



**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KARGO SEKTÖRÜNDE DAĞITIM AĞI OPTİMİZASYONU İÇİN
BİR MODEL ÖNERİSİ VE UYGULAMASI**

Berna ŞİMŞEK

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Endüstri Mühendisliği Programı

**DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr. Fatih TÜYSÜZ**

Aralık, 2017

İSTANBUL

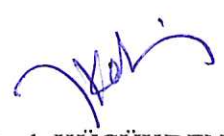
Bu çalışma, 13.12.2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Endüstri Mühendisliği Programında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi


Yrd. Doç. Dr. Fatih TÜYSÜZ (Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi


Prof. Dr. Şükrü Alp BARAY
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi


Prof. Dr. Şakir ESNAF
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi


Doç. Dr. Tarık KÜÇÜKDENİZ
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi


Doç. Dr. A. Çağrı TOLGA
Galatasaray Üniversitesi
Mühendislik ve Teknoloji Fakültesi



20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi’nin aboneli olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim boyunca ve bu tez çalışmasının her aşamasında bilgilerini, tecrübelerini ve değerli zamanını benimle paylaşan, konu, kaynak ve yöntem açısından sabırla bana yol gösteren, mesleki anlamda bana sayısız katkı sağlayacak araştırmalar yapmamı sağlayan, anlayışını ve samimiyetini hiçbir zaman esirgemeyen değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Fatih Tüysüz'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Değerli zamanını ayırarak tezime katkı sağlayan hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Tuncay Özcan'a teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimim boyunca ve bu tez çalışmasının her aşamasında desteğini esirgemeyen, çalışmalarımı yakından takip edip önerilerini belirten, bilgi ve deneyimleri ile yol gösteren, iş hayatımda örnek aldığım ve yanında çalışmaktan onur duyduğum Ar-Ge Merkezi Yöneticim Sayın Şebnem İndap'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmasını gerçekleştirebilmem için ilgili birimlerle iş birliği halinde çalışmamama imkân sağlayan ve desteğini esirgemeyen, iş hayatımda örnek aldığım Dijital Dönüşüm Direktörüm Sayın Yrd. Doç. Dr. Serhat Kut'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmayı gerçekleştirdiğim kargo şirketinin Ar-Ge merkezindeki Sayın Ümit Orhan Şeker'e, Serhat Can'a, Mustafa Günay'a, Ümit Öztürk'e ve diğer çalışma arkadaşlarıma gerekli olan verilere ulaşmamı sağladıkları için yardımları ve göstermiş oldukları sabırlarından dolayı teşekkürlerimi sunarım. Yoğun ve zorlu dönemlerime yakından şahit olan, desteklerini esirgemeyen Hakan Ertaşoğlu'na ve Yeliz Temel'e teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim hayatımın her anında bana destek olan, bu zorlu tez sürecinde bana güvenini hiçbir zaman kaybetmeyen ve hayattaki en büyük şansım olan anneme, babama ve kardeşim Barış Şimşek'e teşekkür ederim.

Aralık 2017

Berna ŞİMŞEK

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİL LİSTESİ	vii
TABLO LİSTESİ.....	viii
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ	ix
ÖZET	xii
SUMMARY	xiii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL KISIMLAR.....	4
2.1. YER SEÇİMİ PROBLEMLERİ	4
2.1.1. Alfred Weber'in Endüstriyel Lokasyon Teorisi	5
2.1.2. Huff Modeli	7
2.2. YER SEÇİMİ PROBLEMLERİNİN SINIFLANDIRILMASI	10
2.2.1. P-Medyan Modeller	19
2.2.1.1. P-Medyan Modeli	19
2.2.1.2. P-Medyan Modeli Literatürü	21
2.2.2. Kapsama Modelleri	23
2.2.2.1. Küme Kapsama Modeli.....	23
2.2.2.2 Küme Kapsama Modeli Literatürü	25
2.2.2.3. En Büyük Küme Kapsama Modeli	27
2.2.2.4. En Büyük Küme Kapsama Modeli Literatürü.....	29
2.2.2.5. Dinamik Küme Kapsama Modeli	33
2.2.2.6. Dinamik Küme Kapsama Modeli Literatürü	35
2.2.2.7. Hiyerarşik En Büyük Küme Kapsama Modeli	36
2.2.2.8. Hiyerarşik En Büyük Küme Kapsama Modeli Literatürü.....	39
2.2.2.9. Beklenen En Büyük Küme Kapsama Modeli	41
2.2.2.10. Beklenen En Büyük Küme Kapsama Modeli Literatürü	42
2.2.2.11. Aşamalı Küme Kapsama Modeli	43
2.2.2.12. Aşamalı Küme Kapsama Modeli Literatürü	45

2.3. LİTERATÜRDE KARGO SEKTÖRÜNDE DAĞITIM ALANLARI VE DAĞITIM MERKEZİ YERİ BELİRLEME İLE İLGİLİ ÇALIŞMALAR	50
3. MALZEME VE YÖNTEM.....	57
3.1. DAĞITIM ALANLARI OPTİMİZASYONU UYGULAMA ALANI VE MODEL GELİŞTİRME	57
3.1.1. Uygulama Alanı: Kargo Sektörü ve Uygulamanın Gerçekleştirildiği Kargo Şirketi.....	57
3.1.2. Mevcut Durum Analizi.....	61
3.1.3. Önerilen Matematiksel Model.....	65
3.1.4. Yakın Şube Açma Ceza Maliyeti Hesaplama	70
3.1.5. Veri Seti ve Model Geliştirme Aşamasında Kullanılan Araçlar	72
3.1.5.1. Analizde Kullanılan Uygulamalar	72
3.1.5.2. Müşteri – Şube Uzaklık Matrisi, Şube – Şube Uzaklık Matrisi.....	75
3.1.5.3. Şube Yatırım Maliyeti ve Aylık Giderler.....	76
3.1.5.4. Birim Kg/Desi Ulaştırma Hizmet Maliyeti	82
4. BULGULAR.....	83
4.1. OPTİMUM ŞUBE LOKASYONLARI	90
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	95
KAYNAKLAR.....	97
EKLER	112
EK 1. LINGO KODU.....	112
EK 2. LINGO SONUÇ RAPORU.....	114
EK 3. LINGO SONUÇ RAPORUNA GÖRE ŞUBELERE ATANAN MÜŞTERİLER.	117
EK 4. MEVCUT VE YENİ ADAY ŞUBELER ARASI UZAKLIK MATRİSİ (KM).	122
EK 5. MÜŞTERİ-ŞUBE, ŞUBE-ŞUBE ARASINDAKİ UZAKLIKLAR İÇİN GOOGLE HARİTALAR ROTA API KODU.	123
EK 6. YAKIN ŞUBE KURMA CEZA MALİYETİ MATRİSİ (TL).	125
ÖZGEÇMİŞ	126

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1: Weber'in Tesis Yer Seçimi Şekli.....	6
Şekil 2.2: Hiyerarşik En Büyük Küme Kapsama İllüstrasyonu.	37
Şekil 2.3: Hizmet Noktası Hiyerarşi Örneği.	38
Şekil 2.4: ABC Üçgenindeki Steiner O Noktası.	55
Şekil 3.1: Kargo Alımından Teslimatına Operasyon Süreçleri.....	59
Şekil 3.2: Mevcut Şube Dağıtım Alanları ve Şube Lokasyonları.	73
Şekil 3.3: Mevcut Şube Lokasyonları Yakın Görünüm.	74
Şekil 3.4: Büyük sayıda gönderi adeti ve kg/desi'sine sahip noktalar için şubelere ait gönderi yoğunluk dağılımı.	75
Şekil 3.5: Şube Yapılanmasına Göre Yatırım Maliyeti Dağılımı.	79
Şekil 3.6: Şube Yapılanmasına Göre 2017 Yılı İçin Aylık Şube Giderleri Dağılımı.	81
Şekil 4.1: Optimum Yeni Şube Lokasyonu 1.....	90
Şekil 4.2: Optimum Yeni Şube Lokasyonu 2.....	90
Şekil 4.3: Optimum Yeni Şube Lokasyonu 3.....	91
Şekil 4.4: Optimum Yeni Şube Lokasyonu 4.....	91
Şekil 4.5: Optimum Yeni Şube Lokasyonu 5.....	92
Şekil 4.6: Optimum Mevcut Şube Lokasyonu 1.	92
Şekil 4.7: Optimum Mevcut Şube Lokasyonu 2.	93
Şekil 4.8: LINGO Sonuç Raporuna Göre Yeni Durumda Şubelere Atanan Müşteri Dağılımı.	94

TABLO LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 2.1: Literatürdeki Dinamik Tesis Yer Seçimi Problemlerinin Sınıflandırması.....	17
Tablo 2.2: P-Medyan ve Kapsama Modelleri Literatür Özeti.	47
Tablo 2.3: Kargo Sektöründe Dağıtım Alanları ve Dağıtım Merkezi Yeri Belirleme İle İlgili Literatür Özeti.....	54
Tablo 3.1: Kargo Hizmetlerinin Evrensel Karakteristikleri.	58
Tablo 3.2: Hizmet Noktası ve Sorumlu Bazında Kargo Alım ve Teslimat Operasyonları.	60
Tablo 3.3: Mevcut Durum Yeni Şube Lokasyon Seçimi Çalışmaları.	62
Tablo 3.4: Matematiksel Modelin Oluşturulmasında Faydalanan Metodolojiler.	68
Tablo 3.5: Şube Personel Dağılımı.	77
Tablo 3.6: Şube Yatırım Kalemleri.	78
Tablo 3.7: Şube Aylık Gider Kalemleri.....	80
Tablo 3.8: Şube Yapılanmasına Göre Yatırım Maliyeti ve 2017 İlk 10 Ay İçin Toplam Maliyetler.	81
Tablo 4.1: LINGO Sonucuna Göre Optimum Şube Lokasyonları ve Kapasite Dağılımları.....	84
Tablo 5.1: Kargo Sektöründe Dağıtım Alanları Optimizasyonunun Literatüre Katkısı.....	96

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
A_{nj}	: Bir ürün veya ürün sınıf için j alışveriş merkezinde n bölgesinden alışveriş yapan müşterilerin beklenen yıllık harcamaları
b_i	: i düğümündeki popülasyon
B_{jk}	: j ve k yakın şubelerini açma ceza maliyeti
C_n	: n bölgesindeki müşterilerin sayısı
c_j	: Şube yatırım maliyeti
c_{jk}	: j ve k şubelerinin açılma kararına göre hesaplanan ceza katsayısı
c_{ceza}	: Yakın şube açma ceza maliyeti
D	: Yakın şube eşik mesafesi
d_i	: Müşteri gönderi hacmi / Müşteri talep miktarı
$dist_{ij}$	: Müşteri ile şube arasındaki mesafe j ve k şubeleri arası uzaklık
$dist(O)$	: Tüketim merkezinden fabrikaya olan uzaklık
$dist(H)$	: Hammadde merkezinden fabrikaya olan uzaklık
$dist_{jk}$	: j ve k şubeleri arası uzaklık
e_{jk}	: Mesafeye bağlı olarak iki şubenin yakın şube olma parametresi
E_{nj}	: n bölgesinden j alışveriş merkezine seyahat etmek isteyen beklenen müşteri sayısı
F_j	: j alışveriş merkezinin büyüklüğü
f_{jt}	: t zaman periyodunda şube işletme maliyeti
G_j	: Belirli bir j alışveriş merkezi için beklenen yıllık satış
H	: Hammadde Merkezi
I_{nh}	: h ürün veya ürün sınıfına ait yıllık bütçe
J_i^*	: Müşteriye R^* mesafesindeki şubeler kümesi
J_i^{**}	: Müşteriye R^{**} mesafesindeki şubeler kümesi
ℓ_{ij}	: Şube tarafından müşteriyi kapsama seviyesi
L	: Fabrika konumu
m	: Müşteri bölgelerinin sayısı
M_i^{**}	: Müşteriye S^* mesafesindeki şubeler
N_i	: Müşteriye kabul edilebilir (tamamen veya kısmi) uzaklıktaki şubeler kümesi

O	: Tüketim Merkezi
p	: Şubenin / Hizmet noktasının meşgul olma olasılığı
P	: Kurulacak şube sayısı
P_{nj}	: Belirli bir n bölgesindeki müşterinin belirli bir j alışveriş merkezini ziyaret etme olasılığı
q^*	: Düşük hizmet seviyesindeki şube sayısı
q^{**}	: Yüksek hizmet seviyesindeki şube sayısı
R^*	: Düşük hizmet seviyeli şubelerin maksimum kapsama mesafesi
R^{**}	: Yüksek hizmet seviyeli şubelerin maksimum kapsama mesafesi
S^*	: Düşük seviye yüksek çeşitli şubelerin maksimum kapsama mesafesi
S_j	: j şubesinin hizmet verebileceği maksimum uzaklık
T_{nj}	: Bir müşterinin bölgesi olan n 'den j alışveriş merkezine ulaşım süresi
U	: Maksimum kapsama mesafesi
u_{jt}	: t zaman periyodunda şubenin faz içi ve faz dışı maliyeti
v_{jt}	: t zaman periyodunda şubenin faz içi maliyeti
V	: Maksimum kısmi kapsama mesafesi
w_{jt}	: t zaman periyodunda şubenin faz dışı maliyeti
$w(O)$	: Tüketim merkezinde satılacak ürün miktarı
$w(H)$	: Hammadde merkezinden gelen hammadde miktarı
x_i	: Müşterinin kapsanması ikili değişkeni
x_{ij}	: Müşterinin şubeye atanması ikili değişkeni
x_{ijt}	: t zaman periyodunda kurulan şubenin müşteriye kapsamı ikili değişkeni
y_j	: Şube kurulum kararı ikili değişkeni
y_{jt}	: t zaman periyodunda şube kurulum kararı ikili değişkeni
y_j^*	: Düşük hizmet seviyeli şube kurulum kararı ikili değişkeni
y_j^{**}	: Yüksek hizmet seviyeli şube kurulum kararı ikili değişkeni
z_{jk}	: Aday şube noktasının kapsanması ikili değişkeni
λ	: Seyahat süresinin çeşitli alışveriş gezileri üzerindeki etkisini araştırmak için ampirik olarak tahmin edilmesi gereken bir parametre
γ	: Birim kg/desi ulaşıma maliyeti
β_j	: En az j kez kapsanan talepleri maksimum yapmak için hesaplanan ağırlık

Kısaltmalar	Açıklama
AHP	: Analitik Hiyerarşi Prosesi
AKKM	: Aşamalı Küme Kapsama Modeli
API	: Uygulama Programlama Arabirimi
BEBKKM	: Beklenen En Büyük Küme Kapsama Modeli
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
DKKM	: Dinamik Küme Kapsama Modeli
EBKKM	: En Büyük Küme Kapsama Modeli
HEBKKM	: Hiyerarşik En Büyük Küme Kapsama Modeli
KARİD	: Kargo, Kurye ve Lojistik İşletmecileri Derneği
KKM	: Küme Kapsama Modeli
NP	: Belirsiz Çok Terimli
SWOT	: Güçlü Yönler, Zayıf Yönler, Fırsatlar, Tehditler Analizi
UAVT	: Ulusal Adres Veri Tabanı

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KARGO SEKTÖRÜNDE DAĞITIM AĞI OPTİMİZASYONU İÇİN BİR MODEL ÖNERİSİ VE UYGULAMASI

Berna ŞİMŞEK

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Fatih TÜYSÜZ

Kargo şirketlerinin operasyonel verimlilik kapsamında değerlendirdikleri coğrafi dağılım, zamanında teslimat, hizmet düzeyi rekabet üstünlüğü sağlamak için önemli performans göstergeleridir. Yapılan yatırımların bu kritik performans göstergeleri üzerinde olumlu etkiler sağlaması hedeflenmektedir. Kaliteli hizmet sunmak için konumlandırılan her şube ve aktarma merkezinin dengeli bir şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir. Mevcut durumda dağıtım alanı kararları sektör liderlerinin yetkinlik ve tecrübelerine bağlı olarak verilmekte olup, analitik verilere dayalı mühendislik yetkinliklerinin kullanımına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tez çalışmasında da öncelikle genel olarak yer seçimi problemleri sonra aktarma merkezleri ve şubelerin dağıtım alanlarının belirlenmesi için en düşük maliyet, en fazla teslimat amaç fonksiyonlarını içeren P-Medyan, küme kapsama, hiyerarşik en büyük küme kapsama modellerinin metodolojileri detaylı olarak anlatılmıştır. Malzeme ve yöntem bölümünde ise büyüme hedeflerinin temelini oluşturan dağıtım alanı optimizasyonu çalışmaları anlatılmıştır. Uygulama bölümünde bir kargo şirketinin optimum şube dağıtım alanlarının tespiti amacıyla kapsama modelleri temeline dayanan bir model sunulmuştur. Model Lingo programı ile çözülmüş ve bulgular bölümünde sonuçlar yorumlanmıştır. Tartışma ve sonuç bölümünde ise geleceğe yönelik çalışmalar aktarılmıştır.

Aralık 2017, 140 sayfa.

Anahtar kelimeler: Dağıtım Alanları Optimizasyonu, Kapsama Modelleri, Şube ve Aktarma Merkezi Yer Seçimi, Kargo Sektörü, Kargo Dağıtımı

SUMMARY

M.Sc. THESIS

A MODEL OF PROPOSAL FOR DISTRIBUTION NETWORK OPTIMIZATION IN CARGO SECTOR AND ITS APPLICATION

Berna ŞİMŞEK

İstanbul University

Institute of Graduate Studies in Science and Engineering

Department of Industrial Engineering

Supervisor : Assist. Prof. Dr. Fatih TÜYSÜZ

Geographical distribution, on-time delivery, service level are important performance indicators to provide a competitive advantage which are evaluated within the scope of operational efficiency in parcel delivery companies. It is aimed to provide positive effects on critical performance indicators of investments. In order to provide quality service, need to be assessed in balanced manner each branch and transfer center. In the present, companies make for distribution field decision based on competence and experience of sector leaders and there is a need for the use of engineering competences based on analitic data. In this thesis, firstly, location selection problems in general are presented and then in order to assign distribution field to transfer centers and branches, P-Median, set covering, hierarchical maximal covering models which include the lowest cost, maximum delivery in objective functions are presented in detail. In material and method chapter, distribution field optimization studies which are the basis of growth targets are presented. In application chapter, based on covarege models, a model has been presented to assign the optimum branch distribution field of a cargo company. Model was solved with Lingo Programme, the results and the future projects are interpreted.

December 2017, 140 pages.

Keywords: Distribution Field Optimization, Coverage Models, Branch and Transfer Center Location, Cargo Sector, Parcel Delivery

1. GİRİŞ

Hem dünyada hem de Türkiye’de son yıllardaki en hızlı ve dinamik sektörlerden birisi olan kargo sektörü, artan e-ticaret ve dış ticaret hacmi ile ülke ekonomisine yön veren bir sektör haline gelmiştir. Üretici ve tüketici arasında köprü durumunda olan kargo sektörü tüm sektörlerin gelişimini de etkilemektedir. E-ticaretin hızla yaygınlaşması sonucunda kargo şirketlerinin bulunduğu rekabet ortamında zamanında teslimat, hasarsız teslimat, müşteri şikâyetlerine kısa sürede geri dönüş ve sorunların müşteri memnuniyeti doğrultusunda çözümlenmesi, müşteri ile temas noktası olan şubelerin ulaşılabilir mesafelerde olması ve istendiğinde dijital ortamda da müşteri ile iletişim kurulabilmesi önemli performans kriterleridir. Kargo şirketlerinin uluslararası rekabet ortamında da tercih edilebilir olması için teknolojik alt yapının güçlendirilmesi, uluslararası kargo şirketlerinde yaygın olarak uygulanan aynı gün teslimat operasyonları için gerekli organizasyonların yapılması, hasar, kayıp ve iade durumlarında müşteri lehinde çözümler sunulabilmesi, ödeme şekillerinin çeşitlendirilmesi, müşteriye özel farklı hizmet çeşitlerinin sunulabilmesi gereklilik seviyesine ulaşmıştır. Önceden sadece gönderinin taşınması olarak görülen amaç, artık müşteriler için çözüm sağlamak, müşterinin hayatını kolaylaştırmak şekline dönüşmüş olup buna göre özel hizmet çeşitleri oluşturulmuştur. Müşterilere çözüm sağlamak amacıyla müşterinin kendi gönderisini kendisinin yönetmesi sağlanmaktadır. Müşteri odaklı bütün bu çalışmaların yapılması ve en önemlisi teslimat ve adresten kargo alım operasyonlarının taahhüt edilen süre içerisinde gerçekleştirilmesi doğru bir şekilde belirlenmiş şube ve aktarma merkezi dağıtım alanları ile mümkündür. Dağıtım alanları belirlenirken kaliteli ve şirket stratejisine uygun olarak hizmet sunmak için kapasite ve maliyet açısından da değerlendirmeler yapılmalıdır.

Türkiye Kargo, Kurye ve Lojistik İşletmecileri Derneği (KARİD) Yönetim Kurulu Başkanı Kut (2017) tarafından, kargo sektörü durum analizi ve sektörün geleceği kapsamında, genç bir sektör olan kargo, kurye ve lojistik hizmetlerinin serbest piyasa ekonomisine geçişin ardından ivme kazandığı, reel sektörün vazgeçilmez çözüm ortağı haline geldiği belirtilmiştir. Dünya standartlarında hizmet kalitesi için, değişen global rekabet koşulları içinde sektörde zaman ve işgücü tasarrufu kazandıracak otomasyon teknolojilerine geçilerek, bu teknolojik alt yapıyı

destekleyecek nitelikli personel imkanlarının oluşturulması gerektiği vurgulanmıştır. Kargo ve lojistik sektörü için dünyada gelecek 10 yılda beklenenler arasında:

- Tüketiciler için hizmetin ulaşılabilir olması, kullanım rahatlığı ve kolaylığı sunmasının önem arz edeceği,
- Birebir iletişimin müşteri memnuniyetini belirleyici önemli bir faktör olmaya devam edeceği,
- Taşımacılık firmalarının hizmet alanlarının yanında danışman firma rolünü de üstleneceği, müşterilerine artı hizmetler sunacağı,
- Taşımacılık sektörünün SWOT analizine bakıldığında ve bu veriler global sürdürülebilir rekabet koşulları içerisinde değişen tüketici alışkanlıkları göz önüne alınarak değerlendirildiğinde, gelecek 10 yılda Türkiye ticaretinin önemli ölçüde gelişeceği ve Avrupa'nın Kafkasya, Asya ve Ortadoğu pazarlarına erişim sağlama konusunda önemli bir rol üstlenerek "Lojistik Merkezi" olacağı öngörülmüştür.

Küreselleşen dünyada hızla büyüyen e-ticaret faaliyetleri doğrultusunda müşterilere kargolarının zamanında teslim edilmesi rekabet ortamında tercih edilebilirliği arttıran en önemli unsurlardan biridir. Tercih edilebilirliği arttıran bu unsur için müşterinin beklediği kaliteli hizmeti sunmak amacıyla doğru bir şekilde ve analitik verilere dayalı olarak şube ve aktarma merkezi konum kararının verilmesi gerekmektedir. Şube ve aktarma merkezi konum kararını, mevcut yüksek cirolu müşterilerin alacağı stratejik kararlar etkileyebileceği gibi olası müşterilerin de stratejik kararları bu konum değerlendirmesinde önem arz etmektedir. Sektörlerin kendilerine özgü dinamikleri ve farklı gereksinimleri sebebiyle, kargo ve lojistik şirketlerinin şube ve aktarma merkezi kararlarının, müşterilerin değer önerilerine ve yetkinlik gereksinimlerine göre şekillenmesi gerekmektedir.

Özellikle nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu alanlarda kargo şirketlerinin sabit maliyetleri düşüktür. Bununla birlikte teslim edilecek gönderiler için tam bir kırsal ulaşım ağı maliyet açısından verimli olmayabilir. Bazı ülkelerde kırsal kesim teslimatları için evrensel hizmet sağlayıcılarının kırsal kesimlere sundukları hizmet ağı kullanılmakta ve tek bir ağın iki evrensel hizmet yükümlülüğünü karşılamasına yardımcı olan sistematik bir yapı oluşturulması sağlanmaktadır. Kırsal kesimde yeni bir hizmet ağı kurmak yerine evrensel dağıtım hizmeti sunucuları ile iş birlikleri yapılarak paket ve posta gönderiler için evrensel bir dağıtım ağı

sağlanabilmektedir. Odaklanması gereken bir konu da paylaşılan kırsal dağıtım ağı ile mevcut durumdaki paket ve posta gönderim adet ve hacimleri için ulaştırma fiyatlandırmasıdır. Bu fiyatlandırmalar sebebi ile bazı evrensel dağıtım hizmeti sunucuları kırsal kesimlerde kendi teslimat ağlarına sahip olmalarına rağmen, kırsal kesimde teslimat yapması için başka dağıtım hizmet sunucuları ile anlaşma yapmaktadır. Teslimat hizmeti için çok sayıda kısıt belirlemek her kısıtın aynı anda sağlanamamasına sebep olabileceği gibi ulaştırma ücretlerinin ayarlanmasına uygun bir çözüm bulunamayacağından bazı kısıtların rahatlatılması gerekebilir. Aynı zamanda tam olarak en uygun kuralların pratikte uygulanması güçlüklerle sebep olabileceğinden, basitlik ve optimumluğun etkili bir dengesini temsil eden bir ücretlendirme politikası zorunluluğu ortaya çıkmaktadır (Crew ve Kleindorfer, 2002).

Kargo sektöründeki şubelerin ve aktarma merkezlerin dağıtım alanlarının, teslimat ve gönderi alım faaliyetlerinin maliyetler ve sunulacak hizmet kalitesi temeline dayandırılarak belirlenmesi gerekmektedir. Bu sektördeki dağıtım alanları diğer sektörlerin de iş ve yatırım ortamını geliştirmekte onların da stratejik kararlarına etki etmektedir. Günümüzün genç sektörü olan kargo sektöründe pazardaki oyuncu sayısının sürekli artması rekabet gücü elde edebilmek için bu dağıtım alanlarının belirleneceği projelerin geliştirilmesi ihtiyacına yol açmıştır.

Şube, aktarma merkezi ve müşteri arasındaki şebeke optimizasyonunu sağlayacak şube ve aktarma merkezi yer seçimi kararları, şirket stratejilerine uyumlu olarak belirlenmelidir. Müşterilere bekledikleri hizmet kalitesini sunmak için doğru şubelerden dağıtım yapılması oluşabilecek maliyetler açısından da çok önemlidir. Şubelerin bulundukları konumlar sebebiyle rakiplerine göre yüksek maliyet giderleriyle hizmet sunması gibi sonuçlar yanlış şube konumlandırmasının en önemli sonuçlarından biridir.

2. GENEL KISIMLAR

2.1. YER SEÇİMİ PROBLEMLERİ

Tesis yer seçimi çalışmaları ile fabrikalar, aktarma merkezleri, depolar, alışveriş merkezleri, hastaneler, acil servis istasyonları gibi tesislerin en uygun şekilde yerleştirilmesi amaçlanmaktadır. Müşterilere en kısa sürede ulaşmak, müşterilere en az maliyetle ulaşmak gibi farklı amaçları içerebilirler.

İyi bir yer seçimi kararı, uygun bir maliyet sağlayacak konumu oluştururken, kötü bir yer seçimi kararı tersine etki yapar. Herhangi bir şubenin yerini olumsuz maliyetler nedeniyle değiştirmek de yeni sorunlar ve ek maliyetler ortaya çıkarabilir. Müşteri yoğunluğuna göre müşterilerin gönderilerini zamanında teslim etmeyi sağlayacak ama aynı zamanda şubenin insan kaynağı ve işletme giderlerini, müşterilere ulaştırma maliyetlerini minimum yapacak konum kararlarının verilmesi gerekmektedir.

Yer seçimi ile ilgili çalışmaların başlangıcı onyedinci yüzyıla dayansa da resmi olarak ilk çalışma Alfred Weber'in 1909 yılında yayınladığı Endüstriyel Lokasyon Teorisi isimli kitapta yayınlanmıştır (Owen ve Daskin, 1998).

Birçok araştırmacı tarafından geliştirilen modeller ile yer seçimi çalışmalarına katkı sağlanmış ve yıllar içerisinde bu problemlerin çeşitlendirilmesi sağlanmıştır. Weiszfel (1937), Miehele (1958), Kuhn ve Kuenne (1962), Cooper (1963) yer seçim problemlerinin geliştirilmesi için çalışmalar yapmışlardır (Eiselt ve Sandblom, 2013).

Hakimi (1964) tarafından bir dağıtım ağı üzerinde bir veya birden fazla tesis için müşterilere en yakın tesis ve müşteri arasındaki toplam uzaklığı minimum yapmayı amaçlayan bir çalışma yapılmıştır. P-Medyan olarak adlandırılan bu çalışma en çok kullanılan tesis yer seçimi problemlerinden biri olmuştur (Reese, 2006).

Toregas (1971) tarafından küme kapsama modeli geliştirilmiş olup, Marianov ve Revelle (1995) acil durum modelleri için, Current ve diğ. (2002) genel konum modelleri, Marianov ve Serra (2002) kamu sektöründe yer seçim modelleri için, Berman ve Krass (2002) ise belirsizlik durumlarında yer seçim modelleri için çalışmalar yapmışlardır (Daskin, 2004).

Church ve ReVelle (1974) tarafından ilk olarak en büyük küme kapsama modeli formüleştirilmiş olup, Moore ve ReVelle (1982) tarafından da en büyük küme kapsama modeli, hiyerarşik en büyük küme kapsama modeline evrilmiştir.

2.1.1. Alfred Weber'in Endüstriyel Lokasyon Teorisi

Tesis yerleşim teorisi, resmi olarak ilk defa 1909 yılında Alfred Weber tarafından tek bir deponun, birkaç müşteri ile arasındaki toplam mesafeyi minimize etmek amacıyla nasıl yerleştirileceğine dair yapmış olduğu çalışma ile başlamıştır (Owen ve Daskin, 1998).

Weber (1909) çalışmasında üretim tesisleri için birtakım mekansal faktörlere dayalı olarak optimum lokasyonu belirlemektedir. Minimum maliyet hedeflenen çalışmada tesis yeri seçiminde en önemli faktörlerden birinin üretim tesisinde kullanılan hammaddenin olduğu belirtilmiştir.

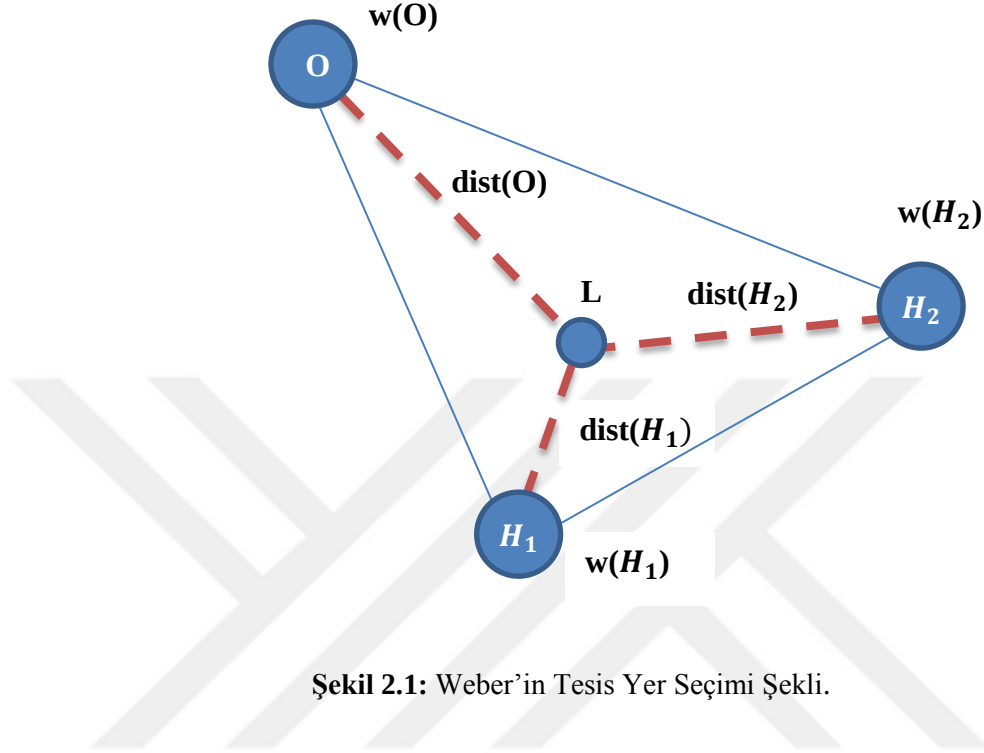
Ürünlerin üretim tesislerine ulaştırılması için ulaştırma maliyetlerini ve işçi maliyetlerini minimum yapacak şekilde geliştirilen modelde aynı zamanda üretim tesisinin optimum lokasyonu belirlenmeye çalışılmaktadır (Cangel, 2011).

Weber (1909) kuruluş yeri teorisinde bazı varsayımlar belirtmiştir:

- Hammaddelerin coğrafi dağılımı bilinmektedir.
- Tek bir tüketim merkezi vardır.
- Rakip firma faaliyetleri dikkate alınmamaktadır.
- İş gücü ücretleri sabittir ve sınırsız olarak temin edilebilmektedir.

Weber (1909) çalışmasında bu varsayımlar doğrultusunda ulaştırma maliyetlerini belirleyen temel faktörlerin ulaştırılacak ürünün ağırlığı ve mesafeye dayandığını ve üretim merkezi yerinin minimum ulaşım maliyeti ile kurulmasını hedeflendiğini belirtilmiştir. Kuruluş yerinin belirlenmesinde kuruluş yeri şekillerinden faydalanılmaktadır. Bu şekiller tüketim merkezi ve hammadde merkezleri ile elde edilmektedir. Eğer iki hammadde kullanılıyor ise kuruluş yeri üçgen biçiminde olmaktadır. Kuruluş noktasının kuruluş yerinin şekliyle ilişkisi şu şekildedir: Kuruluş noktası ile kuruluş yeri şeklinin köşelerine olan doğrusal uzaklık, bu

köşelerden tedarik edilecek ağırlıkla orantılı olarak birleştirilebilmektedir. Taşınacak ağırlıklar kuruluş noktasının köşelere ne kadar yakın olabileceğini belirlemektedir.



Şekil 2.1: Weber'in Tesis Yer Seçimi Şekli.

O: Tüketim merkezi

L: Fabrika konumu. Weber'e göre 3 ana faktör bu konumu etkiler: Ulaştırma Maliyetleri, İşçilik Maliyetleri ve Yığılma Ekonomileri.

w (O): Tüketim merkezinde satılacak ürün miktarı (ton)

H_1 : 1. hammadde merkezi

w (H_1): 1. hammadde merkezinden gelen hammadde miktarı (ton)

H_2 : 2. hammadde merkezi

w (H_2): 2. hammadde merkezinden gelen hammadde miktarı (ton)

dist (O): Tüketim merkezinden fabrikaya olan uzaklık

dist (H_1): 1. hammadde merkezinden fabrikaya olan uzaklık

dist (H_2): 2. hammadde merkezinden fabrikaya olan uzaklık

Örneğin: İki hammadde kullanılarak yapılan bir üretim sürecinde, birinci hammadde merkezinden 3/4 ton, ikinci hammadde merkezinden 1/2 ton hammadde kullanılarak 1 ton ürün üretilabiliyorsa, doğru parçalarının uzunluğu oransal olarak 3/4, 1/2 ve 1 olmalıdır (Gürsel, 1972).

2.1.2. Huff Modeli

Huff (1964) tarafından yer seçimi çalışmalarında özellikle müşterilerin alışveriş alışkanlıklarının ve tercihlerinin ölçülebilirliğinin önemli olduğu belirtilmiştir. Huff (1964), perakende ticaret alanlarını tanımlamak için kullanılan yöntemlerin genellikle anketler ve ampirik olarak elde edilmiş matematiksel formüller olduğunu belirtmiştir. Araştırma teknikleri söz konusu olduğunda, hanehalkını veya firmaları temsil eden bireylerden oluşan katılımcıların satın aldıkları ürün türleri, tüketme sıklığı ölçümlenir. Elde edilen bu veriler doğrultusunda bir takım çıkarımlar yapılır. Müşteri alışkanlıklarının ölçülmesi sonucunda bir takım önemli ampirik kurallar Huff (1964) tarafından aşağıdaki maddeler ile sunulmuştur:

- Belirli bir alışveriş bölgesine ayrılmış alanda alışveriş yapan müşterilerin oranı alışveriş bölgesine olan uzaklığa bağlı olarak değişir.
- Farklı alışveriş bölgelerinden alışveriş yapan müşterilerin oranı alışveriş bölgelerinin ürün yelpazesine ve derinliğine göre değişir.
- Farklı alışveriş bölgelerine müşterilerin yaptığı yolculuk kapsamındaki mesafe, satın alınan ürünlerin çeşitlerine göre değişir.
- Belirli bir alışveriş bölgesinin çekim özelliği, rakip alışveriş bölgelerinin yakın olması durumundan etkilenir.

Huff (1964) tarafından firmaların ticaret alanını belirleyici en önemli etkenin müşteriler olduğu vurgulanmıştır. Bu doğrultuda firma yerine tüketici üzerine yoğunlaşılacak aşağıdaki modeli önermiştir:

$$P_{nj} = \frac{\frac{F_j}{T_{nj}^\lambda}}{\sum_{j=1}^n \frac{F_j}{T_{nj}^\lambda}} \quad (2.1)$$

P_{nj} = Belirli bir n bölgesindeki müşterinin belirli bir j alışveriş merkezini ziyaret etme olasılığı

F_j = j alışveriş merkezinin büyüklüğü (belirli bir mal sınıfının satışına ayrılan satış alanının ayakkare alan ölçüsü olarak ölçülür.)

T_{nj} = Bir müşterinin bölgesi olan n'den j alışveriş merkezine ulaşım süresi

λ = Seyahat süresinin çeşitli alışveriş gezileri üzerindeki etkisini araştırmak için ampirik olarak tahmin edilmesi gereken bir parametre

$$E_{nj} = P_{nj} * C_n \quad (2.2)$$

E_{nj} = n bölgesinden j alışveriş merkezine seyahat etmek isteyen beklenen müşteri sayısı

C_n = n bölgesindeki müşterilerin sayısı

2.2 işleminde belirli bir n bölgesindeki müşterinin belirli bir j alışveriş merkezini ziyaret etme olasılığı ile n bölgesindeki müşterilerin sayısı çarpılmaktadır.

$$A_{nj} = E_{nj} * I_{nh} \quad (2.3)$$

$$A_{nj} = P_{nj} * C_n * I_{nh} \quad (2.4)$$

A_{nj} = Bir ürün veya ürün sınıfı için j alışveriş merkezinde n bölgesinden alışveriş yapan müşterilerin beklenen yıllık harcamaları

I_{nh} = h ürün veya ürün sınıfına ait yıllık bütçe

Belirli bir perakende tesisinde alışveriş yapan müşterilerin belirli bir ürün veya ürün sınıfı için beklenen ortalama yıllık harcamaları, ürün veya ürün sınıfına ait yıllık bütçe ve n bölgesinden j alışveriş merkezine seyahat etmek isteyen beklenen müşteri sayısı ile çarpılarak elde edilir.

$$G_j = \sum_{n=1}^m A_{nj} \quad (2.5)$$

$$G_j = \sum_{n=1}^m P_{nj} * C_n * I_{nh} \quad (2.6)$$

G_j = Belirli bir j alışveriş merkezi için beklenen yıllık satış

m = Müşteri bölgelerinin sayısı

Belirli bir perakende tesisi için toplam yıllık beklenen satış, bireysel tüketici tercihlerini tahmin etmek için bir formülasyon ile hesaplanabilir. Böyle bir hesaplama, sadece belirli bir perakende tesisini tercih eden tüm müşterileri toplamayı gerektirir. Bu nedenle belirli bir perakende tesisi için toplam satışlar, istatistiki olarak belirlenmiş alanların her birinden gelen müşterilerin tahmin edilen belirli bir ürün veya ürün sınıfı için bu tesiste beklenen ortalama yıllık harcamalarının toplamı olacaktır (Huff, 1966).

2.2. YER SEÇİMİ PROBLEMLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Tesis yer seçimi kararları lojistik operasyonlarının performansı üzerinden doğrudan etkili olmakla birlikte, uzun vadede işletme karlılığına etki eden ve maliyetler açısından belirleyicilik özelliğine sahip olan kararlardır (Özçakar ve Bastı, 2012).

Tesis yer seçimi problemleri ile ilgili farklı amaç fonksiyonlarına sahip ve farklı parametre ve değişken değerlerini modele dâhil eden birçok sınıflandırma yapılmış olsa da Arabani ve Farahani (2012) tarafından yapılan sınıflandırma çalışması en kapsamlı sınıflandırma çalışmalarındandır.

Owen ve Daskin (1998) tarafından yapılan sınıflandırma çalışmasında da tesis yer seçim problemleri sürekli yer seçimi problemleri, kesikli yer seçimi problemleri, şebeke yapısındaki yer seçimi problemleri, tek tesisli ve çok tesisli yer seçimi problemleri, kapasite kısıtlı ve kapasite kısıtsız yer seçimi problemleri ana kategorilerinde ele alınmıştır.

Mevcut bir tesisin geliştirilmesinde veya yeni bir tesis yer seçiminde iç ve dış etkenler, popülasyon, talep dalgalanmaları gibi tesis konum parametrelerinin dinamikleri dikkate alınmalıdır. Tesis yer seçimine etki eden faktörlerin sabit ve planlama dönemi ile tutarlı olduğu yer seçimi problemleri statik tesis yer seçimi problemleri olarak tanımlanmıştır. Bununla birlikte, ana parametrelerin planlama dönemi boyunca değişmesi maliyet ve sermaye değerlerini etkiler. Bu durum zamana duyarlı ve uzun vadede fayda sağlayacak dinamik modellerin oluşmasını sağlamıştır (Arabani ve Farahani, 2012).

Karar vericiler tarafından tesis yer seçimi problemlerinde değişen çevresel faktörler ve belirsizlik durumları ele alındığında, geçmişteki sınırlandırılmış statik ve deterministik modellerin genişletilmesi ihtiyacı ortaya çıkmıştır (Owen ve Daskin, 1998).

Bu tez çalışmasında da Arabani ve Farahani (2012) tarafından yapılan ve en kapsamlı yer seçimi problemleri sınıflandırma çalışması olan çalışma ele alınmıştır.

Arabani ve Farahani (2012) tarafından yapılan yer seçimi modellerinin sınıflandırması şu şekildedir:

1. Statik Tesis Yer Seçimi Problemi

- a. Sürekli Tesis Yer Seçimi Problemi**
 - i. Tek Tesisli Yer Seçimi Problemi**
 - ii. Çok Tesisli Yer Seçimi Problemi**
 - iii. Tesis Yer Seçimi – Atama Problemi**
- b. Kesikli Tesis Yer Seçimi Problemi**
 - i. Karesel Atama Problemi**
 - ii. Kuruluş Yer Seçimi Problemi**
- c. Şebeke Tesis Yer Seçimi Problemi**
 - i. Medyan Problemler**
 - ii. Kapsama Problemleri**
 - iii. Merkez Problemi**
 - iv. Aktarma Merkezi Yer Seçimi Problemi**
 - v. Hiyerarşik Yer Seçimi Problemi**

2. Dinamik Tesis Yer Seçimi Problemi

- a. Dinamik Deterministik Tesis Yer Seçimi Problemi**
- b. Tesis Yer Seçimi – Yeniden Yerleştirme Problemi**
- c. Çok Periyotlu (Kesikli Zaman) ve Tek Periyotlu (Sürekli Zaman) Tesis Yer Seçimi Problemi**
- d. Zamana Bağlı Tesis Yer Seçimi Problemi**
- e. Stokastik, Olasılıklı ve Bulanık Tesis Yer Seçimi Problemi**

Statik Tesis Yer Seçimi Problemi: Arabani ve Farahani (2012) tarafından sistem ihtiyaçları doğrultusunda belirli bir zaman periyodu içinde katsayı ve parametre değerlerinin sabit kaldığı yer seçimi problemleri statik tesis yer seçimi problemi olarak adlandırılmıştır. Yani statik tesis yer seçimleri için yer seçimlerinde kullanılan parametre ve faktörlerin belirlenen zaman periyodu içinde değişmediği ve sabit kaldığı ifade edilmektedir. Belirlenen zaman periyodu içinde yer seçimi yapılacak sistemin performansının optimize edilmesi amaçlanmaktadır (Klose ve Drexler, 2005).

Sürekli Tesis Yer Seçimi Problemi: Yerleştirilecek tesislerin hizmet sunulan herhangi bir noktada yerleştirilebileceğini kabul eden bir problem çeşididir. Weber (1909) tarafından talep ağırlıklı uzaklığı minimum yapmayı hedefleyen model sürekli tesis yer seçimi probleminin en önemli örneklerindendir (Revelle ve diğ., 2008).

Sürekli tesis yer seçimi probleminde esas olan iki faktörden biri, düzlem üzerindeki her noktaya konumlandırılacak tesisleri içeren çözüm uzayıdır. Diğer faktör ise tesisler ve talep noktaları arasındaki uzaklıklardır (Arabani ve Farahani, 2012).

Tek Tesisli Yer Seçimi Problemi: Tek tesisli yer seçimi problemlerinde, yerleştirilmek istenen yeni bir tesis diğer mevcut tesisler ile mesafesinin olabildiğince en az olacağı şekilde yerleştirilmelidir. Bu mesafe Öklid uzaklığı veya Manhattan uzaklığı gibi birçok şekilde hesaplanabilir (Arabani ve Farahani, 2012).

Çok Tesisli Yer Seçimi Problemi: Çok tesisli yer seçimi problemi de tek tesisli yer seçimi problemine oldukça benzer bir yapıda olmasıyla birlikte, bu yer seçimi probleminde yeni bir tesis yerine birkaç optimum tesis lokasyonu belirlenmelidir. Her tek tesisli yer seçimi problemi çok tesisli eşdeğerine dönüştürülebilir. Örneğin: Tek tesisli yer seçimi olarak ele alınan Weber problemi birkaç tesis ile de değerlendirilebilir (Akyüz ve diğ., 2010).

Kesikli Tesis Yer Seçimi Problemi: Hizmet sunma alanı içerisinde belirli noktalarda aday tesislerin ve talep noktalarının bulunması koşulu vardır. Kesikli tesis yer seçimi problemlerinde amaç talep ağırlıklı ulaşım mesafesini minimum seviyeye getirmektir (Arabani ve Farahani, 2012).

Karesel Atama Problemi: Aralarında akış bulunan n adet tesisin n adet konuma aynı zamanda yerleştirilmesi problemidir. Akış ve uzaklık parametrelerinin çarpımı ile elde edilen toplam uzaklık değerinin minimum yapılması amaçlanmaktadır. Yerleştirilmesi istenen n adet tesis için $n!$ kadar çözüm alternatifi vardır. Çözüm alternatifinin $n!$ kadar olması problem boyutunu büyütmede ve uzun çözüm süresi ile karşılaşılabilir (Sule, 2001).

Kuruluş Yer Seçimi Problemi: Kuruluş yer seçimi problemlerinde değişkenlerdeki belirsizlik durumları ele alınmıştır. Bu değişiklikler talep noktası ve hizmet sunucusu değişikliği, dönemsel talep artışları, hizmet sunma alanındaki değişiklikler gibi değişikliklerdir. Kuruluş yerinin değişmesi ile yeniden yapılanma maliyetlerinin de minimum yapılması hedeflenmektedir (Berman ve Drezner, 2006).

Şebeke Tesis Yer Seçimi Problemi: Bir yer seçimi çalışması, düğümler ve bağlantılardan oluşan bir şebeke açısından ele alınmış ise taleplerin genellikle düğümlerde ortaya çıktığı görülmektedir. Taleplerin aynı zamanda bağlantılarda da ortaya çıkabildiği durumlar olmaktadır. Şebeke tesis yer seçimi problemleri beş ana kategoride sınıflandırılır: Medyan Problemler, Merkez Problemler, Kapsama Problemleri, Dağıtım Merkezi Yer Seçimi Problemleri ve Hiyerarşik Yer Seçimi Problemleri (Daskin, 1995).

Medyan Problemleri: Medyan problemlerinde talep noktası ve tesis arasındaki ağırlıklı uzaklık değerinin minimum yapılması amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda belirlenen en uygun tesis yeri, tesise ulaşmadaki gerekli olan mesafenin en kisasına sahip olduğu için etkin bir yer seçimi problem çözümü elde edilmektedir. Medyan problemlerinin uygulandığı alana göre buradaki mesafe bazı çalışmalarda uzaklık, bazı çalışmalarda süre, bazı çalışmalarda ise maliyet olarak ele alınmaktadır (Hakimi, 1964).

Kapsama Problemleri: Kapsama problemleri en çok çeşide sahip olan ve en yaygın kullanılan yer seçimi problem çeşitlerinden biridir. Kapsama problemlerinde iki ana amaç vardır: Bunlardan ilki, mümkün olan en az sayıda açılacak tesis ile tüm müşteri taleplerinin karşılanmasını amaçlarken, ikincisi ise karşılanabilecek en çok sayıdaki müşteri taleplerinin karşılanmasını amaçlamaktadır. Bazı kapsama problemlerinde belirli kritik bir mesafe içerisinde müşteri talepleri karşılanırken, bazı kapsama problemlerinde tesislerin meşgul olma

olasılıkları da göz önünde bulundurularak en fazla müşteri talebinin karşılanması amaçlanmaktadır (Eiselt ve Sandblom, 2013).

Çalışılan birçok kapsama yer seçimi probleminde tesislerin kapasitesiz olduğu düşünülmüştür. Fakat yer seçimi problemlerinin uygulandığı gerçek hayat problemlerinde tesislerin kapasiteleri bulunmaktadır ve kapasite değerleri göz önünde bulundurulmalıdır (Farahani ve diğ., 2012).

Kapasite Kısıtsız Tesis Yer Seçimi Problemleri: Bu problem çeşidinde açılacak tesis sayısı minimum maliyet amaç fonksiyonunu içermektedir. Talep noktalarının tesislere tayini sınırlandırılmamaktadır (Sule, 2001).

Kapasite Kısıtlı Tesis Yer Seçimi Problemleri: Bu problem çeşidinde her bir arz noktasının belirlenen bir kapasite değeri vardır. Dolayısıyla talebi karşılanamayan veya bir talebi birden fazla arz noktası ile karşılama durumu söz konusudur ve bu en büyük küme kapsama modelinin geliştirilmesine yol açmıştır (Current ve Storbeck, 1988).

Merkez Problemi: Bu problem çeşidinde amaç tüm müşteri taleplerini kapsayarak, talep noktaları ile en yakın tesis arasındaki maksimum uzaklığı minimum yapacak şekilde p adet tesisin yerinin belirlenmesidir (Farahani ve Hekmatfar, 2009).

Merkez problemleri genellikle talep noktasına acil ulaşılması gereken durumlar için yani acil servis istasyonlarının, polis istasyonlarının ve otobüs duraklarının, yer seçimlerinde uygulanmaktadır. Merkez problemlerinde aday tesislerin yalnızca hizmet sunulan şebekedeki düğümlere konumlandırmasını sağlayan problemler, düğüm noktası merkez problemleri olarak tanımlanmışken, tesislerin hizmet sunulan şebekedeki herhangi bir noktada yerleştirilmesini sağlayan problemler, tam merkez problemleri olarak tanımlanmıştır (Current ve diğ., 2002).

Aktarma Merkezi Yer Seçimi Problemi: Aktarma merkezi yer seçimi problemini ilk olarak O'Kelly (1987) ele almıştır. O'Kelly (1987) çalışmasında karesel bir tam sayı programı olarak genel bir aktarma merkezi yer seçimini modellemiştir. Amaç fonksiyonunun konveks olmaması problemi zorlaştırmıştır. Aktarma merkezi yer seçimi problemlerinin diğerlerinden farklı

olmasının sebebi, konsolidasyon, bağlantı kurma ve varış yerleri arasındaki akışlar için geçiş noktası işlevi görmesidir. Bu yer seçimi probleminde amaç düğümler arasındaki akışı ve dolayısıyla hareket maliyetini en aza indirmektir. Yeni ve gelişmekte olan bir yer seçimi problem çeşidi olan aktarma merkezi yer seçimi problemlerinin çözüm yöntemi, temel özellikleri ve uygulamaları tartışılmaktadır (Farahani ve diğ., 2013).

Hiyerarşik Yer Seçimi Problemi: Birkaç hiyerarşik tesisin olduğu dağıtım sistemlerinde yüksek seviye tesis konumları, düşük seviye tesis konumlarından bağımsız olarak belirlenebilir. Bununla birlikte, dağıtım ağı içinde önemli bir kriter karşılanmalıdır. Bu kriter, yüksek seviyeli düğümlerin yeterli miktarda kapasitesiye sahip olması ve düğümlerdeki taşıma maliyetlerinin taşınan miktar ile orantılı olması gerektiğidir. Tesisten talep noktasına taşıma maliyeti, tahsis edilen talebin maliyetine göre hesaplanır. Aksi durumda, dağıtım sisteminin birkaç aşamasını kapsayan ulaştırma faaliyetleri detaylı olarak ele alınmalıdır (Klose & Drex1, 2005).

Dinamik Tesis Yer Seçimi Problemi: Bazı çalışmalarda sistem gereksinimlerinin statik tesis yer seçimi problemleri ile karşılanamadığı görülmüştür. Bunun sebebi, temel parametrelerin ve yeni tesis kurulumunu gerektiren veya tesis geliştirilmesine bağlı olarak büyük miktardaki sermaye ve yatırım gereksinimlerinin zaman içerisinde değişim gösterme eğiliminde olmasıdır. Elde edilen optimum sonuçların uzun zaman periyotlarında da geçerliliğini koruyabilmesi için dinamik tesis yer seçimi modellerine başvurulması gerekmiştir (Farahani ve diğ., 2009).

Dinamik yer seçimi modellerinde yer seçimini etkileyen iki önemli unsurdan biri: Bir tesisin açılması veya mevcut tesisin yenilenmesi durumlarında oluşan maliyetlerin, bu yatırımlar sonucunda elde edilen kar miktarı açısından uyumlu olmasıdır. Diğer unsur ise tesis açılması için uygun zaman periyodudur. Bu iki önemli unsur göz önünde bulundurulduğunda dinamik yer seçimi problemleri 2 alt kategoriye ayrılabilir. Bu iki alt kategori: Doğrudan dinamik modeller ve dolaylı dinamik modellerdir. Doğrudan dinamik modellerde tesislerin önceden belirlenen yer ve zamanda açılabilmesi veya kapanabilmesini ele alınmaktadır. Dolaylı dinamik modellerde ise açılan bir tesisin belirli bir zaman periyodunda açık kalması beklenir (Arabani ve Farahani, 2012).

Dinamik Deterministik Tesis Yer Seçimi Problemi: Nüfus, pazar eğilimleri, dağıtım maliyetleri, talep biçimleri, çevresel faktörler gibi bazı değişkenlerin tesis yer değişimlerinde değerlendirildiği problem çeşitleridir. Gerçek dünya uygulamalarında bu değişkenler tesis yer değiştirmelerinde önemlidir ve yalnız bir zaman döneminde değil, farklı zaman dönemlerinde gelişen durumlara göre ele alınmalıdır. Dolayısıyla statik yer seçimi problemlerinden farklı olarak bu değişkenleri göz önünde bulunduran dinamik deterministik yer seçimi modeli geliştirilmiştir (Arabani ve Farahani, 2012).

Tesis Yer Seçimi – Yer Değiştirme Problemi: Tesis yer seçiminde belirsiz parametreler ve karar değişkenleri, planlama dönemi boyunca tesislerin yeniden konumlandırılması gerektiği sonucunu ortaya koyabilmektedir. Bu belirsizlikler müşteri ve tedarikçi etkileşimi, dağıtım şebekeleri, yasal mevzuatlardan kaynaklanabilir. Genel olarak bir tesisin yer değiştirmesi, yer değiştireceği zaman ve yer değiştirme maliyetiyle ilgilidir. Yeniden yerleştirme kesikli veya sürekli bir zamanda yapılabilir. Zaman ve maliyet dışında bir tesisin yeniden yerleştirilmesi için en önemli etkenler: Tedarikçilere ulaşılabilirlik, ulaşım ağlarına kolay erişim, müşterilere hızlı teslimat, imar izinleri, vergi teşvikleridir. Bu faktörlere dayalı olarak karar verici tarafından yer değiştirme sorununda şu sorular ortaya çıkabilir: Maliyeti en aza indirmek için nerede ve ne zaman yer değiştirilmelidir? Mevcut tesisin faaliyetlerini ihlal etmeden kademeli olarak nasıl yer değişimi yapılabilir? Yer değiştirme kapasitesi için zaman çizelgesi nedir? Yerel teşviklerden nasıl yararlanılabilir? (Min ve Melachrinoudis, 1999).

Çok Periyotlu (Kesikli Zaman) ve Tek Periyotlu (Sürekli Zaman) Tesis Yer Seçimi Problemi: Tesis yer seçimi için planlama ufkunda karar vericiler tarafından 3 ana konu değerlendirilmelidir: Yer seçimi kararının doğru zamanlaması, en iyi yerlerin belirlenmesi, piyasadaki olumlu/olumsuz talep dalgalanmaları. Çok periyotlu yer seçimi problemleri bunları değerlendirirken tek periyotlu yer seçimi problemleri bunları değerlendirmemektedir. Çok periyotlu modellerin tek periyotlu modellere göre bir diğer avantajı dinamik modellerle uyumlu olmasıdır (Miller ve diğ., 2007).

Zamana Bağlı Tesis Yer Seçimi Problemi: Taleplerin planlama ufku boyunca değişkenlik göstermesi günlük veya mevsimlik talepleri olan dinamik modellerin varlığını gerekli kılmıştır. Örneğin: Dinamik olarak nüfusu artan bir alan için o bölgedeki hastane ve itfaiye yerlerinin

düşünülmesi gerekmektedir. Drezner ve Wesolowsky (1991) zaman bağımlılığı modelleri üzerine iki önemli yaklaşımı vurgulamıştır. Bunlardan birincisi mevcut tesisin zamana göre yer değiştirmesi, ikincisi ise yeni zaman için yeni tesis kurulmasıdır (Arabani ve Farahani, 2012).

Stokastik, Olasılık ve Bulanık Tesis Yer Seçimi Problemi: Modellerin parametrelerinin özelleştirilmesine uyacak şekilde yer seçimi kararlarının belirlenmesi karar vericilerin kritik hedeflerinden biridir. Bunun sebebi maliyet, talep, teslim süresi gibi temel parametrelerin planlama ufku boyunca belirsiz olmasıdır. Stokastik ve olasılıklı yer seçimi problemleri geçmiş verilerden yararlanarak gelecek için tesis sayısının tespit edilmesini sağlamayı amaçlamaktadır. Owen ve Daskin'in (1998) önerisine göre belirsizlik iki sebepten dolayı ortaya çıkar. Birinci sebep gelecekteki koşulların planlama belirsizliğine neden olması, ikinci sebep ise girdi parametreleri için bilgi eksikliği olmasıdır. Tesis yer değiştirmesi ve yer seçimi durumlarında karşılaşılan bulanık veriler ile taşıma maliyetlerinin minimize edilmesi amaçlanmıştır (Snyder, 2006).

Arabani ve Farahani (2012) tarafından literatürdeki dinamik tesis yer seçim problemlerinin sınıflandırması aşağıdaki tabloda gösterilmiştir:

Tablo 2.1: Literatürdeki Dinamik Tesis Yer Seçimi Problemlerinin Sınıflandırması.

Yer Seçimi Problem Çeşidi	Yazarlar		
Dinamik Deterministik Tesis Yer Seçimi Problemi	Erlenkotter (1981) Shulman (1991) Daskin et al. (1992) Saldanha-da-Gama and Captivo (1998)	Puerto and Rodriguez-Chia (2006) Miller et al. (2007) Behmardi and Lee (2008) Thanh et al. (2008)	Abravaya and Berend (2009) Gebennini et al. (2009) Bozkaya et al. (2010)
Tesis Yer Seçimi – Yeniden Yerleştirme Problemi	Frantzeskakis and Watson-Gandy (1989) Emamizadeh and Farahani (1997) Min and Melachrinoudis (1999) Melachrinoudis and Min (2000) Gendreau et al. (2001)	Brotcorne et al. (2003) Wang et al. (2003) Melo et al. (2006) Dias et al. (2006) Dias et al. (2007a, 2007b)	Dias et al. (2008) Hinojosa et al. (2008) Farahani, Drezner et al. (2009) Koontz et al. (2009) Naraharisetti and Karimi (2010)
Çok Periyotlu Tesis Yer Seçimi Problemi	Sherali (1990) Melachrinoudis et al. (1995) Chardaire et al. (1996) Antunes and Peeters (2000) Hinojosa et al. (2000)	Canel et al. (2001) Gue (2003) Romeijn and Morales (2004) Gen and Syarif (2005)	Acar et al. (2009) Albareda-Sambola et al. (2009) Mahar et al. (2009) Alanis et al. (2010)

	Antunes and Peeters (2001)	Manzini and Gebennini (2008) Rajagopalan et al. (2008)	
Zamana Bağlı Tesis Yer Seçimi Problemi	Batta (1989) Drezner and Wesolowsky (1991)	Drezner and Wesolowsky (1996) Averbakh et al. (1998)	Averbakh et al. (2007)
Stokastik Tesis Yer Seçimi Problemi/ Olasılıklı Tesis Yer Seçimi Problemi	Chan et al. (2001) Killmer et al. (2001) Alonso-Ayuso et al. (2003) Averbakh (2003) Aghezzaf (2005)	Romauch and Hartl (2005) Gabor and Van Ommeren (2006) Snyder et al. (2007) Baron et al. (2008) Schütz et al. (2008)	Lee and Jeong (2009) Lin (2009) Yao et al. (2010) Albareda-Sambola et al. (2011) Wang et al. (2011)
Bulanık Tesis Yer Seçimi Problemi	Yang et al. (2007) Chou et al. (2008) Liu (2008) Wen and Iwamura (2008)	Bashiri and Hosseini-zhad (2009) Esnaflar and Küçükdeniz (2009) Liu and Tian (2009) Vahidnia et al. (2009)	Lau et al. (2010) Moheb-Alizadeh et al. (2011) Mokhtarian (2011) Wen and Kang (2011)

(Arabani ve Farahani, 2012)

Dağıtım alanları belirleme, dağıtım merkezi kurma ve hizmet sunma noktası belirleme kararları, küreselleşen dünyada hem performans hem de maliyetler açısından birçok sektör için stratejik seviyedeki kararlar haline gelmiştir. Özel sektör ve kamu kuruluşlarının yatırım kararlarını da etkileyen dağıtım merkezi veya şube gibi hizmet sunma noktaları kurma, bu dağıtım merkezi ve şubelerin kurulum noktalarını belirleme ve bunlar doğrultusundaki dağıtım alanları belirleme kararları için son yıllarda yer seçimi analiz çalışmaları artmış ve sektöre uygun farklı yer seçimi metotları uygulanmıştır.

Hizmet sunma noktaları için doğru yer seçimi kararının verilebilmesi amacıyla birçok farklı metodoloji uygulanarak rekabet üstünlüğü sağlanması, satış performansının artırılması, müşteri memnuniyetinin artırılması, giderlerin azaltılması vb. birçok kriter açısından değerlendirmeler yapılmıştır. Bu tez çalışmasında da tek bir noktadan birden fazla müşteriye hizmet sunmayı gerektiren kargo şubelerinin çalışma alanlarını ve lokasyonunu belirleme problemi için uygun olan metodolojilerinden, kronolojik olarak öncelikle P-Medyan modeli, daha sonrasında küme kapsama modeli, en büyük küme kapsama modeli, dinamik küme kapsama modeli, hiyerarşik en büyük küme kapsama modeli, beklenen en büyük küme kapsama modeli ve aşamalı küme kapsama modeli detaylı olarak anlatılacaktır. Bunun nedeni uygulaması gerçekleştirilen gerçek hayat probleminde bu modellerden faydalanılmasıdır. Bu metodolojilerin her birinin anlatımından sonra ilgili metodolojileri kapsayan literatür çalışması da sunulmuştur.

2.2.1. P-Medyan Modeller

2.2.1.1. P-Medyan Modeli

Bir dağıtım ağı üzerindeki hizmet sunucuları ile talep noktaları arasındaki toplam ve ortalama mesafeyi P sayıda hizmet sunucusu için minimum yapmayı amaçlayan bir yaklaşımdır. P-Medyan problemlerinde elde edilmek istenen şey toplam maliyeti minimum yapacak bir dağıtım ağı üzerinde kurulu olan P adet dağıtım merkezinin yer seçimini yapmaktır. İlk olarak Kuehn ve Hamburger (1963), Hakimi (1964), Manne (1964) ve Balinski (1965) tarafından ele alınmış olmasına rağmen “P-Medyan” terimini ilk kullanan ve geliştiren Hakimi’dir (Kuehn ve Hamburger, 1963).

Hakimi (1964) tarafından geliştirilen P-Medyan modelinin formülasyonu aşağıdaki gibidir:

i = Hizmet sunulacak müşteri indisi

j = Potansiyel şube indisi

d_i = i noktasındaki müşteri talep miktarı/ i noktasındaki müşteri gönderi hacmi

$dist_{ij}$ = i noktasındaki müşteri ile j potansiyel şube arasındaki mesafe

P = Kurulacak şube sayısı

Karar Değişkenleri:

$$y_j : \begin{cases} 1, & \text{eğer potansiyel şube } j' \text{ye kurulursa,} \\ 0, & \text{aksi durumda} \end{cases}$$

$$x_{ij} : \begin{cases} 1, & \text{eğer } i \text{ noktasındaki müşterinin talebi } j' \text{deki şube tarafından karşılanıyorsa,} \\ 0, & \text{aksi durumda} \end{cases}$$

Matematiksel Model:

$$\text{Minimum } \sum_i \sum_j d_i dist_{ij} x_{ij} \quad (2.7)$$

$$\sum_j y_j = P \quad (2.8)$$

$$\sum_j x_{ij} = 1 \quad \forall i \quad (2.9)$$

$$x_{ij} - y_j \leq 0 \quad \forall i, j \quad (2.10)$$

$$y_j \in \{0,1\} \quad \forall j \quad (2.11)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall i, j \quad (2.12)$$

Amaç fonksiyonu müşteriler ve şubeler arasındaki talep ağırlıklı mesafeyi minimum yapmaktır. 2.8 kısıtı şube sayısının P adet olması gerektiğini belirtmektedir. 2.9 kısıtı her talep noktasının bir şubeye atanmasını sağlarken, 2.10 kısıtı ise sadece kurulu şubelere atanmayı sağlamaktadır. 2.11 ve 2.12 kısıtı ikili değişkenleri ifade etmektedir.

Bu formülasyon yalnızca şubelerin ağ üzerindeki potansiyel noktalara yerleştirilmesine izin vermektedir. Hakimi (1964) tarafından P-Medyan problemi kapsamında herhangi bir sayıda P adet tesis için, sadece ağ düğümlerinde bulunan en az bir optimum çözüm olduğu kanıtlanmıştır. Bu nedenle basitleştirilmiş formülasyon sadece potansiyel şubeleri içerir ve amaç fonksiyonu değerini cezalandırmaz (Owen ve Daskin, 1998).

P-Medyan problemlerinin modifiye versiyonu, rekabet eden firmaların varlığında perakende imkanı sağlamak için ReVelle tarafından sunulmuştur. Bu perakende ortamında amaç, elde edilen yeni müşteri sayısını en büyük değere çıkarmak veya perakendecinin eklediği pazar payını en büyük yapmak için doğru tesisleri bulmaktır. Fakat bu çalışmada bölgedeki tüm firmaların aynı ürünü tedarik ettiği ve müşterilerin en yakın firmanın faaliyet alanına girdiği varsayılmaktadır. Bu modifiye versiyon, P-Medyan probleminin stratejik bir karar verme bağlamında nasıl uygulanabileceğini göstermiştir (Revelle, 1986).

P-Medyan problemi genel bir ağa uygulandığında çözümü zor problem sınıfında yer aldığından, optimum sonucu elde etmek zor olabilir. Olası tesis konumlarının ağ düğümlerini aşağıdaki şekilde sınırlandırmak,

$$\binom{N}{P} = \frac{N!}{P!(N-P)!}$$

olası konum yapılandırmalarının sayısını N 'in ağıdaki düğüm sayısını temsil ettiği yere indirgemektedir. Böylece sabit bir P değeri için P -Medyan problemi polinom bir zamanda çözümlenebilir. Bununla beraber, toplam sayım yaklaşımı N 'in ve P 'nin mantıklı değerler almasını engelleyecek hesaplamalar yapabilir. P -Medyan problemlerindeki bu karmaşıklık sorununun çözümlenebilmesi için sofistike algoritmalar geliştirilmiştir. Yukarıda sunulan formülasyon P -Medyan problemlerini çözmek için tamsayı programlama tekniklerinin kullanılmasını önermektedir. Bu teknikler makul bir süre içinde makul boyutlu problemler için optimum tamsayı çözümlerine ulaşabilmektedir ve birkaç sezgisel yöntem de bu problemin çözümü için geliştirilmiştir (Owen ve Daskin, 1998).

P -Medyan modellerinin sadece ulaştırma maliyetlerini minimum edecek şekilde kurgulanmadığı aynı zamanda hizmet sunma süre kısıtları ile de entegre edildiği çalışmalar da bulunmaktadır. Campbell (1994) tarafından P -Medyan modellerinin zamana duyarlı yer seçimi problemlerinde önemli olduğu belirtilmiştir. Bu problemler en çok kargo sektörü gibi taahhüt edilen süre içerisinde hizmet sunulması gereken sektörler için önemli olmuştur. Genellikle dağıtım merkezleri yer seçimlerinde ulaşım maliyetleri minimizasyonu hedeflenirken başlangıç ve varış noktaları arasındaki servis süresi ihmal edilmektedir. Kargo sektöründe amaç ulaştırma maliyetlerini minimum yapmanın yanında sabit maliyetleri azaltmak, taahhüt edilen teslimat süresinde teslimatı sağlamaktır (Campbell, 2009).

2.2.1.2. *P-Medyan Modeli Literatürü*

Scaparra ve Church (2008) çalışmalarında tesislere yapılacak kasıtlı saldırıların yıkıcı etkilerini azaltmak için tesis yapılanması arasında koruma kaynaklarının yerini belirlemek için bir P -Medyan optimizasyon modeli ortaya koymuşlardır. P -Medyan modeline öncelikli kısıtlar tanımlayarak çalışmaya farklı bir boyut kazandırılmışlardır. Farklı yapısal özelliklere sahip iki coğrafi veri kümesinin büyük olması sebebiyle alt ve üst sınır tanımlaması yapılmış olup büyük veri setlerinde de verimli hesaplama sonuçları elde edilebildiği görülmüştür. Ayrıca çalışma büyük endüstriyel kazalar, doğal felaketler gibi beklenmedik durumlar için de koruma yerlerinin belirlenmesine örnek teşkil etmiştir.

Ye ve diğ. (2011) Tayvan'daki mevcut geri dönüşüm sistemlerine, toplama depolarının atanmasındaki verimsizlikten dolayı sezgisel algoritmalar ve P -Medyan modelini entegre ederek farklı bir yaklaşım sunmuşlardır. P -Medyan modeli ile mevcut geri dönüşüm tesislerinin

azaltılması gerektiği belirtilerek, yeni bir yer seçimi ve atama öneren model geliştirilmiştir. Tesis sayısının azaltılması ile kullanılan arazi kaynaklarının da verimli kullanımının sağlanacağı belirtilmiştir. Bu çalışmada aynı zamanda verimli atama sayesinde ulaşım sürelerinde de azalma elde edilmiştir. Sezgisel algoritmalarla P-Medyan modeli entegre edilerek elde edilen 2 aşamalı konum seçme modeli ile en yakın geri dönüşüm tesisine toplama depolarının etkin bir şekilde atanması sağlanırken aynı zamanda optimum geri dönüşüm tesis sayısı da belirlenmektedir. Böylelikle geri dönüşüm tesisine atanan atık hacimleri ön görülerek kontrol mekanizması geliştirilmiştir.

Hwang ve Lee (2012) tarafından P-Medyan modeli farklı bir uygulama olarak kapasitesiz tek dağıtım P-Medyan en büyük kapsama problemi ile literatürde yer almaktadır. Çalışmada dağıtım merkezleri arasındaki mesafe tasarrufları dikkate alınmaktadır. Eğer talep noktası belirtilen aralığa eşitse veya daha düşükse talep kapsanır ve lojistik planlama maksimum seviyeye getirilir. Dağıtım merkezlerinin konumlandırılması ve dağıtım merkezi olmayan düğümlerin dağıtım merkezine tahsis edilmesi için maksimum ulaşım süresine göre atama yapılarak kapsanan talebin en büyüklenmesi amaçlanmıştır. Tamsayı programlama formülasyonunda sivil havacılık kurulu veri setinden faydalanılmıştır. Sivil havacılık kurulu veri seti üzerinden uzaklığa dayalı tahsis için sezgisel yaklaşımlar uygulanmıştır.

Dantrakul ve diğ. (2014) tarafından açılacak tesislerin sayısında tesis kurulum maliyetlerinin ve taşıma maliyetlerinin minimize etmenin önemli bir fonksiyon olduğu belirtilmiştir. Model P-Medyan algoritması temelinde oluşturulmuş olup, rastgele veri seti üzerinden test çalışmaları yapılmıştır. Tayland'ın Chiang Mai şehri ve 5 taşra ilini temsil eden ağlar için karayolu ulaşım sistemi üzerinde 3500 potansiyel tesis için yapılan simülasyon çalışmalarında kurulum maliyetlerinin taşıma maliyetlerinden daha yüksek olduğu görülmüştür. Araç yönlendirme de eklenerek sistemin kârını en üst düzeye çıkarmak, maliyetini de en alt düzeye indirmek için P-Medyan modeli önerilmiştir.

Peker ve Kara (2015) maliyet veya zaman gibi kritik değerlerin üstündeki değerlerde talep noktalarının kapsama alanının içinde olmadığına eleştiri getirerek "kısmi kapsama" için geçerli ve yeni bir P-Medyan karışık tamsayı programlama modelini önermişlerdir. NP zor problem kapsamında olan P-Medyan yer seçimi problemlerinde değişkenlerin sayısındaki azalma ve

kısıtlamalar sayesinde daha büyük veri kümesi için optimum çözümler elde edilebileceği belirtilmiştir.

Djenic ve diğ. (2016) P-Medyan ve en büyük küme kapsama problemlerinin karakteristiklerini birleştiren bir otobüs terminali konum problemini ele almışlardır. P-Medyan problemi için alan değişimine dayalı yerel arama geliştirilmiş olup en büyük küme kapsama problemi için indirgenmiş alan boyutu entegre edilmiştir. Önerilen modelde kullanılan mahalle arama algoritması ile kaliteli sonuçların daha önce yapılan benzer çalışmalara göre daha kısa sürede elde edilebildiği belirtilmiştir.

Talep ve hizmet sunan noktalar arasındaki mesafeyi en küçüklemeyi amaçlayan P-Medyan modelleri ile yapılan çalışmalar incelendiğinde, P-Medyan metodolojisinin matematiksel modellerinin zor bir yapıya sahip olduğu görülmüştür. Modellerin çözümü için kısıt genişletilmesi ve sezgisel yöntemlere başvurularak NP zor sınıfındaki bu problemlerin kısa sürede sonuç üretmesi sağlandığı gözlemlenmiştir. P-Medyan modellerinin esnek olmamasının bu modelin daha az kullanımına sebep olduğu ve stratejik kararları direkt etkileyen yer seçimi problemlerinde farklı modellerin kullanımına yönlendirdiği gözlemlenmiştir.

2.2.2. Kapsama Modelleri

2.2.2.1. Küme Kapsama Modeli

Bazı hizmet noktaları ve dağıtım merkezleri için ulaşım mesafesini en aza indirgeyen yerlerin seçilmesi uygun olmayabilir. Acil servis tesisleri, yangın istasyonları veya ambulanslar için tesis yer seçiminde en az ulaşım mesafesi çok uygun bir amaç olmayabilir. Bu tür tesis yerleşimlerinde kritik nokta, kabul edilebilir bir maksimum ulaşım süresini veya zamanını belirlemektir. Bu nedenle bu tesisler için yer seçimi verimliliğinin ölçülmesi gerekmektedir. Bu tür tesis yer seçimlerinde ana konu "kapsama"dır. Bir talebin belirlenen sürede yerine getirilmesi kapsandığı anlamına gelmektedir. Literatürdeki kapsama problemleri 2 ana segmente ayrılmıştır. Bu 2 segment hangi kapsamanın gerekli olduğu ve hangi kapsamanın optimize edildiği şeklindedir. Bunlar yer seçimi kapsama problemleri ve en büyük kapsama problemleridir. Küme kapsama problemlerinde amaç belirli bir kapsama seviyesinin elde

edileceği şekilde tesis yer seçimi maliyetlerinin minimum yapılmasıdır (Owen ve Daskin, 1998).

Tüm talep noktalarının kapsanması koşulu ile yerleştirilecek tesis sayısının minimum olmasını hedefleyen küme kapsama modeli (KKM) ilk olarak Toregas (1971) tarafından formülleştirilmiştir.

ReVelle ve diğ. (1976) tarafından ise acil yardım istasyonlarının yerleşimi için en büyük mesafe ya da ulaşım süresi içinde tüm nüfusun en az bir acil yardım istasyonu tarafından kapsanmasını sağlayan ve yerleştirilecek toplam acil yardım istasyonlarının sayısının minimum yapmayı hedefleyen bir model geliştirilmiştir.

Diğer geliştirilmiş kapsama modellerine temel oluşturan KKM'nin formülasyonu aşağıdaki gibidir:

I = Hizmet sunulacak müşteriler kümesi

J = Yerleştirilecek aday şube kümesi

c_j = j noktasında şube kurma sabit maliyeti

S = Maksimum kapsama mesafesi (veya ulaşım süresi)

N_i = i noktasına kabul edilebilir uzaklıktaki j şubeleri kümesi $N_i = \{j / dist_{ij} \leq S\}$

$dist_{ij}$ = i noktasındaki müşteri ile j potansiyel şube arasındaki en küçük mesafe (veya ulaşım süresi)

Karar Değişkenleri:

$y_j : \begin{cases} 1, & j \text{ noktasında şube kurulmuş ise} \\ 0, & \text{aksi durumda} \end{cases}$

Matematiksel Model:

$$\text{Minimum } \sum_{j \in J} c_j y_j \quad (2.13)$$

$$\sum_{j \in N_i} y_j \geq 1 \quad \forall i \in I \quad (2.14)$$

$$y_j \in \{0,1\} \quad \forall j \in J \quad (2.15)$$

Amaç fonksiyonu şube yerleşim maliyetini minimum yapmaktadır. Birçok durumda tüm aday tesisler için c_j maliyeti eşit kabul edilir ve bu durum şube sayısını en aza indirmek için objektifliği ifade eder. 2.14 kısıtı tüm taleplerin en az bir şubenin kabul edilebilir hizmet mesafesinde olması gerektiğini, 2.15 kısıtı ise şube kurulum değişkeninin ikili değişken olduğunu belirtmektedir.

2.2.2.2 Küme Kapsama Modeli Literatürü

Hwang (2004) klasik konum modelleme çalışmaları dışında, yer seçimine konu olan envanter değerlerinin veya sunulan hizmet değerlerinin zamanla değişkenliği üzerinde durarak, müşteri taleplerinin olasılıklarına göre tedarik merkezlerinin kullanılabilirliğini belirleyen bir küme kapsama modeli ortaya koymuştur. Yer seçimi problemini, parametrelerin çeşitli kombinasyonları ile çözerek, lojistik yönetsel kararları için yönergeler sunan 0-1 programlama modeli ortaya geliştirilmiştir.

Rajagopalan ve diğ. (2008) tarafından acil sağlık hizmeti sağlayıcıları için olaylara müdahale süreleri, dalgalanan haftalık ambulans talepleri ve önceden belirlenmiş güvenlik gereksinimleri göz önünde bulundurarak asgari ambulans sayısı ve bu ambulansların dinamik yerleşim noktalarının belirlenmesi sağlanmıştır. Bu çalışmada, belirli bir filo büyüklüğü ile en iyi acil sağlık hizmeti konumlarının belirlenmesi için tabu arama algoritması kullanılmış olup sonuçlar simülasyon çalışmaları ile test edilmiştir.

Küme kapsama modelleri literatürde farklı yönleriyle de ele alınmıştır. Berman ve diğ. (2009a) bir tesisin kapsama yarıçapının ulaştırma maliyetleri ile ilişkisini kurarak bu yarıçapın karar verici tarafından kontrol edildiği bir küme kapsama modeli önermiştir. Çalışmadaki amaç, optimum tesis sayısı, yeri ve kapsama yarıçapı bulmak suretiyle tüm talep noktalarını en düşük maliyetle karşılamaktır. Problem çözümünde aynı zamanda sezgisel yöntemlerden genetik algoritma da kullanılmış olup, tesis kapsama yarıçapının artış oranları ile maliyet değişkenliği test edilmiştir. Belirli sayıda tesis kurulması kararı yerine, belirli bir bütçeye sahip olan firmaların optimum tesis yeri seçebilmesi için değişken yarıçap değerlerinin denenerek elde edilmesi önerilmiştir.

Geunes ve diğ. (2011) tarafından geleneksel tedarik zinciri modelleri ve lojistik modellerinin genişletilmiş bir hali olarak pazar seçimli tedarik zinciri ve lojistik modelleme önerilmiştir. Belirli bir gelirle bağlantılı olarak talep sıklıkları ile ilişkilendirilmiş bir pazar kümesi kapsamında iki aşamalı karar verme modeli oluşturulmuştur. Seçilen pazarlara göre tüm talepleri karşılamak için asgari maliyetli tesis yeri seçimi amaçlanmıştır. Küme kapsama problemlerine de uyacağı düşünülen model doğrusal programlama ile geliştirilmiştir.

Davari ve diğ. (2013b) tarafından taleplerin kesin olarak bilinmediği ve bulanık değişkenlerin kullanıldığı tamamlanmamış dağıtım merkezi konum problemi ele alınmıştır. Geçmiş benzer çalışmalarda bir takım değişiklikler yapılarak yeni bir model oluşturulmaya çalışılmış olup, simülasyon tabanlı değişken mahalle arama algoritması iyi bilinen bir veri seti üzerinden doğrulanmıştır. Geçmişte yapılan çalışmalara bulanık verilerin dâhil edilmemesi sebebiyle gerçek dünya verileri ile gerçekçi sonuçlar elde edebilmek için bulanık talep ve bulanık ulaşım süreleri ile tekli atama dağıtım merkezi konumu belirleme çalışması yapılmıştır. Farklı parametreler eklenerek çözümlenen problem bir de sezgisel metodolojiler ile çözümlenerek, elde edilen her bir sezgisel metodoloji sonucunun, bu çalışmada elde edilen sonuç ile karşılaştırılmasının da faydalı olabileceği belirtilmiştir.

Huang ve diğ. (2015) kısmi tedarikçilerden ürünlerin sevk edildiği 2 aşamalı bir dağıtım ağı için depo yeri seçimi problemi üzerinde çalışmışlardır. Çalışmadaki amaç hem sabit maliyetleri hem de nakliye için oluşan değişken maliyetleri minimize etmektir. Kuyruk sistemi olarak modellenen nakliye probleminde olasılıklı kısıt ile doğrusal olmayan karışık tamsayı programı formüle edilmiştir. Sınırsız boyut için küme kapsama problemi yeniden biçimlendirilmiştir. Kesikli ve sürekli modeller için küçük, orta ve büyük boyutlu problemler ele alınmıştır. Küçük ve orta boyutlu problemler için sürekli modelin, büyük boyutlu problemler için kesikli modelin iyi bir seçim olduğu tespit edilmiştir.

Boschetti ve Maniezzo (2015) çalışmasında teslim etme ve teslim alma süreçlerinin bulunduğu gerçek zamanlı bir şehir lojistik problemine metasezgisel bir algoritma geliştirmişlerdir. Önerilen meta sezgisel modelin temeli genişletilmiş küme kapsama modeline dayanmaktadır. Lojistik ağındaki her bir rota, küme kapsama modelinin bir alt kümesi olarak ele alınmış ve her

iterasyonda lagrange optimizasyonuna dayanan küme kapsama hesaplamaları sezgisel algoritmalar ile yapılmıştır.

Lutter ve diğ. (2017) tarafından acil servis tesisleri için gerçek dünya problemlerinde istenen istatistiksel parametrelerin kesin olarak elde edilememesinden dolayı üretilen yetersiz çözümlere yönelik olasılıklı küme kapsama problemi ele alınmıştır. 1 tane kompakt karışık tamsayılı doğrusal programlama modeli, 2 tane kompakt olmayan tamsayılı doğrusal model formülasyonu oluşturulmuştur. Hizmet sağlanacak noktaların erişilebilirliğine ve ulaşım sürelerine ilişkin olasılıklı durumların entegre edildiği çalışmada, denenen farklı senaryolarda farklı sonuçlar elde edilmiştir. Karar verici tarafından maliyetler göz önünde bulundurularak olasılıklı küme kapsama sonuçlarının tesis yeri seçiminde kolay bir şekilde karar vermesi sağlanmıştır.

KKM ile yapılan çalışmalar incelendiğinde, bir kümenin elemanlarının tamamının kapsanmasını sağlayacak şekilde hem tesis kurulum maliyetlerinin hem de kurulacak tesis sayısının en küçüklenmesi amacı ile oluşturulmuş modeller olduğu görülmüştür. Yine yapılan çalışmalarda küme kapsama modellerinin perakende dağıtım ağı için depo kurulumları, lojistik dağıtım merkezi kurulumları, havayolu şirketleri için uçak atamaları, acil yardım ve yangın istasyonları kurulumları, yakıt istasyonları kurulumları gibi farklı birçok alanda kullanıldığı görülmüştür. Fakat yakın geçmişteki çalışmalarda, geçmiş çalışmalara göre daha çok sezgisel metodolojiler ve farklı diğer metotlarla entegre modeller oluşturulduğu gözlemlenmiştir. Bu şekilde entegre çalışmalarda büyük veri içeren sistemlerde daha kısa sürede ve daha verimli sonuçlar elde edildiği tespit edilmiştir.

2.2.2.3. En Büyük Küme Kapsama Modeli

Klasik küme kapsama formülasyonu talep boyutu temelinde düğümler arasında hiçbir ayrım yapmamaktadır. Her bir düğüm tek bir müşteri talebi de olsa tüm talebin geniş bir kısmını da içeriyor olsa, tanımlanan mesafede maliyetten bağımsız olarak kapsanmalıdır. Formülde tanımlanan kapsama mesafesi talep düğümlerinin aralığına göre küçük ise, kapsama kısıtı çok sayıda tesisin kurulmasına neden olabilir. Ek olarak uzakta bulunan bir talep düğümünün talebi az ise kapsamanın maliyet/fayda oranı çok yüksek çıkabilir. Yani küme kapsama modeli tüm

müşterileri kapsamayı garanti edecek şekilde kaç adet tesis kurulması gerektiğini belirtir. Fakat birçok pratik uygulamada kapsamanın gerektirdiği tesisleri kurmak için yeteri kadar kaynağa sahip olunmadığı tespit edilmiştir. Bu gibi durumlarda tesis yeri kurma hedefi tüm müşterilerin taleplerini karşılamak için değiştirilmelidir. Bu yeni hedef ise en büyük küme kapsama modelinin (EBKKM) oluşmasına temel olmuştur (Church ve ReVelle, 1974).

Church ve ReVelle (1974) tarafından geliştirilen EBKKM’de bütçe göz önünde bulundurarak sınırlı sayıda hizmet noktası kurularak kapsanan müşteri taleplerini maksimum seviyeye çıkarmak hedeflenmiştir. Church ve ReVelle (1974) tarafından geliştirilen EBKKM’nin formülasyonunun Owen ve Daskin (1998) tarafından aktarımı aşağıdaki gibidir:

d_i = i noktasındaki müşteri talep miktarı/ i noktasındaki müşteri gönderi hacmi

$dist_{ij}$ = i noktasındaki müşteri ile j şube noktası arasındaki mesafe

P = Kurulacak şube sayısı

I = Hizmet sunulacak müşteriler kümesi

J = Şube kurulabilecek noktalar kümesi

Karar Değişkenleri:

$x_i : \begin{cases} 1, & \text{eğer } i \text{ noktasındaki müşteri kapsanıyorsa} \\ 0, & \text{aksi durumda} \end{cases}$

$y_j : \begin{cases} 1, & \text{eğer } j \text{ noktasında kuruldu ise} \\ 0, & \text{aksi durumda} \end{cases}$

$x_{ij} : \begin{cases} 1, & \text{eğer } dist_{ij} \leq D \text{ mesafesinde } j \text{ noktasındaki şube } i \text{ noktasındaki talebi kapsıyorsa} \\ 0, & \text{if } dist_{ij} > D \text{ mesafesinde } j \text{ noktasındaki şube } i \text{ noktasındaki talebi kapsamıyorsa} \end{cases}$

Matematiksel Model:

$$\text{Maksimum } \sum_i d_i x_i \quad (2.16)$$

$$x_i - \sum_j x_{ij} y_j \leq 0 \quad \forall i \in I \quad (2.17)$$

$$\sum_i x_i \leq P \quad (2.18)$$

$$x_i, y_j = 0,1 \quad \forall i \in I, j \in J \quad (2.19)$$

Amaç fonksiyonu 2.16’da kapsanan talep noktalarının ağırlıklı ortalaması maksimum yapılmak istenmektedir. 2.17 kısıtı her talep düğümünün yalnızca en az bir şubenin açılması halinde kapsanabileceğini ifade etmektedir. 2.18 kısıtında toplam açılacak şube sayısının maksimum P olabileceği ifade edilmektedir. 2.19 kısıtı ise karar değişkenlerinin ikili değişken olduğunu ifade etmektedir.

2.2.2.4. En Büyük Küme Kapsama Modeli Literatürü

Selim ve Özkarahan (2008) tarafından en büyük küme kapsama modeli kullanılarak tedarik zinciri dağıtım ağı tasarım modeli geliştirilmiştir. Optimum sayı, yer ve kapasite ile kurulacak depolardan perakendecilere istedikleri hizmet seviyesinde en az maliyetle ürün tedarik edilebilmesi amaçlanmıştır. En büyük küme kapsama yaklaşımı servis seviyesinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Karar vericilerin amaçlarındaki belirsizlikler ve perakendecilerin taleplerindeki değişkenliklerden dolayı modele bulanık yaklaşım entegre edilerek bu alanda kullanılan diğer modellerden ayrılarak etkileşimli bulanık hedef programlama tabanlı çözüm önerilmiştir. Küme kapsama dağıtım ağı tasarım problemi için çalışmada çok amaçlı doğrusal programlama modeli geliştirilmiştir. Çalışma aynı zamanda, çok yönlü karar problemleri için tercih edilecek uzlaşmacı çözümü belirleyen ve etkileşimli bulanık hedef programlama tabanlı çözüm sunarak literatüre katkı sağlamıştır. Dağıtım ağı tasarım problemlerinde küme kapsama ve bulanık mantığın entegre edilmesiyle oluşturulan model ile daha esnek ve gerçekçi sonuçların elde edildiği tespit edilmiştir. Önerilen model yeni bir dağıtım ağı tasarımının yanı sıra mevcut kapsama ağının yeniden yapılandırılmasında, genişleyen ve daralan gerçek hayat endüstriyel uygulamalarında kullanılabilir bir modeldir. Model stratejik seviyede olması sebebiyle işbirliğine dayalı küme kapsama uygulamaları için geliştirilmiş bir karar destek sisteminin parçası olarak sunulmuştur.

Berman ve diğ. (2009a) tarafından dağıtım merkezlerinin zarar görmesi durumunda zarar gören dağıtım merkezine bağlı taleplerin karşılanması için talep birimlerinin sorununu çözmeye yönelik nasıl planlama yapılacağını gösteren çalışma yapılmıştır. Tavlama benzetimi ve tabu arama sezgisel yöntemlerine başvurulmuştur.

Alexandris ve Giannikos (2010) tarafından coğrafi bilgi sistemlerinin kullanıldığı çalışmada, taleplerdeki dalgalanmaların belirli sayıdaki hizmet sunucuları tarafından sağlanan gerçek kapsama alanını ciddi oranda etkilediği üzerinde durulmuştur. Çalışmanın farklı yanı, kesikli temsil edilen talep noktaları yerine çokgenler gibi mekânsal nesnelerin talebi temsil ettiği düşünülmüştür. Hizmet sunucusu ve talep noktaları arasındaki mesafe arttıkça, değeri kademeli olarak düşüren daha karmaşık kapsama modeli ortaya geliştirilmiştir. Son kullanıcı müdahalesi gerektirmeyen coğrafi bilgi sistemleriyle uyumlu olan bir çalışma ortaya konulmuştur.

Zarandi ve diğ. (2011a) tarafından tedarik zinciri ağındaki en önemli şeyin tesis sayısının ve yerinin belirlenmesi olduğu vurgulanarak kapalı döngü tedarik zinciri ağı için en büyük küme kapsama modeli ile bulanık hedef programlama yaklaşımı geliştirilmiştir. Çalışmanın amacı perakendecilere istenen hizmet seviyesini sunarken optimum tesis sayısı ve yerini belirlemek ve iade edilen ürünleri minimum maliyetle geri götürülmesini sağlamaktır. Çalışmada kapalı döngü tedarik zinciri ağında geriye dönük parametrelerin dikkate alınması ile ve problemin alt kümeler halinde ele alınması ile sonuçların nasıl değiştiği ortaya konulmuştur.

Zarandi ve diğ. (2011b) tarafından en büyük küme kapsama modellerinin çok yüksek düğüm sayısına sahip olan gerçek hayat problemleri ele alınarak, genetik algoritma ile en büyük küme kapsama modeli önerilmiştir. Önerilen yaklaşımın çözüm süresi açısından kesin metotlardan daha üstün olduğu ve ihmal edilebilir optimizasyon hata payının elde edildiği ortaya konulmuştur. Kademeli kapsama şeklinde bazı varsayımların eklenerek en büyük küme kapsama modelinin zenginleştirilebileceği de önerilmiştir.

Yine Davari ve diğ. (2011) en büyük küme kapsama problemi konusundaki bir başka çalışmada, düğüm çiftleri arasındaki sürüş süresinin bulanık bir değişken olduğunu düşünerek bulanık en büyük küme kapsama problemini ele almıştır. Bulanık beklenen değeri en büyükmek için bulanık simülasyon ile tavlama benzetimi ile hibrid bir algoritma sunulmuştur. Simülasyon ilave edilmiş tavlama benzetimi hibrid modelinin, taleplerin tamamının veya bir kısmının kapsanması şeklinde tesis yeri seçimi için yıllardır süregelen bir çalışma olduğu belirtilmiştir. Deterministik parametrelere sahip kapsama problemine dair birçok çalışma olduğu fakat stokastik veya bulanık kapsama problemlerine dair çok az çalışma olduğu da belirtilmiştir. Çalışmada ulaşım süreleri bulanık değişkenler olarak ele alınmış,

beklenen kapsamayı tahmin etmek için bulanık simülasyon kullanılmıştır. Aynı problemin P-Medyan yer belirleme modeli ve genetik algoritma ile de çözüm yöntemlerinin geliştirilebileceği önerilmiştir.

Cromley ve diğ. (2012) tarafından küme kapsama problemleri için talep miktarlarının belirlenmesinin önemi üzerinde durularak, mevcut araştırmalarda talebin alanlar için eşit olarak dağıldığı varsayımı yanında alanların heterojen talepleri ile en büyük küme kapsama modeli oluşturulmuştur. Coğrafi Bilgi Sistemleri ile belirli ölçeklerde alansal analizler yapılmıştır. Sabit sayıdaki tesis için talebin bir merkezde yoğunlaştığı ve düzgün bir şekilde dağıtıldığı varsayımı ile en büyük küme kapsama modeli uygulanmıştır. Model, talebin mekânsal dağılımı ile ilgili varsayımları geliştirmek ve akıllı alansal modelleme yapmak için önemlidir.

Davari ve diğ. (2013a) çalışmalarında önceden tanımlanmış bir mesafede yani kapsama yarıçapı içerisinde ve belirlenmiş ulaşım süresi içinde toplam talebin en üst düzeye çıkarılması amacıyla tesis yeri seçimi için bulanık en büyük küme kapsama problemini ele almışlardır. Gerçek dünya problemlerindeki belirsizlik sebebiyle Hurwicz kriteri altında bulanık kapsama yarıçapı belirlenmesi için geniş kapsamlı en büyük küme kapsama modeli geliştirilmiştir. Ayrıca çalışmada alan arama ve bulanık simülasyon modeli önerilmiştir. 2500 düğüm arasındaki yer seçimi için kısa sürede çözüm üretilmiştir. Çalışmanın sezgisel yöntemler ile hibrid bir model olarak da geliştirilebileceği belirtilmiştir.

Dell'Olmo ve diğ. (2014) çalışmalarında kentsel alanlardaki güvenlik çalışmaları için en büyük küme kapsama modelini uygulayarak farklı alandaki küme kapsama çalışmalarına örnek olmuşlardır. Çalışmada özellikle trafik kazalarının sayısını en aza indirmek ve etkisini azaltmak için kentsel trafik ağında kesişen noktalardaki güvenlik kameralarının en uygun yerlerini belirlemek için çok aşamalı en büyük küme kapsama modeli geliştirilmiştir. Önerilen çok aşamalı en büyük küme kapsama modeli dinamik bir model olup, çalışmada ek kısıtlar ve farklı zaman aralıkları tanımlanmış ve tüm tehlikeli kesişimleri kapsaması sağlanmıştır. Çalışmanın özelliklerinden biri de bir trafik ağında meydana gelen geçmiş kazaların tarihsel veri kümeleriyle başlanarak, güvenlik kameraları için optimum yerlerin belirlenmesi için farklı zaman dilimlerini de göz önünde bulundurmasıdır.

Pereira ve diğ. (2015) çalışmalarında olasılıklı en büyük küme kapsama yer seçimi problemi için sezgisel ve kesin yöntemleri bir araya getirerek hibrid bir çalışma ortaya koymuşlardır. Çalışmanın sezgisel ve kesin çözüm yöntemlerinin dahil edilerek hibrid bir şekilde yapılmasının sebebi, kesin yöntemle çözülmesi zor olan durumlarda sezgiselliğin üstünlüğünü kullanmaktır ve sonuçlar da bunu kanıtlar nitelikte olmuştur. Yer seçimi çözümü için sezgisel uyarlanabilir mahalle arama yöntemi geliştirerek tamsayı programlama yöntemine dayanan bir prosedür uygulanmıştır. Kapsanan kümenin sınırlarını elde etmek ve büyük verili çalışmalara da uyarlayabilmek için yüksek performanslı bir çözüm algoritması elde edilmiştir.

Bhatti ve diğ. (2015) çalışmalarında yakıt istasyonları için optimum yer seçimi kararını verecek bir algoritma geliştirmişlerdir. Büyük yatırım maliyetleri nedeniyle değişken talep durumları için öğrenilebilir sistem geliştirilmesi de bu çalışmanın amaçlarından biri olmuştur. Başlangıçtaki veri belirsizliğinden dolayı 2 aşamalı model geliştirilmiş olup, 1. aşamada dağıtık bir şekilde istasyon kümesi ile pazara girilmiş, 2. aşamada talep durumuna göre istasyon yeri dahil etme seçeneği de eklenmiştir. Mevcut durumdaki planlama öngörüsündeki eksikliklerden dolayı daha düşük kâr elde edileceği düşünülen tesis yatırımlardan, bu çalışma sonucunda beklenmedik şekilde yüksek kâr elde edildiği görülmüştür.

Kapsanan talebi en büyükmeyi amaçlayan en büyük küme kapsama modelleri incelendiğinde sadece yer seçimi problemlerinde değil farklı noktalardaki yoğunluk tespitleri için bilgisayar bilimlerinde ve veri analizlerinde de kullanıldığı görülmüştür. Küme kapsama modellerinde olduğu gibi en büyük küme kapsama modellerinde de zaman içerisinde çeşitli uzantılar geliştirilmiştir. Bu uzantılar uygulama alanına göre değişkenlik göstermektedir. Problem çeşidinin kapasite kısıtlı olması, deterministik ve olasılıklı olması, hiyerarşik olması en büyük küme kapsama modeli temeli üzerinde geliştirmeler yapılarak çeşitli yaklaşımlar elde edilmesini sağlamıştır. En büyük küme kapsama modellerini içeren çalışmalar incelendiğinde yine küme kapsama modellerinde olduğu gibi sezgisel yöntemlerle uyumlu çalışmalar yapıldığı görülmüştür. Bunun yanı sıra bulanık mantık ve çok kriterli karar verme yöntemleri de yine en büyük küme kapsama modellerinin uygulandığı çalışmalarla birleştirilmiştir. Bulanık mantığın bu çalışmalarla birleştirilmesi gerçek hayat verileri üzerinde çalışma yapılmasını olanaklı kıldığından tercih edilebilirliği arttırmıştır.

2.2.2.5. Dinamik Küme Kapsama Modeli

Küme kapsama modelinin geliştirilmiş birçok çeşidi bulunmaktadır. Bunlardan biri de Chrissis ve diğ. (1981) tarafından geliştirilen dinamik küme kapsama modelidir. Bu modelde kurulacak aday tesislerin farklı özellikleri, farklı talep değerleri ve bütçe dalgalanmaları sebebiyle model parametrelerinin farklı zaman periyotlarında potansiyel olarak farklı değerler alması durumu ele alınmıştır.

Temel dinamik küme kapsama modelinin (DKKM) formülasyonu aşağıdaki gibidir:

Karar Değişkenleri:

$$y_{jt} : \begin{cases} 1, \text{ eğer } t \text{ zaman periyodunda } j \text{ noktasına şube kuruluyorsa} \\ 0, \text{ aksi durumda} \end{cases}$$

$$x_{ijt} : \begin{cases} 1, \text{ eğer } t \text{ zaman periyodunda } i \text{ talep noktası } j \text{ noktasındaki şube tarafından kapsanıyorsa} \\ 0, \text{ aksi durumda} \end{cases}$$

Matematiksel Model:

$$\text{Minimum } Z = \sum_{t=0}^r \sum_{j=1}^m y_{jt} \quad (2.20)$$

$$\sum_{j=1}^m x_{ijt} y_{jt} \geq 1 \quad \forall i \in I \quad (2.21)$$

Bu model r zaman dönemleri için statik toplam kapsama modelinin bir uzantısıdır. Bu modelde amaç tüm zaman periyotları içinde tüm talep noktalarının taleplerinin minimum dağıtım merkezi ile kapsanmasıdır. Amaç fonksiyonu aşağıdaki gibi değiştirilirse:

$$\text{Minimum } Z = \sum_{t=0}^r \sum_{j=1}^m y_{jt} f_{jt} \quad (2.22)$$

t zaman periyodunda j şubesi ile ilişkili f_{jt} maliyeti, t zaman periyodunda j şubesinin bakım maliyetlerini içerir. Bu şekilde j şubesi ile ilişkili maliyet her t için değişken olabilir. Bu enflasyon vb. sebeplerle maliyetlerdeki değişiklikleri yansıtmak için kullanılabilir.

Bu noktada sunulan modellerin hiçbiri t dönemi hariç herhangi bir maliyeti içermemektedir. Dinamik problemlerde göz önüne alınması gereken bir diğer maliyet de yeni bir şubede aşamalandırma veya mevcut bir şubenin aşamalı olarak kaldırılmasıyla ilişkili maliyettir. Bu

aslında şube taşınması durumlarındaki ceza maliyeti olup, zaman sınırları arasında şubelerin hareketi de minimizasyon probleminde düşünülmüştür. Bu şekilde maliyet yapısını içeren model aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

f_{jt} = t zaman periyodunda j şubesini işletme maliyeti

u_{jt} = t zaman periyodunda şubenin faz içi ve faz dışı maliyeti

$$\text{Minimum } Z = \sum_{t=0}^r \sum_{j=1}^m y_{jt} f_{jt} + \sum_{j=1}^m \sum_{t=1}^r u_{jt} |y_{jt} - y_{j,t-1}| \quad (2.23)$$

$$\sum_{j=1}^m x_{ijt} y_{jt} \geq 1 \quad \forall i \in I \quad (2.24)$$

3.17'deki amaç fonksiyonunda mutlak değer terimi faz girişi ve faz çıkışı maliyetlerini yansıtmaktadır. Buradaki maliyet yapısı şu şekilde uygulanır:

- Eğer bir şube t zaman periyodu içinde varsa fakat t-1 zaman periyodunda yoksa maliyet uygulanır.
- Eğer bir şube t-1 zaman periyodunda varsa fakat t zaman periyodunda yoksa yine maliyet uygulanır.

Bu yapı faz girişi ve faz çıkışı maliyetlerinin eşit olduğunu varsaymaktadır. Çözüm açısından mutlak değer yapısının amaç fonksiyonunda olması makul olmayabilir. Mutlak değer yapısının kaldırılmasının çeşitli yöntemleri bulunmaktadır. Yöntemlerden biri olarak mutlak değer yerine aşağıdaki denklem konulabilir:

$$|y_{jt} - y_{j,t-1}| = y_{jt} + y_{j,t-1} - y_{jt}y_{j,t-1} - y_{j,t-1}y_{jt} = y_{jt} + y_{j,t-1} - 2y_{jt}y_{j,t-1} \quad (2.25)$$

Mutlak değer yapısı yer değiştirdiğinde yeni formülasyon aşağıdaki gibi olur:

$$\text{Minimum } Z = \sum_{t=0}^r \sum_{j=1}^m y_{jt} f_{jt} + \sum_{j=1}^m \sum_{t=1}^r u_{jt} (y_{jt} - y_{j,t-1} - 2y_{jt}y_{j,t-1}) \quad (2.26)$$

$$\sum_{j=1}^m x_{ijt} y_{jt} \geq 1 \quad \forall i \in I \quad (2.27)$$

Bu formülasyon dinamik minimum maliyetli küme kapsama problemi olarak tanımlanabilir.

Eğer faz içi ve faz dışı maliyetin eşitlik şartı yoksa model bir karakteristiğe ihtiyaç duyar:

Amaç fonksiyonundaki aşağıdaki kısım:

$$u_{jt}(y_{jt} - y_{j,t-1} - 2y_{jt}y_{j,t-1}) \quad (2.28)$$

şu şekilde yazılabilir:

$$u_{jt}(y_{jt} - y_{j,t-1}y_{jt} + y_{j,t-1} - y_{j,t-1}y_{jk}) = u_{jt}(y_{jt} - y_{j,t-1}y_{jt}) + u_{jt}(y_{j,t-1} - y_{j,t-1}y_{jk}) \quad (2.29)$$

Faz içi ve faz dışı maliyet eşit olmadığından:

v_{jt} = t zaman periyodunda j şubesi için faz içi maliyeti

w_{jt} = t zaman periyodunda j şubesi için faz dışı maliyeti

$$v_{jt}(y_{jt} - y_{j,t-1}y_{jt}) + w_{jt}(y_{j,t-1} - y_{j,t-1}y_{jk}) \quad (2.30)$$

Böylelikle 2.30 formülü 2.26'daki amaç fonksiyonuna eklendiğinde aşağıdaki model elde edilir:

$$\text{Minimum } Z = \sum_{t=0}^r \sum_{j=1}^m y_{jt} f_{jt} + \sum_{j=1}^m \sum_{t=1}^r v_{jt} (y_{jt} - y_{j,t-1}y_{jt}) + \sum_{j=1}^m \sum_{t=1}^r w_{jt} (y_{j,t-1} - y_{j,t-1}y_{jk}) \quad (2.31)$$

$$\sum_{j=1}^m x_{ijt} y_{jt} \geq 1 \quad \forall i \in I \quad (2.32)$$

2.2.2.6. Dinamik Küme Kapsama Modeli Literatürü

Pratikte dinamik veri tabanlarından dolayı, zamanla değişen dinamik kapsama karar bilgi sistemlerine ihtiyaç bulunmaktadır. Kademeli yaklaşımların dinamik öğrenme görevlerini yerine getirirken önceki bilgileri en iyi şekilde kullandığından daha etkili olduğu görülmüştür. Lang ve diğ. (2015) tarafından da bu değişkenliklerden dolayı dinamik kapsama karar destek bilgi sistemi için dinamik kapsamanın tip-1 ve tip-2 karakteristik matrisleri sunulmuştur. Çalışmada elde edilen deneysel sonuçlar ile kavramların yakınsaklıklarının hesaplanmasındaki karmaşıklığın artımlı yaklaşımları kullanarak önemli ölçüde azaldığı görülmüştür. Bu

çalışmada uygulaması zor olan dinamik kapsama karar bilgi sistemleri için yapay zeka kapsamında varyasyonlarla artımsal yaklaşımlar sunulmuştur.

Kodali ve diğ. (2013) tarafından dinamik küme kapsama modeli farklı bir alan için uyarlanmıştır. Dinamik çoklu arıza teşhis problemi için arızaların muhtemel aralıklı olarak zamanla gelişimi lagrange çarpanları kullanılarak modellenmiştir.

Yapılan literatür araştırmasında DKKM'nin diğer küme kapsama modellerinden daha komplike bir yapıya sahip olduğu görülmüştür. Literatürde kullanım alanı fazla olmayan dinamik küme kapsama modelleri sadece yer seçimi modellerinde değil aynı zamanda bilgisayar bilimlerinde de kullanılmıştır.

2.2.2.7. Hiyerarşik En Büyük Küme Kapsama Modeli

Kıt kaynaklardan dolayı zamanla esnek amaç fonksiyonları ve çözüm teknikleri geliştirilmiştir. Birçok çalışmada sadece talebi karşılama seviyesinde tesis kurma sorununa odaklanılmış, çeşitli hizmet düzeylerini içeren karmaşık hizmetli hiyerarşik yapılanmalar göz ardı edilmiştir. Hiyerarşik hizmet sistemleri bölgeselleştirilmiş sağlık hizmetleri, dağıtım ağları, kapsam genişletme programları ve birçok kamu tesislerinde mevcuttur (Moore ve ReVelle, 1982).

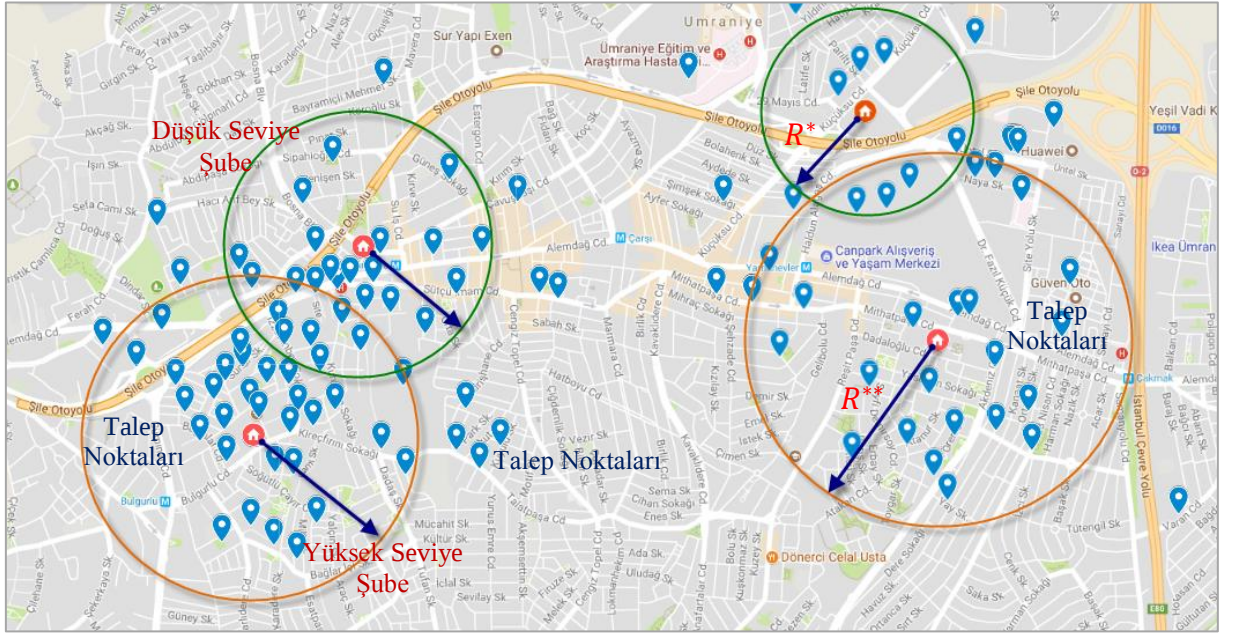
Hiyerarşik yapılanmaya uygun küme kapsama modellerinin sayısının çok fazla olmaması ile birlikte bu konuda Dökmeci (1973) tarafından dört seviyeli bir bölgeselleştirilmiş sağlık hizmeti sistemi için talepleri karşılayabilecek şekilde gerekli olan tesis ve ulaştırma maliyetlerini minimum yapmak amacıyla bir model geliştirmiştir. Yine Church ve Eaton (1981) tarafından bir tesis konumunun, bu tesisin altındaki ve üstündeki tesislerin yerleştirilmesine bağlı olduğu bir model geliştirilmiştir.

Dökmeci (1973), Church ve Eaton (1981) tarafından hiyerarşik yapılanmaya yönelik çalışmalar yapılmış olsa da, en büyük küme kapsama modeli değiştirilip genişletilerek hiyerarşik en büyük küme kapsama modeli (HEBKMM) ilk olarak Moore ve ReVelle (1982) tarafından hizmet sistemlerindeki hiyerarşi dikkate alınarak elde edilmiştir.

Çalışmada iki seviyeli hiyerarşik yapılanmalarda hem üst hem de alt seviye tesislerin kapsama problemi ele alınmıştır. Kapsama, tesislere erişim açısından değil hizmetlere erişim açısından ele alınmıştır. Hizmetlerin tüm seviyelerine erişebilen insanların sayısı toplam değeri vermektedir. Hizmetin bir parçasına bile erişim olmadığında amaç fonksiyonunda erişilemez olarak ifade edilmektedir. Bu tanımlamalar ile yapılan çalışmada kısıtlar şu şekilde ifade edilmiştir:

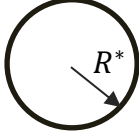
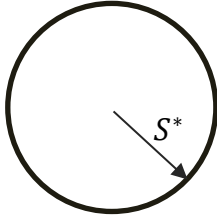
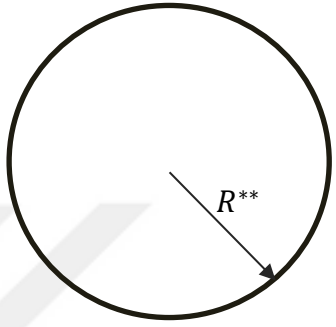
- Bir veya daha fazla hizmet bileşenine erişimi olmayan nüfusu en aza indirmek amacıyla her bir N seviye için belirli sayıda tesis bulundurmamak
- Tüm hizmet bileşenlerini kullanan nüfusu en üst düzeye çıkarmak amacıyla her bir N seviye için belirli sayıda tesis bulundurmamak
- Tesis yatırımı için belirlenen bütçe göz önüne alındığında hizmetin tüm bileşenlerini kullanan nüfusun azami seviyeye çıkarılması için her bir seviyede ve konumda tahsis edilecek tesis sayısını bulmak

a^* bir yıldızlı yani düşük hizmet seviyesine sahip şubeyi, a^{**} iki yıldızlı yani yüksek hizmet seviyesine sahip şubeyi ifade etmektedir. a^{**} şubeler aynı zamanda bir yıldızlı şubelerin tüm fonksiyonlarını içerir.



Şekil 2.2: Hiyerarşik En Büyük Küme Kapsama İllüstrasyonu.

(Töreayen, 2007)

Servis Seviyesi	Hizmet Sunma Noktası Seviyesi	
	Düşük Çeşit (Çeşit *)	Yüksek Çeşit (Çeşit **)
Düşük Seviye (Seviye *)		
Yüksek Seviye (Seviye **)		

Şekil 2.3: Hizmet Noktası Hiyerarşi Örneği.

(Moore ve ReVelle, 1982)

b_i = i düğümündeki popülasyon

I = Hizmet sunulacak müşteri kümesi

J = Potansiyel şubeler kümesi

q^* = Kümedeki a^* şubesi sayısı

q^{**} = Kümedeki a^{**} şubesi sayısı

$N_i^* = \{j / \text{dist}_{ij} \leq R^*\} = i$ düğümüne R^* mesafesindeki şubeler

$M_i^{**} = \{j / \text{dist}_{ij} \leq S^*\} = i$ düğümüne S^* mesafesindeki şubeler

$N_i^{**} = \{j / \text{dist}_{ij} \leq R^{**}\} = i$ düğümüne R^{**} mesafesindeki şubeler

Karar Değişkenleri:

$$x_i: \begin{cases} 1, & \text{eğer } i \text{ düğümü kapsanmadı ise} \\ 0, & \text{aksi durumda} \end{cases}$$

$$y_j^*: \begin{cases} 1, & \text{eğer } j \text{ noktasında } a^* \text{ şubesi kuruldu ise} \\ 0, & \text{aksi durumda} \end{cases}$$

$$y_j^{**}: \begin{cases} 1, & \text{eğer } j \text{ noktasında } a^{**} \text{ şubesi kuruldu ise} \\ 0, & \text{aksi durumda} \end{cases}$$

Matematiksel Model:

$$\text{Minimum } \sum_{i \in I} b_i x_i \quad (2.33)$$

$$\sum_{j \in J_i^*} y_j^* + \sum_{j \in M_i^{**}} y_j^{**} + x_i \geq 1 \quad \forall i \in I \quad (2.34)$$

$$\sum_{j \in J_i^{**}} y_j^{**} + x_i \geq 1 \quad \forall i \in I \quad (2.35)$$

$$\sum_{j \in J} y_j^{**} = q^{**} \quad \sum_{j \in J} y_j^* = q^* \quad (2.36)$$

$$y_j^*, y_j^{**}, x_i = (0,1) \quad \forall i \in I, j \in J \quad (2.37)$$

Amaç fonksiyonu kapsanmayan talep noktasının minimum yapılmasını belirtmektedir. Kısıt 2.34'te eğer R^* mesafesinde a^* şubesi veya S^* mesafesinde a^{**} şubesi yoksa i talep düğümünün kapsamdan yoksun olacağı, kısıt 2.35'te eğer R^{**} mesafesinde ** seviyesindeki şubelerden yoksa i talep düğümünün kapsamdan yoksun olacağı ifade edilmektedir. 2.34 ve 2.35 kısıtları bir talep düğümünün bir yıldızlı veya iki yıldızlı şubelerden en az birinden hizmet alamaması veya her ikisinden de hizmet alamaması durumunda bu talep düğümlerinin kapsamadığını ifade etmektedir. Kısıt 2.36 her iki seviyedeki şube sayısına sınır koymaktadır. Kısıt 2.37 ise şube kurulum ve düğümleri kapsamaması kararının ikili değişken olduğunu ifade etmektedir (Moore ve ReVelle, 1982).

2.2.2.8. Hiyerarşik En Büyük Küme Kapsama Modeli Literatürü

Espejo ve diğ. (2003) çalışmalarında lagrange gevşetmesi ile sırt çantası problemini birleştirerek 2 düzeyli bir hiyerarşik uzantı için etkin bir yöntem geliştirmişlerdir. Lagrange gevşetmesi ile sırt çantası probleminin kısıtları olmaksızın hesaplama yapılmıştır. Moore ve ReVelle tarafından önerilen hiyerarşik modele lagrange gevşetmesi yapılarak özel durumlar için ikame edici yöntemlerin entegrasyonu sağlanmıştır.

Chan ve diğ. (2008) çalışmalarında hiyerarşik küme kapsama modelini farklı bir alanda uygulayarak dinleme frekanslarının hangi sinyal alım istasyonuna tayin edileceğinin

belirlenmesi için maksimum kapsama yeri sorununu ele almışlardır. İstasyonların kapsama alanının meteorolojik koşullar nedeniyle de değişebileceği göz önünde bulundurulmuştur. Problem doğrusal olmayan bir tamsayı programına yakın olan çok kriterli doğrusal tamsayı programı ile modellenmiştir.

Moore ve ReVelle tarafından önerilen bir sağlık sistemi için hiyerarşik yer seçimi modeli, Ratick ve diğ. (2009) tarafından Pakistan'daki Kohat bölgesindeki tıbbi tesislerin bulunduğu yere uygulanmıştır. Moore ve ReVelle'nin modelinin optimum çözümleri bu bölgedeki tıbbi tesislerin gerçek konumlarına göre karşılaştırılmıştır. Moore ve ReVelle'nin modeli bu çalışmada sabit ve değişken maliyetleri içerecek şekilde genişletilmiştir. 2 tip tesis için hem yüksek düzey hem de düşük düzey tıbbi hizmet sunan hastane ve kliniklerin tesis yeri seçimi için maliyet tasarrufu da göz önünde bulundurularak hiyerarşik en büyük küme kapsama modeli önerilmiştir. Model, nüfusun tamamını kapsayacak şekilde alternatif en iyi çözüm sunan tesislerin, kullanım biçimine bağlı olarak yaşanabilecek "potansiyel" değişken maliyetleri ve işletme maliyetlerini içerecek şekilde genişletilmiştir. Çalışmaya coğrafi bilgi sistemlerinin entegre edilmesinin de faydalı sonuçlar üreteceği belirtilmiştir.

Farahani ve diğ. (2014) tarafından gerçek dünya uygulamalarında kurulacak tesislerin deprem, sel baskını ve olumsuz hava koşulları gibi afetler nedeniyle başarısız olmasını engellemek için HEBKKM önerilmiştir. Yalnızca normal koşullarda değil aynı zamanda tesislerin arıza ve afet durumlarında da talepleri karşılaması için güvenilir tesis yerleşimi problemi ele alınmıştır. Model sağlık ve katı atık yönetim sistemleri için geliştirilmiştir. Hibrid yapay arı kolonisi uygulanarak elde edilen sonuçlar büyük boyutlu problemlerden elde edilen kesin çözümlerin sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Aynı zamanda model küçük boyutlu problemler için de çözümlere sonuçlar karşılaştırılmıştır.

HEBKKM ile yapılan çalışmalar incelendiğinde talep noktalarına hizmet sunacak farklı özellikteki tesislerin yer seçim kararları için en büyük küme kapsama modellerinin uzantısı niteliğinde olduğu görülmüştür. Sunulacak hizmet türüne göre farklı yapılanmaya sahip tesislerin belirli yarıçap mesafesindeki talep noktalarına hizmet götürmesi sebebiyle bu yarıçapın dışında kalan noktalara hizmet sunmaması modelin eleştirilen tarafıdır. Yine bu modelde de küme kapsama modelleri ve uzantılarında, en büyük küme kapsama modelleri ve

uzantılarında kullanıldığı gibi sezgisel yöntemler kullanılmıştır. Literatür çalışmasında bu modelin genellikle sağlık sektöründe uygulandığı görülmüş olup diğer sektörlerdeki uygulamalarına çok az rastlanmıştır.

2.2.2.9. Beklenen En Büyük Küme Kapsama Modeli

En büyük küme kapsama modelinin bir çeşidi olan ve konumlandırılan tesislerin müşteri taleplerine cevap veremeyebileceği ihtimalini ortaya koyan bir model de Daskin tarafından geliştirilmiştir. Bu model beklenen en büyük küme kapsama modeli (BEBKKM) olarak adlandırılır. Modelin en önemli özelliği baskın çözümler içermemesi ve $0 < p < 1$ olasılık değerini içermesidir. Modelde bir tesisin meşgul olma olasılığının diğer tesislerin meşgul olup olmadığına bağlı olduğu varsayılmaktadır.

Daskin (1983) tarafından geliştirilen BEBKKM'nin formülasyonu aşağıdaki gibidir:

p = Hizmet noktasının/Şubenin meşgul olma olasılığı,

J = Kurulabilecek şube kümesi

I = Hizmet sunulacak müşteriler kümesi

d_i = i noktasındaki müşteri talebi/ i noktasındaki müşteri gönderi hacmi

j_k = k noktasında kurulacak şube sayısı

β_j = En az j kez kapsanan talepleri maksimum yapmak için hesaplanan ağırlık

Karar Değişkenleri:

$x_{ik} : \begin{cases} 1, k \text{ noktasındaki şube } i \text{ noktasındaki talebi uzaklık koşuluna bağlı olarak karşılıyorsa} \\ 0, \text{ aksi durumda} \end{cases}$

$z_{jk} : \begin{cases} 1, k \text{ noktası en az } j \text{ hizmet noktası tarafından kapsanırsa} \\ 0, \text{ aksi durumda} \end{cases}$

Matematiksel Model:

$$\text{Maksimum } \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (1-p)p^{j-1} d_i z_{jk} = \sum_i \sum_j \beta_j d_i z_{jk} \quad (2.38)$$

$$\beta_j = (1-p)p^{j-1} \quad \forall j \in J \quad (2.39)$$

$$\sum_{j=1}^J z_{jk} - \sum_{i=1}^I x_{ik} j_k \leq 0 \quad \forall k \quad (2.40)$$

$$\sum_{k=1}^I j_k \leq J \quad (2.41)$$

$$j_k = 0, 1, \dots, J \quad \forall k \quad (2.42)$$

$$z_{jk} = 0, 1 \quad \forall j \in J \quad (2.43)$$

Amaç fonksiyonu 2.38’de şubelerin meşgul olma durumlarına göre karşılanan talebin maksimum olması sağlanmaktadır. 2.39’da en az j kez kapsanan talepleri maksimum yapmak için olasılık değerlerine bağlı olarak hesaplanan ağırlık ifade edilmektedir.

2.41 kısıtında kurulacak şube sayısının, en fazla kurulabilecek şube sayısını aşmaması gerektiği ifade edilmektedir. 2.43 kısıtında k noktasının en az j hizmet noktası tarafından kapsanması durumunun ikili değişken olarak modele dahil edildiği ifade edilmektedir.

2.2.2.10. Beklenen En Büyük Küme Kapsama Modeli Literatürü

Batta ve diğ. (1989) tarafından en büyük küme kapsama modeli, bir çağrının servis sistemine girmesi ile birlikte çağrının en uygun sunucuyu bulması için optimum sunucu yerleştirmek amacıyla uygulanmıştır. Bağımsız çalışan sunucuların meşgul olma olasılıkları konumlarına göre değişmemektedir. Beklenen kapsama alanını en büyük hale getiren sunucu konumlarının kümesini belirlemek için hiperküp kuyruk modeli, tek düğüm yer değiştirmeli sezgisel optimizasyon modeli ile entegre edilmiştir. Çağrı gelişlerinin ve servis sürelerinin olasılıklı dağılımları elde edilerek, en büyük küme kapsama modeli sezgisel çözüm prosedürleri altında sunulmuştur.

Pirkul ve Schilling (1991) tarafından talep düğümlerine sağlanan hizmet düzeyi ortaya çıkarılarak, tesislere iş yükü limitlerinin dağılımı üzerine 625 talep düğümüne hizmet sunulması için en büyük küme kapsama modeli lagrange gevşetme yöntemi ile entegre edilerek geliştirilmiştir.

Goldberg ve Paz (1991) tarafından kentsel alanda acil durum araçlarının bulunma noktalarının tespiti için stokastik seyahat süreleri, çeşitlilik gösteren araç kullanımları, çağrı türleri ve çağrı yerine bağlı servis süreleri gibi kriterler göz önünde bulundurularak optimizasyon modeli geliştirilmiştir. Çalışmada kapsama modeli yanı sıra kuyruk sistemleri de analiz edilmiştir.

BEBKKM'nin tesislerin meşgul olma durumlarını gözetten bir model oluşturulması açısından etkili bir çözüm sunduğu görülmüştür. Bu konuda fazla çalışma yapılmaması ile birlikte sadece yer seçim problemlerinde değil yine bilgisayar bilimlerinde de kullanıldığı tespit edilmiştir.

2.2.2.11. Aşamalı Küme Kapsama Modeli

En büyük küme kapsama modeli, kapsanabilecek talep noktalarını en yükseğe çıkarmak için önceden belirlenen sayıdaki tesisin yerini belirleme sorununu ele almaktaydı. Klasik anlamda, müşteri lokasyonları tesisin kritik mesafesinde yer alıyorsa kapsanmakta, kritik mesafesinde yer almıyorsa kapsanmamaktadır. Kapsamanın belirli bir noktadan "tamamen kapsanmakta" veya "kapsanmamakta" kesin yargıları bazı durumlarda yanlış sonuçlara yol açabilmektedir. Karasakal ve Karasakal (2004) tarafından kapsamanın tek bir kritik mesafe yerine bir mesafe aralığı içinde, kapsanmayandan kapsanan duruma dönüşmesine izin veren bir aşamalı küme kapsama modeli (AKKM) geliştirilmiştir. Model formülasyonu aşağıdaki gibidir:

I = Hizmet sunulacak müşteriler kümesi

J = Potansiyel şubeler kümesi

P = Kurulacak şube sayısı

N_i = Müşteri noktasını tamamen veya kısmi kapsayabilen şube sayısı

U = Maksimum tam kapsama mesafesi

V = Maksimum kısmi kapsama mesafesi ($V > U$)

$dist_{ij}$ = i müşteri noktası ile j şubesi arasındaki mesafe

ℓ_{ij} = j şubesi tarafından i müşteri noktasının kapsanma seviyesi

Karar Değişkenleri:

$$\ell_{ij} : \begin{cases} 1, \text{ eğer } dist_{ij} \leq U, \\ f(dist_{ij}) \text{ } U < dist_{ij} \leq V, \text{ } (0 < f(dist_{ij}) < 1) \\ 0, \text{ aksi durumda} \end{cases}$$

$$y_j : \begin{cases} 1, \text{ eğer } j' \text{ de şube kurulursa,} \\ 0, \text{ aksi durumda} \end{cases}$$

$$x_{ij} : \begin{cases} 1, \text{ eğer } i \text{ noktası kısmi ya da tamamen } j \text{ noktasındaki şube tarafından kapsanıyorsa,} \\ 0, \text{ aksi durumda} \end{cases}$$

Matematiksel Model:

$$\text{Maksimum } \sum_{i \in I} \sum_{j \in N_i} \ell_{ij} x_{ij} \quad (2.44)$$

$$\sum_{j \in J} y_j = P \quad (2.45)$$

$$x_{ij} \leq y_j \quad \forall i \in I, j \in N_i \quad (2.46)$$

$$\sum_{j \in N_i} x_{ij} \leq 1 \quad \forall i \in I \quad (2.47)$$

$$y_j \in \{0,1\} \quad \forall j \in J \quad (2.48)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall i \in I, j \in N_i \quad (2.49)$$

Amaç fonksiyonu, maksimum kritik mesafe V'de kapsama seviyesini maksimum yapabilmeyi amaçlamaktadır. Kısıt 2.45, kurulacak şube sayısının P'ye eşit olmasını sağlar. Kısıt 2.46, eğer j şubesi kurulmuyorsa j şubesine bağlı müşterilerin atamasının 0 olmasını sağlar. Kısıt 2.47, müşteri noktalarının kurulacak şubelerden en az biri tarafından kapsanmasını sağlar. Eğer müşteri noktasını kapsayabilecek bir veya daha fazla hizmet noktası varsa, maksimum kapsamayı sağlayacak şube seçilir. 2.48 ve 2.49 kısıtları karar değişkenlerine ikili sınırlama getirmektedir.

2.2.2.12. Aşamalı Küme Kapsama Modeli Literatürü

Kanada Doğa Bilimleri ve Mühendislik Araştırma Konseyi tarafından hibe desteği alan Eiselt ve Marianov (2009), çalışmasında belirli bir alanda bir dizi müşteriye tamamen kapsayacak şekilde minimum tesis ile hizmet veren temel küme kapsama çalışmalarının uzantılarını ele almıştır. Temel küme kapsama modelleri, kapsama mesafesinde olmayan müşterilere hizmet sağlanamaması durumunu ele almadığından, bu çalışmada servis kalitesi bir kriter olarak ele alınmıştır. Temel küme kapsama modellerinin esnek olmadığı belirtilerek bu konudaki eksikliğin bu çalışma ile giderildiği belirtilmiştir. O nedenle bu çalışmada herhangi bir müşteriye sunulan minimum hizmet seviyesini en üst düzeye çıkaran formüller önerilerek aşamalı küme kapsama modeli oluşturulmuştur.

Berman ve diğ. (2010) tesislere belirli bir mesafede olan talep oranının hepsinin ya da hiçbirinin kapsanması durumunu esnetmeye çalışarak aşamalı küme kapsama modeli üzerinden çalışmışlardır. Yakın zamanda geliştirilen bu çalışmada bireysel kapsama varsayımını tüm tesislerin her bir talep noktasının kapsanmasına katkıda bulunan bir mekanizma ile değiştirmek üzere tasarım yapılmıştır. Modelde talep noktalarından gelen sinyal gücü belirli bir eşiği aşarsa o nokta kapsanır aksi halde kapsanmaz. Bu model sabit kapsama yarıçapı varsayımını azaltmak için tasarlanmıştır ve kapsama yarıçapı tesis maliyetinin endojen olarak belirlenmiş bir fonksiyonudur. Büyük bütçeli tesisler daha geniş kapsama yarıçapına sahiptir.

Literatürde talep noktalarının toplanması yöntemi, gerçek talep noktalarının daha küçük bir temsilci talep noktası grubuna dönüştürerek yer seçimi belirlemek anlamına gelmektedir. Jang ve Lee (2015) çalışmalarında bu şekilde problemlerin çözümünün iyi olabileceğini, fakat orijinal veri setinde kayıp verilere sebep olabileceği için yer seçimi konusunda hatalara sebep olabileceğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada talep noktalarının toplanması derecesi ile hataların miktarı arasında sapma olduğu belirtilerek, talep noktalarının hatasız toplanması yöntemi üzerinde durulmuş ve aşamalı küme kapsama modeli geliştirilmiştir. Toplama noktalarının sayısının aşırı miktarda düşürülmesi, toplama hatasını bir o kadar arttıracığı için optimum çözümlerden uzaklaşılabilirliği belirtilmiştir.

Wang ve diğ. (2016) Çin'in Kentsel Yangın Kurtarma Spesifikasyonunun özel gereksinimleri ve yangın araçlarının sayıları dikkate alınarak itfaiye istasyonlarının yeri ve tahsisi için, artan

mesafe ile kademeli olarak azalan kapsama modeli üzerinde çalışmışlardır. İstasyon büyüklüğü ve toplam bütçe etkilerini de içeren bu vaka çalışmasında hassasiyet analizleri de yapılmıştır.

Sadece tesis kurulum yeri belirleme değil aynı zamanda araç rotalama ve araç dağılımı optimizasyonu çalışmalarında da aşamalı küme kapsama modelinden faydalanılmıştır. Liu ve diğ. (2016) tarafından sınırlı araç kaynağı ile kabul edilebilir hizmet güvenilirliği sağlayan acil tıbbi servis araç tahsisi probleminin çözümü için genetik algoritma ile çifte standart model geliştirilmiştir. Kent sokak ağındaki kavşak noktalarında araç kazalarından kaynaklanan insan yaralanmalarına karşı acil servislere yönelik bir model oluşturulmuştur. Genişletilmiş müdahale sürelerine karşılık gelen birincil ve ikincil hizmet kapsam standartlarında, farklı şiddet düzeyindeki kazalar için çeşitli araçlar bulunan sistemde, tüm talep alanlarının en az bir araç tarafından kapsanması ve bir kısmının da hizmet güvenilirliği gereksinimini karşılaması sağlanmıştır.

AKKM için yapılan literatür araştırmasında diğer küme kapsama modellerine göre daha az sayıda kaynak olduğu görülmüştür. Sadece dağıtım alanları belirleme ve yer seçimi problemlerinde değil aynı zamanda araç dağılımı problemlerinde de kullanılması ve kapsama koşullarını belirlenen tanımlara göre aşamalı yaparak kesin sonuçlardan kaçınması bu modelin gerçek hayat problemlerine uyumlu olduğunu göstermektedir.

Tablo 2.2: P-Medyan ve Kapsama Modelleri Literatür Özeti.

Yazarlar	Yılı	Metodoloji	İlave Yöntem	Uygulama Alanı
Hwang	2004	Küme Kapsama		Perakende Sektörü İçin Tedarik Noktalarının Belirlenmesi
Rajagopalan ve diğ.	2008	Küme Kapsama	Tabu Arama	Acil Sağlık Hizmeti Sağlayıcıları İçin Konum Belirleme
Eiselt ve Marianov	2009	Aşamalı Küme Kapsama		Perakende Sektörü İçin Tedarik Noktalarının Belirlenmesi
Berman ve diğ.	2009a	Küme Kapsama	Genetik Algoritma	Tesis Yarıçapını Göz Önünde Bulundurarak Yer Seçimi
Geunes ve diğ.	2011	Doğrusal Programlama	Yaklaşıklık Algoritması	Lojistik Tesis Yeri Seçimi
Davari ve diğ.	2013b	Küme Kapsama	Bulanık Mantık, Simülasyon Tabanlı Arama Algoritması	Bulanık Ulaşım Zamanı Ve Bulanık Talepler İle Dağıtım Tesis Yeri Seçimi
Huang ve diğ.	2015	Küme Kapsama	Doğrusal Olmayan Karışık Tamsayılı Programlama	Depo Yeri Seçimi
Boschetti ve Maniezzo	2015	Küme Kapsama	Metasezgisel Yaklaşım, Lagrange Optimizasyonu	Metasezgisel Ve Küme Kapsama Modeline Dayanan Şehir Lojistiği İçin Araç Rotalama
Jang ve Lee	2015	Aşamalı Küme Kapsama		Gerçek Talep Noktalarının Daha Küçük Bir Temsilci Talep Noktası Grubuna Dönüştürerek Yer Seçimi Belirleme
Lutter ve diğ.	2017	Olasılıklı Küme Kapsama	Tamsayılı Doğrusal Programlama, Kesme Düzlemi Algoritması	Acil Servis Tesis Yeri Seçimi
Selim ve Özkarahan	2008	En Büyük Küme Kapsama	Bulanık Hedef Programlama	Perakende İçin Uygun Sayıda, Uygun Yerde Ve Uygun Kapasitede Tesis Yeri Seçimi
Berman ve diğ.	2009a	En Büyük Küme Kapsama	Tavlama Benzetimi, Tabu Arama	Zarar Gören Dağıtım Merkezine Bağlı Taleplerin Karşılama
Alexandris ve Giannikos	2010	En Büyük Küme Kapsama		Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Entegre Şekilde Talep Karşılama
Zarandi ve diğ.	2011a	En Büyük Küme Kapsama	Bulanık Hedef Programlama, Tersine Lojistik	Perakende Sektörü İçin Tedarik Zinciri Şebeke Sayısının Ve Yerlerinin Belirlenmesi
Zarandi ve diğ.	2011b	En Büyük Küme Kapsama	Genetik Algoritma	Çok Yüksek Sayıda Talep Düzümüne Sahip Gerçek Hayat Problemleri İçin Genetik Algoritma İle En Büyük Küme Kapsama Modeli
Davari ve diğ.	2011	En Büyük Küme Kapsama	Bulanık Mantık, Simülasyon ile Modelleme	Talep Düzüm Çiftleri Arasındaki Sürüş Süresinin Bulanık Olma Durumu İçin En Büyük Küme Kapsama Modeli
Cromley ve diğ.	2012	En Büyük Küme Kapsama		Heterojen Talep Dağılımı İçin CBS'yi de Kullanarak Alan Tahsisi
Davari ve diğ.	2013a	En Büyük Küme Kapsama	Bulanık Mantık, Simülasyon ile Modelleme	Bulanık En Büyük Küme Kapsama Modeli İle Tesis Yeri Seçimi
Dell'Olmo ve diğ.	2014	En Büyük Küme Kapsama		Trafik Güvenlik Kameralarının Yerleşimi

Pereira ve diğ.	2015	Olasılıklı En Büyük Küme Kapsama	Mahalle Arama Metasezgisel Algoritması	Tesis Yeri Seçimi
Bhatti ve diğ.	2015	En Büyük Küme Kapsama		Yakıt İkmali İstasyonu Yer Seçimi
Espejo ve diğ.	2003	Hiyerarşik En Büyük Küme Kapsama	Lagrange Gevşetmesi, Sırt Çantası Problemi,	Tesis Yeri Seçimi
Chan ve diğ.	2008	Hiyerarşik En Büyük Küme Kapsama	Çok Kriterli Doğrusal Tamsayı Programı	Dinleme Frekanslarının Sinyal Alım İstasyonlarına Atanması
Ratick ve diğ.	2009	Hiyerarşik En Büyük Küme Kapsama		Hastane Ve Klinik Tesisleri Kurulumu İçin Yer Seçimi
Farahani ve diğ.	2014	Hiyerarşik En Büyük Küme Kapsama	Hibrid Yapay Arı Kolonisi	Sağlık Ve Katı Atık Yönetim Sistemleri Yer Seçimi
Scaparra ve Church	2008	P-Medyan Modeli		Güvenlik Noktalarının Belirlenmesi
Ye ve diğ.	2011	P-Medyan Modeli	Sezgisel Algoritmalar, Tersine Lojistik	Geri Dönüşüm Tesislerinin Tespiti
Hwang ve Lee	2012	Kapasitesiz Tek Dağıtım P-Medyan En Büyük Kapsama Problemi	Sezgisel Algoritmalar	Maksimum Talep Karşılama
Dantrakul ve diğ.	2014	P-Medyan Modeli	Simülasyon ile Modelleme	Karayolu Ulaşım Sistemi
Peker ve Kara	2015	P-Medyan Karışık Tamsayı Programlama	Kısmi Küme Kapsama Modeli	Maksimum Talep Karşılama
Djenic ve diğ.	2016	P-Medyan Modeli	En Büyük Küme Kapsama, Mahalle Arama Algoritması	Otobüs Durak Noktalarının Belirlenmesi
Lang ve diğ.	2015	Dinamik Küme Kapsama	Yapay Zeka	Veri Tabanlarında Dinamik Kapsama Karar Bilgi Sistemi
Kodali ve diğ.	2013	Dinamik Küme Kapsama	Lagrange Çarpanı	Dinamik Çoklu Arıza Teşhisi
Batta ve diğ.	1989	Beklenen En Büyük Küme Kapsama	Sezgisel Algoritmalar	Bağımsız Çalışan Sunuculara Çağrı Yönlendirme
Pirkul ve Schilling	1991	Beklenen En Büyük Küme Kapsama	Lagrange Gevşetmesi	Tesis İş Yüğü Dağılım Analizi İle Talep Karşılama
Goldberg ve Paz	1991	Beklenen En Büyük Küme Kapsama	Kuyruk Sistemleri	Acil Durum Araçlarının Alanlara Atanması
Berman ve diğ.	2010	Aşamalı Küme Kapsama		Tesis Yeri Seçimi
Wang ve diğ.	2016	Aşamalı Küme Kapsama		İtfaiye İstasyonu Yer Seçimi
Liu ve diğ.	2016	Aşamalı Küme Kapsama	Genetik Algoritma ve Çifte Standart Model	Araç Dağılımı

P-Medyan modeller, küme kapsama modelleri, en büyük küme kapsama modelleri, dinamik küme kapsama modelleri, hiyerarşik en büyük küme kapsama modelleri, beklenen en büyük küme kapsama modelleri, aşamalı küme kapsama modelleri ile yapılan çalışmalar incelendiğinde özellikle kargo, lojistik ve perakende sektöründe yaygın olarak kullanılan yöntemler olduğu görülmüştür. Şube ve aktarma merkezi dağıtım alanları belirlenmesi için en düşük maliyet, en büyük talep karşılama, en uygun lokasyon kararını verebilme amaçlarına hizmet eden bu yöntemlerin özellikle 1980’li yıllarda yoğunlukla çalışıldığı ve günümüze kadar da geliştirilerek taşındığı görülmüştür. Günümüzde bu yöntemlerin özellikle büyük veri ile kısa sürede doğru sonuçları elde edebilmek için sezgisel yöntemlerle birleştirilerek uygulandığı görülmüştür. Özellikle genetik algoritma ve tabu araması sezgisel yöntemleri ile birleştirilerek uygulanan modellerde büyük verili çalışmalar için kısa sürede optimum dağıtım alanı elde edildiği tespit edilmiştir. Diğer yandan gerçek hayat verileri ile çalışma yapmak adına bulanık mantığın da bu yöntemlerle birleştirildiği gözlemlenmiştir. Dağıtım alanları için sektör özelinde olan belirli kriterlerin önceliklendirmesi ve bunların birbiri ile kıyaslamaları kullanılarak da yapılan çalışmalar olduğu görülmüştür. Analitik hiyerarşi prosesi gibi çok kriterli karar verme yöntemlerinin de dahil edildiği kapsama modellerinin yaygın olarak uygulandığı görülmüştür.

2.3. LİTERATÜRDE KARGO SEKTÖRÜNDE DAĞITIM ALANLARI VE DAĞITIM MERKEZİ YERİ BELİRLEME İLE İLGİLİ ÇALIŞMALAR

Akademik anlamda son yıllarda kargo sektöründe yapılan dağıtım alanları ve dağıtım merkezi yeri belirleme çalışmaları şu şekildedir:

Yaman ve diğ. (2007) kara kargo taşımacılığına dayalı kargo dağıtım şirketlerinin hizmet yapısı üzerinde çalışarak, aktarma merkezlerindeki boşaltma, yükleme ve ayrıştırma işlemlerinden kaynaklı eş zamanlı olmayan varışların toplam teslimat süresine etkisini incelemişlerdir. Son gelen aracın varış süresinin en aza indirgenmesi için yeni bir minimax model oluşturulmuştur. Türkiye'de faaliyet gösteren bir kargo şirketi üzerinde yapılan çalışmada arazilerin kara kargo taşımacılığında önemli bir etken olduğu tespit edilmiştir. Literatürde aktarma merkezi yerleşimi problemlerinde dağıtım noktaları ve aktarma merkezleri arasında doğrudan bağlantı kurulduğu ve kısa süreli duraklamaların göz ardı edildiği eleştirilerek bu çalışmada kısa süreli duraklama noktalarının belirlendiği bir matematiksel model önermişlerdir. Çalışmada kara kargo taşımacılığının aktarma merkezi yer seçim noktaları için teslimat sistemlerinin operasyonel özellikleri tanımlanmış ve tüm bileşenleri dahil eden bir model geliştirilmiştir. Model doğrusal olmayan karışık tamsayılı programlama modelidir. Doğrusal olmayan model, çözüm için çeşitli yöntemlerle doğrusallaştırılmıştır.

Batanovic ve diğ. (2009) tarafından belirsiz ortamlardaki şebekeler için en büyük küme kapsama modeli kullanılmıştır. Çalışma bir dağıtım şirketinin lojistik merkezleri için gerçekleştirilmiş olup çalışmada talep noktalarının göreceli ağırlıkları dilsel ifadeler ile değerlendirilmiştir ve potansiyel tesis yerleri şebekedeki düğümler ile sınırlandırılmıştır. Bir tesisin kapsama alanındaki servis mesafesi ve yolculuk süreleri bulanık kümeler ile modellenmiştir. Çalışmada en iyi tesis yeri seçimi için tüm düğümlerdeki taleplerin aynı derecede önemli olduğu, tüm düğümlerdeki taleplerin göreceli ağırlıklı olduğu ve tüm düğümlerdeki taleplerin dilsel terimlerle tanımlandığı yani belirsiz olduğu şeklinde ayrı ayrı 3 durum ele alınmıştır. Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda genellikle talebin ve aralarındaki mesafelerin kesin olarak bilindiği deterministik durumların ele alındığına eleştiri getirilerek adım adım azalan üyelik fonksiyonlarının ve bulanık kümelerin kullanımının tesis kapsama için pratik çözüm ürettiği gösterilmiştir. Bir tesis sahasında belirli bir iyimser mesafe ve zaman içerisinde talebin tamamının kapsandığı, belirli bir karamsar mesafe ve zamanda ise tamamen

kapsanmadığı durumları ele alınmıştır. Bu iyimser ve kötümser değerler için üyelik değerinin 0-1 arasında olduğu durumlar ele alınarak en iyi tesis yeri seçimi belirlenmiştir.

Qu ve Weng (2009) çoklu atama merkezi için en büyük küme kapsama probleminde isteğe bağlı olarak belirli bir süre, maliyet veya mesafe ile bir veya iki dağıtım merkezinden geçerek hedefe ulaşmak için hizmet verilen bir akışı modellemişlerdir. Posta dağıtım şebekeleri, tedarik zincirleri, hava ulaşım ağları gibi uygulama alanlarında da geliştirilebilen çoklu atama merkezi için en büyük küme kapsama problemi, Çin'deki 82 şehir arasındaki hava taşımacılığı için aktarma merkezi yeri seçiminde uygulanmıştır.

Göncü (2010) yaptığı çalışmada kargo sektöründeki sorunlardan biri olan “uzak nokta” kavramını ele almıştır. Uzak nokta kavramı şehir merkezlerinin dışındaki noktalara şube açılmayıp merkezdeki şubelerin desteği ile veya ek araç kiralayarak haftanın belirli günleri kargo dağıtım hizmeti verdiği noktalarlardır. Türkiye’deki yapılan çalışmada, uzak noktaların hem mevcut personelin işini aksatması, hem aylık yakıt maliyetlerini arttırması, hem de ek araç kiralama gerektirmesi sebebiyle bu bölgeler için birden fazla kargo şirketinin de kargolarının uzak noktalara her gün hizmet vererek bir alt yüklenici kargo markası oluşturulması önerilmiştir. Dolmuş işletme şeklinde çalışacak olan alt yüklenici kargo markasının aynı zamanda istihdama, enerji tasarrufuna ve sera gazı-karbon salınımına olan etkileri de incelenmiştir. İstihdam için: Türkiye geneli oluşturulacak yaklaşık 200 adet alt yüklenici kargo lokasyonunda çalışacak personellerin olacağı belirtilmiştir. Enerji tasarrufu için: Her hafta ayrı ayrı araçlarla aynı bölgelere dağıtım yapan araçların yakıt miktarları göz önünde bulundurulduğunda, belirlenen dağıtım alanlarına giden birkaç araç ile yakıt miktarından tasarruf yapılarak enerji tasarrufu elde edileceği belirtilmiştir. Sera gazı-karbon salınımı için: Sera gazlarının oluşmasına sebep olan ulaştırma sektöründe, daha az araçla aynı yerlere dağıtım yapılmasının olumlu katkılar sağlayacağı belirtilmiştir.

Vidovic ve diğ. (2011) çalışmalarında hurdaya ayrılmış araçlar için tersine lojistik ağının önemli bir bölümünü oluşturan toplama noktalarının belirlenmesi amacıyla en büyük küme kapsama modeli oluşturmuşlardır. Kent alanlarındaki nüfusun yoğun olması ve hurda araca sahip her müşterinin bir talep noktası olarak düşünülmesi sonucunda belirli bir alandan gelen tüm hurda araçların toplanacağı ek hizmet bölgeleri oluşturulmuştur. Her talep noktasından

aracın alınması yerine belirli bölgelerde hurda araçların toplanmasının oluşabilecek karmaşıklıkları ve toplama hatlarını azaltacağı önerilmiştir. Çalışma, lojistik maliyetlerine doğrudan etkisi bulunan geri dönüşüm sürecinde önemli rol oynayan toplama tesis yerlerinin bulunması açısından önemli sonuçlar ortaya koymuştur. Ayrıca çalışmanın amaçlarından biri de toplama tesislerinin talep noktalarına olan maksimum ve minimum uzaklık parametrelerinin göz önünde bulundurulmasıdır. Bu konuda literatürde teorik ve pratik açıdan çok fazla analiz yapılmadığına eleştiri getirilmiş, çalışmada bu veriler de ele alarak tersine lojistik ağı oluşturmak için kullanılabilecek modelleme yaklaşımı geliştirilmiştir. Çalışmada aynı zamanda duyarlılık analizi de yapılmıştır.

Son zamanlarda küme kapsama modelleri kargo ve posta teslimatı, kargo dağıtım sistemleri, hava ve kara taşımacılık hizmetleri, havayolu sistemleri ve telekomünikasyon şebekeleri gibi alanlarda yaygın olarak uygulanabilmektedir. Karimi ve Bashiri (2011) tarafından her bir dağıtım alanının kendine özel karakteristikleri olduğu belirtilerek tamamlanmış dağıtım merkezi şebekesi üzerinden farklı bir merkez dağıtım kapsama problemi ele alınmıştır. Dağıtım merkezi kümesi ve en büyük küme kapsama tek ve çoklu dağıtım stratejileri ile ele alınmıştır. Problemden önce tekli dağıtım stratejileri için ikinci dereceden formülasyon sunulmuş, daha sonra doğrusallaşma modeline geçilerek çoklu dağıtım stratejileri için en büyük küme kapsama modeli sunulmuştur. Çalışmada amaç dağıtım merkezlerin yerlerini belirlemek ve iki düğüm arasındaki sürüş süresine bağlı olarak atanan sınırların aşılmasını sağlamaktır. Modelin çözümü için sezgisel prosedür önerilmiş ve daha iyi hesaplama deneyimi sunulması için Türkiye'deki bir veri setinden yararlanılmıştır. Ayrıca İran havaalanı dağıtım yerleri için özel bir uygulama incelenmiştir. Çalışmada kargo dağıtım sistemlerinin başlangıç ve varış noktası özelinde değil, iki nokta arasındaki kapsamayı ele alması üzerinde durularak literatüre bu konuda katkı sağlanmıştır.

Lin ve diğ. (2012) dağıtım ağı üzerindeki kısıtlamaları içeren P-Medyan modeli ele alarak, dağıtım ağındaki toplam maliyet en aza indirilirken aynı zamanda başlangıç - varış noktaları arasında operasyonel kapasiteyi ve yol kısıtlamalarını da karşılayan bir model önermişlerdir. Genetik algoritma ile modelleme yapılarak Çin hava kargo ağı test edilmiş ve teslim süreleri için makul dağıtım merkezi ve dağıtım kolu arasındaki bağlantı belirlenmiştir.

Oktal ve Özger (2013) tarafından kargo dağıtım merkezleri ve dağıtım ağı için kısıtlı seçimler modeli üzerinde çalışılmıştır. Karma tamsayılı doğrusal programlama modeli ile geleneksel modellere ek kısıtlamalar eklenerek geliştirme yapılmış ve ampirik olarak test edilmiştir. Kargo trafiğinin sürekliliği ve taşımacılık maliyetleri ile birlikte dağıtım merkezlerinin yerlerini etkileyen temel faktörler ele alınmıştır. Çalışmada hava kargolar için yer seçimi ve dağıtım ağı tasarımının şirket stratejisi için büyük öneme sahip olduğu belirtilerek uçak tipi ve filo planlamasının da dağıtım merkezlerinin yerlerine bağlı olarak yapıldığı vurgulanmıştır.

Stanojevic ve diğ. (2015) tarafından tek atamalı aktarma merkezi yerleşim problemi için evrimsel algoritma ve dal-sınır metodunu içeren hibrid optimizasyon modeli önerilmiştir. Evrimsel algoritmanın çalışmayla birleştirilmesinin sebebi, dağıtım alanını belirlemek ve umut vadeden aktarma merkezlerinin konfigürasyonlarını seçmektir. Önerilen model, Avustralya Postası aktarma merkezi verileri ile 300 nokta için test edilmiştir. Çalışmanın sadece küçük ve orta ölçekli aktarma merkezi problemlerinde başarılı olmadığını ortaya koymak için Avustralya Postasının daha büyük verili örnekleri test edilmiş ve büyük verili problemlerde de hibrid uygulamanın verimli sonuçlar verdiği görülmüştür.

Almetova ve diğ. (2016) kargo transit terminalinin konumunu çok modlu lojistik merkezi olarak belirlemek için ağırlık merkezine göre atama metodu üzerinde durmuşlardır. Kargo transit terminali için optimum koordinatları belirlemek amacıyla ağırlık merkezi hesaplamaları belirli düzenlemeyi kapsayacak şekilde yapılmıştır. Bunlardan en önemlisi kargonun ulaşacağı nokta ile taşımanın başladığı nokta arasında kargo akışını olumsuz etkileyecek yollar varsa, kargo taşıyan karayolu taşıtlarının bir kısmı yüklenmemiş bir şekilde ve trafik akışının daha az olduğu yönde ilerlemesidir. Kargo transit terminalinin koordinatları için kargo nakliyeleri, kargo depolamaları, yeniden dağıtımın asgari toplam yıllık maliyeti gibi kriterler ele alınmıştır. Çalışmanın farklı yanı kargo hacmi, kargo varış noktasının yönü ve bölgesel tanımlamaların terminalden terminale ve terminalden farklı noktalara olan taşımacılık faaliyetlerine etkilerinin nasıl olduğunun analiz edilmesidir. Kargo transit terminallerinin yerinin belirlenmesi için, ağırlık merkezi metodunun modele dahil edilmesi, hem verimli hem de verimsiz kargo taşıma faaliyetlerinin maliyetlerini mevcut bölgesel ulaşım ağı konfigürasyonunun bir parçası olarak ele alması açısından faydalı olmuştur. Entegre ulaşım ağı konfigürasyonunun başarısının kargo

hacimlerinin, varış yönlerinin ve ulaşımında karşılaşılabilecek fiziki olumsuz şartların dikkate alınmasına bağlı olduğu modelle ortaya konulmuştur.

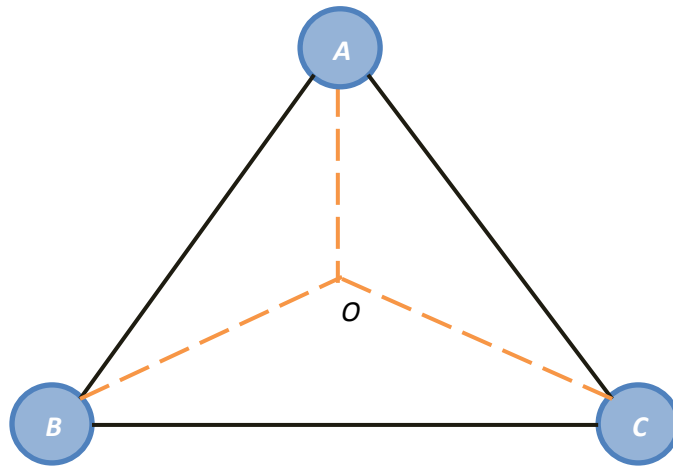
Silva ve Cunha (2017) çalışmalarında belirli bir kapsama mesafesi içindeki düğüm çiftleri arasındaki toplam talebin maksimum seviyeye çıkarılmasını sağlayacak şekilde tek merkezli bir P-Medyan modeli ortaya koymuşlardır. Avustralya Postası'nın veri seti kullanılarak oluşturulan modelde, tabu arama sezgisel algoritması kullanılarak büyük veri setlerinde kısa sürede sonuç elde edilebildiği ortaya konulmuştur. Optimum dağıtım merkezini bulmak için daha çok yineleme gerektiren yerel aramalar yerine çözüm alanını daha geniş kapsamlı tutmanın daha iyi sonuç verdiği görülmüştür.

Tablo 2.3: Kargo Sektöründe Dağıtım Alanları ve Dağıtım Merkezi Yeri Belirleme İle İlgili Literatür Özeti.

Yazarlar	Yılı	Metodoloji	İlave Yöntem	Uygulama Alanı
Yaman ve diğ.	2007	Doğrusal Olmayan Karışık Tamsayılı Programlama		Kara Kargo Taşımacılığında Teslimat Süresine Etki Eden Durumların Belirlenmesi Ve Yer Seçiminde Kısa Süreli Durma Noktalarının Belirlenmesi
Batanovic ve diğ.	2009	En Büyük Küme Kapsama	Bulanık Mantık	Bir Dağıtım Şirketinin Lojistik Merkezleri Yer Seçimi
Qu ve Weng	2009	En Büyük Küme Kapsama		Hava Taşımacılığı İçin Aktarma Merkezleri Yeri Belirleme
Göncü	2010	Uzak Nokta Kavramı		Kargo Şirketlerinin Uzak Nokta Teslimatları İçin Alt Yüklenici Olarak Dolmuş İşletme Sistemi
Vidovic ve diğ.	2011	En Büyük Küme Kapsama	Tersine Lojistik	Lojistik İçin Optimum Toplama Noktalarının Belirlenmesi
Karimi ve Bashiri	2011	En Büyük Küme Kapsama	Sezgisel Algoritmalar, Tamsayılı Programlama	Bir Kargo Şirketinin İki Düğüm Arasındaki Sürüş Süresine Bağlı Olarak Atanan Sınırların Aşılmasını Sağlayacak Şekilde Dağıtım Merkezi Yer Seçimi
Lin ve diğ.	2012	P-Merkez Medyan	Genetik Algoritma	Hava Kargo İçin Yer Seçimi
Oktal ve Özger	2013	Karma Tamsayılı Doğrusal Programlama Modeli		Hava Kargo Taşımacılığında Dağıtım Merkezi Yeri Seçimi Ve Dağıtım Ağı Tasarımı
Stanojevic ve diğ.	2015	Evrimsel Algoritma	Dal-Sınır Metodu, Sezgisel Algoritma	Avustralya Postası Veri Seti İle Aktarma Merkezi Yeri Belirleme
Almetova ve diğ.	2016	Ağırlık Merkezine Göre Atama Metodu		Kargo Transit Terminalinin Konumunun Belirlenmesi
Silva ve Cunha	2017	Tek Merkezli Bir P-Medyan Modeli	Tabu Arama	Avustralya Postası Veri Seti İle Aktarma Merkezi Yeri Belirleme

Kargo sektöründe şube ve aktarma merkezi gibi tek merkezden hizmet sunan noktaların dağıtım alanlarının belirlenmesi ve bu hizmet sunan noktaların kurulum lokasyonlarının belirlenmesi konusunda yapılan literatür çalışmasında özellikle son yıllarda büyük veri analizleri ile optimizasyon algoritmaları geliştirme yönünde oluşturulan modellerin öneminin arttığı gözlemlenmiştir. Kaliteli hizmet sunma amacıyla kriter belirleme ve bu kriterleri önceliklendirme konusunda da çok kriterli karar verme yöntemleri ile optimizasyon modellerinin desteklendiği gözlemlenmiştir. Fakat dağıtım alanları konusunda çoğunlukla aktarma merkezlerinin ele alındığı görülmüştür. Daha az kapasiteye sahip olan ve daha fazla noktada bulunan şubelerin, dağıtım alanları optimizasyonu veya hizmet sunma noktalarının yani şube kurulum noktalarının optimizasyonu üzerine çalışma bulunmadığı görülmüştür. Bu konudaki çalışmaların daha çok perakende sektöründe yapıldığı gözlemlenmiştir.

Yer seçimi kararlarına ulaşımın etkisi açısından bakıldığında, çoğu hizmet noktası yer seçimi modellerinde dağıtım merkezlerinden teslimat noktalarına direkt bağlantı olduğu varsayılmaktadır. Eğer araçlar tamamen dolu olarak teslimat noktasına ulaşıyor ise bu yaklaşım doğru olabilir. Fakat aynı araç içerisinde hem teslim edilecek hem de alımı yapılacak kargolar ile birden fazla noktaya teslimat ve alım işlemleri yapıldığında taşıma maliyetleri hizmet sunulan noktalar üzerinde etkili olacaktır ve optimum yer seçimi araç rotalarına bağlı olacaktır. Bu gibi durumlarda geleneksel yer seçimi modelleri uygulanamamaktadır. Şekil 2.4'te dağıtım merkezi ABC üçgeninin köşelerinde bulunan üç noktaya hizmet götürmektedir.



Şekil 2.4: ABC Üçgenindeki Steiner O Noktası.

Hizmet noktası maliyetlerinin dağıtım merkezinin yerleştirildiği yere bağlı olduğu hipotezi altında iki tane çıkmaz durum olabilir:

- Her satış noktası aracın tamamen dolu olmasını gerektirir ise optimum yer steiner nokta O'ya denk gelir. Böylelikle dağıtım merkezi üç satış noktasının kesişimi ile oluşan ve 120 derecelik eşit açıyla merkeze kurulur.
- Üç satış noktasının taleplerinin toplamı araç kapasitesinden düşük veya eşit ise dağıtım merkezi ABC üçgeni içerisinde herhangi bir yere yerleştirilebilir.

Kargo dağıtım noktaları için yer seçimi çalışmalarında 2 farklı metot kullanılabilir:

- Birincisi: Niteliksel, basit, kişisel kararlara dayalı ve uygulanabilir kesikli dağıtım noktası belirleme çalışmaları yapılarak.
- İkincisi: Niceliksel, optimizasyon formülasyonlu modeller kullanılarak.

(Ghiani ve diğ., 2013).

Bu tez çalışmasında da ikinci metot kapsamında ele alınan metodolojiler analiz edilmiş ve niceliksel optimizasyon formülasyonlarını içeren bir dağıtım alanları optimizasyonu modeli geliştirilmiştir.

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. DAĞITIM ALANLARI OPTİMİZASYONU UYGULAMA ALANI VE MODEL GELİŞTİRME

3.1.1. Uygulama Alanı: Kargo Sektörü ve Uygulamanın Gerçekleştirildiği Kargo Şirketi

Bu çalışmada dağıtım alanları optimizasyonu modeli Türkiye’de ve uluslararası alanda faaliyet gösteren bir kargo şirketinde geliştirilmiştir. Kargo sektörü Türkiye’de genç bir sektördür, bu sebeple sektörel terimlerin daha anlaşılır olabilmesi için bu çalışmada sürekli kullanılan bazı terimler aşağıdaki şekilde açıklanmıştır:

4925 sayılı Karayolu Taşıma Kanunu’ndaki tanıma göre:

Kargo: Tek parçada en fazla yüz kilogramı geçmeyen genellikle ambalaj ve kap içerisinde olan küçük boyutlu koli, sandık, paket gibi parça eşyayı ifade eder.

Kargo İşletmecisi: Bağımsız bir işyerinin kullanma hakkına sahip olan ve kargoyu teslim olarak kısa sürede gönderilene ulaştırmak amacıyla kendi gözetimi ve denetimi altında yükleme, boşaltma, depolama, istifleme, aktarma ve gönderilene teslim gibi hizmetleri yerine getiren, taşımayı yapan veya yaptıran ve bundan doğacak sorumluluğu üstlenen kişiyi ifade eder.

Kalkış Noktası: Yolcunun taşıta bindiği veya eşyanın taşımacıya teslim edildiği yeri ifade eder.

Varış Noktası: Yolcu bileti veya taşıma senedinde gösterilen, yolcu veya eşyanın götürülmek istendiği yeri ifade eder.

Gönderen: Eşyayı taşımacıya teslim eden, gönderilene belirleyen ve taşıma senedini imzalayan kişiyi ifade eder.

Gönderilen: Sevk irsaliyesi, taşıma irsaliyesi ve taşıma senedinde belirtilen eşyanın teslim edileceği kişiyi ifade eder.

Acente: Ticarî mümessil, ticarî vekil, satış memuru veya müstahdem gibi bağımlı bir sıfatı olmaksızın bir sözleşmeye dayanarak belirli bir yer veya bölge içinde daimî surette bir veya birden fazla taşımacıyı ilgilendiren sözleşmelerde aracılık etmeyi ve onlar adına taşıma sözleşmesi yapmayı meslek edinen kişiyi ifade eder.

Karayolu Taşıma Yönetmeliğine göre:

Kargo Tasnif ve Aktarma Merkezi: Kargo taşımalarında indirme, bindirme, yükleme, boşaltma, aktarma, tasnif ve dağıtım hizmetlerinin yapıldığı yeri ifade eder.

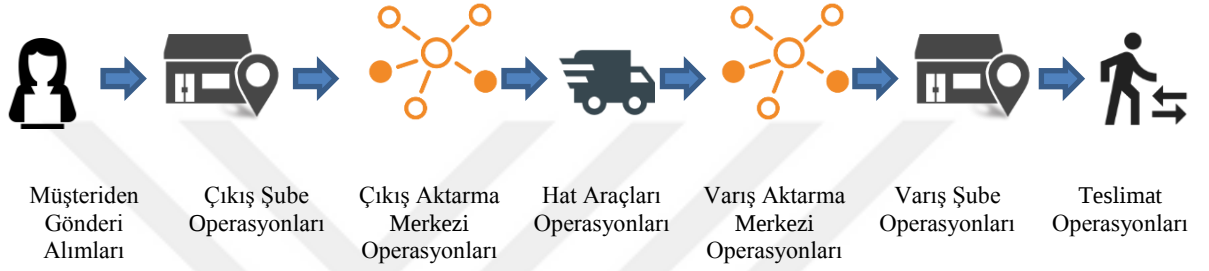
Şube: Bir yetki belgesi sahibinin ticaret siciline tescil edilmiş merkezi işyeri adresi dışındaki faaliyetiyle ilgili ticaret siciline tescil edilmiş birimini ifade eder.

Tablo 3.1: Kargo Hizmetlerinin Evrensel Karakteristikleri.

Karakteristikler	Tanım
Değer Zinciri	Yurtiçi ve yurtdışı: Toplama, ayrıştırma, ulaştırma, teslimat.
Faaliyet Alanı	Ulusal bölge
Ağırlık	Yurtiçi 10 kg'a kadar (opsiyonel 20 kg), gümrükten gelenler için 20 kg'a kadar
Sıklık	Haftanın en az beş iş günü
Servis Kalitesi	Ulusal seviyede belirlenen özellikler
Ulaşılabilirlik	Yeterli erişim noktası
Fiyatlandırma	Uygun, adaletli, şeffaf ve maliyet odaklı fiyatlandırma, uluslararası kanallar için terminal masraflarının maliyetlerle bağlantılı olarak sabitlenmesi, sunulan hizmet kalitesi ile ilgili olarak ücret seviyeleri
Muhasebe	Maliyet tahsisi ile ilgili kurallarla analitik muhasebe yükümlülüğü
Erişim ve İşbirliği	Altyapı unsurlarına ve hizmetlerine erişim mekanizmaları (çoklu operatör çevre)

(Crew ve Brennan, 2014)

Dağıtım alanı optimizasyon modeli Türkiye’de ve uluslararası alanda faaliyet gösteren bir kargo şirketinin bir aktarma merkezine bağlı şubeleri ve bu şubelere bağlı müşterilerine sunulan teslimat süreçlerini kapsamaktadır. Mevcut durumda aktarma merkezine bağlı 11 adet şube ve 2017 yılı içerisinde kargo teslimatı yapılan 2707 anlaşmalı müşteri verisi analiz edilmiştir. Aktarma merkezi, şube ve müşteri arasındaki operasyonların akış şeması aşağıda gösterilmiş olup her bir ana akış adımındaki işlemler Tablo 3.2’de operasyonun gerçekleştirildiği yer, operasyon sorumluları ve operasyon sırası detaylı olarak sunulmuştur.



Şekil 3.1: Kargo Alımından Teslimatına Operasyon Süreçleri.

Tablo 3.2: Hizmet Noktası ve Sorumlu Bazında Kargo Alım ve Teslimat Operasyonları.

Sorumlu	Gönderici Müşteri	Çıkış Şube	Çıkış Aktarma Merkezi	Varış Aktarma Merkezi	Varış Şube	Alıcı Müşteri
- Şube Müdürü - Şube Müdür Yardımcısı - Müşteri Hizmetleri Yönetmeni - Müşteri Hizmetleri Sorumlusu - Saha Operasyon Personeli	1a - Müşteri adresinden gönderi alımı					
		1b - Şubede gönderi kabul işlemleri 2 - Alımı yapılan gönderilerin ölçüm tartım, fatura ve barkod işlemleri 3 - Manifesto (dosya gönderiler) işlemleri 4 - Çıkış Aktarmaya gitmek üzere gönderileri araca yükleme 5 - Mühür ve kontrol işlemleri sonrası aracın şubeden çıkması				
- Aktarma Merkezi Müdürü - Aktarma Merkezi Müdür Yardımcısı - Aktarma Merkezi Şefi - Infeed Uzmanı - Outfeed Uzmanı - Hat Aracı Şoförü			6 - Şube araçlarının güvenlik kontrolleri 7 - Şube araçlarındaki gönderilerin Teknolojik Aktarma Merkezindeki sorter sistemine yüklenmesi ve otomatik ayrıştırma, standart dışı gönderi ve uçak hattı gönderi işlemleri 8 - Kontrol işlemleri: Çıkış şubeden gelen gönderiler ile sistemdeki gelecek gönderilerin eşleştirilmesi, varsa hasar işlemleri 9 - Gönderilerin hat araçlarına yüklenmesi 10 - Hat araçlarının Aktarma Merkezinden çıkışı <i>*Ring süreçleri eklenmemiştir.</i>			
- Aktarma Merkezi Müdürü - Aktarma Merkezi Müdür Yardımcısı - Aktarma Merkezi Şefi - Infeed Uzmanı - Outfeed Uzmanı				11 - Hat araçlarının güvenlik kontrolleri 12 - Hat araçlarındaki gönderilerin Teknolojik Aktarma Merkezindeki sorter sistemine yüklenmesi ve otomatik ayrıştırma, standart dışı gönderi işlemleri 13 - Kontrol işlemleri: Hat aracından gelen gönderiler ile sistemdeki gelecek gönderilerin eşleştirilmesi, varsa hasar işlemleri 14 - Manifesto işlemleri 15 - Gönderilerin varış şube araçlarına yüklenmesi 16 - Varış şube araçlarının varış şubeye gitmek üzere Aktarma Merkezinden çıkışı <i>* Ara Hat, Ara Aktarma, Gün İçi Gönderi, Ring süreçleri eklenmemiştir.</i>		
- Şube Müdürü - Şube Müdür Yardımcısı - Müşteri Hizmetleri Yönetmeni - Müşteri Hizmetleri Sorumlusu - Saha Operasyon Personeli					17 - Teslim edilmek için gelen gönderilerin araçlardan indirilmesi 18 - Kontrol işlemleri: Aktarmadan gelen gönderiler ile sistemdeki gelecek gönderilerin eşleştirilmesi, varsa hasar, şaşkın, yönlendirme işlemleri 19 - Manifesto işlemleri 20 - Şubede teslim edilecek ve adreste teslim edilecek gönderilerin ayrıştırılması 21 - Adreste teslim edilecek gönderilerin zimmet listeleri ile birlikte teslimata çıkarılması	
- Şube Müdürü - Şube Müdür Yardımcısı - Müşteri Hizmetleri Yönetmeni - Müşteri Hizmetleri Sorumlusu - Saha Operasyon Personeli - Çözüm Merkezi Personeli						22a - Adreste teslimat işlemleri 22b - Şubede teslimat işlemleri 23 - Adreste teslim edilemeyen gönderiler için Çözüm Merkezi işlemleri, şubede teslim edilemeyen gönderiler için şubede çözüm işlemleri

3.1.2. Mevcut Durum Analizi

Mevcut durumda şube yer seçimi ve dağıtım alanı kararı için fizibilite çalışmaları altında kapsamlı bir veri analizi yapılsa da bu analiz bilimsel ve sistematik bir özelliğe sahip olmayıp, karar destek uygulamaları ile desteklenmemektedir. Yer seçimi ve dağıtım alanları belirleme kararları kişisel tecrübe ve deneyime dayalı olarak yürütülmekte ve bu konuda çalışan personelin büyük bir zaman dilimini yeni şube açılış kararı çalışmaları üzerinde geçirmesi gerekmektedir. İnsan inisiyatifine bağlı hataların da olabileceği düşünülürse bu konuda analitik verilere dayalı olarak bilimsel yöntemlere ihtiyaç bulunmaktadır.

Kargo şirketlerinin şubeleri, müşterilerin ilk temas noktaları olduklarından müşteri memnuniyetini etkileyen en önemli hizmet noktalarıdır. Bu nedenle böyle rekabetçi bir sektörde kargo şirketlerinin başarısı temel olarak bu şubelerin performansı ile doğru orantılıdır. Şube performansı da kargo teslimatı ve kargo alımı operasyonları, eğitim ve insan kaynakları süreçlerinin, satış ve müşteri ilişkileri süreçlerinin verimli bir şekilde entegrasyonuna bağlıdır (Şimşek ve Tüysüz, 2016).

Konumsal değerler, kapasite değerleri, müşteri nitelik ve nicelik değerleri ile birlikte kargo şirketlerinin şube dağıtım alanları için alternatifler ve bu alternatiflerin sonuçlarını sunan karar destek sistemi oluşturması son zamanlarda şirketlerin stratejik kararları için çok önemli hale gelmiştir. Perakende sektörü, lojistik depoları, banka şube ve ATM'leri, acil servis ve ambulans dağıtım noktaları için literatürde çok sayıda yer seçimi problemleri ele alınmıştır. Fakat e-ticaretin hızla gelişmesi ile ülke ekonomilerine doğrudan katkı sağlayan kargo sektörü için Türkiye'de şube veya aktarma merkezi dağıtım karar destek sistemlerine yönelik çalışmalar bulunmamaktadır.

Coğrafi Bilgi Sistemleri ile entegre olabilecek şekilde müşteri lokasyon bilgileri, gönderi adedi, demografik veriler, mevcut ve olası müşterilerin aday şubelere uzaklıkları, açılması istenen şube sayısı, şubelerin aktarma merkezlerine uzaklıkları, aktarma merkezlerinin lokasyon bilgileri, şube personeli ve saha operasyon personellerinin sayısı, dağıtım yapılacak araç sayısı ve kapasitesi, bu araçların yıllık yakıt ve bakım masrafları, trafik yoğunluğu ve hız açısından araçların müşterilere ulaşmak için kullanacakları yollar, rakip firma lokasyonları gibi bir çok kriter şube ve aktarma merkezi lokasyon seçimini etkilemektedir.

Çalışmanın yapıldığı kargo şirketinde şubeler aktarma merkezlerine, aktarma merkezleri bölge müdürlüklerine, bölge müdürlükleri de genel müdürlüğe bağlıdır. Bölge müdürlüklerinde aktarma merkezi operasyon süreçlerinin, şube operasyon, satış, mali işler, insan kaynakları ve eğitim süreçlerinin yönetimini sağlayan birimler bulunmaktadır. Genel müdürlükte ise tüm Türkiye operasyon, satış, mali işler, insan kaynakları, eğitim ve diğer süreçlerin yönetim birimleri ile birlikte bu birimlerdeki işleyişi, teknoloji alt yapısına dayalı geliştirmelerle destekleyen Ar-Ge Merkezi bulunmaktadır.

Bu çalışmanın gerçekleştirildiği kargo şirketinde mevcut durumda şube yer seçimi için bir takım verilere, kişisel deneyim ve tecrübelerle dayalı olarak planlama yapılmaktadır. Mevcut durumda gerçekleştirilen şube lokasyon seçimi 2 ana çalışma ve bu ana çalışmaların alt çalışmaları olarak ele alınmaktadır.

Tablo 3.3: Mevcut Durum Yeni Şube Lokasyon Seçimi Çalışmaları.

1	Yeni Şube Talep Planlaması
2	Yeni Şube Fizibilite Çalışmaları
2.1	Yeni Şube Açılışından Etkilenecek Şubelerin Durum Değerlendirmesi
2.2	Yeni Açılacak Şubenin Durum Değerlendirmesi
2.3	Rakip Firma Analizi
2.4	Yeni Şubenin Konumu, Kiralama Koşulları ve Çalışma Alanı Haritası

1. Yeni Şube Talep Planlaması

- Bölge Müdürlükleri tarafından yıllık olarak yeni şubelerin açılabilceği alanlar bir takım verilere dayalı olarak belirlenerek, plan ve program hazırlanır.
- Yapılan plan ve program genel müdürlük değerlendirmesine sunulur.
- Değerlendirme sonucunda yapılan plan ve program uygun bulunursa yeni şube açılış fizibilite çalışması başlatılır.
- Değerlendirme sonucunda yapılan plan ve program uygun bulunmazsa bölge müdürlükleri tarafından revizyon çalışmaları yapılır.

2. Yeni Şube Fizibilite Çalışmaları

- Açılması planlanan şubelerin fizibilite çalışmalarının etkili ve yerinde yapılabilmesi için 4 ana konu altında veriler bir araya getirilir:
 - Yeni şube açılışında etkilenecek mevcut şubelerin durum değerlendirmesi

- ii. Yeni açılacak şubenin durum değerlendirmesi
- iii. Rakip firma analizi
- iv. Yeni şubenin konumu, kiralama koşulları ve çalışma alanı haritası

i) Yeni Şube Açılışından Etkilenecek Mevcut Şubelerin Durum Değerlendirmesi

Açılması planlanan şube mevcuttaki diğer şubelerin operasyonel ve satış faaliyetlerini etkileyebilmektedir. Bu nedenle mevcut şubelerin, planlanan şubenin açılmadan önceki ve açıldıktan sonraki durumları için analiz çalışmaları yapılmaktadır.

- Etkilenen şubenin mevcut durumdaki adres sayısı, yeni açılacak şubeye verilecek adres sayısı ve etkilenen şubenin son durumdaki adres sayısı
- Etkilenen şubenin çalışan/çalışmayan müşteri sayısı, çalışmayan müşterilere ait tahmini ciro
- Yeni şubeye verilecek çalışan/çalışmayan müşteri sayısı, çalışmayan müşterilere ait tahmini ciro
- Etkilenen şubenin son durumdaki çalışan/çalışmayan müşteri sayısı ve çalışmayan müşterilere ait tahmini ciro
- Etkilenen şubenin mevcut personel sayısı, yeni şubeye verilecek personel sayısı ve etkilenen şubenin son duruma ait personel sayısı
- Etkilenen şubenin mevcut araç sayısı, yeni açılacak şubeye verilecek araç sayısı ve etkilenen şubenin son duruma ait araç sayısı
- Etkilenen şubeye ait ve yeni açılacak şubeye verilecek günlük ve aylık ciro bilgisi, etkilenecek şubenin son duruma ait günlük ve aylık ciro bilgisi
- Etkilenen şubeye ait ve yeni açılacak şubeye verilecek gelen/giden günlük ve aylık fatura bilgileri, etkilenecek şubenin son duruma ait günlük ve aylık gelen/giden fatura bilgisi
- Etkilenen şubeye ait ve yeni açılacak şubeye verilecek gelen/giden günlük ve aylık adres bilgileri, etkilenecek şubenin son duruma ait günlük ve aylık gelen/giden adres bilgisi

ii) Yeni Açılacak Şubenin Durum Değerlendirmesi

Yeni açılacak şubenin sahip olabileceği durumların değerlendirilmesi için aşağıdaki bilgiler üst yönetim değerlendirmesine sunulmaktadır.

- Yeni şubenin çalışma alanındaki adres kayıt sayısı ve bu yeni şubeye aktarılabilecek adreslerin detay (ilçe, mahalle, vs.) bilgisi

- Yeni şubeye ait çalışan ve çalışmayan müşteri sayıları ve detay bilgileri ile çalışmayan müşterilere ait tahmini ciro bilgisi ve bu yeni şubeye aktarılacak çalışan müşterilerin her birine ait son 6 aylık ciro dağılım bilgisi ve son 6 aylık ortalaması
- Yeni şubeye ait personel bilgisi detayı
- Yeni şubeye ait araç sayısı
- Mevcut durumdaki günlük ve aylık ciro bilgisi ile hedeflenen ciro bilgisi
- Gelen/giden günlük ve aylık fatura sayısı
- Gelen/giden günlük ve aylık adres sayısı

iii) Rakip Firma Analizi

Yeni şube açılması planlanan birim çalışma alanlarındaki rakip firmalara ait şubelerin analizleri yapılarak ilgili veriler değerlendirmeye sunulmaktadır.

iv) Yeni Şubenin Konumu, Kiralama Koşulları ve Çalışma Alanı Haritası

Açılması planlanan şubenin adres ve konum bilgileri, komşu şubeleri ve komşu rakip firmaları içeren harita çizimleri, kira bilgileri, görsel materyalleri, tabela durumu, otopark durumu, elektrik-su altyapısı, ısıtma durumu gibi bilgiler ilgili formlarla birlikte değerlendirmeye sunulmaktadır.

Mevcut durumda şehir merkezleri dışında bulunan yerlerdeki müşterilere haftanın belirli günleri hizmet verilmektedir. Şehir merkezi dışındaki bu müşterilerin yoğun kargo adeti olmadığından, bu alanlarda yeni bir şube açılmasının ek maliyet getirdiği düşünülmektedir. Bu sebeple şehir merkezi dışındaki müşterilere, şehir merkezindeki veya şehir merkezine yakın yerlerdeki şubeler tarafından haftanın belirli günleri hizmet verilmektedir. Fakat hem müşteri memnuniyeti açısından hem de özellikle gelişmekte olan şehirler için şehir dışlarındaki hızlı yapılanma ve nüfus yoğunluğundaki artış göz önünde bulundurulmalıdır. Bu sayede şube kurma stratejik kararı için anlık değil, geleceğe yönelik de yatırımların yapılması amacıyla, geliştirilen yeni modelde şehir merkezi dışındaki müşteriler için haftanın belirli günleri değil, şehir merkezindeki müşteriler gibi her gün hizmet verildiği düşünülmüştür.

3.1.3. Önerilen Matematiksel Model

Kargo sektöründe şube dağıtım alanları optimizasyonu kapsamında P-Medyan, küme kapsama modelleri ve çeşitleri, en büyük küme kapsama modelleri ve çeşitleri ve hiyerarşik küme kapsama modelleri ile yapılan çalışmalar detaylı olarak incelenmiştir. Uygulama alanı doğrultusunda her bir metodolojinin amaç fonksiyonu ve kısıtları değişkenlik göstermektedir. Bu çalışmada tek bir P-Medyan veya küme kapsama modeline bağlı kalınmayıp bu metodolojiler temeline dayalı olarak her bir metodolojinin kargo sektöründeki dağıtım alanları optimizasyonu kapsamında ele alınabilecek kısıtları ile bir matematiksel model geliştirilmiştir.

Bu çalışmada şube dağıtım alanları optimizasyonu olarak bir model oluşturulmuş olmakla birlikte aktarma merkezleri dağıtım alanları, perakende sektörü için dağıtım alanları gibi bir noktadan birden fazla noktaya ulaşım sağlanması gereken tüm yapılanmalarda da kullanılabilecek bir model geliştirilmiştir.

Dağıtım alanları optimizasyonu kapsamında geliştirilen modelde kullanılan veri setleri aşağıdaki gibidir:

- Müşteri – Şube Uzaklık Matrisi (km), Şube – Şube Uzaklık Matrisi (km)
- Müşteri Gönderi Hacmi Verileri (kg/desi)
- Mevcut ve Aday Şube Yatırım Maliyetleri + 2017 Yılı İlk 10 Ay İçin İşletme Maliyetleri (tl)
- Yakın Şube Kurulumu İçin Ceza Maliyeti Matrisi (tl)
- Her Bir Şubenin Hizmet Verebileceği Maksimum Kapsama Mesafesi (km)
- Birim Kg/Desi Ulaştırma Maliyeti (tl/km)

Çalışmada her bir müşterinin tüm mevcut ve yeni aday şubelere uzaklıkları, her bir şubenin tüm şubelere uzaklıkları gerçek lokasyon verileri kullanılarak elde edilmiştir. Müşteri gönderi hacimleri de 2017 yılının ilk 10 ayı için gerçek değerlerdir.

Kargo sektöründe dağıtım alanları optimizasyonu matematiksel modeli aşağıdaki gibi oluşturulmuştur.

J = Aday Şube Kümesi

I = Müşteri Kümesi

d_i = i müşterisinin gönderi hacmi (kg/desi)

c_j = j şubesinin açılış maliyeti + 2017 yılı ilk 10 ay için toplam aylık gideri (Türk Lirası)

B_{jk} = j ve k yakın şubelerini açma ceza maliyeti (Türk Lirası)

$dist_{ij}$ = i müşterisi ile j şubesi arası mesafe (kilometre)

S_j = j şubesinin hizmet verebileceği maksimum uzaklık (kilometre)

γ = 1 kg/desi gönderiyi 1 km ulaştırma maliyeti (Türk Lirası)

Karar Değişkenleri

$$y_j = \begin{cases} 1, j \text{ şubesi açılacaksa} \\ 0, j \text{ şubesi açılmayacaksa} \end{cases}$$

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, i \text{ müşterisi } j \text{ şubesine atanacaksa} \\ 0, i \text{ müşterisi } j \text{ şubesine atanmayacaksa} \end{cases}$$

Matematiksel Model:

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{Minimum Maliyet } Z = \sum_{j=1}^J y_j c_j + \sum_{\substack{t=1 \\ j \neq t}}^J \sum_{j=1}^J y_j y_t B_{jt} + \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J x_{ij} dist_{ij} d_i \gamma \quad (3.1)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{j=1}^J y_j \leq 7 \quad \forall j \in J \quad (3.2)$$

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J x_{ij} = 1 \quad \forall i \in I, j \in J \quad (3.3)$$

$$\sum_{i=1}^I d_i x_{ij} \leq 2500000 y_j \quad \forall i \in I, j \in J \quad (3.4)$$

$$x_{ij} dist_{ij} \leq S_j \quad \forall i \in I, j \in J \quad (3.5)$$

$$y_j \in \{0,1\} \quad \forall j \in J \quad (3.6)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall i \in I, j \in J \quad (3.7)$$

Modeldeki amaç fonksiyonu şube yatırım maliyeti, şube aylık giderleri, yakın şube açma ceza maliyeti ve ulaştırma maliyeti toplamının en küçüklenmesini içermektedir. Amaç fonksiyonundaki yatırım maliyeti ve aylık giderlerin toplamının hesaplaması 3.1.5.3. başlığında, yakın şube açma ceza maliyetinin hesaplaması 3.1.4. başlığında detaylı olarak anlatılmıştır. Amaç fonksiyonundaki birim kg/desi ulaştırma maliyeti ise şirket gizlilik politikası sebebi ile gerçek veri olmayıp gerçeğe yakın bir değer olarak 0,05 TL/km olarak eklenmiştir. Kısıt 3.2, 29 aday şube ($j = 1, 2, \dots, 29$) arasından en fazla 7 şube açılabileceğini ifade etmektedir. Kısıt 3.3, 2707 müşteriden her birinin ($i = 1, 2, 3, \dots, 2707$) sadece bir şubeye atanmasını sağlamaktadır. Kısıt 3.4, i müşterisinin j şubesine atanması için j şubesinin açılması gerektiğini yani ancak açılan bir şubeye müşteri atanmasının yapılabileceğini ifade etmektedir. Bu çalışmada açılan bir şubeye atanan müşterilerin gönderi hacimlerinin şube kapasitesini aşmamasını sağlamak için büyük bir kg/desi değeri belirlenmiştir. Buna istinaden kısıt 3.4'te açılan j şubesinin gönderi kapasitesinin 2500000 kg/desi'yi geçmemesi gerektiği ifade edilmektedir. Burada amaç şube kapasitesine uygun atama yapılmasını sağlamaktır. Kısıt 3.5, j şubesine atanan i müşterisinin, j şubesinin hizmet verdiği dağıtım alanını geçmemesini sağlamaktadır. Şubelerin hizmet verebileceği maksimum uzaklık bu çalışma için 400 km olarak belirlenmiştir ve her şube için bu değer atanmıştır. Kısıt 3.6 ve kısıt 3.7 ise şube açma değişkeninin ve müşterilerin şubelere atanması değişkeninin ikili değişken olduğunu ifade etmektedir.

Şube dağıtım alanları optimizasyonu çalışmasında oluşturulan matematiksel model P-Medyan ve kapsama modellerinden faydalanılarak oluşturulmuş olup, modeldeki hangi alanların hangi metodolojilerden faydalanılarak eklendiği aşağıdaki tabloda gösterilmiştir:

Tablo 3.4: Matematiksel Modelin Oluşturulmasında Faydalanılan Metodolojiler.

Oluşturulan Modeldeki Kısımlar		Literatürdeki ilgili Model
Amaç Fonksiyonu	Amaç fonksiyonundaki şube açılış maliyeti ve aylık giderlerle ilgili kısım: $\sum_{j=1}^J y_j c_j \quad \forall j \in J$	Küme Kapsama Modeli, Dinamik Küme Kapsama Modeli
Amaç Fonksiyonu	Amaç fonksiyonundaki yakın şube açma ceza maliyeti ile ilgili kısım: $\sum_{t=1}^J \sum_{j=1}^J y_j y_k B_{jk} \quad \forall j \in J, k \in J, j \neq k$ <i>(Buradaki B_{jk} hesaplaması 3.1.4. Yakın Şube Açma Ceza Maliyeti Hesaplama başlığında anlatılmıştır.)</i>	Başar, 2014 çalışmasından yola çıkılarak eklenmiştir.
Amaç Fonksiyonu	Amaç fonksiyonundaki ulaştırma maliyeti ile ilgili kısım: $\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J x_{ij} dist_{ij} d_i \gamma \quad \forall i \in I, j \in J$	P-Medyan Modeli
3.2 Kısıtı	$\sum_{j=1}^J y_j \leq 7 \quad \forall j \in J$	P-Medyan Modeli, En Büyük Küme Kapsama Modeli, Hiyerarşik En Büyük Küme Kapsama Modeli, Beklenen En Büyük Küme Kapsama Modeli, Aşamalı Küme Kapsama Modeli
3.3 Kısıtı	$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J x_{ij} = 1 \quad \forall i \in I, j \in J$	P-Medyan Modeli, Aşamalı Küme Kapsama Modeli

3.4 Kısıtı	$\sum_{i=1}^I d_i x_{ij} \leq 2500000 y_j \quad \forall i \in I, j \in J$	P-Medyan Modeli, Aşamalı Küme Kapsama Modeli
3.5 Kısıtı	$x_{ij} dist_{ij} \leq S_j \quad \forall i \in I, j \in J$	Hiyerarşik En Büyük Küme Kapsama Modeli, Töreyen, 2007 çalışmasından yola çıkılarak eklenmiştir.
3.6 Kısıtı	$y_j \in \{0,1\} \quad \forall j \in J$	P-Medyan Modeli, Küme Kapsama Modeli, En Büyük Küme Kapsama Modeli, Dinamik Küme Kapsama Modeli, Hiyerarşik En Büyük Küme Kapsama Modeli, Aşamalı Küme Kapsama Modeli
3.7 Kısıtı	$x_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall i \in I, j \in J$	P-Medyan Modeli, En Büyük Küme Kapsama Modeli, Dinamik Küme Kapsama Modeli, Hiyerarşik En Büyük Küme Kapsama Modeli

Modelde şube yatırım maliyetleri ve 2017 yılının ilk 10 ay toplam aylık giderleri için: Personel dağılımına göre 3 çeşit şube yapılanması kapsamında 3 çeşit maliyet ataması yapılmıştır. Gönderi hacminin ve müşteri lokasyonun yoğun olduğu bölgeler için 14 personele sahip büyük kadrolu şubelerin maliyet ataması yapılmıştır. Modelin amaçlarından biri de daha az sayıda daha büyük kapasitedeki şube yapılanmasına geçmek ve mevcuttaki dağıtım alanlarının birkaçının birleştirilerek tek merkezden dağıtımın sağlanması olduğundan yoğun olabilecek bölgeler için 14 personele sahip büyük kapasiteli şube maliyeti atanmıştır.

Bu tez çalışmasında sürekli alım yapılan veya teslimat yapılan müşteri lokasyonları verileri ile şube dağıtım alanı belirleme modeli oluşturulmuştur. Sürekli olmayan müşterilerin yani tek seferlik gönderi teslimatı veya tek seferlik müşteri adresinden gönderi alım hizmeti sunulan lokasyonların dahil edilmemesinin sebebi: Tek seferlik büyük gönderi hacmine sahip ve sürekli teslimat yapılan lokasyonlara uzaktaki bir teslimat noktasının, sürekli teslimat yapılan lokasyonlara çok uzakta bir şube lokasyonu önermesiyle minimum maliyet amacını saptırabilecek olmasıdır.

3.1.4. Yakın Şube Açma Ceza Maliyeti Hesaplama

Çalışmada minimum maliyetle dağıtım alanları optimizasyonu amaçlanmıştır ve bu kapsamda şube sayısının azaltılarak tüm müşteri ihtiyaçlarına hizmet sunacak şekilde optimum lokasyonlara şube konumlandırması sağlanmıştır. Yapılan literatür araştırmasında bankacılık ve perakende sektöründe yakın şube konumlandırma durumlarında ceza maliyeti hesaplamaları yapıldığı görülmüştür (Başar, 2014).

Dağıtım ağı içerisinde konumlandırılan her şube için kendisine yakın şubelerle arasında belirli bir mesafe olması hedeflenmiştir ve bu mesafeden daha yakın mesafede şube konumlandırmasının ceza maliyeti oluşturması sağlanmıştır. Yakın şube açılması ile katlanılacak şube açma maliyeti yerine tek bir şubenin insan, araç ve konum kapasitesinin arttırılmasının, iki veya daha fazla şube koordinasyonu yerine tek merkezden yönetiminin daha verimli olacağı düşünülmüştür. Tek merkezden iki veya daha fazla dağıtım alanı süreçlerinin yürütülmesinin ve takibinin, kısa sürede daha çok gönderi sorunlarının çözülmesine maliyet ve verimlilik açısından pozitif katkıları olacağı düşünülmektedir. Bu kapsamda şube dağıtım alanı optimizasyonu modelinde yakın şube açılması durumunda katlanılacak bir ceza maliyeti eklenmiştir. Fakat bu ceza maliyeti, minimum maliyet amaç fonksiyonuna direkt olarak eklenmemiş, yakınlık derecesine göre yapılan normalizasyon çalışması ile elde edilmiştir. Amaç iki şube arasında uzaklık arttıkça ceza maliyetinin azalmasını, uzaklık azaldıkça ceza maliyetinin artmasını sağlamaktır.

Bu kapsamda yapılan ceza maliyeti hesaplama çalışması şu şekildedir:

e_{jk} = Mesafeye bağlı olarak iki şubenin yakın şube olma parametresi

c_{ceza} = Yakın şube açma ceza maliyeti (Türk Lirası)

$dist_{jk}$ = j ve k şubeleri arası uzaklık (kilometre)

D = Yakın şube eşik mesafesi (kilometre): İki şubenin yakın şube olmaması için birbirine en az D mesafesinde uzak olması gerekmektedir, aksi durumda ceza maliyeti algoritması çalışır.

B_{jk} = j ve k yakın şubelerini açma ceza maliyeti (Türk Lirası)

c_{jk} = j ve k şubelerinin açılma kararına göre hesaplanan ceza katsayısı

Ceza Maliyeti Hesaplama Adımları:

$$e_{jk} = D - dist_{jk} \quad \forall j \in J, k \in J, j \neq k \quad (3.8)$$

Uzaklık arttıkça ödenen ceza maliyetinin azalması, uzaklık azaldıkça ödenen ceza maliyetinin artmasının sağlanması için D değerinden $dist_{jk}$ değeri çıkarılmıştır.

İki şube arasındaki uzaklık D değerinden büyük ise e_{jk} değeri negatif bir değer çıkacaktır. Bu durumlarda ceza maliyeti ödenmeyeceği için e_{jk} değeri ceza maliyeti matrisine 0 olarak eklenmiştir. $D \leq dist_{jk}$ değeri eğer negatif veya sıfır ise ceza maliyeti ödenmemektedir.

$$D \leq dist_{jk} \rightarrow e_{jk} = 0 \quad \forall j \in J, k \in J, j \neq k$$

İki şube arasındaki uzaklık D değerinden küçük ise e_{jk} değeri pozitif bir değer çıkacaktır ve ceza maliyeti hesaplanır.

$$D > dist_{jk} \rightarrow e_{jk} > 0 \quad \forall j \in J, k \in J, j \neq k$$

Tüm aday şubeler için hesaplan e_{jk} değeri normalize edilerek 0 ile 1 arasında bir değer elde edilmiş ve ceza maliyeti matrisi bu değer kullanılarak oluşturulmuştur.

$$e_{jk} = \begin{cases} 0 < e_{jk} < 1, & \text{Yakın şube eşik mesafesi aşıldığında} \\ 0, & \text{Yakın şube eşik mesafesi aşılmadığında} \end{cases}$$

$$c_{jk} = e_{jk} (y_{j \neq k}) (y_{k \neq j}) \quad \forall j \in J, k \in J, j \neq k \quad (3.9)$$

Tanımlanan yakınlık derecesine göre yakın şube açılması durumunda, normalize edilerek elde edilen 0 ile 1 arasındaki e_{jk} değeri, şube açılım kararı ikili değişkeni ile çarpılarak ceza katsayısı hesaplanır. Ceza katsayısı da her bir yakın şube için c_{ceza} maliyeti ile çarpılarak ödenecek ceza maliyeti belirlenir.

$$B_{jk} = c_{jk} c_{ceza} \quad \forall j \in J, k \in J, j \neq k \quad (3.10)$$

Tanımlanan eşik değerden yakın olan şubeler için tek seferde ödenecek olan ceza tutarının büyük değerler olmaması amaçlanmıştır. Bu sebeple ceza katsayısının, $c_{ceza} = 10.000 \text{ ₺}$ ile çarpılarak elde edilmesi sağlanmıştır.

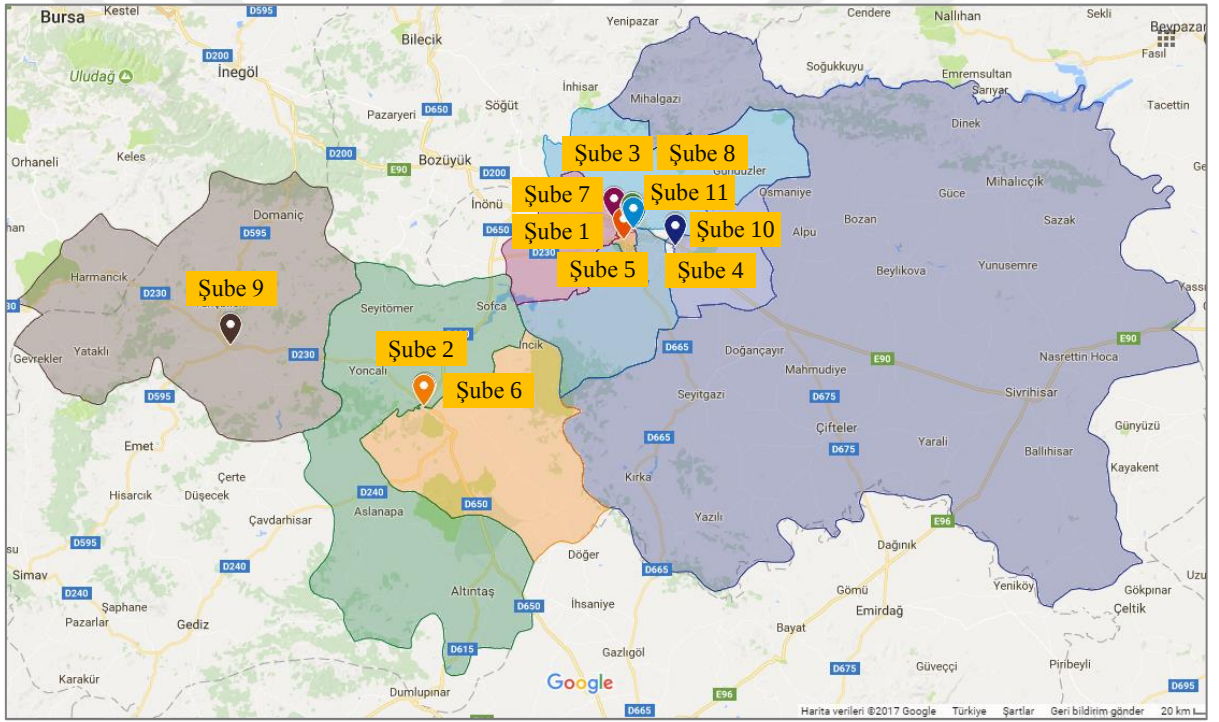
3.1.5. Veri Seti ve Model Geliştirme Aşamasında Kullanılan Araçlar

3.1.5.1. Analizde Kullanılan Uygulamalar

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yer seçimi kararlarına yönelik yapılan çalışmalarda konuma dayalı analizlerle karar vericilere yol gösteren en önemli araçlardır. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin temel bileşenlerinden biri de dijital haritalardır. Günümüzdeki dijital dönüşüm projeleri arasında yer alan dijital haritalar için birçok alternatif uygulama geliştirilmiş ve bu dijital haritaların adres yapılanmasını sundukları hizmetlerde kullanan sektörlerin temel uygulaması haline gelmiştir. Google Haritalar, Yandex Haritalar, Bing Haritalar, Apple Haritalar yaygın olarak kullanılan dijital haritalardır. Kargo sektöründe kullanılan dijital haritaların dağıtım alanlarındaki operasyonel faaliyetler için en kritik noktalarından biri de adres verilerinin güncelliğidir. Özellikle Türkiye'deki gibi karmaşık adres yapılanmasının standarda kavuşturulması, adres niteliklerinin güncel olarak takip edilmesi ve kargo taşımacılığı gibi adrese dayalı hizmetlerin daha etkin ve verimli bir şekilde yürütülmesini sağlamak amacıyla Ulusal Adres Veri Tabanı (UAVT) kurulmuştur (Tüik, 2017).

CBS kapsamında bu tez çalışmasında farklı veri çeşitlerinin kullanılabildiği, diğer ana sistemlerle entegrasyonu sağlanabilen, büyük verilerin çok kısa sürede analizini gerçekleştiren Google Haritalar araçları kullanılmıştır.

Kargo teslimatı çalışma alanlarının belirlenmesinde ve müşteri lokasyon bilgisine göre teslimat alanlarına şube atanmasında konum verilerinin yönetilmesi, farklı çeşitlerde görüntülenebilmesi, veri sorgulama, konuma dayalı analizlerin gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Mevcut durumda bir aktarma merkezine bağlı 11 adet şubenin konum bilgisi ve bu şubelerin dağıtım alanları Google Haritalar aracılığı ile aşağıdaki haritada gösterilmiştir:



Şekil 3.2: Mevcut Şube Dağıtım Alanları ve Şube Lokasyonları.

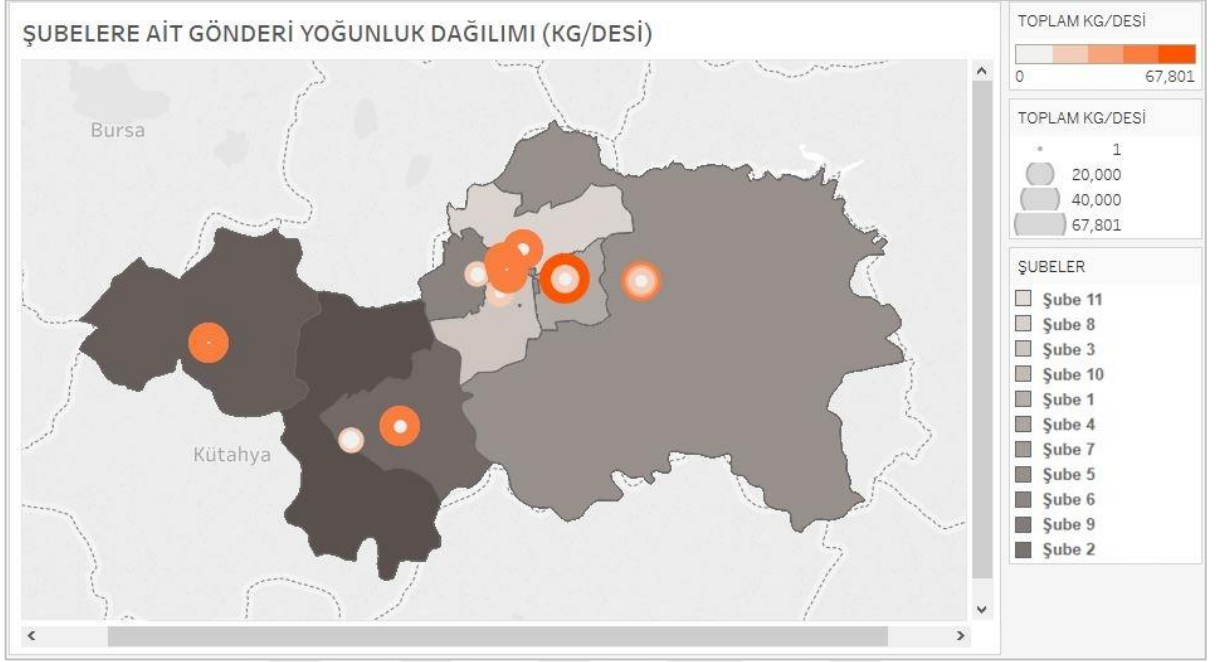


Şube 9	Şube 4 Şube 10	Şube 1 Şube 3 Şube 5 Şube 7 Şube 8 Şube 11	Şube 2 Şube 6
--------	-------------------	---	------------------

Şekil 3.3: Mevcut Şube Lokasyonları Yakın Görünüm.

Mevcut durumda bu şubelere bağlı olan müşterilerin de kargo yoğunluğunun gösterimi için verinin görselleştirilmesini sağlayan Tableau yazılımı kullanılmıştır. Müşteri kargo dağılım yoğunluğunun tableau aracı ile gösterilmesinin sebebi: Kullanıcıların kod yazımını gerektirmeden çeşitli kaynaklardan veri aktarımını, bu verilerin eşleştirilmesini, birleştirilmesini sağlayan, elde edilmek istenen veri çeşidine göre formüller yazılabilen ve tüm bu veriler için en uygun gösterge panelleri öneren bir araç olmasıdır. 2017 Şubat Gartner sihirli çeyrekler (Gartner Magic Quadrants) verilerine göre Tableau aracı, iş zekası ve analitik platformlar için lider konumda bir araçtır (Tableau, 2017).

Tableau veri görselleştirme aracı ile elde edilen büyük sayıda gönderi adeti ve kg/desi'sine sahip noktalar için şubelere ait gönderi yoğunluk dağılımı aşağıdaki gibidir:



Şekil 3.4: Büyük sayıda gönderi adeti ve kg/desi'sine sahip noktalar için şubelere ait gönderi yoğunluk dağılımı.

3.1.5.2. Müşteri – Şube Uzaklık Matrisi, Şube – Şube Uzaklık Matrisi

Büyük müşteri verisine sahip bir uygulamada her bir müşterinin mevcut ve aday şube lokasyonlarına uzaklıklarını manuel tespit etmek hem süre kaybına yol açmakta hem de insan inisiyatifinden dolayı hataya açık bir durum teşkil etmektedir. Bu çalışmada 2707 adet müşteriden her birinin lokasyonunun 29 adet şube lokasyonuna olan en kısa ulaşım uzaklığını ve her bir şubenin tüm şubelere olan uzaklığını tespit etmek için uzaklık matrisine veri oluşturulmasını sağlayan Google Haritalar Rota API'leri (Google Maps Directions Application Programming Interface) kullanılmıştır. Google Haritalar, varış yeri noktasına ulaşım mesafesini kilometre, metre, dakika, saniye türünden elde edilmesini sağlayabilmenin yanı sıra aynı zamanda araç ve yürüme şeklinde çeşitli ulaşım yöntemleri için yol tarifi elde edilmesini sağlamaktadır. Uygulama hizmet kullanıcısı tarafında bulunan Google Haritalar Javascript API'nin bir parçası olarak sunulabileceği gibi, Google Haritalar hizmetleri için Java, Python, Go, Node.js istemcileri ile sunucu tarafında kullanım da mevcuttur. Google Haritalar Rota API'sine bir URL dizesi olarak oluşturulmuş isteklerle, HTTP arayüzü aracılığıyla API anahtarı

üzerinden adres metni veya enlem/boylam koordinatları kullanarak erişilebilmektedir. Günümüzde adres bilgisi ve araç türlerine göre rota alternatifleri kullanan web sitesi ve mobil uygulama geliştiriciler tarafından Google Haritalar API'lerinden sağlanan haritalar içindeki rota verileri kullanılmaktadır. Çalışmada şube ve müşteriler arasındaki uzaklık matrisini oluşturabilmek için Google Haritalar Rota uygulamasının kullanılmasındaki en önemli amaç: Google Haritalarda araç rotalama problemi ile mümkün olan tüm yolları kapsamlı şekilde kısa sürede analiz etmek ve en kısa olan rotayı bulmak için gezgin satıcı problemi çözümünü sağlayan optimizasyon algoritmasını kullanıyor olmasıdır. Google Haritalar araç rotalama problemini aşağıdaki kapsamda ele alabilmektedir:

- Kapasite kısıtlamaları
- Her bir aracın teslimat yapacağı en fazla sayıdaki konum
- Zaman veya uzaklık kısıtlamaları
- Zaman pencereleri
- 2 nokta arasındaki öncelik ilişkileri

(Google Optimizasyon Araçları, 2017).

Mevcut durumda ele alınan dağıtım alanlarından sorumlu olan 11 adet şube bulunmaktadır. Bu şubeler dışında 18 adet aday şube lokasyon noktası da tespit edilerek toplamda 29 adet şube lokasyonu arasından minimum maliyet ile teslimatın sağlanacağı dağıtım alanlarının tespit edilmesi amaçlanmıştır. 18 adet aday şube lokasyonu seçimi için coğrafik yerleşim açısından uygunluk dikkate alınmıştır. Çünkü kurulması önerilen şube lokasyonlarına şube personellerinin ulaşımı da göz önünde bulundurulmuştur. Yerleşimin hiç olmadığı yerler için şube lokasyon noktası önerilmemiştir.

3.1.5.3. Şube Yatırım Maliyeti ve Aylık Giderler

Yeni şube açılışında yatırım maliyetlerini transit araç, yarı ticari araç ve motosiklet araç maliyetleri, bilgisayar, demirbaş, cep telefonu ve mobilya maliyetleri, varsa şube içinde boya ve tadilat maliyetleri ve bu maliyetlerin yaklaşık %10'una denk gelen ve görünmeyen maliyetler olarak adlandırılan diğer maliyetler oluşturmaktadır. Yatırım maliyetleri dışında bir de aylık giderler bulunmaktadır ve en önemli gider kalemi personel ücretleridir.

Mevcut durumda her şubede şube müdür yardımcısı, müşteri hizmetleri yönetmeni ve motorlu saha operasyon personeli bulunmamaktadır. Yine mevcut yapılanmada kargo şirketinin Türkiye’deki şube personel sayısı çoğunlukla 6 – 15 arası değişmektedir. Çalışmanın yapıldığı 11 adet şubenin personel sayıları da yine bu aralıkta değişkenlik göstermektedir. Dağıtım alanları optimizasyonu çalışmasında amaç şube sayısını veya aktarma merkezi sayısını arttırmak değil, optimum şube lokasyon noktalarında konumlandırılacak şubeler için kapasiteyi arttırarak daha az şube ile dağıtım alanlarında operasyonel etkinliği arttırmaktır. Bu sebeple minimum maliyet amaç fonksiyonuna sahip olan matematiksel modeldeki maliyetlerden biri de şube yatırım maliyeti ve 2017 yılı gönderi teslimatları ele alındığından 2017 yılının ilk 10 ayı için toplam aylık şube giderleridir. Amaç daha büyük kapasitedeki ve az sayıdaki şubeler ile kargo teslimatı gerçekleştirmek olduğundan mevcut durumdaki fazla sayıda personele sahip olan şubelerin personel sayılarına yakın sayıda personel sayısı belirlenmiştir. Kurulacak her bir şubenin ortalama personel sayısı bu çalışmada nüfus yoğunluğunun daha fazla olduğu bölgede 14 olarak, nüfus yoğunluğunun orta olduğu bölgede 11 olarak, nüfus yoğunluğunun daha az olduğu bölgede ise 10 olarak belirlenmiştir. 14 adet personel dağılımı: 1 Şube Müdürü, 1 Müşteri Hizmetleri Yönetmeni, 3 Müşteri Hizmetleri Sorumlu, 4 Sürücü Saha Operasyon Personeli, 2 Motorlu Saha Operasyon Personeli, 3 Yaya Saha Operasyon Personeli şeklinde belirlenmiştir. 11 adet personel dağılımı: 1 Şube Müdürü, 1 Müşteri Hizmetleri Yönetmeni, 2 Müşteri Hizmetleri Sorumlu, 3 Sürücü Saha Operasyon Personeli, 1 Motorlu Saha Operasyon Personeli, 3 Yaya Saha Operasyon Personeli şeklinde belirlenmiştir. 10 adet personel dağılımı: 1 Şube Müdürü, 1 Müşteri Hizmetleri Yönetmeni, 2 Müşteri Hizmetleri Sorumlu, 3 Sürücü Saha Operasyon Personeli, 1 Motorlu Saha Operasyon Personeli, 2 Yaya Saha Operasyon Personeli şeklinde belirlenmiştir.

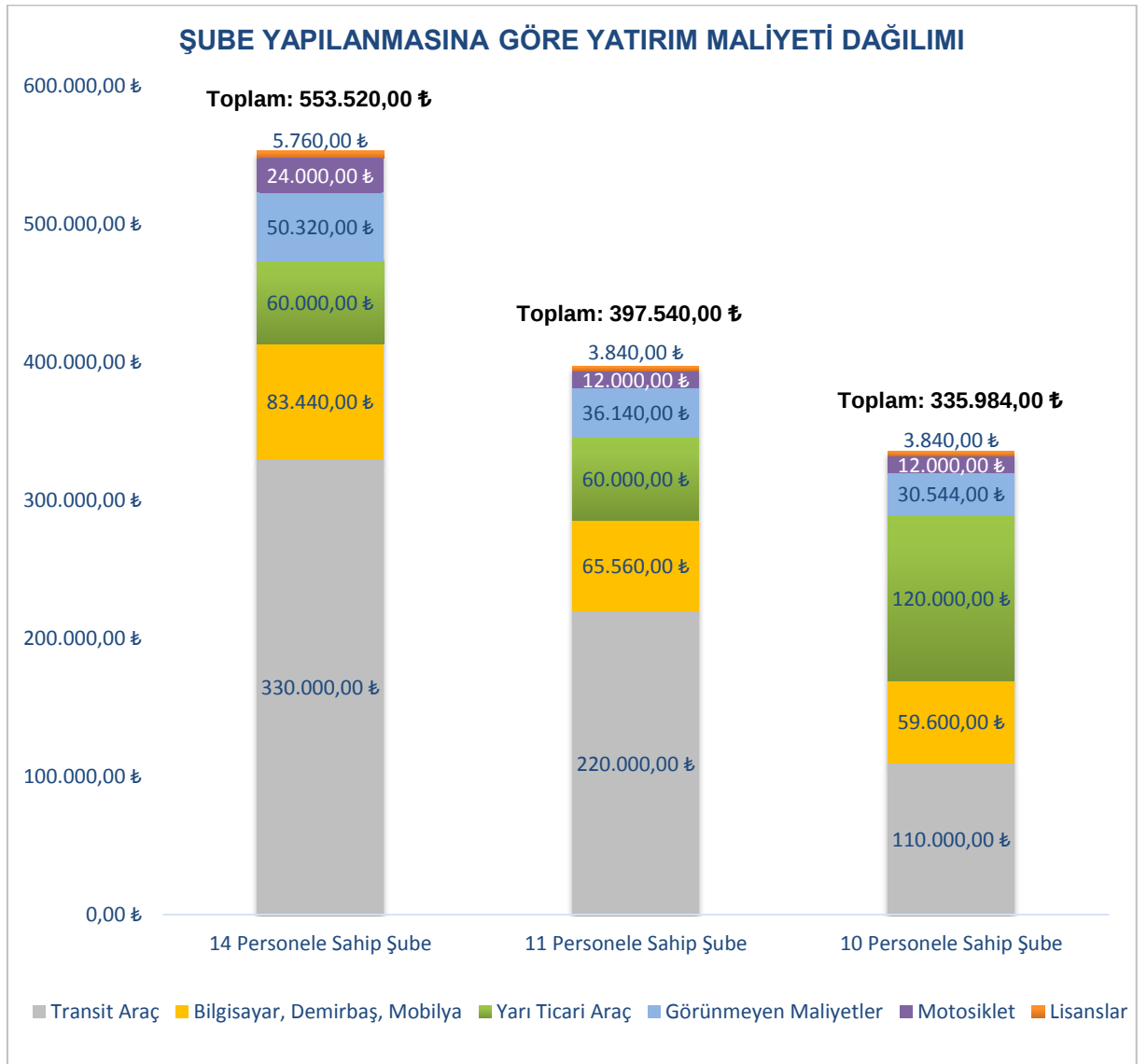
Tablo 3.5: Şube Personel Dağılımı.

	Şube Müdürü	Müşteri Hizmetleri Yönetmeni	Müşteri Hizmetleri Sorumlusu	Sürücü Saha Operasyon Personeli	Motorlu Saha Operasyon Personeli	Yaya Saha Operasyon Personeli
14 Personele Sahip Şube	1	1	3	4	2	3
11 Personele Sahip Şube	1	1	2	3	1	3
10 Personele Sahip Şube	1	1	2	3	1	2

Yeni bir şubenin açılması durumunda ilk olarak yatırım maliyeti ve sonraki dönemler için aylık işletme giderleri oluşmaktadır. Aşağıdaki tablo ve grafiklerde yatırım ve aylık giderler 14, 11 ve 10 personele sahip şubeler için ayrı ayrı gösterilmiştir. Şirket gizlilik politikası sebebi ile tablolardaki ve grafiklerdeki maliyet değerleri gerçek maliyet değerleri olmayıp gerçeğe yakın değerler olarak belirlenmiştir.

Tablo 3.6: Şube Yatırım Kalemleri.

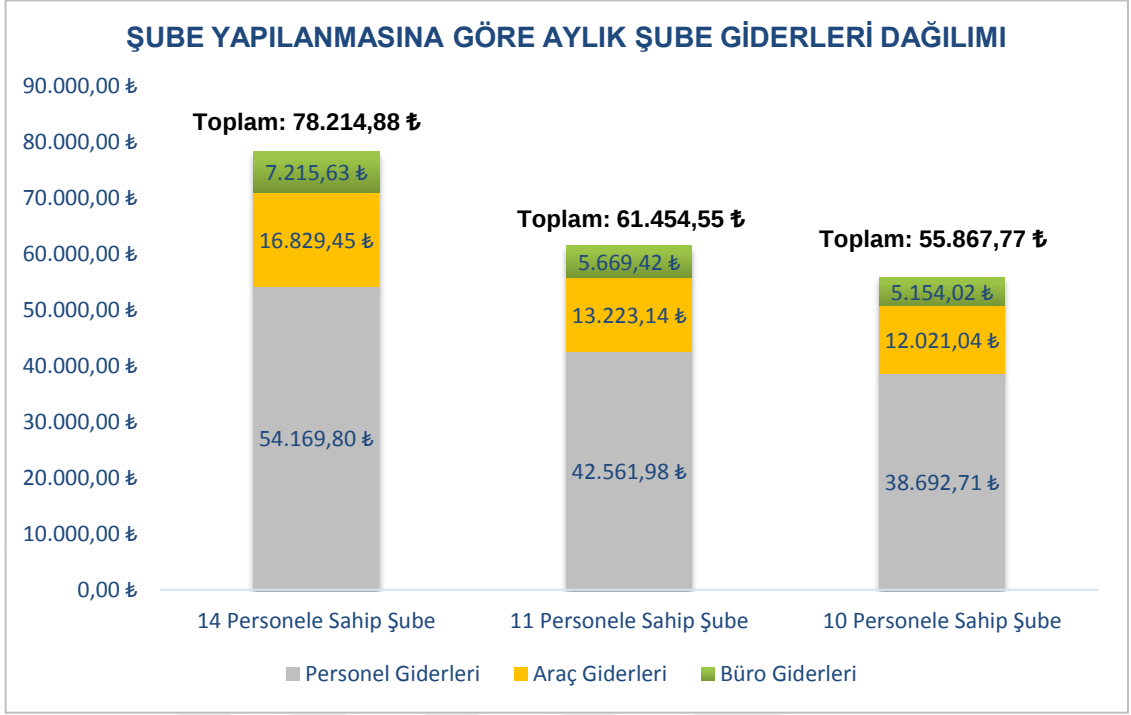
ŞUBE YAPILANMASINA GÖRE YATIRIM MALİYETLERİ									
	14 Personele Sahip Şube İçin Maliyet			11 Personele Sahip Şube İçin Maliyet			10 Personele Sahip Şube İçin Maliyet		
	Birim Maliyet (TL)	Adet	Maliyet	Birim Maliyet (TL)	Adet	Maliyet	Birim Maliyet (TL)	Adet	Maliyet
Transit Araç	110.000,00 ₺	3	330.000,00 ₺	110.000,00 ₺	2	220.000,00 ₺	110.000,00 ₺	1	110.000,00 ₺
Yarı Ticari Araç	60.000,00 ₺	1	60.000,00 ₺	60.000,00 ₺	1	60.000,00 ₺	60.000,00 ₺	2	120.000,00 ₺
Motosiklet	12.000,00 ₺	2	24.000,00 ₺	12.000,00 ₺	1	12.000,00 ₺	12.000,00 ₺	1	12.000,00 ₺
Bilgisayar, Demirbaş, Mobilya (Toplam personel sayısına eşit miktarda dağıtılarak elde edilmiştir.)	5.960,00 ₺	14	83.440,00 ₺	5.960,00 ₺	11	65.560,00 ₺	5.960,00 ₺	10	59.600,00 ₺
Lisanslar	960,00 ₺		5.760,00 ₺	960,00 ₺		3.840,00 ₺	960,00 ₺		3.840,00 ₺
Görünmeyen Maliyetler (Toplam maliyetin %10'u olarak hesaplanmıştır.)	50.320,00 ₺		50.320,00 ₺	36.140,00 ₺		36.140,00 ₺	30.544,00 ₺		30.544,00 ₺
	TOPLAM		553.520,00 ₺	TOPLAM		397.540,00 ₺	TOPLAM		335.984,00 ₺



Şekil 3.5: Şube Yapılanmasına Göre Yatırım Maliyeti Dağılımı.

Tablo 3.7: Şube Aylık Gider Kalemleri.

Gider Kalemleri	14 Personele Sahip Şube	11 Personele Sahip Şube	10 Personele Sahip Şube
Personel Giderleri			
Ücret Giderleri	42.073,63 ₺	33.057,85 ₺	30.052,59 ₺
Yemek Giderleri	4.207,36 ₺	3.305,79 ₺	3.005,26 ₺
Taşıma Giderleri	4.207,36 ₺	3.305,79 ₺	3.005,26 ₺
Kıyafet Giderleri	3.681,44 ₺	2.892,56 ₺	2.629,60 ₺
Personel Giderleri Toplam	54.169,80 ₺	42.561,98 ₺	38.692,71 ₺
Araç Giderleri			
Transit veya Yarı Ticari Araçlar İçin Motorin ve Yakıt Giderleri	6.836,96 ₺	5.371,90 ₺	4.883,55 ₺
Motosiklet Araçlar İçin Motorin ve Yakıt Giderleri	4.733,28 ₺	3.719,01 ₺	3.380,92 ₺
Araç Tamir, Bakım ve Onarım Giderleri	2.103,68 ₺	1.652,89 ₺	1.502,63 ₺
Araç Sigortası Giderleri	3.155,52 ₺	2.479,34 ₺	2.253,94 ₺
Araç Giderleri Toplam	16.829,45 ₺	13.223,14 ₺	12.021,04 ₺
Büro Giderleri			
Kira Giderleri	3.155,52 ₺	2.479,34 ₺	2.253,94 ₺
Enerji ve Su Giderleri	1.051,84 ₺	826,45 ₺	751,31 ₺
Bilgisayar Sarf Malzeme Giderleri	841,47 ₺	661,16 ₺	601,05 ₺
Kargo Taşıma Sarf Malzeme Giderleri	736,29 ₺	578,51 ₺	525,92 ₺
Kırtasiye ve Matbaa Giderleri	420,74 ₺	330,58 ₺	300,53 ₺
Haberleşme Giderleri	368,14 ₺	289,26 ₺	262,96 ₺
Bina Bakım Onarım Giderleri	157,78 ₺	123,97 ₺	112,70 ₺
Bilgisayar ve Fotokopi Onarım ve Yedek Parça Giderleri	126,22 ₺	99,17 ₺	90,16 ₺
Muhtelif Büro Giderleri	126,22 ₺	99,17 ₺	90,16 ₺
Küçük Demirbaş Bakım Onarım Giderleri	105,18 ₺	82,64 ₺	75,13 ₺
Yiyecek ve İçecek Giderleri	84,15 ₺	66,12 ₺	60,11 ₺
Temizlik Giderleri	42,07 ₺	33,06 ₺	30,05 ₺
Büro Giderleri Toplam	7.215,63 ₺	5.669,42 ₺	5.154,02 ₺
Personel + Araç + Büro Giderleri Toplamı	78.214,88 ₺	61.454,55 ₺	55.867,77 ₺



Şekil 3.6: Şube Yapılanmasına Göre 2017 Yılı İçin Aylık Şube Giderleri Dağılımı.

Tablo 3.8: Şube Yapılanmasına Göre Yatırım Maliyeti ve 2017 İlk 10 Ay İçin Toplam Maliyetler.

	Yatırım Maliyeti	2017 İlk 10 Ay	Toplam
14 Personele Sahip Şube	553.520,00 ₺	782.148,76 ₺	1.335.668,76 ₺
11 Personele Sahip Şube	397.540,00 ₺	614.545,45 ₺	1.012.085,45 ₺
10 Personele Sahip Şube	335.984,00 ₺	558.677,69 ₺	894.661,69 ₺

3.1.5.4. Birim Kg/Desi Ulaştırma Hizmet Maliyeti

Dağıtım alanları optimizasyonu çalışmasında birim kg/desi ulaştırma hizmet maliyeti olarak kilometre başına bir kg/desi ulaştırmanın maliyet verisi kullanılmıştır. Bu çalışmada bir kargonun çıkış şubeden müşteriye kadar olan tüm yolculuğu değil, kargonun varış şubesine ulaştıktan sonraki yani müşteriye teslimat operasyonları ele alınmıştır. Bu sebeple matematiksel modelin amaç fonksiyonunda yer alan ulaştırma maliyeti hesaplamasında: Varış şubesinden müşteriye olan uzaklık verisi (km), birim kg/desi ulaştırma maliyeti (tl) ve kargonun toplam kg/desi miktarı çarpım toplamaları kullanılmıştır. Birim kg/desi ulaştırma hizmet maliyeti şirket gizlilik politikası sebebi ile gerçek maliyet verisi olmayıp gerçeğe yakın değer olarak belirlenmiştir. Birim kg/desi ulaştırma maliyeti amaç fonksiyonuna 0,05 tl/km olarak eklenmiştir.

4. BULGULAR

Dağıtım alanları optimizasyonu kapsamında: 29 aday şube noktası ve 2707 müşteri lokasyonuna minimum maliyetle şubeden gönderi teslimatı için geliştirilen model LINGO optimizasyon programında kodlanmıştır. 18629 iterasyon sonunda optimum çözüm elde edilmiştir.

LINGO sonuç raporuna göre:

- En fazla 7 adet şubenin faaliyet göstermesi gerektiği kısıtı doğrultusunda, önerilen 29 şube lokasyonlarından 7 tanesi için optimum dağıtım noktası olduğu tespit edilmiştir.
- Yeni aday şubelerden Şube 13, Şube 20, Şube 24, Şube 26, Şube 27'nin ve mevcut şubelerden de Şube 6 ve Şube 10'un optimum dağıtım noktası olduğu ve gönderi teslimatları için minimum maliyetle dağıtım sağlanabilecek şubeler olduğu elde edilmiştir.
- Mevcut durumda faaliyet gösteren şubeler için ve yeni aday şubeler için kapasiteye bağlı olarak maliyet ataması yapılmıştır. Maliyet ataması yapılırken mevcut durumdaki gönderi hacmi ve müşteri lokasyon verisi büyük olan şubelere yüksek kadro sayılı şube yapılanması için belirlenen maliyetler, gönderi hacmi ve müşteri lokasyon verisi küçük olan şubelere düşük kadro sayılı şube yapılanması için belirlenen maliyetler atanmıştır.
- Yeni durumda müşteri - şube arası mesafelere, gönderi ve müşteri yoğunluğuna, şube yatırım maliyeti ve aylık gider değerlerine, kapasite kısıtlarına ve şube-şube arası mesafelere bağlı olarak çalıştırılan modelin LINGO sonuç verilerine göre:
 - ✓ Mevcut bir şube ise faaliyete devam edip etmeme kararı
 - ✓ Yeni aday şube ise optimum dağıtım noktası olup olmama yani kurulum kararı
 - ✓ Her bir şube için kapasite ve maliyet değerleri Tablo 4.1'de detaylı olarak gösterilmiştir.

Tablo 4.1: LINGO Sonucuna Göre Optimum Şube Lokasyonları ve Kapasite Dağılımları.

Kapasite Dağılımı							LINGO Sonucuna Göre: Faaliyete Devam Etme Kararı/ Yeni Dağıtım Noktası İçin Optimum Şube Lokasyonu
Mevcut Şube 1	En Büyük Yatırım Maliyet Payı	Adet	Toplam Yatırım Maliyeti (Tüm Araçlar + Bilgisayar, Demirbaş, Mobilya + Lisans + Görünmeyen Giderler)	En Büyük Aylık Gider Payı	Adet	2017 Yılı İlk 10 Ay İçin Toplam Gider (Personel + Araç + Büro)	Faaliyete Devam Etmemeli
	Transit	3	553.520,00 ₺	Personel	14	782.148,76 ₺	
	Yarı Ticari	1					
	Motosiklet	2					
	TOPLAM MALİYET:			1.335.668,76 ₺			
Mevcut Şube 2	En Büyük Yatırım Maliyet Payı	Adet	Toplam Yatırım Maliyeti (Tüm Araçlar + Bilgisayar, Demirbaş, Mobilya + Lisans + Görünmeyen Giderler)	En Büyük Aylık Gider Payı	Adet	2017 Yılı İlk 10 Ay İçin Toplam Gider (Personel + Araç + Büro)	Faaliyete Devam Etmemeli
	Transit	2	397.540,00 ₺	Personel	11	614.545,45 ₺	
	Yarı Ticari	1					
	Motosiklet	1					
	TOPLAM MALİYET:			1.012.085,45 ₺			
Mevcut Şube 3	En Büyük Yatırım Maliyet Payı	Adet	Toplam Yatırım Maliyeti (Tüm Araçlar + Bilgisayar, Demirbaş, Mobilya + Lisans + Görünmeyen Giderler)	En Büyük Aylık Gider Payı	Adet	2017 Yılı İlk 10 Ay İçin Toplam Gider (Personel + Araç + Büro)	Faaliyete Devam Etmemeli
	Transit	2	397.540,00 ₺	Personel	11	614.545,45 ₺	
	Yarı Ticari	1					
	Motosiklet	1					
	TOPLAM MALİYET:			1.012.085,45 ₺			
Mevcut Şube 4	En Büyük Yatırım Maliyet Payı	Adet	Toplam Yatırım Maliyeti (Tüm Araçlar + Bilgisayar, Demirbaş, Mobilya + Lisans + Görünmeyen Giderler)	En Büyük Aylık Gider Payı	Adet	2017 Yılı İlk 10 Ay İçin Toplam Gider (Personel + Araç + Büro)	Faaliyete Devam Etmemeli
	Transit	2	397.540,00 ₺	Personel	11	614.545,45 ₺	
	Yarı Ticari	1					
	Motosiklet	1					
	TOPLAM MALİYET:			1.012.085,45 ₺			
Mevcut Şube 5	En Büyük Yatırım Maliyet Payı	Adet	Toplam Yatırım Maliyeti (Tüm Araçlar + Bilgisayar, Demirbaş, Mobilya + Lisans + Görünmeyen Giderler)	En Büyük Aylık Gider Payı	Adet	2017 Yılı İlk 10 Ay İçin Toplam Gider (Personel + Araç + Büro)	Faaliyete Devam Etmemeli
	Transit	2	397.540,00 ₺	Personel	11	614.545,45 ₺	
	Yarı Ticari	1					
	Motosiklet	1					
	TOPLAM MALİYET:			1.012.085,45 ₺			

Kapasite Dağılımı							LINGO Sonucuna Göre: Faaliyete Devam Etme Kararı/ Yeni Dağıtım Noktası İçin Optimum Şube Lokasyonu
Mevcut Şube 6	En Büyük Yatırım Maliyet Payı	Adet	Toplam Yatırım Maliyeti (Tüm Araçlar + Bilgisayar, Demirbaş, Mobilya + Lisans + Görünmeyen Giderler)	En Büyük Aylık Gider Payı	Adet	2017 Yılı İlk 10 Ay İçin Toplam Gider (Personel + Araç + Büro)	Faaliyete Devam Etmeli
	Transit	2	397.540,00 ₺	Personel	11	614.545,45 ₺	
	Yarı Ticari	1					
	Motosiklet	1					
	TOPLAM MALİYET:			1.012.085,45 ₺			
Mevcut Şube 7	En Büyük Yatırım Maliyet Payı	Adet	Toplam Yatırım Maliyeti (Tüm Araçlar + Bilgisayar, Demirbaş, Mobilya + Lisans + Görünmeyen Giderler)	En Büyük Aylık Gider Payı	Adet	2017 Yılı İlk 10 Ay İçin Toplam Gider (Personel + Araç + Büro)	Faaliyete Devam Etmemeli
	Transit	2	397.540,00 ₺	Personel	11	614.545,45 ₺	
	Yarı Ticari	1					
	Motosiklet	1					
	TOPLAM MALİYET:			1.012.085,45 ₺			
Mevcut Şube 8	En Büyük Yatırım Maliyet Payı	Adet	Toplam Yatırım Maliyeti (Tüm Araçlar + Bilgisayar, Demirbaş, Mobilya + Lisans + Görünmeyen Giderler)	En Büyük Aylık Gider Payı	Adet	2017 Yılı İlk 10 Ay İçin Toplam Gider (Personel + Araç + Büro)	Faaliyete Devam Etmemeli
	Transit	2	397.540,00 ₺	Personel	11	614.545,45 ₺	
	Yarı Ticari	1					
	Motosiklet	1					
	TOPLAM MALİYET:			1.012.085,45 ₺			
Mevcut Şube 9	En Büyük Yatırım Maliyet Payı	Adet	Toplam Yatırım Maliyeti (Tüm Araçlar + Bilgisayar, Demirbaş, Mobilya + Lisans + Görünmeyen Giderler)	En Büyük Aylık Gider Payı	Adet	2017 Yılı İlk 10 Ay İçin Toplam Gider (Personel + Araç + Büro)	Faaliyete Devam Etmemeli
	Transit	3	553.520,00 ₺	Personel	14	782.148,76 ₺	
	Yarı Ticari	1					
	Motosiklet	2					
	TOPLAM MALİYET:			1.335.668,76 ₺			
Mevcut Şube 10	En Büyük Yatırım Maliyet Payı	Adet	Toplam Yatırım Maliyeti (Tüm Araçlar + Bilgisayar, Demirbaş, Mobilya + Lisans + Görünmeyen Giderler)	En Büyük Aylık Gider Payı	Adet	2017 Yılı İlk 10 Ay İçin Toplam Gider (Personel + Araç + Büro)	Faaliyete Devam Etmeli
	Transit	1	335.984,00 ₺	Personel	10	558.677,69 ₺	
	Yarı Ticari	2					
	Motosiklet	1					
	TOPLAM MALİYET:			894.661,69 ₺			

Kapasite Dağılımı							LINGO Sonucuna Göre: Faaliyete Devam Etme Kararı/ Yeni Dağıtım Noktası İçin Optimum Şube Lokasyonu
Mevcut Şube 11	En Büyük Yatırım Maliyet Payı	Adet	Toplam Yatırım Maliyeti (Tüm Araçlar + Bilgisayar, Demirbaş, Mobilya + Lisans + Görünmeyen Giderler)	En Büyük Aylık Gider Payı	Adet	2017 Yılı İlk 10 Ay İçin Toplam Gider (Personel + Araç + Büro)	Faaliyete Devam Etmemeli
	Transit	3	553.520,00 ₺	Personel	14	782.148,76 ₺	
	Yarı Ticari	1					
	Motosiklet	2					
	TOPLAM MALİYET:			1.335.668,76 ₺			
Yeni Aday Şube 12	En Büyük Yatırım Maliyet Payı	Adet	Toplam Yatırım Maliyeti (Tüm Araçlar + Bilgisayar, Demirbaş, Mobilya + Lisans + Görünmeyen Giderler)	En Büyük Aylık Gider Payı	Adet	2017 Yılı İlk 10 Ay İçin Toplam Gider (Personel + Araç + Büro)	Yeni dağıtım noktası için optimum lokasyon değil
	Transit	3	553.520,00 ₺	Personel	14	782.148,76 ₺	
	Yarı Ticari	1					
	Motosiklet	2					
	TOPLAM MALİYET:			1.335.668,76 ₺			
Yeni Aday Şube 13	En Büyük Yatırım Maliyet Payı	Adet	Toplam Yatırım Maliyeti (Tüm Araçlar + Bilgisayar, Demirbaş, Mobilya + Lisans + Görünmeyen Giderler)	En Büyük Aylık Gider Payı	Adet	2017 Yılı İlk 10 Ay İçin Toplam Gider (Personel + Araç + Büro)	Yeni dağıtım noktası için optimum lokasyon: Şube kurulmalı
	Transit	1	335.984,00 ₺	Personel	10	558.677,69 ₺	
	Yarı Ticari	2					
	Motosiklet	1					
	TOPLAM MALİYET:			894.661,69 ₺			
Yeni Aday Şube 14	En Büyük Yatırım Maliyet Payı	Adet	Toplam Yatırım Maliyeti (Tüm Araçlar + Bilgisayar, Demirbaş, Mobilya + Lisans + Görünmeyen Giderler)	En Büyük Aylık Gider Payı	Adet	2017 Yılı İlk 10 Ay İçin Toplam Gider (Personel + Araç + Büro)	Yeni dağıtım noktası için optimum lokasyon değil
	Transit	1	335.984,00 ₺	Personel	10	558.677,69 ₺	
	Yarı Ticari	2					
	Motosiklet	1					
	TOPLAM MALİYET:			894.661,69 ₺			
Yeni Aday Şube 15	En Büyük Yatırım Maliyet Payı	Adet	Toplam Yatırım Maliyeti (Tüm Araçlar + Bilgisayar, Demirbaş, Mobilya + Lisans + Görünmeyen Giderler)	En Büyük Aylık Gider Payı	Adet	2017 Yılı İlk 10 Ay İçin Toplam Gider (Personel + Araç + Büro)	Yeni dağıtım noktası için optimum lokasyon değil
	Transit	3	553.520,00 ₺	Personel	14	782.148,76 ₺	
	Yarı Ticari	1					
	Motosiklet	2					
	TOPLAM MALİYET:			1.335.668,76 ₺			

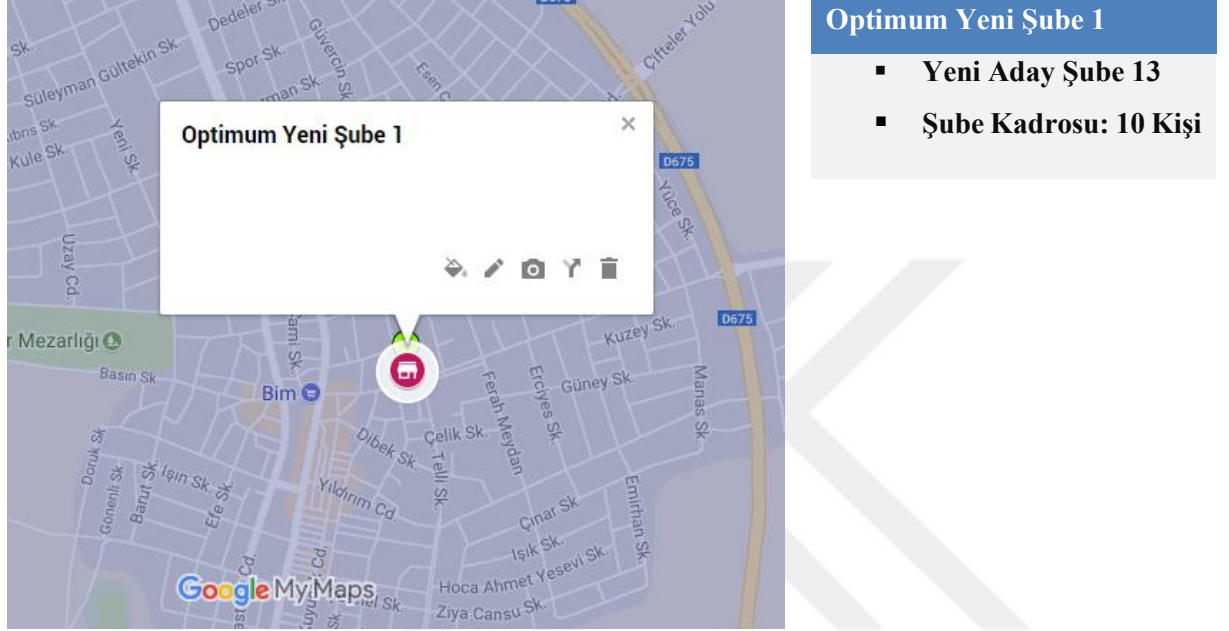
Kapasite Dağılımı							LINGO Sonucuna Göre: Faaliyete Devam Etme Kararı/ Yeni Dağıtım Noktası İçin Optimum Şube Lokasyonu
Yeni Aday Şube 16	En Büyük Yatırım Maliyet Payı	Adet	Toplam Yatırım Maliyeti (Tüm Araçlar + Bilgisayar, Demirbaş, Mobilya + Lisans + Görünmeyen Giderler)	En Büyük Aylık Gider Payı	Adet	2017 Yılı İlk 10 Ay İçin Toplam Gider (Personel + Araç + Büro)	Yeni dağıtım noktası için optimum lokasyon değil
	Transit	3	553.520,00 ₺	Personel	14	782.148,76 ₺	
	Yarı Ticari	1					
	Motosiklet	2					
	TOPLAM MALİYET:			1.335.668,76 ₺			
Yeni Aday Şube 17	En Büyük Yatırım Maliyet Payı	Adet	Toplam Yatırım Maliyeti (Tüm Araçlar + Bilgisayar, Demirbaş, Mobilya + Lisans + Görünmeyen Giderler)	En Büyük Aylık Gider Payı	Adet	2017 Yılı İlk 10 Ay İçin Toplam Gider (Personel + Araç + Büro)	Yeni dağıtım noktası için optimum lokasyon değil
	Transit	3	553.520,00 ₺	Personel	14	782.148,76 ₺	
	Yarı Ticari	1					
	Motosiklet	2					
	TOPLAM MALİYET:			1.335.668,76 ₺			
Yeni Aday Şube 18	En Büyük Yatırım Maliyet Payı	Adet	Toplam Yatırım Maliyeti (Tüm Araçlar + Bilgisayar, Demirbaş, Mobilya + Lisans + Görünmeyen Giderler)	En Büyük Aylık Gider Payı	Adet	2017 Yılı İlk 10 Ay İçin Toplam Gider (Personel + Araç + Büro)	Yeni dağıtım noktası için optimum lokasyon değil
	Transit	1	335.984,00 ₺	Personel	10	558.677,69 ₺	
	Yarı Ticari	2					
	Motosiklet	1					
	TOPLAM MALİYET:			894.661,69 ₺			
Yeni Aday Şube 19	En Büyük Yatırım Maliyet Payı	Adet	Toplam Yatırım Maliyeti (Tüm Araçlar + Bilgisayar, Demirbaş, Mobilya + Lisans + Görünmeyen Giderler)	En Büyük Aylık Gider Payı	Adet	2017 Yılı İlk 10 Ay İçin Toplam Gider (Personel + Araç + Büro)	Yeni dağıtım noktası için optimum lokasyon değil
	Transit	3	553.520,00 ₺	Personel	14	782.148,76 ₺	
	Yarı Ticari	1					
	Motosiklet	2					
	TOPLAM MALİYET:			1.335.668,76 ₺			
Yeni Aday Şube 20	En Büyük Yatırım Maliyet Payı	Adet	Toplam Yatırım Maliyeti (Tüm Araçlar + Bilgisayar, Demirbaş, Mobilya + Lisans + Görünmeyen Giderler)	En Büyük Aylık Gider Payı	Adet	2017 Yılı İlk 10 Ay İçin Toplam Gider (Personel + Araç + Büro)	Yeni dağıtım noktası için optimum lokasyon: Şube kurulmalı
	Transit	1	335.984,00 ₺	Personel	10	558.677,69 ₺	
	Yarı Ticari	2					
	Motosiklet	1					
	TOPLAM MALİYET:			894.661,69 ₺			

Kapasite Dağılımı							LINGO Sonucuna Göre: Faaliyete Devam Etme Kararı/ Yeni Dağıtım Noktası İçin Optimum Şube Lokasyonu
Yeni Aday Şube 21	En Büyük Yatırım Maliyet Payı	Adet	Toplam Yatırım Maliyeti (Tüm Araçlar + Bilgisayar, Demirbaş, Mobilya + Lisans + Görünmeyen Giderler)	En Büyük Aylık Gider Payı	Adet	2017 Yılı İlk 10 Ay İçin Toplam Gider (Personel + Araç + Büro)	Yeni dağıtım noktası için optimum lokasyon değil
	Transit	3	553.520,00 ₺	Personel	14	782.148,76 ₺	
	Yarı Ticari	1					
	Motosiklet	2					
	TOPLAM MALİYET:			1.335.668,76 ₺			
Yeni Aday Şube 22	En Büyük Yatırım Maliyet Payı	Adet	Toplam Yatırım Maliyeti (Tüm Araçlar + Bilgisayar, Demirbaş, Mobilya + Lisans + Görünmeyen Giderler)	En Büyük Aylık Gider Payı	Adet	2017 Yılı İlk 10 Ay İçin Toplam Gider (Personel + Araç + Büro)	Yeni dağıtım noktası için optimum lokasyon değil
	Transit	3	553.520,00 ₺	Personel	14	782.148,76 ₺	
	Yarı Ticari	1					
	Motosiklet	2					
	TOPLAM MALİYET:			1.335.668,76 ₺			
Yeni Aday Şube 23	En Büyük Yatırım Maliyet Payı	Adet	Toplam Yatırım Maliyeti (Tüm Araçlar + Bilgisayar, Demirbaş, Mobilya + Lisans + Görünmeyen Giderler)	En Büyük Aylık Gider Payı	Adet	2017 Yılı İlk 10 Ay İçin Toplam Gider (Personel + Araç + Büro)	Yeni dağıtım noktası için optimum lokasyon değil
	Transit	3	553.520,00 ₺	Personel	14	782.148,76 ₺	
	Yarı Ticari	1					
	Motosiklet	2					
	TOPLAM MALİYET:			1.335.668,76 ₺			
Yeni Aday Şube 24	En Büyük Yatırım Maliyet Payı	Adet	Toplam Yatırım Maliyeti (Tüm Araçlar + Bilgisayar, Demirbaş, Mobilya + Lisans + Görünmeyen Giderler)	En Büyük Aylık Gider Payı	Adet	2017 Yılı İlk 10 Ay İçin Toplam Gider (Personel + Araç + Büro)	Yeni dağıtım noktası için optimum lokasyon: Şube kurulmalı
	Transit	1	335.984,00 ₺	Personel	10	558.677,69 ₺	
	Yarı Ticari	2					
	Motosiklet	1					
	TOPLAM MALİYET:			894.661,69 ₺			
Yeni Aday Şube 25	En Büyük Yatırım Maliyet Payı	Adet	Toplam Yatırım Maliyeti (Tüm Araçlar + Bilgisayar, Demirbaş, Mobilya + Lisans + Görünmeyen Giderler)	En Büyük Aylık Gider Payı	Adet	2017 Yılı İlk 10 Ay İçin Toplam Gider (Personel + Araç + Büro)	Yeni dağıtım noktası için optimum lokasyon değil
	Transit	1	335.984,00 ₺	Personel	10	558.677,69 ₺	
	Yarı Ticari	2					
	Motosiklet	1					
	TOPLAM MALİYET:			894.661,69 ₺			

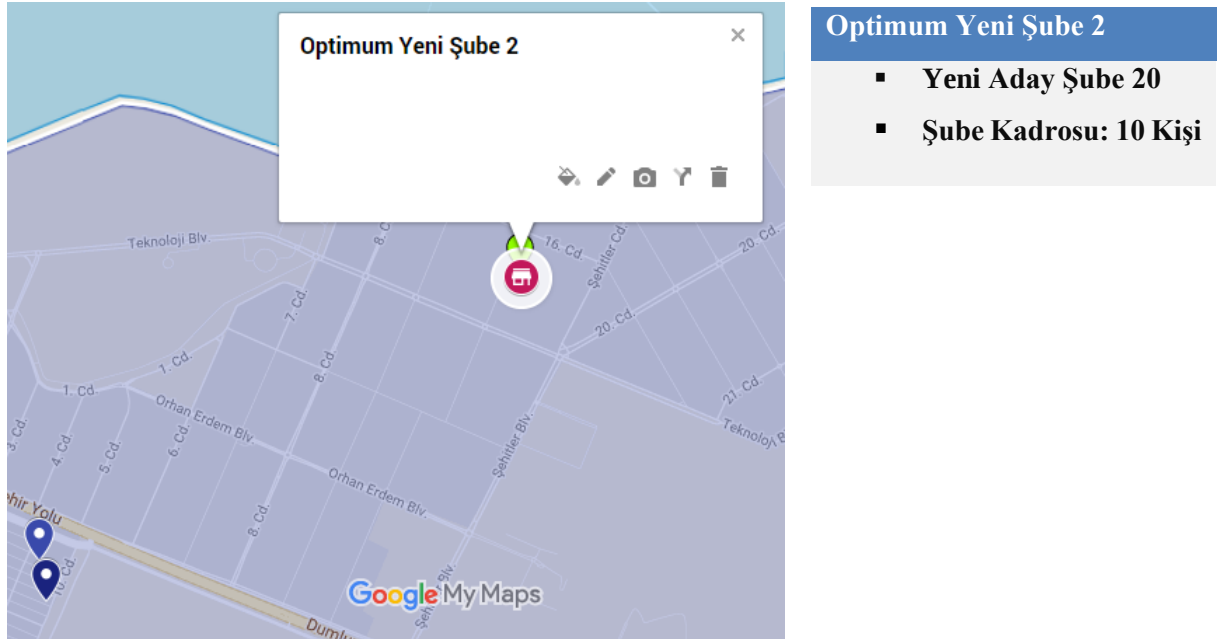
Kapasite Dağılımı							LINGO Sonucuna Göre: Faaliyete Devam Etme Kararı/ Yeni Dağıtım Noktası İçin Optimum Şube Lokasyonu
Yeni Aday Şube 26	En Büyük Yatırım Maliyet Payı	Adet	Toplam Yatırım Maliyeti (Tüm Araçlar + Bilgisayar, Demirbaş, Mobilya + Lisans + Görünmeyen Giderler)	En Büyük Aylık Gider Payı	Adet	2017 Yılı İlk 10 Ay İçin Toplam Gider (Personel + Araç + Büro)	Yeni dağıtım noktası olarak optimum lokasyon: Şube kurulmalı
	Transit	3	553.520,00 ₺	Personel	14	782.148,76 ₺	
	Yarı Ticari	1					
	Motosiklet	2					
	TOPLAM MALİYET:				1.335.668,76 ₺		
Yeni Aday Şube 27	En Büyük Yatırım Maliyet Payı	Adet	Toplam Yatırım Maliyeti (Tüm Araçlar + Bilgisayar, Demirbaş, Mobilya + Lisans + Görünmeyen Giderler)	En Büyük Aylık Gider Payı	Adet	2017 Yılı İlk 10 Ay İçin Toplam Gider (Personel + Araç + Büro)	Yeni dağıtım noktası olarak optimum lokasyon: Şube kurulmalı
	Transit	1	335.984,00 ₺	Personel	10	558.677,69 ₺	
	Yarı Ticari	2					
	Motosiklet	1					
	TOPLAM MALİYET:				894.661,69 ₺		
Yeni Aday Şube 28	En Büyük Yatırım Maliyet Payı	Adet	Toplam Yatırım Maliyeti (Tüm Araçlar + Bilgisayar, Demirbaş, Mobilya + Lisans + Görünmeyen Giderler)	En Büyük Aylık Gider Payı	Adet	2017 Yılı İlk 10 Ay İçin Toplam Gider (Personel + Araç + Büro)	Yeni dağıtım noktası için optimum lokasyon değil
	Transit	3	553.520,00 ₺	Personel	14	782.148,76 ₺	
	Yarı Ticari	1					
	Motosiklet	2					
	TOPLAM MALİYET:				1.335.668,76 ₺		
Yeni Aday Şube 29	En Büyük Yatırım Maliyet Payı	Adet	Toplam Yatırım Maliyeti (Tüm Araçlar + Bilgisayar, Demirbaş, Mobilya + Lisans + Görünmeyen Giderler)	En Büyük Aylık Gider Payı	Adet	2017 Yılı İlk 10 Ay İçin Toplam Gider (Personel + Araç + Büro)	Yeni dağıtım noktası için optimum lokasyon değil
	Transit	3	553.520,00 ₺	Personel	14	782.148,76 ₺	
	Yarı Ticari	1					
	Motosiklet	2					
	TOPLAM MALİYET:				1.335.668,76 ₺		

4.1. OPTİMUM ŞUBE LOKASYONLARI

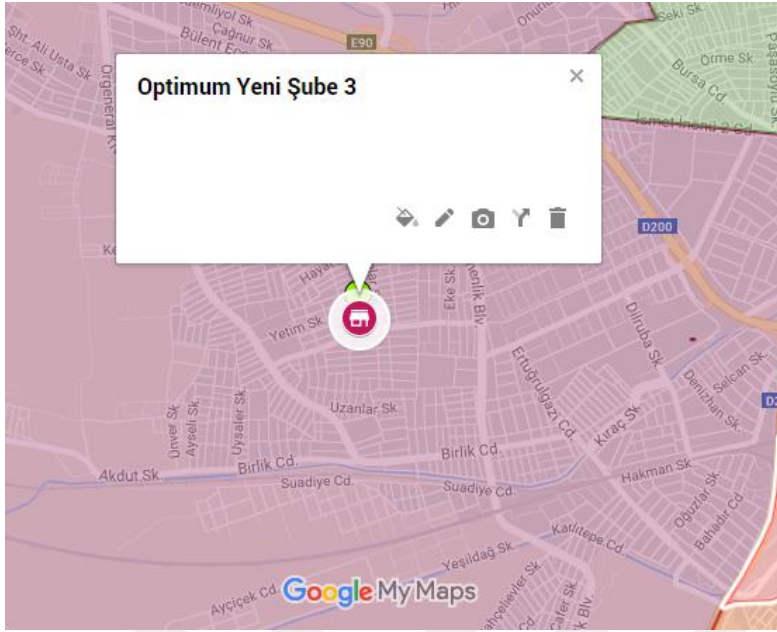
Yeni durumda, atanan müşterilere göre oluşan optimum dağıtım alanlarına minimum maliyetle ve tanımlanan kapasite koşullarını aşmadan dağıtım operasyonlarını gerçekleştirebilmeleri için önerilen optimum 7 adet şubenin lokasyonlarının harita görselleri şu şekildedir:



Şekil 4.1: Optimum Yeni Şube Lokasyonu 1.



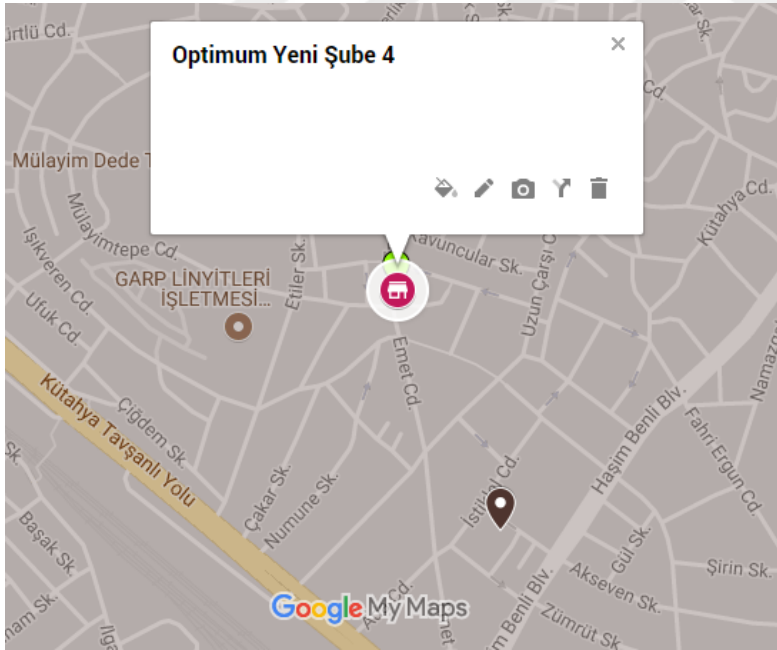
Şekil 4.2: Optimum Yeni Şube Lokasyonu 2.



Optimum Yeni Şube 3

- Yeni Aday Şube 24
- Şube Kadrosu: 10 Kişi

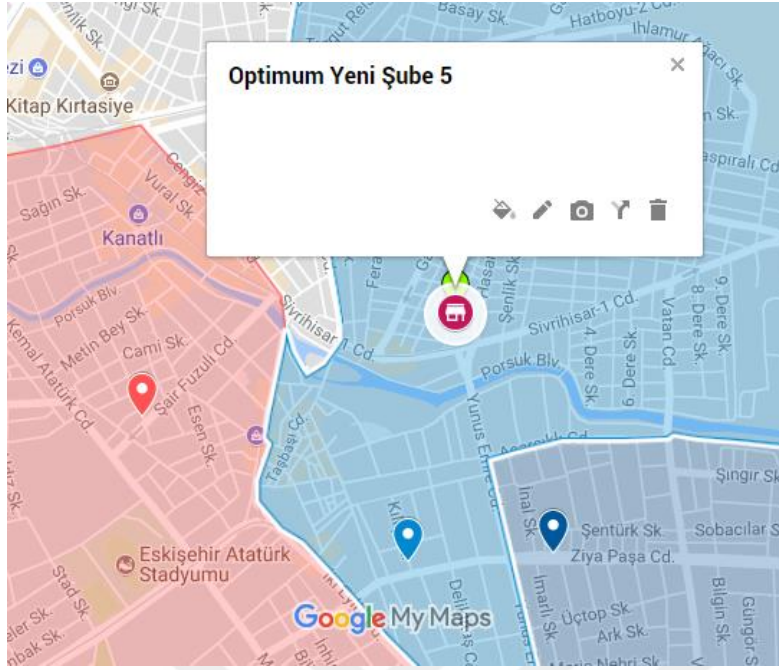
Şekil 4.3: Optimum Yeni Şube Lokasyonu 3.



Optimum Yeni Şube 4

- Yeni Aday Şube 26
- Şube Kadrosu: 14 Kişi

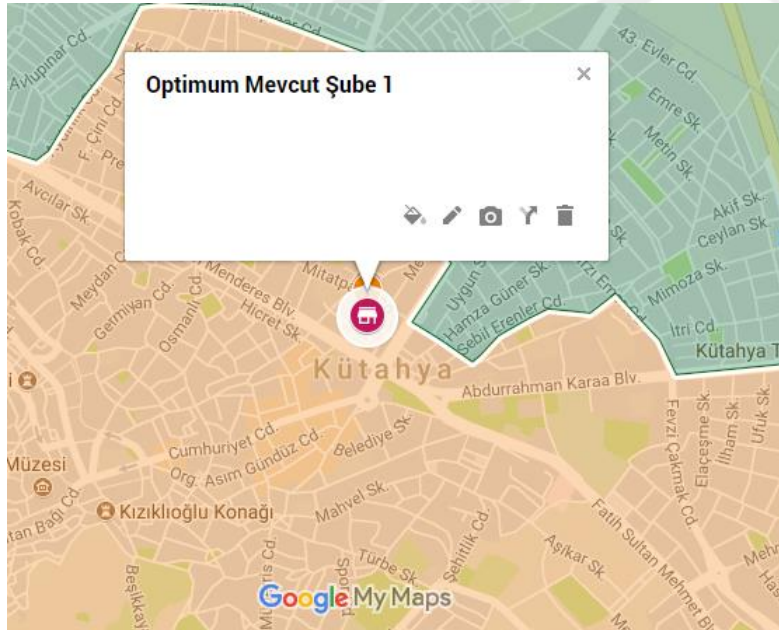
Şekil 4.4: Optimum Yeni Şube Lokasyonu 4.



Optimum Yeni Şube 5

- Yeni Aday Şube 27
- Şube Kadrosu: 10 Kişi

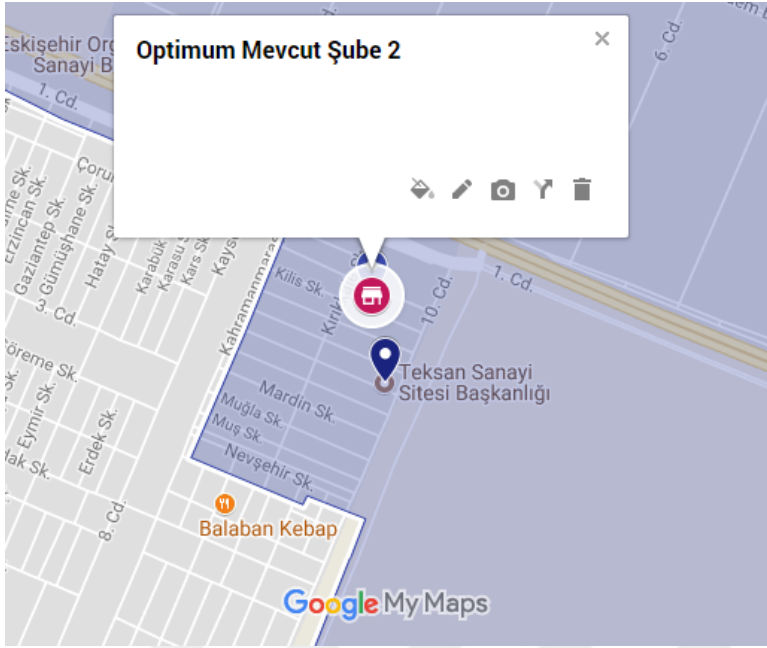
Şekil 4.5: Optimum Yeni Şube Lokasyonu 5.



Optimum Mevcut Şube 1

- Mevcut Şube 6
- Şube Kadrosu: 11 Kişi

Şekil 4.6: Optimum Mevcut Şube Lokasyonu 1.

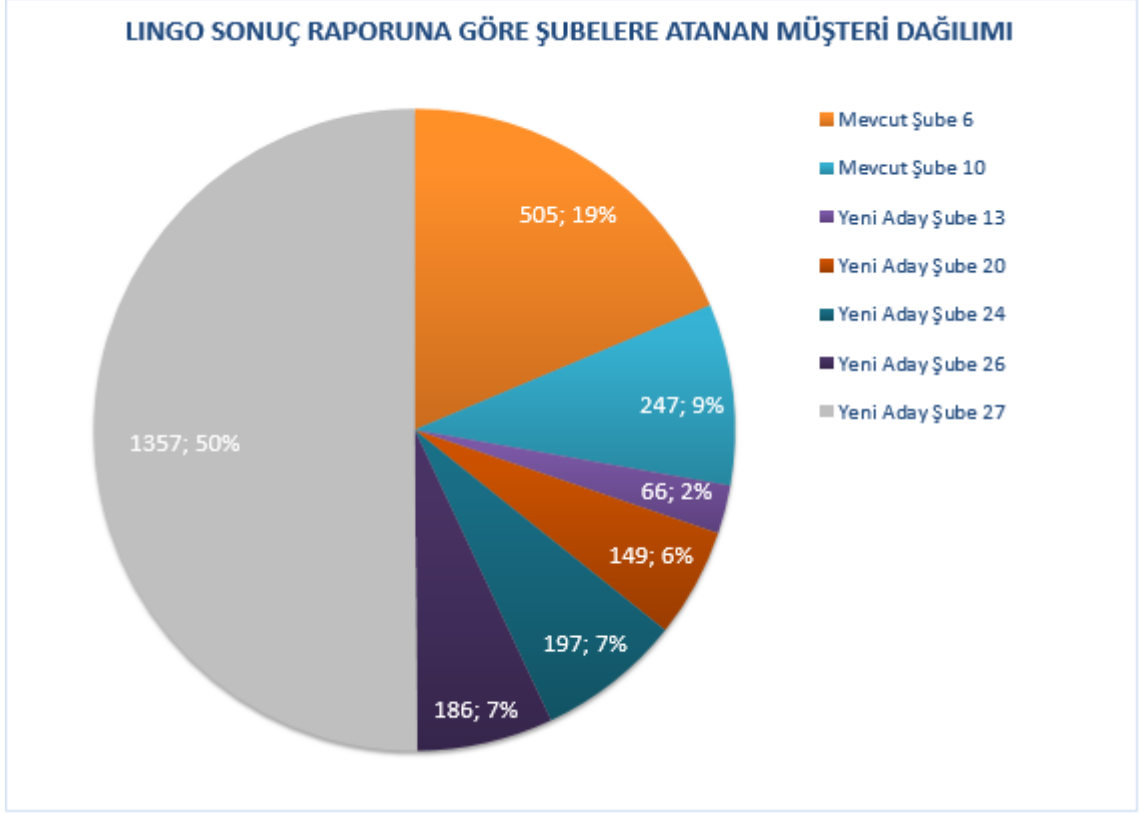


Optimum Mevcut Şube 2

- Mevcut Şube 10
- Şube Kadrosu: 10 Kişi

Şekil 4.7: Optimum Mevcut Şube Lokasyonu 2.

LINGO sonuç raporuna göre yeni durumda 2707 adet müşterinin önerilen optimum 7 adet şubeye atamaları şu şekildedir:



Şekil 4.8: LINGO Sonuç Raporuna Göre Yeni Durumda Şubelere Atanan Müşteri Dağılımı.

Burada 2707 adet müşterinin %50'si kadarına yeni aday şube 27'nin hizmet verdiği, diğer şubelerin ise geri kalan %50 müşteriyi paylaştığı görülmektedir. Tüm müşterilerin %19'una hizmet veren mevcut şube 6, 11 kişilik personel kadrosuyla, tüm müşterilerin %50'sine hizmet veren yeni aday şube 27 ise 10 kişilik personel kadrosuyla çalışmaktadır. Burada yeni aday şube 27'nin mevcut şube 6'ya göre 1 kişi daha az personel ile %31 oranında daha fazla müşteriye hizmet verebilmesinin sebebi: Yeni aday şubenin en fazla yoğun gönderinin olduğu nüfus bölgesinde ve birbirine yakın teslimat noktalarının olduğu bir lokasyonda olmasıdır. Mevcut şube 6 ise daha az nüfuslu bir alanda ve aralarında fazla mesafe bulunan bir müşteri kitlesine dağıtım hizmeti vermektedir. Optimizasyon modelinin amaç fonksiyonu minimum maliyettir ve LINGO sonuç raporuna göre dağıtım alanları optimizasyonunun minimum maliyet gerçekleştirilmesi için bu şekildeki bir yapılanma ile sağlanabileceği sonucu elde edilmiştir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Mevcut durumda şube konumlandırması ve şubelerin dağıtım alanları bir takım verilere dayalı olarak sektör tecrübelerine göre belirlenmektedir. Bu tez çalışmasında da amaç şube dağıtım alanlarının müşteri verileri ve hizmet sunma parametrelerine bağlı olarak tanımlanan modele göre optimizasyon aracı ile elde edilmesini sağlamaktır. Çalışmada öncelikle P-Medyan, küme kapsama modeli ve çeşitleri, en büyük küme kapsama modeli ve çeşitleri, hiyerarşik küme kapsama modeli detaylı analiz edilerek şube ve aktarma merkezi gibi tek merkezden dağıtım hizmeti sunan noktaların tespiti için uygun olan bir model geliştirilmeye çalışılmıştır. Fakat metodoloji analizlerinde görülmüştür ki kargo şubelerinin dağıtım alanlarının optimizasyonunda birden fazla kapsama modelinin birleştirilmesi şeklinde bir model oluşturulması gerekmektedir. Bu nedenle kargo sektöründeki şube dağıtım alanları optimizasyonu konusunda, sektörün gerektirdiği parametreler dahil edilerek kapsama modeli temelinde ve ulusal olarak daha önce hiç uygulanmamış bir matematiksel model geliştirilmiştir. Çalışma bir kargo şirketinin 1 aktarma merkezine bağlı 11 adet şube ve bu şubelere bağlı 2707 anlaşmalı müşterisi için gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen model LINGO optimizasyon aracında kodlanarak mevcut ve aday şube lokasyonlarına, 2017 yılında dağıtımı sağlanan 2707 müşterinin gönderi verisine ve şube yatırım maliyetlerine dayalı olarak program çalıştırılmıştır.

Küme kapsama modeli temelinde geliştirilen model esnek bir kapsama modeli olup farklı durumlar için ilgili kısıtlar eklenerek duruma özel sonuçlar elde edilebilir. Değişen müşteri konumlarını, müşteri portföyüne yeni eklenen ve büyük kargo hacmine sahip müşteri konumlarını ve portföyden çıkan müşteri konumlarını göz önünde bulundurarak belirli periyotlarda optimum dağıtım alanlarının elde edilmesi hedeflenmiştir. Dünya çapındaki kargo şirketlerinde de Türkiye'deki kargo şirketlerinde de amaç şube kurulumlarını arttırmak değil optimum dağıtım alanlarını belirleyerek tek merkezden dağıtımı sağlayabilmektir. Modelin güçlü yönlerinden biri de tek bir noktadan birden fazla noktaya ulaşarak hizmet sunan sektörler uygulanabilecek olmasıdır. Bu doğrultuda bu çalışmada belirlenen dağıtım alanları sadece şube yerleşimi için değil aktarma merkezi yerleşimleri ve perakende sektörü için de kullanılabilir. Bu tez çalışmasında sadece fiziki anlamda şube lokasyonlarının belirlenmesi değil minimum maliyetle müşteri lokasyonlarına göre hangi dağıtım alanlarında hangi konumdaki şubelerin hizmet sunması gerektiği belirlenmiştir.

Yapılan literatür çalışmasında lojistik sektörü için aktarma merkezi yer seçimi konusunda optimizasyon modelleri tespit edilmekle birlikte kargo sektörü özelinde şube dağıtım alanlarının belirlenmesine yönelik bir çalışma bulunmamaktadır. Bu bağlamda yapılan çalışma, kargo sektörünün dinamik yapısına uygun ve lojistik sektörüne göre daha geniş bir alanda ve daha kısa sürede taahhüt edilen teslimat hizmetinin sunulmasını sağlayan bir dağıtım alanları optimizasyon çalışması olarak literatüre katkı açısından önem taşımaktadır. Kargo sektöründe dağıtım alanları optimizasyonu çalışmasının literatüre katkısı Tablo 5.1'deki gibi özetlenebilir.

Tablo 5.1: Kargo Sektöründe Dağıtım Alanları Optimizasyonunun Literatüre Katkısı.

Kargo sektörü gibi dinamik ve taahhüt edilen sürede hizmet sunması gereken bir sektör için şube bazında dağıtım alanlarının optimizasyonu konusunda yeni bir çalışma

Benzer sektörlere uyarlanabilecek esnek bir matematiksel model

Sadece lokasyon verisi değil aynı zamanda gönderi hacmi, yatırım maliyetleri ve aylık giderlerin dahil edilerek şube dağıtım alan tespiti için optimizasyon modeli geliştirilmesi

Dağıtım alanları optimizasyonu kapsamında hedeflenen sonraki çalışmalar şu şekildedir:

- Bu tez çalışması 1 aktarma merkezine bağlı 11 adet şube ve bu şubelerin anlaşmalı müşterileri için yapılmıştır. Çalışmanın gelecekteki adımlarından biri, Türkiye'deki diğer aktarma merkezlerini ve bu aktarma merkezlerine bağlı olan tüm şubelerin anlaşmalı ve belirli gönderi hacmine kadar anlaşmasız müşterilerini de dahil etmek.
- Sürekli artan büyük veriyi kullanabilir ve yönetilebilir duruma getirerek sezgisel optimizasyon yöntemlerini uygulamak.
- Kurulması planlanan e-ticaret depoları, iş merkezleri, fabrikalar, alışveriş merkezleri, okullar, hastaneler, bilişim firmaları gibi kargo gönderisi fazla olan yapılanmaların lokasyonlarını da dağıtım alanlarına dahil etmek.
- Sadece uzaklık, gönderi hacmi ve maliyet gibi sayısal veriler ile değil, çok kriterli karar verme yöntemlerinin de dahil edilerek dağıtım alanlarının belirlenebilmesini sağlamak.
- Simülasyon araçları ile modelleme yapmak.
- Zaman pencereleri kullanılarak dağıtım saatleri için aralık tanımlanacak şekilde model geliştirmek.

KAYNAKLAR

- Abravaya, S., & Berend, D., 2009, Multi-dimensional dynamic facility location and fast computation at query points, *Information Processing Letters*, 109(8), 386-390.
- Acar, Y., Kadipasaoglu, S. N., & Day, J. M., 2009, Incorporating uncertainty in optimal decision making: Integrating mixed integer programming and simulation to solve combinatorial problems, *Computers & Industrial Engineering*, 56(1), 106-112.
- Aghezzaf, E., 2005, Capacity planning and warehouse location in supply chains with uncertain demands, *Journal of the Operational Research Society*, 56, 453-462.
- Akyüz, M. H., Öncan, T., & Altinel, I. K., 2010, The multi-commodity capacitated multi-facility Weber problem: heuristics and confidence intervals, *IIE Transactions*, 42(11), 825-841.
- Alanis, R., Ingolfsson, A., & Kolfal, B., 2010, A Markov chain model for an EMS system with repositioning, Alberta University.
- Albareda-Sambola, M., Fernández, E., Hinojosa, Y., & Puerto, J., 2009, The multi-period incremental service facility location problem, *Computers & Operations Research*, 36(5), 1356-1375.
- Albareda-Sambola, M., Fernández, E., & Saldanha-da-Gama, F., 2011, The facility location problem with Bernoulli demands, *Omega*, 39(3), 335-345.
- Alexandris, G., & Giannikos, I., 2010, A new model for maximal coverage exploiting GIS Capabilities, *European Journal of Operational Research*, 202(2), 328-338.
- Almetova, Z., Shepelev, V., & Shepelev, S., 2016, Cargo Transit Terminal Locations According to the Existing Transport Network Configuration, *Procedia Engineering*, 150, 1396-1402.
- Alonso-Ayuso, A., Escudero, L. F., Garín, A., Ortuño, M. T., & Pérez, G., 2003, An approach for strategic supply chain planning under uncertainty based on stochastic 0-1 programming, *Journal of Global Optimization*, 26(1), 97-124.
- Antunes, A., & Peeters, D., 2000, A dynamic optimization model for school network planning, *Socio-Economic Planning Sciences*, 34(2), 101-120.
- Antunes, A., & Peeters, D., 2001, On solving complex multi-period location models using simulated annealing, *European Journal of Operational Research*, 130(1), 190-201.

- Arabani, A. B., & Farahani, R. Z., 2012, Facility location dynamics: An overview of classifications and applications, *Computers & Industrial Engineering*, 62(1), 408-420.
- Averbakh, I., Berman, O., Drezner, Z., & Wesolowsky, G. O., 1998, The plant location problem with demand-dependent setup costs and centralized allocation, *European Journal of Operational Research*, 111(3), 543-554.
- Averbakh, I., 2003, Complexity of robust single facility location problems on networks with uncertain edge lengths, *Discrete Applied Mathematics*, 127(3), 505-522.
- Averbakh, I., Berman, O., Drezner, Z., & Wesolowsky, G. O., 2007, The uncapacitated facility location problem with demand-dependent setup and service costs and customer-choice allocation, *European Journal of Operational Research*, 179(3), 956-967.
- Baron, O., Berman, O., & Krass, D., 2008, Facility location with stochastic demand and constraints on waiting time, *Manufacturing & Service Operations Management*, 10(3), 484-505.
- Bashiri, M., & Hosseinienezhad, S. J., 2009, A fuzzy group decision support system for multi-facility location problems, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 42(5-6), 533-543.
- Başar, A., 2014, *Banka Şubeleri İçin Uygun Yer Seçiminin Belirlenmesi*, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Batanović, V., Petrović, D., & Petrović, R., 2009, Fuzzy logic based algorithms for maximum covering location problems, *Information Sciences*, 179(1), 120-129.
- Batta, R., Dolan, J. M., & Krishnamurthy, N. N., 1989, The maximal expected covering location problem: Revisited, *Transportation Science*, 23(4), 277-287.
- Batta, R., 1989, A queueing-location model with expected service time dependent queueing disciplines, *European Journal of Operational Research*, 39(2), 192-205.
- Behmardi, B., & Lee, S., 2008, Dynamic multi-commodity capacitated facility location problem in supply chain, *In IIE Annual Conference. Proceedings (p. 1914)*, Institute of Industrial and Systems Engineers (IISE).
- Berman, O., & Krass, D., 2002, The generalized maximal covering location problem, *Computers & Operations Research*, 29(6), 563-581.
- Berman, O., & Drezner, Z., 2006, Location of congested capacitated facilities with distance-sensitive demand, *IIE Transactions*, 38(3), 213-221.

- Berman, O., Drezner, Z., Krass, D., & Wesolowsky, G. O., 2009, The variable radius covering Problem, *European Journal of Operational Research*, 196(2), 516-525.
- Berman, O., Drezner, T., Drezner, Z., & Wesolowsky, G. O., 2009, A defensive maximal covering problem on a network, *International Transactions in Operational Research*, 16(1), 69-86.
- Berman, O., Drezner, Z., & Krass, D., 2010, Generalized coverage: New developments in covering location models, *Computers & Operations Research*, 37(10), 1675-1687.
- Bhatti, S. F., Lim, M. K., & Mak, H. Y., 2015, Alternative fuel station location model with demand learning, *Annals of Operations Research*, 230(1), 105-127.
- Boschetti, M., & Maniezzo, V., 2015, A set covering based matheuristic for a real-world city logistics problem, *International Transactions in Operational Research*, 22(1), 169-195.
- Bozkaya, B., Yanik, S., & Balcisoy, S., 2010, A GIS-based optimization framework for competitive multi-facility location-routing problem, *Networks and Spatial Economics*, 10(3), 297-320.
- Brotcorne, L., Laporte, G., & Semet, F., 2003, Ambulance location and relocation models, *European journal of operational research*, 147(3), 451-463.
- Campbell, J. F., 2009, Hub location for time definite transportation, *Computers & Operations Research*, 36(12), 3107-3116.
- Canel, C., Khumawala, B. M., Law, J., & Loh, A., 2001, An algorithm for the capacitated, multi-commodity multi-period facility location problem, *Computers & Operations Research*, 28(5), 411-427.
- Cangel, A., 2011, *Türkiye Beyaz Eşya Yan Sanayi Firmalarının Yer Seçim Kararlarında Kümelenme Dışsallıklarının Etkisinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Chan, Y., Carter, W. B., & Burnes, M. D., 2001, A multiple-depot, multiple-vehicle, location-routing problem with stochastically processed demands, *Computers & Operations Research*, 28(8), 803-826.
- Chan, Y., Mahan, J. M., Chrissis, J. W., Drake, D. A., & Wang, D., 2008, Hierarchical maximal-coverage location-allocation: case of generalized search-and-rescue, *Computers & Operations Research*, 35(6), 1886-1904.

- Chardaire, P., Sutter, A., & Costa, M. C., 1996, Solving the dynamic facility location problem, *Networks*, 28(2), 117-124.
- Chou, S. Y., Chang, Y. H., & Shen, C. Y., 2008, A fuzzy simple additive weighting system under group decision-making for facility location selection with objective/subjective attributes, *European Journal of Operational Research*, 189(1), 132-145.
- Chrissis, J. W., Davis, R. P., & Miller, D. M., 1982, The dynamic set covering problem, *Applied Mathematical Modelling*, 6(1), 2-6.
- Church, R., & ReVelle, C., 1974, The maximal covering location problem, *Papers in regional science*, 32(1), 101-118.
- Church, R. L., & Eaton, D., 1981, Hierarchical location analysis utilizing covering objectives, *Working Paper, Department of Geography, University of California at Santa Barbara*.
- Cooper, L., 1963, Location-allocation problems, *Operations research*, 11(3), 331-343.
- Crew, M. A., & Kleindorfer, P. R., 2012, *Postal and delivery services: Delivering on competition*, Springer Science & Business Media, New Jersey, U.S.A., ISBN: 9781461349785.
- Crew, M. A., & Brennan, T. J., 2014, *The role of the postal and delivery sector in a digital age*, Edward Elgar Publishing, New Jersey, U.S.A, ISBN: 9781782546337.
- Cromley, R. G., Lin, J., & Merwin, D. A., 2012, Evaluating representation and scale error in the maximal covering location problem using GIS and intelligent areal interpolation, *International Journal of Geographical Information Science*, 26(3), 495-517.
- Current, J. R., & Storbeck, J. E., 1988, Capacitated covering models. *Environment and planning B: planning and Design*, 15(2), 153-163.
- Current, J., Daskin, M., & Schilling, D., 2002, Discrete network location models, *Facility location: applications and theory*, 1, 81-118.
- Dantrakul, S., Likasiri, C., & Pongvuthithum, R., 2014, Applied p-median and p-center algorithms for facility location problems, *Expert Systems with Applications*, 41(8), 3596-3604.
- Daskin, M. S., 1983, A maximum expected covering location model: formulation, properties and heuristic solution, *Transportation Science*, 17(1), 48-70.

- Daskin, M. S., Hopp, W. J., & Medina, B., 1992, Forecast horizons and dynamic facility location planning, *Annals of Operations Research*, 40(1), 125-151.
- Daskin, M. S., 1995, *Network and Discrete Location: Models, Algorithms, and Applications*, John Wiley & Sons, Newyork, ISBN: 9780471018971.
- Daskin, M. S., & Dean, L. K., 2004, Location of health care facilities, *Operations research and health care*, 43-76.
- Davari, S., Zarandi, M. H. F., & Hemmati, A., 2011, Maximal covering location problem (MCLP) with fuzzy travel times, *Expert Systems with Applications*, 38(12), 14535-14541.
- Davari, S., Zarandi, M. F., & Turksen, I. B., 2013, The incomplete hub-covering location problem considering imprecise location of demands, *Scientia Iranica*, 20(3), 983-991.
- Davari, S., Zarandi, M. H. F., & Turksen, I. B., 2013, A greedy variable neighborhood search heuristic for the maximal covering location problem with fuzzy coverage radii, *Knowledge-Based Systems*, 41, 68-76.
- Dell'Olmo, P., Ricciardi, N., & Sgalambro, A., 2014, A multiperiod maximal covering location model for the optimal location of intersection safety cameras on an urban traffic network, *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 108, 106-117.
- Dias, J., Captivo, M. E., & Clímaco, J., 2006, Capacitated dynamic location problems with opening, closure and reopening of facilities, *IMA Journal of Management Mathematics*, 17(4), 317-348.
- Dias, J., Captivo, M. E., & Clímaco, J., 2007a, Dynamic multi-level capacitated and uncapacitated location problems: an approach using primal-dual heuristics, *Operational Research*, 7(3), 345-379.
- Dias, J., Captivo, M. E., & Clímaco, J., 2007, Efficient primal-dual heuristic for a dynamic location problem, *Computers & Operations Research*, 34(6), 1800-1823.
- Dias, J., Captivo, M. E., & Clímaco, J., 2008, A memetic algorithm for multi-objective dynamic location problems, *Journal of Global Optimization*, 42(2), 221-253.
- DjeniĆ, A., Radojićić, N., Marić, M., & Mladenović, M., 2016, Parallel VNS for bus terminal location problem, *Applied Soft Computing*, 42, 448-458.
- Drezner, Z., & Wesolowsky, G. O., 1991, Facility location when demand is time dependent, *Naval Research Logistics (NRL)*, 38(5), 763-777.

- Drezner, Z., & Wesolowsky, G. O., 1996, Location-allocation on a line with demand-dependent costs, *European journal of operational research*, 90(3), 444-450.
- Dökmeci, V. F., 1973, An optimization model for a hierarchical spatial system, *Journal of Regional Science*, 13(3), 439-451.
- Eiselt, H. A., & Marianov, V., 2009, Gradual location set covering with service quality, *Socio-Economic Planning Sciences*, 43(2), 121-130.
- Eiselt, H. A., & Sandblom, C. L., 2013, Decision analysis, location models, and scheduling Problems, Springer Science & Business Media.
- Emamizadeh, B., & Farahani, R. Z., 1997, Facility location and relocation in global manufacturing strategy, *In FAIM conference*, Middlesbrough, England.
- Erlenkotter, D., 1981, A comparative study of approaches to dynamic location problems, *European Journal of Operational Research*, 6(2), 133-143.
- Esnaf, Ş., & Küçükdeniz, T., 2009, A fuzzy clustering-based hybrid method for a multi-facility location problem, *Journal of Intelligent Manufacturing*, 20(2), 259-265.
- Espejo, L. G. A., Galvao, R. D., Boffey, B., 2003, Dual-based heuristics for a hierarchical covering location problem, *Computers & Operations Research*, 30(2), 165-180.
- Farahani, R. Z., Abedian, M., & Sharahi, S., 2009, Dynamic facility location problem, *In Facility Location* (pp. 347-372), Physica-Verlag HD.
- Farahani, R. Z., Drezner, Z., & Asgari, N., 2009, Single facility location and relocation problem with time dependent weights and discrete planning horizon, *Annals of Operations Research*, 167(1), 353-368.
- Farahani, R. Z., & Hekmatfar, M., 2009, Facility Location: Concepts, *Models, Algorithms and Case Studies VIII*, 73.
- Farahani, R. Z., Asgari, N., Heidari, N., Hosseini, M., & Goh, M., 2012, Covering problems in facility location: A review, *Computers & Industrial Engineering*, 62(1), 368-407.
- Farahani, R. Z., Hekmatfar, M., Arabani, A. B., & Nikbakhsh, E., 2013, Hub location problems: A review of models, classification, solution techniques, and applications, *Computers & Industrial Engineering*, 64(4), 1096-1109.

- Farahani, R. Z., Hassani, A., Mousavi, S. M., & Baygi, M. B., 2014, A hybrid artificial bee colony for disruption in a hierarchical maximal covering location problem, *Computers & Industrial Engineering*, 75, 129-141.
- Frantzeskakis, M., & Watson-Gandy, C. D. T., 1989, The use of state space relaxation for the dynamic facility location problem, *Annals of Operations Research*, 18(1), 187-211.
- Gabor, A. F., & Van Ommeren, J. C. W., 2006, An approximation algorithm for a facility location problem with stochastic demands and inventories, *Operations research letters*, 34(3), 257-263.
- Gebennini, E., Gamberini, R., & Manzini, R., 2009, An integrated production–distribution model for the dynamic location and allocation problem with safety stock optimization, *International Journal of Production Economics*, 122(1), 286-304.
- Gen, M., & Syarif, A., 2005, Hybrid genetic algorithm for multi-time period production/distribution planning, *Computers & Industrial Engineering*, 48(4), 799-809.
- Gendreau, M., Laporte, G., & Semet, F., 2001, A dynamic model and parallel tabu search heuristic for real time ambulance relocation, *Parallel Computing*, 27(12), 1641–1653.
- Geunes, J., Levi, R., Romeijn, H. E., & Shmoys, D. B., 2011, Approximation algorithms for supply chain planning and logistics problems with market choice, *Mathematical programming*, 130(1), 85-106.
- Ghiani, G., Leporte G., Musmanno R., 2013, *Introduction to Logistics Systems Management*, Wiley, New York, U.S.A, ISBN: 9781119943389.
- Goldberg, J., & Paz, L., 1991, Locating emergency vehicle bases when service time depends on call location, *Transportation science*, 25(4), 264-280.
- Google Optimizasyon Araçları, *Araç Rotalama Problemi*, 2017, https://developers.google.com/optimization/routing/tsp/vehicle_routing, [Ziyaret Tarihi: 3 Kasım 2017].
- Göncü, K. K., 2010, Lojistik sektöründe kargo taşımacılığında uzak nokta çözümleri, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi.
- Gue, K. R., 2003, A dynamic distribution model for combat logistics, *Computers & Operations Research*, 30(3), 367-381.
- Gürsel, H., 1972, Kuruluş Yeri Teorileri, *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 27(02).

- Hakimi, S. L., 1964, Optimum locations of switching centers and the absolute centers and medians of a graph, *Operations research*, 12(3), 450-459.
- Hinojosa, Y., Puerto, J., & Fernández, F. R., 2000, A multiperiod two-echelon multicommodity capacitated plant location problem, *European Journal of Operational Research*, 123(2), 271-291.
- Hinojosa, Y., Kalcsics, J., Nickel, S., Puerto, J., & Velten, S., 2008, Dynamic supply chain design with inventory, *Computers & Operations Research*, 35(2), 373-391.
- Huang, S., Wang, Q., Batta, R., & Nagi, R., 2015, An integrated model for site selection and space determination of warehouses, *Computers & Operations Research*, 62, 169-176.
- Huff, D. L., 1964, Defining and estimating a trading area, *The Journal of Marketing*, 34-38.
- Huff, D. L., 1966, A programmed solution for approximating an optimum retail location, *Land Economics*, 42(3), 293-303.
- Hwang, H. S., 2004, A stochastic set-covering location model for both ameliorating and deteriorating items, *Computers & industrial engineering*, 46(2), 313-319.
- Hwang, Y. H., & Lee, Y. H., 2012, Uncapacitated single allocation p-hub maximal covering Problem, *Computers & Industrial Engineering*, 63(2), 382-389.
- Jang, H., & Lee, T., 2015, Demand point aggregation method for covering problems with gradual coverage, *Computers & Operations Research*, 60, 1-13.
- Karasakal, O., & Karasakal, E. K., 2004, A maximal covering location model in the presence of partial coverage, *Computers & Operations Research*, 31(9), 1515-1526.
- Karayolu Taşıma Yönetmeliği, 2017.
- 4925 Sayılı Karayolu Taşıma Kanunu, 2017.
- Karimi, H., & Bashiri, M., 2011, Hub covering location problems with different coverage Types, *Scientia Iranica*, 18(6), 1571-1578.
- Killmer, K. A., Anandalingam, G., & Malcolm, S. A., 2001, Siting noxious facilities under uncertainty, *European Journal of Operational Research*, 133(3), 596-607.

- Klose, A., & Drexler, A., 2005, Facility location models for distribution system design, *European journal of operational research*, 162(1), 4-29.
- Koontz, C. M., Jue, D. K., & Bishop, B. W., 2009, Public library facility closure: An investigation of reasons for closure and effects on geographic market areas, *Library & Information Science Research*, 31(2), 84-91.
- Kodali, A., Singh, S., & Pattipati, K., 2013, Dynamic set-covering for real-time multiple fault diagnosis with delayed test outcomes, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 43(3), 547-562.
- Kuehn, A. A., & Hamburger, M. J., 1963, A heuristic program for locating warehouses, *Management science*, 9(4), 643-666.
- Kuhn, H., Kuenne, R., 1962, An Efficient Algorithm For The Numerical Solution Of The Generalized Weber Problem In Spatial Economics, *Journal of Regional Science*, 4, 21-34.
- Kut, A., 2017, *Kargo Sektörü Durum Analizi ve Sektörün Geleceği*, <http://www.karid.org.tr/kargo-sektoru-durum-analizi-ve-sektorun-gelecegi/>, [Ziyaret Tarihi: 7 Ekim 2017].
- Lang, G., Li, Q., Cai, M., & Yang, T., 2015, Characteristic matrixes-based knowledge reduction in dynamic covering decision information systems, *Knowledge-Based Systems*, 85, 1-26.
- Lau, H. C., Jiang, Z. Z., Ip, W. H., & Wang, D., 2010, A credibility-based fuzzy location model with Hurwicz criteria for the design of distribution systems in B2C e-commerce, *Computers & Industrial Engineering*, 59(4), 873-886.
- Lee, D. J., & Jeong, I. J., 2009, Regression approximation for a partially centralized inventory system considering transportation costs, *Computers & Industrial Engineering*, 56(4), 1169-1176.
- Lin, C. K. Y., 2009, Stochastic single-source capacitated facility location model with service level requirements, *International Journal of Production Economics*, 117(2), 439-451.
- Lin, C. C., Lin, J. Y., & Chen, Y. C., 2012, The capacitated p-hub median problem with integral constraints: An application to a Chinese air cargo network, *Applied Mathematical Modelling*, 36(6), 2777-2787.
- Liu, Y. K., 2008, The convergent results about approximating fuzzy random minimum risk problems, *Applied Mathematics and Computation*, 205(2), 608-621.

- Liu, Y. K., & Tian, M., 2009, Convergence of optimal solutions about approximation scheme for fuzzy programming with minimum-risk criteria, *Computers & Mathematics with Applications*, 57(6), 867-884.
- Liu, Y., Li, Z., Liu, J., & Patel, H., 2016, A double standard model for allocating limited emergency medical service vehicle resources ensuring service reliability, *Transportation research part C: emerging technologies*, 69, 120-133.
- Lutter, P., Degel, D., Büsing, C., Koster, A. M., & Werners, B., 2017, Improved handling of uncertainty and robustness in set covering problems, *European Journal of Operational Research*.
- Mahar, S., Bretthauer, K. M., & Venkataramanan, M. A., 2009, An algorithm for solving the multi-period online fulfillment assignment problem, *Mathematical and Computer Modelling*, 50(9), 1294-1304.
- Manzini, R., & Gebennini, E., 2008, Optimization models for the dynamic facility location and allocation problem, *International Journal of Production Research*, 46(8), 2061-2086.
- Marianov, V., & ReVelle, C., 1995, Siting emergency services, *Facility Location: a survey of applications and methods*, 1, 199-223.
- Marianov, V., & Serra, D., 2002, Location problems in the public sector, *Facility location: applications and theory*, 1, 119-150.
- Melachrinoudis, E., Min, H., & Wu, X., 1995, A multiobjective model for the dynamic location of landfills, *Location Science*, 3(3), 143-166.
- Melachrinoudis, E., & Min, H., 2000, The dynamic relocation and phase-out of a hybrid, two-echelon plant/warehousing facility: A multiple objective approach, *European Journal of Operational Research*, 123(1), 1-15.
- Melo, M. T., Nickel, S., & Da Gama, F. S., 2006, Dynamic multi-commodity capacitated facility location: a mathematical modeling framework for strategic supply chain planning, *Computers & Operations Research*, 33(1), 181-208.
- Miehle, W., 1958, Link-length minimization in networks, *Operations research*, 6(2), 232-243.
- Miller, T. C., Friesz, T. L., Tobin, R. L., & Kwon, C., 2007, Reaction function based dynamic location modeling in Stackelberg–Nash–Cournot competition, *Networks and Spatial Economics*, 7(1), 77-97.

- Min, H., & Melachrinoudis, E., 1999, The relocation of a hybrid manufacturing/distribution facility from supply chain perspectives: a case study, *Omega*, 27(1), 75-85.
- Moheb-Alizadeh, H., Rasouli, S. M., & Tavakkoli-Moghaddam, R., 2011, The use of multi-criteria data envelopment analysis (MCDEA) for location–allocation problems in a fuzzy environment, *Expert Systems with Applications*, 38(5), 5687-5695.
- Mokhtarian, M. N., 2011, A new fuzzy weighted average (FWA) method based on left and right scores: An application for determining a suitable location for a gas oil station, *Computers & Mathematics with Applications*, 61(10), 3136-3145.
- Moore, G. C., & ReVelle, C., 1982, The hierarchical service location problem, *Management science*, 28(7), 775-780.
- Naraharisetti, P. K., & Karimi, I. A., 2010, Supply chain redesign and new process introduction in multipurpose plants, *Chemical Engineering Science*, 65(8), 2596-2607.
- O'Kelly, M. E., 1987, A quadratic integer program for the location of interacting hub Facilities, *European Journal of Operational Research*, 32(3), 393-404.
- Oktal, H., & Özger, A., 2013, Hub location in air cargo transportation: A case study, *Journal of Air Transport Management*, 27, 1-4.
- Owen, S. H., & Daskin, M. S., 1998, Strategic facility location: A review, *European journal of operational research*, 111(3), 423-447.
- Özçakar, N., & Bastı, M., 2012, P-Medyan kuruluş yeri seçim probleminin çözümünde parçacık sürü optimizasyonu algoritması yaklaşımı. *Istanbul University Journal of the School of Business*, 41(2), 241-257.
- Peker, M., & Kara, B. Y., 2015, The P-Hub maximal covering problem and extensions for gradual decay functions, *Omega*, 54, 158-172.
- Pereira, M. A., Coelho, L. C., Lorena, L. A., & De Souza, L. C., 2015, A hybrid method for the probabilistic maximal covering location–allocation problem, *Computers & Operations Research*, 57, 51-59.
- Pirkul, H., & Schilling, D. A., 1991, The maximal covering location problem with capacities on total workload, *Management Science*, 37(2), 233-248.
- Puerto, J., & Rodríguez-Chía, A. M., 2006, New models for locating a moving service facility, *Mathematical Methods of Operations Research*, 63(1), 31-51.

- Rajagopalan, H. K., Saydam, C., & Xiao, J., 2008, A multiperiod set covering location model for dynamic redeployment of ambulances, *Computers & Operations Research*, 35(3), 814-826.
- Ratick, S. J., Osleeb, J. P., & Hozumi, D., 2009, Application and extension of the Moore and ReVelle hierarchical maximal covering model, *Socio-Economic Planning Sciences*, 43(2), 92-101.
- Reese, J., 2006, Solution methods for the p-median problem: An annotated bibliography, *Networks*, 48(3), 125-142.
- ReVelle, C., Toregas, C., & Falkson, L., 1976, Applications of the location set-covering Problem, *Geographical analysis*, 8(1), 65-76.
- ReVelle, C., 1986, The maximum capture or "sphere of influence" location problem: Hotelling revisited on a network, *Journal of Regional Science*, 26(2), 343-358.
- Revelle, C. S., Eiselt, H. A., & Daskin, M. S., 2008, A bibliography for some fundamental problem categories in discrete location science, *European Journal of Operational Research*, 184(3), 817-848.
- Romauch, M., & Hartl, R. F., 2005, Dynamic facility location with stochastic demands, *Lecture notes in computer science*, 3777(2005), 180-189.
- Romeijn, H. E., & Morales, D. R., 2004, Asymptotic analysis of a greedy heuristic for the multi-period single-sourcing problem: the acyclic case, *Journal of Heuristics*, 10(1), 5-35.
- Qu, B., & Weng, K., 2009, Path relinking approach for multiple allocation hub maximal covering problem, *Computers & Mathematics with Applications*, 57(11), 1890-1894.
- Saldanha-da-Gama, F. S., & Captivo, M. E., 1998, A heuristic approach for the discrete dynamic location problem, *Location science*, 6(1), 211-223.
- Scaparra, M. P., & Church, R. L., 2008, An exact solution approach for the interdiction median problem with fortification, *European Journal of Operational Research*, 189(1), 76-92.
- Schütz, P., Stougie, L., & Tomasgard, A., 2008, Stochastic facility location with general long-run costs and convex short-run costs, *Computers and Operations Research*, 35(9), 2988-3000.

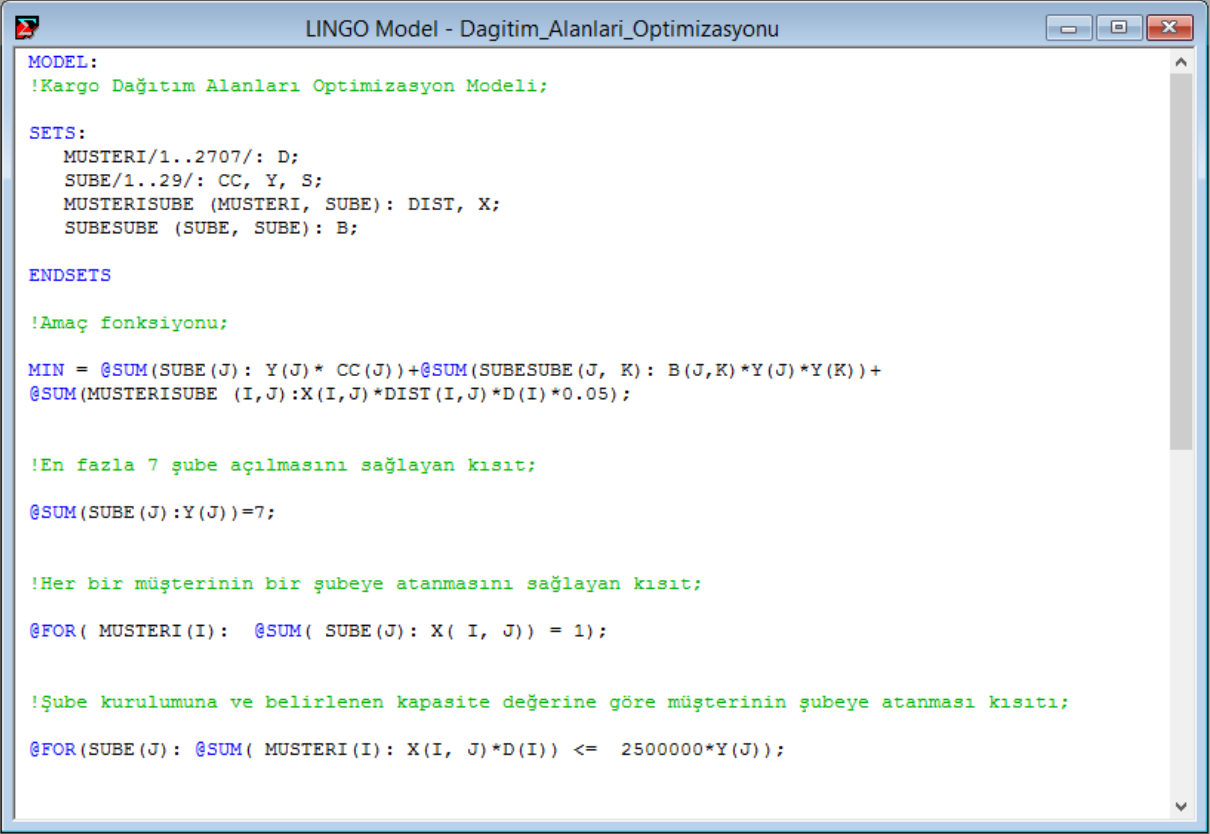
- Selim, H., & Ozkarahan, I., 2008, A supply chain distribution network design model: an interactive fuzzy goal programming-based solution approach, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 36(3), 401-418.
- Sherali, H. D., 1990, Capacitated, balanced, sequential location-allocation problems on chains and trees, *Mathematical programming*, 49(1), 381-396.
- Shulman, A., 1991, An algorithm for solving dynamic capacitated plant location problems with discrete expansion sizes, *Operations Research*, 39(3), 423–436.
- Silva, M. R., & Cunha, C. B., 2017, A tabu search heuristic for the uncapacitated single allocation p-hub maximal covering problem, *European Journal of Operational Research*.
- Snyder, L. V., 2006, Facility location under uncertainty: a review, *IIE Transactions*, 38(7), 547-564.
- Snyder, L. V., Daskin, M. S., & Teo, C. P., 2007, The stochastic location model with risk pooling, *European Journal of Operational Research*, 179(3), 1221-1238.
- Stanojević, P., Marić, M., & Stanimirović, Z., 2015, A hybridization of an evolutionary algorithm and a parallel branch and bound for solving the capacitated single allocation hub location problem, *Applied Soft Computing*, 33, 24-36.
- Sule, D. R., 2001, *Logistics of Facility Location and Allocation*, CRC Press-Taylor & Francis Group, United States, ISBN: 9780824704933.
- Şimşek, B., & Tüysüz, F., 2016, Fuzzy network data envelopment analysis model for measuring the performance of the branches in a cargo company: A case of Turkey, *Uluslararası katılımlı 16. Üretim araştırmaları sempozyumu*, 12-14 Ekim 2016, İstanbul, Türkiye, ISBN: 978-605-320-530-2, pp. 1030-1036.
- Tableau, 2017, *Tableau five years a leader in Gartner's Magic Quadrant for Analytics*, <https://www.tableau.com/about/blog/2017/2/tableau-five-years-leader-gartners-magic-quadrant-analytics-66133>, [Ziyaret Tarihi: 11 Kasım 2017].
- Thanh, P. N., Bostel, N., & Péton, O., 2008, A dynamic model for facility location in the design of complex supply chains, *International Journal of Production Economics*, 113(2), 678-693.
- Toregas, C., Swain, R., ReVelle, C., & Bergman, L., 1971, The location of emergency service Facilities, *Operations research*, 19(6), 1363-1373.

- Töreay, Ö., 2007, *Hierarchical maximal covering location problem with referral in the presence of partial coverage*, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2017, *Resmi İstatistik Portalı – Ulusal Adres Veri Portalı*, <http://www.resmiistatistik.gov.tr/?q=tr/content/12-ulusal-adres-veri-taban%C4%B1>, [Ziyaret Tarihi: 2 Kasım 2017].
- Vahidnia, M. H., Alesheikh, A. A., & Alimohammadi, A., 2009, Hospital site selection using fuzzy AHP and its derivatives, *Journal of environmental management*, 90(10), 3048-3056.
- Vidovic, M., Dimitrijevic, B., Ratkovic, B., & Simic, V., 2011, A novel covering approach to positioning ELV collection points, *Resources, Conservation and Recycling*, 57, 1-9.
- Wang, Q., Batta, R., Bhadury, J., & Rump, C. M., 2003, Budget constrained location problem with opening and closing of facilities, *Computers and Operations Research*, 30(13), 2047–2069.
- Wang, K. J., Makond, B., & Liu, S. Y., 2011, Location and allocation decisions in a two-echelon supply chain with stochastic demand—A genetic-algorithm based solution, *Expert Systems with Applications*, 38(5), 6125-6131.
- Wang, J., Liu, H., An, S., & Cui, N., 2016, A new partial coverage locating model for cooperative fire services, *Information Sciences*, 373, 527-538.
- Weber, A., & Friedrich, C. J., 1929, *Alfred Weber's theory of the location of industries*, The University of Chicago Press, Chicago, Amerika Birleşik Devletleri.
- Weiszfeld, E., 1937, Sur le point pour lequel la somme des distances de n points donnés est minimum, *Tohoku Mathematical Journal*, First Series, 43, 355-386.
- Wen, M., & Iwamura, K., 2008, Fuzzy facility location–allocation problem under the Hurwicz criterion, *European Journal of Operational Research*, 184(2), 627–635.
- Wen, M., & Kang, R., 2011, Some optimal models for facility location–allocation problem with random fuzzy demands, *Applied Soft Computing*, 11(1), 1202–1207.
- Yaman, H., Kara, B. Y., & Tansel, B. Ç., 2007, The latest arrival hub location problem for cargo delivery systems with stopovers, *Transportation Research Part B: Meth.*

- Yang, L., Jones, B. F., & Yang, S. H., 2007, A fuzzy multi-objective programming for optimization of fire station locations through genetic algorithms, *European Journal of Operational Research*, 181(2), 903-915.
- Yao, Z., Lee, L. H., Jaruphongsa, W., Tan, V., & Hui, C. F., 2010, Multi-source facility location-allocation and inventory problem, *European Journal of Operational Research*, 207(2), 750-762.
- Ye, L., Ye, C., & Chuang, Y. F., 2011, Location set covering for waste resource recycling centers in Taiwan, *Resources, Conservation and Recycling*, 55(11), 979-985.
- Zarandi, M. H. F., Sisakht, A. H., & Davari, S., 2011, Design of a closed-loop supply chain (CLSC) model using an interactive fuzzy goal programming, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 56(5), 809-821.
- Zarandi, M. F., Davari, S., & Sisakht, S. H., 2011, The large scale maximal covering location Problem, *Scientia Iranica*, 18(6), 1564-1570.

EKLER

EK 1. LINGO KODU.



```

MODEL:
!Kargo Dağıtım Alanları Optimizasyon Modeli;

SETS:
  MUSTERI/1..2707/: D;
  SUBE/1..29/: CC, Y, S;
  MUSTERISUBE (MUSTERI, SUBE): DIST, X;
  SUBESUBE (SUBE, SUBE): B;

ENDSETS

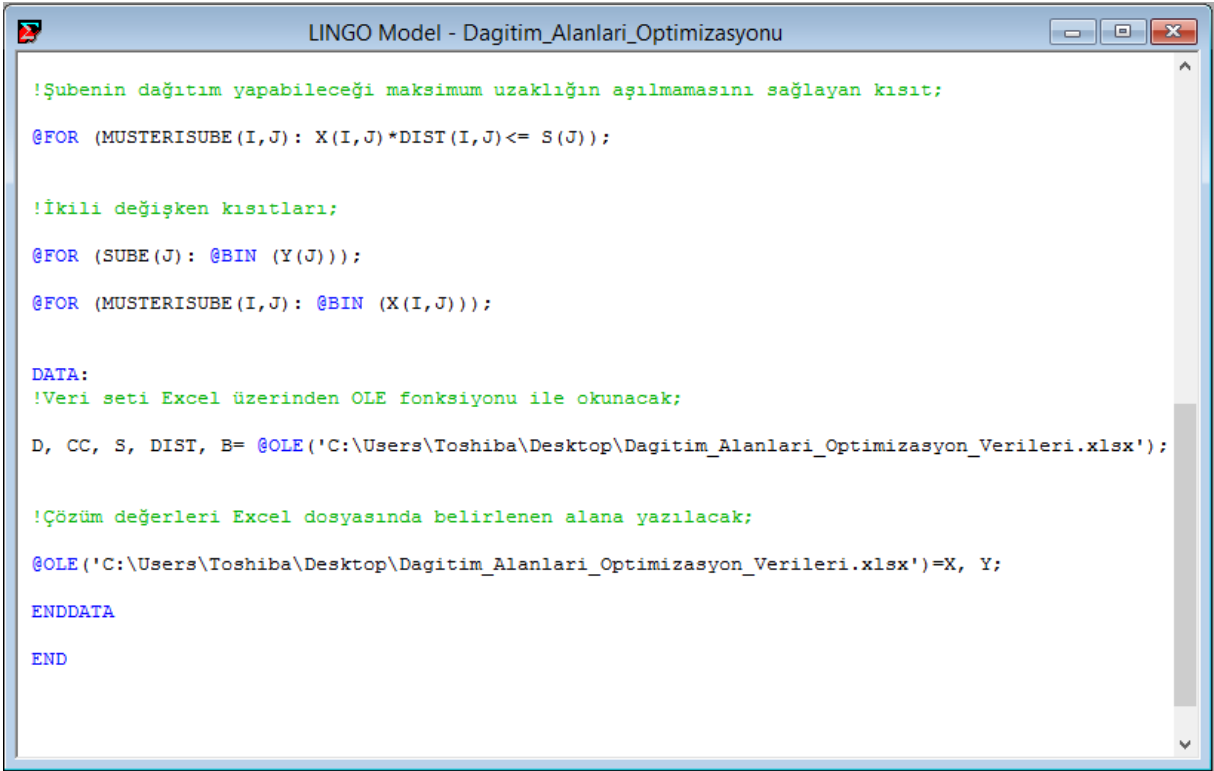
!Amaç fonksiyonu;

MIN = @SUM(SUBE(J): Y(J) * CC(J)) + @SUM(SUBESUBE(J, K): B(J,K) * Y(J) * Y(K)) +
@SUM(MUSTERISUBE (I,J): X(I,J) * DIST(I,J) * D(I) * 0.05);

!En fazla 7 şube açılmasını sağlayan kısıt;
@SUM(SUBE(J): Y(J)) = 7;

!Her bir müşterinin bir şubeye atanmasını sağlayan kısıt;
@FOR( MUSTERI(I): @SUM( SUBE(J): X( I, J)) = 1);

!Şube kurulumuna ve belirlenen kapasite değerine göre müşterinin şubeye atanması kısıtı;
@FOR(SUBE(J): @SUM( MUSTERI(I): X(I, J) * D(I)) <= 2500000 * Y(J));
  
```



```
!Şubenin dağıtım yapabileceği maksimum uzaklığın aşılmamasını sağlayan kısıt;  
@FOR (MUSTERISUBE(I,J): X(I,J)*DIST(I,J)<= S(J));  
  
!İkili değişken kısıtları;  
@FOR (SUBE(J): @BIN (Y(J)));  
@FOR (MUSTERISUBE(I,J): @BIN (X(I,J)));  
  
DATA:  
!Veri seti Excel üzerinden OLE fonksiyonu ile okunacak;  
D, CC, S, DIST, B= @OLE('C:\Users\Toshiba\Desktop\Dagitim_Alanlari_Optimizasyon_Verileri.xlsx');  
  
!Çözüm değerleri Excel dosyasında belirlenen alana yazılacak;  
@OLE('C:\Users\Toshiba\Desktop\Dagitim_Alanlari_Optimizasyon_Verileri.xlsx')=X, Y;  
ENDDATA  
END
```

EK 2. LINGO SONUÇ RAPORU.

LINGO sonuç raporunun büyük verili ve çok sayfalı olmasından dolayı, amaç fonksiyonu sonucunu, kaç iterasyon çalıştığını gösteren, optimum şube kurulum kararlarını gösteren ve örnek olması açısından 1 numaralı müşterinin hangi şubeye atandığını gösteren kısımları eklenmiştir. Optimum şubelere atanan tüm müşteriler de bu rapordaki sonuçlara göre tablolastırılarak EK 3 başlığında gösterilmiştir.

Amaç Fonksiyonu Sonucu ve İterasyon Sayısı:

Solution Report - Dagitim_Alanlari_Optimizasyonu		
Local optimal solution found.		
Objective value:		7388993.
Extended solver steps:		0
Total solver iterations:		18629
Export Summary Report		

Transfer Method:	OLE BASED	
Workbook:	C:\Users\Toshiba\Desktop\Dagitim_Alanlari_Optimiz	
Ranges Specified:	2	
X		
Y		
Ranges Found:	2	
Range Size Mismatches:	0	
Values Transferred:	78532	
Variable	Value	Reduced Cost
D(1)	6.000000	0.000000
D(2)	19.000000	0.000000
D(3)	42873.00	0.000000
D(4)	4.000000	0.000000
D(5)	26.000000	0.000000
D(6)	147.0000	0.000000
D(7)	520.0000	0.000000
D(8)	64.00000	0.000000
D(9)	11744.50	0.000000
D(10)	114.0000	0.000000
D(11)	6126.500	0.000000
D(12)	13.00000	0.000000
D(13)	1642.500	0.000000
D(14)	17.00000	0.000000
D(15)	92.00000	0.000000
D(16)	82.00000	0.000000

Optimum Şube Kurulum Kararları:

Solution Report - Dagitim_Alanlari_Optimizasyonu		
Y(1)	0.000000	120250.0
Y(2)	0.000000	0.000000
Y(3)	0.000000	0.000000
Y(4)	0.000000	28635.91
Y(5)	0.000000	0.000000
Y(6)	1.000000	85504.56
Y(7)	0.000000	0.000000
Y(8)	0.000000	0.000000
Y(9)	0.000000	265880.6
Y(10)	1.000000	-7575.730
Y(11)	0.000000	208987.4
Y(12)	0.000000	1562.441
Y(13)	1.000000	-31919.20
Y(14)	0.000000	-31919.20
Y(15)	0.000000	0.000000
Y(16)	0.000000	55426.29
Y(17)	0.000000	0.000000
Y(18)	0.000000	0.000000
Y(19)	0.000000	0.000000
Y(20)	1.000000	-11919.20
Y(21)	0.000000	157789.1
Y(22)	0.000000	42017.20
Y(23)	0.000000	47471.83
Y(24)	1.000000	-19797.82
Y(25)	0.000000	0.000000
Y(26)	1.000000	409087.9
Y(27)	1.000000	-5555.449
Y(28)	0.000000	350603.0
Y(29)	0.000000	241082.6

1 Numaralı Müşterinin Hangi Şubeye Atandığı:

(Örnek olarak sadece 1 numaralı müşterinin şube ataması gösterilmiştir. EK 3'te tüm müşteriler için hangi şubeye hangi müşterinin atandığını gösteren tablolar bulunmaktadır.)

X(1, 1)	0.000000	0.4393334
X(1, 2)	0.000000	23.12212
X(1, 3)	0.000000	0.2893334
X(1, 4)	0.000000	2.890122
X(1, 5)	0.000000	0.9345455
X(1, 6)	0.000000	22.96012
X(1, 7)	0.000000	1.882667
X(1, 8)	0.000000	0.000000
X(1, 9)	0.000000	36.85012
X(1, 10)	0.000000	2.560122
X(1, 11)	0.000000	0.1245455
X(1, 12)	0.000000	23.86012
X(1, 13)	0.000000	19.42012
X(1, 14)	0.000000	19.87012
X(1, 15)	0.000000	1.708236
X(1, 16)	0.000000	1.296062
X(1, 17)	0.000000	2.133570
X(1, 18)	0.000000	0.7301221
X(1, 19)	0.000000	2.194782
X(1, 20)	0.000000	3.220122
X(1, 21)	0.000000	1.012633
X(1, 22)	0.000000	1.296062
X(1, 23)	0.000000	0.9701221
X(1, 24)	0.000000	1.420122
X(1, 25)	0.000000	1.236062
X(1, 26)	0.000000	36.46012
X(1, 27)	1.000000	-0.2598779
X(1, 28)	0.000000	2.770122
X(1, 29)	0.000000	23.47012

EK 3. LINGO SONUÇ RAPORUNA GÖRE ŞUBELERE ATANAN MÜŞTERİLER.

OPTİMUM ŞUBE: MEVCUT ŞUBE 6'YA ATANAN MÜŞTERİLER														
378	413	449	487	523	559	1157	1193	1228	1262	1299	1334	1369	1404	1438
379	414	450	488	524	560	1158	1194	1229	1264	1300	1335	1370	1405	1439
380	415	451	489	525	561	1159	1195	1230	1265	1301	1336	1371	1406	1440
381	416	452	490	526	562	1160	1196	1231	1266	1302	1337	1372	1407	1441
382	417	453	491	527	563	1161	1197	1232	1267	1303	1338	1373	1408	1442
383	418	454	493	528	564	1162	1198	1233	1268	1304	1340	1374	1409	1443
384	419	455	494	529	565	1163	1199	1234	1269	1305	1341	1375	1410	1444
386	420	456	495	530	566	1164	1200	1235	1270	1306	1342	1376	1411	1445
387	421	458	496	532	567	1165	1201	1236	1271	1307	1343	1377	1412	1446
388	422	459	497	534	568	1166	1202	1237	1272	1308	1344	1378	1413	1447
389	423	460	498	535	569	1167	1203	1238	1273	1309	1345	1379	1414	1448
390	424	461	499	536	570	1168	1204	1239	1274	1310	1346	1381	1415	1449
391	426	462	500	537	571	1169	1205	1240	1275	1311	1347	1382	1416	1450
392	427	463	501	538	572	1170	1207	1241	1277	1312	1348	1383	1417	1451
393	428	464	502	539	573	1171	1208	1242	1278	1313	1349	1384	1418	1452
394	429	465	503	540	574	1172	1209	1243	1279	1314	1350	1385	1419	1453
395	430	466	504	541	575	1173	1210	1244	1280	1315	1351	1386	1420	1454
396	431	467	505	542	576	1174	1211	1245	1281	1316	1352	1387	1421	1455
397	432	468	506	543	959	1175	1212	1246	1282	1317	1353	1388	1422	1456
398	433	469	507	544	963	1176	1213	1247	1283	1318	1354	1389	1423	1457
399	434	470	508	545	1142	1177	1214	1248	1284	1319	1355	1390	1424	1458
400	435	471	509	546	1143	1178	1215	1249	1285	1320	1356	1391	1425	1459
401	436	472	510	547	1144	1179	1216	1250	1286	1321	1357	1392	1426	1460
402	437	473	511	548	1145	1180	1217	1251	1287	1322	1358	1393	1427	1461
403	439	474	512	549	1146	1181	1218	1252	1288	1323	1359	1394	1428	1462
404	440	475	513	550	1147	1182	1219	1253	1289	1324	1360	1395	1429	1815
405	441	476	514	551	1149	1185	1220	1254	1290	1326	1361	1396	1430	1852
406	442	477	516	552	1150	1186	1221	1255	1292	1327	1362	1397	1431	1876
407	443	478	517	553	1151	1187	1222	1256	1293	1328	1363	1398	1432	1910
408	444	479	518	554	1152	1188	1223	1257	1294	1329	1364	1399	1433	
409	445	480	519	555	1153	1189	1224	1258	1295	1330	1365	1400	1434	
410	446	481	520	556	1154	1190	1225	1259	1296	1331	1366	1401	1435	
411	447	483	521	557	1155	1191	1226	1260	1297	1332	1367	1402	1436	
412	448	485	522	558	1156	1192	1227	1261	1298	1333	1368	1403	1437	

OPTİMUM ŞUBE: MEVCUT ŞUBE 10'A ATANAN MÜŞTERİLER														
210	851	902	938	997	1685	2009	2042	2081	2123	2168	2239	2280	2314	2370
822	852	907	940	999	1688	2011	2043	2082	2128	2178	2240	2284	2315	2373
825	853	913	944	1000	1691	2013	2044	2083	2130	2185	2244	2285	2319	2374
826	857	914	945	1001	1699	2015	2045	2084	2131	2187	2246	2290	2321	2377
827	858	916	946	1002	1755	2016	2053	2085	2133	2191	2247	2291	2330	2378
828	863	918	947	1003	1759	2022	2054	2087	2138	2203	2250	2293	2331	2379
832	864	920	950	1006	1805	2023	2056	2088	2141	2204	2260	2294	2332	2380
833	869	922	972	1009	1984	2024	2057	2089	2142	2209	2263	2295	2334	2383
834	877	923	981	1010	1987	2028	2058	2090	2143	2211	2265	2298	2339	2384
835	885	925	984	1011	1988	2029	2059	2091	2144	2212	2267	2300	2340	
836	886	926	985	1012	1990	2030	2060	2092	2148	2216	2269	2301	2342	
837	888	927	988	1013	1995	2031	2061	2094	2149	2223	2271	2302	2347	
839	889	929	989	1040	1996	2033	2062	2097	2153	2225	2272	2303	2348	
840	892	930	991	1041	1997	2038	2065	2101	2157	2226	2273	2308	2351	
844	898	932	992	1637	2000	2039	2074	2106	2160	2231	2275	2309	2356	
847	899	933	994	1665	2001	2040	2075	2109	2161	2234	2277	2310	2357	
848	900	934	996	1684	2004	2041	2077	2120	2167	2238	2279	2311	2364	

OPTİMUM ŞUBE: YENİ ADAY ŞUBE 13'E ATANAN MÜŞTERİLER												
592	838	865	891	908	937	955	967	980	1007	1623	592	838
656	845	881	896	909	941	956	969	983	1594	2064	656	845
685	846	882	897	911	943	962	973	987	1603	2118	685	846
765	860	883	901	912	952	964	975	990	1610	2386	765	860
823	861	884	903	919	953	965	976	995	1612	2536	823	861

OPTİMUM ŞUBE: YENİ ADAY ŞUBE 20'YE ATANAN MÜŞTERİLER													
830	1093	1993	2017	2037	2066	2079	2129	2163	2184	2210	2254	2316	2363
874	1514	1994	2018	2046	2067	2080	2135	2165	2186	2215	2255	2318	2365
910	1552	1999	2019	2047	2068	2086	2136	2166	2188	2219	2258	2320	2367
935	1682	2002	2020	2048	2069	2095	2139	2171	2193	2220	2262	2325	2368
958	1981	2003	2025	2049	2070	2096	2146	2175	2195	2222	2268	2328	2371
970	1982	2005	2026	2050	2071	2098	2147	2177	2196	2224	2283	2336	2376
971	1983	2006	2027	2051	2072	2105	2151	2180	2197	2228	2297	2337	2381
974	1989	2007	2034	2052	2073	2107	2156	2181	2200	2233	2299	2341	2463
979	1991	2012	2035	2055	2076	2116	2158	2182	2202	2241	2304	2343	2535
982	1992	2014	2036	2063	2078	2122	2162	2183	2206	2252	2305	2344	2362

OPTİMUM ŞUBE: YENİ ADAY ŞUBE 24'E ATANAN MÜŞTERİLER													
14	318	674	811	1051	1469	1483	1497	1513	1529	1543	1558	1572	1587
23	338	676	829	1059	1470	1484	1498	1515	1530	1544	1559	1573	1588
32	357	712	841	1101	1471	1485	1499	1516	1531	1545	1560	1574	1589
40	368	725	893	1105	1472	1486	1500	1517	1532	1546	1561	1575	1590
51	370	733	936	1106	1473	1487	1501	1518	1533	1547	1562	1577	1591
89	591	740	942	1107	1474	1488	1502	1519	1534	1548	1563	1578	1651
93	594	760	949	1120	1475	1489	1503	1520	1535	1549	1564	1579	2335
117	645	769	951	1131	1476	1490	1504	1521	1536	1550	1565	1580	2400
139	647	778	1015	1132	1477	1491	1505	1522	1537	1551	1566	1581	2411
159	655	785	1024	1463	1478	1492	1507	1523	1538	1553	1567	1582	2413
174	658	791	1027	1465	1479	1493	1508	1524	1539	1554	1568	1583	2559
188	659	796	1034	1466	1480	1494	1509	1525	1540	1555	1569	1584	2572
191	662	799	1047	1467	1481	1495	1510	1526	1541	1556	1570	1585	2581
246	664	805	1048	1468	1482	1496	1511	1528	1542	1557	1571	1586	2593
													2638

OPTİMUM ŞUBE: YENİ ADAY ŞUBE 26'YA ATANAN MÜŞTERİLER														
385	1183	1818	1831	1844	1858	1871	1885	1898	1912	1925	1938	1951	1964	1977
425	1206	1819	1832	1845	1859	1872	1886	1899	1913	1926	1939	1952	1965	1978
438	1263	1820	1833	1846	1860	1873	1887	1900	1914	1927	1940	1953	1966	1979
457	1276	1821	1834	1847	1861	1874	1888	1901	1915	1928	1941	1954	1967	1980
482	1291	1822	1835	1848	1862	1875	1889	1902	1916	1929	1942	1955	1968	
484	1339	1823	1836	1849	1863	1877	1890	1903	1917	1930	1943	1956	1969	
486	1380	1824	1837	1850	1864	1878	1891	1904	1918	1931	1944	1957	1970	
492	1811	1825	1838	1851	1865	1879	1892	1905	1919	1932	1945	1958	1971	
515	1812	1826	1839	1853	1866	1880	1893	1906	1920	1933	1946	1959	1972	
531	1813	1827	1840	1854	1867	1881	1894	1907	1921	1934	1947	1960	1973	
533	1814	1828	1841	1855	1868	1882	1895	1908	1922	1935	1948	1961	1974	
1078	1816	1829	1842	1856	1869	1883	1896	1909	1923	1936	1949	1962	1975	
1148	1817	1830	1843	1857	1870	1884	1897	1911	1924	1937	1950	1963	1976	

OPTİMUM ŞUBE: YENİ ADAY ŞUBE 27'YE ATANAN MÜŞTERİLER														
1	99	196	289	584	689	789	1038	1464	1692	1786	2242	2434	2526	2624
2	100	197	290	585	690	790	1039	1506	1693	1787	2243	2435	2527	2625
3	101	198	291	586	691	792	1042	1512	1694	1788	2245	2436	2528	2626
4	102	199	292	587	692	793	1043	1527	1695	1789	2248	2437	2529	2627
5	103	200	293	588	693	794	1044	1576	1696	1790	2249	2438	2530	2628
6	104	201	294	589	694	795	1045	1592	1697	1791	2251	2439	2531	2629
7	105	202	295	590	695	797	1046	1593	1698	1792	2253	2440	2532	2630

8	106	203	296	593	696	798	1049	1595	1700	1793	2256	2441	2533	2631
9	107	204	297	595	697	800	1050	1596	1701	1794	2257	2442	2534	2632
10	108	205	298	596	698	801	1052	1597	1702	1795	2259	2443	2537	2633
11	109	206	299	597	699	802	1053	1598	1703	1796	2261	2444	2538	2634
12	110	207	300	598	700	803	1054	1599	1704	1797	2264	2445	2539	2635
13	111	208	301	599	701	804	1055	1600	1705	1798	2266	2446	2540	2636
15	112	209	302	600	702	806	1056	1601	1706	1799	2270	2447	2541	2637
16	113	211	303	601	703	807	1057	1602	1707	1800	2274	2448	2542	2639
17	114	212	304	602	704	808	1058	1604	1708	1801	2276	2449	2543	2640
18	115	213	305	603	705	809	1060	1605	1709	1802	2278	2450	2544	2641
19	116	214	306	604	706	810	1061	1606	1710	1803	2281	2451	2545	2642
20	118	215	307	605	707	812	1062	1607	1711	1804	2282	2452	2546	2643
21	119	216	308	606	708	813	1063	1608	1712	1806	2286	2453	2547	2644
22	120	217	309	607	709	814	1064	1609	1713	1807	2287	2454	2549	2645
24	121	218	310	608	710	815	1065	1611	1714	1808	2288	2455	2550	2646
25	122	219	311	609	711	816	1066	1613	1715	1809	2289	2456	2551	2647
26	123	220	312	610	713	817	1067	1614	1716	1810	2292	2457	2552	2648
27	124	221	313	611	714	818	1068	1615	1717	1985	2296	2458	2553	2649
28	125	222	314	612	715	819	1069	1616	1718	1986	2306	2459	2554	2650
29	126	223	315	613	716	820	1070	1617	1719	1998	2307	2460	2555	2651
30	127	224	316	614	717	821	1071	1619	1720	2008	2312	2461	2556	2652
31	128	225	317	615	718	824	1072	1620	1721	2010	2313	2462	2557	2653
33	129	226	319	616	719	842	1073	1621	1722	2021	2317	2464	2558	2654
34	130	227	320	617	720	843	1074	1622	1723	2032	2322	2465	2560	2655
35	131	228	321	618	721	849	1075	1624	1724	2093	2323	2466	2561	2656
36	132	229	322	619	722	850	1076	1625	1725	2099	2324	2467	2562	2657
37	133	230	323	620	723	854	1077	1626	1726	2100	2326	2468	2563	2658
38	134	231	324	621	724	855	1079	1627	1727	2102	2327	2469	2564	2659
39	135	232	325	622	726	856	1080	1628	1728	2103	2329	2470	2565	2660
41	136	233	326	623	727	859	1081	1629	1729	2104	2333	2471	2566	2661
42	137	234	327	624	728	866	1082	1630	1730	2108	2338	2472	2567	2662
43	138	235	328	625	729	867	1083	1631	1731	2110	2345	2473	2568	2663
44	140	236	329	626	730	868	1084	1632	1732	2111	2349	2474	2569	2664
45	141	237	330	627	731	870	1085	1633	1733	2112	2352	2475	2570	2665
46	142	238	331	628	732	871	1086	1634	1734	2113	2366	2476	2571	2666
47	143	239	332	629	734	872	1087	1635	1735	2114	2369	2477	2573	2667
48	144	240	333	630	735	873	1088	1636	1736	2115	2372	2478	2574	2668
49	145	241	334	631	736	875	1089	1638	1737	2117	2375	2479	2575	2669
50	146	242	335	632	737	876	1090	1639	1738	2119	2382	2480	2576	2670
52	147	243	336	633	738	878	1091	1640	1739	2121	2385	2481	2577	2671
53	148	244	337	634	739	879	1092	1641	1740	2124	2387	2482	2578	2672
54	149	245	339	635	741	880	1094	1642	1741	2125	2388	2483	2579	2673
55	150	247	340	636	742	890	1095	1643	1742	2126	2389	2484	2580	2674

56	151	248	341	637	743	894	1096	1644	1743	2127	2390	2485	2582	2675
57	152	249	342	638	744	895	1097	1645	1744	2132	2391	2486	2583	2676
58	153	250	343	639	745	905	1098	1646	1745	2134	2392	2487	2584	2677
59	154	251	344	640	746	906	1099	1647	1746	2137	2393	2488	2585	2678
60	155	252	345	641	747	915	1100	1648	1747	2140	2394	2489	2586	2679
61	156	253	346	642	748	917	1102	1649	1748	2145	2395	2490	2587	2680
62	157	254	347	643	749	921	1103	1650	1749	2150	2396	2491	2588	2681
63	158	255	348	644	750	924	1104	1652	1750	2152	2397	2492	2589	2682
64	160	256	349	646	751	928	1108	1653	1751	2154	2398	2493	2590	2683
65	161	257	350	648	752	939	1109	1654	1752	2155	2399	2494	2591	2684
66	162	258	351	649	753	948	1110	1655	1753	2159	2401	2495	2592	2685
67	163	259	352	650	754	957	1111	1656	1754	2164	2402	2496	2594	2686
68	164	260	353	651	755	960	1112	1657	1756	2169	2403	2497	2595	2687
69	165	261	354	652	756	961	1113	1658	1757	2170	2404	2498	2596	2688
70	166	262	355	653	757	968	1114	1659	1758	2172	2405	2499	2597	2689
71	167	263	356	654	758	978	1115	1660	1760	2173	2406	2500	2598	2690
72	168	264	358	657	759	986	1116	1661	1761	2174	2407	2501	2599	2691
73	169	265	359	660	761	993	1117	1662	1762	2176	2408	2502	2600	2692
74	170	266	360	661	762	998	1118	1663	1763	2179	2409	2503	2601	2693
75	171	267	361	663	763	1004	1119	1664	1764	2189	2410	2504	2602	2694
76	172	268	362	665	764	1008	1121	1666	1765	2190	2412	2505	2603	2695
77	173	269	363	666	766	1014	1122	1667	1766	2192	2414	2506	2604	2696
78	175	270	364	667	767	1016	1123	1668	1767	2194	2415	2507	2605	2697
79	176	271	365	668	768	1017	1124	1669	1768	2198	2416	2508	2606	2698
80	177	272	366	669	770	1018	1125	1670	1769	2199	2417	2509	2607	2699
81	178	273	367	670	771	1019	1126	1671	1770	2201	2418	2510	2608	2700
82	179	274	369	671	772	1020	1127	1672	1771	2205	2419	2511	2609	2701
83	180	275	371	672	773	1021	1128	1673	1772	2207	2420	2512	2610	2702
84	181	276	372	673	774	1022	1129	1674	1773	2208	2421	2513	2611	2703
85	182	277	373	675	775	1023	1130	1675	1774	2213	2422	2514	2612	2704
86	183	278	374	677	776	1025	1133	1676	1775	2214	2423	2515	2613	2705
87	184	279	375	678	777	1026	1134	1677	1776	2217	2424	2516	2614	2706
88	185	280	376	679	779	1028	1135	1678	1777	2218	2425	2517	2615	2707
90	186	281	377	680	780	1029	1136	1679	1778	2221	2426	2518	2616	
91	187	282	577	681	781	1030	1137	1680	1779	2227	2427	2519	2617	
92	189	283	578	682	782	1031	1138	1681	1780	2229	2428	2520	2618	
94	190	284	579	683	783	1032	1139	1683	1781	2230	2429	2521	2619	
95	192	285	580	684	784	1033	1140	1686	1782	2232	2430	2522	2620	
96	193	286	581	686	786	1035	1141	1687	1783	2235	2431	2523	2621	
97	194	287	582	687	787	1036	1184	1689	1784	2236	2432	2524	2622	
98	195	288	583	688	788	1037	1325	1690	1785	2237	2433	2525	2623	

EK 4. MEVCUT VE YENİ ADAY ŞUBELER ARASI UZAKLIK MATRİSİ (KM).

	Şube 1	Şube 2	Şube 3	Şube 4	Şube 5	Şube 6	Şube 7	Şube 8	Şube 9	Şube 10	Şube 11	Şube 12	Şube 13	Şube 14	Şube 15	Şube 16	Şube 17	Şube 18	Şube 19	Şube 20	Şube 21	Şube 22	Şube 23	Şube 24	Şube 25	Şube 26	Şube 27	Şube 28	Şube 29
Şube 1	0	78	1.5	15	5.7	78	6.8	2.2	123	15	1.7	78	71	70	3.8	4.7	7.1	4.1	5.3	17	2.6	4.7	3.6	6.1	7.6	124	3	15	79
Şube 2	78	0	81	92	78	0.7	79	87	49	92	79	2.4	148	64	79	85	84	78	80	94	80	85	78	78	88	50	83	92	1.2
Şube 3	1.5	81	0	14	6.3	81	7	1.9	126	13	1.6	81	69	71	4.6	5	9.2	6	3.1	15	1	4.8	4.2	7.7	8.6	126	0.9	13	81
Şube 4	15	92	14	0	16	92	18	11	137	0.4	12	92	58	69	16	9.1	11	17	14	7.2	14	8.9	16	19	8.5	137	11	0.4	92
Şube 5	5.7	78	6.3	16	0	76	7	5.8	121	14	5.4	76	71	68	8	7.4	7.5	7	9.5	17	9.4	7.3	1.9	6.4	10	122	5.9	14	77
Şube 6	78	0.7	81	92	76	0	79	87	48	92	79	2.7	148	64	79	85	84	78	80	94	80	85	78	78	88	49	83	92	0.7
Şube 7	6.8	79	7	18	7	79	0	12	123	18	7.9	77	74	75	4.3	11	14	2.4	5.8	20	5.7	11	8	2	13	123	8.8	18	78
Şube 8	2.2	87	1.9	11	5.8	87	12	0	125	11	0.5	80	67	70	7.5	3.7	5.8	9	5	13	3	3.6	3.2	7.7	6.4	125	0.9	11	80
Şube 9	123	49	126	137	121	48	123	125	0	137	124	51	193	112	123	130	128	122	125	139	125	130	122	122	132	0.9	128	137	48
Şube 10	15	92	13	0.4	14	92	18	11	137	0	11	91	57	68	15	8.8	11	17	14	6.8	14	8.6	16	18	8.2	137	11	0.3	92
Şube 11	1.7	79	1.6	12	5.4	79	7.9	0.5	124	11	0	79	67	69	4.8	3.4	6	5.1	5.2	13	3.2	3.4	3.1	7.3	6.5	125	1.1	11	80
Şube 12	78	2.4	81	92	76	2.7	77	80	51	91	79	0	148	62	79	85	84	78	80	94	80	85	77	77	87	56	83	92	2.4
Şube 13	71	148	69	58	71	148	74	67	193	57	67	148	0	79	72	66	64	74	71	58	70	65	69	75	65	194	68	57	149
Şube 14	70	64	71	69	68	64	75	70	112	68	69	62	79	0	76	71	69	75	77	69	77	71	68	74	76	112	70	68	64
Şube 15	3.8	79	4.6	16	8	79	4.3	7.5	123	15	4.8	79	72	76	0	12	15	1.1	1.7	21	3.9	12	8.9	3.6	14	124	5.6	18	79
Şube 16	4.7	85	5	9.1	7.4	85	11	3.7	130	8.8	3.4	85	66	71	12	0	3.1	11	7.8	9.9	7.7	0.2	5.3	12	3.2	131	4.7	7.7	86
Şube 17	7.1	84	9.2	11	7.5	84	14	5.8	128	11	6	84	64	69	15	3.1	0	13	10	9.3	10	3.4	6.8	15	3.3	129	7.4	7	84
Şube 18	4.1	78	6	17	7	78	2.4	9	122	17	5.1	78	74	75	1.1	11	13	0	6	20	5.9	11	8.1	2.9	13	123	9	18	78
Şube 19	5.3	80	3.1	14	9.5	80	5.8	5	125	14	5.2	80	71	77	1.7	7.8	10	6	0	17	2.6	8	9.9	6.4	11	125	4.3	15	80
Şube 20	17	94	15	7.2	17	94	20	13	139	6.8	13	94	58	69	21	9.9	9.3	20	17	0	16	11	15	21	11	140	13	7.5	94
Şube 21	2.6	80	1	14	9.4	80	5.7	3	125	14	3.2	80	70	77	3.9	7.7	10	5.9	2.6	16	0	5.7	5.3	6.9	8.3	126	2.3	13	80
Şube 22	4.7	85	4.8	8.9	7.3	85	11	3.6	130	8.6	3.4	85	65	71	12	0.2	3.4	11	8	11	5.7	0	5.4	12	3.3	131	4.6	9	86
Şube 23	3.6	78	4.2	16	1.9	78	8	3.2	122	16	3.1	77	69	68	8.9	5.3	6.8	8.1	9.9	15	5.3	5.4	0	7.2	8.2	123	3.9	14	78
Şube 24	6.1	78	7.7	19	6.4	78	2	7.7	122	18	7.3	77	75	74	3.6	12	15	2.9	6.4	21	6.9	12	7.2	0	14	123	9.7	18	78
Şube 25	7.6	88	8.6	8.5	10	88	13	6.4	132	8.2	6.5	87	65	76	14	3.2	3.3	13	11	11	8.3	3.3	8.2	14	0	131	4.8	7.2	86
Şube 26	124	50	126	137	122	49	123	125	0.9	137	125	56	194	112	124	131	129	123	125	140	126	131	123	123	131	0	129	137	49
Şube 27	3	83	0.9	11	5.9	83	8.8	0.9	128	11	1.1	83	68	70	5.6	4.7	7.4	9	4.3	13	2.3	4.6	3.9	9.7	4.8	129	0	13	83
Şube 28	15	92	13	0.4	14	92	18	11	137	0.3	11	92	57	68	18	7.7	7	18	15	7.5	13	9	14	18	7.2	137	13	0	92
Şube 29	79	1.2	81	92	77	0.7	78	80	48	92	80	2.4	149	64	79	86	84	78	80	94	80	86	78	78	86	49	83	92	0

EK 5. MÜŞTERİ-ŞUBE, ŞUBE-ŞUBE ARASINDAKİ UZAKLIKLAR İÇİN GOOGLE HARİTALAR ROTA API KODU.

```

Map Functions
Dosya Düzenle Görünüm Çalıştır Yayınla Kaynaklar Yardım

Maps.gs

1 function mesafeKmUrl(origin,destination) {
2     Utilities.sleep(1000);
3
4     //var origin ="39.767692,30.519759";
5     //var destination ="39.423066,29.988542";
6
7     var url='https://maps.googleapis.com/maps/api/directions/json?origin=
8     '+origin+'&destination='+destination+'&key=AIzaSyBcuVkkDy7saKdVhPGrL_RibBY-Y0pLXJc';
9     // var url='https://maps.googleapis.com/maps/api/directions/json?origin=
10    '+origin+'&destination='+destination+'';
11
12    var response = UrlFetchApp.fetch(url);
13
14    Logger.log(response);
15
16    var json = response.getContentText();
17    var data = JSON.parse(json);
18    try{
19        var distance = data.routes[0].legs[0].distance.text;
20    }catch(e){
21
22        distance = "Problem";
23        //Logger.log(e);
24
25        //var distance = "HATALI \n"+e;
26
27    }
28
29    return distance;
30 }
31
32 function mesafeKm(origin,destination) {
33
34     //Json ayrıntılı sonuçlar için
35     //https://maps.googleapis.com/maps/api/directions/json?origin=39.774716,30.513899&destination=
36     39.767692,30.519759&key=AIzaSyCjgOMo-BREo6c26atjchTZggoFs8WLeYc
37
38     var directions = Maps.newDirectionFinder()
39     // .setMode(Maps.DirectionFinder.Mode.TRANSIT)
40     .setOrigin(origin)
41     .setDestination(destination)
42     .setLanguage('tr')
43     .getDirections();
44
45
46
47     if (directions && directions.error_message) throw directions.error_message
48     if (directions && directions.routes && directions.routes[0] &&
49         directions.routes[0].legs && directions.routes[0].legs[0] &&
50         directions.routes[0].legs[0].distance)
51         return directions.routes[0].legs[0].distance.text;
52
53     return "";
54
55 }

```

56	function baslangicYeri(origin, destination){
57	
58	
59	var url='https://maps.googleapis.com/maps/api/directions/json?origin=
60	'+origin+'&destination='+destination+'&key=AIzaSyBj98gYZ_iiMEVSUgEQCNCC4Wh_1BImaHI';
61	
62	var response = UrlFetchApp.fetch(url);
63	var json = response.getContentText();
64	var data = JSON.parse(json);
65	var distance = data.routes[0].legs[0].start_address;
66	
67	return distance;
68	
69	}
70	
71	function bitisYeri(origin, destination){
72	
73	var url='https://maps.googleapis.com/maps/api/directions/json?origin=
74	'+origin+'&destination='+destination+'&key=AIzaSyBj98gYZ_iiMEVSUgEQCNCC4Wh_1BImaHI';
75	
76	var response = UrlFetchApp.fetch(url);
77	var json = response.getContentText();
78	var data = JSON.parse(json);
79	var distance = data.routes[0].legs[0].end_address;
80	return distance;
81	
82	}
83	
84	function mesafeDakika(origin, destination) {
85	
86	
87	
88	var url='https://maps.googleapis.com/maps/api/directions/json?origin=
89	'+origin+'&destination='+destination+'&key=AIzaSyBj98gYZ_iiMEVSUgEQCNCC4Wh_1BImaHI';
90	
91	var response = UrlFetchApp.fetch(url);
92	var json = response.getContentText();
93	var data = JSON.parse(json);
94	var distance = data.routes[0].legs[0].duration.text;
95	return distance;
96	
97	}
98	
99	function mesafeDakikaHSP(origin, destination) {
100	
101	
102	var url='https://maps.googleapis.com/maps/api/directions/json?origin=
103	'+origin+'&destination='+destination+'&key=AIzaSyBj98gYZ_iiMEVSUgEQCNCC4Wh_1BImaHI';
104	
105	var response = UrlFetchApp.fetch(url);
106	var json = response.getContentText();
107	var data = JSON.parse(json);
108	var distance = data.routes[0].legs[0].duration.value;
109	return distance;
110	
111	}
112	
113	function mesafeSaat(origin, destination) {
114	return mesafeDakikaHSP(origin, destination)/(60*60);
115	}
116	

EK 6. YAKIN ŞUBE KURMA CEZA MALİYETİ MATRİSİ (TL).

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Berna ŞİMŞEK
Doğum Yeri	Malatya
Doğum Tarihi	04.09.1989
Uyruğu	☒ T.C. ☐ Diğer:
Telefon	+90 537 209 30 67
E-Posta Adresi	bernasimsek89@gmail.com
Web Adresi	



Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Gazi Üniversitesi
Fakülte	Mühendislik Fakültesi
Bölümü	Endüstri Mühendisliği
Mezuniyet Yılı	05.06.2012

Yüksek Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Programı	Endüstri Mühendisliği Programı
Mezuniyet Tarihi	13.12.2017

Makale ve Bildiriler
Şimşek, B. & Tüysüz, F., 2015, Simulation approach for modeling and analyzing the technological transfer center in a cargo company, <i>6th International conference on modelling, simulation and applied optimization</i> , 27-29 May 2015 İstanbul, Türkiye, IEEE, ISBN: 978-975-461-522-7, pp.21-26.
Şimşek, B., & Tüysüz, F., 2016, Fuzzy network data envelopment analysis model for measuring the performance of the branches in a cargo company: A case of Turkey, <i>Uluslararası katılımlı 16. Üretim araştırmaları sempozyumu</i> , 12-14 Ekim 2016, İstanbul, Türkiye, ISBN: 978-605-320-530-2, pp. 1030-1036.
Şimşek, B., & Tüysüz, F., 2017, An application of network data envelopment analysis with fuzzy data for the performance evaluation in cargo sector, <i>Journal of Enterprise Information Management</i> , Basımda, Kabul Tarihi: 28.06.2017.
Tüysüz, F., & Şimşek, B., 2016. Analysis of the factors affecting performance evaluation of branches in a cargo company by using hesitant fuzzy AHP, <i>Uncertainty modelling in knowledge engineering and decision making</i> :

Proceedings of the 12th International FLINS conference, 24-26 Ağustos 2016, Roubaix, Fransa, World Scientific, ISBN: 978-981-3146-96-9, pp. 866-871.

Tüysüz, F. & Şimşek, B., 2017, A hesitant fuzzy linguistic term sets-based AHP approach for analyzing the performance evaluation factors: An application to Cargo sector, *Complex & Intelligent Systems*, Vol.3, No.2, pp. 1-9.

