

**T.C.  
GALATASARAY ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
İŞLETME ANABİLİM DALI**

**AHP VE 0-1 HEDEF PROGRAMLAMA İLE DEPO  
KONUMLARININ BELİRLENMESİ VE BİR UYGULAMA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Tuğba BARAN**

**Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. A. Fahri NEGÜS**

**HAZİRAN 2017**

**T.C.  
GALATASARAY ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
İŞLETME ANABİLİM DALI  
ÜRETİM YÖNETİMİ VE PAZARLAMA PROGRAMI**

**AHP VE 0-1 HEDEF PROGRAMLAMA İLE DEPO  
KONUMLARININ BELİRLENMESİ VE BİR UYGULAMA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Tuğba BARAN**

**Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. A. Fahri NEGÜS**

**HAZİRAN 2017**

## ÖNSÖZ

Lojistik sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin, yeni depo yeri arayışı üzerine kurulu olan bu çalışmada Analitik Hiyerarşi Süreci ve 0-1 Hedef Programlama kullanılarak en uygun depo yeri belirlenmiştir. Çalışmada uluslararası pazarlarda, literatürde uygulanan yöntemler incelenmiş olup çalışmaya temsil kabiliyeti yüksek faktörler dahil edilerek sonucun elde edilebilir en uygun sonuç olması amaçlanmıştır.

Yüksek lisans öğrenimimde aldığım dersler ile ufkumu genişleten, analitik düşünme becerisi kazanmamı sağlayan ve sayısal programlama üzerine kurulu tez konusu belirlememde etkiye sahip olan çok saygıdeğer eğitmenim Yrd. Doç. Dr. A. Fahri Negüs'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Tez yazma sürecim boyunca desteğini esirgemedi, sabırlı, anlayışlı ve her zaman yol gösterici tutumuyla süreç boyunca motivasyonumu üst düzeye taşımış ve en iyi sonucu elde etmek için sonsuz desteğini vermiştir.

Tez yazım sürecinde her zaman yanımda olan ve beni cesaretlendiren Doruk Ocaklı ve sevgili aileme şükranlarımı sunarım.

Haziran, 2017

Tuğba BARAN  
İSTANBUL

## İÇİNDEKİLER

|                                                                                                           |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>ÖNSÖZ</b>                                                                                              | <b>iii</b>  |
| <b>İÇİNDEKİLER</b>                                                                                        | <b>iii</b>  |
| <b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b>                                                                                   | <b>v</b>    |
| <b>TABLO LİSTESİ</b>                                                                                      | <b>vi</b>   |
| <b>KISALTMALAR LİSTESİ</b>                                                                                | <b>viii</b> |
| <b>SEMBOL LİSTESİ</b>                                                                                     | <b>ix</b>   |
| <b>RESUME</b>                                                                                             | <b>x</b>    |
| <b>ABSTRACT</b>                                                                                           | <b>xiii</b> |
| <b>ÖZET</b>                                                                                               | <b>xvi</b>  |
| <b>GİRİŞ</b>                                                                                              | <b>1</b>    |
| <b>1. DEPO VE DEPOLAMA, DEPO YERLERİNİN STRATEJİK ÖNEMİ</b>                                               | <b>3</b>    |
| 1.1. Depo ve Depolama                                                                                     | 5           |
| 1.1.1. Depolamanın Görevleri ve Depoda Gerçekleştirilen İşlemler                                          | 10          |
| 1.2. Depo Yerlerinin Stratejik Önemi ve Karar Verme Aşamaları                                             | 18          |
| 1.2.1. Depo Yeri Belirleme Stratejileri                                                                   | 21          |
| 1.2.2. Depo Yeri Seçimindeki Birinci Derecede Önemli Faktörler                                            | 24          |
| 1.2.3. Depo Yeri Seçme Kararları ve Kısıtları                                                             | 27          |
| 1.2.4. Stratejik Depo Yeri Seçimi                                                                         | 28          |
| 1.2.5. Türkiye’de Depolar                                                                                 | 31          |
| 1.2.5.1. İstanbul’ da Depolar                                                                             | 31          |
| <b>2. KARAR VERME YÖNTEMLERİ VE KONUM BELİRLEMEDE AHP VE HEDEF PROGRAMLAMA YÖNTEMLERİNİN KULLANILMASI</b> | <b>34</b>   |
| 2.1. Karar Verme Analizi ve Kavramlar                                                                     | 37          |
| 2.1.1. Karar Analizi Metotları                                                                            | 38          |
| 2.2. Karar Verme Süreci ve AHP                                                                            | 40          |
| 2.2.1. Seçimde Kullanılan Kriterler                                                                       | 42          |
| 2.2.2. Hiyerarşik Model                                                                                   | 42          |
| 2.2.3. AHP’ de Ölçek ve Kullanımı                                                                         | 44          |
| 2.2.4. İkili Karşılaştırmaların Yapılması                                                                 | 45          |
| 2.2.5. Görelî Önem Vektörünün Hesaplanması                                                                | 46          |
| 2.2.6. Tutarlılığın Kontrol Edilmesi                                                                      | 46          |
| 2.2.8. AHP’nin Uygulama Alanları                                                                          | 49          |
| 2.2.9. AHP’nin Katkı ve Kısıtları                                                                         | 50          |
| 2.2.10. AHP Yöntemi ve Uygulama Adımları                                                                  | 51          |
| 2.3. Karar Verme Süreci ve Hedef Programlama                                                              | 52          |
| 2.3.1. Hedef Programlama Kavramı ve Formülasyonu                                                          | 52          |
| 2.3.2. Hedef Programlama Model Kurma                                                                      | 56          |
| 2.3.2.1. 0-1 Hedef Programlama Model Kurma                                                                | 59          |
| 2.3.2.1. 0-1 Değişkenlerinin Kullanım Yerleri                                                             | 60          |
| 2.3.3. Hedef Programlamanın Kullanım Yerleri                                                              | 61          |
| 2.3.4. Hedef Programlamanın Özellikleri                                                                   | 62          |

|                                                                                          |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2.4. Depo Yerine Karar Verme                                                             | 62         |
| <b>3. ARAŞTIRMANIN METODOLOJİSİ</b>                                                      | <b>66</b>  |
| 3.1. Araştırmanın Yöntemi                                                                | 66         |
| 3.1.1. Araştırmanın Konusu                                                               | 66         |
| 3.1.2. Araştırmanın Kapsamı ve Varsayımları                                              | 67         |
| 3.1.3. Araştırmanın Amacı ve Önemi                                                       | 68         |
| 3.2. Araştırmanın Modeli                                                                 | 69         |
| 3.4. Veri Toplama Yöntemi                                                                | 71         |
| 3.5. Verilerin Analizi ve Araştırma Bulguları                                            | 71         |
| 3.5.1. AHP Modeline İlişkin Adımlar                                                      | 71         |
| 3.5.1.1. Hiyerarşi Yapısının Tasarımı ve Ölçek Kullanımı                                 | 73         |
| 3.5.1.2. İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması                                    | 75         |
| 3.5.1.2.1. Pazar Faktörü İçin İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması               | 76         |
| 3.5.1.2.2. Ulaşım Olanakları Faktörü İçin İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması   | 77         |
| 3.5.1.2.3. Gümrüğe Yakınlık Faktörü İçin İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması    | 84         |
| 3.5.1.2.3. Stratejik İşbirliği Faktörü İçin İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması | 85         |
| 3.5.1.2.4. Nitelikli İşgücü Faktörü İçin İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması    | 86         |
| 3.5.1.3. Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi                                              | 87         |
| 3.5.1.4. Karşılaştırma Matrisinin Tutarlılık Analizinin Yapılması                        | 91         |
| 3.5.2. Hedef Programlama ile En Uygun Depo Yerinin Belirlenmesi                          | 97         |
| 3.5.2.1. Amaç Denklemi ve Kısıtların Oluşturulması                                       | 97         |
| 3.5.2.1.1. Model Formülasyonu                                                            | 99         |
| 3.5.2.2. Sapmaların Belirlenmesi ve Analizi                                              | 100        |
| <b>SONUÇ</b>                                                                             | <b>102</b> |
| <b>KAYNAKÇA</b>                                                                          | <b>105</b> |
| <b>ÖZGEÇMİŞ</b>                                                                          | <b>109</b> |

## ŞEKİLLER LİSTESİ

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 1.1: Bir Depoda Gerçekleştirilen Standart Fonksiyonlar .....      | 7  |
| Şekil 1.2 : İşletmelerde Bulunan Stok Çeşitleri.....                    | 12 |
| Şekil 1.3 : Lojistik Sistem İçerisinde Deponun Yeri .....               | 13 |
| Şekil 1.4 : Büyük Parçalar Halinde Teslim .....                         | 14 |
| Şekil 1.5 : Küçük Parçalar Haline Getirerek Teslim.....                 | 15 |
| Şekil 1.6 : Ulaştırma Zincirinde Depoda Gerçekleştirilen İşlemler ..... | 18 |
| Şekil 1.7 : Yer Belirleme Bileşenleri.....                              | 19 |
| Şekil 1.8 : Makro Analiz Yaklaşımı .....                                | 20 |
| Şekil 1.9 : Lojistik Sistem Tasarımı .....                              | 23 |
| Şekil 2.1 : Depo Yerine Karar Vermede İzlenecek Adımlar .....           | 36 |
| Şekil 2.2 : Karar Verme Yöntemleri.....                                 | 40 |
| Şekil 2.3 : AHP Modeli .....                                            | 43 |
| Şekil 3.1: Araştırma Modeli .....                                       | 70 |
| Şekil 3.2 : Kuruluş Yeri Hiyerarşi Yapısı.....                          | 72 |
| Şekil 3.3: Halkalı- D100 (E-5) Arası Uzaklık .....                      | 77 |
| Şekil 3.4: Halkalı- Avrupa Otoyolu (TEM) Arası Uzaklık .....            | 77 |
| Şekil 3.5: Haramidere- D100 (E-5) Arası Uzaklık .....                   | 78 |
| Şekil 3.6: Haramidere- Avrupa Otoyolu (TEM) Arası Uzaklık .....         | 78 |
| Şekil 3.7: Silivri- D100 (E-5) Arası Uzaklık .....                      | 78 |
| Şekil 3.8: Silivri- Avrupa Otoyolu (TEM) Arası Uzaklık .....            | 79 |
| Şekil 3.9: Halkalı- Ambarlı Limanı Arası Uzaklık.....                   | 80 |
| Şekil 3.10: Haramidere- Ambarlı Limanı Arası Uzaklık.....               | 80 |
| Şekil 3.11: Silivri- Ambarlı Limanı Arası Uzaklık .....                 | 80 |
| Şekil 3.12: Halkalı- Atatürk Havalimanı Arası Uzaklık.....              | 81 |
| Şekil 3.13: Haramidere- Atatürk Havalimanı Arası Uzaklık.....           | 81 |
| Şekil 3.14: Silivri- Atatürk Havalimanı Arası Uzaklık .....             | 82 |
| Şekil 3.15: Halkalı- Halkalı Terminali Arası Uzaklık.....               | 82 |
| Şekil 3.16: Haramidere- Halkalı Terminali Arası Uzaklık.....            | 83 |
| Şekil 3.17: Silivri- Çerkezköy Terminali Arası Uzaklık .....            | 83 |
| Şekil 3.18: Halkalı- Halkalı Gümrük Müdürlüğü Arası Uzaklık .....       | 84 |
| Şekil 3.19: Haramidere- Ambarlı Gümrük Müdürlüğü Arası Uzaklık.....     | 84 |
| Şekil 3.20: Silivri- Ambarlı Gümrük Müdürlüğü Arası Uzaklık.....        | 85 |
| Şekil 3.21: Ana Kriterlerin ve Alt Kriterlerin Görece Ağırlıkları ..... | 96 |

## TABLO LİSTESİ

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 2.1: Puanlandırma Ölçeği .....                                                    | 44 |
| Tablo 3.1: Modelde erişilebilirlik unsurları .....                                      | 70 |
| Tablo 3.2: AHP Değerlendirme Ölçeği.....                                                | 71 |
| Tablo 3.3: İki Faktör Arasındaki Tercih Ölçeği.....                                     | 74 |
| Tablo 3.4: Karşılaştırma Matrisi .....                                                  | 76 |
| Tablo 3.5: Konumların Pazar Büyüme Potansiyeline Göre Karşılaştırması.....              | 76 |
| Tablo 3.6: Konumların Pazara Yakınlık Faktörüne Göre Karşılaştırması .....              | 76 |
| Tablo 3.7: Konumların Karayolu Faktörüne Göre Karşılaştırması.....                      | 79 |
| Tablo 3.8: Konumların Denizyoluna Göre Karşılaştırması .....                            | 81 |
| Tablo 3.9: Konumların Havayoluna Göre Karşılaştırması .....                             | 82 |
| Tablo 3.10: Konumların Demiryoluna Göre Karşılaştırması.....                            | 83 |
| Tablo 3.11: Konumların Gümrüğe Yakınlık Faktörüne Göre Karşılaştırması .....            | 85 |
| Tablo 3.12: Konumların Stratejik İşbirliği Faktörüne Göre Karşılaştırması .....         | 86 |
| Tablo 3.13: Konumların Nitelikli İşgücü Faktörüne Göre Karşılaştırması.....             | 86 |
| Tablo 3.14: Faktörlerin Normlanmış Matrisi .....                                        | 87 |
| Tablo 3.15: Faktörlerin Öncelikler Vektörü.....                                         | 88 |
| Tablo 3.16: Pazar Büyüme Potansiyeli Faktörü Normlanmış Matrisi .....                   | 88 |
| Tablo 3.17: Pazar Büyüme Potansiyeli Faktörü Öncelikler Vektörü.....                    | 88 |
| Tablo 3.18: Pazara Yakınlık Faktörü Normlanmış Matrisi.....                             | 88 |
| Tablo 3.19: Pazara Yakınlık Faktörü Öncelikler Vektörü .....                            | 89 |
| Tablo 3.20: Karayolu Faktörü Normlanmış Matrisi .....                                   | 89 |
| Tablo 3.21: Karayolu Faktörü Öncelikler Vektörü .....                                   | 89 |
| Tablo 3.22: Denizyolu Faktörü Normlanmış Matrisi.....                                   | 89 |
| Tablo 3.23: Denizyolu Faktörü Öncelikler Vektörü .....                                  | 89 |
| Tablo 3.24: Havayolu Faktörü Normlanmış Matrisi.....                                    | 89 |
| Tablo 3.25: Havayolu Faktörü Öncelikler Vektörü .....                                   | 90 |
| Tablo 3.26: Demiryolu Faktörü Normlanmış Matrisi.....                                   | 90 |
| Tablo 3.27: Demiryolu Faktörü Öncelikler Vektörü.....                                   | 90 |
| Tablo 3.28: Gümrüğe Yakınlık Faktörü Normlanmış Matrisi .....                           | 90 |
| Tablo 3.29: Gümrüğe Yakınlık Faktörü Öncelikler Vektörü.....                            | 90 |
| Tablo 3.30: Stratejik İşbirliği Faktörü Normlanmış Matrisi .....                        | 90 |
| Tablo 3.31: Stratejik İşbirliği Faktörü Öncelikler Vektörü.....                         | 91 |
| Tablo 3.32: Nitelikli İşgücü Faktörü Normlanmış Matrisi .....                           | 91 |
| Tablo 3.33: Nitelikli İşgücü Faktörü Öncelikler Vektörü.....                            | 91 |
| Tablo 3.34: Faktörlerin Tüm Öncelikler Matrisi ve E Değerleri .....                     | 92 |
| Tablo 3.35: Pazar Büyüme Potansiyeli Faktörü Tüm Öncelikler Matrisi ve E Değerleri..... | 92 |
| Tablo 3.36: Pazara Yakınlık Faktörü Tüm Öncelikler Matrisi ve E Değerleri.....          | 92 |
| Tablo 3.37: Karayolu Faktörü Tüm Öncelikler Matrisi ve E Değerleri.....                 | 92 |
| Tablo 3.38: Denizyolu Faktörü Tüm Öncelikler Matrisi ve E Değerleri.....                | 92 |
| Tablo 3.39: Havayolu Faktörü Tüm Öncelikler Matrisi ve E Değerleri .....                | 93 |

|                                                                                                  |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tablo 3.40: Demiryolu Faktörü Tüm Öncelikler Matrisi ve E Değerleri .....                        | 93  |
| Tablo 3.41: Gümrüğe Yakınlık Faktörü Tüm Öncelikler Matrisi ve E Değerleri .....                 | 93  |
| Tablo 3.42: Stratejik İşbirliği Faktörü Tüm Öncelikler Matrisi ve E Değerleri .....              | 93  |
| Tablo 3.43: Nitelikli İşgücü Faktörü Tüm Öncelikler Matrisi ve E Değerleri .....                 | 93  |
| Tablo 3.44: Rasgele Endeks .....                                                                 | 93  |
| Tablo 3.45: AHP Sonucunda Konumların Tercih Ağırlıkları .....                                    | 96  |
| Tablo 3.46: Depo Konumlarının Karar Aşamasında Değerlendirme Matrisi .....                       | 97  |
| Tablo 3.47: Hedeflerden Sapmaların Amaç Fonksiyona Etkileri .....                                | 99  |
| Tablo 3.48: AHP Ve 0-1 HP Verilerine Göre Haramidere'nin Seçilmesi İle<br>Katılan Sapmalar ..... | 101 |

## KISALTMALAR LİSTESİ

- 0-1 HP** : 0-1 Hedef Programlama  
**AHP** : Analitik Hiyerarşi Prosesi  
**DHMi** : Devlet Hava Meydanları İşletmesi  
**HP** : Hedef Programlama  
**LHP** : Lexicographic Hedef Programlama  
**WHP** : Ağırlıklı Hedef Programlama

## SEMBOL LİSTESİ

|                              |                                       |
|------------------------------|---------------------------------------|
| <b><math>a_{ij}</math>:</b>  | A Matrisinin Elemanları               |
| <b><math>b_i</math> :</b>    | i. Hedef İçin Ulaşılmak İstenen Değer |
| <b>CR:</b>                   | Tutarlılık Oranı                      |
| <b>CI:</b>                   | Tutarlılık Endeksi                    |
| <b><math>d_j^+</math> :</b>  | i. Hedefin Pozitif Sapma Değişkeni    |
| <b><math>d_j^-</math> :</b>  | i. Hedefin Negatif Sapma Değişkeni    |
| <b>F:</b>                    | Olası Kısıt Dizileri                  |
| <b>n:</b>                    | Matris Ölçüsü                         |
| <b>RI:</b>                   | Rasgele Endeks                        |
| <b>W:</b>                    | Görelî Önem Vektörü                   |
| <b>x:</b>                    | Karar Değişkenlerinin Vektörü         |
| <b><math>\lambda</math>:</b> | Özdeğer                               |

## RESUME

Le stockage des biens a toujours été un aspect important pour le développement économique. Avant le pari sur l'industrie, il est nécessaire pour les gens de gérer le stockage dans un système approprié pour le bien-être de leurs unités économiques, même dans leurs propres maisons.

Le stockage est l'un des éléments clés des chaînes d'approvisionnement modernes et joue un rôle essentiel dans le succès ou l'échec des entreprises d'aujourd'hui. L'entrepôt est un bâtiment commercial pour stocker des marchandises. Les entrepôts sont utilisés par les fabricants, les importateurs, les exportateurs, les détaillants, les opérateurs de transport, etc.

Dans l'économie mondiale dynamique et en évolution actuelle, les chercheurs ont souligné l'importance des facteurs de sélection des sites. Les facteurs qui influent la détermination des lieux des entrepôts comprennent les facteurs politiques, économiques, juridiques, sociaux et culturels. Les décisions sur l'emplacement de l'entrepôt exigent un investissement important et les résultats se limitent à la distribution de produits en long terme. Ces types de problèmes sont des problèmes complexes et réels. La structure qui cause la complexité du problème est le fait que les facteurs qualitatifs et quantitatifs sont efficaces dans le processus décisionnel et que ces facteurs sont considérés et comparés dans le processus.

La théorie de l'emplacement a d'abord été proposée par Weber. Weber a travaillé sur la distance totale de voyage entre les entrepôts et les clients. En raison des études, selon l'indice suggéré par l'étude, les entrepôts devraient être situés soit près des fournisseurs, soit à proximité du marché. Le processus de décision implique la définition, l'analyse, l'évaluation et la sélection d'alternatives. Une telle décision est parmi les décisions les plus critiques de la conception du réseau de distribution.

Le positionnement, les décisions de sélection du placement sont l'un des éléments les plus importants de la stratégie commerciale et de marketing globale d'une entreprise. Le stockage joue également un rôle décisif en termes de rentabilité en long terme et de mesures d'efficacité, en fonction des objectifs de l'entreprise. La nature du processus de prise de décision actuel nécessite l'utilisation de techniques d'analyse de décision multicritères. La sélection des critères multiples couvre l'identification des facteurs affectant le règlement, le développement des facteurs de mesure, la détermination des poids relatifs, la sélection d'un modèle de conception efficace, le calcul des avantages composés et l'analyse des données obtenues.

Telles décisions multicritères revêtent une grande importance pour les entreprises car elles nécessitent un engagement coûteux, irréversible et de long terme. Cela a également un impact sur les coûts d'exploitation et les revenus. Par exemple, choisir un mauvais emplacement pourrait entraîner des coûts de transport excessifs, une main-d'œuvre qualifiée inadéquate, une perte d'avantage concurrentiel ou une situation

similaire qui pourraient comme résultat endommager les opérations. La procédure générale pour prendre des décisions de localisation comprend généralement les étapes suivantes:

- Déterminer quels critères devraient être utilisés pour évaluer les alternatives de localisation.
- Détermination de critères importants.
- Développement d'alternatives de localisation.
- Évaluation et sélection des alternatives.

L'emplacement d'un dépôt est généralement l'une des décisions les plus importantes et stratégiques dans l'optimisation des systèmes logistiques. C'est une décision à long terme et est influencée par de nombreux critères quantitatifs et qualitatifs; cependant, certains critères sont si importants que leur rôle dans la décision est prédominante.

La détermination des emplacements d'entrepôts nécessite une prise de décision à long terme, stratégique et efficace, efficace sur la rentabilité opérationnelle. Dans cette étude, on visera à maximiser la rentabilité et à minimiser les coûts. En plus des éléments de coût et de rentabilité, le niveau de service offert à la clientèle et leur satisfaction, comme l'un des facteurs qui fait la distinction dans les conditions de concurrence actuelles, est pris en compte dans les évaluations des gestionnaires. À ce but, on a appliqué le Processus Hiérarchique Analytique (PHA) et le Programme ciblé 0-1, ce qui permettra d'évaluer les alternatives avec une approche axée aussi sur le client et de prendre des décisions pour atteindre le cible.

Le processus de hiérarchie analytique (PHA) est une technique de prise de décision développée par Saaty 1977. Il s'agit d'une méthode de prise de décision multi-critères dans des environnements complexes où de nombreuses variables ou critères sont pris en compte dans la hiérarchisation et la sélection parmi les alternatives. Il est conçu pour faire face à des informations intelligentes et intuitives pour choisir la meilleure solution à partir d'une gamme d'alternatives évaluées selon multiples critères.

Le processus de hiérarchie analytique est la théorie de la mesure au moyen de comparaisons mutuelles et repose sur les décisions des experts pour obtenir des échelles de priorité. Les comparaisons sont effectuées à l'aide d'une échelle de jugement absolue qui montre combien un élément est dominé par un autre en termes de qualité.

La programmation ciblée est le type de programmation dans lequel les méthodes de prise de décision sont les plus largement utilisées. L'avantage le plus important du chercheur est que cette programmation permet d'inclure plusieurs objectifs dans le même modèle et de définir les écarts lors de la détermination des cibles. Charnes, Cooper et Ferguson sont les fondateurs de ce modèle. Tout d'abord, le modèle de programmation de but a été écrit par Charnes, Cooper et Ferguson et publié dans le magazine Management Science en 1955.

Dans cette étude, les méthodes de prise de décision multi-critères PHA sont discutées et pourraient déterminer ce que l'emplacement de stockage approprié à l'aide 0-1 Objectif moyen de programmation. Le but de cette étude est de déterminer

L'emplacement de stockage de décision est à la fois une détermination quantitative des fins de localisation optimales en incluant la valeur qualitative. Par conséquent, pour une entreprise opérant dans le secteur de la logistique, les gestionnaires obtenus à la suite des négociations avec les facteurs examinés dans le premier modèle PHA avec des matrices de comparaison par paires et l'emplacement de stockage approprié est déterminé par PHA. On forme ensuite 0-1 fonction objective pour la méthode HP, la comparaison des contraintes affectées et l'emplacement de stockage approprié ou par les deux méthodes fournissent un sens déterminé par un second moyen est constitué.

À la suite de l'étude, PHA et la méthode de programmation objectif 0-1 ont suggéré le même emplacement d'entrepôt que celui le plus optimisé. Haramidere a été identifié comme l'emplacement d'entrepôt le plus approprié dans la méthode PHA et la méthode de programmation objectif 0-1. Dans ce cas, on constate que des résultats significatifs peuvent être obtenus avec les deux méthodes appliquées pour déterminer l'emplacement de l'entrepôt. Les décideurs peuvent ouvrir un entrepôt dans la région de Haramidere qui reflète le mieux leurs objectifs et leurs critères.

## **ABSTRACT**

Storage has always been an important aspect for economic development. Prior to the betting on the industry, it is necessary for people to handle the storage in a proper system for the well-being of their economic units in their own houses.

Storage is one of the key elements of modern supply chains and plays a vital role in the success or failure of today's businesses. The warehouse is a commercial building for storing goods. Warehouses are being used by manufacturers, importers, exporters, retailers, transport operators and so on.

In today's dynamic and changing global economy, researchers have underlined the significance of the factors for location selections. Factors affecting the determination of warehouse locations include political, economic, legal, social and cultural factors. Decisions on warehouse location require a significant capital investment and the results are seen to be limited to the distribution of products over the long term. These kinds of problems are complex and real-world problems. The structure causing the complexity of the problem is the fact that both qualitative and quantitative factors are effective in the decision making process and that these factors are compared in the process.

The theory of location was first proposed by Weber. Weber worked on the total travel distance through the warehouses to customers. As a result of the studies, depending on the index that study suggests, warehouses should be located whether near the supplier or near the market. The decision process involves defining, analyzing, evaluating and selecting between alternatives. Such a decision is among the most critical decisions of the distribution network design.

Positioning, placement selection decisions are one of the most important elements of a company's overall commercial and marketing strategy. Storage also plays a decisive role in terms of long-term profitability and efficiency measures, depending on the company goals. The nature of the current decision-making process requires the use of multi-criteria decision analysis techniques. Multiple criteria selection covers identification of factors affecting settlement, development of measurement factors, determination of relative weights, selection of an efficient design model, calculation of compound benefit, and analysis of the obtained data.

Warehouse location selection in alternative places, is a multi-criteria decision making problem that includes both quantitative and qualitative criteria. Such decisions are of great importance to companies because they require costly, irreversible and long-term commitment. It also has an impact on operating costs and revenues. For example, choosing a bad location could result in over-transportation costs, inadequate qualified workforce, loss of competitive advantage, or some similar situation that

would damage operations. The general procedure for making location decisions usually consists of the following steps:

- Deciding which criteria should be used to evaluate location alternatives
- Determination of important criteria
- Development of location alternatives
- Evaluation and selection of alternatives.

The location of a depot is usually one of the most important and strategic decisions in the optimization of logistics systems. It is a long-term decision and is influenced by many quantitative and qualitative criteria; however, some criteria are so important that the decision is predominant.

Determination of warehouse locations requires long-term, strategic and effective decision-making that is effective on operating profitability. In this study, it is aimed to both maximize profitability and minimize costs. In addition to the cost and profitability elements, customer service level and customer satisfaction, which are factors that stand out in today's competition conditions, are taken as basis in the evaluations of the managers. For this purpose we have applied the Analytical Hierarchy Process (AHP) and 0-1 Goal Programming (GP), which will enable us to evaluate the alternatives with a customer-centric approach and make decisions to achieve the goal.

Analytical Hierarchy Process (AHP) is a decision making technique developed by Saaty 1977. This is a multi-criteria decision-making method in complex environments where many variables or criteria are taken into account in the prioritization and selection of alternatives. It is designed to cope with intelligent and intuitive information to choose the best alternative from a range of alternatives evaluated according to various criteria.

The Analytical Hierarchy Process is the theory of measurement by means of pairwise comparisons and it is based on the decisions of the experts to obtain priority scales. Comparisons are made using an absolute judge scale that shows how much one item is dominated by another in terms of a certain quality.

Goal programming is the type of programming in which decision-making methods are most widely used. The most important advantage of the researcher is that this programming allows including of multiple targets in the same model and setting the deviations when determining targets. Charnes, Cooper and Ferguson are the founders of this model. First, the goal programming model was written by Charnes, Cooper and Ferguson and published in Management Science magazine in 1955.

After determination of goals and constraints to be analyzed by goal programming, the solution process has been completed and the appropriate warehouse location has been determined.

In this study, it is discussed how to determine the appropriate warehouse location using AHP and 0-1 Goal Programming from multi criteria decision making methods. The aim of the study is to determine the most suitable location for the purposes by including both quantitative and qualitative values in the decisions of the warehouse location. For this reason, for the company operating in the logistics sector, the factors obtained as a result of negotiations with the managers were first examined in the AHP

model with binary comparison matrices and the appropriate warehouse location was determined by AHP. Then, the objective function for the 0-1 HP method was established, constraints were assigned, and the appropriate storage location was determined by a second method, and both methods were compared or made meaningful in a sense.

As a result of the study, both AHP and 0-1 GP suggested the same warehouse location as the most optimized one. Haramidere has been identified as the most suitable warehouse location in both AHP method and 0-1 goal programming method. In this case, it is seen that meaningful results can be obtained with both methods applied in determining the warehouse location. Decision makers can open a warehouse in the Haramidere area that best reflects their goals and criteria.

## ÖZET

Depolama, ekonomik anlamda işletmelerin gelişmesi için her zaman önemli bir unsur olmuştur. Endüstrideki öneminden öte, insanların kendi evlerinde kendi ekonomik birimlerinin iyi yönetimi için de depolamayı düzgün bir sistem içinde ele almaları gerekmektedir.

Depolar, modern tedarik zincirlerinin anahtar unsurlarından biridir ve günümüz işletmelerinin başarısında veya başarısızlığında hayati rol oynamaktadır. Depo, malları depolama amaçlı ticari bir yapıdır. Depolar, imalatçılar, ithalatçılar ihracatçılar, perakendeciler, ulaştırma işletmeleri vb. tarafından kullanılır.

Günümüzün dinamik ve değişken küresel ekonomisinde, araştırmacılar çoğu depo yeri belirleme faktörlerinin önemini altını çizmiştir. Depo yerlerinin belirlenmesini etkileyen faktörlerin içerisinde politika, ekonomi, hukuk, sosyal ve kültürel etmenler de vardır. Depo yeri belirleme kararları önemli bir ana sermaye yatırımı gerektirmekte ve sonuçları uzun dönemde ürünlerin dağıtım aşamasında ortaya çıkmaktadır. Bu tür problemler gerçek hayatta karşılaşılan ve karmaşık olarak nitelenen problemlerdir. Problemdeki karmaşıklığa neden olan yapı, karar verme sürecinde hem nitel hem de nicel faktörlerin etkili olması ve süreçte bu faktörlerin karşılaştırılarak incelenmesi esas zorluğu oluşturmaktadır.

Konum belirleme teorisi, ilk olarak Weber tarafından önerildi. Weber, depo ile dağıtım yapılan müşteriler arasındaki toplam taşıma mesafesini en aza indirmek için tek bir depo belirleme problemini düşünüyordu. Çalışmaları sonucunda o bölgenin seçimi için bir endeks önerdi; buna göre bu endeks birden fazla ise, depo hammadde kaynağının yakınına kurulmalıdır, aksi takdirde pazarın yakınında olmalıdır. Söz konusu karar süreci, alternatifler arasında tanımlama, analiz etme, değerlendirme ve seçimi kapsamaktadır. Böyle bir karar, dağıtım ağı tasarımının en kritik kararları arasındadır.

Konumlandırma, depo yerinin seçimi kararları, bir şirketin tüm ticari ve pazarlama stratejisini oluşturan en önemli unsurlardan biridir. Ayrıca depolama şirket hedefleri bazında uzun vadeli karlılık ve verimlilik ölçütleri açısından da belirleyici rol oynar. Mevcut karar verme sürecinin doğası gereği, çok kriterli karar analiz tekniklerinden yararlanmayı gerektirmektedir. Çok kriterli yer seçimi, yerleşime etki eden faktörlerin tanımlanması, bu faktörlerin ölçülendirmelerinin geliştirilmesi, görece ağırlıkların karşılaştırılması, verimli bir tasarım modeli seçilmesi, bileşik faydanın hesaplanması ve elde edilen verilerin analiz hassasiyet performansını kapsar.

Alternatif yerler arasında depo yerinin seçimi hem nicel hem de nitel kriterleri içeren çok kriterli bir karar verme problemidir. Bu tür kararlar firmalar için büyük önem taşır çünkü maliyetli, geri dönülemez ve uzun vadeli bir taahhüt gerektirir. Ayrıca işletme maliyetleri ve gelirleri üzerinde de etkisi vardır. Örneğin, kötü bir

konum seçimi, aşırı nakliye masraflarına, nitelikli iş gücünün yetersizliğine, rekabet avantajının kaybedilmesine veya operasyonlara zarar verecek benzer durumlara neden olabilir. Konum kararları almak için izlenecek yöntem genellikle aşağıdaki adımlardan oluşur:

- Konum alternatiflerini değerlendirmek için kullanılacak kriterlere karar verilmesi.
- Önemli kriterlerin belirlenmesi.
- Konum alternatiflerinin geliştirilmesi.
- Alternatiflerin değerlendirilmesi ve seçim yapılmasıdır.

Bir deponun yeri genellikle lojistik sistemlerin optimizasyonunda en önemli ve stratejik kararlardan biridir. Uzun vadeli bir karardır ve birçok nicel ve nitel kriterden etkilenmektedir. Bununla birlikte, bazı kriterler o kadar önemlidir ki, kararın hakimiyeti eğilimindedir.

Depo konumlarının belirlenmesi uzun dönemli ve işletme karlılığına etkili olan stratejik ve etkili karar vermeyi gerektirir. Bu çalışmada hem karlılığı maksimum düzeye çekmek hem de maliyetleri minimum yapmak amaçlanmıştır. Maliyet ve karlılık unsurlarına ek olarak günümüz rekabet koşullarında öne çıkan etmenler olan, müşteri hizmet düzeyi ve müşteri memnuniyeti de yöneticilerin değerlendirmelerinde baz alınmıştır. Bu amaçla, müşteri merkezli yaklaşımla alternatifleri değerlendirmek ve hedefe ulaştıracak karar verilmesini sağlayacak Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ve 0-1 Hedef Programlamaya (HP) başvurulmuştur.

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), Saaty 1977 tarafından geliştirilen bir karar verme tekniğidir. Bu, alternatiflerin önceliklendirilmesinde ve seçiminde birçok değişken veya kriterin dikkate alındığı karmaşık ortamlarda çok kriterli karar verme yöntemidir. Çeşitli kriterlere göre değerlendirilen bir dizi alternatiftten en iyi alternatifi seçmek için akılcı ve sezgisel bilgilerle baş etmek üzere tasarlanmıştır.

Analitik Hiyerarşi Süreci, ikili karşılaştırmalar yoluyla ölçme teorisidir ve öncelik ölçekleri elde etmek, uzmanların kararlarına dayanır. Karşılaştırmalar, belirli bir nitelik bakımından bir öğenin diğerine oranla ne ölçüde öncelikli olduğunu gösteren bir mutlak yargı ölçeği kullanılarak yapılır.

Hedef programlama, karar verme yöntemleri arasında oldukça geniş kullanıma sahip olan bir programlama çeşitidir. Araştırmacılara sağladığı en önemli avantaj birden fazla amacın ki, çoğu zaman işletmelerin tek bir amacı olmayabilir, aynı anda tek bir matematiksel model ile temsil edilebilmesi ve amaçlardan sapmanın maliyetlerinin kontrol edilebildiği bir yöntem olmasıdır. Charnes, Cooper ve Ferguson, bu modelin kurucularındandır. İlk olarak hedef programlama modeli Charnes, Cooper ve Ferguson'un yazdığı ve 1955'de Management Science dergisinde yayınlanmıştır.

Hedef programlama ile analiz edilecek amaçlar ve kısıtların belirlenmesi sonucunda çözüm sürecine geçilmiş ve uygun depo yeri belirlenmiştir.

Bu çalışmada, çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP ve 0-1 Hedef Programlama kullanılarak uygun depo yerinin ne şekilde belirlenebileceğini ele

alınmaktadır. Çalışmanın amacı, depo yeri belirleme kararlarına hem nicel hem de nitel değerler dahil edilerek amaçlara en uygun konumun belirlenmesidir. Bu nedenle, lojistik sektöründe faaliyet gösteren bir şirket için, yöneticiler ile görüşmeler sonucunda elde edilen faktörler, ilk olarak ikili karşılaştırma matrisleri ile AHP modelinde incelenmiş ve uygun depo yeri AHP ile belirlenmiştir. Daha sonra 0-1 HP yöntemi için amaç fonksiyonu oluşturulmuş, kısıtlar atanmış ve uygun depo yeri ikinci bir yöntemle belirlenerek her iki yöntemin bir anlamda karşılaştırması veya sağlaması yapılmıştır.

Araştırmanın sonucunda, belirlenen konumlar arasında yapılan değerlendirmeler sonucunda AHP ve 0-1 HP ile elde edilen uygun depo yeri aynı konum olmuştur. Ele alınan örnekteki işletme için Haramidere, hem AHP yönteminde hem de 0-1 hedef programlama yönteminde en uygun depo yeri olarak belirlenmiştir. Bu durumda depo yeri belirlemede başvurulmuş her iki yöntem ile anlamlı ve tutarlı sonuçlar elde edilebileceği görülmüştür. Dolayısıyla, işletme yöneticilerinin amaçlarına en uygun depo konumunun seçimi için nasıl bir yol izlemeleri gerektiği konusunda bir yöntem belirlenmiştir.

## GİRİŞ

İşletmelerin, varlıklarını sürdürebilmeleri, gelirlerini arttırmaktan veya maliyetlerini azaltmaktan değil, müşteri memnuniyetini ne derece sağladıklarından geçmektedir. Bu nedenle, pazarlama stratejileri oluşturulurken odakta müşteri memnuniyeti yer almaktadır. İşletmeler, var olan müşterilerini elde tutmak ve yeni müşteriler kazanmak için dağıtım ağında süreklilik sağlamayı amaçlamaktadır. Süreklilik, ara noktalardan dağıtım merkezleri ve depolar konumlandırarak gerçekleştirilebilmektedir.

Depolar, lojistik süreç içerisinde katma değerli hizmetin sağlandığı noktalardır. Ürünün sipariş verildiği andan itibaren sevkiyat sürelerinin kısaltılmasında önemli bir etkiye sahiptir. Bu nedenle tüm lojistik süreç içerisinde önemli bir kar merkezleridir. Depo konumlandırılmalarında yapılan hatalar işletmelere maliyet olarak dönmektedir. Bu nedenle depo yeri belirleme ihtiyacı doğduğunda, şirket stratejilerine cevap verebilecek konumda deponun kurulması gerekir.

Depo yerine karar vermede maliyetler iyi bir şekilde yönetilmeli ve analiz edilmelidir. Değerlendirmeler yapılırken ulaştırma maliyetleri, depolama maliyetleri ve envanter bulundurma maliyetleri de göz önünde bulundurulmalıdır.

A şirketi lojistik sektöründe yer almaktadır. Şirket, yeni pazarlara girmeyi ve böylelikle daha fazla noktaya ulaşmayı amaçlamaktadır. Yakın bir zamanda, X pazar alanına girdi. Bununla birlikte, şirket söz konusu pazar alanındaki satış hacmini arttırmak için son derece zorlu hedefler belirlemiştir. Lojistik yöneticileri şimdi pazar alanındaki müşterilere hizmet etmek için adanmış bir deponun nerede bulunacağı sorusuyla yüzleşıyorlar. İstanbul Avrupa Yakası'nda faaliyet gösteren işletme, koordinasyonu sağlayabilmek amacıyla İstanbul Avrupa Yakası'nda depo açmak istemektedir. Yöneticiler ile yapılan görüşmeler sonucunda elde edilen veriler çok

kriterli karar verme yöntemlerinden AHP ve 0-1 Hedef Programlama kullanılarak analiz edilip, işletme için en uygun depo yeri belirlenecektir.

Bu çalışmanın amacı, merkezi İstanbul Avrupa Yakası'nda yer alan ve lojistik sektöründe faaliyet gösteren işletmenin operasyonlarında verimliliği arttırmak, dağıtım ağlarında süreklilik sağlamak ve pazara daha hakim olabilmek amacıyla yeni depo açmak için uygun konumu belirlemektir.

Bu araştırmanın önemi, çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP ve 0-1 hedef programlamanın konum belirlemede kullanılması ve her iki yöntemin sonuçlarının karşılaştırmaya yönelik olmasıdır.

Araştırmanın birinci bölümünde depo, depolama ve depolama stratejileri ayrıntılı şekilde anlatılmıştır.

Araştırmanın ikinci bölümünde karar verme yöntemleri incelenmiştir; analitik hiyerarşi prosesi ve hedef programlama yöntemleri hakkında teorik bilgiler verilmiştir. İlgili literatür incelenerek bu yöntemlerin depo kararı vermedeki önemli yanlarından bahsedilmiş, aynı zamanda karşılaşılan zorluklara da değinilmiştir. Bölüm 2'de çözüm metodolojisine kısa bir bakış sunmak amaçlanmıştır.

Araştırmanın üçüncü bölümü ise uygulama kısmıdır. Bu bölümde lojistik sektöründe faaliyet gösteren bir işletme için yeni depo yeri üzerine araştırma yapılmış, firma yöneticileri ve önemli müşterilerin görüşleri alınmıştır. Görüşler AHP ve hedef programlamaya kaynak olarak kullanılmış ve çıkan sonuçlar değerlendirilmiştir.

## 1. DEPO VE DEPOLAMA, DEPO YERLERİNİN STRATEJİK ÖNEMİ

Önceleri depolar, ürünlerin alındığı, mümkün olduğunca hızlı, etkin ve verimli bir şekilde sevkiyatın yapıldığı yerlerdi. Depolama yönetiminin temel süreçleri yıllar boyu aynı kalmıştır. Mallar alınır, sipariş işlenir, ikmal yapılır, katma değerli hizmet verilir ve sevkiyat gerçekleştirilirdi. Depolamada gelişmeler teknoloji ve otomasyonun artan kullanımı ile birlikte iyileştirilmiş performans ölçümleri, kaynakların etkili kullanımına doğru gelişme göstermiştir.<sup>1</sup>

Depolama denince akla yüksek maliyet, değer katmayan, çok zaman alan faaliyetler gibi negatif imaj uyandıran terimler gelmesine rağmen, çoğu işletmeler çeşitli nedenlerden dolayı depolama faaliyetlerini zorunlu gerçekleştirmek durumundadır. Lojistik açısından bakıldığında, zaman ve durumu birbirine bağlayan planlı bir süreçtir. İşletmeleri depolama, uygulama ve işletme faaliyetlerine iten bazı önemli nedenler şunlardır:

- Lojistik performansı iyileştirme.
- Üretkenlik sağlama.
- Ek hizmetler sağlama.
- Taşıma masrafını azaltmak.
- Talep edilen ve istenilen miktarlar arasında dengeyi sağlamak.
- Pazar konumunu kullanma.
- İşlem basamağıdır.<sup>2</sup>

Genel bir tesis yeri sorunu, müşterilere yönelik talepler için bir dizi mekansal olarak dağıtılan müşteriye ve bir dizi depolama yerini içerir. Cevaplanması gereken

<sup>1</sup> Gwynne Richards, **Warehouse Management A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs**, Kogan Page Ltd., 2nd Edition, 2014, s. 2.

<sup>2</sup> Michael ten Hompel, Thorsten Schmidt, **Warehouse Management: Automation and Organisation of Warehouse and Order Picking Systems**, Springer, 2007, s. 2-4.

olası sorular şunlardır: (1) Hangi tesisler kullanılmalı (açılmalı)? (2) Hangi masrafları en aza indirmek için hangi tesisten (veya tesislerden) yararlanılmalıdır?

Başarılı bir depolama faaliyeti için aşağıdaki maddelerin göz önüne alınması gerekmektedir.

1. **Uzmanlaşma:** Depolama lojistiğin kritik bir basamağı ve rekabet üstünlüğü olarak düşünülmelidir.
2. **Müşteri Bilinci:** Müşteri beklentileri bilinmeli ve bu beklentiler sürekli olarak karşılanmalıdır.
3. **Performans Değerlendirmesi:** Depolama standartları belirlenmeli, performanslar belirlenen standartlar hesaba katılarak ölçülmeli ve sapmalar zamanında önlemler alınarak giderilmelidir.
4. **Operasyon Planlaması:** Depo yöneticilerinin proaktif planlamaları için sistem ve süreçler yürürlüğe konulmalıdır.
5. **Lojistik Ağ:** İyi planlanmış bir lojistik sistemde, depolar bağımsız bir unsur olarak değil, bütünün bir parçası olarak ele alınmalıdır.
6. **3. Parti:** Teslim sürelerinin azalması, stok devir hızının artması gibi depo operasyonlarında verimlilik, üçüncü kişilerin kullanımı ile sağlanabilmektedir.
7. **Hız:** Teslim sürelerinin azalması, stok devir hızının artması gibi süreçlerde verimlilik deponun verdiği hizmet hızının artması ile sonuçlanmaktadır.
8. **Çeşitlilik:** Daha az stok bulundurma, müşteri beklentilerini karşılama, depoda yapılması gereken işlerin çeşitlendirilmesi ile sağlanır.
9. **Esneklik:** Deponun hızının ve çeşitliliğinin artmasının sonucu olarak depo çalışanlarının, ekipmanların ve sistemin daha esnek olması beklenir.
10. **Belirsizlik:** Tüm belirsizlikler azaltılmalı ve disiplin arttırılmalıdır.
11. **Bütünleşme:** Depoda gerçekleştirilen tüm etkinlikler (alma, yerleştirme, seçme ve yükleme) entegre olmalı ve depoda tüm lojistik sistem içerisinde entegre bir şekilde işlemler devam ettirilmelidir.
12. **Envanter Yönetimi:** Gerçek zamanlı depo yönetim sistemleri envanter doğruluğunu yönetmek için dönemsel sayımdan faydalanmalı ve envanter doğruluğu ölçüsü %99 ve üzeri olmalıdır.
13. **Alan Kullanımı:** Depo alanları verimli bir şekilde kullanılmalıdır.
14. **Kurum idaresi:** Kaliteli bir kurum idaresi öncelikli olmalıdır.

15. **Sipariş Toplama:** Sipariş toplamının önemi iyi bir şekilde anlaşılmalı ve prosedürler ile düzenlemeler toplam verimliliği ve etkinliği arttıracak şekilde tasarlanmalıdır.
16. **Takım Bazlı Sürekli İyileştirme:** Sistemli takım temelli süreçler ile insanların güçleri ortaya çıkarılmalıdır.
17. **Sürekli Akış:** Lojistik sistem içerisinde ürünleri alma ve yerleştirme üzerine net odak oluşturulmalıdır. Yüksek envanterlerin birikmesi önlenmelidir.
18. **Depo Yönetim Sistemleri:** Günümüzün ihtiyaçlarını karşılamak için gerçek zamanlı barkod bazlı veya radyo sinyali uyarımlı depo yönetim sistemleri gereklilik haline gelmiştir.
19. **Toplam Lojistik Maliyeti:** Sipariş alımından ürün teslimine kadar olan süreçte müşteriye hizmette mükemmellikten ödün verilmeyecek şekilde toplam lojistik kullanım süresinin maliyetlerini minimum yapmak amaç olmalıdır.
20. **Liderlik:** Yönetimin kontrol yönü ile liderlik performanslarının açığa çıkarılması arasında bir denge olmalıdır.

Bu gereklilikler depo operasyon durumlarını değerlendirirken dayanak olarak kullanılmalıdır.<sup>3</sup>

### 1.1. Depo ve Depolama

Depo, belirli nokta veya noktalardan gelen ürünlerin belirli bir süre muhafaza edildiği, ürünlerin uygun zamanda uygun yerde bulunması amacıyla hazırlandığı, çoğu sektör tarafından kullanılan yapılardır. Depolama faaliyetlerinde geçen süre depoları farklılaştırmaktadır. Uzun süre depolama faaliyetlerinin yapıldığı yerlere depo denilirken, süre kısaldıkça dağıtım merkezi, daha da kısaldıkça aktarma merkezi denilmektedir. Depolar, konumları açısından incelendiğinde genellikle endüstriyel bölgelerde konumlandırıldıkları gibi, ulaşım ağlarına yakın noktalarda da yoğunlaştırıldığı görülmektedir.

---

<sup>3</sup> James A. Tompkins, **The Warehouse Management Handbook**, Edwards Brothers Inc., 2nd Edition, 1998, s. 5-7.

Materyal elleçleme, materyallerin (ham madde, hurda, yarı mamul, bitmiş ürünler) üretim süreçleri boyunca veya işlemlerin ardından depo, alıcı veya nakliye bölgelerine taşınması olarak tanımlanabilir. Malzeme elleçleme, malzeme akışı ve depolama ile ilgilidir. Tipik malzeme akışı sağlayan cihazlar şunlardır: konveyörler, forkliftler, otomatik kılavuzlu araçlar (AGV'ler), servisler, üstten kaldırma vinçleri ve enerjisiz konveyörler. Depolama, depoda gerçekleşen mal alma, sipariş toplama, birleştirme, ayırma ve taşıma faaliyetleriyle ilgilidir.

Temelde, üç çeşit depolamadan bahsedilebilir;

- Dağıtım depoları.
- Üretim depoları.
- Sözleşmeli depolardır.

Dağıtım depoları, farklı tedarikçilerden gelen ürünlerin bir dizi müşteriye teslim edilmek üzere toplandığı ve bazen bir araya getirildiği yerlerdir. Üretim tesislerinde hammadde, yarı mamul ve bitmiş ürünlerin depolanması için üretim deposu kullanılır. Sözleşmeli depolar, bir veya daha fazla müşteri adına depo operasyonunun gerçekleştirildiği tesislerdir.<sup>4</sup>

Depo, lojistik süreç içerisinde katma değerli hizmetin sağlandığı noktalardır. Ürünün sipariş verildiği andan itibaren sevkiyat sürelerinin kısaltılmasında önemli bir etkiye sahiptir. Bu nedenle tüm lojistik süreç içerisinde önemli bir kar merkezidir. Depolar, firmaya ait envanter olabileceği gibi, kiralanabilir veya firmalar adına üçüncü şahıslar tarafından yönetilebilir.<sup>5</sup>

Depolar, modern tedarik zincirlerinin en önemli unsurlarındandır. Ham madde aşamasından başlayarak, çeşitli işlemlerden sonra elde edilen son ürüne kadar olan süreç içerisinde tedarik, üretim, dağıtım aşamalarının çeşitli düzeylerinde yer almaktadır. Depolar bir sonraki müşteriye sevkiyat noktası olarak, müşteri memnuniyet seviyesinde kritik bir öneme sahiptir.

---

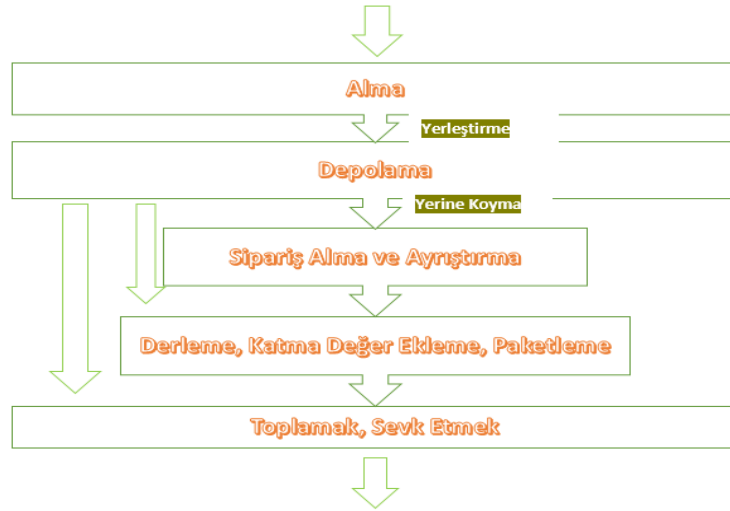
<sup>4</sup> J.P. van den Berg, W.H.M. Zijm, “Models for warehouse management: Classification and examples”, Int. J. Production Economics, 1999, s.520

<sup>5</sup> Gwynne Richards, **Warehouse Management A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs**, Kogan Page Ltd., 2nd Edition, 2014, s. 12.

Depolar, bulunduğu tedarik zincirlerinin ayrılmaz bir parçasıdır. Bu nedenle pazar dalgalanmalarına, ürün çeşitliliğine, tedarik süreçlerine yönelik son eğilimlerin, depoların performans düzeylerine önemli etkileri vardır.

Depolar kullanıma amaçlarına göre çeşitlilik göstermektedir ve sınıflandırmanın da birden fazla çeşidi vardır. Örneğin:

- Tedarik zincirinde konumlandırıldıkları düzeye göre: hammadde, yarı mamul, bitmiş ürün, iade edilmiş ürünler.
- Coğrafik alana göre: Örneğin, küresel bir depo tüm dünyaya hizmet ederken, bölgesel depo birden fazla ülkeye, ulusal bir depo bir ülkeye, yerel bir depo ülkenin belirli bir alanına hizmet eder.
- Ürün çeşidine göre: Küçük parçalar, büyük parçalar, donmuş yiyecekler, tehlikeli maddeler gibi.
- Fonksiyonuna göre: Envanter bulundurma veya ayrıştırma gibi.<sup>6</sup>



**Şekil 1.1:** Bir Depoda Gerçekleştirilen Standart Fonksiyonlar

Kaynak: Alan Rushton, Phil Croucher, Peter Baker, The Handbook of Logistics and Distribution Management, 5<sup>th</sup> Edition, Kogan Page, 2014, s. 260

Depolar birden fazla görevi gerçekleştirebilirler ve gerçekleştirilen işlemlerin net olması son derece önemlidir. Son zamanlarda depolara çeşitli isimler verilmektedir ve bu isimlerden çoğu depolarda gerçekleştirilen işlemleri yansıtmaktadır. Bu isimlere

<sup>6</sup> Alan Rushton, Phil Croucher, Peter Baker, The Handbook of Logistics and Distribution Management, 5<sup>th</sup> Edition, Kogan Page, 2014, s. 256

örnek olarak, konsolidasyon merkezi, JIT merkezi, müşteri hizmetleri merkezi verilebilir.

Depolar, tedarik zincirinin önemli bir unsuru olduğundan, bu tesisler ile ilgili kararlar verilirken çeşitli işletme alanları göz önüne alınmalıdır. Bu alanlar çok geniş kapsamlıdır ve aşağıdaki maddeleri içermektedir:

- Pazar/ Endüstri eğilimleri: Hemen hemen tüm endüstriler, teknolojiye erişilebilirlik gibi pazar alanlarında etkileyici değişimler yaşadılar. Örneğin, gıda perakende sektörü bu gibi gelişmelere şahit olmuştur. Tüm bu gelişmeler depoların tasarımında önemli değişimlere neden olmuştur. Bu nedenle, sektörlerde yaşanan son eğilimler göz önüne alınmadan tasarlanan depolar, işletmeye açıldıklarında değişiklikleri karşılayamayacaklarından işlevsiz kalabilirler.
- Kurumsal amaçlar: Firmaların, pazar konumlandırmaları, çalışan politikaları, çevre politikaları, paydaş beklentileri açısından oldukça farklı amaçları vardır. Bu nedenle depolar, belirli bir şirket amacına uygun olarak tasarlanmalıdır.
- İşletme planı: İşletme planları, yeni pazar ve satış izdüşümleri gibi faktörleri içermelidir.
- Tedarik zinciri stratejisi: Her depo, tedarik zincirinin bir parçası olmalıdır ve bu şekilde tasarlanmalıdır. Bu strateji, rol, konum ve deponun büyüklüğü gibi faktörlerin belirlenmesinde yol gösterir. Büyüklük, genel kapasite ya da envanter kapasitesi göz önüne alınarak belirlenebilir.
- Diğer stratejiler: İşletme planı, departman stratejileri ile birlikte belirlenmelidir. Bu stratejiler kapasite belirlenmesinde etkili olacaktır.
- Müşteri hizmetleri seviyesi: Pazarlama ve tedarik zinciri ile ilgili önceden tanımlanan stratejiler, bir deponun sağlayacağı hizmet seviyesini belirlemektedir.
- Dış faktörler: Bunlar genellikle regülasyonlar gibi, dış faktörlerden etkilenen kısıtlardır.

Bu faktörlerin bir depo tasarımından öncelikle göz önüne alınması gerekir.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> Rushton, Croucher, Baker, **a.g.e.**, s. 258-259.

Depo yönetiminin amacı, bir depoyu ve dağıtım sistemini işletmek ve verimli kullanılabilir hale getirmeye çalışmaktır. Mükemmel lojistik performansı ile yeni müşteri kazanımı, müşteri memnuniyeti, hız, kalite ve daha düşük maliyet elde etmek amaçlanırken, yeni pazarların açılmasına da olanak sağlar. Depolar, mal akışını sağlayan, üretici ile tüketici arasında bağlantıyı sağlayan temel unsurdur. Depolama ve malların dağıtım aktiviteleri iyi depo faaliyeti ile karşılanabilir.<sup>8</sup>

Her ne kadar günümüz koşullarında ulaşılması zor gibi görünse de işletmelerin amacı en az seviyede stok bulundurmaktır. Toplum ve pazar tahmin edilebilir olmadığı için tedarik zincirinin çeşitli seviyelerinde stok bulundurma ihtiyacı doğmuştur. Stok bulundurma nedenleri;

- belirsiz ve dengesiz talep örüntüsü,
- toplu alımlardaki indirimler,
- üretici ile son tüketici arasındaki mesafe,
- üretim kesintilerini karşılama,
- üretim hızını arttırabilme,
- mevsimsel üretimi yönetme,
- yüksek sezonsallık,
- yedek parça depolama,
- yarı mamul depolama,

olarak söylenebilir.<sup>9</sup>

Depolamanın, lojistik ve tedarik zincirindeki önemi giderek artmaktadır. Lojistik faaliyetlerini oluşturan 5 faaliyetten sonuncusunun depolama olduğu söylenilebilir. Depo faaliyetlerinde verimlilik, operasyonların koordineli planlamaları ile sağlanabilir. İlk olarak lojistiğin diğer 4 alanının iyi planlanması, depolama ihtiyacını azaltır. İkincisi, bu diğer 4 lojistik alanındaki gereklilikler, üçüncü taraf firmalar kullanılarak depolama ihtiyacı karşılanabilir. Son olarak, müşteri hizmet seviyesine göre depo dizayn edilip, envanter ana planına göre stok bulundurup lojistik planına hizmet edecek depo faaliyetleri gerçekleştirilir. Bu durum deponun sadece lojistiğin 5

---

<sup>8</sup> Hompel, a.g.e., s.2

<sup>9</sup> Richards, a.g.e., s.12-14.

elemandan biri olmadığını aynı zamanda lojistiğin diğer alanlarının da başarılı olmasına hizmet ettiğini göstermektedir.<sup>10</sup>

Depolama faaliyetlerinin, müşteri memnuniyetine doğrudan etkisi vardır. Depolar, firmalara sağladığı yer ve zaman faydası ile firmaların müşteri beklentilerini karşılamaya ve firmaların müşterilerine etkin ve katma değerli hizmet sunmalarına yardımcı olmaktadır.

Depolama işlemlerinin, gümrüksüz sahalarda gerçekleştirilmesi durumunda depolar antrepo adını almaktadır. Antrepoların kurulumu, yönetmeliklere göre belirlenmektedir ve gümrük gözetimi altındadır. Ürünlerin, antrepoda uygun şekilde yerleştirilmesi durumunda süresiz kalabileceği gibi bu ürünler vergiye de tabi tutulmaz.

Her firma birden fazla tedarikçi ve birden fazla müşteri ile ilgilendiği için tedarik zinciri içerisinde bulunduğu farkında olmalıdır. Her bitmiş üründe, satın alma, taşıma ve satma prosedürleri aynı olurken, toplam tedarik zinciri her bir ürün için farklı olmaktadır. Bu nedenle, depolarda yönetilmesi gereken birden fazla tedarik zinciri ağı olmaktadır.<sup>11</sup>

### 1.1.1. Depolamanın Görevleri ve Depoda Gerçekleştirilen İşlemler

Depolama, lojistik operasyonlarının farklı yönlerini birleştiren bir olgudur. Depolama, sipariş yönetimi, envanter kontrolü ve ulaşım sektörü gibi farklı konularda faaliyet göstermesinden dolayı doğru ve yerinde bir sınıflandırmayı karşılamaz. Depo denince geleneksel anlamda akla gelen şey envanter stoğu ve yönetimidir. Fakat modern lojistik sistemlerinde depolama, müşteri tarafından istenen gereksinimleri sağlamak amacıyla çeşitli sınıflandırmaları barındıran çoklu envanter yönetimi anlamına gelmektedir.

<sup>10</sup> Edward Frazelle, **World- Class Warehousing and Material Handling**, McGraw Hill Company, 2002, s. 8.

<sup>11</sup> Stuart Emmett, **Excellence in Warehouse Management How to Minimise Costs and Maximise Value**, John Wiley & Sons Ltd., 2005, s. 5.

Depoda gerçekleştirilen işlemleri aşağıdaki şekilde sayılabilir:

1. Bir kaynaktan malları almak.
2. Gerekli olana kadar malları depolamak.
3. Malları birleştirmek/ küçük parçalar haline getirmek.
4. Uygun kullanıcıya malları göndermektir.<sup>12</sup>

Çoğu deponun asıl amacı, tedarik zinciri boyunca malların son tüketiciye taşınmasını kolaylaştırmaktır. Esnek imalat sistemleri, tedarik zinciri görünürlüğü ve hızlı teslimat gibi stok tutma ihtiyacını azaltmak için kullanılan pek çok teknik vardır. Bununla birlikte, bu hareketin bir parçası olarak, özellikle aşağıdaki iki şartın uygulandığı durumlarda, stok tutmak gereklidir.

1. Ürüne olan talep sürekli. Moda gibi bazı endüstrilerde belirli bir model tek seferde üretilir. Bu duruma göre, mallar satıldıkları mağazalara tedarik zinciri boyunca 'itilebilir' ve bu nedenle malları depoda tutmaya gerek yoktur. Bununla birlikte, çoğu mal mağazalarda devamlı olarak satılmaktadır ve bu nedenle, müşteri talebine bağlı olarak tedarik zinciri boyunca "yeniden sipariş" gerekebilmektedir.
2. Tedarik süresinin, talep edilme süresinden daha fazla olması söz konusudur. Malların tedarik zincirinde "yeniden siparişi" durumunda, talebin karşılanabilmesi envanter bulundurma ile mümkün olmaktadır. Örneğin, müşterilere, ürünlerin ertesi gün teslimatı teklif edilirse, genellikle malzemelerin bu zaman süresi dahilinde tedarik edilmesi, mal imalatı ve nakliyesi mümkün değildir. Bu durumda mallar envanterden sağlanmalıdır.<sup>13</sup>

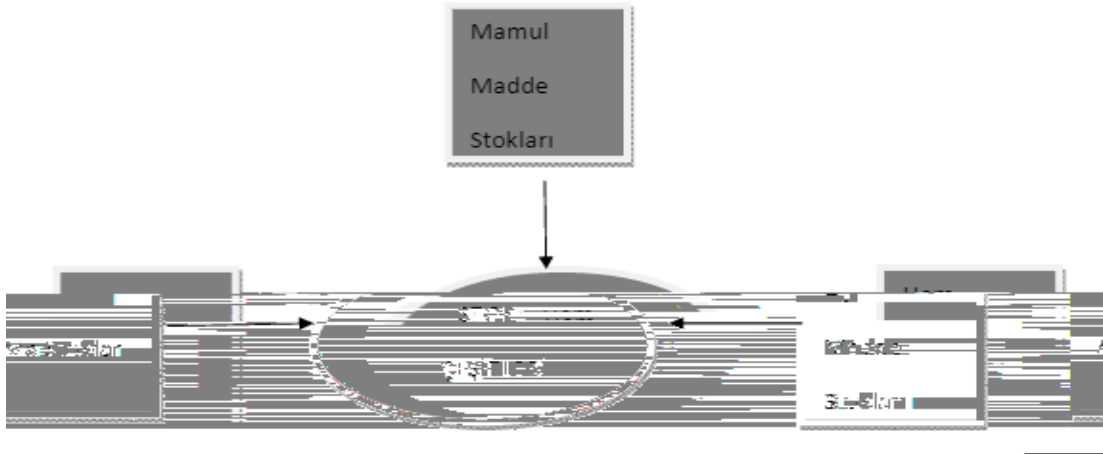
Firmaların depolama ve dağıtım yerlerinin iki ana amacı vardır. Bunlar; karlılığı ve müşteri memnuniyetini arttırmaktır. Bu amaçlara ulaşmak için;

- depo kullanım oranını (yer, hacim) artırma,
- işçi çalışma oranını artırmak,
- depo araçlarının kullanım oranlarını artırmak,
- stok bulundurma birimini azaltıp SKU ulaşılabilirliğini beklenen düzeye getirmek,

<sup>12</sup> Tompkins, **a.g.e.**, s. 2.

<sup>13</sup> Alan Rushton, Phil Croucher, Peter Baker, **The Handbook of Logistic Distribution Management**, Kogan Page, 4th Edition, 2010, s. 226.

- operasyon maliyetini en aza indirmek,
- firma envanterini korumak göz önüne alması gereken faktörlerdendir.<sup>14</sup>



**Şekil 1.2 : İşletmelerde Bulunan Stok Çeşitleri**

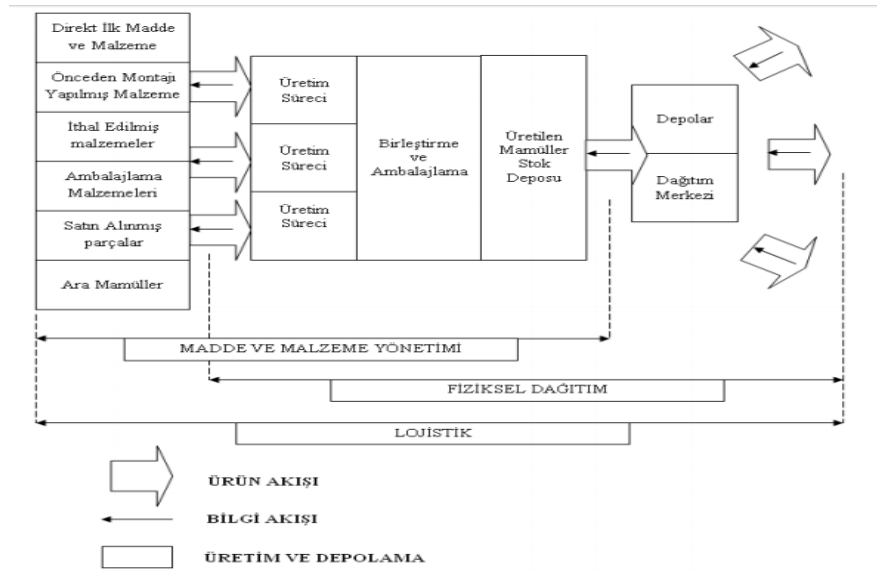
Kaynak: Doç. Dr. Özgür ÇENGEL, Tedarik Zinciri Yönetimi ve Lojistik Sektöründe Bir Araştırma, Bigart Yayınları, İstanbul, 2008, s.14.

Perakende depolamanın etkinliğindeki gelişmeler üretim tarafından da benimsenmiştir. Üreticiler için stratejik depolama; materyallerin ve araçların elde tutma maliyetinin azaltılması anlamına gelmektedir. Depolama, Just-in Time (JIT) yani stoklamadan bağımsız bir üretim stratejisi haline gelmiştir. JIT yönteminin basit olarak amacı üretim stratejilerindeki envanterin iş sürecini azaltmaktır. Ana eleman envanterinin merkez bir depoda olması, her bir elemanın birleşmesi için gerekecek ekstra envanter ihtiyacını engelleyecektir. Kısaca just in time (JIT) ihtiyaç kadar talebi, mükemmel kalite ile artıksız olarak bir an önce üretmek ve istenildiği zamanda doğru yere nakletmektir. Bu durumda ürünler birleştirilmiş yani çoklu ulaşımın beraberinde getirdiği avantajla satın alınıp stratejik olarak konumlanmış merkez depoya gönderilecektir. Depoda da ürünler, tasnif edilecek, sıralanacak ve istenilen üretim birimlerine iletilmek üzere gönderilecektir. Tüm bunlar göz önüne alındığında depolar, günümüzde sadece stok bulundurma noktaları değil, lojistik sisteme hizmet veren çeşitli seviyelere konumlandırılmış katma değer hizmet veren birimler halini almıştır.<sup>15</sup>

<sup>14</sup> David E. Mulcahy, **Warehouse Distribution and Operations Handbook**, McGraw-Hill Inc. ISBN 00070440026, 1994, s. 45.

<sup>15</sup> Richards, a.g.e., s.35.

Depolama faaliyetleri ile işletmeler hem ekonomik hem de hizmet faydası sağlamayı amaçlamaktadır. Müşteri ve pazar taleplerine cevap vermek, müşteri memnuniyetini ve hizmet kalitesini artırarak hizmet faydası sağlamak amaçlanmaktadır. Bununla birlikte depolama faaliyetlerinde ekonomik fayda, genel lojistik masraflarında azalma meydana geldiği anda oluşur. Örnek olarak lojistik bir sistem içerisindeki zincire yeni bir depo eklemek ciddi yatırım maliyeti gerektirmektedir. Kuruluş maliyeti ile birlikte masraflarda oluşan artışlar göz önüne alındığında genel ulaşım masraflarında meydana gelen düşme eğiminin daha fazla olması toplam masrafların azalması anlamına gelmektedir. Toplam masraf azalımı elde edilmesi de ekonomik anlamda fayda sağlandığını destekler nitelik taşımaktadır.



**Şekil 1.3 : Lojistik Sistem İçerisinde Deponun Yeri**

Kaynak: G. Bingöl, 2005. Lojistik Yönetimi Takdim Planı Sunumu, İstanbul

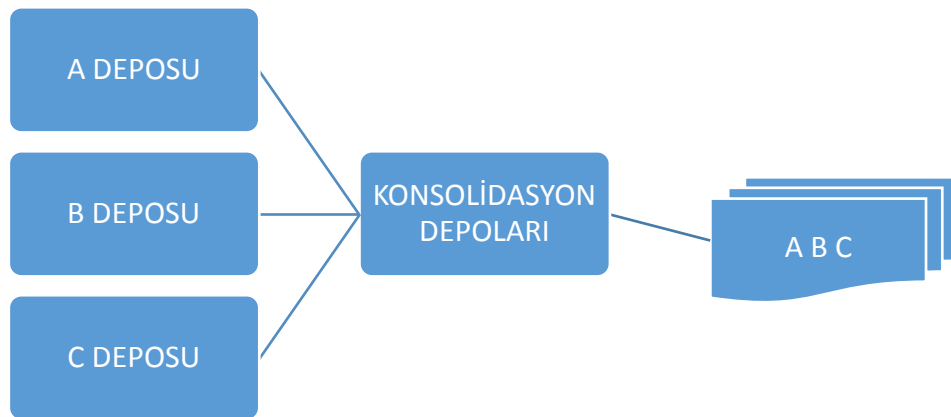
Depolama faaliyetleri ile işletmelerin sağladığı 4 basit ekonomik fayda şu şekilde sıralanabilir;

- 1- birleştirme ve yükün küçük parçalar halinde teslim için hazır hale getirilmesi,
- 2- sıralama,
- 3- mevsimsel depolama,
- 4- tersine lojistik olarak ortaya çıkmaktadır.

### 1-Birleştirme (konsolidasyon) ve yükün küçük parçalar halinde teslim için hazır hale getirilmesi :

Birleştirme ve yükün teslim için hazır hale getirilmesindeki ekonomik fayda, grup gönderilerde deponun kapasitesi düşünülerek ulaşım masraflarını düşürme yoluyla gerçekleşir. Birleştirme yani bir araya getirmede farklı kaynaklardan gelen ürünler alınır ve ürünler daha geniş tek bir gönderi halinde dağıtılacak şekilde birleştirilerek nihai alıcıya gönderilir.

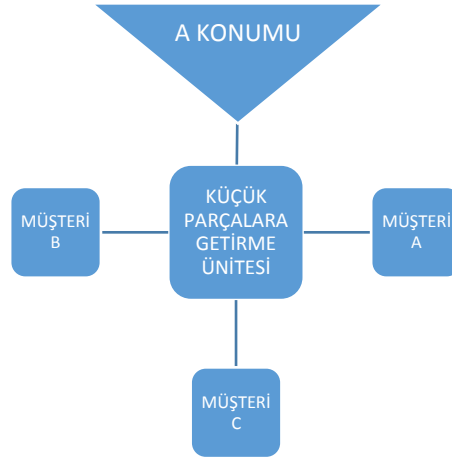
Birleştirme yani belirlenen parçaların bir araya getirilmesi yoluyla uygun navlun ücretine ulaşmayı, zamanlı ve kontrollü teslimatı ve müşterinin ürünleri alım ünitesinde oluşacak yoğunluğun önlenmesini sağlar. Bu işlemde depolama hem dışarıdan gelen parçaların toplanması hem de depodan dışarı ihraç edilen parçaların daha büyük ölçüde birleştirilerek gönderilmesini sağlar.



**Şekil 1.4 : Büyük Parçalar Halinde Teslim**

Yükün küçük parçalar halinde teslimi için hazır hale getirilmesi ise, büyük parça ürünün farklı varış yerlerindeki farklı müşterilere ayrı ayrı teslim edilmek üzere organizasyonun yapılmasıdır. Böylelikle depo veya ara terminallerde yükün dizilimi ve dağıtımı ayrı siparişler ile yerel olarak teslim edilir.

Hem birleştirme hem de yükün teslim için küçük parçalara ayrılarak hazır hale getirilmesi ile ulaşım etkinliğinin artırılması amaçlanır. Günümüzde lojistik sistemlerin çoğunda her iki işlem birlikte yürütülmektedir.



**Şekil 1.5 : Küçük Parçalar Haline Getirerek Teslim**

## 2- Sıralama

Sıralama sürecinin faydası ise, başlangıç noktasından nihai varış noktasına kadar olan zamanda navlun masraflarını yeniden şekillendirilebilmesidir. Sıralama çeşitleri çapraz sevkiyat ve karışık kombine elleçlemek olarak sayılabilir.

Çapraz sevkiyattaki amaç farklı kaynaklardan gelen envanterin tek bir müşteriye ulaştırılmak üzere hazırlanmasıdır. Perakende depo işletmecileri, envanterin lojistik zincirinde hızlı yer değiştirmesini sağlamak amacıyla çapraz sevkiyata başvururlar. Çapraz sevkiyatta ürünlerin belirlenen teslimat zamanında nihai noktada olması kritik önem taşımaktadır.

Karışık kombine elleçleme yönteminde ise gönderinin çıkış noktası ile nihai varış noktaları arasında yer alan ara terminallere teslimatlar gerçekleştirilir. Buradaki amaç, çıkış noktasından bu ara terminale ürünlerin birleşik teslim edilmesi ve ara terminalden son alıcılara ürünlerin parçalar halinde teslim edilmesi ile oluşacak ulaşım masraflarının en aza indirilmesidir. Ürünlerin bu ara konuma gelmesi ile, müşterinin istediği varış noktalarına göre ayrılır ve bu şekilde gönderime hazır olması için sıralanır.

## 3- Mevsimsel depolama

Bu yöntem ile müşteri talebine göre mevsimsel depolama faaliyetlerinin hayata geçirilmesi amaçlanmaktadır. Örneğin çimenden yapılan oyuncak ve eşyalar tüm sene

boyunca üretilmesine karşın senenin sadece çok küçük bir periyodunda satışa sunulurlar. Bu duruma ters olarak da tarım ürünlerinin senenin belirli bir bölümünde hasat edilerek üretilmesi fakat tüm sene boyunca satışta olmasını örnek verilebilir. Her iki durumda da envanter depolaması pazarlama hamlelerini destekler niteliktedir.

## 5- Tersine Lojistik Süreci

Tersine lojistik, normal lojistik süreci olan kaynaktan tüketiciye olan akışın, tüketiciden kaynağa şeklinde olmasına denir. Tersine lojistikte amaç ürünlerin, tüketiciden kaynağa doğru iletilmesinde değer kazanımı ve yok edilmesini sağlamaktır.

Tersine lojistik işlemlerini şu şekilde sıralamak mümkündür:

1. İade yönetimi.
2. Tekrar üretim ve tamir.
3. Tekrar pazarlama.
4. Geri dönüşüm.
5. Yok etmedir.

İade yönetiminde, satış süreci boyunca hedeflenen pazarın yakalanamaması sonucu, kalan ürünlerin iadesi ile bu ürünler için bir yönetim ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Tekrar üretim ve tamir ise hayatın her alanında karşılaşıldığı üzere ürünün tekrar kullanımı için yeniden üretim ve tamirat ile orantılıdır. Ürünün tekrardan pazarlanması, tüketicinin ürün için belirli bir arzı karşıladığı anda tekrar satışın artması ve talep yaratılması için uygulanan stratejileri kapsamaktadır. Geri dönüşüm sürecinde ise, artık ürünün o haliyle kullanılamaması neticesinde ürünün alt elemanlarının tüketim döngüsünde farklı yerlerde pazarlanmasını ele almaktadır. Son olarak da piyasadaki ürünün artık hiçbir şekilde geri dönüştürülemeyecek safhada olmasından dolayı elden çıkarma (yok etme) sürecinin gereklilikleri son olarak yönetilmesi gereken işlemdir. Tersine lojistik işlemlerinden olan yok etmenin başvurulduğu önemli bir konu ise envanter kontrol sürecinde tüketici sağlığı ve çevreye olan etkileri düşünüldüğünde zararlı ve tehlikeli bir materyal olduğunda ürünün piyasadan toplanmasıdır. Bu süreçte de ürünün tüketim zincirine tekrar dahil olmaması adına imha edilmesi, katı ve kesin kurallar çerçevesinde yapılmalıdır. Ürünlerin toplanması

ve yok edilmesi sürecindeyse çeşitli kamu kuruluşlarının yardımları ve denetimleri altında çalışmalara yürütülmektedir.

Lojistik daha çok değiş- tokuş ile ilgilidir. Bu değiş- tokuşlar;

- maliyete karşı hizmet,
- geri dönüş hızına karşı depolama kapasitesi,
- hıza karşı doğruluk,
- ulaşılabilirliğe karşı düşük envanter,
- cevap verebilirliğe karşı verimlilik,
- satın alma hacmine karşı depolama maliyeti ve hazır bulunma,

olarak söylenebilir.

Bu değiş-tokuşlar, depolamanın kendi içinde gerçekleştiği gibi depolama operasyonları arasında ve diğer lojistik hizmetlerinde de gerçekleşmektedir.

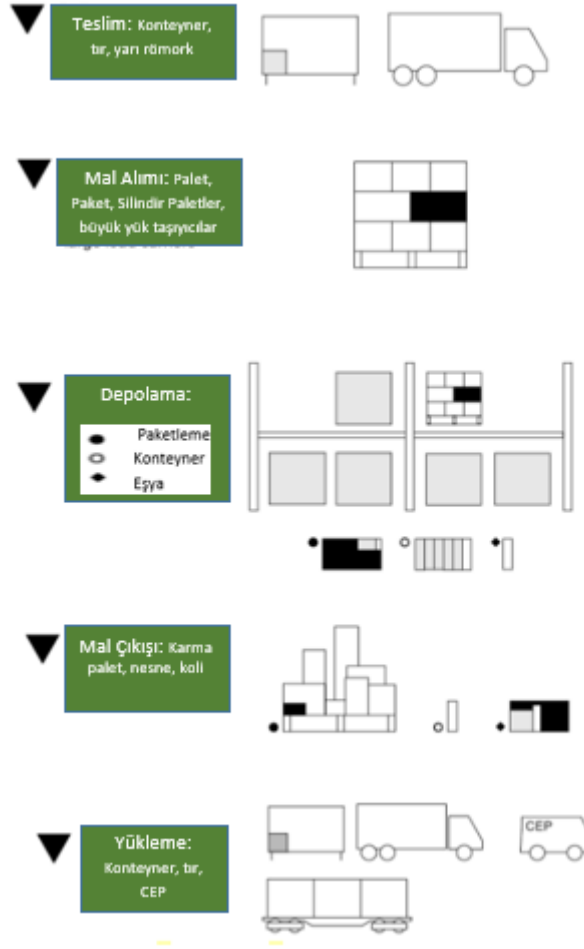
Bahsedilen değiş-tokuşlar ile birlikte günümüzün depolama faaliyetlerinin ve lojistik yöneticilerin karşılaştığı zorluklar;

- maliyetleri düşürürken üretkenliği ve verimliliği arttırmak,
- kalite ve doğruluğu iyileştirmek,
- teslim sürelerini azaltmak,
- teknolojide gelişmeler,
- iş gücü yönetimi ve bulunabilirliği,
- sağlık ve güvenlik,
- çevreye etkiler,

olarak söylenebilir.<sup>16</sup>

---

<sup>16</sup> Richards, a.g.e., s.3.



**Şekil 1.6 :** Ulaştırma Zincirinde Depoda Gerçekleştirilen İşlemler

Kaynak: Michael ten Hompel, Thorsten Schmidt, Warehouse Management: Automation and Organisation of Warehouse and Order Picking Systems, Springer, 2007, s. 19.

## 1.2. Depo Yerlerinin Stratejik Önemi ve Karar Verme Aşamaları

Depolama içerisinde dağıtım merkezlerinin, birleştirme birimlerinin, ürün toplanma merkezlerinin ve ara depolama birimlerinin bir arada düşünülmesi gerekmektedir. Böylece depolamanın genel yönetim prensipleri için başlıca giriş noktalar belirlenmiş olur. Depo yönetimi, genel anlamda karışık depolama ve dağıtım sistemlerinin kontrolü ve iyileştirilmesidir.<sup>17</sup>

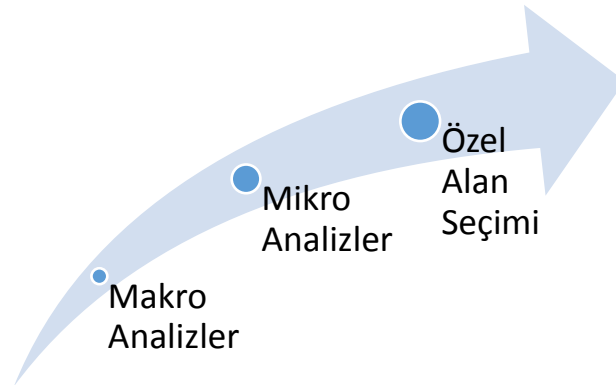
<sup>17</sup> Michael ten Hompel, Thorsten Schmidt, **Warehouse Management: Automation and Organisation of Warehouse and Order Picking Systems**, Springer, 2007, s. 7.

Lojistiğin, materyal ve bilgi yönetimine bütünsel bir yaklaşım olarak ele alındığında müşteri ihtiyaçlarının ve beklentilerinin karşılanmasında önemli bir rolü vardır. Aynı zamanda lojistik, rekabetçi bir kaynak olarak düşünülmektedir. Katma değerli lojistik, geleneksel hizmet, ürün ve kapasitelerin müşteriye daha iyi hizmet vermek için yeni yapılandırmalar ile bir araya getirilmesidir. Böylece fiyatın rekabetteki etkisi azaltılmış olmaktadır.

Dağıtım stratejisi, stratejik işletme alternatiflerini değerlendirmek, istenilen müşteri hizmet seviyesine erişmek için en uygun maliyetli yola karar vermek ile oluşan bir süreçtir. Depolama stratejisi dağıtım stratejisinin önemli bir parçasıdır ve aşağıdaki kararları içerir.<sup>18</sup>

- Depolama tesisleri satın mı alınmalı, kiralanmalı mı?
- Deponun ideal büyüklüğü nedir ve kaç depo gereklidir?
- Depoların ideal yerleşim yerleri neresidir?

Yeni bir depo yeri ihtiyacına karar verdikten sonra yapılması gereken diğer adım doğru yeri bulmaktır. Konum belirleme stratejileri genel olarak 3 düzeyi içermektedir: makro analiz, mikro analiz, ve özel alan seçimidir.



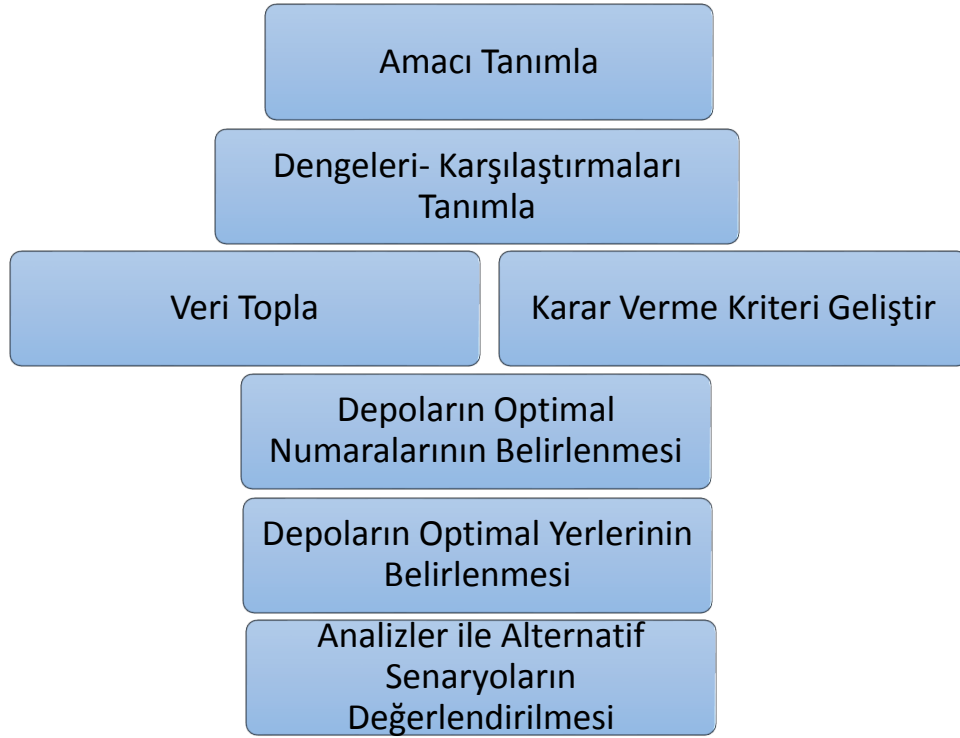
**Şekil 1.7 : Yer Belirleme Bileşenleri**

Kaynak: Thomas L. Freese, **Site Selection: How to Choose the Best Location**, Freese & Associates, 1997, s.54.

Makro analizler, ülkenin hangi kısmının depo yeri için seçilmesini içerir ve önemli dengeleri ve kısıtları tanımlar. Firmalar maliyet hesaplamaları, ağ

<sup>18</sup> Jukka Korpelaa, Markku Tuominen, "A decision aid in warehouse site selection", Int. J. Production Economics, 1996, s. 169-180

simülasyonları ve matematiksel optimizasyonlar gibi değişik yöntemlere başvurulabilirler.



**Şekil 1.8 : Makro Analiz Yaklaşımı**

Mikro analiz yaklaşımı ile yeni depo yerleri için bir ülkenin coğrafik bölgesi belirlenir. Mikro analizler, olası bir coğrafik bölge içerisindeki depo yerlerinin dengelerini karşılaştırmayı içerir. Karar vericiler imar kanunu, devlet yatırım teşvikleri, demiryollarına, hava ve deniz yollarına ulaşılabilirlik, yardımcı işletmeler, arazi değerleri, ortam gibi bölgesel faktörleri değerlendirirler.

Özel yer analizlerinde ise depoların konumlandırılacağı özel alanlar tanımlanır. Seçilmiş alan amaç ile örtüşmelidir. Yer seçildikten sonra, karar vericiler yeni bir yapının mı oluşturulması gerektiğine ya da var olan yapının mı değiştirilmesine karar vermelidirler.

Kurumsal lojistik ve pazarlama yöneticileri son zamanlarda etkin işletme stratejileri uygulamak için uygun depo yeri seçmenin önemini vurgulamaktadır. Depoların uygun sayısı ve coğrafik alanları, müşteri, imalat ve rakip yerleri, ürün gereksinimleri, nakliye türleri ve satış seviyesine göre belirlenir. Stratejik açıdan,

depolar hizmet veya maliyet avantajları sağlayabiliyorsa lojistik bir sistemde kurulmalıdır.<sup>19</sup>

### 1.2.1. Depo Yeri Belirleme Stratejileri

Geçmiş zamanlarda ürün sınıflandırması ve dağıtımı sınırlıydı. İşgücü verimliliği, materyal elleçleme etkisi ve envanter kayıpları bu dönemlerde büyük etmenler olarak sayılmıyordu. Bunun nedeni ise işgücü göreceli olarak çok masraflı değil, insan gücü düşük maliyetli olarak kullanılabilirdi. Bu durumda küçük düzeltmeler boşlukların, çalışma metodlarının ve materyal elleçlemelerinin daha iyi kullanımı ile gerçekleşiyordu. Bu şekilde bir süreç uygulamasında beklenen etkinin büyük çapta olmamasına rağmen depolama üretim ve pazarlama arasında gerekli köprü görevini üstlenmişti. 2.Dünya savaşı sonrası süreçte ise konu işletmelerin yönetim ilgisi stratejik depolamaya kaymıştır. Bunun akabinde ise depolama ağlarındaki geniş hacimler önem kazanmaya başlamıştır. Toptan veya perakende satış gibi dağıtımın ön plana çıktığı sektörlerde genel davranış olarak her bir satış bölgesindeki envanterin en iyi ölçüde sıralanması depolama yönetiminde en iyi uygulama olarak alınmaktadır. Depolamanın gerçek değeri doğru zamanda doğru ürünü doğru yerde bulundurmakta yatmaktadır.<sup>20</sup>

Bir kurumun gelişmesi, faaliyetlerini daha etkin sürdürebilmesi için uzun dönemli rekabet anlayışına uygun bir strateji geliştirmesi gerekmektedir. Bu durumda etkin bir depo seçimi için sorulacak en önemli sorular aşağıdaki gibi alt başlıklarda listelenmiştir.

- Şirket ortaklarının, müşterilerin, rekabet edilen şirketlerin ve çalışanların bu konuda tepkisi ne olacaktır?
- Seçilmiş lokasyon, piyasadaki rekabet ortamında ne gibi avantajlar sunacak?
- Hizmet kalitesi ve ürüne etkisi ne olacaktır?
- Nitelikli ve doğru insanlarla mı çalışılacak?
- Tedarik zinciri üzerindeki etkisi ne olacaktır?

<sup>19</sup> Vlachopoulou M., Silleos G., Manthou V., 2001. **Geographical Information Systems in Warehouse Site Selection Decisions**, Int. J. Production Economics, 71, 205-212

<sup>20</sup> Tompkins, a.g.e., s. 5.

- Proje maliyeti ne olacaktır?
- Teslim performansına ne gibi bir etkisi olacaktır?
- Piyasanın bu tutum karşısında tepkisi ne olacaktır?
- Şirketin kendi personelinin konumlar arası transferi proje için gerekli ise çalışanlar buna sıcak bakacak mı ve tutumları ne olacaktır?

Örnek olarak Canon Inc.'in yaklaşık 13 senedir mürekkep püskürtmeli yazıcı fabrikası Tijuana'yı, Meksika'dayken Tayland ve Vietnam'a taşınmıştır. Bunun yanında Maytag Corporation ise kendi buzdolabı fabrikalarını Amerika Birleşik Devletleri'ne ticari olarak yakınlığı sebebiyle ve aynı zamanda gönderi masraflarını düşürmek için Illionis'ten Reynosa / Meksika'ya taşımıştır.<sup>21</sup>

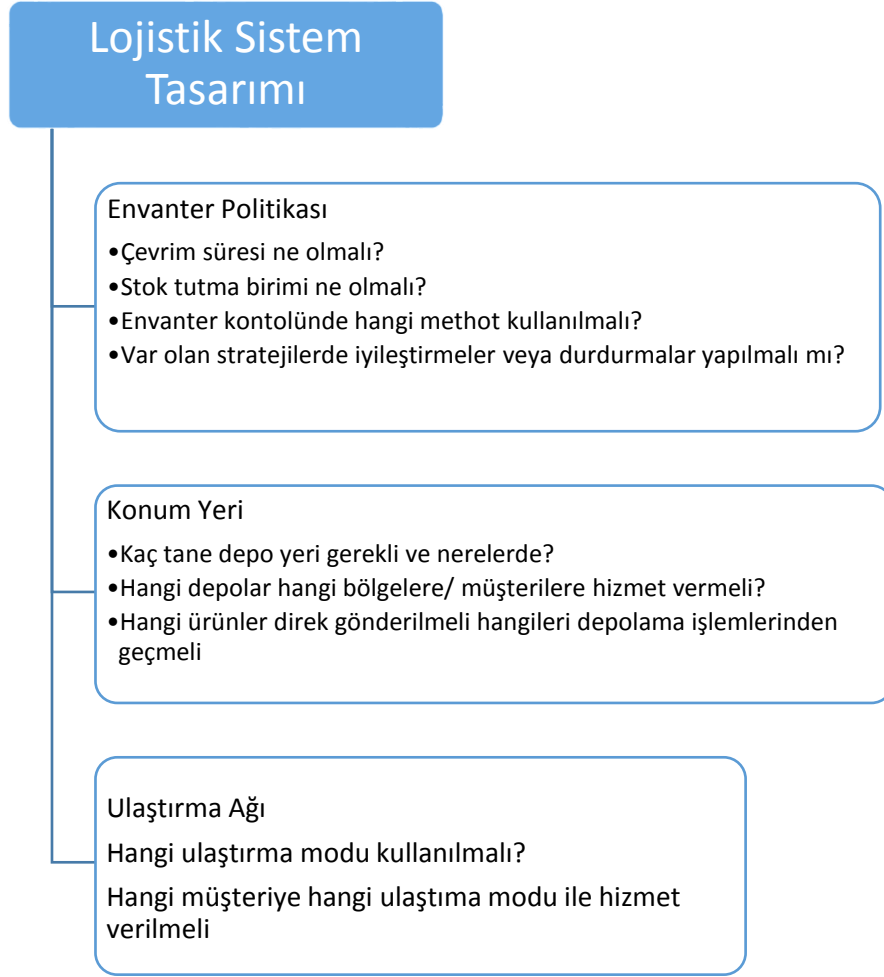
Depo yeri belirleme kararlarında ulaşım taşımacılık yöntemlerinin, hizmet sağlanan pazarların, müşteriye sağlanan hizmet düzeyinin önemli etkisi vardır. Depolar, zaman ve yer faydası sağlamak için gerçekleştirilen toplam girişimin bir parçasıdır. Deponun, bir firmanın lojistik sisteminde bulunmasının en temel gereksinimi maliyet ve servis avantajı sağlamasıdır.

Lojistik sistemdeki deponun temel fonksiyonları;

1. arz ve talep dengesizliğinden kaynaklı stok tutma,
2. farklı kaynaklardan gelen yüklemeleri birleştirerek tek bir yükleme ile nihai varış noktasına sevkiyatını gerçekleştirmek,
3. müşteri siparişlerine göre sipariş hacimlerini bölüp çapraz taşıma (cross loading ) ile hacimli sevkiyatlar gerçekleştirmek,
4. müşteri siparişlerine göre ürünleri birleştirmektir.

---

<sup>21</sup> Joel D. Winser, G.Keong Leong, Keah-Choon Tan, **Principles Of Supply Chain Management (A Balanced Approach)**, Nelson Education Ltd., 2012, s.98.



**Şekil 1.9 : Lojistik Sistem Tasarımı**

Kaynak: Jukka Korpelaa, Markku Tuominen, “A decision aid in warehouse site selection”, Int. J. Production Economics, 1996, s. 170.

Fiziki varlıkların yönetiminde ilk başlarda 3 genelleme öne sürülmüştür. Bunlardan ilki, tesislerin standart hale getirilmesine yönelik bir yaklaşım ve yapının dağıtım kanallarına bağlanmasıdır. Bu durumda her bir ürünün, pazarın özellikli istekleri göz önüne alınmamıştır. İkincisi, maliyet belirleyici performans değişkeni olarak vurgulanmıştır. Ancak hizmet özellikleri de dikkate alınmalı ve odak işletme ve sermaye maliyetleri yerine genel performans üzerine olmalıdır. Üçüncüsü, lojistik sistemin analizi genelde varsayımları basitleştirmeye dayanır. Örneğin:

1. Tüm depolar ve tedarikçiler aynı operasyonları aynı düzeyde etkinlik ile gösterebilir.
2. Talep düzeyi ve özellikleri sabittir ve şirket tarafından alınan önlemlerden etkilenmez.

3. Lojistik altyapı ile ilgili kararlar altyapı ve satış seviyesi arasındaki ilişkiyi dikkate almadan yapılır.<sup>22</sup>

### 1.2.2. Depo Yeri Seçimindeki Birinci Derecede Önemli Faktörler

Depo yeri seçim kararı, birden fazla kriterin dikkate alınması gereken bir süreçtir. Cooper'a göre dikkate alınması gereken faktörler; dağıtım sisteminin toplam maliyeti, pazar yönelimi, üretim operasyonu, ürünün niteliği, iletişim, finansal faktörler, depo türü ve yerel hususlardır.<sup>23</sup>

Karar verme genellikle belirlenen faktörlerin önem ağırlılıklarını saptanması ve bir eleme sürecinin uygulanmasını gerektirir. Herbir yerin faydası olduğu kadar zayıf tarafları da olduğu göz önüne alınırsa karar verilen yerin sürekli olarak beklentileri karşılaması beklenir.

Yeni yer seçerken ilk adım olarak firmanın ihtiyaçları doğrultusunda ana hatları belirlemek, önem derecelerine göre liste oluşturmak gerektiği söylenebilir.

Depolamanın ulaştırma ile ilişkisini göz önüne almadan depolama faaliyetinin düşünülmesi mümkün değildir. Çoğu endüstride ulaştırma maliyetlerinin payı depolama faaliyetlerinden daha fazla ve satışlarda da ulaştırmanın payı depolamadan daha fazladır. Bu nedenle ekonomik olmayan ulaştırma planlaması istenilen diğer bir depo yeri değerini kolay bir şekilde yok edebilir.

Ulaştırmanın dört ana unsuru vardır: bunlar demiryolu, karayolu, denizyolu ve havayoludur. Ulaştırmanın dağıtım yerleri seçimlerinde çok fazla bir etkisi vardır. Bazı durumlarda, belirlenen pazara hizmet vermek için bilgisayarlı modelleme teknikleri optimum yer belirlemelerde kullanılır. Ulaşılabilirlik, hız, ulaştırma güvenilirliği gibi etmenler yeni dağıtım yerleri ihtiyaçlarının karar verilmesinde göz önüne alınmalıdır. Konum belirlemede ulaştırma faktörü ana etmen olmalıdır. Örneğin, havayolu öncelikli ise hava alanlarına erişilebilirlik ana faktörü oluşturmaktadır.

<sup>22</sup> Korpelaa ve Tuominen, **a.g.e.**, s. 169

<sup>23</sup> Korpelaa ve Tuominen, **a.g.e.**, s. 169

Kolay ulaşılabilirlik bazı durumlarda gözden kaçmaktadır. Sonuç olarak herhangi bir depo yerine ulaşım sağlanabilir; önemli olan ne kadar kolaylıkla ulaşılabildiğidir.

Depolamanın önemli bir pazarlama aracı olduğu göz önüne alındığında, müşteriye yakınlık da önemli faktörlerden biridir. Depolama faaliyetlerinde sadece ulaştırma maliyetleri, çevrim süreleri göz önüne alınmamalı, aynı zamanda müşterinin ürünü zamanında ve makul fiyatla almasıyla gelen müşteri memnuniyeti de düşünölmelidir. Sonuç olarak müşteri deponun yeri ile değıl verilen hizmet ile ilgilenmektedir.

İşgücü piyasası, üretim tesislerine nazaran depo operasyonlarında daha az öneme sahiptir. Planlanan hizmetin otomasyon sistemlerinden sağlanması durumunda iş gücü ulaşılabilirliğı çok az derecede önemlidir. Diğör taraftan, iş gücü kalitesi ve ulaşılabilirliğı paketleme, birleştirme gibi hizmetlerin verildiğı emek-yoğun depolarda kritik bir öneme sahiptir.

Literatürde belirtilen konum belirlemeye etki eden faktörlerin aşağıdaki şekilde gruplandırılır;

1) Pazar/ Dağıtım Yerlerine Yakınlık :

- Verilen hizmetlerin maliyetleri,
- Alanlardaki satış eğilimleri,
- Yerleşim yerlerinin bulunduğu pazarlara nüfuz edebilme kabiliyetidir.

2) Kaynaklara ulaşılabilirlik :

- Lojistik maliyetler,
- Alanlardaki yaygın tedarikçilerdir.

3) Toplum/ Devlet faktörleri :

- Yaşam ortamları ve maliyetler,
- Varolan yerel endüstri ile iş birliğıdir.

## 4) Rekabet koşulları :

- Rakiplerin yerleri,
- Yeni yerlere muhtemel etkileridir.

## 5) Çevresel Faktörler :

- Çevre tutumları,
- Ülkesel/bölgesel regulasyonlardır.

## 6) Çalışan koşulları :

- Maaş aralıkları,
- Üretkenlik,
- İşçi bulma olanağı,
- Muhtemel çalışanların işe elverişlilik düzeyleridir.

## 7) Vergi ve Finans.

## 8) Ulaşım :

- Karayolu,
- Trenyolu,
- Havayolu,
- Denizyoludur.

## 9) Kamu hizmetleri :

- Su fiyatları ve kalitesi ve kanalizasyonlar,
- Doğal gaz ve elektriğe ulaşılabilirlik ve fiyatlar,
- Sağlık , itfaiye, güvenlik hizmetlerine ulaşılabilirlik ve kalitedir.

Türkiye’de son zamanlarda şehir planlamasına olan yoğunlaşmanın sonucunda depoların şehirlerdeki dağılımları şehir planlamacılarını da etkilemektedir. Depoların, şehirlerin merkezi, işlek, verimli yerlerde kurulmasının önüne geçilmeli böylece depolar için en uygun olabilecek araziler belirlenmelidir. Belirlenen yer seçim

faktörlerinin sonucuna göre gerekirse planlamada ve stratejide değişikliğe gidilmelidir.

### 1.2.3. Depo Yeri Seçme Kararları ve Kısıtları

Modern işletmelerin başarı ya da başarısızlığında depoların önemli bir yeri vardır. Çoğu firmalar ürünlerini doğrudan müşterilere dağıtmak istemesine rağmen, bu yöntemin uygulanabilirliği çok düşük bir olasılıktır ve büyük risk içermektedir. Bu durumda müşteri teslim süreleri, maliyet verimliliğinden kısa teslim sürelerine düşürülemez ve böylece müşteriye sipariş ile değil envanter ile hizmet edilmiş olur.<sup>24</sup> Pazar rekabetçi oldukça perakendeci ve toptancılar maliyet tasarrufuna yönelik dikkatlerini kaydırdılar. Böylece esnek olmayan yapılarının ve verimsiz operasyonların sona erdirilmesi ile birlikte depoların daha verimli ve maliyet tasarruflu olması amaçlanmaktadır.<sup>25</sup>

Depo yeri belirlemede karar vericilerin izlediği 3 aşama şu şekilde basitleştirilebilir; önceliklerin belirlenmesi, kritik özelliklerin tanımlanması, alternatifler arasında en iyi yerin seçilmesidir.

İlk adım, yeni bir depo yerinin gerekliliklerinin tanımlanmasıdır. Bazen operasyonel amaçların değişmesi ya da stoklardaki artış, depo yerlerinin yeniden konumlandırılması ihtiyacını ortaya çıkarabilir. Güvenlik ya da ulaşım sorunları da nedenler arasında yer alabilmektedir. Bu gibi nedenlerin belirtilmesi yeni depo yeri kararını tanımlar ve araştırmayı daraltır.

Coğrafi faktörler de önemli ölçüde depo yerinin faydasını etkilemektedir. Bir tedarik merkezinin değişik ulaştırma modlarını, havayolu, demiryolu, karayolu gibi, kullandığı durumlarda ulaşılabilirlik kritik bir öneme sahiptir. Karayolları geniş bir coğrafi alana yayılabilme olanağı sunarken, deniz yolu ve demir yolu coğrafi durumlar tarafından kısıtlanmaktadır. Özellikle enerji maliyetleri açısından bir diğer

<sup>24</sup> Peter Baker, Marco Canessa, “Warehouse Design: A Structured Approach”, Science Direct, 2009, s. 425.

<sup>25</sup> Richards, a.g.e., s.14.

önemli faktör iklimdir. İklimin ulaştırmayı aksatma ihtimali de göz önünde bulundurulması gereken önemli bir etmendir.<sup>26</sup>

Depolama tesislerinde yer seçimi kararı sadece belirli bölge ya da arsalar seçmek değildir. Yer belirleme stratejilerinde göz önüne alınması gereken diğer unsurlar piyasanın mekânsal karakteristiği, firmanın kurumsal ve pazarlama hedefleridir.<sup>27</sup>

Sonuç olarak, başarılı bir depo yeri seçimi için gerekliliklerin iyi bir şekilde tanımı kritik bir öneme sahiptir. Gereklilik listesi hazırlamak karar verme aşamasında önemli bir yol gösterici olacaktır. Kritik özelliklerin seçilmesi de depo yerine karar vermede bir sonraki önemli adımı oluşturacaktır. Örneğin, müşterilere hızlı bir şekilde ulaşabilmek kritik ise, depo yerleri müşterilere yakın noktalara kurulmalıdır. Diğer taraftan güvenlik önemli bir etmen ise, nüfus merkezlerinden uzak yerlere depoları konumlandırmak daha iyi bir karar olacaktır.

#### 1.2.4. Stratejik Depo Yeri Seçimi

Ulaşım ve ulaştırma kapasitesinin gelişmesinin akabinde depolamada daha profesyonel bir yapıyı gerektiren özelleştirme de gerekecektir. Ürün depolamaları, insanların kendi depolama birimlerinden sırasıyla perakendecilerine, toptancılarına ve üreticilerine geçecektir. Böylelikle depolama üniteleri, müşteri talebi ve ürün tedarikinin sistemli bir şekilde ilerlemesini sağlayacak lojistik zincirinde uygun yerde konumlanacaktır. Eğer stratejik depolamanın değeri doğru bir şekilde anlaşılamamışsa depolar bu durumda dağıtım ünitelerine gereksiz maliyet yükleyici konumunda olurlar.

Yer seçimi gerek küçük işletmelerde gerekse büyük işletmelerde önemli bir stratejik karardır. Depo yeri seçiminin faydaları, geniş kapsamlı olması, uzun süreli, çok sayıda operasyonel ve lojistik süreçleri üzerinde etkilerinin bulunmasıdır. Mülkiyet kazanımı ve yer inşasının yüksek maliyetleri, yer seçimi ve yer değiştirmeyi uzun dönemli yatırıma dönüştürmektedir. Böyle karlı iştiraklerde bulunarak, firmalar

<sup>26</sup> Uğur Erdemir, Optimizing Warehouse Logistics Operations Through Site Selection Models: Istanbul, Turkey, 2003 March, Naval Postgraduate School.

<sup>27</sup> Vlachopoulou M., Silleos G., Manthou V., 2001. **Geographical Information Systems in Warehouse Site Selection Decisions**, Int. J. Production Economics, 71, 205-212

uzun bir zaman sürecinde varlıklarını ve operasyonlarını sürdürmeyi planlamaktadırlar. Böylece karar vericiler o anki sistem durumuna göre değil, aynı zamanda deponun belirlenen ömründe, çevresel faktörlerin değişmesinde, toplum kalkınmasında, pazar trendlerinin değişmesinde bile karlılığını devam ettirecek şekilde yer belirlemelidirler. Piyasa ve ekonomik şartlara göre, işletmenin stok yönetim politikalarında önemli değişiklikler olur. Örneğin, durgunluk zamanlarında işletmeler “stok”a, buna karşılık talep artışında ise “piyasa”ya çalışırlar. Uygun tesis yerleri bulmak, karar vericilerin belirsiz gelecek olayları değerlendirmeleri beklenildiğinden dolayı zor bir karardır.

Depo yerine karar verirken sorulması gereken sorulardan biri neden yeni bir depoya ihtiyaç duyulduğudur. Yeni bir depo yerine karar vermeye iten aşağıdaki belirtilen etmenler göz önüne alınarak yer seçimine yönelik araştırmanın formu oluşturulabilir.

- Olan bir deponun başka bir yere yerleştirilmesi ile ihtiyaç karşılanabilmektedir.
- Gelişen iş ile birlikte envanterin yeni bir pazara taşınması gerekmektedir.
- Genişleyen envanteri yerleştirmek için daha fazla depo yerine ihtiyaç vardır.
- Olası durumlar planlaması, varolan depolama faaliyetlerinde görev dağılımını gerektirmektedir.

Günümüz tartışmalarından biri de varolan depoların kapasiteleri mi arttırılmalı ya da depoların sayıları mı arttırılmalıdır. Motorola’ ya uygulanan bir anket sonucunda, anket cevaplayanların %36’sı depoların sayısının arttırılmasına yönelik tutum sergilerken, %35’i depoların büyüklüklerinin ve kapasitelerinin arttırılması gerektiğini vurgulamıştır.<sup>28</sup>

Pazara ulaşmada depo yerlerinin kritik bir rolü vardır. Günümüzde depolama ve dağıtım kararlarının verilmesinde ulaştırma ağlarına yakınlık da önemli bir yere sahiptir. Depo yerine karar vermede maliyetler iyi bir şekilde yönetilmeli ve analiz edilmelidir. Değerlendirmeler yapılırken ulaştırma maliyetleri, depolama maliyetleri ve envanter bulundurma maliyetleri de göz önünde bulundurulmalıdır.

---

<sup>28</sup> Richards, a.g.e., s. 21.

Toplam maliyet karşılaştırmaları, olası depo yerlerinin maliyetlerinin değerlendirilmesi ile yapılmalıdır. Depo yerine karar verirken pazarın, popülasyon özelliklerinin, ürün ve servis özelliklerinin, coğrafi faktörlerin, güvenlik ve ekonomik regülasyonların değerlendirilmesi gerekmektedir. Ürüne bağlı olarak, depo yerlerini belirleme kararları sadece müşteri hizmetini ya da operasyonel maliyetleri değil aynı zamanda yaşamsal olayları da etkileyebilir.<sup>29</sup>

Depo yerlerine karar verirken sadece depo yeri açma maliyetler değil aynı zamanda yeni müşterileri yeni depo yerlerine çekme maliyetleri de göz önüne alınmalıdır. Örneğin, depo yerlerinin konumu göz önüne alındığında, toplam masraflar denildiğinde depo açma masrafları, depo yerinden müşterilere olan ulaştırma masrafları akla gelir; ancak bunlara ek olarak depo kapasitesi dikkate alınarak hizmet verebileceği müşteri sayılarının da göz önünde bulundurulması gerekmektedir.<sup>30</sup>

Yeni depo yeri kararı veya yatırım kararları için işletme parametrelerini ve maliyetlerini içeren yatırım profilinde aşağıdaki kısımlar yer alır:

- Maaş aralığı (saat başına).
- Alan maliyeti (yıllık m<sup>2</sup> başına maliyet).
- Sermaye maliyeti (yıllık yüzde).
- Yatırım getirisi veya geri ödeme süresi (yüzde veya yıl).
- Yıllık çalışma günleri (yıllık günler).
- Planlama dönemi (yıllar).

Yatırım kararları ciddi ölçüde yatırım profiline bağlıdır. Bu nedenle gerekli çalışmalara başlamadan önce yatırım planını kapsamlı bir şekilde oluşturmak gerekmektedir.<sup>31</sup>

Depolama kararları; yerin belirlenmesi, iç dizayn, ekipmanların dizaynı ve sistemlerin iyi bir şekilde atanması sonucunda oluşmaktadır. Yanlış yer seçiminin sonucu işletme verimliliğini olumsuz etkiler ve depo asıl amacından uzaklaşıp

<sup>29</sup> Korpela, J., Lehmusvaara, A., & Nisonen, J., **Warehouse operator selection by combining AHP and DEA methodologies**, 2007

<sup>30</sup> Ling- Yu Wu, Xiang Sun Zhang, Ju Liang Zhang, Capacitated facility location problem with general setup cost, **Computers and Operations Research**, Vol: 33, May 2006, s:1226-1241

<sup>31</sup> Edward Frazelle, s.g.e., s. 43.

işletmeye yarar sağlamaktan ziyade maliyet oluşturan birim haline gelir. Gerek maliyet gerekse işlevsellik açısından yaklaşıldığında depo yeri seçimleri matematiksel modellemeler ile yapılmaktadır. Yanlış seçimler maliyeti yükseltmekte ve pazar kaybına dahi yol açabilecek sonuçlar doğurabilmektedir.

#### 1.2.5. Türkiye’de Depolar

Ürünlerin, alıcılara gönderilmesi işlemlerinde farklı dağıtım stratejileri uygulanmaktadır. Bu stratejiler dağıtıma konu malın depoda gerçekleştirdiği işlem süresi açısından farklılaşmaktadır ve aşağıdaki şekildedir:

**Geleneksel dağıtım (*traditional distribution*):** Depolara teslim edilen ürünler bazı işlemleri gerçekleştirmek için (raflama, paketleme, sipariş toplama, birleştirme, küçük parçalar haline getirme gibi) geçici süreliğine depolarda bekletilmesidir.

**Doğrudan nakliyat (*direct shipment*):** Ürünlerin bekletilmeden son alıcıya sevk edilmesidir.

**Çapraz sevkiyat (*cross-docking*):** Doğrudan nakliyatta bekletilmeden gönderilen ürünlerin çapraz sevkiyat depolarında 24 saatten az bir süre muhafaza edilerek alıcıya sevk edilmesidir.<sup>32</sup>

##### 1.2.5.1. İstanbul’ da Depolar

Devlet Hava Meydanları İşletme Müdürlüğü (DHMI )verilerine göre 2015 yılında kargo taşımacılığında iç hatlarda %7 (ton), dış hatlarda %6 (ton) artış meydana gelmiştir. 2010 yılından 2015 yılına kadar olan süreçte gerçekleşen ton artışına bakıldığında bu oran iç hatlarda %57, dış hatlarda ise %50 artış ile gerçekleşmiştir. Bu durum hava taşımacılığının yükselen bir eğilim izlediğini göstermektedir.

İstanbul’da, Yeşilköy’de Atatürk Havalimanı ve Kurtköy’de Sabiha Gökçen Havalimanı olmak üzere iki havalimanı mevcuttur. Bu iki havalimanının Türkiye

---

<sup>32</sup> Hasan Özgür Yarmalı, Murat Baykara, Yasin Serhat Şen, **Lojistik Sektör Raporu 2013**, MÜSİAD, s. 79

kargo taşımacılığındaki payı DHMİ (2010) verilerine göre Atatürk Havalimanı %47'lik kargo taşıma payına, SGH'nın yurt içi ve yurtdışı toplam taşımacılıkta %7 kargo taşıma payına sahiptir. Bu oranlar, Atatürk Havalimanının, işlem yoğunluğunu açık bir şekilde göstermektedir.

Demiryolları taşımacılığı, tek seferde yüksek hacimli mal taşımaya olanak sağlamasından dolayı ulaştırma sektöründe maliyet azaltıcı etkisi vardır. Türkiye'de 2010-2015 arası ray hat uzunluğunda %6 artış, taşınan yük miktarında da %6 (ton) artış gerçekleşmiştir. Yapılan alt yapı çalışmaları, bu oranın artarak devam etmesinin hedeflendiğini göstermektedir. Yüksek hacimli yük taşımaya olanak sağlayan deniz taşımacılığının da limanlardan demiryollarına direk bağlantısı sağlanarak ulaştırma maliyetlerinin azaltılması hedeflenmektedir. İstanbul'da Haydarpaşa Limanı bu duruma güzel bir örnektir. Ayrıca son yıllarda Türkiye oluşturulmaya başlanan lojistik köylerinden bazıları demiryollarına yakın noktalarda konumlandırılmıştır. Halkalı bu duruma güzel bir örnektir.

Karayolu taşımacılığı, kapıdan kapıya teslim anlaşmalarında önemli bir yere sahiptir. Türkiyede 2010-2015 yılları arasında devlet yollarında taşınan yük miktarlarında %22, il yollarında %105 ve otoyollarda %32 ton artışı gerçekleşmiştir. İstanbul'dan geçen önemli karayollarından Avrupa Otoyolu ve D-100, lojistik faaliyetlerde stratejik yerlerdir.

Denizyolu taşımacılığı dünya ticaretinin büyük payına sahiptir. Dünya ticaretinin %90'ı denizyolu taşımacılığı ile gerçekleştirilmektedir. Türkiye'de 2010-2016 yılları arasında denizyolu taşımacılığında taşınan yük miktarlarında (TEU) %51 artış yaşanmıştır. Bu durum denizyolu taşımacılığını karaya bağlayan limanların ulaştırmadaki stratejik konumu göstermektedir. İstanbul'da, yer alan Ambarlı Limanı İstanbul ve Türkiye denizyolu taşımacılığında iyi bir paya sahiptir. Bu nedenle İstanbul'da yer alan lojistik firmaları için Ambarlı Liman Bölgesi önemli bir öneme sahiptir.

Gümrük noktaları, uluslararası ticarete faaliyet gösterebilmek için önemli geçit yerleridir. Lojistik sektöründe faaliyet gösteren firmaların yoğun olarak kullandığı

gümrük noktaları yüzde olarak; Halkalı (%29,5), Erenköy (%26,6) ve Ambarlı (%15,9) şeklinde sıralanmaktadır.<sup>33</sup>

Depo yerine karar vermede ulaşım ve gümrük noktalarına yakın olmak önemli faktörlerdir. İstanbul'da Avrupa yakasında Hadımköy, Beylikdüzü, Halkalı ve İkitelli ile Anadolu yakasında Samandıra, Ümraniye, Sarıgazi, Dudullu ve Tuzla bölgeleri D-100 ve Avrupa Otoyolu'na erişim kolaylığında dolayı bu bölgelerde depoların yoğunluk göstermektedir. Bu bölgelerden Hadımköy, Beylikdüzü, Tuzla bölgelerinin limanlara yakınlığında dolayı işletmelere denizyolu taşımalarında fayda sağlamaktadır. Halkalı ve Haydarpaşa, demiryollarına yakınlık açısından önemli konumda yer almaktadırlar. Lojistik sektöründe faaliyet gösteren işletmeler, depo yerine karar verirken ulaştırma ağlarını göz önüne alarak depo konumlandırması yapılmalıdır.

---

<sup>33</sup> Prof. Dr. Mehmet TANYAŞ, Abdülkadir Sıcakyüz, Hakan İnaç, Bilal Tan, MÜSİAD Araştırma Raporları: 95 İstanbul Lojistik Sektör Analizi Raporu, MÜSİAD, 2015.

## 2. KARAR VERME YÖNTEMLERİ VE KONUM BELİRLEMEDE AHP VE HEDEF PROGRAMLAMA YÖNTEMLERİNİN KULLANILMASI

Karar analizi, bir problemin çözülmesi veya alternatiflerin değerlendirilmesi ile ilgili süreçlerin çeşitli yaklaşımlar ile değerlendirilmesidir. Değerlendirmeler sonucunda en iyi sonucun elde edilmesi amaçlanmaktadır. Kullanılan verininin temsiliyet derecesi ne kadar iyi olursa optimum sonuca o derece yaklaşılr. Karar verme sürecini üç sınıfta incelemek mümkündür. Bunlar, belirlilik altında karar verme, risk altında karar verme ve belirsizlik altında karar vermedir.

Belirlilik altında karar vermede veri ile ilgili değerler açıktır. Belirsizlik altında karar vermede ise veriler bulanık olmasından dolayı net değildir, risk altında karar verme “yolun yarısı” durumundadır.

Belirsizlik oluşturabilecek durumların yok edildiğinde karar verme sürecinde, doğrusal programlama modellerinden yararlanılır. Alternatiflerin birlikte değerlendirilmesinde doğrusal fonksiyonlar kullanılarak doğrusal modeller oluşturulur. Modelde kullanılan karar alternatiflerinde düşünceler ve yorumlar gibi öznel ifadeler yer verilmesi durumunda bu ifadeleri sayısallaştırmak için Analitik Hiyerarşi Yaklaşımı'na (AHP) başvurulmaktadır.<sup>34</sup>

Konum belirlemek amacıyla yapılan çalışmalarda farklı yaklaşımlar uygulanmıştır. Bu yaklaşımlar, deterministik fayda modeli, rasgele fayda modeli ve gravite modelidir. Fayda modellerinde, aynı tür alternatifler birbirleriyle karşılaştırılmamakta, bu yöntem tüketici mekânsal seçenek modellerine dayanmaktadır. Koşullar, müşterilere kendi toplam çekiciliğini oluşturan bir veya daha fazla niteliklerde çeşitlilik göstermektedir.

---

<sup>34</sup> Hamdy A. Taha, Operational Research an Introduction, Prentice Hall Inc., 2000, s. 511

Yeni koşullar, önceden belirlenmiş olası noktalardan ziyade süregelen bir düzlemde tespit edilebilir.

Deterministik fayda modelinde, belirli bir talep noktasındaki tüm müşterilerin aynı fayda noktasını kullandıkları, bu fayda fonksiyonu tarafından önceliklendirmek için koşulu seçtikleri varsayılmaktadır. Bu da “ya hep ya hiç” özelliğini oluşturmaktadır. Belirli bir talep noktasındaki tüm müşteriler aynı imkânı seçmektedir.

Rastgele fayda modelinde, müşterilerin, beklenen faydayı maksimize eden olanağı seçtikleri varsayılmaktadır. Bununla birlikte, müşterilerin fayda bileşenlerine oranları rastgele belirlenmektedir. Bu varsayım, “ya hep ya hiç” teriminin eksikliklerini iyileştirmektedir. Çünkü belirli bir talep noktasındaki aynı imkânı aldıkları farzedilmemektedir. Belirli bir talep noktasındaki müşteriler, satın alma güçlerini birkaç olası seçenek arasında bölmektedir.

Gravite modeli, imkanları çekiciliğine ve onları kullanmaya olan uzaklığa dayalı olan bir “müşteri seçim kuralı”dır. Bu seçim kuralı, belirli bir talep noktasındaki müşterilerin satın alma güçlerini imkânlar arasında bölmeye ve “ya hep ya hiç” özelliğini göz ardı eden olasılıksal temellere dayanmaktadır.<sup>35</sup>

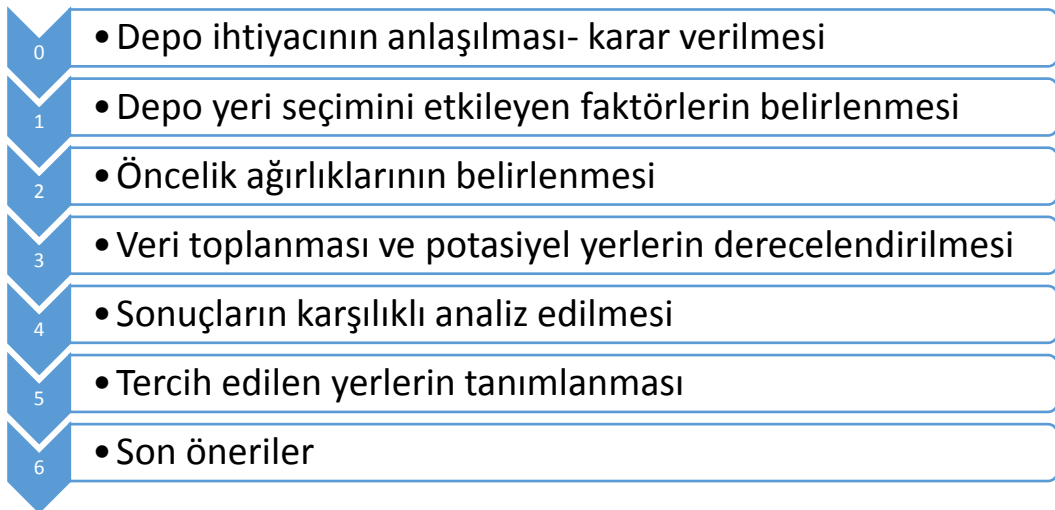
Konum seçimi modelinin uygulanmasının temel nedenleri maliyet ve bütçe imkanlarının göz önüne alınmasıdır. Yer seçimi için nihai gerekçeler ekonomik şartlar altında yapılır. Depo yeri belirleme ve yerleştirme seçim kararları, bir şirketin tüm ticari ve pazarlama stratejisini oluşturan en önemli unsurlardan biridir. Ayrıca depolama şirket hedefleri bazında uzun vadeli karlılık ve verimlilik ölçütleri açısından da belirleyici rol oynar. Mevcut karar verme sürecinin doğası, çok kriterli karar analiz tekniklerinden yararlanmayı gerektirmektedir. Çok kriterli yerleştirme seçimi, yerleşime etki eden faktörlerin tanımlanmasını, bu faktörlerin ölçülendirmesini, önem ağırlıkların kararlaştırılmasını, verimli bir tasarım modeli seçilmesini, bileşik faydanın hesaplanmasını ve elde edilen verilerin duyarlılık analizi performansını kapsar.

---

<sup>35</sup> Zvi Drezner, **Facility Location- A survey of Applications and Methods**, Springer Verlag NY Inc. 1995, ss. 298-299

Yerleştirme faktörleri, yer, ulaşım, pazarlama, araçlar, iklimler ve hizmet, iş gücü, topluluğun karakteristik özellikleri, devlet ve yasama organları, çevresel ve ekolojik etmenler ve finans olarak düşünülmektedir. Bu faktörler maddi veya manevi ölçütler olabileceği gibi öznel ve nesnel olarak da değerlendirilmektedirler. Göreceli faktörlerin önemi genel olarak iş çevresi, sektör tipi ve bu ölçütlerden çıkan kararlara bağlıdır. Mevcut kullanılan yöntem ve tekniklerin güçsüz yanlarının yaratacağı etkileri minimize etmek için belirtilen faktörlerin değerlerinin hassas noktalarını entegre bir sistemle derinlemesine analiz ederek geliştirmeye odaklı çözüm üretilmelidir. Bu faktörlerin etkisi değer yargıları ile ölçüldüğü için değişkenlik gösterebilir.

Geniş kapsamlı yerleştirme faktörlerinin ana listesini oluştururken hiyerarşik düzen kullanılmaktadır. Bu düzende faktörlerinin etkilerinin önerilen yöntemler ışığında değerlendirilmesi yapılarak verimliliğe ve amaca katkıları belirlenir. Etkilerin belirlenmesi, fayda fonksiyonlarının kullanılması veya tanımsal sınıf değerlendirmelerinin ortak fakat ölçütsüz bir skalada belirlenmesinin ardından faktör etkileri geliştirilmektedir. Sonuçların birleşimindeki analizlere ait prensipler, maddi ve manevi etkilerin ve önemli ticari hamlelerin karar aşama sürecine katılmasına ışık tutar. Bu yönetime başvurulduğu takdirde karar verme mekanizmasındaki kişi ve kişilere yerleştirme seçimleri konusunda fazladan bir katkı ve güven sağlanır. Bahsedilen süreçler Şekil 2.1 'de gösterilmiştir



**Şekil 2.1 : Depo Yerine Karar Vermede İzlenecek Adımlar**

## 2.1. Karar Verme Analizi ve Kavramlar

Karar analizleri, yönetsel ve stratejik karar vermede yararlı bir yöntemdir. Karar analizleri belirsiz ve/ veya birden fazla zıt nesnelerin analizinde sayısal araçlar sunmaktadır. Bu araçlar özellikle ilgili verilerin sınırlı olduğu durumlarda önemlidir. Böylece karar verme sürecinde uzman değerlendirmeleri önemli bir rol oynar.<sup>36</sup>

Karar verme, bir problem belirlendiğinde ortaya çıkar. Problem gerçek veya soyut olabilir. İş süreçlerini veya önerilen gelişmeleri veya beklenen pazar değişikliklerinden kaynaklanan daralmaları içerebilir, müşteri şikâyetlerinden veya çalışan önerilerinden oluşabilir, verimliliği arttırmak ve beklenmeyen bir kriz durumuna yanıt olarak bilinçli bir hareket olabilir. Değerlendirme sürecinde tüm olasılıkları geniş bir ölçüde değerlendirmek mümkün olmayabilir. Nedeni ise nesnel analize tabi olan olaylar insan faaliyetinin dahil olduğu her alanda ortaya çıkabilir.

AHP, her bir alan gereksinimi için ağırlıkların göreceli önemini ölçmek için kullanılır. Daha sonra, her bir saha ölçütü için önem derecesi, depo alanı seçimi modelinin oluşturulması için hedef programlama yöntemi kullanılarak hesaplanır. AHP, her seçim kriterini kullanarak her alternatif yer için değerlendirme puanı belirlemek için kullanılır.

AHP yöntemi, karmaşık problemleri çözmek için güçlü bir araçtır ve karar vericiye alternatifleri seçmesine yardımcı olur. Bu yöntem, 1976 yılında Saaty tarafından geliştirilen sistematik bir karar yaklaşımıdır. Teknik, işlev için öncelik ağırlıklarının hesaplanmasını, değerlendirme faktörlerinin tanımlanmasını ve seçim işleminin diğer önemli özelliklerini ve çeşitli nitelik derecelendirme oranlarının küresel önceliklerinin hesaplanmasını içerir.<sup>37</sup>

<sup>36</sup> Kneale T. Marshall, Robert M. Oliver, **Decision Making and Forecasting with Emphasis on Model Building and Policy Analysis**, McGraw- Hill Inc, 1995, ss: 4-5.

<sup>37</sup> Chang-Shu Tu, Ching-Ter Chang, Kee-Kuo Chen, Hua-An Lu, Applying an AHP - QFD Conceptual Model and Zero-One Goal Programming to Requirement-Based Site Selection for an Airport Cargo Logistics Center, International Journal of Information and Management Sciences 21, 2010, s. 416-417.

### 2.1.1. Karar Analizi Metotları

Organizasyonel amaçlar yönetim felsefesine, karakteristiğine ve çevre özelliklerine göre değişebilmektedir. Kar maksimizasyonu, en çok kabul görmüş yönetim amaçlarından biridir. Bununla birlikte, şimdiki dinamik iş çevrelerinde, yönetim amaçlarını sadece kar maksimizasyonu oluşturmamaktadır. Aslında, firmalar bazı alanlara kar maksimizasyonundan daha öncelikli yaklaşmaktadırlar. Sosyal sorumluluk projeleri, halkla ilişkiler, işçi-işveren ilişkileri gibi alanlara bazı firmalar tarafından daha öncelik verildiği görülmüştür.

Bu nedenle, yönetimlerin, günümüz iş hedeflerine ulaşmak için birden fazla amaçları vardır. Bu durum, karar kriterlerinin birden fazla boyutu olduğunu ve kararların birden fazla amaç içerdiğini göstermektedir. Hedef programlama, karar vericilere bu kompleks süreçlerin analizlerinde büyük katkı sağlamaktadır.

Doğrusal programlama tekniği, kapsamlı olarak çeşitli karar problemlerinde uygulanmıştır. Ama en önemli kısıtlarından biri problemin tek amacının olmasıdır. Bu nedenle, en önemli eksikliklerinden biri amaç fonksiyonunun tek boyutlu olarak oluşturulması ve sadece bir amacın maksimizasyonun ya da minimizasyonuna yönelik olmasıdır. Ancak işletmelerde karşılaşılan gerçek durumlarda, birden fazla amaç ve yan amaçlar göz önüne alınması gerekir. Farklı amaçlar, saat, ton, para birimi gibi farklı ölçü birimleri ile ifade edilmektedir. Bu nedenle çözüm problemine bu farklı amaçların bir hiyerarşik düzende eklenmesi gerekmektedir. Böylece yüksek önemlilik düzeyindeki amaçların sağlandığı durumlardan sonra daha az önemli amaçlara geçilebilir. Eğer yönetim, organizasyona katkılarına veya önemlerine göre amaçları sıralarsa ve tüm amaç kısıtları doğrusal ilişki içinde ise problem hedef programlama ile çözülebilir.<sup>38</sup>

Karar verme yöntemleri, hesaplanma şekillerine göre birbirinden ayrılmaktadır. AHP'deki temel süreç, hiyerarşi oluşturmak ve tüm hiyerarşik düzeyde ikili karşılaştırma yapmaktır. TOPSIS yönteminde, alternatiflerin pozitif ideal ile negatif ideale olan uzaklıklarının hesaplanması temel süreci oluşturur. ELECTRE I ve

<sup>38</sup> A.M.Natarajan, P.Balasubramani, Operations Research, A.Tamilarasi, Dorling Kindersley Pvt. Ltd., 2009, s. 132.

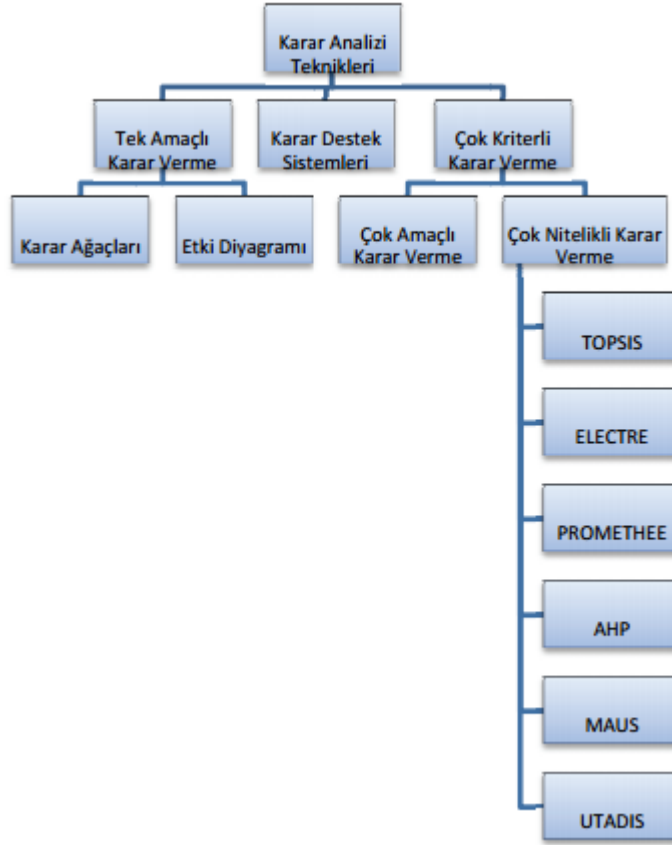
ELECTRE II de ikili alternatifler ve her bir kriterin uyum ve uyumsuzluk matrislerinin hesaplanması ile diğer metodlardan ayrılırken, ELECTRE III metodu ise, bulanık mantık prensibinden yola çıkarak uyum ve uyumsuzluk endekslerini hesaplarken farksızlık eşiklerini ve önemliliklerini kullanması yönünden diğer yöntemlerden ayrılır.

Çok kriterli karar verme yöntemlerinde, alternatiflerin dereceleri ve önceliklerinin belirlenmesinde, kriterlerin görece önem derecelerini ve önceliklerini belirleme gerekliliği ortaya çıkmaktadır. AHP, TOPSİS, ELECTRE I, ELECTRE II ve ELECTRE III metotlarında karar probleminin çözümünde kriterlerin görece önemlerinin ölçülmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde, bir kısım araştırmacı belirli bir format önerirken, diğerleri ise kriter sayısına bağlı olarak karar vericinin önemliliğe göre yaptığı çözümü önermektedir. Bununla birlikte, ikili karşılaştırma matrisi kullanılırken, 1-9 ölçüsünün kullanılması ve bu prensipten dolayı oluşan kısıt, sürecin önemli zayıflıklarından biridir. TOPSIS ve ELECTRE metotları ağırlıkların belirlenmesinde herhangi bir kısıt ileri sürmemektedir. Bu yöntemlerin kullanıldığı bazı problemlerde kriter ağırlıkları hesaplama olmadan verilmektedir. Diğer taraftan, bu yöntemlerde ağırlıklara karar vermede, doğrusal ve vektör normalleştirmelerinin kullanılması oldukça yaygındır.

Karar verme probleminde karar vericinin yargılarının tutarlılığının kontrolü ve ölçülmesi önemli bir gerekliliktir. AHP yönteminde, ikili karşılaştırma matrisi oluşturulurken karar vericinin tutarlılığı, tutarlılık indeksi ile ölçülmektedir. Tutarlılık kısıtı, AHP metodunun en önemli avantajlarından biridir. Tutarlılık TOPSİS, ELECTRE I, ELECTRE II ve ELECTRE III metotlarına kontrol edilmemektedir.<sup>39</sup>

---

<sup>39</sup> Tuncay Özkan, Numan Çelebi, Şakir Esnaf, Comparative Analysis of Multi- Criteria Decision Making Methodologies and Implementation of a Warehouse Location Problem, Elsevier Ltd., 2011, s. 9774-9776.



**Şekil 2.2 : Karar Verme Yöntemleri**

Kaynak: A.M.Natarajan, P.Balasubramani, Operations Research, A.Tamilarasi, Dorling Kindersley Pvt. Ltd., 2009, s. 132.

## 2.2. Karar Verme Süreci ve AHP

Konum belirleme kararları önemli sermaye yatırımı gerektirir ve malların üretimi ve dağıtımında uzun vadeli kısıtlamalara neden olur. Bu sorunlar karmaşıktır, somut ve soyut faktörlere bağlıdır. Karmaşıklık, yer seçimlerini etkileyen çok sayıda nicel ve nitel faktörden ve bu faktörler arasında dengeleme yapmanın zorluğundan kaynaklanmaktadır. Böyle karmaşık bir sorunun çözümünde, Saaty tarafından başlatılan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) 'nin uygulandığı görülmektedir..<sup>40</sup>

AHP, Saaty (1976) tarafından geliştirilmiş çoklu karar verme yöntemidir. Yöntem çok çeşitli alanlarda kullanılarak fayda elde edilmiştir. Nitel ve nicel öğeleri birlikte değerlendirebildiği için, nitel öğelerin gerçek yaşamda ölçülebilirliği gözler

<sup>40</sup> Masood A. Badri, Combining the analytic hierarchy process and goal programming for global facility location-allocation problem, International Journal of Production Economics, 1999, s. 237.

önüne serilmiştir. Oluşturulan modellerin daha sonra değiştirilmeye uygun olması karar vericilerin son kararı vermeden süreci tekrar değerlendirmelerine olanak sağlamaktadır.

AHP'nin genel özelliği tam sayılı programlama, bulanık mantıklama gibi farklı yöntemlere entegre olabilmesidir. Bu da kullanıcıya kullanılan tüm yöntemlerden elde edilen faydalar ile belirlenen amaca en iyi şekilde ulaşılmasını sağlar.

AHP yönteminde, kriterler arasında ikili karşılaştırma yapılır. Bu ikili karşılaştırmalar, özdeğer (eigen değer) modeli yaklaşımıdır. Bu yaklaşım nicel değerlerin yanında nitel değerlerin de ölçümlendirilmesinde sayısal ölçeklerin kullanıldığı bir yöntem sunar. AHP yönteminde kullanılan ölçek aralığı 1 den 9'a kadar derecelendirilmiş olup, kriterin karşılaştırıldığı diğer kriterle karşı önemliliğini temsil eder.

AHP yönteminde yer alan bazı temel adımlar:

- 1) Problemin belirlenmesi.
- 2) Problemin amacının belirlenmesi ve çıktıların düşünülmesi.
- 3) Durumu etkileyen kriterlerin tanımlanması.
- 4) Amaç, kriterler, alt kriterler ve bunların karşılıklı öncelikleri göz önüne alınarak probleme farklı düzeylerde hiyerarşik bir yapının oluşturulması.
- 5) Her unsurun belirlenen seviyelerde karşılaştırılması ve sayısal ölçekte toplanılması. Bu da  $n$  sayıda elemanın olduğu düşünülürse  $n.(n-1)$  karşılaştırmayı içerir. Asal köşegen üzerindeki elemanlar 1, diğer elemanlar ise bir önceki karşılaştırmaların çarpımına göre tersidir.
- 6) Öz değerin, uyumsuzluk indeksinin (CI), uyumsuzluk oranının (CR), her bir değerin standartlaştırılmış değerinin hesaplanması.
- 7) Tutarlılığın elde edilmesi durumunda, karar standartlaştırılmış değerler üzerinden verilir; eğer tutarlılık elde edilmemiş ise tüm adımlar tekrarlanır ve karşılaştırma matrisi yeniden oluşturulur.<sup>41</sup>

---

<sup>41</sup> Sushil Kumar, Analytic hierarchy process: An overview of applications, Omkarprasad S. Vaidya

### 2.2.1. Seçimde Kullanılan Kriterler

Araştırmacılar, tesis yeri kararı için sayısız kriter önermişlerdir. Bu karar faktörleri, ulaşım imkanlarının bulunması, ulaşımın maliyeti, işgücü bulunabilirliği, yaşama maliyeti, hammaddeye erişilebilirlik ve yakınlık, pazara yakınlık, pazar büyüklüğü, uygun rekabetçi konuma ulaşılması, diğer endüstrilere yakınlık, kamu hizmetlerinin maliyeti ve kullanılabilirliği, hükümet tutumları, vergi yapısı, toplulukla ilgili faktörler, çevresel faktörler, risk değerlendirmesi ve varlık getirisi (ROA)dir. Nitel faktörler çok önemlidir ancak ölçülmesi zordur ve genellikle, nicelendirilmekten ziyade sonuçların analizinde yönetimin sorumluluğunun bir parçası olarak değerlendirilir ve tesis yeri kararının model formülasyonuna dahil edilir.<sup>42</sup>

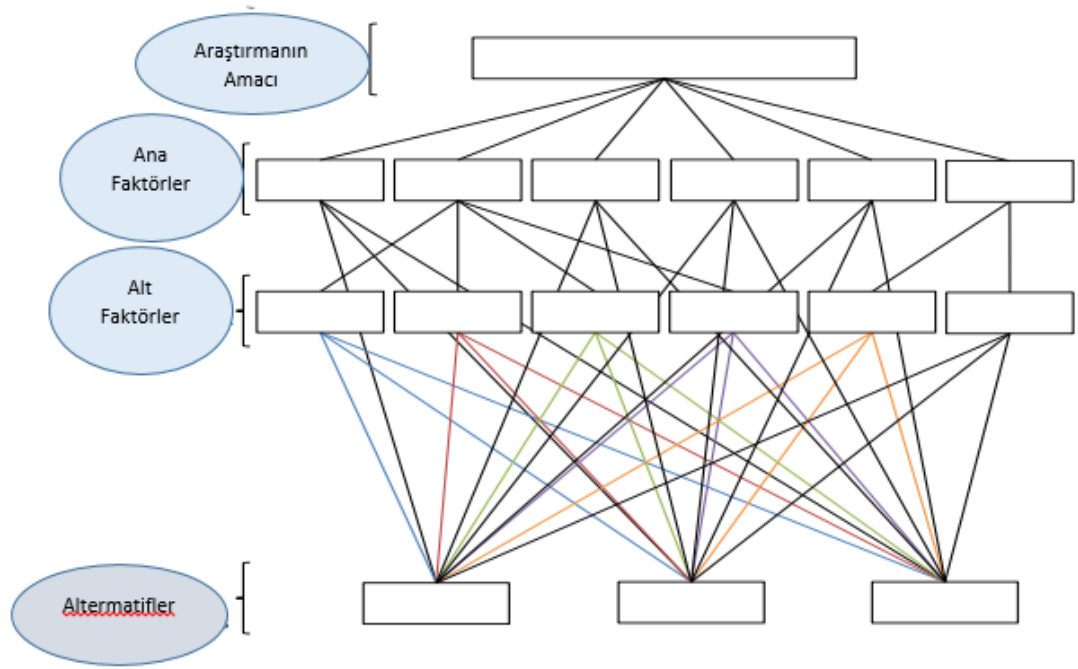
AHP uygulamaları, genel olarak 4 adımdan oluşmaktadır. İlk olarak alternatifler, ana ve alt kriterler belirlenir. Bir sonraki adım, bir önceki kriter göz önüne alınarak hiyerarşi sırası oluşturmaktır. Karar vericinin ikili karşılaştırmalar ile kararlarını oluşturma da üçüncü adımı oluşturmaktadır. İkili karşılaştırmalar ile elde edilen verilerin analizi ile alternatif ve kriterlerin önemlilik derecelerine karar verilir. Bu nedenle karşılaştırmalar belirlenen kriter ve alternatifler arasında uygulanmalıdır. Bu süreçte, 1’den 9’a kadar olan değerleri içeren Saaty’nin bağıl önemlilik ölçüsü kullanılır.

### 2.2.2. Hiyerarşik Model

AHP yönteminde problem, yönetilebilir birkaç ögeden oluşan seviyelere ayrılmıştır. Her öge aynı zamanda daha düşük karar seviyelerinde hiyerarşik olarak ayrıştırılmıştır. Hedef, hiyerarşik yapının tepesine yerleştirilir. Hiyerarşi yapısının alt seviyesi, ilgili düzeyin daha ayrıntılı öğelerinden oluşur. Tipik olarak, alternatifler hiyerarşinin en alt seviyesinde bulunur. Şekil 2.3’de karar vermede hiyerarşik ayrıştırmanın bir örneği gösterilmiştir.

---

<sup>42</sup> Jesuk Ko, “Solving A Distribution Facility Location Problem Using An Analytic Hierarchy Process Approach”, ISAHP 2005, Honolulu, Hawaii, 2005, s. 15.



**Şekil 2.3 : AHP Modeli**

Kaynak: Thomas L. Saaty, Kirti Peniwati, **Group Decision Making: Drawing Out and Reconciling Differences**, RWS Publications, 2008, s. 321.

Amacı en iyi yansıtan hiyerarşik yapının oluşturulması için;

- problemin çözümünü kapsayan amacın belirlenmesi,
- kriterlerin oluşturulması,
- hiyerarşinin kaç seviyeden oluşacağını ve her seviyenin alt kriterlerinin belirlenmesi,
- alternatiflerin belirlenmesi gerekmektedir.

Bunlar göz önüne alınarak hiyerarşik yapının 4 seviyeden oluştuğu söylenebilir.

- Hedef.
- Ana kriterler ve alt kriterler.
- Alternatiflerdir.

Hiyerarşik yapıda yer alan her kriterin etkisi, ilgili seviyede yer alan kriterlerin ikili karşılaştırması yolu ile elde edilir. İkili karşılaştırmalardan sonra göreceli önemler vektörü hesaplanır. Göreceli önemler vektörü ile alternatiflerin hedefi ne kadar karşıladığı belirlenir. Alternatiflerin, hedefe göre göreceli önem vektörü

hesaplandıktan sonra en yüksek göreceli öneme sahip olan alternatif AHP yönteminin sunduğu en uygun sonuçtur.<sup>43</sup>

### 2.2.3. AHP’ de Ölçek ve Kullanımı

AHP modeli oluşturulduktan sonra konu hakkında bilgi sahibi, doğrudan ilişkili kişiler ile görüşülerek onların görüşleri alınır. Belirlenen kişilerin konularında uzman, en azında orta derecede bilgili olmaları gerekmektedir. Böylece elde edilen sonuçların tutarlı olması sağlanabilir. AHP modelindeki ikili karşılaştırmalar bu kişilere uygulanarak, modeldeki yargıların sayısal değerlere dönüştürülmesi amaçlanmaktadır. Böylece her bir kriter temelinde ikili karşılaştırma karar matrisleri oluşturulur. Tablo 2.1’ de Saaty ve arkadaşlarının skala değer olarak geliştirdikleri ve çalışmalarında kullandıkları 1-9 ölçeği açıklanmıştır.<sup>44</sup>

**Tablo 2.1:** Puanlandırma Ölçeği

| DERECELER | TANIMLAR                                           |
|-----------|----------------------------------------------------|
| 9         | Satır mutlak üstündür.                             |
| 8         | Satır mutlak üstünlüğü kuvvetli yakındır.          |
| 7         | Satır çok kuvvetli bir öneme sahiptir.             |
| 6         | Satır çok kuvvetli olmaya çok yakındır.            |
| 5         | Satır çok önemlidir                                |
| 4         | Satır kısmen çok önemlidir.                        |
| 3         | Satır kısmen daha önemlidir.                       |
| 2         | Satır kısmen daha önemliye eşit derecede yakındır. |
| 1         | Satır ve sütun eşit derecede önemlidir.            |
| 1/2       | Sütun kısmen daha önemliye eşit derecede yakındır  |
| 1/3       | Sütun kısmen daha önemlidir.                       |
| 1/4       | Sütun kısmen çok önemlidir.                        |
| 1/5       | Sütun çok önemlidir                                |
| 1/6       | Sütun çok kuvvetli olmaya çok yakındır.            |
| 1/7       | Sütun çok kuvvetli bir öneme sahiptir.             |
| 1/8       | Sütun mutlak üstünlüğü kuvvetli yakındır.          |
| 1/9       | Sütun mutlak üstündür.                             |

Kaynak: Thomas L. Saaty, “The analytic hierarchy process—what it is and how it is used”, Mathematical Modelling, Vol. 9, 1987, s. 163.

<sup>43</sup> Mongkut Piantanakulchai, Nattapon Saengkhaio, Evaluation Of Alternatives In Transportation Planning Using Multi-Stakeholders Multi-Objectives Ahp Modeling, Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.4, 2003, s. 1613-1615.

<sup>44</sup> Metin Dağdeviren, Tamer Eren, “**Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması**”, Gazi Üni. Müh. Mim. Fak. Der., Vol 16(2), 2001, s. 43.

Önem derecesinde gösterilmeyen 2, 4, 6, 8 gibi değerler ara değerlerdir. Karar verici ikili karşılaştırma esnasında 4 ve 6 arasında kararsız kalırsa 5 değerini kullanabilir. İkili karşılaştırma AHP'nin en önemli aşamasıdır. <sup>45</sup>Sonuçta tutarsızlık elde edilirse, tekrardan ikili karşılaştırma matrisinin uygulanması gerekmektedir.

#### 2.2.4. İkili Karşılaştırmaların Yapılması

AHP'nin püf noktası, karar alternatiflerinin derecelendiği göreceli ağırlıkların belirlenmesidir. Verilmiş olan bir hiyerarşide  $n$  adet kriterler olduğu düşünülürse; prosedür, karar vericinin farklı kriterlerin göreceli önemini yorumlamasını yansıtan ve  $A$  ile tanımlanan  $n \times n$  ikili karşılaştırma matrisini oluşturur.

Nesnel, niceliksel verilere veya öznel, nitel yargılara dayalı olabilen karşılaştırmalarda sözlü veya karşılık gelen bir 9 sayılık sayısal ölçek kullanılabilir. Bir grup ortamında, öncelik ayar sürecinde her birinin görüş ve kararlarını dahil etmenin birkaç yolu vardır. Grubun tüm üyelerinin aynı hedefleri olduğu ortak hedefler açısından, öncelikleri belirlemek için kullanılabilecek dört yol vardır: fikir birliği, oy veya uzlaşma, bireylerin kararlarının geometrik ortalaması ve ayrı modeller veya oyuncular. Birincil yöntem, yoğun tartışma ve tartışmaya dayalı bir fikir birliğine varmaktır. Bununla birlikte, fikir birliği sağlanamıyorsa, kararların grup üyelerinin geometrik ortalaması kullanılabilir. <sup>46</sup>

İkili karşılaştırma matrisi,  $i$ . satırdaki elemanların ( $i = 1, 2, 3, \dots, n$ )  $n$ . sütunda yer alan kriterlere göre değerlendirilip derecelendirilmesi ile elde edilir.  $a_{ij}$ ,  $A$ 'nın ( $i, j$ ) elemanı olduğu düşünülürse, AHP yönteminde kullanılan 1 ile 9 arasında derecelendirme ölçeği ile,  $a_{ij} = 1$  ise,  $i$  ve  $j$ 'nin eşit önemde olduğunu,  $a_{ij} = 5$  ise,  $i$ 'nin  $j$ 'den çok önemli olduğunu,  $a_{ij} = 9$  ise  $i$ 'nin  $j$ 'den kesinlikle çok önemli olduğunu gösterir. 1 ile 9 arasında yer alan diğer değerler ara değerler olarak nitelendirilir. Tutarlılığın sağlanabilmesi için için  $a_{ij} = k$ ,  $a_{ji} = 1/k$  yi gösterir. Ayrıca  $A$ 'nin tüm

<sup>45</sup> Dağdeviren ve Eren, a.g.e., s. 43

<sup>46</sup> Jukka Korpela, Antti Lehmusvaara, "A Customer Oriented Approach To Warehouse Network Evaluation", Int. J. Production Economics, 1999, s. 139-140.  
And Design,

diyagonal  $a_{ii}$  elemanlarına, kendileri ile değerlendirilmelerinden dolayı 1 derecesi atanmalıdır.<sup>47</sup>

AHP yönteminde elemanların derecelendirilmesi yapıldıktan sonraki aşama normalleştirilmiş matrislerin elde edilmesidir. Normalleştirilmiş matris, ikili karşılaştırma sonucu elde edilen matrisin herbir sütun değerinin ayrı ayrı ilgili sütun toplamına bölünmesi ile elde edilir. Normalleştirilmiş matris elde edildikten sonra her bir satırın ortalaması alınır ve bulunan değerler her bir kriter için yüzde önem ağırlıklarını gösterir.<sup>48</sup>

### 2.2.5. Göreli Önem Vektörünün Hesaplanması

Her bir matriste yer alan elemanların birbirleri ile değerlendirilmesinden sonra derecelendirmelerin tutarlılık oranı hesaplanır. Tutarlılık oranı ikili karşılaştırmalar oluşturulurken hataların en aza indirmeye yarar. Tutarlılık oranı 0,1 ve aşağısı olduğunda tutarlılık sağlanmış demektir; ama bazı araştırmalarda 0,2' ye kadar olan oranlar da kabul görmüştür. Tutarlılık tüm matrislerde sağlanmış ise, sürece devam edilir. Tutarlılık sağlanamamış ise tutarlılık oranı belirtilen değerin altında elde edilene kadar ikili karşılaştırmalar tekrarlanır. Görece önem düzeyi yöntemin son adımını oluşturmaktadır. Araştırma sonucunun analizi ve en iyi alternatifin belirlenmesi ile süreçler tamamlanmış olmaktadır.

### 2.2.6. Tutarlılığın Kontrol Edilmesi

Tutarlılık, ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulurken değerlerin ne kadar doğru yapıldığını göstermektedir.

tüm  $i, j$  ve  $k$ 'ler için  $a_{ij}$ ,

$$a_{jk} = a_{ik} \text{ ise,}$$

A karşılaştırma matrisinin tutarlı olduğu söylenebilir.

Karşılaştırma matrislerinin hepsinde tutarlılığın sağlanması zordur. Derecelendirmelerde karar vericinin yargısından yararlanıldığı için bir dereceye kadar

---

<sup>47</sup> Hamdy A. Taha, a.g.e. ,s. 514

<sup>48</sup> Dağdeviren ve Eren, a.g.e., s. 44

olan tutarsızlıklar göz ardı edilebilir. “mantıksız” diye değeri lenmeyecek şekilde tolere edilebilmesi sağlanmalıdır. Bir tutarsızlık durumunda sonucun “mantıksız” olarak değeri len dirilmeyip, bunun “açıklanabilir” düzeyde olup olmadığını anlamak için, **A** karşılaştırma matrisi normalleştirilmiş süreçlerden geçer. Tutarsızlığın oluştuğu durumda,  $w_1$  görece ağırlığı, normalleştirilen **N** matrisinin i. satırının n elemanının ortalamaları ile yaklaşık olarak belirlenir.

$$N = \begin{bmatrix} w_1 & w_1 & \dots & w_1 \\ w_2 & w_2 & \dots & w_2 \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ w_n & w_n & \dots & w_n \end{bmatrix}$$

**N** matrisinin i. sütun elemanlarının  $w_1$ ’ ye bölünmesi ile eşlenik **A** matrisi elde edilir. Bu işlem ile,

$$A = \begin{bmatrix} 1 & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & 1 & \dots & \frac{w_2}{w_n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

aşağıdaki matrisi elde edilir;

$$A = \begin{bmatrix} 1 & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & 1 & \dots & \frac{w_2}{w_n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} nw_1 \\ nw_2 \\ \vdots \\ nw_n \end{bmatrix} = n \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix}$$

Yani, **A** matrisinin tutarlı olması için, aşağıdaki şartın sağlanması gerekir.

$$Aw = nw$$

Buradaki  $w$  ,  $w_i$ ,  $i=1, 2, 3, \dots, n$  göreceli ağırlıklarının sütun vektörünü temsil eder.

**A** matrisinin tutarlı olmadığı durumlarda,  $w_i$  görece ağırlığı, normalleştirilen **N** matrisinin i. satırının n elemanlarının ortalamaları ile yaklaşık olarak elde edilir.

Böylece;

$$n_{max} \geq n \text{ iken } A \bar{w} = n_{max} \bar{w}$$

durumu ortaya çıkar. Bunun sonucunda  $n_{max}$ ,  $n$ 'ye daha yakındır, daha tutarlısı  $A$  karşılaştırma matrisidir. Böylelikle AHP tutarlılık oranı;

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

olarak elde edilir. Burada;

CI = A' nın tutarlılık indeksi

$$= \frac{n_{maks} - n}{n - 1}$$

RI = A'nın rastgele tutarlılık indeksi

$$= \frac{1,98 \times (n - 2)}{N}$$

olup, rastgele tutarlılık indeksi RI, rastgele olarak oluşturulan  $A$  karşılaştırma matrislerinin, CI ortalamasından ampirik olarak belirlenir.

CR oranı ile tutarlılığı test etmek için; eğer  $CR \leq 1$  ise tutarsızlık düzeyi tolere edilebilir. Eğer  $CR \geq 1$  ise  $A$ 'daki tutarsızlık yüksektir ve karar vericinin daha tutarlı bir matris oluşturmak için  $A$ 'nın  $a_{ij}$  ikili karşılaştırma elemanlarını kontrol etmesi önerilir.<sup>49</sup>

$A\bar{w} = n_{maks}\bar{w}$  ile  $n_{max}$  'ın değeri belirlenir ve i. denklemin

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} \bar{w} = n_{maks} \bar{w}_i, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

olduğu görülür.

---

<sup>49</sup> Hamdy A. Taha, a.g.e. ,s. 515-517

Verilen  $\sum_{i=1}^n \bar{w}_i = 1$  için

$$\sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^n a_{ij} \bar{w}_j \right) = n_{maks} \sum_{i=1}^n \bar{w}_i = n_{maks}$$

elde edilir. Bu demektir ki  $n_{maks}$  değeri  $A\bar{w}$  sütun vektörünün hesaplanması ve sonrasında elemanlarının toplanması ile bulunur.

AHP'nin son adımını öncelik değerlerin bulunması oluşturmaktadır. Öncelik değerleri, önem ağırlıklarının alternative önem ağırlıkları ile çarpılması sonucunda elde edilir ve bu değerlerin toplamı bire eşittir. En yüksek değere sahip olan alternatif, karar problemi için en iyi alternatif olduğu söylenebilir.<sup>50</sup>

#### 2.2.8. AHP'nin Uygulama Alanları

AHP yöntemi, çok kriterli karar verme tekniği olmasından dolayı çok farklı alanlarda uygulama alanı vardır. Pazarlamadan, kamu politikalarına, finanstan müşteri hizmetlerine, kalite yönetiminden sağlığa kadar çok sayıda endüstride kabul görmüş ve fayda sağlamıştır.

Depo yeri belirleme kararlarında, AHP destekli nitel analizde, alternatifler müşteri hizmetleri yaklaşımı gibi somut olmayan kriterlere göre karşılaştırılır ve maliyet analizinde her bir alternatifin toplam maliyetler üzerindeki etkisi değerlendirilir. Karar sürecinin son aşamasında, her bir alternatif için fayda- maliyet oranlarını hesaplamak için nitel ve maliyet analizlerinin sonuçları birleştirilir. Kullanılacak depo alanının seçimi bu nedenle her bir alternatifin genel hizmet- maliyet etkinliğine dayanır ve bu da mevcut maliyet odaklı yöntemlere kıyasla önemli bir gelişmedir.<sup>51</sup>

---

<sup>50</sup> Dağdeviren ve Eren, a.g.e., s. 44

<sup>51</sup> Jukka ve Tuominen, a.g.e., s. 174

### 2.2.9. AHP'nin Katkı ve Kısıtları

AHP, karar vericinin basit bir hiyerarşi biçiminde karmaşık bir problemi yapılandırmasını ve çok sayıda nicel ve nitel faktörü sistematik bir şekilde çoklu kriterleri göz önünde bulundurarak değerlendirmesini sağlar.

Bazı çalışmalar, AHP'yi konum kararları almak için bağımsız bir yöntem olarak kullandı. Bazı araştırmacılar ise, AHP'yi konum dışındaki disiplinlerde matematiksel programlama ile birlikte kullandı. AHP, yer seçimi için ideal bir sıralama işlemi sağlarken, karar ortamında var olan kısıtlamaları dikkate almaz. Aynı zamanda yer belirleme kararlarını almak için amaç da karmaşıksa sorun daha da karmaşık olabilir. Uluslararası bir ortamda faktörler (sabit maliyet, ulaşım maliyetleri, yaşam kalitesi faktörleri, hava kalitesi kısıtlama faktörleri vb.) gerçek dünya kısıtlarıdır ve derecelendirme yönteminin özelliklerinden bağımsız olarak hangi alternatifin seçildiğine bağlı olarak değişmektedir.

Niteliksel faktörler çok önemlidir, ancak çoğunlukla işlevsizdir ve nicelik bakımından sonuçların analizinde yönetimin sorumluluğunun bir parçası olarak değerlendirilir ve yer sorununun model formülasyonuna dahil edilmiştir. Niteliksel faktörler, siyasi durum, rekabet ve hayatta kalma, hükümet düzenlemeleri ve ülkenin ekonomik faktörleridir. Son konum belirleme yöntemlerinde karar sürecinde bütçe ve kaynak kısıtlamalarının da düşünülmesi gerektiği öne sürülmüştür. Badri, birden fazla çatışan faktörünün bulunduğu bir uluslararası düzen içinde konum belirleme kararlarını vermek için bir hedef programlama (HP) modeli geliştirdi. Uluslararası faktörler açısından, alternatif yerlerin sıralamasını hedef olarak nitelendiren bir denklem kullandı.

AHP, bir kararla ilgili veriyi veya bilgiyi sistematik bir şekilde değerlendirmek için kullanılan bir tekniktir. Birden fazla ölçüt içeren karmaşık sorunları çözmek için geliştirilmiş ve tasarlanmıştır. Çok çeşitli durumlarda uygulanabilen oldukça esnek bir karar verme yöntemidir. Genellikle, rekabet halindeki veya çakışan nitelikteki çoklu karar kriterlerine dayanarak, çeşitli aday karar seçeneklerinden bir veya daha fazla karar alternatifi seçmeyi gerektiren bir karar ortamında kullanılır.

Yer seçimi için özellikle önemli olan karar kriterleri, karar vericinin, yetkili makamların, yöneticilerin veya danışman firmanın gözünde karar için farklı bir algı derecesinde tercih (yeterlilik) veya önem düzeyini gösterebilir. Çalışmalar, karar kriterlerinin uzman veya deneyim bazlı değerlendirilmesinde AHP'nin tutarlılığın sağlanmasında yardımcı olduğunu göstermiştir.<sup>52</sup>

#### 2.2.10. AHP Yöntemi ve Uygulama Adımları

AHP'nin kullanılmasını kolaylaştırmak için problem, karar sürecinin genel hedefini, kullanılacak her bir karar kriterini ve konum için aday olarak değerlendirilecek karar alternatiflerini gösteren çok seviyeli bir hiyerarşiye ayrılabilir. Hiyerarşinin her alt seviyesi için göreceli bir önem matrisi formüle edilmelidir. AHP yaklaşımı aynı anda sadece iki alternatif karşılaştırır. Bu ikili karşılaştırmalar, karar vericinin diğerine karşı karar alternatiflerinden birinin tercih seviyesini (veya alternatif olarak algılanmış önemi) ayırmayı ve ifade etmeyi kolaylaştırır. Bu, özellikle konum seçimi probleminde önemlidir.

Her bir yer seçiminin kararı bir anda belirli bir karar kriterine göre birbirinin karar alternatifi ile karşılaştırılır. Bu çiftler arası karşılaştırmalar, dört karesel matris değerleriyle sonuçlanır.<sup>53</sup>

Kısaca, karar vericiler AHP methodunu uygularken aşağıda belirtilen 4 adımı takip etmeli:

- 1) Hiyerarşik sırayla problem biçimlendirilir.
- 2) Karşılaştırmalar yapılmalı ve yargı matrisi oluşturulur.
- 3) Kısmi ağırlıklar ve karşılaştırmaların tutarlılığı hesaplanır.
- 4) Alternatiflerin son ağırlıklarını elde etmek için çeşitli seviyelere karşı toplam ağırlıkların kümelenir.<sup>54</sup>

AHP yöntemi kullanılarak, depo konumu belirlemek için bir karar destek sistemi oluşturulur.

<sup>52</sup> Masood A. Badri, a.g.e., s. 237- 241.

<sup>53</sup> Masood A. Badri, a.g.e., s. 241.

<sup>54</sup> Syamsuddin, A.g.e, s:53

Depo alanı seçimi süreci, dört ana safhaya bölünmüştür. Birinci aşamanın amacı, sorunu tanımlamak ve karar verme sürecinin hedeflerini belirlemektir. İkinci aşamada potansiyel depo alanları tanımlanmakta ve alternatiflerin değerlendirilmesi için gerekli bilgiler toplanmaktadır. Sürecin üçüncü aşamasında, alternatif depo yerleri analiz edilip sıralanmaktadır.<sup>55</sup>

### 2.3. Karar Verme Süreci ve Hedef Programlama

Bu bölümde yer belirlemeye yönelik hedef programlamanın önemi ve nasıl kullanıldığı açıklanacaktır. Böyle durumlarda bir problemin açığa çıkması için depo ihtiyacının oluşması, kriterlerin belirlenmesi ve alternatif konumların seçilmesi gerekmektedir. Karar vericilerin ilk odağını maliyet kriterleri oluşturmaktadır. Bunun içinde sabit giderler ve değişken giderler ilk belirlenmesi gereken unsurlardandır. Sabit giderler, deponun bir yerde açılması durumunda ortaya çıkacak giderlerdir. Değişken giderler ise, operasyon, deponun işletimi ile ilgili giderlerdir. Toplam maliyeti en altta tutmak için üst sınır kısıtlar belirlenmeli ve kısıtları karşılayacak alt kümeler oluşturulmalıdır. Bu tarz problemlerde hedef programlama ile değişkenlere, deponun açılıp açılmayacağına göre 1 ve 0 değerler atanır.

0-1 programlama, “Yap” ya da “Yapma” tarzı kararlarda, optimum çözümdeki tüm değişkenlerin 0 veya 1 değerlerini almasına izin verildiğinde, programlamaya 0-1 programlama denir.<sup>56</sup>

#### 2.3.1. Hedef Programlama Kavramı ve Formülasyonu

Hedef programlama problemini çözme süreci iki aşamaya ayrılmıştır. İlk aşamada, birinci amaç fonksiyonu ile ilgili hedefe ulaşmaya çalışılır. İkinci aşamada, birinci amaç fonksiyonu ile ilgili elde edilen hedefi yakalayarak ikinci amaç fonksiyonu ilgili hedefin ulaşılması amaçlanır. Sonraki iki alt bölümde, iki aşamadan her birinde çözüm algoritması önerilir.<sup>57</sup>

<sup>55</sup> Jukka ve Tuominen, a.g.e., s. 174

<sup>56</sup> A.M.Natarajan, P.Balasubramani, a.g.e., s.143.

<sup>57</sup> T. Uno, H. Katagiri and K. Kato, A Goal Programming Model For Multiobjective Facility Location Problems In A Competitive Environment, Scientiae Mathematicae Japonicae Online, e-2007, s. 458.

Çok kriterli karar vermede en eski ve en geniş kullanıma sahip olan model hedef programlama modelidir. Hedef programlama, matematiksel programlama ile optimizasyon gerçekleştirmenin yanında, karar vericinin isteği ile birkaç amacı da gerçekleştirmeye yardımcı olur. Hedef programlama ilk olarak Charnes, Cooper ve Ferguson tarafından 1955’de Management Science dergisinde yayınlanan yazılarında ortaya atılmıştır. Çalışmalarında, problemi en küçük kareleme regresyonu ile ilişkilendirmek yerine, kesin sapmaların toplamının minimize edildiği kısıtlı regresyona başvurmuşlardır. Bu HP modelinin ilk formülasyonu olmasına rağmen, HP terimini kullanmamışlardır. HP, Charnes ve Cooper tarafından 6 yıl sonra kitaplarının B ekinde açık bir şekilde belirtilmiştir. Bu kitabın yayılmasından sonra hedef programlamanın teorik ve operasyonel açılarının geliştirecek çok sayıda makale yayınlanmıştır.

Hedef programlamanın temel amacı, karar verme probleminin birden fazla amacının eş zamanlı olarak yerine getirilmesidir. Bir HP modelinin formülasyonunda atılacak ilk adım, problem durumunda dikkate alınması gereken bir takım niteliklerin oluşturulmasıdır. Nitelikler oluşturulduktan sonra, her nitelik için istenen başarı düzeyi hedef değerine ( $b_i$ ) karar verilmelidir. Bu seviye tam olarak tatmin edilecek mi yoksa aşılmış mı yoksa eksik mi gösterilmeli belirtilmelidir. Kısaca, bir HP modelinin formülasyonundaki ilk adım, herbir niteliğin ilgili hedefi ile birlikte birtakım amaçları gerçekleştirmek oluşturmaktadır.

Sapma değişkenleri bu aşamadan sonra HP modeline dahil edilebilir. Sapmalar negatif ( $d_j^-$ ) olabileceği gibi pozitif ( $d_j^+$ ) de olabilir. Negatif sapma değişkenleri, hedefin belirlenen hedef doğrultusunda karşılanmayan i. hedefinin başarısızlığının sayısallaştırılmasını temsil eder. Pozitif sapma değişkenleri ise, ilgili seviyede i. amacın ne kadar aşıldığını gösterir. Herbir hedef için en azından iki değişkenden birinin sıfır olması gerekmektedir. Aslında hedeflerin tümüyle gerçekleştirilebilmesi mümkündür. Bu nedenle pozitif sapma değişkenlerinin yanında negatif sapma değişkenlerinin de sıfır olması gerekir. Amaç gerçekleştirilmiş ise negatif sapma değişkeni sıfır olmalı, eğer ulaşılamamış ise pozitif sapma değişkeni sıfır olmalıdır. En küçükleme süreci birden fazla yöntem ile gerçekleştirilebilmektedir. Herbiri farklı bir HP türüdür. Bunlardan biri ağırlıklı hedef programlamadır (WHP). WHP, tüm amaçları birleşik amaç fonksiyonunda yer aldıkları için aynı anda ele alır. Bu birleşik

fonksiyonlar, amaç ile istenen düzey arasındaki toplam sapmayı en küçükmeye çalışır.

WHP modelinin formülasyonu;

$$\begin{aligned} \text{Min } & \sum_{i=1}^m \alpha_i d_j^- + \beta_i d_j^+ \\ f_i(x) + d_j^- - d_j^+ &= b_i \\ x \geq 0, \quad d_j^- \geq 0, \quad d_j^+ &\geq 0 \end{aligned}$$

dir.

$\alpha$  ve  $\beta$ , i. amaçtan pozitif ve negatif sapma ağırlıklarını gösterir. Böylece, hedefin istenilen başarısı kurulan hedeften fazla olduğu durumlarda  $\beta$  sıfır olur. Aynı şekilde, amacın istenilen başarısı, kurulan hedeften daha az olursa  $\alpha$  sıfır olur. Hedefler ve kısıtlar doğrusal ise yapı geleneksel doğrusal programlama problemine karşılık gelir ve simplex algoritması ile çözülebilir.

Diğer hedef programlama türü Lexicographic hedef programlama (LHP) dir. Bu yöntem, önleyici öncelikler kavramını kullanır. Bu yapıda farklı hedefler, önleyici önceliklerden oluşan çeşitli seviyelere bölünür ve böylece belirli bir öncelik  $Q_i$ , başka bir öncelik  $Q_k$ 'dan daha yüksekse, daha büyük bir çarpanı  $Q_k$  ( $Q_j \gg \gg Q_k$ ) ile ilişkilendirilir. Başka bir deyişle, hedeflerin belli bir öncelikte yerine getirilmesi  $Q_j$  daha düşük bir önceliğe sahip başka herhangi bir amaç grubunun gerçekleştirilmesine karşı ölçülemez biçimde tercih edilir. LHP'de yüksek öncelikli hedefler öncelikle yerine getirilir ve daha sonra daha düşük öncelikler alınır; yani amaçlar lexicographic düzenine göre yerine getirilir.

Lexicographic hedef programlama çok kriterli karar verme problemlerinde en önemli araçlardan biridir. Farklı hedefler, karar vericiler tarafından kendilerine tahsis edilen hedefi yansıtan farklı öncelik düzeylerine göre sıralanabilir. Lexicographic yaklaşımı, analizin hedefleri için farklı öncelik düzeylerini ( $P_j$ ) tanımlar. Farklı öncelik seviyeleri, azalan öncelik sırasına göre ( $P_1 > P_2 > P_3 > \dots > P_m$ ) düzenlendiği hedef fonksiyondaki hedefler arasındaki hiyerarşik ilişkiyi yansıtır. Sorunun çözümünü belirlemek için, en öncelikli hedefler ve kısıtlamalar ilk olarak düşünülür. İlk aşamada birden fazla çözüm bulunursa, ikinci öncelik seviyesi hedeflerini de

hesaba katan bir başka hedef programlama problemi oluşturulur. Prosedür, benzersiz bir çözüm bulunana kadar tekrarlanır ve kademeli olarak öncelik seviyelerinin azaltılması dikkate alınır. Lexicographic optimizasyon farklı sapma ağırlıklarının tahmin edilmesini önleyebilir, ancak analizin sonuçları karar vericinin kişisel görüşü ile şekillenebilir.<sup>58</sup>

Hedef seviyeleri ve küçültülmesi gereken sapma değişkeni ile birlikte nitelikler belirlendikten sonra, bir LHP modelinin formülasyonundaki bir sonraki adım, her bir hedefe veya hedef grubuna belirli öncelik düzeyini ( $Q_j$ ) ilişkilendirmektir. Belirli bir önceliğe sahip  $Q_j$ 'ın hedefleri, daha düşük önceliğe sahip  $Q_{j+1}$  herhangi bir başka hedef grubunun başarılmasına göre ölçülemez. LHP modelinin formülasyonunu tamamlamak için, geleneksel matematiksel programlama modellerinde nesnel fonksiyon konseptini ve WHP modellerinde kompozit fonksiyonu yerine getiren başarı fonksiyonunu oluşturmak gereklidir. Başarı fonksiyonu, boyutları modelde belirlenen  $q$  önceliği seviyeleri ile çakışan sıralı bir vektörden oluşur. Bu vektördeki her bileşen, bu öncelikte sıralanan hedeflerin, belirlenen başarı düzeylerine en yakın hale gelmesini sağlamak için küçültülmesi gereken sapma (pozitif ve negatif) değişkenlerini temsil eder.

Üçüncü HP türü ise, MINMAX Hedef Programlamadır. Bu varyantta, sapma değişkenlerinin toplamının önleyici ile (LHP) veya önleyici olmadan (WHP) küçültülmesi yerine maksimum sapmalar minimize edilir. MINMAX HP'nin Formülasyonu ise şu şekildedir;

$$\begin{aligned} & \text{Min } d \\ & \text{Kısıtlar } \alpha_i d_j^- + \beta_i d_j^+ \leq d \\ & f_i(x) + d_j^- - d_j^+ = b_i \\ & x \in F \quad x \geq 0 \quad d_j^- \geq 0 \quad d_j^+ \geq 0 \end{aligned}$$

$d$ , maksimum sapmadır.

---

<sup>58</sup> Massimo Bertolini, Maurizio Bevilacqua, Combined Goal Programming—AHP Approach To Maintenance Selection Problem, Reliability Engineering and System Safety 91, 2006, s. 840.

Başka hedef programlama türleri de vardır, ama en yaygın olarak kullanılan türleri WHP, LHP ve MINMAX HP' dir.<sup>59</sup>

### 2.3.2. Hedef Programlama Model Kurma

Hedef programlama (HP), hedeflerin niteliklere ayrıldığı ve karar vericinin ilgili hedeflerin başarısızlığını en aza indirmekle ilgilendiği durumlarda karar verme problemlerini çözmek için geliştirilen analitik bir yaklaşımdır.

Günümüzde HP, çok amaçlı problem optimizasyonlarının "en önemli atölyesi" olarak gösterilmektedir.

Bir HP modelinin en önemli unsuru, istenmeyen sapma değişkenlerinin matematiksel bir ifadesini temsil eden başarı fonksiyonudur. Bu işlev tipik bir "daha az iyi davranış" (yani işlevin her bağımsız değişkeni monoton olarak azalır) gösterir. Her bir başarı türü farklı bir HP varyansına yol açar. Literatürde bildirilen HP uygulamalarının yaklaşık% 65'inin Lexicographic başarı işlevleri,% 21 ağırlıklı başarı işlevleri kullandığı ve geri kalanı ise maksimum sapmanın en aza indirildiği bir MINMAX yapısı gibi diğer başarı işlevleri kullanıldığını göstermektedir.

Bununla birlikte, genellikle HP kullanıcıları ve araştırmacılar tarafından göz ardı edilmesine rağmen, başarı işlevinin diğer potansiyel formları vardır. Bu nokta önemlidir çünkü HP modellerinden elde edilen sonuçlar genellikle seçilen başarı fonksiyonunun türüne çok duyarlıdır. Sonuç olarak, gerçek karar vericilerin tercihlerini yansıtmayan yanlış bir başarı fonksiyonu kabul edilemez çözümler oluşturabilir.

HP başarı fonksiyonlarının en eski ve en yaygın olarak kullanılan üç formu şöyledir:

- Ağırlıklı HP (WHP), Arşimet HP olarak da bilinir.
- Archimedean olmayan veya önleyici HP olarak da bilinen lexicographic HP (LHP)

---

<sup>59</sup> Carlos Romero, Handbook of Critical Issues in Goal Programming, Oxford: Pergamon Press; 1991, s. 2-5.

- Chebyshev veya Bulanık Programlama olarak da bilinen MINMAX HP (MHP).

WHP modelinin başarı fonksiyonu, her biri önem derecesine göre ağırlıklandırılmış istenmeyen sapma değişkenlerini listeler. Bir WHP modelinin analitik yapısı aşağıdaki gibidir.

Başarı fonksiyonu:

$$\text{Min} \sum_{i=1}^m \alpha_i d_j^- + \beta_i d_j^+$$

Amaç ve kısıtlar:

$$\begin{aligned} f_i(x) + d_j^- - d_j^+ &= b_i \\ x &\geq 0, \quad d_j^- \geq 0, \quad d_j^+ \geq 0 \end{aligned}$$

$b_i$  :  $i$ . amacın hedef düzeyi

$d_j^-$  ve  $d_j^+$  :  $i$ . amacın hedef değerinden negatif ve pozitif sapmalar

$x$ : Karar değişkenlerinin vektörü

$F$ : Olası kısıt dizileri

$d_j^-$  istenmiyorsa,  $\alpha_i = w_i / k_i$ , aksi halde  $\alpha_i = 0$

$d_j^+$  istenmiyorsa,  $\beta_i = w_i / k_i$ , aksi halde  $\beta_i = 0$

$w_i$  ve  $k_i$  parametreleri,  $i$ . hedefin başarılmasına bağlı tercihli ve normalleştirme amaçlarını yansıtan ağırlıklardır. AHP modelinin, dikkate alınan  $q$  özelliklerinde ayrılabilir ve ilave bir faydalı fonksiyonun maksimizasyonu anlamına geldiği bilinmektedir. Bu çözüm, farklı hedefler arasında maksimum toplu başarıyı sağlar.

LHP modelinin elde etme işlevi, boyutunda modelde belirlenen  $Q$  sayıda öncelik seviyeleri ile çıkan sıralı vektörden oluşur. Bu vektördeki her bileşen, ilgili öncelik seviyesine yerleştirilen hedeflerin istenmeyen sapma değişkenlerini temsil eder. Bir LHP modelinin analitik yapısı şudur:

Başarı fonksiyonu:

$$Lex \min a = \left[ \sum_{i \in h_1} (\alpha_i d_j^- + \beta_i d_j^+), \dots, \sum_{i \in h_r} (\alpha_i d_j^- + \beta_i d_j^+), \dots, \sum_{i \in h_Q} (\alpha_i d_j^- + \beta_i d_j^+) \right].$$

Amaç ve kısıtlar:

$$\begin{aligned} f_i(x) + d_j^- - d_j^+ &= b_i \\ i &\in h_r \quad r \in \{1, \dots, Q\} \\ x &\in F, \quad d_j^- \geq 0, \quad d_j^+ \geq 0 \end{aligned}$$

Burada  $h_r$ ,  $r$ . öncelik seviyesine yerleştirilen endeks dizisini belirtir. Lexicographic başarı fonksiyonları telafi edici olmayan bir tercih yapısı anlamına gelmektedir. Başka bir deyişle, farklı öncelik seviyelerine yerleştirilen hedefler arasında hiçbir sınırlılık bulunmamaktadır.

Bir MHP modelinin başarı fonksiyonu, herhangi bir tek hedefin maksimum sapmasının en aza indirgenmesini gerektirir. Dahası, bazı koşullar tuttuğu zaman, karşılık gelen çözüm farklı hedeflerin başarılması arasında dengeli bir dağılım göstermektedir.  $D$  ile bu maksimum sapma gösterilirse, bir MHP modelinin analitik yapısı aşağıdaki gibidir.

Amaç fonksiyonu:  $\min D$

Amaç ve kısıtlar:

$$\begin{aligned} (\alpha_i d_j^- + \beta_i d_j^+) - D &\leq 0, \\ f_i(x) + d_j^- - d_j^+ &= b_i, \quad i \in \{1, \dots, Q\}, \\ x &\in F, \quad d_j^- \geq 0, \quad d_j^+ \geq 0. \end{aligned}$$

MHP, azami sapmanın en aza indirildiği bir fayda fonksiyonunun optimizasyonudur. Dolayısıyla, bu tür başarı fonksiyonu, hedefine göre en çok sapma gerçekleşmiş hedefe azami önem veren bir çözüm sağlar. Bu şekilde, farklı hedeflerin başarılmasında dengeli çözüm elde edilir (maksimum eşitlik).

Tüm başarı fonksiyonlarında iki temel varsayım yatıyor:

- Karar verici her bir nitelik için belirli bir hedefi ilişkilendirir.

- Herhangi bir hedef ile ilgili istenmeyen herhangi bir sapma, sabit bir marjinal cezaya göre cezalandırılır. Başka bir deyişle, herhangi bir marjinal değişim, hedefin uzaklığı ne olursa olsun eşit önemlidir.

Bu varsayımların çok güçlü olduğu ve karar vericilerin isteklerini uygun bir şekilde temsil edebilecekleri halde genel bir karaktere sahip olmadığı açıktır. Nitekim, bir çok karar verici belirli hedefleri belirli özelliklerle ilişkilendirmeyi düşünmez veya ilgilenmez. Dahası, hedefe ulaşmada marjinal değişikliklerin öneminin hedefe olan mesafesine bağlı olduğunu düşünebilirler.<sup>60</sup>

### 2.3.2.1. 0-1 Hedef Programlama Model Kurma

Gerçek dünyada bazen sadece gerçel sayıları kapsayacak problemler değil, bazen tamsayı problemler veya onları daha da sınırlandırıcı, değerlerin yalnızca 0 veya 1 değerlerini aldığı problemlerle karşılaşılır. Tamsayı değişkenler, devamlılık sağlamadığı için problemlerin daha karmaşık hal almasını neden olur.<sup>61</sup>

Çalışmada ikili yapısal değişken (sıfır-bir programlama) uygulanır ve amaç fonksiyonu hedeften istenmeyen sapmaların en aza indirilmesinden oluşur.

$d_j^+$  ve  $d_j^-$ , sırasıyla j. amaçtan istenilen veya kısıtlanan değerden pozitif ve negatif sapmaları temsil eder. m tane amaç olduğu düşünüldüğünde,

$$\min Z = \sum_{j=1}^m P_j(d_j^-, d_j^+)$$

Sapmalar karşılıklı olarak ayrıktır ve bu durum aşağıdaki şartı oluşturur:

$$d_j^- d_j^+ = 0$$

<sup>60</sup> Carlos Romero, A General Structure of Achievement Function For A Goal Programming Model, European Journal Of Operational Research 153 (2004), s. 675-678.

<sup>61</sup> Castillo, E., Conejo A.J., Pedregal, P., Garcia, R. and Alguacil, N., Building and Solving Mathematical Programming Models in Engineering and Science, Pure and Applied Mathematics Series, John Wiley and Sons, Inc, 2002, s. 25

$P_j$  faktör problemin hiyerarşisini belirtir.  $P_1$  en yüksek seviyeyi temsil ederken,  $P_2$  ikinci öncelik seviyesini temsil eder. Amaç fonksiyonu  $m$  kısıt denklemlerine tabidir ve aşağıdaki şekilde formüle edilir.

$$\left[ \sum_{i=1}^n (a_{ji}x_i) \right] + d_j^- - d_j^+ = B_j \quad j = 1, 2, 3, \dots, m$$

$B_j$ ,  $j$ . kaynağın amaç hedefini temsil ederken;

$a_{ji}$ , her olası alternatif ve  $i$ . kararda  $j$ . kaynağın kullanımı temsil eder.<sup>62</sup>

Aşağıdaki modelin, 0-1 programlama türleri için bir ön model olduğu söylenebilir.

$$\text{Min. } z = \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

Kısıtlar;

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j + \sum_{j=p+1}^n a_{ij}x_j \begin{cases} \geq \\ \leq \\ = \end{cases} b_i, \quad i = 1, \dots, m$$

$$x_j \geq 0 \text{ ve tamsayı, } j = 1, \dots, p, \text{ ve } x_j \geq 0, j = p + 1, \dots, n$$

İlk  $p$  değişkeni tamsayılı değerler ile sınırlandırılmışken, geriye kalan  $n - p$  değişken herhangi negatif olmayan gerçel değişkenler olarak farz edilebilir.  $P = n$  olduğu durumlarda, salt bir program vardır. Değişkenler 0 ve 1 gibi değerler ile sınırlandırıldığı zaman önemli bir durum oluşmaktadır. Bu kısıtlama evet / hayır gibi ikili kararlar almaya izin vermektedir ve bu da ikili ya da 0 / 1 programlama olarak adlandırılmaktadır.<sup>63</sup>

### 2.3.2.1. 0-1 Değişkenlerinin Kullanım Yerleri

Tamsayılı programlamada problemlerinin önemli bir sınıfını, değişkenlerin sadece iki değer aldığı yapılar oluşturmaktadır. Bu durum, 0 ve 1 değişkenleri

<sup>62</sup> Massimo Bertolini, Maurizio Bevilacqua, a.g.e., s. 841.

<sup>63</sup> Paul A. Jensen, Jonathan Bard, a.g.e., s. 226-227.

kullanılarak formüle edilebilir. Her bir değer, aşağıdaki ikili olasılıklardan biriyle ilişkilendirilir:<sup>64</sup>

$$X = \left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ olay gerçekleşirse} \\ 0 \text{ olay gerçekleşmez ise} \end{array} \right\}$$

### 2.3.3. Hedef Programlamanın Kullanım Yerleri

Uygun bir yöntem olarak AHP yaklaşımı, hedef programlamada hedef önceliklerini ve hedef fonksiyon ağırlıklarını belirlemek için kullanılmıştır.

Hedef programlama, 1960'ların başında Charnes ve Cooper'ın çalışmasıyla geliştirilen bir doğrusal programlama uzantısıdır. Doğrusal programlama, simge durumuna küçültülecek veya maksimize edilmek üzere yalnızca tek bir hedefi ele alır ve bazı kısıtlara tabidir. Bu nedenle çok hedefli bir sorunun çözümünde sınırlamaları vardır. Bunun yerine hedef programlama, çoklu ve çelişkili hedeflerle ilgili bir karara karşı etkili bir yaklaşım olarak kullanılabilir. Ayrıca, bir hedef programlama modelinin amaç fonksiyonu homojen olmayan ölçüm birimlerinden oluşabilir.

Hedef programlama yaklaşımı, üretim planlaması, finansal kararlar, pazarlama kararları, kurumsal planlama, akademik planlama ve devlet kararları gibi operasyon araştırmalarında, karar analizinde kapsamlı bir şekilde uygulanmaktadır. Tesis planlama otoritelerine karmaşık küresel karar ortamda uygulanabilir konum stratejileri oluşturmalarına yardımcı olmaktadır. Çok kriterli karar verme problemlerini değerlendirmek için kullanılabilen farklı hedef programlama modelleri vardır. Bunlar, Ağırlaştırılmış Hedef Programlama, Etkileşimli Ağırlaştırılmış Tchebycheff Prosedürü (IWT), MINMAX (Chebyshev) Hedef Programlama, Referans Noktası Methodu (RPM), Uzlaşmalı Programlama (CP) ve Lexicographic Lineer Hedef Programlamadır.<sup>65</sup>

<sup>64</sup> Castillo, E., Conejo A.J., Pedregal, P., Garcia, R. and Alguacil, N., Building and Solving Mathematical Programming Models in Engineering and Science, Pure and Applied Mathematics Series, John Wiley and Sons, Inc, 2002, s. 26

<sup>65</sup> Massimo Bertolini, Maurizio Bevilacqua, a.g.e., s. 840-841.

### 2.3.4. Hedef Programlamanın Özellikleri

Bazı araştırmalar, özellikle HP modeli olmak üzere tüm çok amaçlı programlama modellerinin "*Mesafe İşlev Modeli*" nin özel durumları olduğunu göstermektedir. HP modelinde en iyi karar, hedeflerden elde edilen ağırlıklı sapmalar toplamının en aza indirileceği şeklinde oluşturulmuştur.

Hedefler genellikle farklı birimler halinde ölçülür ve doğalarına göre karar vericilere bazı toplama sıkıntıları getirirler. Her bir sapma için uygulanan ağırlık aynı anda iki rol oynar: birincisi hedefler için kullanılan farklı ölçeklerin normalleştirilmesi ve ikincisi her bir nesnenin değerlendirilmesidir.

Bir hedefle ilişkili ağırlık faktörü, normalleştirme ve değer biçme rolünü belirgin bir şekilde gerçekleştirmek üzere iki bileşene ayrılmıştır. Birincisi, normalizasyon süreci, hedeflerin aşırı değerler olmadığı gerçeğine dayanan HP modelinin özel karakteriyle bağlantılıdır. Bu süreçte, hem bir hedefin aşağısındaki sapmalara hem de hedefe yakınlık derecelerine göre değerlendirilir. İkinci role gelince, önerilen model, bir amacın değerlendirilmesinin basit bir sabiti olarak değil, gerçekleşme seviyesinin bir fonksiyonu olduğu düşüncesiyle kendini ayırır.<sup>66</sup>

### 2.4. Depo Yerine Karar Verme

Lojistik yönetiminde ayrı olarak ele alınan ve en önemli konulardan biri de depo yeri seçimidir. 1940ların sonlarına doğru Hoover, konum stratejilerine yönelik 3 yaklaşım geliştirdi: Pazar konumlaması, ürün konumlaması ve ara mevzii.

Pazar konumlamasında, depolar son müşteriye en yakın olacak şekilde konumlandırılmıştır, ürün konumlamasında, kaynak tedarikine yakın konumlandırılmıştır, sonuncusunda ise tedarikçi ile müşteri arasında bir yerde konumlandırılmıştır. Diğer taraftan Schmenner ise, başka bir makro yaklaşım geliştirmiştir. Bu yaklaşımda depolar ya tek bir ürün ya da ürün grubunun belirtilen depodan satılmasını içeren ürün stratejisi, farklı firmaların ürünlerinin depolandığı

<sup>66</sup> Ossama Kettania, Belaid Aouni, Jean-Marc Martel, The Double Role Of The Weight Factor In The Goal Programming Model, Computers & Operations Research 31, 2004, s. 1834-1835.

belirli bir pazar alanını içeren pazarlama stratejisi ya da genel pazar alanına hizmet veren tam servis depoları kapsayan genel amaç stratejisinden oluşmaktadır. Greenhut, depo yerine karar vermede minimum maliyet prensibine dayanan lojistik maliyet, tedarikçiye ve son müşteriye yakınlık ve karlılık hesaplarına başvurmuştur. Son olarak Harmon aşağıdaki maddeleri göz önüne alarak depoların nereye konumlandırılacağına karar verileceğini açıklamıştır. Bunlar;

1. Müşterilerin ve/ veya satış hacminin coğrafik dağılımının belirlenmesi,
  2. İletişime olanak sağlamak için en büyük üretim tesislerine yakın konumlandırılması,
  3. Belirli bir düzeydeki müşterilere daha iyi hizmet vermek için veya yeni bir pazara nüfuz etmek için depo konumları belirlenmesi,
  4. Varolan pazar payını korumak için artan stokları yönlendirilmesi,
- dir.

Etkili bir makro seçim süreci, ulaşım maliyetlerinin, nüfus bilgisinin, yerel yönetim ve iş geliştirme acente konumlarının, profesyonel ilişkilerin ve civardaki diğer işletmelerin, iş gücü ve maliyetlerinin, gayrimenkul durumlarının tam anlamıyla analizini içermelidir.

Makro yaklaşımın yanı sıra, yer seçiminde mikro yöntemlere de başvurulmuştur. Jenkins, depo seçim sürecinde göz önüne alınması gereken 12 mikro faktör tanımlamıştır. Bunlar :

1. Depo amacının etraflı bir şekilde tanımlanması: Depo yapısına uygun bir şekilde amaçların tanımlanması yer seçim sürecinin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Örneğin, müşteriye en üst düzeyde hizmet sunmak veya teslim sürelerini kısaltmak gibi amaçlar yer seçimine rehberlik eden temel unsurları oluşturmaktadır.
2. Ulaştırma maliyeti: Depo yeri belirleme çalışmalarında en önemli faktör olarak düşünülmektedir. Ulaşım kolay ulaşabilmek, karayolu, havayolu, demiryolu, denizyolu taşıma hizmetlerini içermektedir. Maliyetleri, tedarik zinciri ikmali, transit süreleri, olası hırsızlık ve zararları, hizmet güvenilirliği ve diğer ulaştırmayı optimize edecek ilgili faktörler oluşturmaktadır.

3. Çalışanlar: Yer değişikliğinde veya yeni bir depo yeri seçerken çalışanların, yeni işe alınacak olanların eşit haklara sahip olmalarını içeren yasal ve sosyal durumların düşünülmesi gerekmektedir.
4. Gayrimenkul: Yer seçerken planlamacılar da bilinen bir dağıtım merkezinde olan bir bina olması fikri vardır. Bu seçenek, depo amaçlarına, emlak fiyatlarına, mülkün olası değeri göz önüne alınarak belirlenmelidir.
5. Vergi: Vergilendirmeler depo seçiminde önemli bir kriterdir. Bazı yönetimler, depoların kendi bölgesinde kurulması için teşvik verirken, bazıları yüksek vergi matrahları ile caydırıcı bir yolu seçmektedir.
6. İletişim: Yer seçimindeki diğer bir kritik etmek ise yeterli telefon ve diğer iletişim altyapılarının varlığıdır. Yeterli iletişimin olmadığı bir depo, kısa bir süre sonra etkisiz ve tolere edilemeyen fiyatların olması kaçınılmazdır.
7. Müşteriye yakınlık: Depo yerine karar vermede diğer bir önemli faktör ise müşteriye teslim süresidir. Bu faktörler, depolama amaçlarında belirtilen gerekliliklerin karşılanması, ulaştırma maliyeti ve erişilebilirliği, müşteriye olan ulaşım uzaklığı ve müşteriye ulaşım süresini içermektedir.
8. Diğer depolara yakınlık: Kanal ağındaki diğer depolara olan mesafeler maliyetlerin belirlenmesinde önemli bir faktördür. Bu maliyetleri müşteri hizmeti ve ulaştırma, iletişim, envanter bulundurma maliyeti ve tesisler oluşturmaktadır.
9. Tesis maliyeti ve değeri: Tesis bulundurma maliyeti, depo seçiminde birincil faktörü oluşturmaktadır.
10. İşletim maliyeti: İşletme maliyetlerini, ısınma, elektrik ve yakıt oluşturmaktadır. Belki de en önemli eleme işçi ve yönetim maliyetidir.
11. İşletme imajı: Depo yerinin müşteri ve toplum üzerinde bıraktığı izlenim işletmelerin yatırım kararı almasında çok önemli olabilir.
12. Toplum kaynakları: Polis, itfaiye, toplum davranışları, okullar, çevresel tehlikelerin az olması, halk ulaşımı gibi toplum kaynakları depo yeri seçimindeki kritik faktörlerdendir.<sup>67</sup>

Rekabetçi tesis konum problemlerinin bir amacı esas olarak kendi imkânlarını kullanarak müşteriler sayısını arttırmaktır. Depo alanı seçim kararı, toplam dağıtım

---

<sup>67</sup> David Frederick Ross, **Distribution Planning and Control- Managing in the Era of Supply Chain Management**, Kluwer Academic Publishers, 2. Cilt, 2004, ss: 582-584

maliyetine ve müşteri hizmetine bağı kalitatif ve kantitatif kriterlere göre belirlenir. Tipik konum analizi problemleri çok karmaşık ve yoğun veri olarak nitelendirilebilir. En uygun alternatifleri belirlemek için bu karmaşıklık ve veri yoğunluğunu etkin bir şekilde ele almak için modelleme ve analiz teknikleri kullanılmalıdır.<sup>68</sup>

AHP ve HP'yı birleştirerek bu çalışma, konum faktörlerini içeren konum tahsisi kararlarının hassasiyetini analiz edecektir.

Hedef programlama ile problemin son aşamasında çözümlemeyi evet ya da hayır sonucunu elde etmek amaçlanmaktadır.

---

<sup>68</sup> Manthou, a.g.e., s. 205

### 3. ARAŞTIRMANIN METODOLOJİSİ

#### 3.1. Araştırmanın Yöntemi

Bu bölümde sırasıyla araştırmanın konusu, kapsamı, varsayımları, araştırmanın amacı ve önemi, verilerin toplanması, araştırmanın modeli ve verilerin analizi yer almaktadır.

##### 3.1.1. Araştırmanın Konusu

Araştırmanın konusu “AHP ve 0-1 Hedef Programlama kullanarak depo konumlarının belirlenmesi”dir. Araştırma kapsamında depo konumlarının belirlenmesinde karar vericilerin görüşleri alınarak kurumsal hedefler doğrultusunda faktörler belirlenmiştir. Belirlenen faktörlere AHP uygulanarak alternatifler arasında derecelendirme yapılmış, ve hedef programlama ile diğer kısıtlar göz önüne alınarak sistematik bir yaklaşımla problem çözmek amaçlanmıştır.

A şirketi lojistik sektöründe yer almaktadır. Şirket, yeni pazarlara girmeyi ve böylelikle daha fazla noktaya ulaşmayı amaçlamaktadır. Yakın bir zamanda, X pazar alanına girdi. Bununla birlikte, şirket söz konusu pazar alanındaki satış hacmini arttırmak için son derece zorlu hedefler belirlemiştir. Lojistik yöneticileri şimdi pazar alanındaki müşterilere hizmet etmek için öngörülmüş bir deponun nerede bulunacağı sorusuyla yüzleşiyorlar. Kurumun politikası, depo hizmetlerini dış kaynağa atmak ve böylece kendi tesislerinde yatırım yapmaktan kaçınmaktır. Lojistik yöneticileri maliyet seviyesi için belirlenen temel gereksinimleri karşılayan depo ve karşılık gelen depo hizmetleri tedarikçileri için üç olası yer (Haramidere, Halkalı ve Silivri) tanımlamıştır.

Halkalı, konum itibarı ile İstanbul'un Avrupa yakasında yer almaktadır ve Türkiye'de faaliyet gösteren en gelişmiş lojistik köyünü barındırmaktadır. Çevresinde başka bir lojistik köy yoktur. Önemli ulaştırma ağlarından olan 4. Koridor'un bitiş noktasındadır. Ayrıca Avrupa ile Çin arasındaki ticaretin geliştirilmesine olanak sağlamak için yapılan uluslararası planda önemli konumdadır. Avrupa'dan gelen mallar 4. Koridor üzerinden Halkalı-Marmaray-Köseköy-Ankara-Bakü-Tiflis-Çin hattında devam edecektir. Bu şekilde Avrupa'daki mallar denizyoluyla taşımaya göre çok daha kısa sürede Uzakdoğu'ya ulaşacaktır. <sup>69</sup> Halkalı gümrüğü ve Atatürk Havalimanı gibi önemli odaklara yakınlık nedeniyle konum açısından önemli bir noktadadır.

Silivri konum bakımından hem denizyolu ulaşımı hem de karayolu ulaşımına elverişli alanda olmasından dolayı önem taşımaktadır. D-100, tem ve 3.çevre yolu bağlantılarıyla ve Türkiye ticaretini Yunanistan ve Bulgaristan ve dolayısıyla Avrupa ile buluşturan karayollarının kesiştiği en son yer Silivri olmasından dolayı karayolu ulaşımı açısından stratejik öneme sahiptir.

Haramidere, E5 ve TEM bağlantı noktasında yer alması, gümrüğe ve Ambarlı limanına yakın olmasından dolayı konum itibarı ile önemli bir bölgedir. Bu öneminden dolayı lojistik firmalarının bu bölgede yoğunlaştığını söylenebilir.

Araştırma firma lojistik uzmanlarının, pazarlama yöneticilerinin görüşleri alınarak faktörlerin depo yerine etki derecelerinin saptanması ve uygun depo yerinin belirlenmesi üzerine çalışılmıştır.

### **3.1.2. Araştırmanın Kapsamı ve Varsayımları**

Araştırma genel merkezi İstanbul'da bulunan, aracı nakliye (*forwarding*) sektöründe faaliyet gösteren firma üzerinden yapılmış olup, sadece yönetici kadrosunun görüşleri ile sınırlandırılmıştır.

---

<sup>69</sup> Nuray Terzi, Özlem Bölükbaş, An Analysis Of Logistics Villages In Turkey: Halkalı And Yenice, Journal of Management, Marketing and Logistics, 2016, Vol. 3, 190-204, s. 195

Çoklu kriter karşılaştırması ile, sıklıkla tek bir yer seçiminin göz önüne alınmış olan diğer alternatiflerin hepsine hakim olamayacağı kesinlik kazanmıştır. Bunun yerine, herbir depo yerinin çekici bir avantajı olabilir. Bu nedenle nihai seçim "optimal" bir karar dışında bir uzlaşmanın sonucunda olacaktır.

### **Araştırmanın Varsayımları;**

1. Bir tesis yeri araması ihtiyacı haklı. Seçim görevi, modelin göz önüne alınması için yeterince karmaşıktır ve ayrıntılı bir analiz yapmak için yeterli kaynak mevcuttur.
2. Çözüm sürecine katılan karar vericiler, makul sayıda depo alanı alternatifi seçmek için, seçim sürecinden önce bir veya daha fazla coğrafi bölgede güçlü yorumlara veya tercihlere sahiptir.
3. Karar vericiler operasyonları iyi anlamış ve konum değişkenleri konusunda bilgili olup, böylece değerlendirmeleri şirketin bir bütün olarak tercihini yansıtabilir.
4. Karar vericiler, yönetsel yargılarını ve uzmanlık bilgisini, çözüm sürecine entegre edilecek girdi olarak sağlayacaklardır.
5. Katılımcılar geçerli ve güvenilir bilgiler paylaşmıştır.
6. Karar vericilerden edinilen bilgiler ve kurumsal amaçlar doğrultusunda belirlenen faktör ve alt faktörlerin depo yeri belirlemede başvurulması uygun görülmüştür.

### **3.1.3. Araştırmanın Amacı ve Önemi**

Depo konumlarının belirlenmesi uzun dönemli ve işletme karlılığına etkili olan stratejik ve etkili karar vermeyi gerektirir. Bu çalışmada hem karlılığı maksimum düzeye çekmek hem de maliyetleri minimum yapmak amaçlanmıştır. Maliyet ve karlılık unsurlarına ek olarak günümüz rekabet koşullarında öne çıkan etmenler olan, müşteri servis düzeyi ve müşteri memnuniyeti de esas alınmıştır. Bu amaçla, müşteri merkezli yaklaşımla alternatifleri değerlendirmek ve hedefe ulaştıracak karar vermeği sağlayacak AHP ve hedef programlaya başvurulmuştur.

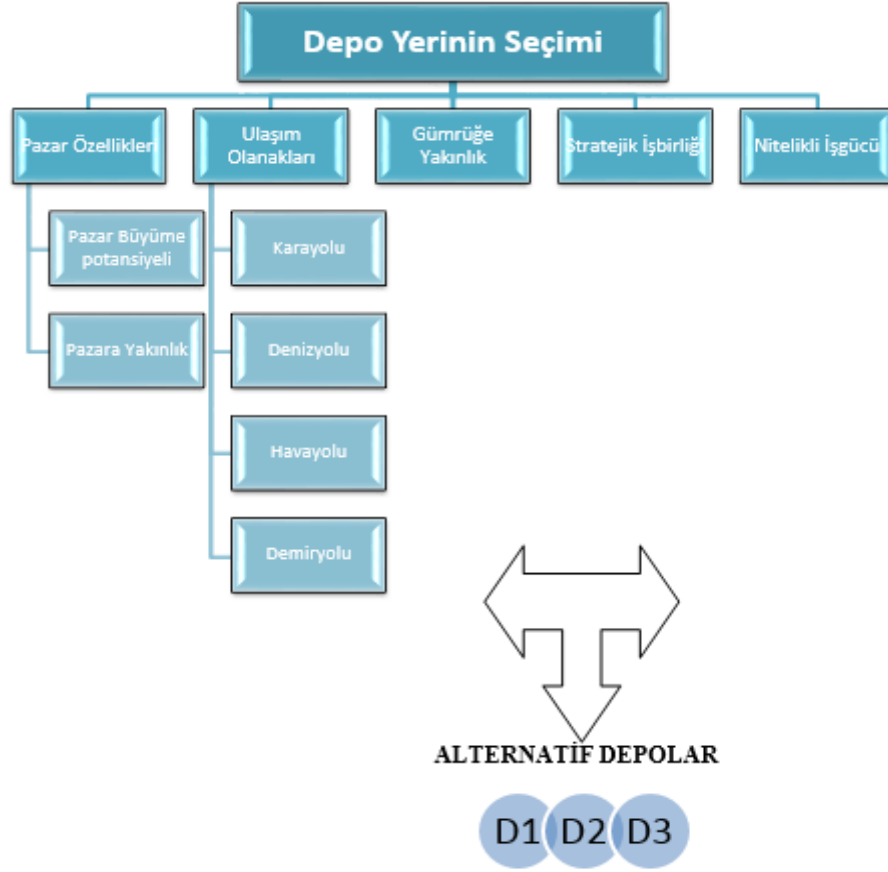
AHP destekli nitel analizin ilk adımı, alternatif depoların değerlendirilmesine dayanan kriterleri belirlemektir. Lojistikte depolamanın rolü, bir şirketin genel hedeflerine ulaşmasını desteklemek olduğundan, lojistik yöneticileri öncelikle depo alanı seçim sürecinde dikkate alınması gereken kurumsal düzeydeki hedefleri belirlemelidir. (1) A şirketi, mevcut pazar payını pazar alanı C'de önemli ölçüde artırmayı ve pazardaki ikinci en büyük pazarı olma niyetindedir, (2) A şirketi, büyük bir rekabet avantajı yaratmayı amaçlamaktadır Ürünlerini rakiplerin sunabileceği daha iyi müşteri hizmetleri ile farklılaştırarak ve (3) A şirketi, süreç düşüncesini uygulayarak ve değer zincirinin unsurları arasındaki sinerjik işbirliğini vurgulayarak toplam lojistik zincirinin maliyetini azaltmak ve hizmet etkililiğini artırmayı amaçlamaktadır.

### 3.2. Araştırmanın Modeli

Depo alanı seçim sürecinde dikkate alınması gereken son kriter, A şirketi ile depo operatörü arasında sinerjik bir ilişki kurma ihtimalini ifade eden belirli bir deponun stratejik uyumluluğu ile ilgilidir. Stratejik uyumluluk unsurları şunlardır: (1) Bir depo operatörüyle uzun vadeli bir stratejik ittifak kurma imkanı, (2) bir depo operatörünün altyapıya, organizasyona, kültüre ve imaja stratejik "uygun" olması (Potansiyel bilgi sistemi bağlantıları, imaj, finansal durum, diğer şirketler ile ilişkiler vb.) ve (3) bir depo operatörünün operasyonların planlanması ve geliştirilmesinde yakın işbirliği geliştirmeye istekli olması.<sup>70</sup>

---

<sup>70</sup> Jukka ve Tuominen, a.g.e., s. 174



**Şekil 3.1:** Araştırma Modeli

**Tablo 3.1:** Modelde erişilebilirlik unsurları

| DENİZYOLU                |
|--------------------------|
| Ambarlı Limanı           |
| HAVAYOLU                 |
| Atatürk Havalimanı       |
| DEMİRYOLU                |
| Halkalı Tren Garı        |
| Çerkezköy Tren Garı      |
| KARAYOLU                 |
| D-100                    |
| Avrupa Otoyolu           |
| GÜMRÜK                   |
| Halkalı Gümrük Müdürlüğü |
| Ambarlı Gümrük Müdürlüğü |

### 3.4. Veri Toplama Yöntemi

Araştırmanın kriterlerinin değerlendirilmesinde, AHP analizinde kullanılacak olan ikili karşılaştırma matrisinde, A firmasının üst düzey yöneticilerinin görüşleri alınmıştır.

**Tablo 3.2:** AHP Değerlendirme Ölçeği

| SAYISAL DEĞER | TANIM                                                                      |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 1             | Öğeler eşit önemde                                                         |
| 3             | 1. öğe 2.'ye göre biraz daha önemli veya biraz daha tercih ediliyor        |
| 5             | 1. öğe 2'ye göre fazla önemli veya fazla tercih ediliyor                   |
| 7             | 1. öğe 2'ye göre çok fazla önemli veya çok fazla tercih ediliyor           |
| 9             | 1. öğe 2'ye göre aşırı derecede önemli veya aşırı derecede tercih ediliyor |

Kaynak : Thomas L. Saaty, “How to make a decision: The analytic hierarchy process”, European Journal of Operational Research, Vol. 48, 1990, s.15.

### 3.5. Verilerin Analizi ve Araştırma Bulguları

Yöneticiler ile görüşmeler sonucunda elde edilen ikili karşılaştırma matrisleri AHP modelinde girdi olarak kullanılmıştır. Ayrıca, elde edilen ikili karşılaştırma matrislerinden bazıları hedef programlama modeline de dahil edilerek yöneticilerin değerlendirmeleri her iki modele de dahil edilmiştir.

Veriler AHP ve hedef programlama modeli ile analiz edilerek problemin çözümünde kullanılmıştır.

#### 3.5.1. AHP Modeline İlişkin Adımlar

AHP modeline dahil edilebilecek ilgili faktörleri seçmek ve hiyerarşi yapısını oluşturmak için önemli kurallar önerilmiştir:

1. Sorunu olabildiğince kapsamlı bir şekilde temsil etmekle birlikte, elemanlardaki değişime karşı duyarlılığı kaybetmemek için o kadar kapsamlı değildir.

2. Sorunu çevreleyen ortam dikkate alınmıştır.
3. Çözüme katkıda bulunan sorunları veya nitelikleri tanımlanmıştır.
4. Sorunla ilişkili gerekli katılımcıların aydınlatılmıştır.

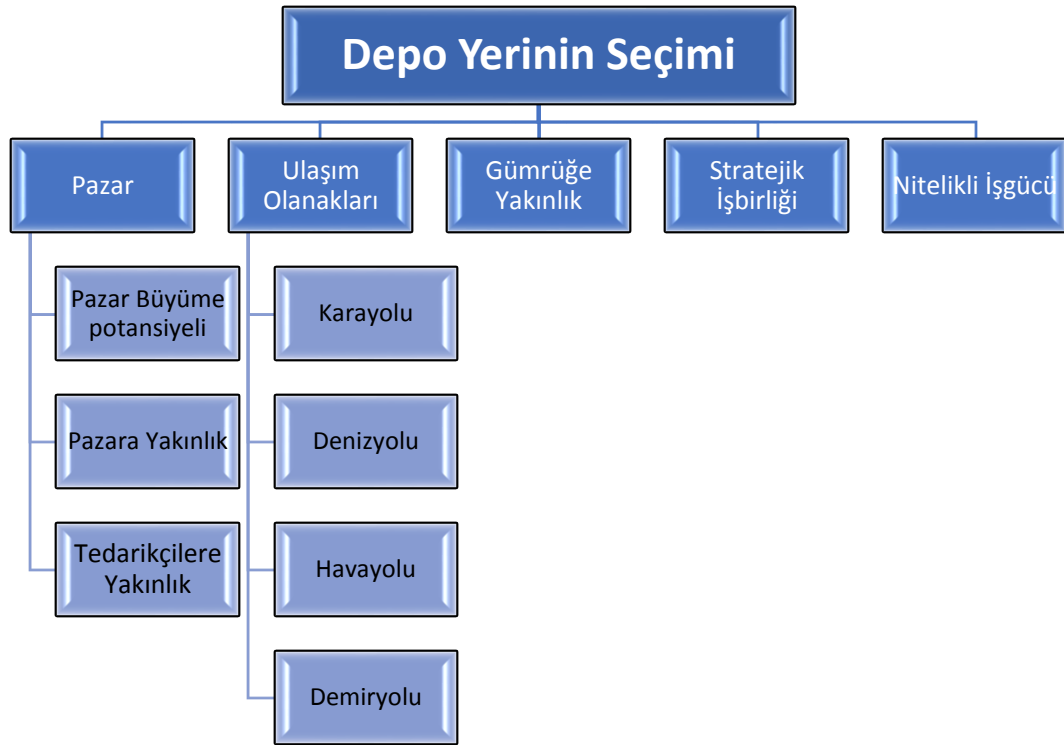
Amaçları ve nitelikleri bir hiyerarşide organize etmek iki amaca hizmet eder.

Bunlar:

1. Duruma özgü karmaşık ilişkinin genel bir görüşünü sunar.
2. Karar vericilere, her seviyedeki konuların aynı büyüklük sırasına sahip olup olmadığını değerlendirmesine yardımcı olur, bu nedenle karşılaştırmalarda homojenlik korunur.<sup>71</sup>

olarak belirtilebilir.

Araştırmada, üç potansiyel depolama yeri olabilecek alanlar göz önüne alınarak, depolama yerlerinin belirlenmesine en uygun olan 5 ana faktör kullanılmıştır. Her bir ana faktör, ait oldukları ana faktörlerin özelliklerini açıklanan 7 alt kritere ayrılmıştır. 5 ana faktör ve 7 alt faktör (2 aşamalı) hiyerarşik bir düzende Şekil 3.2’ de görüldüğü gibi tasarlandırılmıştır.



**Şekil 3.2 : Kuruluş Yeri Hiyerarşi Yapısı**

<sup>71</sup> Yang, Jiaqin; Lee, Huei, “An AHP decision model for facility location selection”, Emerald Group Publishing, Limited, 1997, s 241

Unutulmamalıdır ki kararın karmaşıklığına, ulaşılabilir kaynakların çeşitliğine ve karar vericinin isteğine uygun olarak ayrıntıların dereceleri ve aşama düzeyleri farklılık gösterebilir.

Uygulamada 2 adet veri kaynağı kullanılmıştır. Bunlarda biri hem nicel hem nitel değerleri temsil eden yerleşim yeri faktörleri verisi, diğeri ise her bir alan için karar vericilerin derecelendirmesidir. Bu değerler AHP yerleşim yeri modellerine dahil edilecektir. Şekil 3.2’ de belirtilen 10 yerleşim yeri faktörleri karar verme kriterleri olarak kullanılmıştır. İkili karşılaştırma yöntemi belirli bir düzeyde her bir faktöre uygulanarak faktör ağırlıkları belirlenmiştir.

### **3.5.1.1. Hiyerarşi Yapısının Tasarımı ve Ölçek Kullanımı**

Uygun kuruluş yeri sıralanması için kullanılacak kriterleri belirlemek için, konum kararını potansiyel olarak etkileyebilecek toplam 5 ana faktör dikkate alınmıştır. Bu faktörler başlangıçta inceleme amacıyla, üst düzey yöneticilerden oluşan bir şirket yönetimine sunuldu.

Bu ekip, şirket lojistik faaliyetleri için önemli olduğu düşünülen faktörlerin bir listesini ortaya koydu; dağıtım, pazarlama ve operasyonlar. Değerlendirme için yönetilebilir sayıda konum faktörü sağlamak için ekip tarafından konum kararına dahil edilmediğini düşünülen faktörler değerlendirmeye alınmadı. Bu çalışmada geliştirilen hiyerarşi, en üst düzeyin konum seçiminin temel misyonlarını temsil ettiği ve son seviyenin incelenmekte olan alternatif sitelerden oluştuğu, üç boyutlu ve tamamlanmamış bir hiyerarşidir. Tesis yeri seçimini etkileyen temel hedefler beş ana kategori altında gruplandırılmıştır: pazar özellikleri, ulaşım olanakları, gümrüğe yakınlık, stratejik işbirliği ve nitelikli iş gücü. Her birincil hedefleri etkileyen değerlendirme kriterleri ikinci seviyeye dahil edilmiştir. İkinci seviye ölçütlerle ilgili alt kriterler üçüncü seviyede verilmektedir. Genel hiyerarşi Şekil 3.2’de verilmiştir. Her faktör aşağıda açıklanmıştır.

- **Pazar Özellikleri:** Pazar özelliği, işletmenin hedeflediği pazarın özelliklerini içerir. Düşünülen alt unsurlar, pazar büyüme potansiyeli ve pazara yakınlıktır.

- Ulaşım Olanakları: Kuruluş yerinin, ürünleri/ hizmetleri teslim almak/ etmek için ulaşım modlarına erişilebilirliği temsil eder. Düşünülen alt unsurlar, karayolu, denizyolu, havayolu ve demiryoludur.
- Gümrüğe Yakınlık: Firmaların uluslararası pazarlara da hitap edebilmesi için gümrük faaliyetlerini de dikkate alarak operasyonlarını şekillendirmelidir. Bu nedenle kuruluş yerine karar verirken gümrüklere olan yakınlık önemli bir faktördür.
- Stratejik İşbirliği: Depo operatörlerinin şirket imajına, ve iş birliğine yakınlığını içermektedir.
- Nitelikli İş gücü: Kuruluş yeri göz önüne alındığında, nitelikli iş gücüne erişilebilirliği temsil etmektedir.

Özellik ölçümleri konusu daha fazla yorum ve ifade hak ediyor. Karar verici, müşterilere ve tedarikçilere olan yakınlık gibi boyutları göz önüne alan çift karşılaştırmalarda, kararını nicel ve objektif veriler üzerinde (yani, müşteri / tedarikçi tabanından ortalama kilometre uzaklığı) bulabilir. Aynı şekilde, üst düzey ölçütlere göre alt ölçütler arasındaki çift karşılaştırma, mevcutsa nicel verilere dayanabilir. Örneğin, tedarikçilere müşterilerin aksine alana yakınlığının görece önemi, düşünülen her alternatife karşılık gelen nakliye masraflarının bir fonksiyonudur. Dolayısıyla, geleneksel zaman ve maliyetle ilgili hususlar (örneğin, nakliye hizmeti maliyetleri, vb.) ihmal edilmez, aksine, hiyerarşik yapının farklı seviyelerindeki çift karşılaştırmalarda AHP yönteminde dolaylı olarak somutlaşırlar.

**Tablo 3.3:** İki Faktör Arasındaki Tercih Ölçeği

| Tercih Ağırlığı | Tanım                  | Açıklama                                                                                  |
|-----------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1               | Eşit önemli            | İki faktör hedefe eşit katkıda bulunur.                                                   |
| 3               | Biraz daha önemli      | Deneyim ve yargı, birini diğerine göre az miktar fazla tercih eder.                       |
| 5               | Daha önemli            | Deneyim ve yargı, birini diğerine göre şiddetle tercih ediyor.                            |
| 7               | Çok daha önemli        | Bir faktör şiddetle tercih edilir ve baskınlığı pratikte sergilenir                       |
| 9               | Kesinlikle daha önemli | Bir faktörü diğerine kıyasla destekleyen kanıt, onaylamanın mümkün olan en üst düzeyidir. |
| 2, 4, 6, 8      | Ara değerler           | Yukarıda listelenen tercihler arasındaki uzlaşmayı temsil etmek için kullanılır.          |

Kaynak: Thomas L. Saaty, “The analytic hierarchy process—what it is and how it is used”, Mathematical Modelling, Vol. 9, 1987, s. 163.

### 3.5.1.2. İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması

AHP'nin ikinci adımı, hiyerarşinin her bir seviyesindeki unsurlar arasında öncelikler belirlemek için bir ölçüm metodolojisinin kullanılmasını gerektirir. Daha sonra hiyerarşinin her bir seviyesinde eşleştirilen kıyaslamalar, değer yargılarını elde etmek için yürütülür. Nitekim, AHP, bir karar vericinin mutlak bir değer yerine kıyaslamayı daha kolay yerleştirebileceği varsayımına dayanmaktadır. Karar verici, soruları cevaplandırarak mevcut bilgileri, eşli karşılaştırmalara çevirir: “Bir kriter ve iki alternatif (A ve B) verilirse, hangi alternatif onu daha tatmin eder ve ne kadar daha?”. Sözlü yargılar ayrık dokuz puanlı ölçeğin kullanılması yoluyla bir puana çevrilir. Sonuç, eşleştirilmiş karşılaştırmalar matrisidir. Bu yaklaşım, yukarıdaki seviyedeki tüm unsurlara göre her seviye için tekrarlanır.

Performans kriterlerine öncelik verilmesi, ikili karşılaştırmaların bileşimi ile gerçekleştirilir. Nihai önceliklendirmeye, aynı matrisin maksimum özdeğerine karşılık gelen son matrisin doğru özvektörünün normalleştirilmiş bileşenlerini hesaplayarak ulaşılmıştır. Başka bir deyişle, bir karşılaştırma matrisinden sıralama elde etmek için prosedür;

1. Karşılaştırma matrisini her seferinde ardışık olarak kareler verilen katlara yükseltmek,
2. Satır toplamları daha sonra hesaplanır ve normalleştirilir,
3. İterasyon iki ardışık hesaplamalarda bu toplamlar arasındaki farklar açıklanan bir değerden küçük olduğunda durdurulur.

Modele dahil edilen faktör ve alt faktörleri şirket öncelikli planlamasına göre değerlendirilmiş ve Tablo 3.4 'de belirtildiği gibi karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur.

**Tablo 3.4:** Karşılaştırma Matrisi

|              | PBP  | PY    | Karayolu | Denizyolu | Havayolu | Demiryolu | GY   | Sİ   | Nite. İşgücü |
|--------------|------|-------|----------|-----------|----------|-----------|------|------|--------------|
| PBP          | 1    | 2     | 4        | 5         | 6        | 7         | 3    | 9    | 8            |
| PY           | 1/2  | 1     | 3        | 4         | 5        | 6         | 2    | 8    | 7            |
| Karayolu     | 1/4  | 1/3   | 1        | 2         | 3        | 4         | 1/5  | 7    | 6            |
| Denizyolu    | 1/5  | 1/4   | 1/2      | 1         | 2        | 3         | 1/5  | 6    | 5            |
| Havayolu     | 1/6  | 1/5   | 1/3      | 1/2       | 1        | 2         | 1/5  | 5    | 4            |
| Demiryolu    | 1/7  | 1/6   | 1/4      | 1/3       | 1/2      | 1         | 1/5  | 3    | 2            |
| GY           | 1/3  | 1/2   | 5        | 5         | 5        | 5         | 1    | 7    | 8            |
| Sİ           | 1/9  | 1/8   | 1/7      | 1/6       | 1/5      | 1/3       | 1/7  | 1    | 1/7          |
| Nite. İşgücü | 1/8  | 1/7   | 1/6      | 1/5       | 1/4      | 1/2       | 1/8  | 7    | 1            |
|              | 2,82 | 4,718 | 14,393   | 18,200    | 22,950   | 28,833    | 7,06 | 53,0 | 41,143       |

### 3.5.1.2.1. Pazar Faktörü İçin İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması

Belirlenen faktörler arasında pazar, pazar büyüme potansiyeli ve pazara yakınlık olmak üzere iki alt kritere ayrılarak değerlendirilmiştir. Bu faktörün değerlendirilmesinde mevcut pazar yapısı, yöneticilerin öngörülleri ve olası ticari teşvikler göz önüne alınarak belirlenmiştir.

Değerlendirmeler sonucunda konumların pazar faktörlerine göre karşılaştırmaları aşağıdaki tablolar ile gösterilmiştir.

**Tablo 3.5:** Konumların Pazar Büyüme Potansiyeline Göre Karşılaştırması

| Konumlar   | Halkalı | Haramidere | Silivri |
|------------|---------|------------|---------|
| Halkalı    | 1       | 1/3        | 5       |
| Haramidere | 3       | 1          | 7       |
| Silivri    | 1/5     | 1/7        | 1       |

**Tablo 3.6:** Konumların Pazara Yakınlık Faktörüne Göre Karşılaştırması

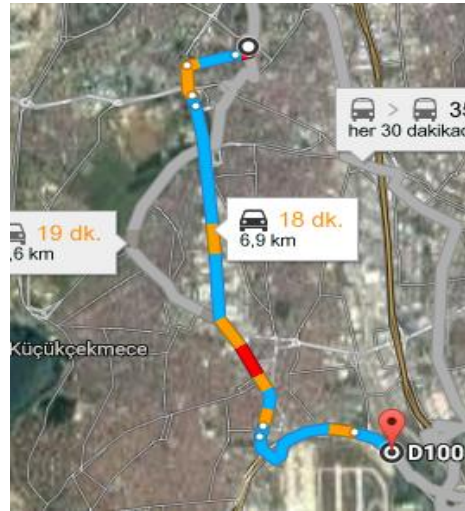
|            | Halkalı | Haramidere | Silivri |
|------------|---------|------------|---------|
| Halkalı    | 1       | 1/5        | 3       |
| Haramidere | 5       | 1          | 7       |
| Silivri    | 1/3     | 1/7        | 1       |

### 3.2.1.2.2. Ulaşım Olanakları Faktörü İçin İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması

#### Karayolu

Ulaştırma modları da AHP modelinde kullanılacak olan bir diğer önemli faktördür. Bu faktör karayolu, denizyolu, demiryolu ve havayolu olmak üzer dört ayrı alt faktörde değerlendirilmiştir. Bu faktörlerin değerlendirilmesinde konumların ulaştırma ağlarına olan uzaklıkları dikkate alınarak katsayılar belirlenmiştir.

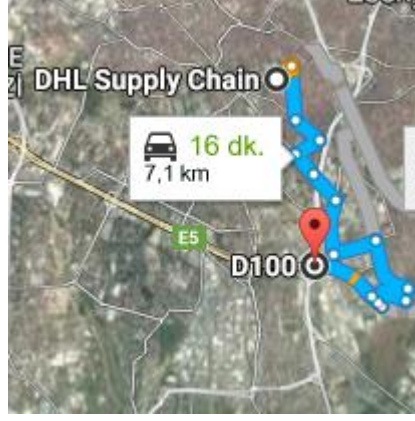
Konumların karayoluna uzaklıkları değerlendirilirken Google haritalardan elde edilen, Avrupa otoyolu (TEM) ve D100 (E-5) karayollarına olan uzaklıkları dikkate alınmıştır.



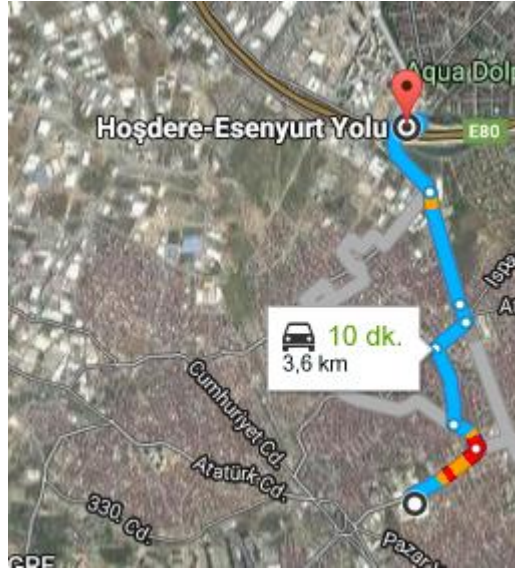
Şekil 3.3: Halkalı- D100 (E-5) Arası Uzaklık



Şekil 3.4: Halkalı- Avrupa Otoyolu (TEM) Arası Uzaklık



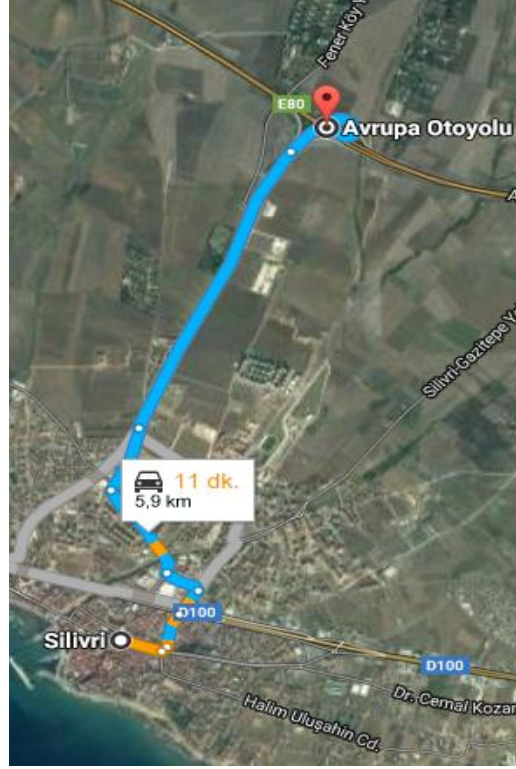
**Şekil 3.5:** Haramidere- D100 (E-5) Arası Uzaklık



**Şekil 3.6:** Haramidere- Avrupa Otoyolu (TEM) Arası Uzaklık



**Şekil 3.7:** Silivri- D100 (E-5) Arası Uzaklık



**Şekil 3.8:** Silivri- Avrupa Otoyolu (TEM) Arası Uzaklık

Şekillerde belirtilen mesafeler göz önüne alınarak konumların, karayolu alt faktörüne göre karşılaştırmaları Tablo 3.7 ‘de gösterilmiştir.

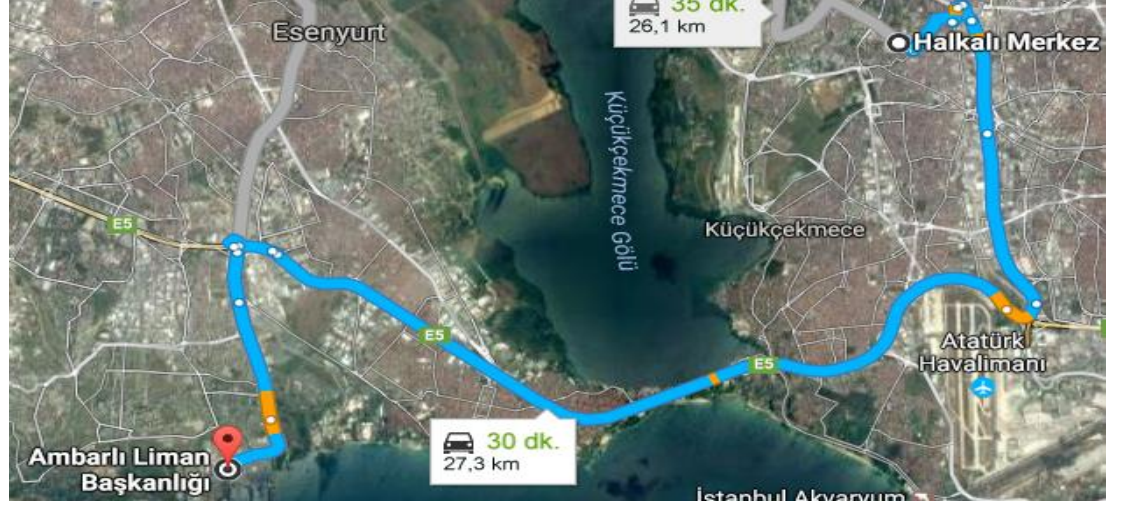
**Tablo 3.7:** Konumların Karayolu Faktörüne Göre Karşılaştırması

| Konumlar   | Halkalı | Haramidere | Silivri |
|------------|---------|------------|---------|
| Halkalı    | 1       | 1/2        | 1/3     |
| Haramidere | 2       | 1          | 1/2     |
| Silivri    | 3       | 2          | 1       |

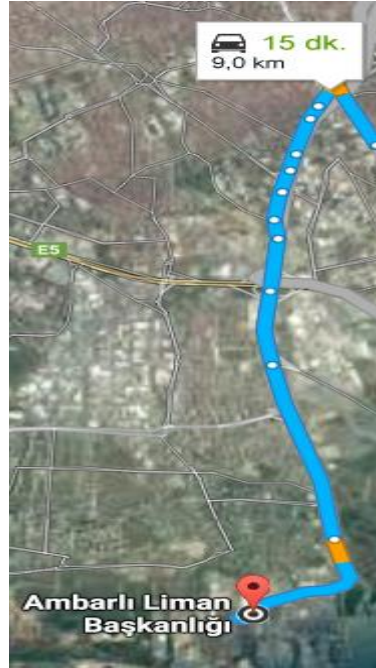
Değerlendirmeler sonucunda karayolu ulaşımına en elverişli konum Silivri ve bunu takip eden sırasıyla Haramidere ve Halkalı’dır.

### **Denizyolu**

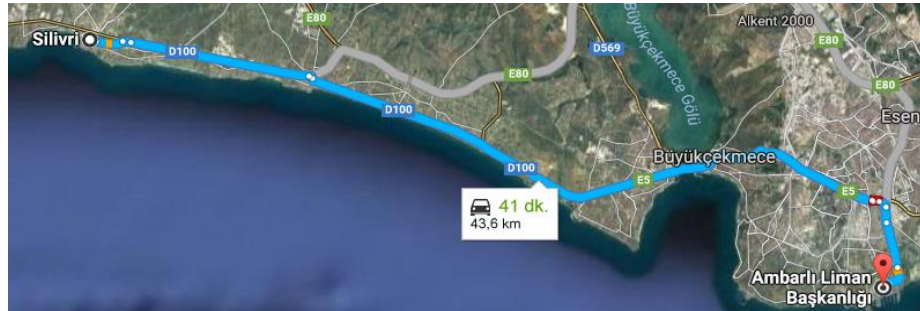
Konumların, denizyoluna olan uzaklıkları, Ambarlı Limanı göz önüne alınarak belirlenmiştir. Her bir konumun Ambarlı Limanı’na uzaklıkları haritalar ile gösterilmiştir.



**Şekil 3.9:** Halkalı- Ambarlı Limanı Arası Uzaklık



**Şekil 3.10:** Haramidere- Ambarlı Limanı Arası Uzaklık



**Şekil 3.11:** Silivri- Ambarlı Limanı Arası Uzaklık

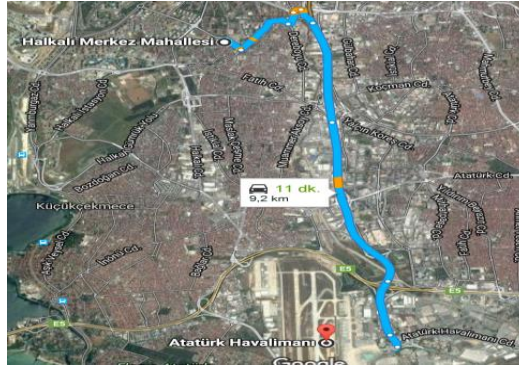
Konumların Ambarlı Limanı'na olan uzaklıkları belirlendikten sonra ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuş ve Tablo 3.8'deki değerler elde edilmiştir.

**Tablo 3.8:** Konumların Denizyoluna Göre Karşılaştırması

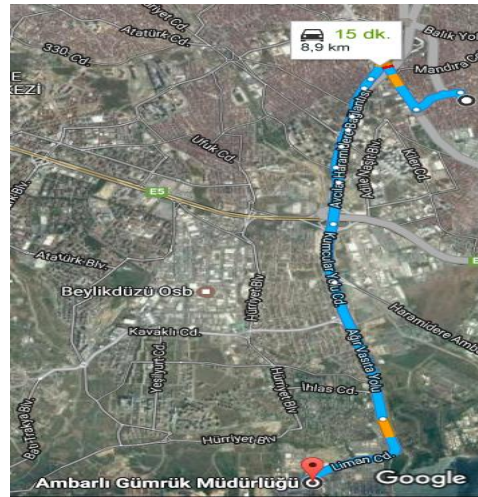
| Konumlar   | Halkalı | Haramidere | Silivri |
|------------|---------|------------|---------|
| Halkalı    | 1       | 1/3        | 3       |
| Haramidere | 3       | 1          | 5       |
| Silivri    | 1/3     | 1/5        | 1       |

### *Havayolu*

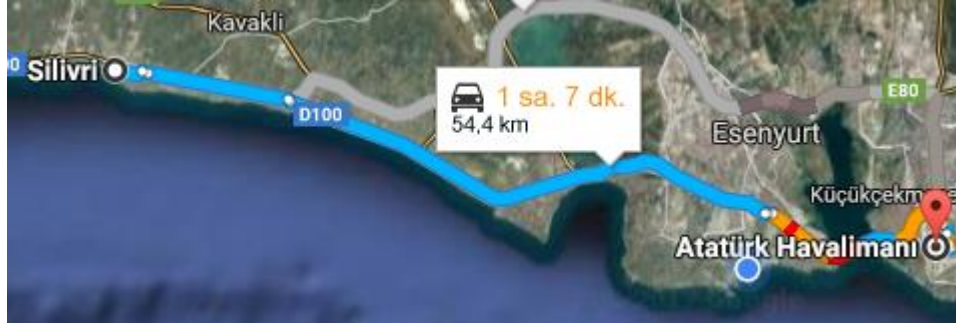
Konumların, havayoluna göre karşılaştırma matrisin belirlenmesi için Atatürk Havaalanı'na olan uzaklıkları dikkate alınmıştır. Mesafeler haritalar ile gösterilmiştir.



**Şekil 3.12:** Halkalı- Atatürk Havalimanı Arası Uzaklık



**Şekil 3.13:** Haramidere- Atatürk Havalimanı Arası Uzaklık



**Şekil 3.14:** Silivri- Atatürk Havalimanı Arası Uzaklık

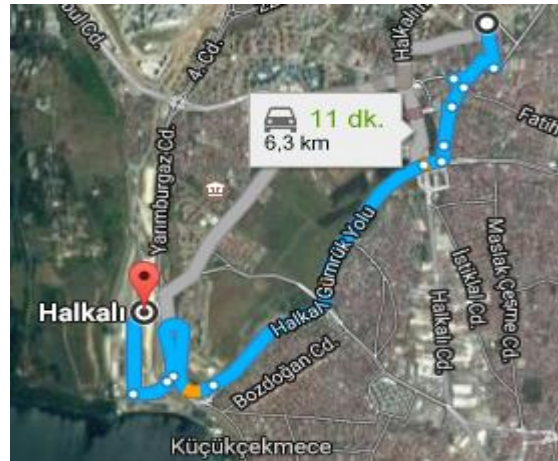
Konumların, Atatürk Havalimanına olan uzaklıkları belirlendikten sonra ikili karşılaştırma matrisi uygulanarak AHP modeline dahil edilmişlerdir.

**Tablo 3.9:** Konumların Havayoluna Göre Karşılaştırması

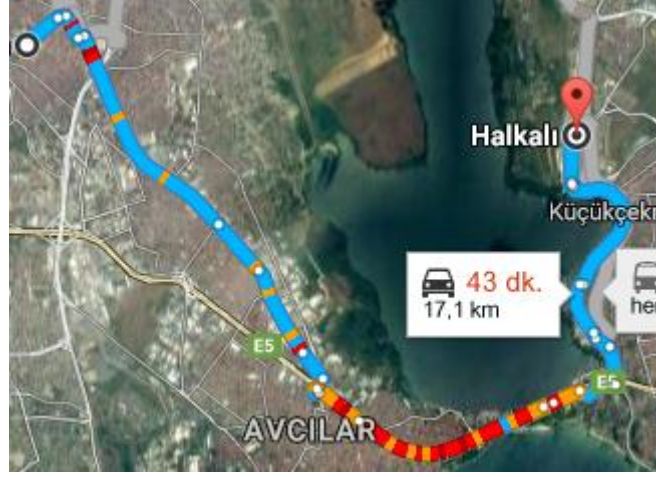
| Konumlar   | Halkalı | Haramidere | Silivri |
|------------|---------|------------|---------|
| Halkalı    | 1       | 1/2        | 7       |
| Haramidere | 2       | 1          | 6       |
| Silivri    | 1/7     | 1/6        | 1       |

### Demiryolu

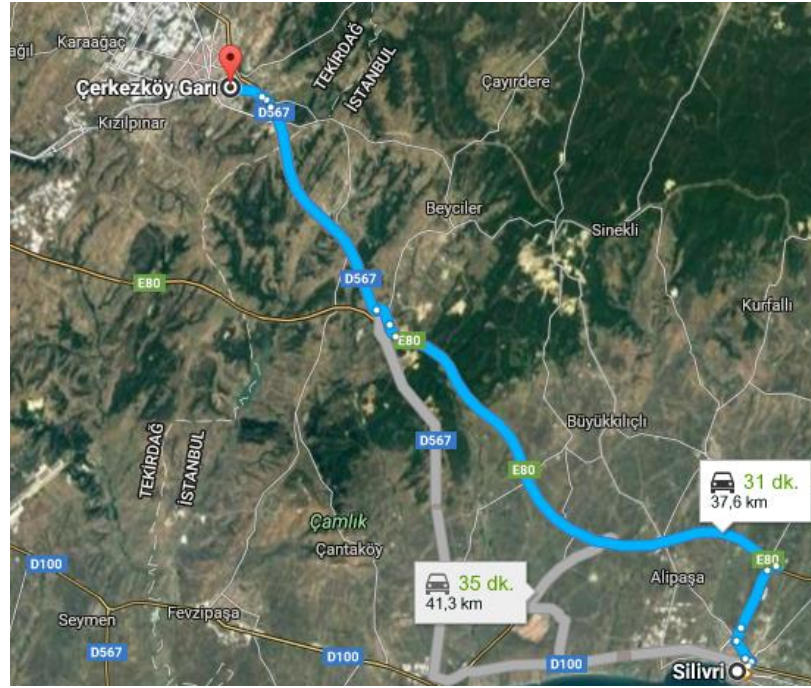
Ulaştırma seçeneklerinden demiryolu alt faktörünün değerlendirilmesinde, konumları Halkalı Terminali ve Çerkezköy Terminaline uzaklıkları dikkate alınmıştır. Uzaklıklar aşağıdaki haritalar üzerinde gösterilmiştir.



**Şekil 3.15:** Halkalı- Halkalı Terminali Arası Uzaklık



**Şekil 3.16:** Haramidere- Halkalı Terminali Arası Uzaklık



**Şekil 3.17:** Silivri- Çerkezköy Terminali Arası Uzaklık

Haritalar ile uzaklıklar belirlendikten sonra, demiryolu alt faktörünün ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur.

**Tablo 3.10:** Konumların Demiryoluna Göre Karşılaştırması

| Konumlar   | Halkalı | Haramidere | Silivri |
|------------|---------|------------|---------|
| Halkalı    | 1       | 3          | 5       |
| Haramidere | 1/3     | 1          | 3       |
| Silivri    | 1/5     | 1/3        | 1       |

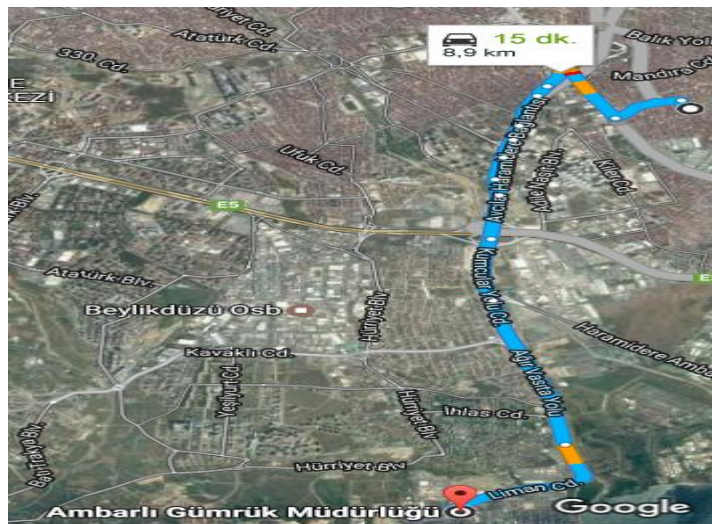
### 3.5.1.2.3. Gümrüğe Yakınlık Faktörü İçin İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması

Uluslararası pazarda yer alabilmek için göz önüne alınması gereken en önemli faktör gümrüklerdir. Türkiye'nin konumu gereği hitap ettiği pazarlar (Avrupa, Uzakdoğu, Orta doğu, Karadeniz vb.) göz önüne alındığında, ticaretin sürdürülebilirliğini sağlamak hem de gümrük prosedürlerini yerine getirmek için operasyonlar bunlara paralel olacak şekilde belirlenmektedir. Bu nedenle gümrüğe yakın konumlarda yer almak avantaj haline gelmiştir. Model oluşturulmuş gümrüğe olan yakınlık ta değerlendirilmesi gereken bir faktör olarak belirlenmiştir.

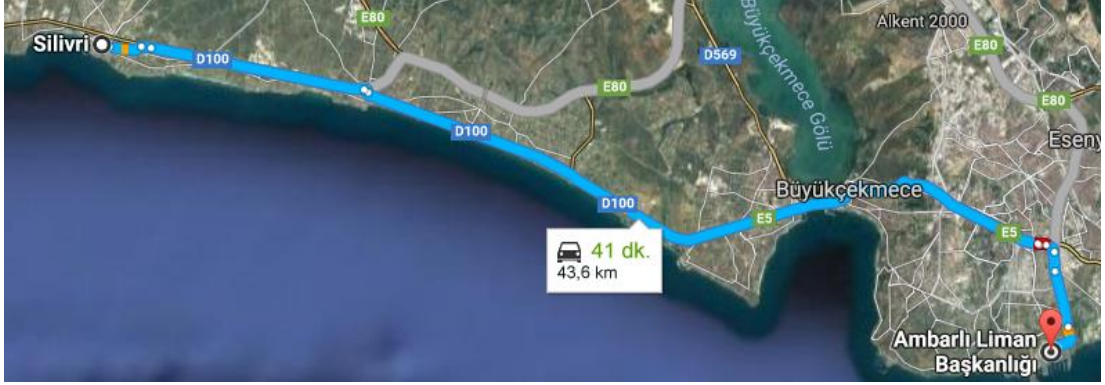
Mesafeler belirlenirken, Halkalı Gümrük Müdürlüğü ve Ambarlı Gümrük Müdürlüğü konumlarımıza en yakın gümrük müdürlükleri olduğu için bu noktalara olan uzaklıklar belirlenmiştir.



Şekil 3.18: Halkalı- Halkalı Gümrük Müdürlüğü Arası Uzaklık



Şekil 3.19: Haramidere- Ambarlı Gümrük Müdürlüğü Arası Uzaklık



**Şekil 3.20:** Silivri- Ambarlı Gümrük Müdürlüğü Arası Uzaklık

Mesafeler belirlendikten sonra konumların gümrüğe yakınlık alt faktörüne göre ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur.

**Tablo 3.11:** Konumların Gümrüğe Yakınlık Faktörüne Göre Karşılaştırması

| Konumlar   | Halkalı | Haramidere | Silivri |
|------------|---------|------------|---------|
| Halkalı    | 1       | 3          | 9       |
| Haramidere | 1/3     | 1          | 7       |
| Silivri    | 1/9     | 1/7        | 1       |

Gümrüğe yakınlık alt faktörüne göre en önemli konum Halkalı ve bunu takip eden sırasıyla Haramidere ve Silivri'dir.

### 3.5.1.2.3. Stratejik İşbirliği Faktörü İçin İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması

Depo konumları belirlenirken, depoların kısa dönemli değil uzun dönemli olacak şekilde planlamaları yapılır. Bu nedenle depo konumuna karar verilirken, depo sahiplerinin uzun dönemli işbirliğine açık olması ve şirket imajına uygun olmaları gerekmektedir. Bu nedenle depo konumlarına karar verirken stratejik işbirliğine faktörler arasına dahil edilmiş ve depo sahiplerinin işbirliğine yakınlıkları değerlendirilmiştir.

Değerlendirmeler yapılırken, yöneticilerin depo sahipleri ile görüşmeleri, depo sahipleri ile ilgili elde edilen bilgiler ve beklentileri karşılayabilme esneklikleri dikkate alınarak değerlendirmeleri yöneticiler tarafından yapılmıştır.

Bu değerlendirmeler ışığında elde edilen ikili karşılaştırma matrisi Tablo 3.7’de gösterilmiştir.

**Tablo 3.12:** Konumların Stratejik İşbirliği Faktörüne Göre Karşılaştırması

| Konumlar   | Halkalı | Haramidere | Silivri |
|------------|---------|------------|---------|
| Halkalı    | 1       | 1/7        | 1/5     |
| Haramidere | 7       | 1          | 3       |
| Silivri    | 5       | 1/3        | 1       |

İkili karşılaştırma matrisinde gösterildiği gibi stratejik işbirliği faktörüne göre en önemli konum Haramidere, ikinci ve üçüncü sırayı sırasıyla Silivri ve Halkalı almaktadır.

#### 3.5.1.2.4. Nitelikli İşgücü Faktörü İçin İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması

Süreçlerin sürdürülebilirliğini sağlamak için nitelikli işgücüne yakın olmak şirketleri için önemli bir avantajdır. Operasyonların gerekliliğine göre kapasitenin artması durumunda işgücü ihtiya ının en hızlı biçimde karşılanması gerekmektedir. Bu nedenle konum kararına nitelikli işgücüne yakınlık faktörü dahil edilmiştir ve konumlar bu faktör doğrultusunda ikili karşılaştırma matrisi ile değerlendirilmişlerdir. Değerlendirmeler yapılırken insan kaynakları departmanından destek alınmış ve iş başvurusu yapan adayların oturdukları konumlar veri olarak alınmıştır.

**Tablo 3.13:** Konumların Nitelikli İşgücü Faktörüne Göre Karşılaştırması

|            | Halkalı | Haramidere | Silivri |
|------------|---------|------------|---------|
| Halkalı    | 1       | 3          | 5       |
| Haramidere | 1/3     | 1          | 3       |
| Silivri    | 1/5     | 1/3        | 1       |

Nitelikli işgücüne olan yakınlık fakt r  n değerlendirilmesi sonucunda Halkalı ilk sırada ve Haramidere ikinci ve Silivri    nc  sırada yer almıştır.

İkili karşılaştırma matrisi, AHP'nin önemli bir aşamasıdır. Burada elde edilen veriler depo konumlarının belirlenmesi için girdi olarak kullanılıp çıkan sonuca göre optimum depo konumu belirlenecektir. Bu nedenle bu kısımda ikili karşılaştırmalar yapılırken hem sayısal değerler hem de yöneticilerin bilgi ve tecrübelerinden elde edilen bilgiler ışığında derecelendirmeler yapılmalıdır. Böylece AHP'yi diğer çok kriterli karar verme yöntemlerinden ayıran en önemli özellik olan nitel faktörlerin de dahil edilebilirliği uygun bir şekilde çözüm modeline dahil edilmiş olacaktır.

### 3.5.1.3. Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

İkili karşılaştırma matrisi oluşturduktan sonra bir sonraki adım normlanmış matrisi elde etmektir. Normlanmış matris, ikili karşılaştırma matrisinde ilgili hücrenin sütun toplamına bölünmesi ile elde edilmektedir.

Tüm faktör ve alt faktörlerin ikili karşılaştırma matrisinin normlanmış matrisi Tablo 3.14'te gösterilmiştir.

**Tablo 3.14:** Faktörlerin Normlanmış Matrisi

| Faktörler    | PBP  | PY   | Karayolu | Denizyolu | Havayolu | Demir yolu | GY   | Sİ   | Nite. İşgücü |
|--------------|------|------|----------|-----------|----------|------------|------|------|--------------|
| PBP          | 0,35 | 0,42 | 0,28     | 0,28      | 0,26     | 0,24       | 0,42 | 0,17 | 0,19         |
| PY           | 0,18 | 0,21 | 0,21     | 0,22      | 0,22     | 0,21       | 0,28 | 0,15 | 0,17         |
| Karayolu     | 0,09 | 0,07 | 0,07     | 0,11      | 0,13     | 0,14       | 0,03 | 0,13 | 0,15         |
| Denizyolu    | 0,07 | 0,05 | 0,04     | 0,06      | 0,09     | 0,10       | 0,03 | 0,11 | 0,12         |
| Havayolu     | 0,06 | 0,04 | 0,02     | 0,03      | 0,04     | 0,07       | 0,03 | 0,09 | 0,10         |
| Demiryolu    | 0,05 | 0,04 | 0,02     | 0,02      | 0,02     | 0,04       | 0,03 | 0,06 | 0,05         |
| GY           | 0,12 | 0,11 | 0,35     | 0,28      | 0,22     | 0,17       | 0,14 | 0,13 | 0,19         |
| Sİ           | 0,04 | 0,03 | 0,01     | 0,01      | 0,01     | 0,01       | 0,02 | 0,02 | 0,00         |
| Nite. İşgücü | 0,04 | 0,03 | 0,01     | 0,01      | 0,01     | 0,02       | 0,02 | 0,13 | 0,02         |

Normlanmış matris elde edildikten sonra öncelikler vektörü oluşturularak çözüm aşamasına dahil edilecek değerler belirlenir.

**Tablo 3.15:** Faktörlerin Öncelikler Vektörü

| Faktörler    | Öncelikler Vektörü : |
|--------------|----------------------|
| PBP          | 0,291                |
| PY           | 0,205                |
| Karayolu     | 0,102                |
| Denizyolu    | 0,074                |
| Havayolu     | 0,054                |
| Demiryolu    | 0,035                |
| GY           | 0,189                |
| Sİ           | 0,016                |
| Nite. İşgücü | 0,033                |

Daha sonrasında sırasıyla tüm faktörlerin konumlara göre ikili karşılaştırma matrislerinden normlanmış matrisler oluşturulur ve sonrasında öncelikler vektörü elde edilir.

**Tablo 3.16:** Pazar Büyüme Potansiyeli Faktörü Normlanmış Matrisi

| Konumlar   | Halkalı | Haramidere | Silivri |
|------------|---------|------------|---------|
| Halkalı    | 0,24    | 0,23       | 0,39    |
| Haramidere | 0,71    | 0,68       | 0,54    |
| Silivri    | 0,05    | 0,10       | 0,08    |

**Tablo 3.17:** Pazar Büyüme Potansiyeli Faktörü Öncelikler Vektörü

| Konumlar   | Öncelikler Vektörü : |
|------------|----------------------|
| Halkalı    | 0,283                |
| Haramidere | 0,643                |
| Silivri    | 0,074                |

**Tablo 3.18:** Pazara Yakınlık Faktörü Normlanmış Matrisi

|            | Halkalı | Haramidere | Silivri |
|------------|---------|------------|---------|
| Halkalı    | 0,16    | 0,15       | 0,27    |
| Haramidere | 0,79    | 0,75       | 0,64    |
| Silivri    | 0,05    | 0,11       | 0,09    |

**Tablo 3.19:** Pazara Yakınlık Faktörü Öncelikler Vektörü

| Konumlar   | Öncelikler Vektörü : |
|------------|----------------------|
| Halkalı    | 0,193                |
| Haramidere | 0,723                |
| Silivri    | 0,083                |

**Tablo 3.20:** Karayolu Faktörü Normlanmış Matrisi

| Konumlar   | Halkalı | Haramidere | Silivri |
|------------|---------|------------|---------|
| Halkalı    | 0,17    | 0,14       | 0,18    |
| Haramidere | 0,33    | 0,29       | 0,27    |
| Silivri    | 0,50    | 0,57       | 0,55    |

**Tablo 3.21:** Karayolu Faktörü Öncelikler Vektörü

| Konumlar   | Öncelikler Vektörü : |
|------------|----------------------|
| Halkalı    | 0,164                |
| Haramidere | 0,297                |
| Silivri    | 0,539                |

**Tablo 3.22:** Denizyolu Faktörü Normlanmış Matrisi

| Konumlar   | Halkalı | Haramidere | Silivri |
|------------|---------|------------|---------|
| Halkalı    | 0,23    | 0,22       | 0,33    |
| Haramidere | 0,69    | 0,65       | 0,56    |
| Silivri    | 0,08    | 0,13       | 0,11    |

**Tablo 3.23:** Denizyolu Faktörü Öncelikler Vektörü

| Konumlar   | Öncelikler Vektörü : |
|------------|----------------------|
| Halkalı    | 0,26                 |
| Haramidere | 0,633                |
| Silivri    | 0,106                |

**Tablo 3.24:** Havayolu Faktörü Normlanmış Matrisi

| Konumlar   | Halkalı | Haramidere | Silivri |
|------------|---------|------------|---------|
| Halkalı    | 0,32    | 0,30       | 0,50    |
| Haramidere | 0,64    | 0,60       | 0,43    |
| Silivri    | 0,05    | 0,10       | 0,07    |

**Tablo 3.25:** Havayolu Faktörü Öncelikler Vektörü

| Konumlar   | Öncelikler Vektörü : |
|------------|----------------------|
| Halkalı    | 0,373                |
| Haramidere | 0,555                |
| Silivri    | 0,072                |

**Tablo 3.26:** Demiryolu Faktörü Normlanmış Matrisi

| Konumlar   | Halkalı | Haramidere | Silivri |
|------------|---------|------------|---------|
| Halkalı    | 0,65    | 0,69       | 0,56    |
| Haramidere | 0,22    | 0,23       | 0,33    |
| Silivri    | 0,13    | 0,08       | 0,11    |

**Tablo 3.27:** Demiryolu Faktörü Öncelikler Vektörü

| Konumlar   | Öncelikler Vektörü : |
|------------|----------------------|
| Halkalı    | 0,633                |
| Haramidere | 0,26                 |
| Silivri    | 0,106                |

**Tablo 3.28:** Gümrüğe Yakınlık Faktörü Normlanmış Matrisi

| Konumlar   | Halkalı | Haramidere | Silivri |
|------------|---------|------------|---------|
| Halkalı    | 0,69    | 0,72       | 0,53    |
| Haramidere | 0,23    | 0,24       | 0,41    |
| Silivri    | 0,08    | 0,03       | 0,06    |

**Tablo 3.29:** Gümrüğe Yakınlık Faktörü Öncelikler Vektörü

| Konumlar   | Öncelikler Vektörü : |
|------------|----------------------|
| Halkalı    | 0,648                |
| Haramidere | 0,295                |
| Silivri    | 0,057                |

**Tablo 3.30:** Stratejik İşbirliği Faktörü Normlanmış Matrisi

| Konumlar   | Halkalı | Haramidere | Silivri |
|------------|---------|------------|---------|
| Halkalı    | 0,08    | 0,10       | 0,05    |
| Haramidere | 0,54    | 0,68       | 0,71    |
| Silivri    | 0,39    | 0,23       | 0,24    |

**Tablo 3.31: Stratejik İşbirliği Faktörü Öncelikler Vektörü**

| Konumlar   | Öncelikler Vektörü : |
|------------|----------------------|
| Halkalı    | 0,074                |
| Haramidere | 0,643                |
| Silivri    | 0,283                |

**Tablo 3.32: Nitelikli İşgücü Faktörü Normlanmış Matrisi**

| Konumlar   | Halkalı | Haramidere | Silivri |
|------------|---------|------------|---------|
| Halkalı    | 0,65    | 0,69       | 0,56    |
| Haramidere | 0,22    | 0,23       | 0,33    |
| Silivri    | 0,13    | 0,08       | 0,11    |

**Tablo 3.33: Nitelikli İşgücü Faktörü Öncelikler Vektörü**

| Konumlar   | Öncelikler Vektörü : |
|------------|----------------------|
| Halkalı    | 0,633                |
| Haramidere | 0,26                 |
| Silivri    | 0,106                |

Normlanmış matrislerden sonra elde edilen öncelikler vektörü, AHP modelinin son aşamasında faktörlerin öncelikler matrisi de kullanılarak optimum depo konumunun belirlenmesini sağlayacaktır.

#### 3.5.1.4. Karşılaştırma Matrisinin Tutarlılık Analizinin Yapılması

AHP, tutarsızlık oranı IR ile kararların tutarlılığını değerlendirmeyi mümkün kılar. Bir tutarsızlık ölçümü belirlemeden önce, (kararların) bir  $n \times n$  matrisinin tutarlılık indeksi CI'nin oranı ile tanımlanmalıdır.

Öncelikler vektörü elde edildikten sonra tutarlılığı ölçmek için tüm öncelikler matrisi elde edilir. Sonrasında tüm öncelikler vektörü ile öncelikler vektörü karşılaştırılarak E değerleri elde edilir. Modelde yer alan faktörler açısından tüm öncelikler matrisleri ve E değerleri aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir.

**Tablo 3.34:** Faktörlerin Tüm Öncelikler Matrisi ve E Değerleri

| Konumlar     | Tüm Öncelikler Matrisi | E Değerleri |
|--------------|------------------------|-------------|
| PBP          | 3,02                   | 10,39       |
| PY           | 2,17                   | 10,58       |
| Karayolu     | 1,04                   | 10,21       |
| Denizyolu    | 0,75                   | 10,08       |
| Havayolu     | 0,53                   | 9,89        |
| Demiryolu    | 0,34                   | 9,71        |
| GY           | 2,09                   | 11,06       |
| Si           | 0,16                   | 9,69        |
| Nite. İşgücü | 0,30                   | 9,00        |

**Tablo 3.35:** Pazar Büyüme Potansiyeli Faktörü Tüm Öncelikler Matrisi ve E Değerleri

| Konumlar   | Tüm Öncelikler Matrisi | E Değerleri |
|------------|------------------------|-------------|
| Halkalı    | 0,87                   | 3,07        |
| Haramidere | 2,01                   | 3,13        |
| Silivri    | 0,22                   | 3,01        |

**Tablo 3.36:** Pazara Yakınlık Faktörü Tüm Öncelikler Matrisi ve E Değerleri

| Konumlar   | Tüm Öncelikler Matrisi | E Değerleri |
|------------|------------------------|-------------|
| Halkalı    | 0,59                   | 3,07        |
| Haramidere | 2,27                   | 3,13        |
| Silivri    | 0,25                   | 3,01        |

**Tablo 3.37:** Karayolu Faktörü Tüm Öncelikler Matrisi ve E Değerleri

| Konumlar   | Tüm Öncelikler Matrisi | E Değerleri |
|------------|------------------------|-------------|
| Halkalı    | 0,49                   | 3,00        |
| Haramidere | 0,89                   | 3,01        |
| Silivri    | 1,63                   | 3,02        |

**Tablo 3.38:** Denizyolu Faktörü Tüm Öncelikler Matrisi ve E Değerleri

| Konumlar   | Tüm Öncelikler Matrisi | E Değerleri |
|------------|------------------------|-------------|
| Halkalı    | 0,79                   | 3,04        |
| Haramidere | 1,94                   | 3,07        |
| Silivri    | 0,32                   | 3,01        |

**Tablo 3.39:** Havayolu Faktörü Tüm Öncelikler Matrisi ve E Değerleri

| Konumlar   | Tüm Öncelikler Matrisi | E Değerleri |
|------------|------------------------|-------------|
| Halkalı    | 1,15                   | 3,10        |
| Haramidere | 1,73                   | 3,12        |
| Silivri    | 0,22                   | 3,03        |

**Tablo 3.40:** Demiryolu Faktörü Tüm Öncelikler Matrisi ve E Değerleri

| Konumlar   | Tüm Öncelikler Matrisi | E Değerleri |
|------------|------------------------|-------------|
| Halkalı    | 1,94                   | 3,07        |
| Haramidere | 0,79                   | 3,04        |
| Silivri    | 0,32                   | 3,01        |

**Tablo 3.41:** Gümrüğe Yakınlık Faktörü Tüm Öncelikler Matrisi ve E Değerleri

| Konumlar   | Tüm Öncelikler Matrisi | E Değerleri |
|------------|------------------------|-------------|
| Halkalı    | 2,05                   | 3,16        |
| Haramidere | 0,91                   | 3,09        |
| Silivri    | 0,17                   | 3,00        |

**Tablo 3.42:** Stratejik İşbirliği Faktörü Tüm Öncelikler Matrisi ve E Değerleri

| Konumlar   | Tüm Öncelikler Matrisi | E Değerleri |
|------------|------------------------|-------------|
| Halkalı    | 0,22                   | 3,01        |
| Haramidere | 2,01                   | 3,13        |
| Silivri    | 0,87                   | 3,07        |

**Tablo 3.43:** Nitelikli İşgücü Faktörü Tüm Öncelikler Matrisi ve E Değerleri

| Konumlar   | Tüm Öncelikler Matrisi | E Değerleri |
|------------|------------------------|-------------|
| Halkalı    | 1,94                   | 3,07        |
| Haramidere | 0,79                   | 3,04        |
| Silivri    | 0,32                   | 3,01        |

Tüm öncelikler matrisi ve E değerleri belirlendikten sonra tutarlılık analizi için son aşama gerçekleştirilir. Analizde kullanılacak olan rasgele endeks Tablo 3.44'te verilmiştir.

**Tablo 3.44:** Rasgele Endeks

| n  | 1    | 2    | 3    | 4   | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
|----|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| RI | 0,00 | 0,00 | 0,58 | 0,9 | 1,12 | 1,24 | 1,32 | 1,41 | 1,46 | 1,49 |

$$\text{Tutarlılık Endeksi: } CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n-1}$$

Burada  $\lambda_{maks}$ , matrisin maksimum özdeğeridir. Daha sonra  $I_R$ , oran olarak tanımlanır:

$$I_R = \frac{CI}{RI}$$

Burada RI, bir  $n \times n$  matrisi için CI'nin ilgili ortalama rastgele değeridir. RI değerleri Tablo 3.39'da verilmiştir (Saaty, 1980).  $IR \leq 0.1$  ise kararlar kabul edilebilir olarak değerlendirilebilir. Tutarsızlık durumunda, tutarsız matris için değerlendirme süreci hemen tekrarlanır. Aslında, tutarsızlık oranı 0,1 veya daha fazla ise daha fazla soruşturma yapılmasını gerektirebilir.

$$n = 9$$

$$RI = 1,45$$

$$\lambda = 10,068$$

$$CI = 0,133$$

$$CR = 0,092 \leq 0,10$$

Herbir faktör için tutarlılık oranları aşağıda gösterilmiştir.

Pazar Büyüme Potansiyeli:

$$\lambda = 3,066$$

$$CI = 0,033$$

$$CR = 0,057$$

Pazara Yakınlık:

$$\lambda = 3,066$$

$$CI = 0,033$$

$$CR = 0,057$$

Karayolu:

$$\lambda = 3,009$$

$$CI = 0,004$$

$$CR = 0,007$$

Denizyolu:

$$\lambda = 3,039$$

$$CI = 0,02$$

$$CR = 0,034$$

Havayolu:

$$\lambda = 3,081$$

$$CI = 0,04$$

$$CR = 0,069$$

Demiryolu:

$$\lambda = 3,039$$

$$CI = 0,02$$

$$CR = 0,034$$

Gümrüğe Yakınlık:

$$\lambda = 3,082$$

$$CI = 0,041$$

$$CR = 0,071$$

Stratejik İşbirliği:

$$\lambda = 3,066$$

$$CI = 0,033$$

$$CR = 0,057$$

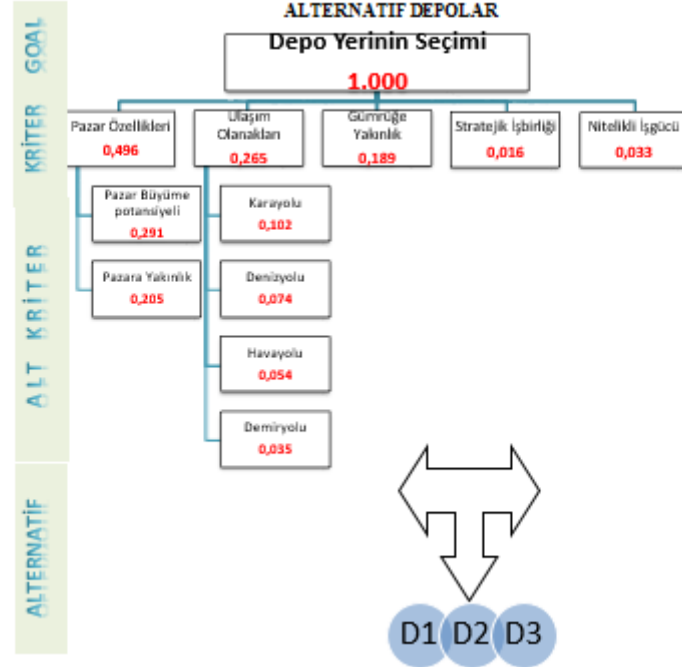
Nitelikli İşgücü:

$$\lambda = 3,039$$

$$CI = 0,02$$

$$CR = 0,034$$

Analizlerin sonucunda tüm faktörler için tutarlılık sağlanmış olup kriter ve alt kriterlerin ağırlıkları Şekil 3.21 'de gösterilmiştir.



**Şekil 3.21:** Ana Kriterlerin ve Alt Kriterlerin Görece Ağırlıkları

AHP son aşaması olarak her bir faktörün konumlar açısından elde edilen öncelikler vektörünün, faktörlerin kendi aralarında karşılaştırılması sonucu elde edilen öncelikler vektörü ile çarpılmasından sonra karar vermekte kullanılacak olan değerler elde edilmiştir. Bu işlem sonucunda konumların tercih ağırlıkları Tablo 3.45'te gösterilmiştir.

**Tablo 3.45:** AHP Sonucunda Konumların Tercih Ağırlıkları

| Konum      | Ağırlık |
|------------|---------|
| Halkalı    | 0,34    |
| Haramidere | 0,53    |
| Silivri    | 0,13    |

AHP sonucunda, belirlenen kriter ve alt kriterler için yapılan değerlendirmeler sonucunda şirket beklentilerini en iyi şekilde karşılayacak olan depo konumu Haramidere %53 oranında, Halkalı %34 oranında, Silivri %13 oranında sağladığı görülmüştür. Bu durumda şirket yöneticilerinin en yüksek orana sahip olan Haramidere konumunu seçmesi beklenmektedir.

### 3.5.2. Hedef Programlama ile En Uygun Depo Yerinin Belirlenmesi

Lojistik alanında faaliyet gösteren bir işletme, pazara daha hakim olabilmek için depo açma kararını vermiştir ve bunun için çeşitli faktörler göz önüne alınarak belirlenen 3 yerden birinin seçilmesini uygun görmüştür. Uygulanan AHP yöntemi ile uygun depo bulunmuş olup, araştırmada başvurulacak ikinci yöntem olan 0-1 hedef programlamaya geçilmiştir.

#### 3.5.2.1. Amaç Denklemi ve Kısıtların Oluşturulması

Modelde kullanılan parametreler uzmanların alınan tahmini veriler ile belirlenmiştir. Bu değerler Tablo 3.46' da gösterildiği gibi belirlenmiştir.

**Tablo 3.46:** Depo Konumlarının Karar Aşamasında Değerlendirme Matrisi

| Seçenekler                           | Halkalı   | Haramidere | Silivri   |
|--------------------------------------|-----------|------------|-----------|
| Kuruluş Maliyeti (10 ₺)              | 600 ₺     | 560 ₺      | 450 ₺     |
| Gelir                                | 147.194 ₺ | 155.187 ₺  | 139.177 ₺ |
| Lojistik Maliyet (10 <sup>6</sup> ₺) | 80 ₺      | 100 ₺      | 120 ₺     |
| İşletme Maliyeti (10 <sup>3</sup> ₺) | 302 ₺     | 304 ₺      | 265 ₺     |
| Arazinin alanı (m <sup>2</sup> )     | 3.700     | 4.000      | 4.000     |
| Enerji tüketimi (Mwh/ay)             | 1.750     | 2.300      | 2.500     |
| İşgücü Bulma İmkânı                  | 0,633     | 0,26       | 0,106     |
| PBP                                  | 0,28      | 0,64       | 0,07      |

Kuruluş maliyeti belirlenirken konu tesiste yer alacak tüm birimlerin oluşturacağı maliyet göz önüne alınmıştır. Kuruluş maliyeti ile ilgili kısıt, sermaye bütçesi dikkate alınarak ve konu konumun açılması durumunda elde edilecek gelir ile katlanılacak olan maliyetlerin değerlendirilmesi ile belirlenmiştir. Bu maliyet ayrıca ekipman satın alma maliyetlerini de içermektedir.

Gelir karar kriterinde, aylık elde edilebilecek net gelir gösterilmiştir.

Lojistik maliyet ile aylık kapasite ve kullanılabilecek ulaştırma modlarının değerlendirilmesi ile katlanılacak ulaştırma maliyeti belirtilmiştir.

İşletme maliyetinde, maaş, kira, ekipman onarım/ bakım, tedarikçi giderleri, güvenlik giderleri, elektrik giderleri dahil edilerek aylık konu deponun işletilmesi ile oluşacak toplam giderler belirlenmiştir.

Arazinin alanı karar kriteri ile şirketin hem talebi karşılayabileceği hem de ileri aşamalarda büyüme esnekliği sağlayabilecek alan büyüklüğü belirtilmiştir.

Enerji tüketimi ile şirketin kullanacağı aylık enerji belirtilmiştir.

İşgücü bulma imkanı, AHP modelinin sonucunda elde edilen işgücü kriterinin vektörleri bu kısımda kullanılarak 0-1 hedef programlama modeline dahil edilmiştir. İşgücü sıkıntısı çekmek istemeyen şirket, bu alanda minimum %30 oranında işgücü bulunduran bölgeleri seçmek istemektedir.

Pazar büyüme potansiyeli karar kriterinde de AHP modeli ile elde edilen pazar büyüme potansiyeli vektörleri kullanılarak belirlenmiştir. Şirket depoyu pazar büyüme potansiyeli %40'ın üzerinde olan bölgelerde konumlandırmak istemektedir.

İşletmenin belirlediği kriterlere göre kuruluş maliyetinin 550M ₺'den fazla olmaması, aylık gelirin 140.000 ₺ 'den az olmaması, lojistik maliyetin 100 k₺'den fazla olmaması, enerji tüketiminin aylık 2000 mwh'in altında olması, iş gücü bulma oranını %30'dan fazla olması ve paza büyüme potansiyelinin %40'dan fazla olması gerektiğini belirlemişlerdir.

Yöneticiler ile görüşmeler sonucunda her bir karar faktöründe oluşan sapmaların etkileri belirlenmiştir. Saptanan kuruluş maliyetinin üzerinde bir maliyet oluşması durumunda, ödeme koşulları ve faiz oranları düşünüldüğünde 3 katı fazla etki yapacağı belirlenmiştir. Hedeflenen kapasiteler düşünüldüğünde depo alanının 4.000 m<sup>2</sup> olması istenmiştir. Bu değer altında kalınmasının 0,5 birim değerinde bir etkisi olacağı saptanmıştır. Belirlenen enerji kısıtının üzerinde bir enerji kullanımının etkisinin 0,3 katı olarak yansıtacağı belirlenmiştir. Diğer birimlerde oluşan sapmaların aynı oranda etki edeceği düşünülmüş ve katsayıları 1 olarak atanmıştır.

**Tablo 3.47:** Hedeflerden Sapmaların Amaç Fonksiyona Etkileri

| Kısıtlar                               | Sapma Katsayıları |
|----------------------------------------|-------------------|
| Kuruluş Maliyeti ( 10 <sup>6</sup> TL) | 3                 |
| Gelir                                  | 1                 |
| Taşıma Maliyeti ( 10 <sup>9</sup> TL)  | 1                 |
| İşletme Maliyeti ( 10 <sup>3</sup> TL) | 1                 |
| Arazinin alanı (m <sup>2</sup> )       | 0,5               |
| Enerji tüketimi (Mwh/ay)               | 0,3               |
| İşgücü Bulma İmkani                    | 1                 |
| PBP                                    | 1                 |

\* (+), belirlenen kısıtın üzerinde sonuç elde edilmesinden katlanılacak sonucu göstermektedir.

(-), belirlenen kısıtın altında sonuç elde edilmesinden katlanılacak sonucu göstermektedir.

### 3.5.2.1.1. Model Formülasyonu

Açıklanan değerler belirlendikten sonra matematik model aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur.

Amaç Denklemi

$$\text{Min } Z = 3(d_1^+) + (d_2^-) + (d_3^+) + 1(d_4^+) + 0,5(d_5^-) + 0,3(d_6^+) + (d_7^-) + (d_8^-)$$

Karar Değişkenleri:

$$x_i = 0 \text{ veya } 1 \quad i = 1,2,3$$

Hedeflerden Sapma Değişkenleri:

$$d_i^-, d_i^+ \geq 0 \quad i = 1,2,3,4,5,7,8$$

Kısıtlar:

- Kuruluş Maliyeti Kısıtı (10<sup>6</sup> ₺) :

$$600x_1 + 560x_2 + 450x_3 + d_1^- - d_1^+ = 550\text{₺}$$

- Gelir Kısıtı :

$$147.194x_1 + 155.187x_2 + 139.177x_3 + d_2^- - d_2^+ = 140.000\text{₺}$$

- Lojistik Maliyet Kısıtı ( $10^3$  ₺) :

$$80x_1 + 100x_2 + 120x_3 + d_3^- - d_3^+ = 100 \text{ ₺}$$

- İşletme Maliyet Kısıtı ( $10^3$ ) :

$$302x_1 + 304x_2 + 265x_3 + d_4^- - d_4^+ = 300 \text{ ₺}$$

- Arazinin Alanı Kısıtı ( $m^2$ ) :

$$3700x_1 + 4000x_2 + 4000x_3 + d_5^- - d_5^+ = 4000$$

- Enerji Tüketimi Kısıtı (Mwh/ay) :

$$1750x_1 + 2300x_2 + 2500x_3 + d_6^- - d_6^+ = 2000$$

İşgücü Bulma İmkânı Kısıtı (%) :

$$0,63x_1 + 0,26x_2 + 0,11x_3 + d_7^- - d_7^+ = 0,30$$

Pazar Büyüme Potansiyeli (%) :

$$0,28x_1 + 0,64x_2 + 0,07x_3 + d_8^- - d_8^+ = 0,40$$

$$x_i = \begin{cases} 1; i. depo konumu seçilirse \\ 0; i. depo konumu seçilmezse \end{cases} \quad i = 1,2,3$$

$$d_j^-; d_j^+ \geq 0 \quad j = 1,2,3,4,5,6,7,8$$

### 3.5.2.2. Sapmaların Belirlenmesi ve Analizi

Kurulan 0-1 hedef programlama modelinin çözülmesi ile Haramidere Bölgesi'nin optimum konum olduğu belirlenmiştir. Böylece hem AHP modelinde hem de 0-1 hedef programlama modelinde Haramidere'nin şirket amaçlarına en fazla katkıyı sağlayabilecek konum olduğu belirlenmiştir.

Haramidere'nin seçilmesi ile oluşan sapmalar Tablo 3.48'de gösterilmiştir.

**Tablo 3.48:** AHP Ve 0-1 HP Verilerine Göre Haramidere'nin Seçilmesi İle Katlanılan Sapmalar

| Sapma Oluşan Kısıtlar        | Konum Değerleri | Kısıtlar | Sapma |
|------------------------------|-----------------|----------|-------|
| Kuruluş Maliyeti ( $10^6$ ₺) | 560 ₺           | 600 ₺    | -40₺  |
| İşletme Maliyeti ( $10^3$ ₺) | 304 ₺           | 300 ₺    | 4 ₺   |
| Enerji tüketimi (Mwh/ay)     | 2300            | 2000     | 300   |
| İşgücü Bulma İmkânı          | 0,26            | 0,30     | -0,04 |

Kuruluş maliyeti incelendiğinde, Haramidere’de bir depo kurulması durumunda katlanılacak maliyet 560.000.000₺ olarak belirlenmiştir. Şirket maksimum katlanacağı kuruluş maliyeti olan 600.000.000₺ ‘de negatif sapma gerçekleşmiş ve 40.000.000₺ daha az bir maliyete katlanılmıştır. İşletme maliyetinde pozitif sapma meydana gelmiş ve şirket 300.000₺ yerine 304.000₺’ye katlanması gerektiği sonucu çıkmıştır. Enerji tüketimi kısıtında 2.000 mwh/ay yerine 2.300 mwh/ay kullanarak 300 mwh/ay pozitif sapma oluşmuştur. İşgücü bulma imkanı kısıt %30 ve üzeri belirlenmişken %26 değeri olan konumun belirlenmesi ile %0,04 negatif sapma oluşmuştur.

## SONUÇ

Yeni konumların kazanımı ve atılımı genel anlamda maliyetli, zamana duyarlı bir projedir. Yeni depolar satın alınmadan ve kurulmadan önce uygun olası konumlar, gerekli depo kapasitesi özellikleri belirlenmeli, büyük bir sermaye ayrılmalıdır. Firmaların amaçları depo yerleri kararlarını verirken, bu süreçle alakalı yüksek maliyetler konum projelerini uzun dönemli yatırıma dönüştürmektedir. Yeni konumların ömür süresindeki çevresel değişimler, yerin durumunu değiştirebilir, bugünün optimal konum, yarının yatırım felaketine dönüşebilir. Bu yüzden, yeni depolar için en iyi konumun seçimi stratejik bir karardır.

Depo yerinin belirlenmesi, en son yapılan uygulamalarda düşünülmesi gereken birden fazla bölgenin, değerlendirilecek birden fazla kriterin ve yürütülecek birden fazla aşamayı kapsayan karmaşık bir süreçtir.

Bu araştırmanın amacı, karar vericilere depo konum kararları vermek için daha etkin ve verimli bir model sunmaktır. Pratik bir uygulama olarak, depo konumları için birkaç alternatif yer karar modeli tarafından değerlendirildi. Bu çalışmada, entegre bir karar modelinin konumsal kararlara nasıl yardımcı olabileceğini, nitel bir yapıda karar faktörleri için AHP ağırlıklandırmalarını ve 0-1 HP kullanarak, pratik hususlar çerçevesinde bir çözüm sunmaya çalışılmıştır.

İlk önce AHP tek başına bir metodoloji olarak sunulmuştur ve daha sonra karar verme sürecinde ek kriterleri göz önüne alarak birleşik bir AHP ve HP modeli ortaya konulmuştur.

Çalışmada kullanılan AHP yönteminde, yöneticilerle görüşmeler ve literatür taraması sonucunda modelde kullanacak kriterler belirlenmiş ve hiyerarşi oluşturulmuştur. Kriter öncelikleri, yöneticilerin görüşleri doğrultusunda oluşturulmuş

ve göreceli ağırlıkları Excel programı yardımı ile elde edilmiştir. AHP modelinde, pazar özellikleri, ulaşım olanakları, gümrüğe yakınlık, stratejik işbirliği ve nitelikli işgücü olmak üzere 5 ana kriter belirlenmiştir. Yapılan araştırmalar sonucunda pazar özellikleri, pazar büyüme potansiyeli ve pazara yakınlık olmak üzere iki kriter olarak değerlendirilmesi, ulaşım olanakları kriterinde karayolu, denizyolu, havayolu ve demiryolu bağlantılarına uzaklıklar olarak 4 alt kriter olarak incelenmesinin uygun olacağı görülmüştür. Sonuç olarak 5 ana kriter modele toplamda 9 kriter olarak yansıtılmıştır. Yöneticiler ile görüşmeler sonucunda elde edilen ikili karşılaştırma matrislerinin analizi sonucunda tutarlılık analizleri de yapılmış olup, amaçları optimum düzeyde gerçekleştiren depo konumu belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda belirlenen ana kriterlerden pazar özelliklerinin ağırlığı %49.6, ulaşım olanakları %26.5, gümrüğe yakınlık %18.9, stratejik işbirliği %1.6 ve nitelikli iş gücü %3.3 olarak elde edilmiştir. Kriterlerin her bir depo için yapılan ikili karşılaştırmaları sonucunda depo konumlarının görece ağırlıkları Halkalı %34, Haramidere %53 ve Silivri %13 olarak elde edilmiştir. Bu durumda AHP yöntemi ile yapılan analiz sonucunda en yüksek görece ağırlığa sahip olan Haramidere bölgesi depo yeri açmak için en uygun yer olarak belirlenmiştir.

AHP yönteminden sonra araştırmada kullanılacak olan diğer çok kriterli karar verme yöntemlerinde 0-1 HP için amaç ve kısıtlar belirlenmiştir. Amaç ve kısıtların oluşturulmasında yöneticiler ile gerçekleştirilen görüşmeler ve literatürde yapılan çalışmalardan yararlanılmıştır. 0-1 HP modeline dahil edilecek olan kısıtlar kuruluş maliyeti, gelir, lojistik maliyet, işletme maliyeti, arazi alanı, enerji tüketimi, işgücü bulma imkanı ve pazar büyüme potansiyeli olarak belirlenilmiştir.

Kurulan 0-1 hedef programlama modelinin çözülmesi ile Haramidere Bölgesi'nin optimum konum olduğu belirlenmiştir. Böylece hem AHP modelinde hem de 0-1 hedef programlama modelinde Haramidere'nin şirket amaçlarına en fazla katkıyı sağlayabilecek konum olduğu belirlenmiştir.

Kuruluş maliyeti incelendiğinde, Haramidere'de bir depo kurulması durumunda katlanılacak maliyet 560.000.000₺ olarak belirlenmiştir. Şirket maksimum kuruluş maliyeti olan 600.000.000₺ 'de negatif sapma gerçekleşmiş ve 40.000.000₺ daha az bir maliyet ile gerçekleştirilmiştir. İşletme maliyetinde pozitif sapma meydana gelmiş

ve şirket 300.000£ yerine 304.000£'ye katlanması gerektiği sonucu çıkmıştır. Enerji tüketimi kısıtında 2.000 mwh/ay yerine 2.300 mwh/ay kullanarak 300 mwh/ay pozitif sapma oluşmuştur. İşgücü bulma imkanı kısıt %30 ve üzeri belirlenmişken %26 değeri olan konumun belirlenmesi ile %0,04 negatif sapma oluşmuştur.

Yapılan bu çalışmada, çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP ve 0-1 Hedef Programlama kullanılarak uygun depo yeri belirlenmiştir. Yöneticiler ile görüşmeler sonucunda elde edilen faktörler ilk olarak ikili karşılaştırma matrisleri ile AHP modelinde incelenmiş ve uygun depo yeri AHP ile belirlenmiştir. Daha sonra 0-1 HP yöntemi için amaç fonksiyonu belirlenmiş, kısıtlar atanmış ve uygun depo yeri belirlenmiştir.

Yapılan bu çalışma, özel olarak A işletmesi için modele dahil edilen kriterler ve kısıtlar ile sınırlıdır. Bu nedenle yeni depo konumlarının belirlenmesinde bu model ile her durumda ve her zaman en uygun çözümü bulunmayabilir. Seçilen alternatif konumlarda farklı faktörler, farklı öncelikler ve farklı hedefler olabilir ve her durum için yapılan daha ayrıntılı analizler sonucunda modellere dahil edilebilecek veya modelden çıkarılabilecek başka kriter ve kısıtlar ile farklı sonuçlar elde edilebilir. Sayılan nedenlerle yapılan bu çalışma çözüme dahil edilen kriter ve kısıtlar ile daha sonra yapılacak benzer araştırmalara modelle bakışıyla bir kaynak oluşturabilir.

## KAYNAKÇA

Alan Rushton, Phil Croucher, Peter Baker, **The Handbook of Logistic Distribution Management**, Kogan Page, 4th Edition, 2010.

Ali Durmuş, Lojistikte Depo Yer Seçimine Etki Eden Faktörlerin Modellenmesi: İstanbul Örneği, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 2010

Alan Rushton, Phil Croucher, Peter Baker, **The Handbook of Logistics and Distribution Management**, 5<sup>th</sup> Edition, Kogan Page, 2014.

A.M.Natarajan, P.Balasubramani, **Operations Research**, A.Tamilarasi, Dorling Kindersley Pvt. Ltd., 2009, s. 132.

Carlos Romero, **Handbook of Critical Issues in Goal Programming**, Oxford: Pergamon Press; 1991, s. 2-5.

Carlos Romero, “A General Structure of Achievement Function For A Goal Programming Model”, European Journal Of Operational Research 153, 2004, s. 675-678.

Castillo, E., Conejo A.J., Pedregal, P., Garcia, R. and Alguacil, N., **Building and Solving Mathematical Programming Models in Engineering and Science**, Pure and Applied Mathematics Series, John Wiley and Sons, Inc, 2002.

Chang-Shu Tu, Ching-Ter Chang, Kee-Kuo Chen, Hua-An Lu, “Applying an AHP - QFD Conceptual Model and Zero-One Goal Programming to Requirement-Based Site Selection for an Airport Cargo Logistics Center”, International Journal of Information and Management Sciences 21 (2010), s. 416-417.

David E. Mulcahy, **Warehouse Distribution and Operations Handbook**, McGraw-Hill Inc. ISBN 00070440026, 1994.

David Frederick Ross, **Distribution Planning and Control- Managing in the Era of Supply Chain Management**, Kluwer Academic Publishers, 2. Cilt, 2004, ss: 582-584.

Edward Frazelle, **World- Class Warehousing and Material Handling**, McGraw Hill Company, 2002.

Fuh-Hwa Franklin Liu, Hui Lin Hai, “The Voting Analytic Hierarchy Process Method For Selecting Supplier”, International Journal of Production Economics, Volume 97, Issue 3, 2005, s. 308-317.

Gwynne Richards, **Warehouse Management A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs**, Kogan Page Ltd., 2nd Edition, 2014.

Hamdy A. Taha, **Operational Research an Introduction**, Prentice Hall Inc., 2000.

Hasan Özgür Yarmalı, Murat Baykara, Yasin Serhat Şen, **Lojistik Sektör Raporu** 2013, MÜSİAD, s. 79.

James A. Tompkins, **The Warehouse Management Handbook**, Edwards Brothers Inc., 2nd Edition, 1998.

Jukka Korpelaa, Markku Tuominen, “A decision aid in warehouse site selection”, Int. J. Production Economics, 1996, s. 169-180.

Ji Huifeng, Xu Aigong, “The Method Of Warehouse Location Selection Based On GIS And Remote Sensing Images”, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXVII. Part B2, 2008, s. 545-548.

Joel D. Winser, G.Keong Leong, Keah-Choon Tan, **Principles Of Supply Chain Management (A balanced approach)**, Nelson Education Ltd., 2012.

Johnny K.W. Wong, , Heng Li , “Application of The Analytic Hierarchy Process (AHP) in Multi-Criteria Analysis of The Selection of Intelligent Building Systems”, Building and Environment, Volume 43, Issue 1, 2008, s. 108-125.

J.P. Van Den Berg, W.H.M. Zijm, “Models for warehouse management: Classification and examples”, Int. J. Production Economics, 1999, s.519-528.

Jukka Korpela, Antti Lehmusvaara, “A Customer Oriented Approach To Warehouse Network Evaluation”, Int. J. Production Economics, 1999, s. 135-146.

Korpela, J., Lehmusvaara, A., Nisonen, J., “Warehouse Operator Selection By Combining AHP And DEA Methodologies”, International Journal of Production Economics 2007, s.135-142.

Ling- Yu Wu, Xiang Sun Zhang, Ju Liang Zhang, “Capacitated Facility Location Problem With General Setup Cost”, Computers and Operations Research, Vol: 33, May 2006, s:1226-1241.

Livia Martinelli Tinelli, Kelen Cristiane Teixeira Vivaldini, Marcelo Becker, “Intelligent Warehouse Product Position Optimization by Applying a Multi-criteria Tool”, Communications in Computer and Information Science, vol 371, 2013, s. 137-145.

Maysam Ashrafzadeh, Farimah Mokhatab Rafiei, Naser Mollaverdi Isfahani, Zahra Zare, “Application of fuzzy TOPSIS method for the selection of Warehouse Location: A Case Study”, Institute of Interdisciplinary Business Research, Vol:3, 2012, s. 665-671.

Masood A. Badri, “Combining The Analytic Hierarchy Process And Goal Programming For Global Facility Location-Allocation Problem, International Journal Of Production Economics”, 1999, s. 237.

Massimo Bertolini, Maurizio Bevilacqua, “Combined Goal Programming—AHP Approach To Maintenance Selection Problem”, Reliability Engineering and System Safety 91, 2006, s. 840.

Michael ten Hompel, **Thorsten Schmidt, Warehouse Management: Automation and Organisation of Warehouse and Order Picking Systems**, Springer, 2007.

Mikko Kurttilaa, Mauno Pesonena, Jyrki Kangasb, Miika Kajanusa, “Utilizing The Analytic Hierarchy Process (AHP) in SWOT Analysis — A Hybrid Method And Its Application To A Forest-Certification Case”, Forest Policy and Economics, Vol.1, 2000, s.41-52.

Mongkut Piantanakulchai, Nattapon Saengkhaio, “Evaluation Of Alternatives In Transportation Planning Using Multi-Stakeholders Multi-Objectives Ahp Modeling”, Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.4, 2003, s. 1613- 1628.

Nuray Terzi, Özlem Bölükbaş, “An Analysis Of Logistics Villages In Turkey: Halkalı And Yenice”, Journal of Management, Marketing and Logistics, 2016, Vol. 3, 190-204, s. 195

Ossama Kettania, Belaid Aouni, Jean-Marc Martel, “The Double Role Of The Weight Factor İn The Goal Programming Model”, Computers & Operations Research 31, 2004, s. 1834-1835.

Özgür ÇENGEL, **Tedarik Zinciri Yönetimi ve Lojistik Sektöründe Bir Araştırma**, Bigart Yayınları, İstanbul, 2008.

Peter Baker, Marco Canessa, “Warehouse Design: A Structured Approach”, Science Direct, 2009, s. 425.

Prof. Dr. Mehmet TANYAŞ, Abdülkadir Sıcakyüz, Hakan İnaç, Bilal Tan, **İstanbul Lojistik Sektör Analizi Raporu**, MÜSİAD Araştırma Raporları: 95, MÜSİAD, 2015.

S.H. Ghodsypour, C. O'Brien “A Decision Support System For Supplier Selection Using An Integrated Analytic Hierarchy Process And Linear Programming”, Volumes 56–57, 1998, s. 199-212.

Stuart Emmett, **Excellence in Warehouse Management How to Minimise Costs and Maximise Value**, John Wiley & Sons Ltd., 2005.

T. Uno, H. Katagiri and K. Kato, “A Goal Programming Model For Multiobjective Facility Location Problems In A Competitive Environment”, Scientiae Mathematicae Japonicae Online, e-2007, s. 455-464.

Thomas L. Freese, **Site Selection: How to Choose the Best Location**, Freese & Associates, 1997.

Thomas L. Saaty, “How to make a decision: The analytic hierarchy process”, *European Journal of Operational Research*, Vol. 48, 1990, s. 9-26.

Thomas L. Saaty, “The analytic hierarchy process—what it is and how it is used”, *Mathematical Modelling*, Vol. 9, 1987, s. 161-176.

Thomas L. Saaty, Kirti Peniwati, **Group Decision Making: Drawing Out and Reconciling Differences**, RWS Publications, 2008.

Tuncay Özkan, Numan Çelebi, Şakir Esnaf, “Comparative Analysis of Multi-Criteria Decision Making Methodologies and Implementation of A Warehouse Location Problem”, Elsevier Ltd., 2011, s. 9774-9776.

Vlachopoulou M., Silleos G., Manthou V., “Geographical Information Systems in Warehouse Site Selection Decisions”, *Int. J. Production Economics*, 2001, s. 205-212.

Yang, Jiaqin; Lee, Huei, “An AHP decision model for facility location selection”, Emerald Group Publishing, Limited, 1997, s 241.

Zvi Drezner, **Facility Location- A survey of Applications and Methods**, Springer Verlag NY Inc. 1995, ss. 298-299

## TEZ ONAY SAYFASI

|                |                                                                                    |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Üniversite     | Galatasaray Üniversitesi                                                           |
| Enstitü        | Sosyal Bilimler Enstitüsü                                                          |
| Adı Soyadı     | Tuğba BARAN                                                                        |
| Tez Başlığı    | AHP Ve 0-1 Hedef Programlama ile Depo Konumlarının Belirlenmesi<br>ve Bir Uygulama |
| Savunma Tarihi | 14.06.2017                                                                         |
| Danışmanı      | Yrd. Doç. Dr .A .Fahri NEGÜS                                                       |

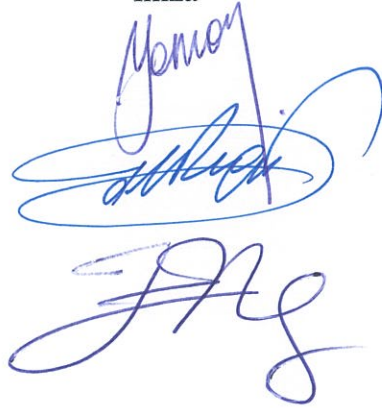
## JÜRİ ÜYELERİ

Ünvanı, Adı, Soyadı  
Prof.Dr.M.Yaman ÖZTEK

Yrd. Doç. Dr. A. Fahri NEGÜS

Doç. Dr. Zehra BOZBAY

İmza



Enstitü Müdürü

Prof. Dr. M. Yaman ÖZTEK

