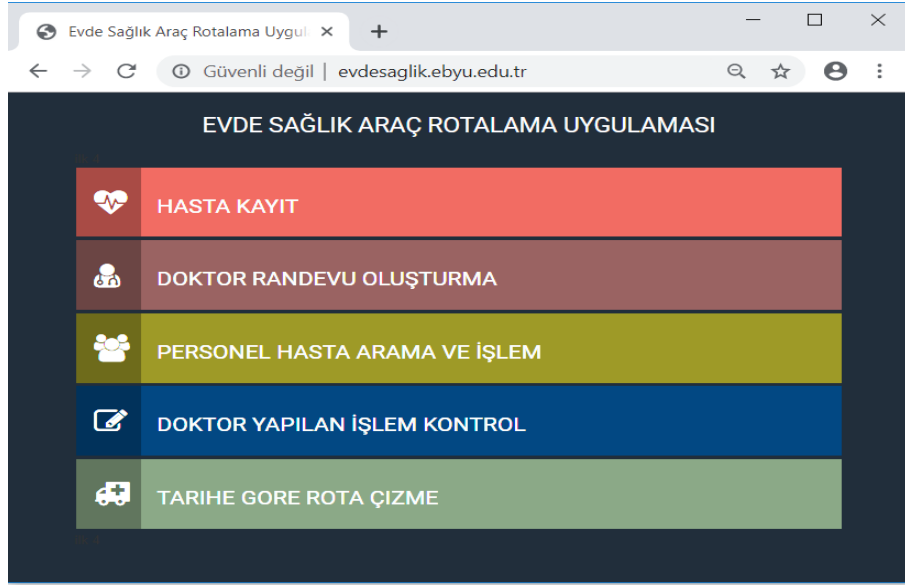
Google haritalar ile entegre halde çalışan bu yazılım sayesinde, hastaların adres bilgilerinin girişi ile, hastanın tam konumu alınabilmekte ve noktaların birbirlerine gerçek uzaklıkları hesaplanabilmektedir. Bu haliyle yazılım evde sağlık birimi için oldukça efektif bir kullanım sağlayabilecektir. Girilen adres bilgisi üzerinden alınan gerçek konumlar, en yakın komşu algoritması ile sıralanıp, google haritalar üzerine aktarılarak anlık görsel rota kullanıcıya sunulmaktadır.

Evde sağlık hizmetleri biriminin servis aracına yerleştirilecek bir tablet bilgisayar ile oluşturulan rota google navigasyona aktarılmakta ve araç şoförüne girilecek rotayı aramadan tarif etmektedir. Yazılımın web tabanlı olarak geliştirilmesi, yazılıma her yerden hiçbir kurulum dosyası gerekmeksizin erişim sağlanabiliyor olması büyük avantaj sağlamaktadır Ayrıca bilgilerin tek merkezde sürekli yedek alan bir veri tabanında tutulması da veri güvenliği ve veri kaybı yaşanmaması açısından önem arz etmektedir.

4.3.1.1.Ana Ekran

Geliştirilen yazılıma <http://evdesaglik.ebyu.edu.tr> adresinden erişim sağlanabilir. Şekil 4.1.'de gösterilen ana ekranda, kullanıcıya yapmak istediği işlemlere ilişkin seçenekler sunulmaktadır.

Şekil 4. 1. Evde Sağlık Araç Rotalama Uygulaması Ana Ekran



Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

4.3.1.2.Hasta Kayıt Ekranı

Evde sağlık hizmetlerinden, hizmet alan hastaların adreslerinin öncelikle sisteme girişinin yapılması gerekmektedir. Sisteme başlangıç noktası olarak Erzurum Evde Sağlık Hizmetleri biriminin konumu varsayılan olarak atanmıştır.

4.3.1.3.Doktor Randevu Oluşturma Ekranı

Çağrı merkezinden hasta ESH'den hizmet almak istediğini beyan eder bir kayıt oluşturur. Bu kayıt sonrasında, ESH hekimi tarafından hasta ikametinde ziyaret edilir ve bu ekran vasıtasıyla hastaya yapılacak işlem türü ve zamanı kayıt edilir.

4.3.1.4.Personel Hasta Arama ve İşlem Ekranı

Sağlık personeli tarafından ziyaret sırasında hasta ile ilgili yapılan işlem bilgisinin girişinin yapıldığı ve doktor tarafından hastaya yapılacak işlem ve açıklama bilgilerinin görüntülediği ekrandır.

4.3.1.5.Doktor Yapılan İşlem Kontrol Ekranı

Bu ekran aracılığı ile çağrı merkezi tarafından kayıt oluşturulmuş ancak ziyaret edilmemiş veya ziyaret için tarih belirlenmemiş hastalar listelenir. Gecikmiş işlemler içerisinde ilgili hasta seçilerek ziyaret kaydı oluşturulur.

4.3.1.6.Tarihe Göre Rota Çizme Ekranı

Veritabanına kayıt yapılan hasta adres bilgileri ile google haritalar üzerinden konum bilgileri geliştirilen yazılım ile alınır. Alınan bu konum bilgileri yazılıma gömülü olarak kodlanmış en yakın komşu (kNN) algoritması ile ESH merkez biriminden başlanarak algoritma çalışma prensibi dahilinde sıralanır.

4.4.Örnek Uygulama

Çalışmanın bu bölümünde, Erzincan İl Sağlık Müdürlüğü ile yürütülen proje kapsamında Erzincan ESH Biriminin mevcut rotalarına ilişkin bilgileri alınmış ve çalışma bu veriler üzerinden gerçekleştirilmiştir.

4.4.1.Verilerin Toplanması

Erzincan İl Sağlık Müdürlüğü ile yürütülen proje kapsamında mevcut hastalara ilişkin bilgiler Sağlık Müdürlüğü ile imzalanan veri paylaşım protokolü çerçevesinde anonimleştirilerek çalışmada kullanılmıştır.

Uygulamada kullanılan veriler aşağıdaki gibi sıralanmıştır;

- Hasta isim ve soy isimleri,
- Hastaların ikametleri,
- Hastalara uygulanan hizmet türü (pansuman, enjeksiyon vs. gibi),
- Görev alacak personel türü/sayısı

Söz konusu ESH biriminden temin edilen bu veriler, ESH'nin merkezi ile noktaların birbirlerine olan uzaklıkları, alınan adres bilgileri Google haritalar üzerinden yol mesafesi temel alınarak matematiksel konumlara dönüştürülmüştür. Elde edilen bu uzaklıklar mesafeler matrisi şeklinde tablolştırılmıştır.

4.4.2.Mevcut Rotalar

Mevcut sistemde, ESH birimi tarafından tutulan çizelgeye göre hasta ziyaretleri başlar. Ziyaret edilecek hastanın hangi sıra dâhilinde ziyaret edileceğine dair bir sistematik bulunmayıp, ilgili personel tarafından tamamen o anki istek doğrultusunda ve kısmen de sezgisel olarak noktalar belirlenir ve ziyaretler gerçekleştirilir. Bu bölümde, Erzincan ESH biriminin bir haftalık gerçek hasta ziyaretleri gün gün incelenmiştir.

4.4.2.1.Pazartesi

ESH birimi pazartesi günü Tablo 4.1’de verildiği üzere toplam 10 hastayı ziyaret etmektedir ve ziyaret sırasına göre toplam tur mesafesi 97.676 metredir.

Tablo 4. 1. Pazartesi Günü Ziyaret Edilecek Hastalara İlişkin Bilgiler

Sıra	Hasta	Önceki Konumla Mesafe
0	Merkez	0 m
1	Merkez->H7	3877 m
2	H7->H9	2790 m
3	H9->H1	2815 m
4	H1->H8	1011 m
5	H8->H6	2647 m
6	H6->H10	2416 m
7	H10->H3	2567 m
8	H3->H2	2970 m
9	H2->H4	29311 m
10	H4->H5	34070 m
11	H5->Merkez	13202 m
	Toplam :	97676 m

Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

4.4.2.2.Salı

ESH birimi salı günü Tablo 4.2’da verildiği üzere toplam 13 hastayı ziyaret etmektedir ve ziyaret sırasına göre toplam tur mesafesi 142.920 metredir.

Tablo 4. 2. Salı Günü Ziyaret Edilecek Hastalara İlişkin Bilgiler

Sıra	Hasta	Önceki Konumla Mesafe
0	Merkez	0 m
1	Merkez->H22	3037 m
2	H22->H6	1723 m
3	H6->H5	16234 m
4	H5->H17	15698 m
5	H17->H12	3252 m
6	H12->H13	4161 m
7	H13->H14	4740 m
8	H14->H18	3511 m
9	H18->H16	9274 m
10	H16->H21	0 m
11	H21->H15	7795 m
12	H15->H20	4754 m
13	H20->H19	33985 m
14	H19->Merkez	34756 m
Toplam :		142920 m

Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

4.4.2.3.Çarşamba

ESH birimi çarşamba günü Tablo 4.3’de verildiği üzere toplam 11 hastayı ziyaret etmektedir ve ziyaret sırasına göre toplam tur mesafesi 66.608 metredir.

Tablo 4. 3.Çarşamba Günü Ziyaret Edilecek Hastalara İlişkin Bilgiler

Sıra	Hasta	Önceki Konumla Mesafe
0	Merkez	0 m
1	Merkez->H14	3863 m
2	H14->H7	1387 m
3	H7->H24	1285 m
4	H24->H17	2213 m
5	H17->H16	9773 m
6	H16->H8	6941 m
7	H8->H23	2618 m
8	H23->H25	1057 m
9	H25->H10	1465 m
10	H10->H13	4719 m
11	H13->H5	18085 m
12	H5->Merkez	13202 m
Toplam :		66608 m

Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

4.4.2.4.Perşembe

ESH birimi perşembe günü Tablo 4.4.'de verildiği üzere toplam 9 hastayı ziyaret etmektedir ve ziyaret sırasına göre toplam tur mesafesi 61.204 metredir.

Tablo 4. 4. Perşembe Günü Ziyaret Edilecek Hastalara İlişkin Bilgiler

Sıra	Hasta	Önceki Konumla Mesafe
0	Merkez	0 m
1	Merkez->H14	3863 m
2	H14->H6	2072 m
3	H6->H28	3915 m
4	H28->H17	1613 m
5	H17->H13	788 m
6	H13->H16	10085 m
7	H16->H27	7599 m
8	H27->H5	11300 m
9	H5->H29	15514 m
10	H29->Merkez	4455 m
Toplam :		61204 m

Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

4.4.2.5.Cuma

ESH birimi cuma günü Tablo 4.5.'de verildiği üzere toplam 8 hastayı ziyaret etmektedir ve ziyaret sırasına göre toplam tur mesafesi 44.137 metredir.

Tablo 4. 5. Cuma Ziyaret Edilecek Hastalara İlişkin Bilgiler

Sıra	Hasta	Önceki Konumla Mesafe
0	Merkez	0 m
1	Merkez->H7	3395 m
2	H7->H12	3209 m
3	H12->H16	8289 m
4	H16->H8	6941 m
5	H8->H11	7605 m
6	H11->H6	8316 m
7	H6->H17	2213 m
8	H17->H5	15391 m
Toplam :		55092 m

Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

4.4.3.Yazılım İle Yeni Rotaların Oluşturulması

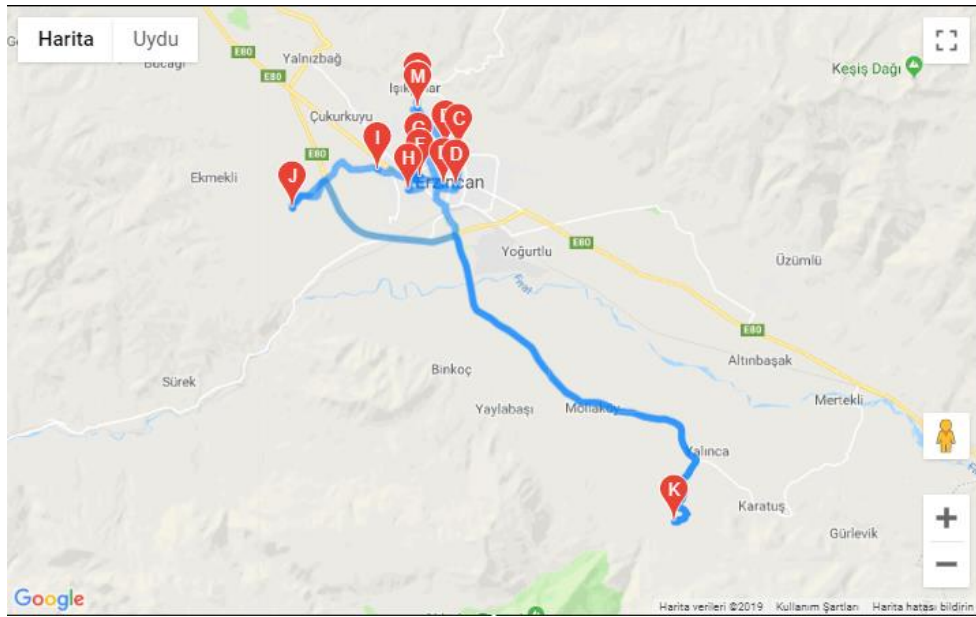
Yukarıda ESH biriminin 5 günlük mevcut rotaları ve aracın aldığı mesafeler günler itibarıyla ayrı ayrı gösterilmiştir. Bu bölümde, geliştirilen yazılıma yüklenen adres bilgilerine göre önerilen rotalar günler itibarıyla aşağıda verilmiştir. Rota

belirleme işlemi Intel Core i5 CPU, 1.8 Ghz işlemci, 8 gbyte RAM donanımına sahip bilgisayar ile 12.9 Mbps internet bağlantısı ile yapılmıştır.

4.4.3.1.Pazartesi

Bu günde ESH birimi toplam 10 hastayı ziyaret etmekte yazılım ile önerilen rotanın toplam mesafesinin 88.025 m olduğu görülmektedir. Yazılımın rotayı oluşturma süresi 97 saniyedir. Rotaya ilişkin yazılım çıktısı Şekil 4.2.'de verilmiştir.

Şekil 4. 2. Pazartesi Günü İçin Önerilen Rotanın Gösterimi

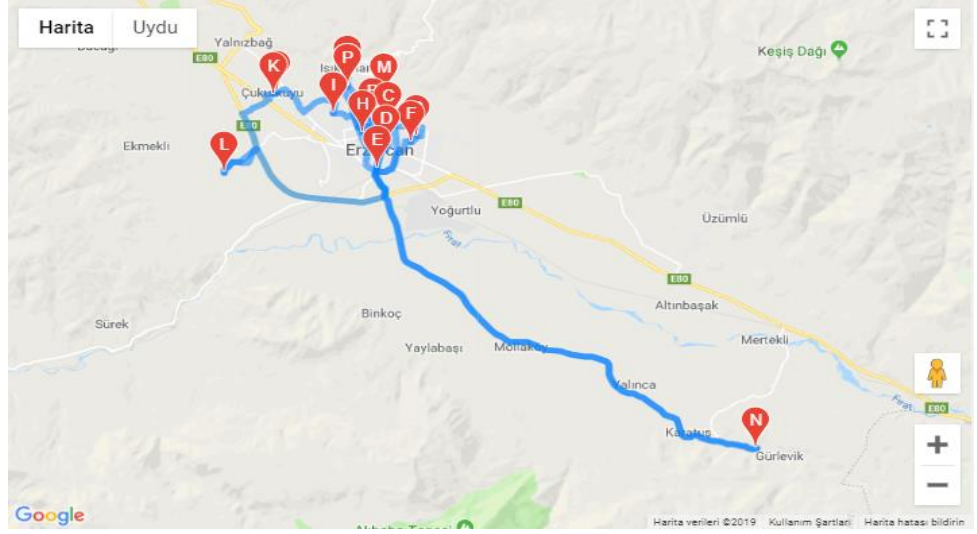


Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

4.4.3.2.Salı

Bu günde ESH birimi toplam 13 hastayı ziyaret etmekte yazılım ile önerilen rotanın toplam mesafesi 119.155 m'dir. Yazılımın rotayı oluşturma süresi 124 saniyedir. Rotaya ilişkin yazılım çıktısı Şekilde 4.3.'de verilmiştir.

Şekil 4. 3. Salı Günü İçin Önerilen Rotanın Gösterimi

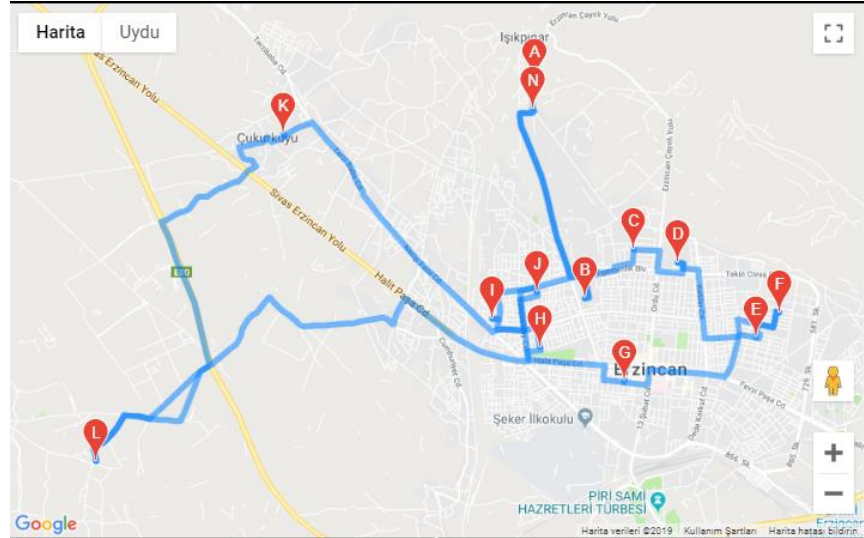


Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

4.4.3.3.Çarşamba

Bu günde ESH birimi toplam 11 hastayı ziyaret etmekte yazılım ile önerilen rotanın toplam mesafesi 43. 822 m’dir. Yazılımın rotayı oluşturma süresi 118 saniyedir. Rotaya ilişkin yazılım çıktısı Şekil 4.4.’de verilmiş

Şekil 4. 4. Çarşamba Günü İçin Önerilen Rotanın Gösterimi



Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

4.4.3.4.Perşembe

Bu günde ESH birimi toplam 10 hastayı ziyaret etmekte yazılım ile önerilen rotanın toplam mesafesi 43.483 m'dir. Yazılımın rotayı oluşturma süresi 79 saniyedir. Rotaya ilişkin yazılım çıktısı Şekilde 4.5.'de verilmiştir.

Şekil 4. 5. Perşembe Günü İçin Önerilen Rotanın Gösterimi

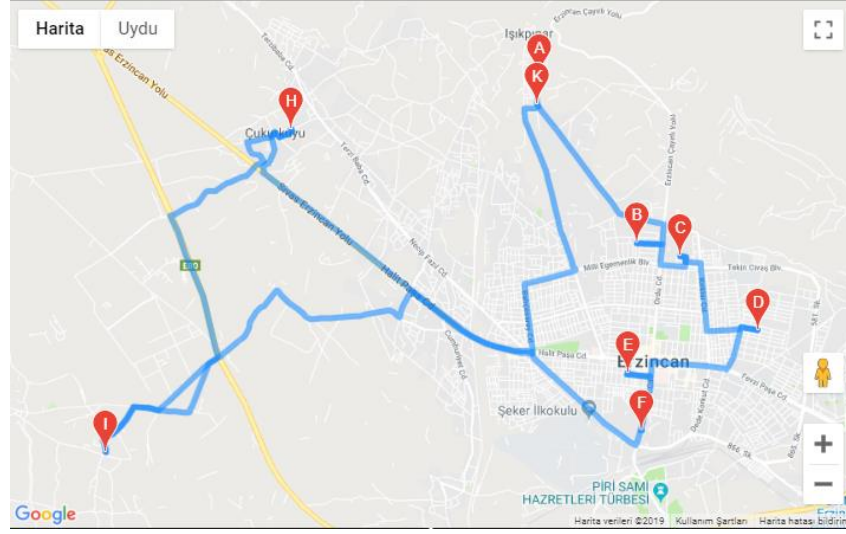


Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

4.4.2.5.Cuma

Bu günde ESH birimi toplam 8 hastayı ziyaret etmekte yazılım ile önerilen rotanın toplam mesafesi 40.308 m'dir. Yazılımın rotayı oluşturma süresi 61 saniyedir. Rotaya ilişkin yazılım çıktısı şekilde Şekil 4.6.'da verilmiştir.

Şekil 4. 6. Cuma Günü İçin Önerilen Rotanın Gösterimi



Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Erincan ESH biriminin incelemesi yapılan haftadaki mevcut rotalarının uzunluğu 423.500,00 metredir. kNN algoritması kullanılarak gerçekleştirilen rotalama işlemi neticesinde, ESH birimine önerilen yeni rotaların toplam uzunluğu ise; 334.793,00 metre olarak belirlenmiştir. Önerilen yeni rota ile haftalık 88.707,00 metre (88,70 km) tasarruf sağlanabilmektedir. Bu tasarruf yıllık bazda ise 4.612,40 metre (4.612 km) olarak uyarlanmıştır.

Tablo 4. 6. Genel Gösterim Matrisi

Günler	Mevcut Rotanın Tur Uzunluğu (metre)	Önerilen Rotanın Tur Uzunluğu (metre)	İyileşme Mesafesi (metre)	İyileşme Oranı
Pazartesi	97.676	88.025	9.651	%9,9
Salı	142.920	119.155	23.765	%16,6
Çarşamba	66.608	43.822	22.786	%34,2
Perşembe	61.204	43.483	17.721	%29,0
Cuma	55.092	40.308	14.784	%26,8
Toplam	423.500	334.793	88.707	%20,9

Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Birimde hasta ziyaretleri için Ford Transit marka, 2007 model, 2.400 motor, dizel yakıt ile çalışan bir araç kullanılmaktadır. Araç fabrika verilerine göre şehir içi 100 km’de 9 litre yakıt tüketmektedir ancak araçta ambulans teçhizatı yer aldığından fabrika verilerinden %30 oranında daha fazla yakıt tükettiği bilgisi Ford Servisinden alınmış olup, araç yani 100 km yolu ortalama 11,7 litre yakıtla gidebilmektedir. Çalışmanın yapıldığı tarih itibarıyla 1 litre dizel yakıt 6,43 TL’dir. Araç 1 km yol gitmek için 11,7 litre x 6,43 TL =75,23 TL/100 =0,7523TLyakıt harcamaktadır. Bir haftalık mevcut rotanın tur maliyeti 423,500 km x 0,7523 TL= 318,59 TL’dir. Yıllık maliyet ise 318,59TLx52 hafta= 16.566,68 TL olarak hesaplanmıştır. Önerilen turun haftalık maliyeti 334,793 km x 0,7523 TL=251,86 TL olup, yıllık maliyet ise 13.096,72’dir. Yıllık yakıt gideri tasarrufu 3.469,96 TL’dir.

Diğer yandan rotadaki %20,9 oranındaki iyileşme seyahat süresine yansıyacak ve personelin yolda geçirdiği süre azalmış olacaktır. Yolda geçirilen sürenin hastaya aktarılmasıyla, hasta başına düşen hizmet süresi artacak ve ESH’nin hizmet kalitesinde artış meydana gelecektir. Hizmet kalitesinde meydana gelen artış ile hasta memnuniyeti artmış ve birim daha etkin hale gelmiş olacaktır.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Yaşam beklentisi artmaya devam ettikçe, sağlık hizmetlerine yönelik talepler artmakta ve ESH sağlayıcıları daha verimli sağlık hizmeti sunmak için sistemler tasarlama ve geliştirmeye mecbur kalmaktadır. ESH, sağlık sisteminin talebi karşılamakta yetersiz kaldığı durumlara alternatif olup, mevcut sağlık sistemindeki yükü hafifletme özelliği ile ön plana çıkmıştır. Yaşlanan nüfus ile birlikte hastaların ikametlerinde sağlık hizmeti almak istemeleri bu sektörün önemini giderek artırmaktadır.

ESH'nin mevcut işleyişi çalışanların el yordamı ile oluşturdukları çizelgeler dahilinde tamamen bir sistematığe dayanmayan şekilde rotanın oluşturulması üzerine kurguludur. İncelenen çalışmalarda ESH ve EBH üzerinde bir çok araç rotalama problemi çalışması yapıldığı ve bu çalışmaların sezgisel, meta sezgisel ve optimal çözüm yöntemleri kullanılarak bilgisayar destekli sistemler ile çözümlendiği görülmüştür. Ancak çalışmalarda tam olarak çözümlemeyi otomatik olarak yapan bir sistem geliştirilmediği görülmüştür. Bu çalışmada ESH birimi tarafından girilen adres bilgileri google haritalar yardımıyla matematiksel konumlara otomatik olarak dönüştürülmüştür. Elde edilen bu konum bilgileri kNN algoritması yardımı ile sıralanmış ve google haritalar altyapısı kullanılarak görsel bir arayüz ile rota çizimi sağlanmış ayrıca bu rota google navigasyon üzerine aktarılmıştır. Tasarım önerisi sunulan uygulamada ise ESH biriminin hasta başında, hasta ile ilgili alması gereken tüm bilgilerin sisteme kaydedilmesi, yeni randevu verilmesi ya da hastanın randevu listesinden çıkartılması işlemlerinin yaptırılabilceği bir simülasyon tasarım geliştirilmiştir.

Bu kapsamda Erzincan ESH biriminin bir haftalık mevcut rotaları incelenmiştir. Bu rotalar, geliştirilen yazılım ile yeniden oluşturularak karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonuçlarına göre geliştirilen yazılım ile oluşturulan rotaların haftalık 88,70 km daha kısa olduğu, mevcut rotalara göre haftalık %20,9 oranında iyileşme sağlandığı gözlemlenmiştir. Bu sonucun Allaoua vd. (2013) ile Bard vd. (2014)'nin sezgisel çözüm yöntemleri ile kullanarak yaptıkları optimizasyon

çalışmalarıyla aynı doğrultuda olduğu söylenebilir. Bowers vd. (2013), Vanquickenborne (2016), Grenouilleau vd. (2018), çalışmalarında da tespit ettikleri üzere seyahat süresinin kısaltılması ile hasta başına düşen hizmet süresinde bir artış olmuş dolayısıyla hizmet kalitesinde iyileşme sağlanmıştır. Daha kısa turların oluşturulması ile yakıt maliyetinde Mankowska vd.(2013), Çakır (2016) çalışmalarıyla aynı doğrultuda azalma sağlanmıştır.

Bu çalışma sadece Erzincan ili ESH biriminin mevcut rotaları üzerinden yapılmıştır. ESH'nin Türkiye genelindeki tüm mevcut rotalarına erişilmesindeki imkansızlık çalışmanın temel kısıtı olarak karşımıza çıkmaktadır. Diğer bir kısıt ise hastalara verilen hizmet sürelerinin yapılan işleme göre net olarak ortaya konulmamış olmasıdır.

Evde sağlık hizmetleri araç rotalama problemi ile ilgili olarak ulusal literatür incelendiğinde evde bakım ve evde sağlık araç rotalama başlıkları altında çok az sayıda çalışma olduğu, uluslararası literatür incelendiğinde ise evde bakım hizmetleri araç rotalama problemi başlığı altında bir çok çalışma yapıldığı görülmüştür. Örneğin; Taş vd.(2019), Xiao vd. (2018), optimal çözüm yöntemleriyle, Şimşek (2019), Zhan, vd. (2018), Liu vd.(2018),Veenstra vd. (2018) sezgisel çözüm yöntemleri kullanarak Tohidifard(2018), Decerle vd. (2018),Lin (2018), Özener ve Ekici(2018), Tlili vd.(2017), Shi vd. (2017), meta-sezgisel çözüm yöntemleri ile EBH'ne yönelik ARP çözümlemesi yapmışlardır. Ancak bu çalışmalar sadece üretilen senaryolar ya da inceleme yapılan veriler üzerinden statik çözümlemeleri içermektedir. Çalışmaların dinamik çözüm üreten yani anlık gelen adres bilgisini konuma dönüştürerek makul rotalar üretebilen çalışmalar olmadıkları görülmüştür. Bu yönüyle bu tez çalışması ulusal ve uluslararası literatürdeki çalışmalar bakımından farklıdır.

Tasarımı önerilen ve bir simülasyonu verilen bu uygulamanın, Sağlık Bakanlığı tarafından Türkiye genelindeki ESH birimlerine entegre edilmesi ve yazılımın kullanılması kamusal anlamda bir ilk olacaktır. Uygulamanın kullanımı ile fiziki kağıt akışına gerek kalmaksızın, sistemin işleyişine ilişkin gerekli tüm bilgiler hasta başında kayıt edilebilecektir.

Bu doğrultuda geliştirilen sezgisel çözüm algoritması ile tasarlanan yazılımın sağlık hizmetlerinin sunulmasında katlanılan lojistik maliyetlerde, personelin ziyaret

için yolda geçireceği süre ile hastanın bekleme süresinde azalma sağlayabilecektir. Diğer yandan bu iyileşme ile daha verimli değerlendirilen sağlık personelinin iş kalitesinde artış sağlanacak dolayısıyla da hastaya verilen hizmet kalitesi artacaktır. Tüm bunların birleşimi ile ESH'nin maliyetlerinde düşüş gerçekleşirken, hizmet kalitesi artacaktır.

Sonraki aşamalarda işlem sürelerinin belirlenmesi ile çalışmaya zaman pencereleri eklenebilir ve hastalara tam ziyaret saatleri verilmesi sağlanabilir.

Yapılacak işlemler (pansuman, enjeksiyon, sonda takılması vs.) zorluk derecelerine göre sınıflandırılıp hastalarla ilişkilendirilebilir. Bu şekilde personele iş ataması otomatik olarak yapılabilir ve personele dengeli bir iş dağıtımı yapılması sağlanabilir.

ESH ARP, sezgisel, meta-sezgisel ve optimal çözüm algoritmalarının bir ya da birkaçı ile karşılaştırmalı olarak çözümlenebilir ve bu çözümler içerisinde en iyi olanı farklı senaryolara göre seçilebilir. Yine hastalar ya da hasta yakınlarının kullanımında olan akıllı telefonlar, bilgisayar veya tablet bilgisayarlar ile ESH birimi ile iletişim sağlanabilir, rotalar izlenebilir ve anlık olağanüstü bir durumda yaşanabilecek gecikmenin sms ya da online bir sistem üzerinden hastaya iletilmesi sağlanabilir. Bu çalışmada önerilen uygulama tasarımı araçlara entegre edilerek GPS cihazları ile merkezden takip edilebilir ve aracın hizmet dışı kullanımı önlenir. Günlük olarak depo edilen rotalar ile hasta ziyaretleri için gerekli olan maliyet tahminlemesi yapılarak buna göre bütçeler oluşturulabilir ve ulusal bir veritabanı oluşturulabilir.

KAYNAKÇA

- ABADA H., and EL-DARZI, E.; (1996), “A Metaheuristic for the Timetabling Problem In Meta-Heuristics”, **Springer**, pp. 133-149.
- ABADA Lyes, AOUAT Saliha and BOURAHILA Omer F.; (2015), “Tabu Search To Solve The Shape From Shading Ambiguity”, **International Journal on Artificial Intelligence Tools**, 24.05: 1550035.
- AKAY Doğan; (2009), Filo Atama Problemi Ve Karmaşık Tamsayı Programlama İle En İyileme Yöntemleri. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- AKJIRATIKARL Chananee, YENRADEE Pisal and DRAKE Paul R.; (2007), ” Pso-Based Algorithm For Home Care Worker Scheduling in The UK”, **Computers & Industrial Engineering**, 53.4: pp.559-583.
- AKSAKAL Begüm; (2014), Bir Firmanın Zaman Pencereli Belirli Talepli Araç Rotalama Probleminin Genetik Algoritma Kullanılarak Çözülmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- ALINAGHIAN Mahdi and GOLI Alireza; (2017), ”Location, Allocation and Routing of Temporary Health Centers in Rural Areas in Crisis, Solved by Improved Harmony Search Algorithm”, **International Journal of Computational Intelligence Systems**, 2017, 10.1: pp.894-913.
- ALLAOUA, Hanane, BORNE, Sylvie, LÉTOCART, Lucas, ve CALVO, Roberto Wolfler; (2013) “A Matheuristic Approach For Solving A Home Health Care Problem”, **Electronic Notes in Discrete Mathematics**, 41, ss.471-478.
- ALPAK Mehtap; (2015).; Evde Sağlık Hizmetlerinin Türkiye’deki Yeri (Antalya Örneği), Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

- ALTUNTAŞ Murat, YILMAZER Tevfik Tanju, GÜÇLÜ Yusuf Adnan ve ÖNGEL Kurtuluş, (2010); “Evde Sağlık Hizmeti Ve Günümüzdeki Uygulama Şekilleri”, **Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi Dergisi**, 20: ss.153-8.
- ARIKAN Murat ve SERPİL Erol;(2005)"Esnek İmalat Sistemleri'nde Parça Seçimi Ve Makina Yükleme Problemi İçin Bir Tavlama Benzetimi Algoritması."V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, 25-27 Kasım, İstanbul.
- AVUNDUK Hüseyin; (2019),“Yalın Altı Sigma: Bir Pet Şişirme Makinesinde Süreç İyileştirme Uygulaması”, **Electronic Journal of Social Sciences**, 18(70), ss.633-653.
- AYDEMİR Erdal KARAGÜL, Kenan TOKAT Sezai;(2016), “Kapasite Kısıtlı Araç Rotalama Problemlerinde Başlangıç Rotalarının Kurulması İçin Yeni Bir Algoritma”, **Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi**, Cilt: 4, Sayı: 3, Sayfa: 215-226.
- AYTEKİN Mehmet Ali ve KALAYCI Tahir Emre;(2010), “Gezgin Satıcı Probleminin İkili Kodlanmış Genetik Algoritmalarla Çözümünde Yeni Bir Yaklaşım”, Muğla Üniversitesi Akademik Bilişim Konferansı, Muğla.
- BADEAU Philppe, GUERTİN François, GENDREAU Michel, POTVIN Jean Y., and TAILLARD Eric (1997); “A Parallel Tabu Search Heuristic For The Vehicle Routing Problem With Time Windows”, **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, 5(2), pp.109-122.
- BALINSKY Warren; (1999), “Pediatric Home Care: Reimbursement And Cost Benefit Analysis” **Journal of Pediatric Health Care**,13.6, pp.288-294.
- BALLOU Ronald H., GILBERT Stephen M., and MUKHERJEE Ashok;(2000), "New Managerial Challenges From Supply Chain Opportunities." **Industrial Marketing Management**, 29.1, pp.7-18.
- BARD Jonathan F., SHAO Yufen and JARRAH Ahmad I.;(2014),” A Sequential GRASP For The Therapist Routing And Scheduling Problem, **Journal of Scheduling**, 17.2: pp.109-133.

- BEGUR Sachidanand V., MILLER David M. and WEAVER Jerry R.:(1997),” An Integrated Spatial Dss For Scheduling and Routing Home-Health-Care Nurses”, **Interfaces**, 27.4: pp.35-48.
- BERTELS Stefan and FAHLE Torsten;(2006), “A Hybrid Setup For A Hybrid Scenario: Combining Heuristics For The Home Health Care Problem”, **Computers & Operations Research**,33.10: pp.2866-2890.
- BIANCHESSI Nicola, and GIOVANNI Righini;(2007), "Heuristic Algorithms For the Vehicle Routing Problem With Simultaneous Pick-up and Delivery", **Computers & Operations Research**, 34.2, pp.578-594.
- BOWERS John, CHEYNE Helen, MOULD Gillian and PAGE Miranda;(2015),” Continuity Of Care In Community Midwifery”, **Health Care Management Science**, 18(2), pp.195-204.
- BOZYER Zafer;(2013), Araç Rotalama Probleminin Çözümüne Yönelik Bir Model Önerisi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli.
- BRAEKERS Kris, HARTL Rrichard F., PARRAGH Sophie N and TRICOIRE Fabien;(2016),” A Bi-Objective Home Care Scheduling Problem: Analyzing The Trade-Off Between Costs And Client Inconvenience”, **European Journal Of Operational Research**, 248(2), pp.428-443.
- BRAMEL Julien and SIMCHI-LEVI David;(1997), The logic of logistics: Theory, Algorithms, And Applications For Logistics Management, **New York: Springer**, pp. 175-240.
- BRANCH Alan E.:(2008), **Global Supply Chain Management and International Logistics**, New York.
- BRÄYSY Olli, NAKARI Pentti, DULLAERT Wout and NEITTAANMÄKI Pekka; (2009),”an Optimization Approach For Communal Home Meal Delivery Service: a Case Study”, **Journal of Computational and Applied Mathematics**, 232(1), pp.46-53.

- BREDSTRÖM David, RÖNNQVIST Mikael;(2008),”Combined Vehicle Routing And Scheduling With Temporal Precedence And Synchronization Constraints”, **European Journal of Operational Research**, 191.1: pp.19-31.
- BURKE Edmund K., JINGPENG Li and RONG Qu;(2010), “A Hybrid Model Of Integer Programming And Variable Neighbourhood Search For Highly-Constrained Nurse Rostering Problems" **European Journal of Operational Research**, 203.2. pp. 484-493.
- BÜYÜKYILMAZ Rabia G.,; (2017). Eş Zamanlı Topla Dağıt Araç Rotalama Problemi İçin Yeni Bir Çözüm Önerisi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Sakarya.
- CAN ATASAGUN Gözde;(2015), Zaman Bağımlı Eş Zamanlı Toplam Dağıt Araç Rotalama Problemi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- CARIC Tonci and GOLD Hrvoje;(2008), **Vehicle Routing Problem**, First Published, Vienna.
- CATANIA Carlos, ZANNI-MERK Cecillia, de BEUVRON François de Beuvron and COLLET Pierre; (2015), “A Multi Objective Evolutionary Algorithm for Solving a Real Health Care Fleet Optimization Problem”, **Procedia Computer Science**, 60, pp.256-265.
- CHENG Eddie and RICH Jennifer Lynn;(1998), “A Home Health Care Routing And Scheduling Problem, Technical Report, **Computational and Applied Mathematics**, Rice University, pp.2-16.
- CLARKE Geoff and WRIGHT John W.;(1964), “Scheduling Of Vehicles From A Central Depot To A Number Of Delivery Points”, **Operations Research**, 12.4: pp.568-581.
- COPPI Alberto, DETTI Paolo and RAFFAELLI Jessica; (2013), “A Planning And Routing Model For Patient Transportation in Health Care”, **Electronic Notes In Discrete Mathematics**, 41: pp.125-132.

- CORDEAU Jean F., GENDREAU Michel., LAPORTE Gilbert, POTVIN Jean. Y. and SEMET Frédéric; (2002), “A Guide To Vehicle Routing Heuristics”, **Journal Of The Operational Research Society**, 53(5), pp.512-522.
- CROXTON Keely L., GARCÍA- DASTUGUE Sebastián J. DOUGLAS M. Lambert, ROGERS Dale S.,(2001),"The Supply Chain Management Processes." **The International Journal of Logistics Management**, 12.2 pp.13-36.
- ÇAKIR Tuğba Ezgi;(2016), Bir Tersine Lojistik Faaliyeti Olarak Tıbbi Atıkların Toplanması Araç Rotalama Uygulaması, Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Sakarya.
- ÇATAK Binali, KILINÇ Ahmet Selçuk, BADILLIOĞLU Okan, SÜTLÜ Sevinç, SOFUOĞLU Afife Erkan ve ASLAN Dilek; (2012), “Burdur’da Evde Sağlık Hizmeti Alan Yaşlı Hastaların Profili Ve Evde Verilen Sağlık Hizmetleri”, **Turkish Journal of Public Health**, 10.1: ss.13-21.
- ÇEKEROL Gülsen Serap;(2013), **Lojistik Yönetimi**, T.C. Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir.
- ÇETİN Erhan;(2005), “Dinamik Programlama ile Sınır Tenörü Optimizasyonu”, Doğu ve Güneydoğu Anadolu Maden Kaynaklarının Değerlendirilmesi Sempozyumu, Diyarbakır.
- DANTZIG George B. and RAMSER John H.; (1959), “The Truck Dispatching Problem”, **Management Science**, 6.1: pp.80-91.
- DECERLE Jérémy, GRUNDER Olivier, El HASSANI Amir Hajjam, and BARAKAT Oussama; (2017), “A General Model For The Home Health Care Routing And Scheduling Problem With Route Balancing”, **IFAC-PapersOnLine**, 50(1), pp.14662-14667.
- DECERLE Jérémy, GRUNDER Olivier, El HASSANI Amir Hajjam, and BARAKAT, Oussama; (2018); “A Matheuristic For A Multi-Depot Home Health Care Problem”, **IFAC-PapersOnLine**, 51(11), pp.340-345.
- DECERLE Jérémy, GRUNDER Olivier, El HASSANI Amir Hajjam, and BARAKAT, Oussama; (2018), “ A Memetic Algorithm For Multi-Objective Optimization

Of The Home Health Care Problem”, **Swarm and Evolutionary Computation**, pp.1-16.

DEĞERTEKİN S. Özgür, ÜLKER Mehmet ve HAYALOĞLU M. Sedat;(2006), "Uzay Çelik Çerçevelerin Tabu Arama ve Genetik Algoritma Yöntemleriyle Optimum Tasarımı", **Teknik Dergi**, Cilt: 17, Sayı: 83. ss.3917-3934.

DOERNER Karl F., GUTJAHR Walter J., HARTL Richard F. KARALL, Michaela and REIMANN Marc.; (2005), “Heuristic Solution Of An Extended Double-Coverage Ambulance Location Problem For Austria”, **Central European Journal of Operations Research**, 13(4), pp.325-340.

DUMAN Ayşenur; (2012), Lojistiğin Uluslararası Pazarlamada Rekabetsel Üstünlük Sağlamadaki Önemi Ve Bir Uygulama, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İzmir.

DURSUN Pınar;(2009), Zaman Pencereli Araç Rotalama Problemi’nin Genetik Algoritma İle Modellenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

DÜZAKIN Erkut ve DEMİRCİOĞLU Mert; (2009), “Araç Rotalama Problemleri ve Çözüm Yöntemleri”, **Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Cilt:13, Sayı:1, Sayfa 68-87.

EMEL Gül Gökay ve ÇAĞATAY Taşkın;(2002), "Genetik Algoritmalar ve Uygulama Alanları" **Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Cilt: 21.1 ss 129-152.

EN-NAHLI Laia, AFIFI Shoaib, ALLAOUI Hamid and NOUAOURI, Issam; (2016), “Local Search Analysis For A Vehicle Routing Problem With Synchronization And Time Windows Constraints In Home Health Care Services”, **IFAC-PapersOnLine**, 49(12), pp.1210-1215.

ERYAVUZ Mehmet ve GENCER Cevriye; (2001), “Araç Rotalama Problemine Ait Bir Uygulama”, **Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Cilt:6, Sayı:1, Sayfa 139-155.

- ERZURUM İdil Zeynep;(2015),” Bölünmüş Dağıtıma Sahip Araç Rotalama Problemleri İçin Çözüm Yaklaşımı Ve Bir Uygulama”, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.
- EVEBORN Patrik, FLISBERG Patrik and RÖNNQVIST Mikael; (2006), “Laps Care—An Operational System For Staff Planning Of Home Care”, **European Journal Of Operational Research**, 171.3: pp.962-976.
- FISHER Marshall L., and JAIKUMAR Ramchandran; (1981), "A Generalized Assignment Heuristic For Vehicle Routing." **Networks**, 11.2 pp 109-124.
- GERŞİL Mustafa ve PALAMUTÇUOĞLU Türker; (2013), "Ders Çizelgeleme Probleminin Melez Genetik Algoritmalar İle Performans Analizi, " **Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Cilt: 6, Sayı: 1, s. 242-262
- GILLET Billy E., and Leland R. Miller; (1974), "A Heuristic Algorithm for the Vehicle-Dispatch Problem", **Operations Research**, 22.2 pp.340-349.
- GLOVER Fred and TAILLARD Eric; (1993), “A User's Guide To Tabu Search”, **Annals Of Operations Research**, 41.1: pp.1-28.
- GOLDEN Bruce L., RAGHAVAN Subramanian and WASIL Edward A.; (2008), **The Vehicle Routing Problem: Latest Advances And New Challenges**, Springer Science & Business Media, Washington.
- GRENOUILLEAU Florian, LEGRAIN, Antoine LAHRICHI, Nadia and ROUSSEAU, Louis-Martin (2018); ”A Set Partitioning Heuristic For The Home Health Care Routing And Scheduling Problem”, **European Journal of Operational Research**. 275.1: pp.295-303.
- GURPINAR Serkan and CENTENO Grisselle; (2016),” An Integer Programming Approach To The Bloodmobile Routing Problem”, **Transportation Research Part E: Logistics And Transportation Review**,86: pp.94-115.
- GÜMÜŞ Yusuf.; (2009), “Lojistik Faaliyetlerin Rekabet Stratejileri Ve İşletme Kârı İle Olan İlişkisi”, **Muhasebe ve Finansman Dergisi**, Sayı:41: ss.97-114.

- HEDAR Abdel-Rahman and FUKUSHIMA Masao; (2006), “Tabu Search Directed By Direct Search Methods For Nonlinear Global Optimization”, **European Journal of Operational Research**, 170.2: pp.329-349.ITT
- MIKE NOWAK Maciek and NATARAJ Nisha; (2016), “ Planning Strategies for Home Health Care Delivery”, **Asia-Pacific Journal of Operational Research**, 33.05: 1650041.
- IKEGAMI Atsuko and UNO Aki; (2007), “Bounds For Staff Size In Home Help Staff Scheduling”, **Anniversary of the Operations Research Society of Japan**, 50.4: pp.563-575.
- ISSABAKHSH Mona, HOSSEINI-MOTLAGH Seyyed-Mahdi, PISHVAEE Mir-Saman and SAGHAFI NIA Mojtaba (2018) ; “A Vehicle Routing Problem for Modeling Home Healthcare: a Case Study”, **International Journal of Transportation Engineering**, 5(3), pp.211-228.
- ISSAOUI Brahim, ZIDI Issam, MARCON Eric and GHEDIRA Khaled.; (2015), ”New Multi-Objective Approach For The Home Care Service Problem Based On Scheduling Algorithms And Variable Neighborhood Descent”, **Electronic Notes in Discrete Mathematics**, 47, pp.181-188.
- KAYABAŞI Aydın; (2007), İşletmelerin Rekabet Gücünün Geliştirilmesinde Lojistik Faaliyetlerin Performansının Arttırılması: Üretim İşletmeleri Üzerine Bir Uygulama, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- KEÇECİ Barış; (2014), Heterojen Eş-Zamanlı Topla-Dağıt Araç Rotalama Problemi İçin Matematiksel Modeller Ve Sezgisel Yaklaşımlar. Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara.
- KEEGAN Warren J. and SCHLEGELMILCH Bodo B.; (2001), **Global Marketing Management: A European Perspective**, Pearson Education, USA.
- KERGOSIEN Yannick, LENTÉ Christophe and BILLAUT Jean-Charles; (2009),” Home Health Care Problem: An Extended Multiple Traveling Salesman

- Problem”, In: Proceedings Of The 4th Multidisciplinary İnternational Scheduling Conference: Theory And Applications, pp. 85-92.İreland.
- KESKINTÜRK Timur, TOPUK Nihan ve ÖZYEŞİL Okan; (2015), “Araç Rotalama Problemleri ve Çözüm Yöntemleri”, **İşletme Bilimi Dergisi**, 3.2: pp.77-107.
- KNYAZKOV Konstantin, DEREVİTSKY Ivan, MEDNİKOV Leonid and YAKOVLEV, Alexey.; (2015), “Evaluation of Dynamic Ambulance Routing for the Transportation of Patients with Acute Coronary Syndrome in Saint-petersburg”, **Procedia Computer Science**, 66, pp.419-428.
- KOÇ Filiz; (2009), Evde Bakım Hizmeti Ve Gelişimi. Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Yayınlanmamış Tıpta Uzmanlık Tezi, Eskişehir.
- KUMAR Priyadarshi Biplab, PARHİ R. Dayal, and SAHU Chinmaya; (2019) "An Approach To Optimize The Path Of Humanoid Robots Using A Hybridized Regression-Adaptive Particle Swarm Optimization-Adaptive Ant Colony Optimization Method." **Industrial Robot: the International Journal Of Robotics Research And Application**. pp.104-117.
- KÜÇÜK Orhan; (2011), **Lojistik İlkeleri ve Yönetimi**, Seçkin Yayıncılık, İstanbul.
- LAMBERT Douglas M. and COOPER Martha C.:(2000), "Issues In Supply Chain Management", **Industrial Marketing Management**, 29.1, pp. 65-83.
- LAND Ailsa H. And DOIG Alison G.:(2010), “An Automatic Method For Solving Discrete Programming Problems In: 50 Years of Integer Programming 1958-2008”, **Springer**, p.p.105-132.
- LAPORTE Gilbert and OSMAN Ibrahim H.:(1995), “Routing Problems: A Bibliography”, **Annals of Operations Research**, 61.1: pp.227-262.
- LAPORTE Gilbert; (1992), “The Vehicle Routing Problem: An Overview Of Exact And Approximate Algorithms”, **European Journal Of Operational Research**, 59.3: pp.345-358.

- LARSEN Allan, MADSEN Oli B.G.; (2000), "The Dynamic Vehicle Routing Problem", Technical University of Denmark Unpublished Master's Thesis, Denmark.
- LI Feiyue, GOLDEN Bruce ve WASIL Edward; (2007), "The Open Vehicle Routing Problem: Algorithms, Large-Scale Test Problems, And Computational Results", **Computers & Operations Research**, 34.10: pp.2918-2930.
- LIN Chun-Cheng, HUNG Lun-Ping, LIU Wan-Yu and TSAI Ming-Chun; (2018), "Jointly Rostering, Routing, And Rerostering For Home Health Care Services: A Harmony Search Approach With Genetic, Saturation, Inheritance, And Immigrant Schemes", **Computers & Industrial Engineering**, 115, pp.151-166.
- LIU Rab, XIE Xiaolan, AUGUSTO Vincent and RODRÍGUEZ Carlos; (2013), "Heuristic Algorithms For A Vehicle Routing Problem With Simultaneous Delivery And Pickup And Time Windows in Home Health Care", **European Journal of Operational Research**, 230(3), pp.475-486.
- LIU Ran, TAO Yangyi and XIE Xiaolei; (2019), "An Adaptive Large Neighborhood Search Heuristic For The Vehicle Routing Problem With Time Windows And Synchronized Visits", **Computers & Operations Research**, 101: pp.250-262.
- LIU Ran, XIE Xiaolan and GARAIX Thierry; (2014), "Hybridization Of Tabu Search With Feasible And Infeasible Local Searches For Periodic Home Health Care Logistics", **Omega**, 47: pp.17-32.
- LOGISTICS AND SUPPLY-CHAIN SOLUTIONS; (2019), www.logisticsnetwork.net: Erişim Tarihi:11.03.2019.
- LOJİSTİK DÜNYASI; (2019), Sağlık Lojistiği Nedir, www.lojistikdunyasi.net/Lojistik, Erişim Tarihi: 12.04.2019.
- LUAN Jing, YAO Zhong, FUATO Zhao, and XIN Song; (2019), "A Novel Method To Solve Supplier Selection Problem: Hybrid Algorithm Of Genetic Algorithm And Ant Colony Optimization", **Mathematics and Computers in Simulation**, 156, pp. 294-309.

- MANKOWSKA Dorota Slawa, MEISEL Frank and BIERWIRTH Christian.;(2014),
“The Home Health Care Routing And Scheduling Problem With
Interdependent Services”, **Health Care Management Science**, 17.1: pp.15-30.
- MARTÍ Rafael.; (1993), "An Aggressive Search Procedure For The Bipartite Drawing
Problem" , **Springer**, pp.97-113.
- MEVZUAT BİLGİ SİSTEMİ; (2019), ” Türkiye Cumhuriyeti Anayasası”,
<https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.2709.pdf>: Erişim Tarihi:
01.02.2019.
- NILSSON Christian; (2003), “Heuristics For The Traveling Salesman Problem”,
Linköping University, pp.1-6.
- ÖZDEMİR Fevzi, Serkan GÖKMEN ve Mehpere KARAHAN; (2016), “Lojistiğin
Evrimi ve Türkiye’deki Önlisans Ve Lisans Programları Yönünden Lojistik
Öğretimi”, **Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler
Fakültesi Dergisi**, Sayı:9, Cilt:3, ss.115-135.
- ÖZENER Okan Örsan ve EKICI Ali; (2018),” Managing Platelet Supply Through
Improved Routing Of Blood Collection Vehicles”, **Computers & Operations
Research**, 2018, 98: ss.113-126.
- PATİR Sait; (2009), “Tam Sayılı Programlama ve Malatya Maksan Transformatör
İşletmelerine Bir Uygulama”, **Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler
Dergisi**, Sayı: 23, Cilt:1, Sayfa 194-205.
- PEKER İskender; (2012), Analitik Ağ Süreci Yöntemiyle Lojistik Merkez Yeri Seçimi:
Trabzon Örneği” Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü,
İşletme Bölümü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Trabzon.
- PICHPIBUL Tantikorn, and RUENGSAK Kawtummacha; (2012), "An Improved
Clarke And Wright Savings Algorithm For The Capacitated Vehicle Routing
Problem", **ScienceAsia**, 38.3 pp. 307-318.
- PSARAFTIS Harilaos N.:(1995), “Dynamic Vehicle Routing: Status And Prospects”,
Annals Of Operations Research, 61.1: pp.143-164.

- RASMUSSEN Matias Sevel, JUSTESEN Tor, Dohn Anders and LARSEN Jesper; (2012), "The Home Care Crew Scheduling Problem: Preference-Based Visit Clustering And Temporal Dependencies", **European Journal Of Operational Research**, 219(3), pp.598-610
- REDJEM Rabeh and MARCON Eric; (2016), "Operations Management In The Home Care Services: A Heuristic For The Caregivers Routing Problem", **Flexible Services and Manufacturing Journal**, 28.1-2: pp.280-303.
- REST Klaus-Dieter, TRAUTSAMWIESER Andrea and HIRSCH Patrick; (2012), "Trends And Risks In Home Health Care" **Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management**, 2.1: pp.34-53.
- ROPKE Stefan; (2005), Heuristic And Exact Algorithms For Vehicle Routing Problems, Unpublished PhD Thesis, University of Copenhagen, Computer Science Department, Copenhagen.
- ROTHLAUF Franz; (2006), "Three Elements of a Theory of Representations. In: Representations for Genetic and Evolutionary Algorithms", **Springer**, p.p. 33-96.
- SAĞLIK HİZMETLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ; (2018), <https://sbu.saglik.gov.tr/ekutuphane/kitaplar/khrfat.pdf> Erişim Tarihi:07.12.2018
- SHI Yong, BOUDOUH Toufik and GRUNDER Olivier; (2017), "A Hybrid Genetic Algorithm For A Home Health Care Routing Problem With Time Window And Fuzzy Demand, **Expert Systems With Applications**, 72: pp.160-176.
- SHI Yong, BOUDOUH Toufik and GRUNDER Olivier; (2017), "A Home Health Care Routing Problem with Stochastic Travel and Service Time", **IFAC-PapersOnLine**, 50.1: pp.13987-13992.
- SİMCHI-LEVI David, CHEN Xin, and BRAMEL Julien; (2005), "The logic of logistics." **Algorithms, and Applications for Logistics and Supply Chain Management**, Springer.

- STEADIESEIFI Maryam; (2011),” Logistics Strategic Decisions”, **Logistics Operations and Management Concepts and Models**, Elsevier, Amsterdam, pp.43-53.
- ŞAHİN Ramazan; (2008), "Dinamik Tesis Düzenleme Problemi İçin Bir Tavlama Benzetimi Sezgiseli." **Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi**, Cilt 23, No 4, ss.863-870.
- ŞAHİNYAZAN Feyza Güliz, KARA Bahar Y., and TANER Mehmet Rüştü; (2015),"Selective Vehicle Routing For A Mobile Blood Donation System", **European Journal of Operational Research**, 245.1, pp. 22-34.
- TANYAŞ Mehmet ve HAZIR Köksal; (2011), **Lojistik Temel Kavramlar(Lojistiğe Giriş)**, 1. Baskı, Arzu Ofset Matbaacılık, Mersin.
- TARRICONE Rosanna and TSOUROS Agis D.; (2008),” Home Care İn Europe: The Solid Facts.” **WHO Regional Office Europe**.
- TAŞ Cemre, BEDİR Neşet, TAMER Eren, ALAKAŞ Hacı Mehmet, ÇETİN Suna; (2018), "Evde Sağlık Hizmetlerinde Araç Rotalama İle Güzergahların Belirlenmesi: Devlet Hastanesinde Bir Uygulama", **Uluslararası Sağlık Yönetimi ve Stratejileri Araştırma Dergisi**, Cilt: 4 Sayı: 3: Sayfa: 264-283.
- TAŞOVA Mehtap; (2016), Tokat İl Merkezinde Yaşayan Evde Bakım Birimi Tarafından Takip Edilmiş Hastaların Retrospektif İncelenmesi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tıp Fakültesi Aile Hekimliği Anabilim Dalı Yayınlanmamış Tıpta Uzmanlık Tezi, Tokat.
- TEPIĆ Jovan, TANACKOV Ilija and STOJIC Gordan; (2011),” Ancient Logistics– Historical Timeline And Etymology”, **Tehnički Vjesnik**,18.3: pp.379-384.
- TEZCAN Sabahat, ve SEÇKİNER Pelin; (2012), Türkiye’de Demografik Değişim; Yaşlılık Perspektifi. Aslan D, Ertem M Editörler. Yaşlı Sağlığı Sorunlar Ve Çözümler,Palme Yayıncılık, Baskı, Ankara.
- TOHIDIFARD Maryam, TAVAKKOLİ-MOGHADDAM Reza, NAVAZI Fatemeh , and PARTOVI Mohammad; (2018), “A Multi-Depot Home Care Routing Problem with Time Windows and Fuzzy Demands Solving by Particle Swarm

Optimization and Genetic Algorithm”, **IFAC-PapersOnLine**, 51(11), pp.358-363

TOSUN Salih, ÖZTÜRK Ali, DEMİR Hüseyin ve KURU Leyla; (2012), “Kuru Tip Transformatörün Tabu Arama Algoritması Yöntemi İle Ağırlık Optimizasyonu”, **İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi**, Sayı:1 Cilt:1 ss.17-26.

TOTH Paolo and VIGO Daniele; (2002), “An Overview Of Vehicle Routing Problems. In: The Vehicle Routing Problem”, **Society for Industrial and Applied Mathematics**, pp.1-26.

TRAUTSAMWIESER Andrea and PATRICK Hirsch; (2011),” Optimization Of Daily Scheduling For Home Health Care Services”, **Journal of Applied Operational Research**, 3.3 pp.124-136.

TUTAR Erdiñç, TUTAR Filiz ve YETİŞEN Handan; (2009), ” Türkiye’de Lojistik Sektörünün Gelişmişlik Düzeyinin Seçilmiş AB Ülkeleri (Romanya Ve Macaristan) ile Karşılaştırmalı Bir Analizi”. **Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Dergisi**, Sayı:37, ss.191-226.

VANQUICKENBORNE Nicolas and BAERDEMAECKER Gert De; (2009), Analysis, Redesign And Implementation of A Dialysis Process, Ghent University, Faculteit Economie, Unpublished Master Thesis, Ghent.

VEENSTRA Marjolein, ROODBERGEN Kees Jan, COELHO Leandro C. and ZHU Stuart X.; (2018), ”A Simultaneous Facility Location And Vehicle Routing Problem Arising In Health Care Logistics In The Netherlands”, **European Journal of Operational Research**, 268(2), pp.703-715.

VERDE LaGiuseppe, ROCA Vincenzo, and PUGLIESE Mariagabriella; (2019) "Quality Assurance In Planning A Radon Measurement Survey Using PDCA cycle approach: what improvements", **International Journal of Metrology and Quality Engineering**, pp.1-6.

VOORTMAN Craig; (2004), “Global Logistics Management Lansdowne”, **Juta and Company Limited**, pp. 1-7.

- WANG Qian, MA Jie, YAN Mei, YAN Yaling , WANG Yu and BIAN Dongmei; (2019),” The Effect of PDCA Cycle Management Method on the Promotion of Nursing Quality Management in the Operating Room”, **American Journal of Nursing**, 8(3), pp.104-109.
- WARNER D. Michael; (1976), "Scheduling Nursing Personnel According To Nursing Preference: A Mathematical Programming Approach.",**Operations Research**, 24.5, pp.842-856.
- WHO WORLD HEALTH ORGANIZATION; (2018), Description of Home Health Care, www.who.int, Erişim Tarihi: 27.12.2018.
- XIAO Liyang, DRIDI Mahjoub and EL HASSANI Amir Hajjam; (2018),” Mathematical Model for the Home Health Care Scheduling and Routing Problem with Flexible Lunch Break Requirements”, **IFAC-PapersOnLine**, 51.11: pp.334-339.
- XU Ping; (2019), "Research On Optimized Model Of Travel Route Selection Based On Intelligent Image Information and Ant Colony Algorithm" **Multimedia Tools and Applications**, pp.1-17.
- YAZGAN Harun R. ERCAN Serap ve ARSLAN Ceren; (2014), “Talep Ve Kapasite Kısıtlı Optimizasyon Problemi İçin Yeni Bir Melez Algoritma”, **Journal of Industrial Engineering(Turkish Chamber of Mechanical Engineers)**, Cilt:25, Sayı:1-2, pp.16-28.
- YÜCEL Ayşen; (2016), Mesafe Kısıtlı Çok Yönlü Kümelenmiş Açık Araç Rotalama Probleminin Genetik Algoritma İle Çözümü Ve Bir Uygulama, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul.
- ZEYBEK Açelya; (2017), Evde Bakım Hastalarında Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği Skorları İle D Vitamini Arasındaki İlişki, Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Aile Hekimliği Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Uzmanlık Tezi, Denizli.
- ZHAN Shi-hua, LIN Juan, ZHANG Ze-jun and ZHONG Yi-wen; (2016), "List-Based Simulated Annealing Algorithm For Traveling Salesman Problem",**Computational Intelligence and Neuroscience**, pp:1-12.

ZHAN Yang and WAN Guohua; (2018),” Vehicle Routing And Appointment Scheduling With Team Assignment For Home Services”, **Computers & Operations Research**, pp.100: 1-11.

ZHANGZ Qin H., WANG Kai, HE Huang and LIU Tian; (2017), ”Manpower Allocation and Vehicle Routing Problem In Non-Emergency Ambulance Transfer Service”, **Transportation Research Part E: Logistics And Transportation Review**, 106, pp.45-59.

ZIJM Henk, KLUMPP Matthias, SUNDERESH Heragu and REGATTIERI Aalberto; (2019), “Operations, Logistics and Supply Chain Management: Definitions and Objectives.”**Springer**, Cham, pp. 27-42.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Gökhan ÇAYBAŞI

Doğum Yeri ve Tarihi : Erzincan 1988

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : Anadolu Üniversitesi/İşletme Fakültesi

Yüksek Lisans Öğrenimi : Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler
Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

İş Deneyimi

Çalıştığı Kurumlar : Erzincan Devlet Hastanesi (2007-2009)

Adalet Bakanlığı (2009-2017)

Erzincan Binali YILDIRIM Üniversitesi (2017-
devam)

İletişim

e-posta Adresi : gkhn.cybs@gmail.com

Tarih : 24/06/2019

EKLER

Ek 1: Erzincan İl Sağlık Müdürlüğü Tez Çalışması İzin Talebi

İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ'NE

ERZİNCAN

Gümüşhane Üniversitesi İşletme Anabilim Dalı 1709011008 numaralı yüksek lisans öğrencisiyim.

Kurumunuz bünyesinde verilen Evde Bakım Hizmetlerinin rotalama iyileştirmesi konusunda “ Evde Bakım Hizmetleri Araç Rotalama Problemi Uygulama Çözüm Önerisi” başlıklı Tez çalışmama esas olmak üzere bir takım bilgilere ihtiyaç duymaktayım.

Tez içeriğinde özetle “ literatürde araç rotalama problemleri olarak tanımlanan, evde bakım biriminin günlük haftalık aylık rotalarının mobil ve/veya web tabanlı uygulamalar ile kayıt altına alınarak, ziyaret edilecek rotaların sistem üzerinden takibinin yapılması, iş gücünden, zamandan ve maliyetten bu geliştirilecek uygulamalar ile tasarruf edilmesi, kayıtların bir sistemde tutulması gibi işlemleri gerçekleştirecek bir uygulamanın tasarlanması” hedeflenmektedir.

Bu hususta tarafıma kurumunuzca gerekli bilgilerin alınabilmesi açısından yardımcı olunmasını saygılarımla talep ederim. 07/11/2018

Öğr. Gör. Gökhan ÇAYBAŞI

Tez Danışmanı :

Doç. Dr. İskender PEKER

Gümüşhane Üniversitesi

Ek 2: İl Sağlık Müdürlüğünden Çalışmaya İlişkin Talepler

İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ'NE

ERZİNCAN

İLGİ : 40443588-449 Sayılı Yazınız.

İlgi sayılı yazınız ile tarafımızca hazırlanan evde sağlık hizmetleri araç rotalama problemlerine ilişkin uygulama tasarım önerisi isimli yüksek lisans tez çalışmasının yürütülmesinde destek verileceği bildirilmiştir.

Bu kapsamda tarafımızca anonimleştirilerek kullanılacak aşağıda yer alan bilgilerin verilmesini saygılarımla talep ederim.04/02/2019

Öğr. Gör. Gökhan ÇAYBAŞI
Erzincan Üniversitesi

Talep Edilen Bilgiler:

- 1) Evde sağlık hizmetlerinin çalışma prosedürleri,
- 2) Ziyaret edilen hastalar için doldurulan form örnekleri,
- 3) Günlük gerçekleştirilen ziyaret sayısı,
- 4) Haftalık gerçekleştirilen ziyaret rotası,
- 5) Ziyaret edilecek hasta adresleri(sadece konum bilgisi için kullanılacaktır),
- 6) Evde sağlık hizmetleri için geliştirilecek bir uygulama(yazılım) tasarımında yer almasını istediğiniz hususlar var ise bunların neler olduğu,

Ek 3: Erzincan İl Sağlık Müdürlüğü Tez Çalışmasına İzin Yazısı



T.C.
ERZİNCAN VALİLİĞİ
İl Sağlık Müdürlüğü

Sayı : 60443588-449
Konu : Yüksek Lisans Tez Çalışması Hk.

Sayın Gökhan ÇAYBAŞI



İlgi : Gökhan ÇAYBAŞI'nın 22/11/2018 tarihli dilekçesi

Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Bölümünde tezli yüksek lisans eğitimini sürdüren Gökhan ÇAYBAŞI kurumumuza vermiş olduğu ilgi tarihli dilekçesinde bitirme teziyle ilgili destek talep etmiştir. Yapılan görüşmede tez konusunun "evde sağlık hizmetleri rotalama problemi ve yazılım tasarımı" konuları üzerine olacağı ve bizlerden birimizle ilgili kurum ve hasta gizliliğini aşmayan bilgiler talep edileceği öğrenilmiştir.

Müdürlük olarak yapılan değerlendirmelerde, yüksek lisans tez çalışmasına gereken desteğin sağlanacağını belirtmek ister;
Bilgilerinize rica ederim.

e-imzalıdır.
Dr.Öğr.Üyesi Erkan HIRIK
İl Sağlık Müdürü

Ek 4: Erzincan İl Sağlık Müdürlüğü Bilgi Paylaşım Yazısı

	<p>T.C. ERZİNCAN VALİLİĞİ İl Sağlık Müdürlüğü</p>	<p>ERZİNCAN İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ - ERZİNCAN KAMU HASTANELERİ HİZMETLERİ BAŞKAN YARDIMCI (TİBİS) 14/02/2019 16:37 - 60443588 - 771 - E.145</p>  <p>00087506144</p>
<p>Sayı : 60443588-771 Konu : Evde Sağlık Hizmetleri Verileri</p>		
<p>Sayın Öğr. Gör. Gökhan ÇAYBAŞI</p>		
<p>İlgi : 04.02.2019 tarihli ve 449 sayılı yazınız.</p>		
<p>İlgi tarih ve sayılı yazınıza istinaden talep etmiş olduğunuz evde sağlık hizmetleri araç rotalama problemlerine ilişkin uygulama tasarım önerisi isimli yüksek lisans tez çalışmanızda kullanılmak üzere hazırlanan bilgi notu ekte sunulmuştur.</p>		
<p>Bilgilerinize rica ederim.</p>		
<p>e-imzalıdır. Dr.Öğr.Üyesi Erkan HIRIK İl Sağlık Müdürü</p>		
<p>Ek: 1-Evde sağlık hizmetleri bilgi notu.</p>		
<hr/>		
<p>İl Sağlık Müdürlüğü-Erzincan Telefon: 04462246061 Faks No: 04462265810 e-Posta: a.karaagac1@saglik.gov.tr İnternet Adresi: www.saglik.gov.tr</p>	<p>Bilgi için: Ahmet Serdar KARAAĞAÇ SOSYAL HİZMET UZMANI Telefon No: (0 446) 226 58 20</p>	<p>Evrakın elektronik imzalı suretine http://e-belge.saglik.gov.tr adresinden c674f74e-4b6f-4e4c-8c40-3f3b8521004f kodu ile erişebilirsiniz. Bu belge 5070 sayılı elektronik imza kanuna göre güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.</p>

Ek 5: Hasta Kayıt Ekranı

Hasta İlk Kayıt Formu

KAYIT GİRİŞ KODU *
Kayıt Giriş Kodu

T.C KİMLİK NO *
T.C Kimlik No Giriniz

İSİM *
Hasta İsmi Giriniz.

SOYİSİM *
Hasta Soyismini Giriniz.

TELEFON NUMARASI *
Hasta Telefon Numarası Giriniz.

İŞLEM TÜRÜ *
İşlem Türü Seçiniz

MAHALLE *
Mahalle Giriniz.

CADDE *
Cadde Giriniz.

SOKAK *
Sokak Giriniz.

KAPI NO *
Kapi NO Giriniz.

İLÇE *
İlçe Giriniz.

İL *
İl Giriniz.

AÇIKLAMA
Açıklama

Hastayı Kaydet →

Ek 6: Hasta Randevu Ekleme Ekranı

Hasta Randevu Ekleme Formu

AD SOYAD H2 H2	T.C KİMLİK NO * 00000000002
TELEFON NUMARASI * Hasta Telefon Numarası Giriniz.	KONUM 39.752367,39.447320
İŞLEM TÜRÜ * İşlem Türü Seçiniz	RANDEVU TARİHİ * Randevu Tarihi Giriniz.
AÇIKLAMA Yapılacak İşlemle İlgili Açıklama	

Kaydet ve Yeni Hasta Ara →

Kaydet ve İşlem Ekle →

Ek 7: Rota Hesaplama Ekranı

Rota Hesaplama Formu

ROTALANACAK TARİH *
Tarih Seçiniz

Rota Oluştur →

Ek 8: Örnek Rota Hesaplama Ekranı

Rota Hesaplama Formu

ROTALANACAK TARİH *

19/04/2019

Rota Oluştur →

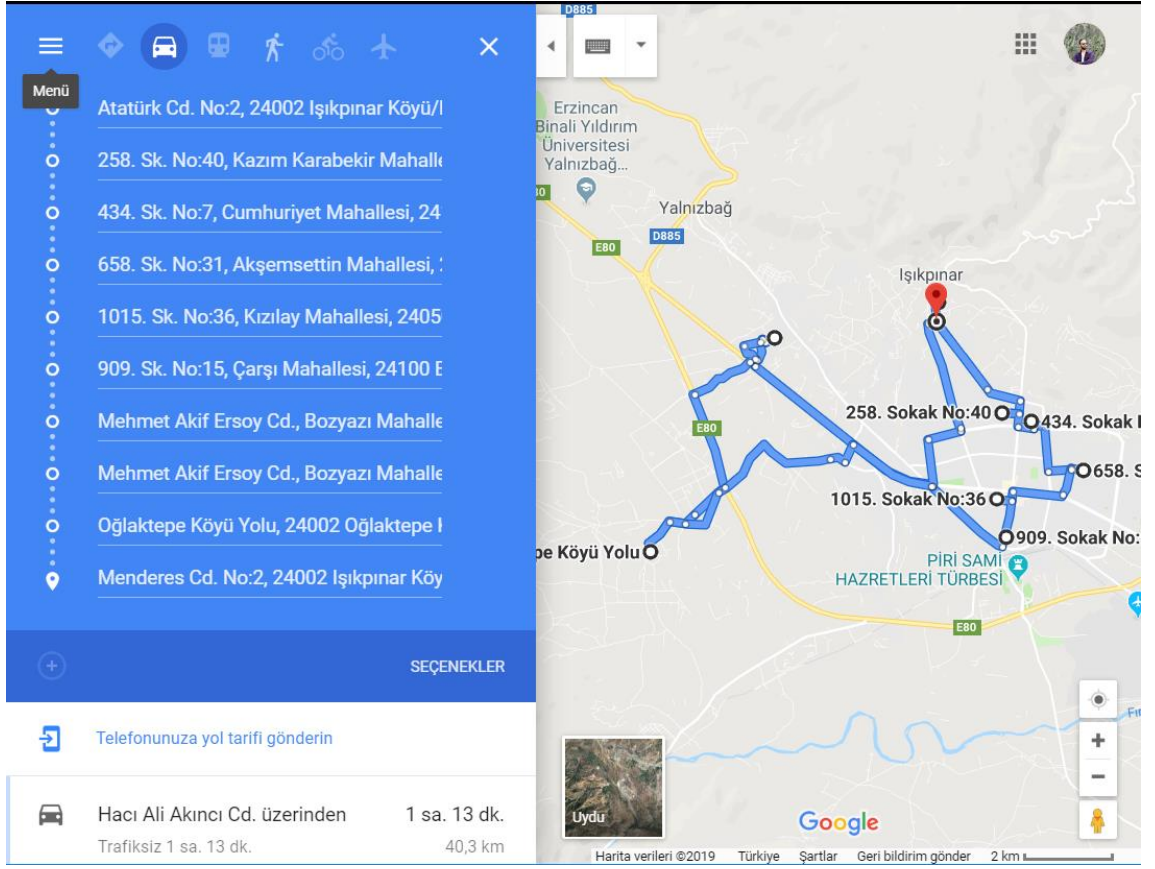
2019-04-19		
Hesaplanan Rota Sıralaması		
Sıra	Ad Soyad	Konum
0	Merkez	39.785082,39.471380
3	H7	39.762720,39.488247
2	H8	39.760974,39.495872
8	H17	39.751053,39.509486
4	H8	39.745299,39.486750
6	H12	39.737579,39.489157
5	H11	39.777905,39.428235
7	H16	39.777905,39.428235
1	H5	39.734605,39.395615
0	Merkez	39.781166,39.470930

Navigasyon Link

Rota Detay Sayfası

-	Merkez	H5	H6	H7	H8	H11	H12	H16	H17
Merkez	-	13383	4377	3877	5215	6256	6558	6256	6000
H5	13684	-	16573	11609	14040	7492	12844	7492	15698
H6	4209	16234	-	1067	2484	7681	2954	7681	2213
H7	4419	11326	1285	-	3159	7151	3209	7151	3049
H8	5232	14065	2647	2733	-	7605	1219	7605	2649
H11	6256	7562	8316	7630	6941	-	7672	0	8828
H12	6510	12617	4285	3193	1235	8289	-	8289	3411
H16	6256	7562	8316	7630	6941	0	7672	-	8828
H17	5928	15391	2262	2964	2662	9773	3252	9773	-

Ek 9: Rotanın Navigasyonda Örnek Gösterimi



Ek 10: K-NN Algoritmasının Kodları

```
<?php
function GetDistance ($StartCoord,$EndCoord)
{
    $url =
    'https://maps.googleapis.com/maps/api/distancematrix/json?origins='.$StartCoord.'
    &destinations='.$EndCoord.'&mode=driving&language=tr-TR&key=AIzaSyAlSaQgTqUPaU-
    YZqiJzIBeqkWQnfkV0sI';
    $content = file_get_contents($url);
    $json = json_decode($content, true);
    $Meter = $json['rows'][0]['elements'][0]['distance']['value'];
    return $Meter;
}
function GenerateRoute()
{
    $Start = 0;
    $Nearest = 0;
    $NearestX = "";
    $NearestY = "";
    $NearestMeter = 0;
    $QueryCounter = 0;
    $Locations = array();
    $Locations[0][0]=0;
    $Locations[0][1]="39.785082,39.471380";// Erzincan ESH Konumu
    $Locations[0][2]=0;
    $Locations[0][3]="Merkez";
    $LocationAddCounter = 1;

    echo
    '
    <tablewidth="100%"border=1>
    <tr><thcolspan=3><center>'.$_POST['tarih'].'</center></th>
    <tr><thcolspan=3><center>Hesaplanan Rota Sıralaması</center></th>
    <tr>
    <th><center>Sıra</center></th>
    <th><center>Ad Soyad</center></th>
    <th><center>Konum</center></th>
    </tr>
    '
    ;
    $sql = "SELECT DISTINCT konum,HastaTC FROM hastakoordinatislem where
    tarih='".$_POST['tarih']."' AND Durum=0 order by HastaTC asc";
    $result = $conn->query($sql);
    if ($result->num_rows > 0)
    {
        while($row = $result->fetch_assoc())
        {
            $Locations[$LocationAddCounter][0]=$LocationAddCounter;
            $Locations[$LocationAddCounter][1]=$row["konum"];
            $Locations[$LocationAddCounter][2]=0;
            $Locations[$LocationAddCounter][3]=GetNameSurname($row["HastaTC"],$conn);
            $LocationAddCounter = $LocationAddCounter + 1;
        }
    }
    $LocationCount = count($Locations);

    for($LoopCounter = 0 ; $LoopCounter
```

```

<$LocationCount;$LoopCounter++)
{
    //echo $Start."-".$Locations[$Start][3]."  

    <br>";
    echo
    ,
    <tr><td><center>'.$Start.'</center></td><td>'.$Locations[$Start][3].'  

    <td><center>'.$Locations[$Start][1].'  

    </center></td></tr>
    '
    ;
    for($LoopCounterInner = 0 ; $LoopCounterInner
    <$LocationCount;$LoopCounterInner++)
    {
        if($Locations[$LoopCounterInner][0]!=$Start&&$Locations[$LoopCounterInner][2]==0)
        {
            $Distance=GetDistance($Locations[$Start][1],$Locations[$LoopCounterInner][1]);
            if($NearestMeter==0)
            {
                $Nearest=$Locations[$LoopCounterInner][0];
                $NearestMeter=$Distance;
            }
            else
            {
                if($Distance<$NearestMeter)
                {
                    $Nearest=$Locations[$LoopCounterInner][0];
                    $NearestMeter=$Distance;
                }
            }
        }
        $Locations[$Start][2]=$Nearest;
        $Start=$Nearest;
        $NearestMeter=0;
    }
    echo
    ,
    </table>
    '
    ;
}
?>

```