

## Lojistik Dağıtım Ağ Problemlerinde Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi ve Hedef Programlama ile Depo Seçimi

Ergün GÜL<sup>1</sup>, Tamer EREN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kırıkkale Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kırıkkale  
e-posta: ergungul01@gmail.com, tamereren@gmail.com

Geliş Tarihi: 02.18.2017

Kabul Tarihi: 20.03.2017

### Özet

Günümüz müşteri odaklı tedarik zincirinde; rekabet ortamında bir şirketin yerini koruması ve gelişebilmesi adına maliyetlerin minimizasyonu kadar müşterilerin beklentilerinin maksimizasyonu da eşit derecede önem göstermektedir. Bu çalışmada bir kamu sektöründe depo yeri seçim süreci analizine yönelik analitik hiyerarşi prosesi (AHP) ve bir hedef programlama (HP) modeli birleştirilerek çok kriterli bir optimizasyon yaklaşımı geliştirilmiştir. Depoların ağırlıklarının hesaplanabilmesi için yedi farklı kriter tespit edilmiş, daha sonra çok kriterli karar verme tekniklerinden AHP yöntemi kullanılarak depoların kendi içinde öncelik sıraları belirlenmiştir. Uygulamanın ikinci aşamasında AHP önceliklendirme sonuçları HP modelinin girdisi olarak kullanılmış, belirlenen beş hedef için farklı senaryolarda ILOG CPLEX programı kullanılarak çözümler elde edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Lojistik; Lojistik Dağıtım Ağ Problemi; Analitik Hiyerarşi Prosesi; Hedef Programlama

## Warehouse Selection with Analytic Hierarchy Process Method and Goal Programming in Logistic Distribution Network Problems

### Abstract

Today's customer-oriented supply chain; the maximization of customer expectations is equally important as well as the minimization of costs in order to protect and develop a company in a competitive environment. In this study, a multi-criteria optimization approach has been developed by combining analytical hierarchy process (AHP) and a goal programming (GP) model for warehouse location selection process analysis in a public sector. In order to calculate the weights of the warehouses, seven different criteria were determined and then the priority order of the warehouses was determined using the AHP from multi-criteria decision making techniques. In the second phase of the implementation, the AHP prioritization results are used as an input to the (GP) model and so that solutions were obtained using the ILOG CPLEX program in different scenarios for the five identified goals.

**Keywords:** Logistics; Logistics Distribution Network Problem; Analytic Hierarchy Process; Goal Programming

### 1. Giriş

Küreselleşen dünyada birçok kurum ve kuruluş etkin iletişim olanakları sayesinde ve özellikle bilişim alanındaki gelişmelerle müşteri ağına kolayca ulaşarak ürün, hizmet ve bilgi akışı yapabilmektedir. Küreselleşmeyle birlikte devam eden yoğun ve hareketli bilgi ortamı yepyeni bir ekonomik yapının hızla gelişmesine neden olmuştur. Bu ekonomik yapı içinde şirketlerin

maliyetlerin azaltılması ve müşteri memnuniyetinin sağlanması konularına odaklanmaları her geçen gün lojistiğin önem kazanmasına sebep olmuştur. "Depolama" lojistik süreçler içerisinde ise en önemli fonksiyon olarak görülmektedir. Depolama işlemleri, yapıları itibarıyla etkin ürün hareketi gerektiren ve maksimum yer kaybına neden olduklarından, lojistik sistemlerde ayrı bir işletme faaliyeti olarak önemli bir yere sahiptir. İşletmelerin

faaliyetlerinde kaliteli hizmet ve kar sağlayabilme açısından kritik nokta olma özelliğini taşıması bunun sebebidir.

Bu çalışmada, lojistik dağıtım problemine yönelik depolarla müşteriler arasında bağlantıyı sağlayan dağıtım ağ tasarımına yönelik AHP ve HP yönteminin birlikte kullanıldığı bir model oluşturulmuştur. Müşteriler için servis düzeyinin maksimizasyonu şirketler için maliyetlerin minimizasyonu amaçlanmaktadır.

Yapılan çalışmanın planı şu şekildedir: Çalışmanın ikinci bölümünde lojistik ağ tasarımından, üçüncü bölümünde AHP yönteminden, dördüncü bölümünde hedef programlamadan, beşinci bölümde yapılan literatür araştırmasından, altıncı bölümde uygulamadan ve son olarak yedinci bölümde ise yapılan çalışmanın sonuçlarından bahsedilmiştir.

## 2. Lojistik Ağ Tasarımı

Doğru malzemenin doğru miktar ve şartlarda, doğru yerde ve zamanda, doğru müşteriye, doğru fiyatla ulaştırılmasını sağlamak için yapılması gereken faaliyetlerin tamamı lojistik olarak tanımlanmaktadır [1]. Bir başka tanıma göre ise lojistik, iş dünyasındaki siparişleri maliyet yönünden en verimli şekilde elde ederek anlık ve gerçekleşmesi beklenen karlılığı en üst seviyeye çıkaracak malzemenin, parçaların ve bitmiş envanterin (ve ilgili bilgi akışını) organizasyon içinde ve pazarlama kanallarında tedarik, taşınma ve depolanma süreçlerini stratejik olarak yönetme sanatı olarak ifade edilmektedir. [2]

Lojistik ağ tasarımı tedarikçiler, üretim tesisleri, depolar ve/veya dağıtım merkezleri, toptancılar, perakendeciler ve son kullanıcılardan oluşan entegre bir sistemdir. Lojistik ağın tasarımı tedarikçilerin, fabrika, depo/dağıtım merkezleri ve mağaza kuruluş yerlerinin kıymetlendirilmesi, içlerinden optimum olanın ya da onların seçimi, bu tesislerin sayılarının ve aralarındaki ürün dağıtımının belirlenmesi gibi birbirleriyle etkileşim halindeki pek çok konunun dikkate alınmasını gerektiren karmaşık bir süreçten oluşur [3]. Bu

karmaşık süreçten dolayı lojistik ağ tasarımının adım adım ele alınması problemi kolaylaştırmaktadır. Paksoy [4], lojistik ağ tasarımı aşamalarını problemin tanımlanması, hedeflerin belirlenmesi ve model formülasyonu şeklinde üç aşamada tanımlamıştır. Bu aşamalar: problemin tanımlanması, amaçların belirlenmesi ve model formülasyonundan oluşmaktadır.

## 3. Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi

Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi, Myers ve Alpert [5] tarafından ilk defa 1968 yılında ileri sürülmüş, Thomas L. Saaty [6] tarafından ise 1977 yılında geliştirilmiştir. Alternatifler arasında seçim yapmayı sağlayan yöntemlerden birisi de çok kriterli karar verme süreçlerinde yer alan, tedarikçi seçiminde yaygın olarak kullanılan AHP'dir. Saaty [6] tarafından geliştirilen bu yöntem, problemi; Amaç, kriterler, alt kriterler ve alternatiflerden oluşan hiyerarşik bir yapıda düzenleyip, en uygun çözüme ulaşılmasını sağlar.

AHP yönteminin uygulamasını Ghodsypour ve O'Brien [7], üç aşamada özetlemişlerdir: Karar verme süreci için kullanılacak kriterlerin belirlenmesi ve hiyerarşik yapının kurulması, kriterler ve alternatifler arasında karşılaştırmalar yapılması ve kriter ağırlıklarının belirlenmesi, alternatiflerin ve kriterlerin önceliklerinin bulunmasıdır.

### Kriterlerin Belirlenmesi Ve Hiyerarşik Yapının

**Oluşturulması:** Tedarikçi seçimi için seçilen kriterler hiyerarşik düzende sıralanırken, kriterlerin bağımsızlıkları değerlendirilmelidir. Aynı seviyedeki kriterlerin birbirinden bağımsız olması sağlanmalıdır. Aralarında bağımlılık bulunan kriterler ise birbirinin alt kriteri olarak farklı seviyelerde hiyerarşiye eklenmelidir. AHP yönteminde kullanılacak kriterler ve bu kriterlerin hiyerarşi içinde hangi seviyede bulunacakları işletmelerin amaçları ve işletme stratejileri içerisinde yer almaktadır. Bundan dolayı, her bir işletme için kriterler ve seviyeler işletmenin özelliklerine göre farklılaşmaktadır [8].

**Karşılaştırmalar Yapılması Ve Ağırlıkların Belirlenmesi:** Önceliklendirme prosedürüyle,

hiyerarşi kurulduktan sonra her bir seviyedeki elemanların birbirlerine göre önem dereceleri belirlenir. Tedarik süreci içerisinde yer alan her karar verici birimden, kriterleri ikili olarak birbirleriyle karşılaştırmaları istenir. Bu karşılaştırmalar Saaty [9] 1990 da geliştirmiş olduğu 1-9 skalası kullanılmaktadır.

**Önceliklerin Hesaplanması:** Öncelik vektörünü elde etmek için aşağıdaki adımlar kullanılmaktadır [10]. En basit yöntemine göre, her satırdaki elemanlar toplanır ve bu toplamların her biri büyük toplama bölünerek normalize edilir. Elde edilen vektörün ilk satırı birinci kriterin önceliğini, ikinci satırı ikinci kriterin önceliğini, n' inci satır ise n' inci kriterin önceliğini verir. Her sütundaki elemanlar toplanır ve bu toplamların tersleri alınır. Terslerin her biri terslerin toplamına bölünerek normalize edilir. Her sütundaki elemanlar o sütunun toplamına bölünerek normalize edilir. Elde edilen her satırdaki elemanlar toplanır ve bu toplam, satırdaki eleman sayısına bölünür. Bu, normalize edilmiş sütunlar üzerinde bir ortalama alma işlemidir. Bu yolla önceki iki yola göre daha doğru tahminler(sonuçlar) elde edilir. Her satırdaki n tane eleman birbirleriyle çarpılır ve çarpımın n. dereceden kökü alınır yani satırdaki elemanların geometrik ortalaması alınır. Elde edilen sayılar normalize edilmiş olur.

### 3.1. AHP Yönteminde Tutarlılığın Ölçülmesi

İkili karşılaştırmalar sonucu elde edilen değerlerin tutarlı olması verilecek kararın doğruluğu açısından gereklidir. Mükemmel bir tutarlılığa ulaşılması zor olduğundan her ikili karşılaştırma matrisinde bir miktar tutarsızlık bulunmaktadır [11]. AHP ikili matrislerde tutarlılığın ölçülmesi için bir yöntem sunmaktadır. Eğer tutarlılık derecesi kabul edilebilir sınırlardaysa, matrisin tutarlı olduğu varsayıp işleme devam edilir. Aksi durumda karşılaştırmalarla elde edilen yargılar tekrar gözden geçirilmeli ya da değiştirilmelidir. Tutarlılığın yüksek olması, karşılaştırma değerlerinin rasgele belirlenmiş olmaları yerine mantıklı ağırlıklandırma süreçlerinden geçerek oluşturulduğunu gösterir [12].

Saaty [9] (1990) Tutarlılık Oranını (TO) aşağıdaki gibi tanımlamaktadır:

$$TO = \frac{\text{Tutarlılık İndeksi(TI)}}{\text{Rassal İndeks(RI)}}$$

Tutarlılık indeksi Matris özvektörünün alternatif sayısından ne kadar sapma gösterdiğini hesaplamaktadır ve aşağıdaki şekilde bulunmaktadır:

$$TI = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{(n - 1)}$$

$\lambda_{\max}$  bir matrise ait en büyük özdeğerdir. Bir kriter için karşılaştırma matrisinin bulunan önceliklerle çarpılması sonucu elde edilen yeni matrisin her satırının, öncelik matrisinin karşılık gelen elemanlarına bölünmesiyle elde edilen değerlerin ortalamasının alınmasıyla bulunur.  $\lambda_{\max}$  Bulunduktan sonra tutarlılık indeksi bulunur [13]. Burada n, alternatif sayısıdır.

Tablo 1'de Saaty [9] (1990) tarafından ikili karşılaştırmalar için 13 alternatife kadar (n = 13) olan Rassal indeks (RI), türetilmiştir.

**Tablo 1.** Rassallık Göstergesi Değerleri

N	RI	N	RI
1	0	8	1,41
2	0	9	1,45
3	0,58	10	1,49
4	0,9	11	1,51
5	1,12	12	1,48
6	1,24	13	1,56
7	1,32		

Tutarlılık indeksi hesaplandıktan sonra, alternatif sayısına göre tablodan rassal indeks belirlenir. Bu iki değer kullanılarak tutarlılık oranı belirlenmiş olur.

### 4.Hedef Programlama Modeli

Çok ölçütlü karar verme problemlerinde kullanılan modelleme tekniklerinden biri de Hedef Programlama (HP) metodudur. 1955 yılında Charnes vd. [14] yaptığı çalışma HP'nin ilk ortaya çıkışı olmuştur. 1961 yılında Charnes ve Cooper [15] tarafından HP'nin ilk tanımı yapılmıştır. Lee [16] tarafından yapılan bir çalışma ile 1972 yılında HP

geliştirilmiştir. HP günümüzdeki halini daha sonra yapılan çalışmalarda farklı algoritma ve eğilimler eklenerek almıştır. Günümüzde en yaygın olarak kullanılan çok ölçütlü karar verme tekniği HP'dir [17].

Amaç fonksiyonunun en iyi değerini veren optimal çözümün belirlenmesi hedefine dair tek amaçlı problemlerde bir tek optimal sonuç söz konusuysen, amaç fonksiyonlarından birini eniyileyen çözüm çok amaçlı problemlerde genellikle diğer amaçları eniyileyemez. Çok amaçlı problemlere bir örnek olan HP yöntemi için bu sebeple klasik anlamda optimal çözüm yoktur. Çünkü yalnızca çelişmeyen amaçlar varken optimalikten söz etmek mümkündür. Bundan dolayı bir uygun çözümün yalnız ve yalnızca ona baskın olan başka hiçbir uygun çözüm mevcut değilse HP problemlerinin sonucunda ulaşılabilecek en iyi çözüm, ortaya çıkan "etkin çözüm" olarak adlandırılmaktadır [18]. Özet olarak HP yöntemi, incelenen problemin yapısında bulunan bütün hedefleri tek bir hedefe dönüştürerek çözüm elde etmeye çalışır, karar vericiye bu gibi teknik problemler için elde edilebilecek en iyi çözüm olarak adlandırılan etkin çözüm vermektedir.

HP'nin matematiksel formülasyonu şu şekildedir:

Değişkenler:

$x_j$  : j. karar değişkeni

$A_{ij}$  : i. hedefin j. karar değişkeni katsayıları

$b_i$  : i. hedef için hedeflenen değer

$d_i^+$  : i. hedefin pozitif sapma değişkeni

$d_i^-$  : i. hedefin negatif sapma değişkeni

Genel gösterim [19]:

Amaç Fonksiyonu

$$\text{Min } z = \sum_{i=1}^m (d_i^- + d_i^+)$$

Kısıtlar

$$\sum_{j=1}^n A_{ij}x_j - d_i^+ + d_i^- = b_i$$

$$d_i^+ * d_i^- = 0$$

$$d_i^+, d_i^-, x_j \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j =$$

$$1, 2, \dots, n$$

## 5. Literatür Araştırması

Çalışmanın bu bölümünde, Lojistik Dağıtım Problemleri ile ilgili olarak daha önce yapılan çalışmalar incelenmiş ve genel bir literatür araştırması yapılmıştır. Yapılan literatür taraması

sonucu çok sayıda farklı kaynağa ulaşılarak Lojistik Dağıtım Problemleri ile ilgili yapılan çalışmalar incelenmiştir. Çalışmanın literatür taraması aşamasında incelenen kaynaklar aşağıda kronolojik olarak sıralanmıştır.

Beumjun vd. [20] yaptıkları bu çalışmada, ana fabrikaya parça tedariki için parça üreticilerinin kullandığı dağıtım merkezi için bir lojistik sistemini incelemiştir. Goetschalckx vd. [21] yaptıkları bu çalışmada, stratejik küresel tedarik zinciri ağı tasarımının, taktiksel üretim ve dağıtım paylaşımları ve transfer maliyetlerinin tanımlamaları ile bütünleşmesi ile genelleştirilen tasarruf miktarını göstermek için genel bir araştırma yapmışlardır. Oluk [22], çalışmasında hızlı tüketim malları üreticisi olan firmanın lojistik sisteminin yeniden modellenmesi üzerine bir çalışma yapmıştır. Tsai ve Li [23] yaptıkları bu çalışmada, genel optimizasyon metodunu paketleme problemi için geliştirmiştir. Gül [24] çalışmasında bir çimento fabrikası örneği üzerinde, çimento fabrikalarının torba çimento nakliyesini bir dış kaynak şirketine aktarmaları durumunda elde edecekleri avantajları, incelemiştir. Amaca yönelik olarak tamsayı doğrusal programlama yardımı ile Eskişehir çimento fabrikalı bayilerinin 2004 yılı talepleri temel alınarak, birim maliyetleri hesaplanan değişik kapasiteli üç farklı kamyon tipinden oluşan bir kamyon filosunun büyüklüğü hesaplanmıştır. Bu filo ile nakliyenin gerçekleştirilmesi durumunda oluşacak nakliye fiyatı belirlenmiştir. Sheu [25] tarafından doğal afetlerden etkilenmiş bölgenin gruplanması ve kurtarma dağıtımını yapan Lojistik Dağıtım Sistemi modeli, doğal afetlerde kurtarma taleplerine en kısa sürede cevap vermek amacıyla geliştirilmiştir. Mamadiev [26] yapmış olduğu çalışmada uluslararası lojistiğin teorisi ve petrol ve doğal gaz endüstrisindeki uygulamasını incelemiştir. Salema vd. [27] yaptıkları bu çalışmada, geneli kapsayan tersine lojistik ağı için kapasite sınırlarının, çoklu ürün yönetiminin ve ürünlerinin taleplerinin ve geri dönüşlerinin belirsiz olduğu durumların incelendiği genelleştirilmiş bir model önermişlerdir. Öztürk [28], yapmış olduğu çalışmada süreç yönetimi konusunu detaylı olarak incelemiş Rummler Brache metodolojisi ile bir lojistik

firmasının operasyonel süreçlerinden biri olan Kara Nakliye İhracat Süreci analizi ve iyileştirilmesine yönelik uygulama yapmıştır. Yıldırım [29], çalışmasında İSFALT A.Ş. firmasının lojistik süreçleri ve tedarik zincirinde de bilgi eksikliği ve bilgiye kolay ulaşılamamasından kaynaklanan problemlerin lojistik süreçlerin performansını ve tedarik zincirinin etkinliğini azaltması üzerinde durmuştur. Çelen [30], çalışmasında artan pazar rekabetinin imalatçıları üretim ve dağıtımda geçen toplam süreyi en küçülterek tedarik sürelerini sürekli olarak azaltmaya zorladığından bahsetmiş. Bu amaçla farklı konumlardaki özdeş tesislerden tek müşteri bölgesine hizmet veren bir imalatçının üretim ve dağıtım işlemlerinin çizelgenmesi üzerinde çalışmıştır. Şengül [31] çalışmasında, tersine lojistik ağ tasarımı problemi için karma tamsayılı doğrusal programlama modelini ambalaj atıklarının geri dönüşümünde kullanılmak üzere geliştirmeyi amaçlamıştır. Ünal [32] çalışmasında, Deprem sonrasında etkin bir müdahalenin sağlanabilmesine yönelik Acil Lojistik Yardım Operasyonları (ALYO) kapsamında deprem sonrasında beslenme ve barınma ihtiyaçlarına yönelik olarak tasarlanan lojistik faaliyetler düşünülmüş ve Deprem Lojistiğine (DL) yönelik olarak ALYO-DLKDS önerilmiştir. Alaykırın [33], çok ürünlü tersine lojistik ağ tasarımı probleminde maliyetlerin minimize edilmesi ile birlikte açılmak istenen aday tesisler içerisinde seçim yapabilmeyi amaçlamaktadır. Problemin çözümünde kullanılmak üzere bir karma tamsayılı matematiksel model geliştirilmiştir. Küçük [34], çalışmasında lojistik süreçlerinin iyileştirilmesi için yalın altı sigma yaklaşımının DMAIC (Tanımlama, Ölçme, Analiz Etme, İyileştirme, Kontrol Etme) adımı bir çelik boru üretim fabrikasında kullanılmış ve detaylı analizler için iki farklı matematiksel model geliştirilmiştir. Sonuç olarak, lojistik maliyetlerinin azaldığı, lojistik süreçlerinin daha verimli hale getirildiği verilerle kanıtlanmıştır. Özbek ve Eren [35], bir iş yeri için en uygun 3. Parti lojistik firma seçimine yönelik model geliştirmişlerdir. Çok ölçütlü karar verme tekniklerinden analitik ağ süresi (AAS) metodunu oluşturdukları modelde kullanmışlardır. Can [36], sipariş toplama lojistik faaliyetler içinde depolama operasyonları göre sınıflandırılan depo operasyon

planlama problemleri içerisinde en yüksek önceliğe sahip problem üzerinde çalışmıştır. Başkaya [37], yapmış olduğu çalışmada ticari tedarik zincirlerinde gözlemlenen yanal sevkiyat uygulamalarını insani yardım ağlarına dâhil etmiş ve farklı değişkenlerin etkilerini yardım malzemelerinin afetzedelere ulaşması için geçen sürenin en küçüklenmesi amacı üzerinde incelemiştir. Kısa [38], tersine lojistik kapsamında katı atık bertaraf metotları, geri kazanım potansiyeli ve İstanbul ilinde bir alan çalışması yapmıştır. Özispa [39], yapmış olduğu çalışmada Türkiye toplam mobilya ihracatının %15'ini oluşturan İnegöl İlçesinin mobilya sektörü lojistik faaliyetlerini incelemiştir. Özder ve Eren [40], AAS ve HP tekniklerinin entegrasyonunu bir otomotiv firması için en uygun tedarikçiyi seçmeye yönelik bir çalışma yapmıştır. Orcan [41], yapmış olduğu çalışmada gıda sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin belirlemiş olduğu koşullar doğrultusunda depo yeri seçimi problemi için AHP ve öncelikli HP entegrasyonu ile bir model geliştirmiştir.

Aynı zamanda literatürde AHP yöntemi ve HP yöntemi ile yapılmış farklı alanlarda uygulama imkânı bulmuş çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalardan bazıları verilmiştir.

Özder ve Eren [42] çok ölçütlü karar verme yöntemleri ve HP yöntemi ile tedarikçi seçimi, Ünal ve Eren [43] HP yöntemi ile nöbet çizelgeleme, Geyik vd. [44] AHP ile kitap basımevi seçimi, Bedir ve Eren [45] AHP-PROMETHEE entegrasyon ile personel seçimi, Bedir vd. [46] AHP yöntemi ile üçüncü parti lojistik firma seçimi yapmışlardır.

## 6. Uygulama

Uygulama kapsamında bir kamu sektöründe depo yeri seçim süreci analiz edilecektir. Tedarik zincirinde, Lojistik Dağıtım Ağ Tasarımı hem dağıtıcılardan hem de müşterilerden etkilenmektedir. Müşteri memnuniyet düzeyinin ya da firmanın karının maksimizasyonuna odaklanmak lojistik dağıtım probleminde optimize etmek için en iyi yöntem değildir. Kaynakların sınırlandırmaları altında optimal ürün tahsisini belirlemek ve en uygun depo kümesini seçmek için bir HP Modeli

oluşturulmuştur. Amaç fonksiyonu toplam lojistik maliyetinin minimizasyonuna, depoların AHP öncelikleri Ağırlık Faktörleri olarak dâhil edilmiştir. AHP öncelikleri yüksek olan depoların seçilme olasılıkları da yüksek olur. Başka bir şekilde ifade edecek olursak Birleşik AHP-HP Modelinin hedefleri müşterilerin memnuniyet seviyesini maksimize ederken aynı zamanda firmanın toplam maliyetini minimize etmektir.

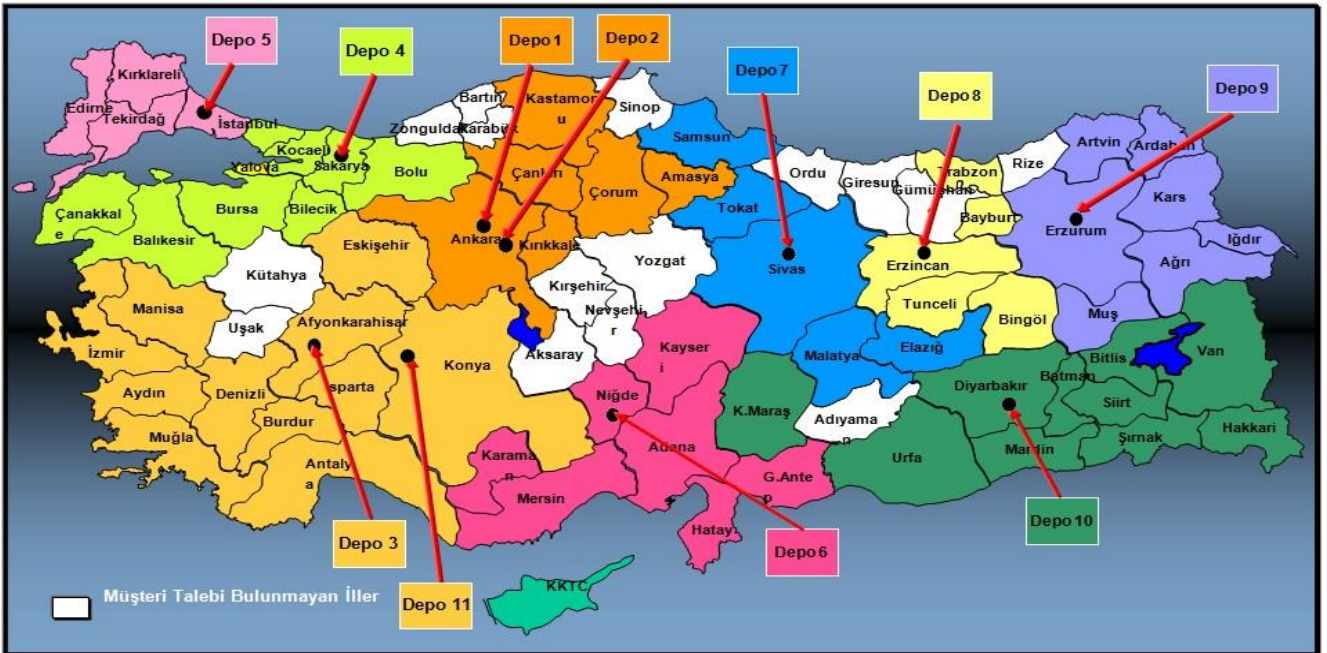
Uygulama yapılan firma, Kamu sektöründe yer almakta müşterilerin taleplerine göre ürünlerin tedarikini ve dağıtımını gerçekleştirmektedir. Firma tedarikini yapmış olduğu ürünlerin tüketiciye en kısa sürede ve en uygun şartlarda ulaşmasını istemektedir. Firma Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde on bir farklı depo alternatifi arasından seçim yapmak istemektedir. Firma bu amacı gerçekleştirirken altmışaltı adet müşteriye ait taleplerin tam olarak karşılanmasını istemektedir. Şekil 1'de depoların ve müşterilerin yeri gösterilmektedir.

Her depo kendine özel maksimum işlem hacmine, sabit kurulum maliyetine, bir birim stok elde bulundurma maliyeti, bir birim dağıtım maliyeti ve ceza maliyetine sahiptir. Bir depoya atanan ürün miktarı, deponun minimum işlem hacminden

düşükse bu pratik olmayan bir tahsistir. Çünkü sadece birkaç siparişin işlenmesi için depo kurmak maliyet etkin değildir. Modelde depo kullanımının düşük etkinliğini önlemek için ceza maliyeti dâhil edilmiştir. Firmanın en önemli önceliklerinden biri de seçilen depoların sahip oldukları maksimum kapasitelerinin üzerine çıkmamalarıdır. Firmanın ikinci sıradaki önceliği de seçilecek depoların sabit maliyelerinin toplamının 3.000.000 TL'yi aşmamasıdır. Diğer bir hedef de seçilen depolarda ceza maliyetine izin verilmemesidir. Ceza maliyeti ise deponun minimum kapasitesinden de az kullanılmasıdır.

Yapılan uygulamada ilk önce depo yeri seçimi için kriterler belirlenerek, bunların birbirlerine göre önem dereceleri oluşturulmuştur. Daha sonra seçimi yapılacak depoların ağırlıkları AHP ile hesaplanmıştır. Elde edilen değerler öncelikli HP yönteminde kullanılmıştır.

Seçim kriterleri, sektörün müdürlüğünde bulunan uzmanların, mühendislerin ve yöneticilerin görüşü alındıktan sonra firmanın ihtiyaç duyduğu kriterler de dikkate alınarak 7 ana kriter olarak incelenmesine karar verilmiştir. Firmanın açmak istediği depolar için belirlemiş olduğu kriterler Tablo 2'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Depo ve Müşteriler

**Tablo 2.** Depo Yeri Seçimi Kriterleri

No.	Kriterler
1	Toplam Teslimat Süresi
2	Siparişin Karşılanma Güvenilirliği
3	Kalite
4	Kapasite esnekliği
5	Katma Değerli Hizmetler
6	Ulaşım Olanakları
7	Potansiyel Kalkınma

Tablo 2’de verilen kriterlerin açıklamaları aşağıda belirtilmiştir.

**Toplam Teslimat Süresi:** Depodan müşterilere ürünlerin dağıtımında envanterin depoda işlenmesi, depolanması, yüklenmesi için geçen toplam zamanı ifade etmektedir. Bu kriterin müşteri memnuniyeti ve pazarda rekabet edebilme açısından önemi yüksektir.

**Siparişin Karşılanma Güvenilirliği:** Firmaya gelen siparişlerin karşılanma yüzdesi o firmanın pazar payını ve pazardaki rekabet gücünü doğrudan etkileyen faktörlerdendir. Bu kriter ile firmaya gelen taleplerin ne kadar sürede ve hangi oranda karşılanacağı analiz edilmektedir.

**Kalite:** Depo yeri seçiminde tanımlanmış olduğumuz kalite kriteri firmanın yüksek kaliteli ürünler sunma taahhüdünü ve müşteriler tarafından alınan ürünlerin durumunu ifade etmektedir.

**Kapasite Esnekliği:** Bu kriter üretimi ve siparişlerin karşılanma oranını etkileyen bir faktördür. Seçilecek depoların kapasitelerine göre pazarın taleplerine karşılık verilebilir. Burada dikkat edilecek olan husus; seçilecek deponun sabit maliyeti ile minimum kapasitesinin altına düştüğü zaman katlanacağı ceza maliyeti arasındaki orandır. Ayrıca belirlemiş olduğumuz depoların her birine ait maksimum kapasiteler de belirtilmektedir. Bu kriter ile bu oranlara göre depolar arasında karşılaştırma yapılmaktadır.

**Katma Değerli Hizmetler:** Müşterilerin işlerini kolaylaştıracak herhangi bir faaliyete ve

müşterilerin özel taleplerine cevap vermesini içermektedir.

**Ulaşım Olanakları:** Depo yeri seçiminde ulaşım koşulları önemli bir faktördür. Depodaki malların istenilen yerlere dağıtılmasında ulaşımın kolay olması işletmelere avantaj sağlamaktadır.

**Potansiyel Kalkınma:** Modeldeki son kriter, potansiyel kalkınma olup, üretim hacmi düşük olan bölgeler, depo yeri seçimi için daha avantajlı olarak değerlendirilmiştir.

Uygulamada 11 deponun yukarıda bahsedilen kriterlere göre ağırlıkları AHP yöntemi ile bulunmuştur. İlk önce Tablo 3.’te gösterildiği kriterlerin birbirlerine göre önem sıralamaları verilmiştir.

**Tablo 3.** Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisi

Kriterler	1	2	3	4	5	6	7
1	1,00	1,00	2,00	2,00	6,00	8,00	9,00
2	1,00	1,00	3,00	2,00	5,00	7,00	8,00
3	0,50	0,33	1,00	0,50	4,00	5,00	6,00
4	0,50	0,50	2,00	1,00	4,00	5,00	6,00
5	0,17	0,20	0,25	0,25	1,00	6,00	7,00
6	0,13	0,14	0,20	0,20	0,17	1,00	2,00
7	0,11	0,13	0,17	0,17	0,14	0,50	1,00

Oluşturulan İkili Karşılaştırmalar Matrisinde her bir hücre değeri bulunduğu sütun değerlerinin toplamına bölünerek Tablo 4’deki matris oluşturulur. Bu matris ile faktörlerin oransal değerleri bulunur.

**Tablo 4.** Faktörlerin Yüzde Önem Dağılımları

Kriterler	1	2	3	4	5	6	7
1	0,29	0,30	0,23	0,33	0,30	0,25	0,23
2	0,29	0,30	0,35	0,33	0,25	0,22	0,21
3	0,15	0,10	0,12	0,08	0,20	0,15	0,15
4	0,15	0,15	0,23	0,16	0,20	0,15	0,15
5	0,05	0,06	0,03	0,04	0,05	0,18	0,18
6	0,04	0,04	0,02	0,03	0,01	0,03	0,05
7	0,03	0,04	0,02	0,03	0,01	0,02	0,03

Tablo 4’de üzerinde yer alan her bir satırın ortalaması alınarak kriterlerin ağırlıkları hesaplanmıştır. Kriterlerin ağırlıkları Tablo 5’de gösterilmiştir.

**Tablo 5.** Kriterlerin Öncelik Vektörü

Kriterler	Ağırlıklar ( $w_i$ )
Toplam Teslimat Süresi	0,28
Siparişin Karşılama Güvenilirliği	0,28
Kalite	0,14
Kapasite esnekliği	0,17
Katma Değerli Hizmetler	0,09
Ulaşım Olanakları	0,03
Potansiyel Kalkınma	0,02

**Tablo 6.** Depoların Öncelik Vektörü

Depolar	Ağırlıklar ( $wp_i$ )
DEPO1	0,07
DEPO2	0,06
DEPO3	0,03
DEPO4	0,02
DEPO5	0,03
DEPO6	0,16
DEPO7	0,05
DEPO8	0,22
DEPO9	0,10
DEPO10	0,24
DEPO11	0,04

Kriterlerin öncelik vektörü Tablo 5 oluşturulduktan sonra faktörlerin kıyaslanmasındaki tutarlılık ölçülür. Bunun için Tablo 3 ile belirtmiş olduğumuz kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi ile Tablo 5’de hesaplanan değerlerin matris çarpımı gerçekleştirilir ve çıkan sütun vektörü Tablo 5’deki ağırlık değerlerine bölünerek lamda değeri hesaplanmıştır. Daha sonra tutarlılık göstergesi (CI)

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1}$$

formülü ile bulunmuştur.

Formülde n kriter sayısını ifade etmektedir. Son olarak tutarlılık oranı (CR), tutarlılık göstergesinin (CI) rassal index (RI) bölünerek elde edilir. Problemimizde RI değeri kriter sayımız yedi tane olduğu için 1,32 olarak alınmıştır. Sonuç olarak Tutarlılık Oranı (CR) = 0,074 olarak bulunmuştur. Bu

değer 0.10’dan küçük olduğu için sonucumuzun tutarlı olduğu gözükmektedir. AHP yönteminin uygulama adımları her bir kriter için depoların birbirleriyle karşılaştırılmasına da uyguladığımızda depo yeri seçimi için çıkan sonuç Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6’da çıkan sonucu yorumladığımızda 8 numaralı depo ile 10 numaralı deponun ağırlıklarının birbirine çok yakın olduğu ve bundan sonraki aşama olan HP yöntemine göre öncelik sıralarının diğer depolara nazaran daha önde olacağı ortaya çıkmıştır.

Her depo için ağırlık faktörleri

$$wf_i = \frac{\sum_{i=1}^m wp_i - wp_i}{\sum_{i=1}^m wp_i * (m-1)}$$

denklemleri kullanılarak hesaplanmıştır.

Denkleme göre  $wf_i$ ,  $wp_i$  değerlerine göre ters orantılı değerler almaktadır. Daha iyi depolar küçük  $wf_i$  değerine sahip olacak böylece toplam maliyet daha düşük ağırlıklı olacak.

**Tablo 7.** Depoların Ağırlık Faktörleri

Depolar	Ağırlık Faktörleri ( $wf_i$ )
DEPO1	0,0927
DEPO2	0,0945
DEPO3	0,0969
DEPO4	0,0979
DEPO5	0,0976
DEPO6	0,0842
DEPO7	0,0955
DEPO8	0,0780
DEPO9	0,0900
DEPO10	0,0763
DEPO11	0,0964

11 tane depodan belirlenen 66 adet tüketiciye/perakendeciye olan lojistik faaliyeti incelenmiştir. Problemimizde belirlenen parametreler;

i= depo (m = 11 adet)

j= müşteridir. (n = 66 adet)

Karar Değişkenleri:

$x_{ij}$ : i. depodan j. Müşteriye teslim edilen ürün miktarını ifade etmektedir. ( $i=1,2,...,m$   $j=1,2,...,n$ )

$u_i = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$  değerlerini almaktadır.  $u_i = 1$ , i. depoya yapılan tahsisat miktarının o deponun minimum



kapasitesinden az olduğu durumu,  $u_i = 0$  ise aksi durumu ifade etmektedir.  $(i=1,2,..,m)$

$v_i = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$  değerlerini almaktadır.  $v_i = 1$ , i. deponun seçilmesi anlamına,  $v_i = 0$  ise o deponun seçilmemesi anlamına gelmektedir.  $(i=1,2,..,m)$

$w_i = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$  değerlerini almaktadır.  $w_i = 1$  değerini,  $u_i = v_i = 1$  olduğunda almaktadır.  $(i=1,2,..,m)$

Modelde kullanmış olduğumuz kısıtları sistem kısıtları, kaynak kısıtları ve AHP öncelik kısıtları olmak üzere üç ana başlık altında toplayabiliriz.

Sistem Kısıtları:

Bu kısıt seçilecek olan depo sayısının en fazla toplam depo sayısı kadar olabileceğini ifade etmektedir.

$$\sum_{i=1}^m v_i \leq m$$

i. depodan müşterilere olan dağıtımın toplamı o deponun minimum kapasitesine eşit ya da minimum kapasitesinden fazla olmalı anlamına gelmektedir. Kısıtların kapalı formu verilmiştir.

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} + M u_i \geq q_i \quad i=1,2,..,m$$

Hangi depo/depoların seçileceğini belirten kısıtlardır.

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} - M v_i \leq 0 \quad i=1,2,..,m$$

Hangi depo/depoların ceza maliyeti ödeyeceğini belirten kısıtlardır.

$$w_i - u_i - v_i = -1 \quad i=1,2,..,m$$

Kaynak Kısıtları:

i. depodan yapılan dağıtım miktarının toplamı o deponun maksimum kapasitesine eşit yada daha küçük olması isteniyor ve bu kısıtların kapalı formu verilmiştir.

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq Q_i \quad i=1,2,..,m$$

ikinci kısmında ise her bir müşterinin talebinin tam olarak karşılanması beklenmektedir.

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = D_j \quad j=1,2,..,n$$

Seçilen depoların sabit maliyetlerinin toplamı 3.000.000 TL olması istenilmektedir.

$$\sum_{i=1}^m f c_i v_i - d_1^+ + d_1^- = FC$$

Elde bulundurma ve taşıma maliyetinin 2.000.000 TL'yi aşmaması istenmektedir.

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (h c_i + d c_{ij}) x_{ij} - d_2^+ + d_2^- = 2000000$$

Ceza maliyetine 2500 TL'ye kadar izin verilmektedir.

$$\sum_{i=1}^m p c_i w_i - d_3^+ + d_3^- = 2500$$

#### **AHP Öncelik Kısıtları:**

Bu kısıtları oluştururken depolara Tablo 6'da depoların öncelik vektörü hesaplanmıştır. Daha sonra depoların ağırlık faktörleri Tablo 7'de gösterilmiştir. Buna göre;

$$\sum_{i=1}^m w f_i v_i - d_4^+ + d_4^- = 11$$

AHP öncelik kısıtları yerine kullanılacak devlet teşvikleri ve hibe yardımlarına göre depo lokasyonlarının önem dereceleri Tablo 8'de gösterilmiştir.

**Tablo 8.** Depoların Devlet Teşvikleri ve Hibe Yardımlarına Göre Belirlenmiş Ağırlık Faktörleri

Depo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
a	1	1	1	5	5	5	5	10	10	10	1

$$\sum_{i=1}^m a_i v_i - d_5^+ + d_5^- = 15$$

#### **6.1. Senaryo Analizi**

Bu kısımda, lojistik dağıtım probleminin çözümü için geliştirilen modele yönelik duyarlılık analizleri yapılmıştır. Modelde kullanılan verilerin bazıları, diğer veriler sabit kalmak koşuluyla, artırılıp azaltılarak sonuçlar üzerindeki etkileri incelenmiştir. Senaryolara göre oluşturulan modellerin

çözümünde depolardan (D) müşterilere (M) gönderilen ürün miktarı (ÜM) eklerde verilmiştir.

### 6.1.1. Vaka 1

Model üzerinde değişikliğe neden olabileceği düşünülen parametreler; müşteri talepleri ve birim taşıma maliyetleri ve tesis kapasiteleridir. Model’de müşterilerden gelen talep miktarına göre mevcut on bir depodan ihtiyaç duyulan depo miktarı belirlenmesi amaçlanmaktadır. Müşteri taleplerinin değişimi %50’den %100’e kadar %5 artırılarak model çalıştırılmıştır. Oluşturulan 11 senaryo için hedeflerdeki sapma değişkenleri Tablo 9’da açılan depolar Tablo 10’da verilmiştir.

### 6.1.2. Vaka 2

Ülkede akaryakıt fiyatlarına zam gelmesi taşıma maliyetlerini olumsuz etkileyecektir. Bu nedenle birim taşıma maliyetlerinin iki katına çıkması durumunda, modelin nasıl bir ağ tasarlayacağı incelenebilir. Modelde karayolu ile taşıma yapılması tercih edilmiştir. Burada ise akaryakıtta gelen zam nedeniyle karayolu birim taşıma maliyetlerinde artış söz konusudur. Bahsedilen artışın model üzerindeki etkisi yalnızca depo-müşteri arası taşımalar dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Diğer parametreler Müşteri talebinin senaryo1’deki modelin verileriyle aynı olacaktır. Oluşturulan Senaryo 12 (S12) müşteri talebinin %50 olması, birim taşıma maliyetinin %100 artması durumunda hedeflerdeki sapma değişkenleri Tablo 9’da açılan depolar Tablo 10’da verilmiştir.

### 6.1.3. Vaka 3

Günlük yaşamda karşılaşılabilecek durumlardan bir tanesi, devlet teşvikleri ve hibe yardımlarının bölgesel ve/veya illere göre değişmesidir. Bu örnekte devlet teşvikleri ve hibe yardımlarına göre depo lokasyonlarının önem derecelerinin değiştiğini ve depo yerlerinin buna göre değişeceğini varsayalım.

Daha önceki vakalarımızda AHP önceliklendirme sonuçları HP modelinin girdisi olarak kullanılırken, Vaka 3’te devlet teşvikleri ve hibe yardımları AHP önceliklendirme sonuçları yerine girdi olarak kullanılmıştır. Oluşturulan senaryo 13 (S13) Müşteri

talebinin %50 olması, devlet teşvikleri ve hibe yardımlarına göre değişen önceliklendirme sonuçlarına göre hedeflerdeki sapma değişkenleri Tablo 9’da açılan depolar Tablo 10’da verilmiştir.

**Tablo 9.** Senaryolara Göre Elde Edilen Sonuçlar

S	Hedef 1		Hedef 2		Hedef 3		Hedef 4		Hedef 5	
	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
S1	2950	0	0	0	6	0	609	0	-	-
S2	24451	0	0	0	6	0	798	0	-	-
S3	24451	0	9902	0	6	0	798	0	-	-
S4	874267	0	264475	0	28	0	896	0	-	-
S5	3276551	0	1412535	0	48	0	891	0	-	-
S6	3276551	0	2234996	0	71	0	891	0	-	-
S7	3276551	0	3087538	0	152	0	891	0	-	-
S8	3276551	0	3954063	0	152	0	891	0	-	-
S9	3276551	0	4800435	0	175	0	891	0	-	-
S10	3276551	0	5650530	0	152	0	891	0	-	-
S11	4126367	0	6063157	0	28	0	989	0	-	-
S12	24451	0	0	0	6	0	798	0	-	-
S13	2627483	0	146034	0	1830	0	-	-	0	1

**Tablo 10.** Senaryolara Göre Açılan Depolar

S	DEPOLAR									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S1				4	5	6	7	8	9	10
S2		2	3	4		6	7	8	9	10
S3		2	3	4		6	7	8	9	10
S4		2	3	4	5	6	7	8	9	10
S5	1	2	3	4		6	7	8	9	10
S6	1	2	3	4		6	7	8	9	10
S7	1	2	3	4		6	7	8	9	10
S8	1	2	3	4		6	7	8	9	10
S9	1	2	3	4		6	7	8	9	10
S10	1	2	3	4		6	7	8	9	10
S11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S12		2	3	4		6	7	8	9	10
S13	1	2	3			6	7			11

Vaka 1 için oluşturulan Senaryo 1’den Senaryo 11’e kadar olan modellerde bütün veriler eşit alınmış sadece talep miktarlarında değişiklik yapılmıştır. Hedef 1’deki sapma değişkenleri talep miktarı artışına bağlı olarak artış göstermiş Tablo 10’da gösterilen senaryo 4’den senaryo 5’e geçişte depo 1 açılmış depo 5 kapatılmış senaryo 11’e kadar herhangi bir değişiklik olmamıştır. Bunun sonucunda Hedef 1’deki sapma değişkenleri senaryo 5’den senaryo 11’e kadar sabit kalmıştır. Hedef 2’deki sapma değişkenleri talep miktarındaki artışa bağlı olarak senaryo 3’den itibaren orantılı bir artış göstermiştir. Hedef 3’deki sapma

değişkenlerinde çok fazla değişiklik olmamıştır. Hedef 4'deki sapma değişkenleri Tablo 10'da gösterilen depoların açılmasına bağlı olarak artmıştır.

Vaka 2 için oluşturulan Senaryo 12'nin modelinde senaryo 1'deki modelin verileri aynı olmak şartıyla sadece birim taşıma maliyetleri %100 artırılmıştır. Hedef 2 ve Hedef 3'de herhangi bir değişiklik olmazken model toplam maliyeti ve depo ağırlık faktörlerini minimize etmeye yönelik Tablo 10'da görülen depo 2, depo 3 ve depo 11'i açmış, açık olan depolardan depo 5'i kapatmıştır. Bunun sonucunda Hedef 1 ve Hedef 4 de sapma değişkenlerinde artışlar meydana gelmiştir.

Vaka 3 için oluşturulan Senaryo 13'ün modelinde senaryo 1'deki modelin verileri aynı olmak şartıyla sadece depo ağırlık faktörleri yerine, devlet teşvikleri ve hibe yardımlarına göre depo lokasyonlarının önem derecelerinin değiştiğini ve depo yerlerinin buna göre değişeceği varsayımıyla yeni ağırlık değerleri kullanılmıştır. Hedef 1, Hedef 2 ve Hedef 3'de sapma değişkenlerinde artışlar olmuştur. Tablo 10'da kapalı olan depo 1, depo 2 depo 3 ve depo 11'i açmış, açık olan depolardan depo 4, depo 5, depo 8, depo 9 ve depo 10 kapatmıştır. Buradaki sapma değişkenlerinin artışı karşısında elde edilecek devlet teşvikleri ve hibe yardımlarının fayda maliyet analizi yapılmalıdır.

## 7.Sonuç

Yapılan çalışmada bir kamu sektöründe müşteri taleplerini karşılayan mevcut depoların durumu farklı vakalar dikkate alınarak analiz edilmiştir. Birden fazla amacın yer aldığı modelde, HP kullanılmıştır. Sabit maliyetler, elde bulundurma ve taşıma maliyetleri, ceza maliyetleri depoların ağırlık faktörleri, modelin amaç fonksiyonlarını, oluşturmaktadır. AHP yönteminden nitel faktörlerden sağlanacak faydanın maksimizasyonunda yararlanılmıştır. Sektörün stratejik planları arasında yer alan, depo yeri seçimine önerilen çok amaçlı HP modeli ile karar verilmiştir.

Çalışmada kullanılan senaryo 1'den senaryo 11'e kadar her birinde veriler aynıdır sadece müşteri talepleri, senaryo 12'de senaryo 1'in verileri ile aynı olmakla birlikte sadece birim taşıma maliyetleri, senaryo 13'de ise senaryo 1'den farklı olarak ağırlık faktörleri yerine kullanılan özel değerler, değiştirilmiştir. Sadece kamu sektöründe değil daha birçok sektörde kullanılan model uygulanıp kullanılabilir. Gerçek hayattaki lojistik dağıtım problemlerini, önerilen yaklaşım etkileşimli bir karar verme süreci ile çözebilir. Karar vericinin daha gerçekçi kararlar vermesine yönelik model hem nitel hem de nicel faktörleri içerdiğinden fayda sağlayacaktır.

Hedef değerleri, karar vericinin inisiyatifine bağlıdır. Buna bağlı olarak bu çalışmada esnek bir yaklaşım söz konusudur. Ayrıca elde edilen optimal değerler ile ürün ve tedarik planlamasına da destek olması amaçlanmaktadır.

Gerçek yaşamda ileride yapılacak çalışmalarda, çok sayıda değişkenin ayrıca doğrusallıktan sapmaların da söz konusu olduğu daha geniş kapsamlı lojistik dağıtım ağlarında, doğrusal programlama ve çözüm yöntemlerinin uygulanmasının mümkün olmayacağı durumlar, ele alınabilir. Bu tür problemlerin çözümünde meta sezgisel yöntemler kullanılabilir. Bunların dışında modele yeni amaçlar eklemek, nitel faktörlerin kapsamını genişletmek, aynı sektörde farklı firmalar için veya farklı sektörlerde belirlenecek yeni kriterler veya kavramlar dikkate alınarak uyarlamasını gerçekleştirmek gibi çeşitli seçenekler düşünülebilir. Problemin zenginleşmesi ve aynı zamanda gerçek hayata uygulanabilirliği açısından probleme eklenecek her yeni faktör oldukça yararlı olacaktır.

## Kaynaklar

- [1]. Sürmen, Y. ve Aygün, D., "Türkiye'de Lojistik Faaliyetler ve Muhasebe İşlemleri-I", MUFAD Muhasebe ve Finansman Dergisi, Cilt 30, 54-55, 2006.
- [2]. Bowersox, D.J. ve Closs, D.J., Logistical Management: The integrated Supply Chain Process, McGraw-Hill, New York, 1996.
- [3]. Uludağ, A.S., Lojistik Yönetiminde Lojistik Ağların Kullanımı Ve Bir İşletme İçin Lojistik Ağın

- Geliştirilmesi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara, 2013.
- [4]. Paksoy T., "Tedarik Zinciri Yönetiminde Dağıtım Ağlarının Tasarımı ve Optimizasyonu: Malzeme İhtiyaç Kısıtı Altında Stratejik Bir Üretim-Dağıtım Modeli", Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt 14, 435-454, 2005.
- [5]. Myers, J. M., ve Alpert, M. I., "Determinant Buying Attitudes: Meaning and Measurement", Journal of Marketing, Cilt 32, No 4, 13-20, 1968.
- [6]. Saaty, T. L., The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill Inc., New York, 1977.
- [7]. Ghodsypour, S.H. ve O'brien, C., "Decision Support System for Supplier Selection Using An Integrated Analytic Hierarchy Process and Linear Programming". International Journal of Production Economics, Cilt 56-57, 199-212, 1998.
- [8]. Zahedi, F. "The Analytic Hierarchy Process: A Survey of the Method and its Applications", Interfaces, Cilt 16, No 4, 96-108, 1986.
- [9]. Saaty, T.L., "How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process", European Journal of Operational Research, Cilt 48, 9-26, 1990.
- [10]. Saaty, T.L. ve Hu, L., "Ranking by Eigenvector versus Other Methods in the Analytic Hierarchy Process", Appl. Math. Lett., Cilt 11, No 4, 121-125. 1998.
- [11]. Anderson, D.R., Sweeney, D.J. ve Williams, T.A., "An Introduction to Management Science: Quantitative Approach to Decision Making", West Publishing, 8th edition, 1997.
- [12]. Harker, P.T. ve Vargas, L.G., "The Theory of Ratio Scale Estimation: Saaty's Analytic Hierarchy Process", Management Science, Cilt 33, No 11, 1383-1403, 1987.
- [13]. Noorul HAQ A. ve G. Kannan., "Fuzzy Analytical Hierarchy Process for Evaluating and Selecting a Vendor in a Supply Chain Model", Int J Adv Manuf Technol, Cilt 29, 826-835, 2006.
- [14]. Charnes, A., Cooper, W. W. ve Ferguson, R. O., "Optimal Estimation of Executive Compensation by Linear Programming", Management Science, Cilt 1, 138- 151, 1955.
- [15]. Charnes, A. ve Cooper, W. W., Management Models and Industrial Applications of Linear Programming, John Wiley, 1, 2, New York, 1961.
- [16]. Lee, S. M., Goal Programming for Decision Analysis, Auerbach Pub, 1972.
- [17]. Dağdeviren, M. ve Eren, T., "Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması", Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 16, No 2, 41-52, 2001.
- [18]. Arıkan, F., Bulanık Hedef Programlamanın Çok Amaçlı Proje Şebekesi Problemine Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1996.
- [19]. Charnes, A. ve Cooper, W.W., "Goal Programming and Multipleobjective Optimizations", European Journal of Operational Research I, 39-54, 1977.
- [20]. Beumjun, A., Watanabe, N., Hiraki, S. "A Mathematical Model to Minimize the Inventory and Transportation Costs in the Logistics Systems". Computer and Industrial Engineering, Cilt 27, No 1-4, 229-232, 1994.
- [21]. Goetschalckx, M., Vidal, C. J., Dogan, K. "Modeling and Design of Global Logistics Systems: A Review Of Integrated Strategic and Tactical Models and Design Algorithms". European Journal of Operational Research, Cilt 143 No 2002, 1-18, . 2001.
- [22]. Oluk A., A Logistics System Design For Fast Moving Consumer Goods, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2003.
- [23]. Tsai, J. F. ve Li, H. L. "A Global Optimization Method For Packing Problems". Engineering Optimization, Cilt 38, No 6, 687-700, 2006.
- [24]. Gül M.L., Lojistik Faaliyetlerde Dış Kaynak Kullanımı: Çimento Fabrikası Örneği, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Kütahya, 2005.
- [25]. Sheu, J.-B., "An Emergency Logistics Distribution Approach for Quick Response to Urgent Relief Demand in Disasters". Transport Research Part E, Cilt 43, No 6, 687-709, 2007.
- [26]. Mamadiev B., International Logistics: Application in Oil And Gas Industry, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2007.
- [27]. Salema, M. I. G., Poboia, A. P. B., Novais, A. Q. "An Optimization Model for the Design Of a Capacitated Multi-Product Reverse Logistics Network with Uncertainty.", European Journal of Operational Research, Cilt 179, 1063-1077, 2007.

- [28]. Öztürk N., Süreç Yönetimi Kapsamında Bir Lojistik İşletmesinde Kara Nakliye Süreci Analizi Ve İyileştirilmesi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2008.
- [29]. Yıldırım, M., RFID Sistemi Kullanılarak Lojistik Süreçlerin İyileştirilmesi Ve Bir Uygulama Önerisi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2009.
- [30]. Çelen M., Integrated Scheduling Of Production and Logistics Operations Of A Multi-Plant Manufacturer Serving A Single Customer Area, Bilkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2009.
- [31]. Şengül, Ü., Tersine Lojistik Ağ Tasarımında Karma Tamsayı Programlama Modeli ve Ambalaj Atıkları Geri Dönüşümü için Bir Uygulama, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Erzurum, 2010.
- [32]. Ünal G., Acil Lojistik Yardım Operasyonu Deprem Lojistiği Karar Destek Sistemi: ALYO-DLKDS (Olası İstanbul Depremi Uygulaması), Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara, 2011.
- [33]. Alaykırın, K., Çok Ürünlü Tersine Lojistik Ağ Tasarımı: Matematiksel Model ve Tavlama Benzetimi Temelli Çözüm Yaklaşımı, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı. Doktora Tezi. Ankara, 2011.
- [34]. Küçük M., Bir Çelik Boru Üretim Fabrikasının Lojistik Süreçlerinin İyileştirilmesi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Bursa, 2013.
- [35]. Özbek A. ve Eren T. "Analitik Ağ Süreci Yaklaşımıyla Üçüncü Parti Lojistik (3PL) Firma Seçimi". Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt 27, No 1, 95-113, 2013.
- [36]. Can A., Bir Lojistik Firmasında Sipariş Toplama Stratejisi Seçim Problemi ve Çözümü, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2014.
- [37]. Başkaya S., Prepositioning Of Relief Items in Humanitarian Logistics Considering Lateral Transshipment Opportunities, Yüksek Lisans Tezi. Middle East Technical University Fen Bilimleri Enstitüsü, 2015.
- [38]. Kısa A., Tersine Lojistik Kapsamında Katı Atık Yönetiminin İncelenmesi: İstanbul Büyükşehir Belediyesinde Bir Alan Çalışması, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2015.
- [39]. Özispa N., Mobilya Sektöründe Lojistik Faaliyetlerinin İncelenmesi: İnegöl Uygulaması, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 2015.
- [40]. Özder, E.H. ve Eren T., "Tedarikçi Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Hedef Programlama Yöntemlerinin Entegrasyonu: Örnek Bir Uygulama", Uluslararası Katılımlı Üretim Araştırmaları Sempozyumu, 2015.
- [41]. Orcan G., Lojistik Dağıtım Ağ Tasarımı Problemlerinde Analitik Hiyerarşi Süreci ve Hedef Programlama Tekniklerinin Entegrasyonu: Gıda Sektöründe Bir Uygulama, Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale, 2016.
- [42]. Özder E.H., ve Eren T., "Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemi Ve Hedef Programlama Teknikleri İle Tedarikçi Seçimi", Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi, Cilt 4 No 3, 196-207, 2016.
- [43]. Ünal F.M., ve Eren T., "Hedef Programlama ile Nöbet Çizelgeleme Probleminin Çözümü", Akademik Platform Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, Cilt 4, No 1, 28-37, 2016.
- [44]. Geyik, O., Tosun, M., Ünlüsoy, S., Hamurcu, M., ve Eren, T., "Kitap Basımevi Seçiminde AHP Ve TOPSIS Yöntemlerinin Kullanımı", Uluslararası Sosyal ve Eğitim Bilimleri Dergisi, Cilt 3, No 6, 106-126, 2016.
- [45]. Bedir N., ve Eren T., "AHP-PROMETHEE Yöntemleri Entegrasyonu ile Personel Seçim Problemi: Perakende Sektöründe Bir Uygulama", Social Sciences Research Journal, Cilt 4, No 4, 46-58, 2015.
- [46]. Bedir N., Özder E.H., ve Eren T., "The Third Party Logistics Firm Selection Using Of AHP-PROMETHEE Methods", XIII. International Logistics and Supply Chain Congress 22-23 October 2015, Izmir, Turkey.