

## DAĞITIM MERKEZİ ATAMA PROBLEMİ İÇİN BİR OPTİMİZASYON MODELİ\*

Gülşah SEZEN AKAR<sup>1</sup>

### Öz

İşletmeler için karar verme süreçlerinde en önemli faktör maliyettir. Ancak, tüketicilerin çevresel hassasiyetlerinin arttığı son yıllarda işletmelerin maliyet dışı faktörleri de karar süreçlerine dâhil etme zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. İşletmeler, çevreye verdikleri zararları en aza indirmek için bir takım stratejiler geliştirmeli ve faaliyetlerini bu stratejiler doğrultusunda gerçekleştirmelidir. Bu çalışmanın amacı, dağıtım merkezi atama problemine çevresel ve ekonomik amaçları optimize eden bir tam sayılı programlama modeli geliştirilmektedir. Toplam maliyeti ve karbon emisyonunu en aza indirgeyen, yasal zorunlulukları ve kapasite kısıtlarını karşılayan bu model, bir işletmeden alınan veriler ile sınanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Dağıtım Merkezi, Atama Problemi, Karbon Emisyonu, Toplam Maliyet

## AN OPTIMIZATION MODEL FOR DISTRIBUTION CENTER ASSIGNMENT PROBLEM

### Abstract

The cost is definitely the most important factor in decision making process for businesses. However, consumers' environmental sensitivities have been increasing in recent years, so that including non-cost factors in decision processes has been a necessity. Businesses should develop some strategies to minimize the damage to the environment and carry out their activities in line with these strategies. The aim of this study is to develop an integer programming model that optimizes the environmental and economic objectives of the distribution center assignment problem. This model, which minimizes total cost and carbon emissions and meets legal requirements and capacity constraints, has been tested with data from a company.

**Keywords:** Distribution Center, Assignment Problem, Carbon Emission, Total Cost

**Jel Code:** L91, C02.

---

\* Uluslararası Yönetim, İktisat ve İşletme Kongresi'nde (ICMEB'17) sunulan "Sürdürülebilir Lojistik Merkezi Seçimi İçin Çok Amaçlı Bir Optimizasyon Modeli" başlıklı bildirisinin gözden geçirilmiş ve geliştirilmiş halidir

<sup>1</sup>Dr. Öğr. Üyesi, Adnan Menderes Üniversitesi Nazilli İİBF Uluslararası Ticaret ve Finansman, gsezen@adu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8541-3327

**Makalenin Geliş Tarihi (Received Date):** 02.05.2018

**Yayına Kabul Tarihi (Acceptance Date):** 13.06.2018

## Giriş

İş dünyasında, artan rekabetle birlikte lojistik faaliyetler işletmeler için öncelikli ve önemli hale gelmiştir. Müşteriler herhangi bir ürüne istedikleri zamanda, istedikleri yerde ve uygun fiyatla sahip olmak istemektedir. İşletmeler, müşterilerin bu isteklerine cevap verebilmek için çeşitli lokasyonlara dağıtım merkezleri açmakta ya da ortak dağıtım merkezi kullanma yoluna gitmektedir. Dağıtım merkezleri müşteri isteklerinin zamanında ve eksiksiz karşılanmasına olanak sağlarken, işletmeler için özellikle maliyetler ve uzaklık bakımından değerlendirilmesi gereken unsurlar olmaktadır.

İşletmeler için karar verme aşamasında maliyetler önemli bir faktördür. Lojistik maliyetlerin en aza indirilmesi işletmelerin rakiplerine karşı maliyet üstünlüğü ve dolayısıyla fiyat avantajı sağlaması için önemlidir.

İşletmelerin değerlendirmesi gereken diğer bir önemli nokta, çevresel sürdürülebilirlik bakımından karbondioksit gazının salınım miktarıdır. Dünya sera gazı salınımı değerlendirildiğinde, %70'in üzerinde karbondioksit, %16 metan, %6 azot oksit ve %8 diğer gazların salınımı gerçekleşmektedir. Bu gazların ortaya çıkmasındaki en önemli neden enerji üretimi olurken, diğer nedenler arasındaki sıralamada taşımacılık faaliyetleri dördüncü sırada yer almaktadır. Taşımacılıkta (kara, demir, deniz ve hava taşımacılığı) sera gazı salınımı, fosil yakıtların kullanımı sonucu ortaya çıkmaktadır (IPCC, 2014).

Dağıtım merkezi problemlerine ilişkin literatür incelendiğinde, dağıtım merkezi yer seçimi, yerleşimi ve ataması üzerine yapılan çalışmalara rastlanmaktadır. Bu problemlerin çözümünde matematiksel modellerin yanı sıra çok kriterli karar verme yöntemleri, sezgisel algoritma ve hibrit yöntemler de kullanılmaktadır. Atama problemlerinin çözümünde genellikle matematiksel modellerden faydalanılmaktadır. Literatür özeti Tablo 1'de sunulmuştur. Çalışmalar ortak özellikleri bakımından değerlendirildiğinde her çalışmada maliyet faktörünün önemle değerlendirildiği ancak çevresel sürdürülebilirlik faktörlerinin dikkate alınmadığı görülmektedir.

**Tablo 1:** Literatür Özeti

	Yazar ve Yıl	Çalışmanın Konusu	Yöntemi
Dağıtım merkezi yer seçimi	Awasthi vd. (2011)	Şehir içinde açılacak dağıtım merkezi için dağıtım maliyetlerini ve trafik sıkışıklığını minimize edecek bir planlama gerçekleştirmiştir. Planlama yapılırken maliyetlerin yanı sıra, güvenlik, çevresel etki, erişebilirlik ve hizmet kalitesi gibi faktörler göz önüne alınmıştır.	Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi
	Zak ve Weglinski (2014)	Dağıtım merkezi yer seçiminde iki aşamalı bir analiz yapmıştır. Birinci aşama dağıtım merkezlerini mikro perspektifte değerlendirirken ikinci aşamada ise dağıtım merkezlerini teknolojik, yapısal, ekonomik, sosyal ve çevresel potansiyel makro faktörleri bakımından değerlendirerek optimum çözüme ulaşmıştır.	Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi
	Liu vd. (2011)	Dağıtım merkezi yer seçimine ilişkin çalışmada nitel ve nicel faktörler bir arada değerlendirilmiştir.	Bulanık mantık, kaba küme teorisinin kullanıldığı sezgisel algoritma
	Zhu vd. (2012)	Soğuk zincir dağıtım merkezi yer seçimi problemine maliyetleri en aza indirgeyen ve lojistik hizmet düzeyini en çoklayan iki amaçlı bir model geliştirmiştir.	Doğrusal Matematiksel Model

Dağıtım Merkezi Yerleşim	Oh vd. (2006)	Koreli posta dağıtım merkezinin çapraz yerleştirme problemi için dağıtım merkezi içinde paletlerin seyahat mesafesini minimize edecek bir model geliştirmiştir.	Doğrusal olmayan matematiksel model, sezgisel ve genetik algoritma
Dağıtım Merkezi Atama	Badri (1999)	Çalışmada, dağıtım merkezlerinin yer seçimine ilişkin değerlendirme ile birlikte 6 farklı bölgenin talebini karşılamak üzere dağıtım merkezi atama işlemi de gerçekleştirilmiştir.	Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi ve Hedef Programlama
	Öncel vd. (2011)	Çalışmada, dağıtım merkezi yer seçimi ve atama probleminin çözümüne ilişkin iki aşamalı bir model geliştirilmiştir. Birinci aşamada yer seçimi yakınlık, maliyetler, talep potansiyeli gibi kriterler göz önüne alınarak kararlaştırıldıktan sonra, ikinci aşamada yeni dağıtım merkezinin karşılayacağı talep miktarı doğrusal programla modeli ile belirlenmiştir. Dağıtım merkezine, müşteri ataması gerçekleştirilmiştir.	Çok Kriterli Karar verme ve Doğrusal Programlama Modeli
	Hodzapfel vd. (2018)	Çalışmada bir perakende dağıtım ağında farklı tipteki dağıtım merkezlerine ürün atamasını minimum maliyetle gerçekleştirecek model oluşturulmuştur.	Tam Sayılı Doğrusal Olmayan Programlama Modeli
	Xifeng vd. (2013)	Çalışmada, maliyet, karbon emisyonu ve hizmet düzeyi amaçlarını optimize eden bir matematiksel model geliştirilmiş ve sınanmıştır.	Çok Amaçlı Matematiksel Model

Bu çalışma, atama probleminde çevresel sürdürülebilirliği de göz önüne alması yönünden literatürdeki diğer çalışmalardan farklılaşmaktadır. Çalışmanın amacı, dağıtım merkezi atama problemi için ekonomik ve çevresel amaçları optimize edecek bir modelin oluşturulmasıdır. Model, bir işletmeden alınan veriler ile sınanmıştır. Çalışmada tam sayılı programlama modeli oluşturulmuş; verilerin analizinde LINGO paket programından faydalanılmıştır.

## 1. Model Formülizasyonu

### 1.1 Tam Sayılı Doğrusal Programlama Atama Modelinin Formülasyonu

İki ayrı kümede yer alan farklı özellikteki elemanların optimal biçimde eşleştirilmeye çalışıldığı problemlere atama problemleri adı verilmekte olup; farklı görevlere personel atama, çeşitli taşıma seferlerine araç atama ve benzeri problemler, atama problemlerine örnek olarak gösterilebilmektedir (Aladağ, 2010: 51). Amaç, etkinliği maksimum kılmak için kaynak kullanımının birebir dağıtımını sağlamaktır (Öztürk, 2012: 468). Her iş bir işlem noktasına atanacağından ve her işlem noktasına da yalnızca bir iş atanacağından, karar değişkenleri 0 ve 1 değerini almaktadır (Kara, 2000: 207).

Çalışmada yer alan modellemenin indisleri, parametreleri, amaç fonksiyonları ve kısıtları aşağıda verilmiştir. Benzer atama problemlerinden farklı olarak, bu çalışmada birden fazla amaç fonksiyonu bulunmaktadır. Model, her bir müşterinin en yakın dağıtım merkezine atanmasını, en düşük karbondioksit emisyonu ve maliyetle gerçekleştirmek üzere oluşturulmuştur. Maliyet ve emisyon amaçları gerçekleştirilirken, yasal hız ve yük limiti kısıtlarının göz önüne alınması gerekmektedir. Karbondioksit emisyonuna ilişkin amaç fonksiyonunu oluştururken, Absi vd. (2013) çalışmasından faydalanılmıştır.

### İndisler ve parametreler;

$i= 1, 2, 3, \dots, I$  müşteriler

$j= 1, 2, 3, \dots, J$  dağıtım merkezleri

$t_i= i.ci$  müşteri talebi

$s_j= j.ci$  dağıtım merkezinin işletmeye maliyeti

$c_j= j.inci$  dağıtım merkezinin kapasitesi

$d_{ij}=i.nci$  müşteriye  $j.ci$  dağıtım merkezinden birim değişken taşıma maliyeti

$u_{ij}= i. müşterinin j. dağıtım merkezine uzaklığı$

$z_i= i. müşterinin taleplerin ulaştırılması için verdiği süre$

$k= Araçların yasal kapasitesi$

$cad= Dolu$  aracın karbondioksit emisyonu

$cab= Boş$  aracın karbondioksit emisyonu

$x_j= 1$  ve  $0$  değerleri alan karar değişkeni

$Y_{ij}= 1$  ve  $0$  değerleri alan karar değişkeni

### Amaç Fonksiyonu;

$$\min \sum_{j=1}^J s_j x_j + \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I d_{ij} t_i u_{ij} Y_{ij} \quad (1)$$

$$\min \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I u_{ij} \left( \frac{(\epsilon_{cad} - \epsilon_{cab}) t_i}{k} + \epsilon_{cab} \left( \frac{t_i}{k} \right) \right) Y_{ij} \quad (2)$$

### Kısıtlar;

$$\sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I \left( \frac{u_{ij}}{z_i} \right) Y_{ij} \leq 80 \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I t_i Y_{ij} \leq c_j \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^J Y_{ij} = 1, \forall i \quad (5)$$

$$Y_{ij} \in \{0, 1\}, \forall i, j \quad (6)$$

$$x_j \in \{0, 1\}, \forall j$$

Amaç fonksiyonu, (1) maliyet minimizasyonunu; (2) karbondioksit emisyonu minimizasyonunu ifade etmektedir. Kısıtları (3) mecburi uyulması gereken yasal hız limiti; (4) dağıtım merkezi kapasiteleri; (5) her bir müşteriye bir dağıtım merkezi atamasının garantilenmesi ve (6) 0 ve 1 değerlerini alan karar değişkenleri oluşturmaktadır.

## 1.2 Modelin Algoritması

Model, tam sayılı programlama atama modeli olarak oluşturulduktan sonra iki tane amaç fonksiyonu barındırması sebebiyle epsilon kısıt yöntemiyle çözüme ulaştırılmaktadır. Epsilon kısıt yöntemi, her seferinde amaçlardan birinin optimize edildiği, diğer amaç değerlerinin kısıtlar vasıtasıyla kısıtlandığı tek amaçlı bir alt-problemin birden fazla kez çözülmesine dayalıdır. Her çözümde, kısıtlarla kontrol edilen amaç değerleri önceki çözümdeki değerlerine göre daha fazla kısıtlanır. Algoritma çözmeye çalıştığı alt problem olumsuz olduğunda sonlanır (Karsu, 2018: 266).

Algoritma aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır:

**Adım 1:** Her bir müşteriye en yakında bulunan j. dağıtım merkezine paylaşır ve öncelikli amaç fonksiyon olan karbon emisyonu miktarı ve toplam maliyeti hesapla;

**Adım 2:** Toplam maliyet beklenenin altındaysa dur ve son adıma git yoksa Adım 3'e git;

**Adım 3:** Bir dağıtım merkezi seç ve hesaplanan maliyetin beklentileri karşılama durumunda karbondioksit emisyonunun müşterilerin yakınındaki diğer dağıtım merkezine yeniden paylaşılmasından daha küçük olduğundan emin ol.

**Adım 4:** j. dağıtım merkezini çözümden çıkar, j-1. dağıtım merkezi için işlemi tekrarla.

## 2. Modelin Sınanması

Bir işletmenin üç farklı lokasyonda kiraladığı dağıtım merkezlerinden 10 farklı müşterisinin taleplerini karşılamak üzere sipariş teslimi yapılacaktır. Hangi müşteriye hangi dağıtım merkezinden dağıtım yapılacağına ilişkin atama problemi maliyetler ve çevresel sürdürülebilirlik bakımından değerlendirilmiştir. Karbon emisyon değerleri dolu araç için ortalama 1.096 kg/km, boş araç için ise ortalama 0.772 kg/km olarak hesaplamalara dahil edilmiştir. Farklı teslim süreleri ve uzaklıklar için yapılan hesaplama aracın ortalama hızını vermektedir. Bu hızın yasal sınırlar içerisinde olmasına ilişkin kısıt modele eklenmiştir (hız 80 km/saat'e eşit ya da daha az olmalıdır). Taşıma aracının taşıyabileceği yasal yük limiti 25 tondur. Her bir dağıtım merkezi için 120 tonluk kapasite kullanım sınırı bulunmaktadır. Tablo 2, müşterilerin dağıtım merkezlerine olan uzaklıklarını göstermektedir.

**Tablo 2:** Müşterilerin Dağıtım Merkezlerine Olan Uzaklığı (km)

Müşteri	1. dağıtım merkezine uzaklık	2. dağıtım merkezine uzaklık	3. dağıtım merkezine uzaklık
Müşteri 1	325	457	888
Müşteri 2	233	30	570
Müşteri 3	1120	916	442
Müşteri 4	418	430	804
Müşteri 5	983	790	440
Müşteri 6	825	600	340
Müşteri 7	900	650	300
Müşteri 8	684	485	27
Müşteri 9	450	520	831
Müşteri 10	412	590	1090

Amaç fonksiyonu, kısıtlar ve probleme ilişkin veriler LINGO programı ile çözümlendiğinde Tablo 3’de yer alan sonuçlar elde edilmiştir. Buna göre, karbondioksit emisyonu 1295 kg/km, toplam maliyet 61310,60 TL olarak hesaplanmıştır. Müşterilerin dağıtım merkezlerine atanması değerlendirildiğinde, 1 ve 10. müşterilerin 1. dağıtım merkezine; 2, 4 ve 9. müşterilerin 2. dağıtım merkezine ve 3, 5, 6, 7 ve 8. müşterilerin 3. dağıtım merkezine atandığı sonucuna ulaşılmıştır.

**Tablo 3:** Problemin Çözümü

Toplam Maliyet		
61310,60 TL		
Toplam Karbon Emisyonu		
1295 kg/km		
Müşterilerin Dağıtım Merkezlerine Atanması		
1. dağıtım merkezi	2. dağıtım merkezi	3. dağıtım merkezi
1	2	3
10	4	5
	9	6
		7
		8

### 3. Sonuç ve Öneriler

Müşteri ihtiyaçlarının zamanında karşılanması, işletmelerin rekabette öne geçebilmeleri açısından titizlikle üzerinde durulması gereken bir konudur. Bu bağlamda işletmeler çeşitli lokasyonlara dağıtım merkezleri açarak ya da ortak dağıtım merkezi kullanma yoluna giderek müşterilerin bu isteklerine cevap vermeye çalışmaktadır. Bu çalışma kapsamında, dağıtım merkezlerine atama problemine ilişkin ekonomik ve çevresel amaçları optimize edecek bir model geliştirilmiştir. Tam sayılı programlama modeli oluşturulmuş ve model bir işletmenin verileri ile sınanmıştır. Çalışmanın sonucunda, dağıtım merkezlerine 2-3-5 şeklinde müşterilerin atanması

gerçekleştirilmiştir. Müşterilerin dağıtım merkezlerine olan uzaklığına ilişkin veriler incelendiğinde maliyet ve karbon emisyonunu en aza indirmek için en yakındaki dağıtım merkezine atanacağı aşikârdır. Ancak problemin çözümünü karmaşık hale getiren kapasite sınırlamaları ve diğer kısıtların bu durumu değiştirdiği görülmektedir.

Tüketicilerin çevresel duyarlılıklarının artması ile birlikte özellikle karbon ve diğer gaz salınımları bakımından taşımacılık faaliyetleri dikkat çekmektedir. İşletmelerin yalnızca tüketicilerin baskıları ile değil, çevre bilinçleri gereği emisyon oranlarını en aza indirmesi gerekmektedir. Bu nedenle, maliyet, müşteri memnuniyeti gibi faktörlerin yanı sıra çevresel faktörlerin de göz önüne alınması gerekir. Karbon ve diğer gaz emisyonları azaltıcı stratejilerin geliştirilmesi geleceğimiz için önem arz etmektedir. Bu çalışmanın ileride diğer sürdürülebilirlik değişkenleri ve müşteri memnuniyeti kriterleri de dâhil edilerek geliştirilmesi planlanmaktadır.

## KAYNAKÇA

- ABSI, N., DAUZERE-PERES, S., KEDAD-SIDHOUM, S., Penz B., and RAPINE, C., (2013). “Lot Sizing with Carbon Emission Constraints”. *European Journal of Operational Research*, 227: 55-61.
- ALADAG, H. Ç., (2010). *Tam Sayılı Programlamaya Giriş*. Bursa: Ekin Kitabevi.
- AWASTHI, A., CHAUHAN, S.S., and GOYAL S. K., (2011). “A Multi-Criteria Decision Making Approach for Location Planning for Urban Distribution Centers under Uncertainty,” *Mathematical and Computer Modelling*, 53(1-2): 98-109.
- BADRI, M. A., (1999). “Combining the Analytic Hierarchy Process and Goal Programming for Global Facility Location-Allocation Problem”. *International J. Production Economics*, 62: 237-248.
- HOLZAPFEL, A., KUHN, H., and STERNBECK, M. G., (2018). “Product Allocation to Different Types of Distribution Center in Retail Logistics Networks”. *European Journal of Operational Research*, 264: 948-966.
- IPCC (2014). *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*: Cambridge University Press, Cambridge.
- KARA, İ., (2000). *Doğrusal Programlama*. Bilim Teknik Yayınevi, Ankara
- KARSU, Ö., (2018). “Eşitlikçi Çok Amaçlı Sırt Çantası Problemi”. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji*, 6 (2): 358-373.
- LIU, S., FELIX, T. S., and CHUNG, S. H., (2011). “A Study of Distribution Center Location Based on the Rough Sets and Interactive Multi-Objective Fuzzy Decision Theory”. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 27: 426-433.
- OH, Y., HWANG, H., CHA, C. N., and LEE, S., (2006). “A Dock-Door Assignment Problem for the Korean Mail Distribution Center”. *Computers and Industrial Engineering*, 51: 288-296.
- ÖNCEL, U., ÇEBİ, F., ve ÇELEBİ D., (2011). “Bir Otomotiv Yedek Parça Firması için Yeni Bir Dağıtım Merkezi Kurulum Kararı”. XI. Üretim Araştırmaları Sempozyumu, 23-24 Haziran 2011, İstanbul.
- Öztürk A. (2012). *Yöneylem Araştırması*. Bursa: Ekin Kitabevi.
- XIFENG, T., JI, Z., and PENG, X., (2013). “A Multi-Objective Optimization Model for Sustainable Logistics Facility Location”. *Transportation Research Part D*, 22: 45-48.
- ZAK, J., and WEGLINSKI, S., (2014). “The Selection of the Logistics Center Location Based on MCDM/A Methodology”. *Transportation Research Procedia*, 3: 555-564.
- ZHU, R., and HU, D., (2012). “A Multi-objective Optimization Model for the Cold Chain Distribution Center Location Problem”. *Logistics Technology*, 1: 108-110.