

**T.C.
HALIÇ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
BANKACILIK VE FİNANS PROGRAMI**

**HAVAYOLU TAŞIMACILIĞINDA MALİYETLERİN
DÜŞÜRÜLMESİNDE ULAŞTIRMA MODELLERİ
TEKNİKLERİNİN KULLANIM VE ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Hazırlayan
Nihan KAYNAR**

**Danışmanı
Yr.Doç.Dr. Mehmet KAHVECİ**

İstanbul-2011

ÖNSÖZ

Havayolu taşımacılığında maliyetlerin düşürülmesinde ulaştırma modelleri teknikleri kullanımı ve analizi isimli araştırmam Haliç Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Bankacılık Finans bölümü yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Bu çalışmanın hazırlanmasında ve yürütülmesinde, her türlü yardım, destek, ilgi ve deneyimleriyle çalışmalarına ışık tutan danışmanım Sayın Yr. Doç. Dr. Mehmet Kahveci'ye teşekkür ederim.

Araştırmam sürecinde bana desteklerini esirgemeyen değerli aileme şükranlarımı sunarım.

İstanbul, 2011

Nihan KAYNAR

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No.
KISALTMALAR LİSTESİ.....	III
ŞEKİL LİSTESİ.....	IV
TABLO LİSTESİ.....	V
ÖZET.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
1. GİRİŞ.....	1
2. HAVAYOLU TAŞIMACILIĞI.....	3
2.1. Taşımacılık.....	3
2.2. Havayolu Taşımacılığı.....	4
2.3. Türkiye’de Havacılığın Tarihsel Gelişimi.....	6
2.4. Şikago Konvensiyonu ve ICAO.....	7
2.5. Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği (IATA).....	8
2.6. Sınıflandırma.....	9
2.6.1. Coğrafi Bölgelere Göre Sınıflandırma.....	9
2.6.2. Taşıyıcı Şirketlere Göre Sınıflandırma.....	9
2.7. Havayolu Taşımacılığının Hukuki Yönü.....	10
2.8. Havayolu Yolcu Taşımacılığı.....	12

2.8.1. Tarifeli Yolcu Taşımacılığı.....	13
2.8.2. Tarifesiz (Charter) Yolcu Taşımacılığı.....	14
2.9. Havayolu Yük Taşımacılığı.....	15
2.9.1. Havayolu Yük Taşımacılığında Yük Tipleri.....	15
2.9.1.1. Özel Yükler.....	15
2.9.1.2. Genel Yükler.....	17
2.10. Havayolu Taşımacılığında Organizasyon.....	18
2.10.1. Taşıt Araçları.....	22
2.10.2. Terminaller.....	24
2.10.2. İşgücü.....	26
3. ULAŞTRIMA MODELLERİ.....	28
3.1. Modelin Matematiksel Formu.....	30
3.2. Ulaştırma Modelinin Matematik Modeli.....	33
3.3. Dengeli ve Dengesiz Ulaştırma Problemleri.....	36
3.4. Ulaştırma Probleminin Çözüm Aşamaları.....	39
3.5. Ulaştırma Algoritması (Çözüm Tekniği).....	42
3.5.1. Başlangıç Çözümünün Belirlenmesi.....	43
3.6. Kuzey Batı Köşesi Yöntemi.....	44
3.7. En Düşük Maliyetli Gözeler Yöntemi.....	46

3.7.1. Genel Yaklaşım.....	47
3.7.2. Satır Yaklaşımı.....	53
3.7.3. Sütun Yaklaşımı.....	54
3.8. Vogel Yaklaşım Yöntemi (VAM Yöntemi).....	55
3.9. Russel'in Yaklaşım Yöntemi (RAM Yöntemi).....	57
3.10. Optimum Çözümün Bulunması.....	64
3.10.1. Atlama Taşı Yöntemi.....	64
3.10.2. Çoğaltan Yöntemi.....	68
3.11. Atama Modeli.....	74
3.11.1. Atama Modelinin Matematiksel Formu.....	75
3.12. Aktarma Modeli.....	77
4. SONUÇ.....	89
ÖZGEÇMİŞ.....	91
KAYNAKLAR.....	92

KISATMALAR

- CAA** : Civil Aviation Authority
- DGR** : Dangerous Goods Regulations
- DHMI** : Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü
- IATA** : International Air Transport Association
- ICAO** : International Civil Aviation Organization
- LAR** : Live Animal Regulation
- NATS** : National Air Traffic Services
- RAM** : Russel'in Yaklaşım Yöntemi
- THY** : Türk Hava Yolları
- TÖSHİD** : Türkiye Özel Sektör Havayolu İşletmeleri Derneği
- VAM** : Vogel Yaklaşım Yöntemi

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No.</u>
Şekil 3.1 : Dört Fabrika ve Beş Depolu Ulaştırma Probleminin Grafik Açıklaması.....	34
Şekil 3.2 : Ulaştırma Modelinin Çözüm Aşamaları	41
Şekil 3.3 : Atama Modelinin Şebeke Gösterimi	77
Şekil 3.4 : Aktarma Problemi	79

TABLO LİSTESİ

Sayfa No.

Tablo 3.1 : Dört Fabrika ve Beş Depolu Ulaştırma Probleminin Ulaştırma Tablosu.....	34
Tablo 3.2 : Güneşyolu Taşımacılık İşlem Merkezleri Tablosu.....	41
Tablo 3.3 : Güneşyolu Taşımacılık Başlangıç Temel Çözümü Tablosu.....	46
Tablo 3.4 : Ayka İşletmesi Veri Tablosu	48
Tablo 3.5 : Ayka İşletmesinin Ulaştırma Tablosu	48
Tablo 3.6 : Ayka İşletmesinin En Düşük Maliyetli Gözeler Yöntemi Tablosu.....	50
Tablo 3.7 : Ayka İşl. En Düşük Maliyetli Gözeler Yöntemine Uygulama Tablosu.....	51
Tablo 3.8 : Ayka İşletmesinin Kuzey Batı Köşesi Uygulama Tablosu	52
Tablo 3.9 : Ayka İşletmesinin Başlangıç Çözümü Tablosu	54
Tablo 3.10: Aba İşletmesinin Ulaştırma Tablosu	59
Tablo 3.11 : Aba İşletmesinin VAM Yöntemine Uygulama Tablosu	60
Tablo 3.12 : Aba İşletmesinin VAM Yöntemiyle Yeni Ceza Takımı.....	60
Tablo 3.13 : Aba İşletmesinin VAM Yöntemine Satır ve Sütun Ceza Tablosu	61
Tablo 3.14 : Aba İşletmesinin VAM Yöntemine Satır ve Sütun Ceza Tablosu	61
Tablo 3.15 : Aba İşletmesinin Başlangıç Çözümü Tablosu	62
Tablo 3.16 : Aba İşletmesinin VAM Yöntemiyle Ulaştırma Tablosu	63
Tablo 3.17 : A, B, C Fabrikalarının Taşıma Maliyetleri Tablosu	66
Tablo 3.18 :Kuzey Batı Köşesi Yöntemiyle Başlangıç Çözümü Tablosu.....	66

Tablo 3.19 : A, B, C Fabrikalarının Taşıma Maliyetleri Tablosu	67
Tablo 3.20 : Vogel Yaklaşım Yöteminin Uygulama Tablosu.....	69
Tablo 3.21 : Başlangıç Çözümü Tablosu.....	70
Tablo 3.22 : Optimum Çözüme Ulaşma Tablosu.....	72
Tablo 3.23 : Ard Şirketinin Birim Taşıma Maliyetleri Tablosu.....	78
Tablo 3.24 : Ard Şirketinin VAM Yöntem Uygulama Tablosu.....	80
Tablo 3.25 : Dengeli Ulaştırma Porblemi Olarak Aktarma Problemini.....	86

GENEL BİLGİLER

Adı ve Soyad : Nihan KAYNAR
Anabilim Dalı : İşletme
Programı : Bankacılık ve Finans
Tez Danışmanı : Yr.Doç. Dr. Mehmet Kahveci
Tez Türü ve Tarihi : Yüksek Lisans – Eylül 2011

HAVAYOLU TAŞIMACILIĞINDA MALİYETLERİN DÜŞÜRÜLMESİNDE ULAŞTIRMA MODELLERİ TEKNİKLERİNİN KULLANIM VE ANALİZİ

ÖZET

Günümüzde artan rekabetin ve hızla ilerleyen teknolojinin etkisiyle firmaların hedefleride pazar paylarını artırmak ve işletme ölçeklerini büyütmektir. Bu artışa paralel olarak ürün dağıtım ağları oldukça genişlemiş olması ulaştırma maliyetlerini şirketlerin gündemine getirmektedir. Taşımacılıkta son yıllarda hızla ilerleyen havayolu taşımacılığı ise hem yolcu hemde kargo taşımacılığında yoğun olarak tercih edilmeye başlanmıştır. Böylelikle, geniş dağıtım ağına sahip şirketler, yapılacak sevkiyatın en verimli şekilde ve düşük maliyetle yapılmasını sağlayabilmek için ulaştırma modelleri tekniklerini kendine özgü algoritmalarıyla ulaşım planı sınırlarını çözümlerini yaratmakta ve bu dağıtımın mümkün olan en düşük maliyetle gerçekleşmesini sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Havayolu Taşımacılığı, Ulaştırma Modelleri.

GENERAL KNOWLEDGE

Name and Surname: Nihan KAYNAR

Field: Business Administration

Program: Banking and Finance

Supervisor: Assoc. Yr.Doç. Dr. Mehmet KAHVECİ

Degree Awarded and Date: Master – Sep. 2011

THE ANALYZE AND THE USAGE OF THE TRANSPORTATION MODELS TECHNICS FOR MAKING COST REDUCTION IN AIR TRANSPORT

ABSTRACT

In today's world, due to heightened competition and the technology which is proceeding at full speed, the companies' aim are to steal market share and expand their business scale. In parallel with this mentioned increase, the transportation costs are being subjects of the companies by reason of extremely expansion of product distribution network.

Air Transport which is growing day by day in transportation's world becomes a fairly preferable transportation type both in cargo transport and Passenger Transport.

The companies, which have a volumed distribution network, for making the shippings with a minimum cost and in an efficient way, improve their own transportation models technics with their own algorithms and provide a way with minimum costs for distribution by using developed system.

Keywords: Air Transportation, Transportation Models.

1. GİRİŞ

Günümüzde, yaşamımızın her anında; insan, toplum, kurum ve kuruluşlar, uluslararası ilişkiler her geçen gün hızla artmakta oluşu, iletişimin ve ulaşımın çok daha önem kazanmasına sebep olmaktadır. 21. yüzyılda hızla gelişen ve ilerleyen teknolojiye paralel olarak her alanda firmalar arasında rekabet oldukça yoğunlaşmıştır. İç ve dış pazarlarda artan bu rekabet koşullarına uyum sağlayabilmek için firmalar doğru stratejilerle ilerlemek zorundadırlar. Bu rekabet ortamında şirketler karlılıklarını korumak ve devamlılıklarını sağlamak için maliyetlerin en aza indirilmesi kaçınılmaz bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu durumda şirketler hem faydayı maksimize etmek hem de maliyetleri en aza indirmek zorundadırlar. İşletmelerin toplam maliyetleri içinde yer alan önemli giderlerden biride ulaştırma maliyetleridir. Maliyetlerin düşürülmesinde dağıtım giderlerinin minimizasyonu bu açıdan şirketler için büyük önem arz etmektedir.

Ulaşımın önem kazandığı bu dönemde, en hızlı ulaşım yolu olan havayolu taşımacılığını ikinci bölümümüzde detaylı bir şekilde ele alacağız. Havayolu Taşımacılığının yapılabilmesi için uygun terminallere, uygun taşıt araçlarına ve uygun üşgücüne ihtiyaç duyulmaktadır. Ve bu ihtiyaçlar diğer taşıma şekillerinden daha maliyetli olmasına karşılık en hızlı olması tercih sebeplerindedir. Bu noktada devreye karar verme süreçleri girmektedir. Havayolu taşımacılığında zamanın ve taşıma maliyetlerinin önemi gözönünde bulundurularak ‘Ulaştırma Modelleri’ kullanılarak en düşük maliyetli taşıma şekline ulaşılabilir.

Ulaştırma modelleri üçüncü bölümümüzde ele alınacak olup, ulaştırma modelleri hakkında genel bilgiler verilmiş, ulaştırma modellerinin çözüm yöntemleri incelenmiştir. Ulaştırma modelleri genel anlamda sadece dağıtım planlaması yapılan problemlerde değil, ay zamanda konu olarak ulaşım ile ilgili olmasada aynı algoritmalarla çözülebilen problemlerde kullanılabilir. Örneğin işçilerin işlere atanması, güzergah kolaylıklar v.b. Böylesine geniş bir yelpazede çözüm olanağı modelin amacı en düşük ulaştırma maliyetini belirlemek ve bu en düşük maliyeti sağlayan dağıtım planını elde etmektir.

Son örneğimiz olan Ar Şirketi'nin dağıtım probleminde, havayolu ile dağıtım işlemlerinde ulaştırma modeli teknikleri uygulanarak en düşük ulaştırma maliyetini sağlayan dağıtım planı belirlenmiş maliyet optimizasyonu sağlanmıştır.

Sonuç bölümünüzde ise son olarak yorumlama ve önerilere yer verilimiştir.

2. HAVAYOLU TAŞIMACILIĞI

2.1. Taşımacılık

Taşımacılık en geniş anlamda; çok sayıda farklı beceri, hizmet ve sistemlerden oluşan kompleks bir sektördür. Taşımacılık sektörünü oluşturan ve birbirinden bağımsız olmayan bu alt dallar değişik uygulamalara sahiptirler ve müşterek amaçları, insanları veya malları buldukları konumdan istenilen başka bir yere ilgili değer karşılığı hareket ettirmek, taşımak ya da götürmek olarak isimlendireceğimiz taşımacılık görevini yerine getirmektir. Bu fonksiyonu icra eden kişiler bütün bu işleri ticari bir iş ortaklığı olarak ele almaktadırlar ve topluma esaslı öneme haiz olan bir hizmet sunmaktadırlar. Bu aşamada taşımacılık ticari bir işlevden çok sosyal bir hizmet olarak öne çıkmaktadır.

Taşımacılık ya da genel anlamda ulaştırma, kendi içinde başlı başına önemli bir hizmet kesimi ve aynı zamanda bir ekonomik faaliyet olması yanında; başta turizm, ticaret, tarım ve sanayi kesimleri olmak üzere bütün kesimlerin itici gücüdür. Turizm kesimini geliştiren en önemli faktörlerden biriside ulaşım imkanlarıdır.

Ulaştırmasız iç ve dış ticaret bahsetmek mümkün değildir. Ulaştırma sektörü, günümüzde yurt içi ve yurt dışı ticarete belirleyici faktörler arasında gösterilmektedir. Malların talep mahallerine süratli ve sağlam olarak intikal ettirilebilmesi, tarım girdilerinin zamanında üretim merkezlerine ulaşması, elde edilen ürünün de pazara zamanında ve istenilen şekilde ulaşması büyük önem arz etmektedir. Ve bu durum dolayısıyladır ki ulaşımın önemi daha iyi anlaşılmaktadır.

Günümüzde gelişmiş ülkeler ulaştırma alt yapılarını mükemmel şekilde tamamlamışlar, maliyetleri düşürmeyi, konforluluğu ve güvenliği ön planda tutan, süratli ve zamanında tasarrufu arttıran faaliyetlerin peşinde koşmaktadırlar.

Gelişmiş taşımacılık koşullarının en önemli etkisi, malların üretim maliyetlerinden olan ulaşım maliyetinin düşmesi olarak görülür. Üretim zinciri, üretilen mal tüketicinin eline ulaşmaya kadar tamamlanmış değildir. Karayolları ve diğer ulaştırma yollarının Amerika Birleşik Devletleri'nde gelişmediği dönemde, kıtaya yeni yerleşmekte olan göçmenler zorunlu ihtiyaç maddeleri için hayli yüksek fiyat ödemek zorunda kalmışlardır. Örneğin 1 cent'lik tuz, ulaşım şartlarından dolayı

6 cent'e satılmakta ve bunun gibi demir de aşırı fiyatlara alıcı bulmakta idi. Örneklerde görüldüğü üzere nakliye imkanları, malın fiyatında belirleyici bir rol oynamaktadır.

Sadece modern ulaştırma alt yapılarının yapılması, modern ulaşım araç ve gereçlerinin temini ya da imali tek başına yeterli değildir. Bütün bunların yanında sektördeki farklı birimler arasında koordineli bir sistem oturtmak ve bunu işletmek şarttır.¹

2.2. Havayolu Taşımacılığı

Taşıma yöntemi doğal yada suni olarak geliştirilmiş bir yöntem olabilir. Doğal yollar deniz ve havayolu taşımacılığıdır ki kullanmak için herhangi bir bakım yada düzenleme gerektirmeler. Her iki taşıma yolu da suni olarak geliştirilebilir.

Havayolu taşımacılığı elbette ki doğal bir yoldur. Bununla beraber taşıma maliyetleri taşınan mal başına oldukça yüksektir. Kargo şirketleri liman ve rıhtım ücretleri ödemektedirler. Uçakların hava limanlarında sürekli bakım, onarım vb. destek ünitelerine sahip olabilmek için ödedikleri ücretlerde taşınan kargonun maliyetinin artmasına yol açmaktadır. Pahalı bir taşıma sistemi olmasına rağmen trafik sıkışıklığı gibi sorunlarla karşılaşılmadan zamanında ve mala zarar vermeden taşıma sağladığından dolayı havayolu taşımacılığı, tıpkı denizyolu taşımacılığı gibi en çok tercih edilen taşıma sistemlerindedir. Elbette her taşıma sisteminde olduğu gibi bu sistemde taşıdığı bazı riskler söz konusudur.

Havayolu taşımacılığında göze çarpan bir diğer nokta da diğer taşıma sistemlerinde kullanılan araçlar gibi istenildiği zaman kullanılan aircraft'ın (uçak, helikopter, balon v.b.) seyrinin durdurulamamasıdır. Uçuş kolektif bir çalışmayı gerektirir ve daima radarlar vasıtasıyla hava kontrolörleri ile irtibat halinde olmak zorundadırlar. Dünyadaki en yoğun hava sahalarından biride İngiltere'nin güneybatısında yer alan ve çeşitli büyüklükte limanlara sahip olan Londra Havalimanı'dır. Buradaki hizmetler UK's Civil Aviation Authority – CAA (İngiliz Havacılık Dairesi) tarafından Ministry of Defence (Savunma Bakanlığı) ile ortak yürütülmektedir. National Air Traffic Services-NATS (Ulusal Hava Trafik Hizmeti) olarak adlandırılan bu kuruluşun görevi hava trafiğini kontrol etmek, güvenli ve emniyetli uçuşlar sağlamak vb.'dir.²

¹ Öztermiyeci, (1990:248)

² Faulks, s.19-20

Günümüzde havayolu sektörü diğer taşıma türlerine göre daha çok daha ilgi görmekte ve bu ilgi gün geçtikçe artmaktadır. Sektör, havayolu taşımacılığının gerçek anlamda başladığı ilk yıllarından bugüne sürekli bir değişim süreci içinde kalmıştır. İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra ülkeler arasında artan bloklaşma ve soğuk savaş zaten var olan sosyoekonomik farklılıkları daha belirgin hale getirmiştir. Ülkeler arasında meydana gelen büyük ekonomik ve politik farklılıklar ve bu ülkeler arasındaki ilişkiler tüm dünyada ki sektörleri etkilediği gibi havayolu sektörünü de etkilemiştir.

Havayolu sektörünün özelliklerinden birisi ulusal ve uluslar arası politikalara karşı aşırı hassas yapıda olmasıdır. Diğer yandan ülkeler havayolu sektörünü hep kendi kontrolleri altında tutmak istemektedirler. Bu nedenle uluslar arası havayolu taşımacılığı ülkelerin kendi politikaları çerçevesinde şekillenmiştir. Bunun en önemli etki ve göstergelerinden birisi ülkelerin yaptıkları ikili anlaşmalarla havayolu işletmelerinin hangi hatlarda operasyon düzenleyeceklerini belirlemiş olmalarıdır. Bu durumda havayolu işletmelerinin pazara ulaşım ve erişim olanakları kendi amaçları, hedefleri, stratejileri doğrultusunda değil ülkelerin çeşitli faktörleri göz önünde tutup belirledikleri politikalar doğrultusunda belirlenmiş olmaktadır.

Havayolu sektörüne getirilen bu kontrollerin, bir ölçüde sektörün işleyiş yapısına zarar verdiği düşünülmektedir. Hükümetler halen ikili anlaşmalarla havayolu işletmeleri arasında ki uçuş sıklığını ve kapasiteyi halen kontrol etmeye devam etmektedirler. Bunun sonucunda ise havayolu işletmelerinin istedikleri hatta serbestçe operasyon düzenlemeleri mümkün olamamaktadır. Ancak diğer sektör işletmeleri fazla bir engelle karşılaşmadan rahatlıkla istedikleri yerde mal ve hizmet üretebilmektedirler.

Küreselleşme ile birlikte tüm işletmelerin iş yapma alanı artmıştır. İşadamları dünyanın diğer bir noktasında yaptıkları iş bağlantısını kaçırmamak için çok hızlı hareket etmeleri gerekmektedir. Değişen bu koşullar karşısında havayolu işletmeleri, müşterilerine küresel bir şekilde hizmet vermek için adeta bir takım çalışmalara girmek zorunda kalmıştır. Diğer yandan havayolu işletmelerinin kendi aralarında birleşme yapmaları ve diğer ülkelerin havayolu işletmelerine sahip olmaları da engellenmektedir. Müşterilerin değişen istek ve ihtiyaçlarını karşılamak zorunda olan havayolu işletmeleri bu durumu aşmak için birbirleriyle bir takım özel anlaşmalar yapmaktadırlar.³

³ www.frmtr.com/siyasal-bilgiler-hukuk/715411-havayolu-tasimaciligi.html

2.3. Türkiye’de Havacılığın Tarihsel Gelişimi

Türklerde havacılık konusunda çalışmalar Osmanlı Döneminde, askeri alanla sınırlı olarak başladı. Daha önceleri kanat takıp yüksek bir yerden atlayarak yapılan uçma denemeleri de olmuştu. Bunlardan en ünlüsü 17. Yüzyılda Hazerfen Ahmed Çelebi’nin denemesidir.

Ahmed Çelebi kanat takarak Galata Kulesi’nden atlamış ve bir söylentiye göre Boğazı aşarak Üsküdar’a ulaşmayı başarmıştır. 1912 Trablusgarp Savaşı’nda İtalyanların karşı saldırısına uğrayan Osmanlılar havacılığın önemini kavrayarak askeri havacılık alanında ilk çalışmaları başlattılar.

Sivil havacılığın başlangıç adımları Cumhuriyet döneminde atıldı. İlk uçuş izni 1925 de İstanbul Ankara arasında uçan Junkers Marke ve Lufthansa şirketlerine verildi. Aynı yıl, daha sonra Türk Hava Kurumu adını alan Türk Teyyare Cemiyeti kuruldu. 1933 de kurulan Hava Yolları Devlet İşletme İdaresi aynı yıl da Havilland modeli altı kişilik uçaklar satın alarak Ankara İstanbul arasında yolcu taşımacılığını başlattı.

Türkiye’de havacılığı yaymak, gençlere sevdirmek, pilot ve paraşütçü yetiştirmek gibi amaçlarla 1935’te Türkkuşu kurulmuştur. Türkkuşu Türk Hava Kurumuna bağlı bir kuruluştur. Genellikle gençlere yönelik çalışmaları arasında, uçak pilotlarının ve planörcülerin yetiştirilmesi, paraşütle atlama ve model uçak yapımı eğitimi vere okullar sayılabilir. Günümüzde Türkkuşu her yıl yaz aylarında Eskişehir’deki gençler için paraşüt ve planör uçuş kursları düzenler. Gene her yıl düzenlediği paraşüt ve model uçak yarışmaları sonucunda kurulan milli takımla uluslar arası yarışmalara katılır. Sivil havacılığın asıl gelişimi II. Dünya Savaşı sonrasına rastlar. Bu dönemde hem uçakların modernleştirilmesine, hem de yeni havalimanlarının yapımına ağırlık verildi. 1949 da Bayındırlık Bakanlığı’na bağlı Hava Meydanları Bürosu kuruldu. Sekiz yıl içinde Atatürk (Yeşilköy), Esenboğa, Adana, Trabzon, Van Havalimanları işletmeye açıldı. 1956’da çıkarılan bir yasayla Devlet Hava Meydanları İşletmesi kurularak, havalimanlarının işletilmesi ve uçuş güvenliğinin sağlanması bu kuruluşa bırakıldı.

II. Dünya Savaşı’nın hemen ardından kurulan Devlet Hava Yolları Umum Müdürlüğü DC3 ve C47 tipi uçaklar satın alındı. Hava filosunun modernleştirilmesiyle, önce Atina, Beyrut, Kahire olmak üzere dış ülkelere uçuşlar

başladı. 1955'te Devlet Hava Yolları yerine Türk Hava Yolları (THY) Anonim Ortaklığı kuruldu.

1970'lerin ortalarında ve özellikle 1980 sonrasında THY'nin yanı sıra özel kuruluşlar da hava taşımacılığı alanına girerek 'charter' ve tarifeli seferlere başlamışlardır.⁴

2.4. Şikago Konvansiyonu ve ICAO

İkinci Dünya Savaşı'nın sona ermesiyle birlikye / Aralık 1944 tarihinde müttefikler ve savaşta tarafsız kalan devletlerden 52 tanesi ABD'nin Şikago kentinde bir araya gelerek, milletler arası havacılığın geliştirilmesi amacıyla bir konvansiyon üzerinde anlaşmaya varmışlardır.⁵

Söz konusu anlaşmanın 43. Maddesi ile esas amaca ulaşılmasına teminen 'Uluslar arası Sivil Havacılık Teşkilatı ICAO'nun kurulması öngörülmüştür. ICAO resmi olarak 4 Nisan 1947'de resmi olarak faaliyete geçmiş ve Kanada Hükümeti'nin daveti üzerine kuruluş merkezi için Montreal seçilmiştir. ICAO'nun giderleri esas olarak toplanan katkı paylarıyla karşılanmaktadır. Bugün itibarıyla ICAO'ya üye olan toplam ülke sayısı 188'e ulaşmıştır.

Şikago Konvansiyonu'nun 44.maddesinde belirtilen ICAO'nun amaçları aşağıda özetlenmiştir:

- Bütün dünyada uluslar arası sivil havacılığın emin ve düzenli gelişmesini sağlamak,
- Barışsever amaçlar için hava araçları gelişimi ve işletilmesini desteklemek,
- Uluslar arası sivil havacılık için hava koridorları, havaalanları ve seyrüsefer kolaylıklarının gelişmesini sağlamak,
- Dünya halkının emin, düzenli ve yeterli ekonomik hava ulaşımına olan ihtiyacını karşılamak,
- Makul olmayan rekabetin ekonomik bakımdan sebep vereceği israfı önlemek,
- Taraf ülke haklarının tam olarak korunması ve ülkelerin her birine uluslar arası havayolu işletmeciliği konusunda uygun imkan sağlanması,

⁴ <http://forum.airportturk.net/f16/turkiyede-havaciligin-gelisimi-11/>

⁵ <http://www.uludagsozluk.com/k/chicago-konvansiyonu/>

- Taraf ülkeler arasında hiçbir fark gözetmemek,
- Uluslar arası hava seyrüseferinde, uçuş emniyetini garanti altına almak,
- Genel olarak uluslar arası Sivil Havacılığa ait tüm konuların gelişimini sağlamaktır.

ICAO'nun dünya çapında 7 bölgesel ofisi mevcut olup, bunlar;

- Asya ve Pasifik Ofisi (Bangkok)
- Doğu ve Güney Afrika Ofisi (Nairobi)
- Avrupa ve Kuzey Atlantik Ofisi (Paris)
- Orta Doğu Ofisi (Kahire)
- Kuzey Amerika, Orta Amerika ve Karaipler Ofisi (Meksika)
- Güney Amerika Ofisi (Lima)
- Batı ve Orta Afrika Ofisi (Dakar)

Türkiye Paris'te bulunan Avrupa ve Kuzey Atlantik Ofisi kapsamında yer almaktadır.⁶

2.5. Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği (IATA)

1945 yılında Şikago Konvansiyonundan sonra Havana'da havayolları temsilcileri arasında yapılan bir antlaşma ile kurulmuştur. Kısaca IATA denilen bu kuruluşun, üyesi bir ülkenin tarifeli hava trafiği yapmaya yetkili her şirketinin üyeliğine açıktır. Havayolları için IATA, şirketlerin kendi kaynakları ile çözüm bulamayacağı problemlere müşterek hal yolu bulan bir araçtır

Çalışma alanları ;

1. Ücret ve tarifelerin tespiti
2. Taşıma şartlarının tespiti
3. Sefer programlarının tespiti
4. Konferanslar tertip etmektir.

⁶ Faulks, s.111

2.6.Sınıflandırma

2.6.1. Coğrafi Bölgelere Göre Sınıflandırma

Havayolu taşımacılığını coğrafi bölgelere göre 3 kısma ayırmak mümkündür:

1. Kıtalararası havayolu organizasyonu
2. Uluslar arası havayolu organizasyonu
3. Ülke içi havayolu organizasyonu

Genel havayolları işletmeciliği kuralları içerisinde, ülkemizin ulusal bayrak taşıyıcısı olan Türk Hava Yolları Anonim Ortaklığı; gerek kıtalararası gerekse yurtiçi taşıyıcı olarak iyi bir örnek teşkil edilmektedir. Havayolu işletmeciliğinde organizasyon yapı özet olarak sunulan amaçlara hizmet etmek üzere oluşturulur:

1. İşletmenin tanımlanmış hedeflerine ulaşması
2. Müşteri servisi
3. Emniyetli ve etkin işletmenin sürdürülmesi
4. Çalışanların denetim ve motivasyonu

2.6.2. Taşıyıcı Şirketlere Göre Sınıflandırma

Havayolu taşımacılığını taşıyıcı şirketlere göre sınıflandırma yoluna gidersek taşıyıcıları yine 3 alt başlıkta inceleyebiliriz:

1. Özel havayolları
2. Anlaşmalı havayolları
3. Yaygın tarifeli havayolları⁷

Kısa adı TÖSHİD olan Türkiye Özel Sektör Havayolu İşletmeleri Derneği'nin üye sayısı 13'e yükselirken, uçak sayısı 23'ü kargo olmak üzere 152'ye koltuk kapasitesi ise 25.646 'ya ulaşmıştır.

TÖSHİD'e üye olan özel havayolu şirketlerinden Onur Air 28 uçak, 5585 koltuk kapasitesi ile ilk sırada yer alırken, onu aynı uçak sayısı ile ama 5076 koltuk kapasitesi ile ikinci sırada Pegasus izliyor.

⁷ Öztermiyeci(1990-248)

TÖSHİD'e üye yolcu taşımacılığı yapan 10 havayolu şirketinin toplam uçak sayısı 129, bu uçaklarda ki toplam koltuk kapasitesi ise 24.728, TÖSHİD'e üye toplam 13 özel havayolu şirketinin 3'ü ise kargo taşımacılığı yapmaktadır. TÖSHİD'in kargocu havayolu şirketi üyeleri arasında ilk sırada 11 uçağı ile MNG geliyor. Diğer iki üye ACT ve ULS'nin 6'şar uçağı bulunuyor.⁸

2.7.Havayolu Taşımacılığının Hukuki Yönü

Ülkemizde havayolu taşımacılığının, Türk Hukuk Sistemi içerisinde ki yerine bakmamız, havayolu taşımacılığımızın yapılaşmasını anlayabilmemiz açısından önem taşımaktadır.

Türkiye'ye ve Türkiye'den dışarıya sefer yapan her havayolunun tarife dönemlerinde hazırladıkları tarifeler, Ulaştırma Bakanlığı Sivil Havacılık Dairesi Başkanlığı'nca onaylanır. Söz konusu havayollarının trafik haklarına, ilgili daire tarafından sınırlamalar konur. Bu tarifeler, pazarlama müdürlüğünce 'Türkiye'ye sefer yapan havayollarının tarifeleri ve trafik yönünden durumları' başlığı altında bütün ilgili müdürlüklere duyurulur. Türk Hava Yolları, kendi menfaatlerini korumak bakımından, söz konusu sınırlamalar üzerinde titizlikle durmaktadır.

Taşıyıcının ücret tarifelerinde ve taşıma şartlarında aksine bir hüküm yoksa, Varşova Konvansiyonu'nun uygulanmadığı taşımalarda, gönderen tarafından önceden daha yüksek bir değer bildirilmedikçe ve ek ücret ödenmedikçe, taşıyıcının sorumluluğu; kaybolan, hasara uğrayan veya geciken yükün her bir kg.'ı için 20 USD 'ı ya da karşılığı olan meblağı aşamaz. Gönderilen bir parçanın kaybolması, hasara uğraması veya gecikmesi durumunda, taşıyıcının sorumluluk sınırının saptanması için, yalnızca kaybolan, hasara uğrayan ya da geciken parça veya parçaların ağırlığı esas alınır. Sorumluluğun kaldırılmasına veya sınırlandırılmasına ilişkin olarak, taşıyıcıya uygulanabilecek tüm kurallar, taşıyıcının acenteleri, personeli ve temsilcilerine ve taşıyıcı tarafından taşınma için uçağı kullanılan herhangi bir kişiye ve onun acenteleri personeli ve temsilcilerine uygulanır, bu kişilerde bu kurallardan yararlanır.

Sözleşmelerde kullanılan 'taşıyıcı' kavramı sözleşme uyarınca yükü taşıyan veya taşımayı yüklenen veya taşımayla ilgili diğer tüm hizmetleri yapan tüm hava taşıyıcıları anlamına gelir. Varşova Konvansiyonu 12 Ekim 1929'da Varşova'da

⁸ <http://www.siwap.net/haber/3817-havayollari-ozel-havayollarini-kapasitelerini-toshid-acikladi.html>

imzalanan Uluslararası Hava Taşımaya ilişkin bazı kuralların birleştirilmesi hakkında konvansiyon veya bu konvansiyonu değiştiren 28 Eylül 1955 tarihli Lahey Protokolü anlamına gelir ve hangisi uygulanabilirse onun kuralları geçerlidir. Taşıyıcının düzenli servislerinin bulunduğu büro ve havaalanlarında görülebilecek olan bu sözleşmenin bir parçasını oluşturan yürürlükte ki taşıyıcı ücret ve tarifelerine, taşıma kural ve şartlarına, yönetmeliklerine (kalkış-varış saatleri hariç) uçuş tarifelerine bağlıdır.

Gönderenin yazılı muvafakatı olmaksızın taşıyıcının alıcıya taşıma ücretinin ödenmesinde süre tanımış olması durumu dışında, gönderen taşıyıcının alıcıya taşıma şartlarına ve ilgili kurallarına, yürürlükte ki yasalara hükümet karar verir, emir ve talimatlarına uygun olarak ödenmesi gereken tüm taşıma ücret ve giderlerini ödemeyi garanti eder. Yükün varışı; alıcıya veya sözleşmenin ön yüzünde ödeme yapacak kişi olarak görünen merciye derhal bildirilecektir. Yük varış yerine ulaştığında, yükün varış yeine ulaşmadan önce gönderen tarafından verilecek diğer talimatların kabulü şartıyla, yük alıcıya teslim edilir. Teslim onun talimatına göre yapılır, eğer alıcı yükü kabul etmezse veya kendisi ile bağlantı kurulamazsa, teslim işlemi gönderenin talimatı uyarınca yapılacaktır.

Yükü teslim etmeye yetkili kişi aşağıda belirtilen hallerden ve sürelerden taşıyıcıya yazılı olarak başvurmak zorundadır:

- 1- Yükün görülebilir şekilde hasara uğraması durumunda, durumun anlaşılmasından hemen sonra, teslim anından itibaren 14 gün içinde;
- 2- Gecikmede; yükün, teslim almaya yetkili kişinin emrine hazır duruma gelmesinden 21 gün içinde;
- 3- Yükün teslim edilmemesi durumunda, hava yük senedinin tanzim edildiği tarihten itibaren 120 gün içinde.

Yükün varış yerine ulaştığı, uçağın varmış olması gerektiği veya taşımının durmuş olduğu tarihten itibaren iki yıl içinde dava açılmadığı takdirde, taşıyıcıya karşı ileri sürülebilecek her türlü zarar tanzimi hakkı düşer.

Taşıyıcı, sigortayı üstleniyorsa ve sigortada isteniyorsa gerekli prim ödenerek bu hususun hava yük senedinin ön yüzüne kaydedilmesi şartıyla hava yük senedi ile teminat aylına olan eşya; sözleşmenin yüzünde miktarı belirtildiği gibi talep edilen

miktar kadar bir abonman poliçesi altına alınmış olur.

Gönderen yükün ambalajlanmasına, taşınmasına ve teslimine ilişkin tüm kurallar dahil olmak üzere çıkış, varış, transit ülkeler ile üzerinden uçulan ülkelerin yürürlükteki yasalarına ve hükümet uygulamalarına uymak, gerekli tüm bilgileri sağlamak, belirtilen yasa ve kararların gerektirdiği tüm bilgileri hava yük senedine eklemek zorundadır. Gönderenin bu hükme uymaması sebebiyle meydana gelebilecek zarar ve harcamalardan dolayı gönderene karşı gönderene karşı sorumlu değildir. Taşıyıcının hiçbir acentesi personeli veya temsilcisi sözleşmenin hiç bir hükmünü değiştirmeye veya kaldırmaya yetkili değildir.

Türkiye’de malların hava kargosunda taşınması sırasında gümrükleme işlemlerini bizzat ithalatçı ve ihracatçı takip edebileceği gibi bu işlemleri Maliye Bakanlığı yetkililerince de (gümrük komisyoncuları) yapılmaktadır. Taşınması istenen malların çıkışından önce yapılması gereken işlemler acenteler kanalıyla gerçekleştirilir. Acenteler, malı gönderen ihracatçılar veya malı alan ithalatçılar arasında köprü görevi üstlenmişlerdir. Gümrüklere ve havayollarına karşı, ihracatçı ve ithalatçının sözcüsü olarak hareket eden acenteler, eğer IATA’nın üyesi iseler, havayollarındaki kanuni temsilciler olarak, her türlü işlemi yapmaya da yetkilidirler. Havayollarına ulaştırdıkları yüklerin navlun tutarlarının %5 ‘i oranında kanuni komisyon alırlar. ABD ve Avrupa ülkelerinde uygulanmakta olan başka bir sistem ile acenteler ellerinde ki yükleri konsolide ederek, taşıma paylarını buna bağlı olarak karlarını da artırma yoluna gitmişleridir. Ülkemizde 1988 yılında yayınlanan bir genelge ile konsolide taşımacılığa izin vermiştir. Bu gelişmelerin bir sonucu olarak, acentelerin dünya havayolu taşımacılığındaki yerleri önemli bir noktaya ulaşmıştır.⁹

2.8. Havayolu Yolcu Taşımacılığı

Havayolu yolcu taşımacılığında taşımalar tarifeli ve tarifesiz olmak üzere iki başlık altında ele alınmaktadır. Bu taşımaların genel özelliklerine aşağıda yer verilmektedir.

⁹ Öztermiyeci (1990-248)

2.8.1.Tarifeli Yolcu Taşımacılığı

Havayolu yolcu taşımacılığı yapan işletmeler yılın belirli dönemlerinde(genellikle yaz ve kış olmak üzere yılda iki defa) tarife ilan ederler. İlan edilen bu tarifelerde işletmeler, yılın hangi döneminde, ayın hangi günlerde, hangi noktalar arasında ve hangi frekansla uçuş yapacaklarını kamuoyuna bildirirler. Havayolunun faaliyet gösterdiği coğrafyayı kapsayan uçuş ağı ve bu ağındaki uçuş noktalarına yapılan seferlerin yoğunluğu bir havayolunun değerlendirilmesinde önde gelen kriterlerden biridir. İşletme açısından bir uçuş noktasına düzenli bir şekilde uçuyor olmak demek o uçuş noktası için düzenli bir pazar payına sahip olmak anlamına gelmektedir. Bu nedenle, ne kadar çok noktaya, ne kadar çok sayıda sefer yapılırsa, havayolunun pazarda o denli tercih edilen bir havayolu olduğu söylenebilir.

Havayolu taşımacılığının taşıma modu olarak tercih edilmesinin önde gelen faktörlerinden biri ulaşım süresince geçecek zamanın minimize edilmek istenmesidir. Bu nedenle ister yolcu, ister yük taşımacılığında olsun müşteriler normal taşıma bedelinin üzerinde bir ücret ödemeyi kabul edebilirler. Fiyat (gelir) bakımından havayolu taşıyıcıları açısından bir avantaj olarak görülebilecek bu durum, taşıyıcı önemli bir sorumluluk altına sokmaktadır. Bu sorumluluk, ulaşımında havayolunu tercih edenlerin zaman faydası talebini karşılamak, dolayısıyla zamanında kalkış yapmaktır. Bu noktada önemli olan tarifede ilan edilen saatlerde, gecikme ya da iptal olmaksızın uçabilmektir. Özellikle gecikmelerin önlenmesi ya da mümkün olan en alt düzeye indirgenmesi, yalnızca havayolu taşıyıcısının operasyonel performansına bağlı değildir. Yer hizmetleri başta olmak üzere havalimanında uçuş hizmetlerinin verilmesinden sorumlu olan kişi ve kurumlarla koordineli bir çalışma yapmak, bu kişi ve kurumlarla ilişkileri yönetmek bir havayolu taşıyıcısının başarısının en temel kriteri olan tarifeye sadık kalarak zamanında kalkışı sağlamak adına oldukça önemlidir.

Uçuş tarifelerinin hazırlanmasında uçuş emniyeti, hizmet kalitesi, verimlilik ve ekonomiklik kriterleri göz önünde bulundurulmaktadır. Bu kriterlerden şüphesiz en öncelikli olanı uçuş emniyetidir. Uçuş emniyeti açısından ulusal ve uluslar arası yasal düzenlemeler çerçevesinde uçaklara ilişkin bakımların yapılması, uçucu ekiplerin görev ve dinlenme süreleri ve güvenlik gibi pek çok konuda kısıtlama ve standartlar yer almaktadır. Özellikle uçaklarla ilgili uyulması zorunlu bakım kurallarının tarife oluşturulurken göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Havayolu taşımacılığında bir hizmet üretimi söz konusu olduğundan hizmetin kalitesi bir şekilde sunumunun zorunluluklar yerine getirilirken göz ardı edilmemesi gereken bir unsur ise işletmelerin ilkelerine bağlı kalınması gerekliliğidir.

2.8.2.Tarifesiz (Charter) Yolcu Taşımacılığı

Havayolu yolcu taşıyıcılarının kamuoyuna ilan ettikleri tarifelerinin haricinde de belirli dönemlerde (turizm sezonu, hacı taşımacılığı gibi) artan talepleri karşılamak üzere ek seferler yapabilecekleri gibi, talebin yoğun olduğu noktalar arasında düzenli bir tarifeyle bağlı olmaksızın seferler yapmaları söz konusu olabilir. Bazı havayolu taşıyıcıları tarifesiz seferleri, tarifeli seferlerinin yanında yürütebildikleri gibi bazı havayolu taşıyıcıları da yalnızca tarifesiz seferler yapma yoluyla havayolu yolcu taşımacılığı sektöründe faaliyet göstermektedir. Havayolu yolcu taşımacılığındaki pek çok terim gibi 'charter' terimi de yabancı kaynaklı bir terimdir. Charter taşımacılıkla ifade edilen tarifesiz yolcu taşımacılığıdır. Türkçe kavramların dilimize yerleşmesi ve kavram bütünlüğü yaratılması amacıyla tezin bundan sonraki bölümlerinde charter taşımacılığı yerine 'tarifesiz yolcu taşımacılığı' ifadesi kullanılmıştır.

Tarifesiz taşımalarda süreklilik olmayışı bir dezavantaj olmakla birlikte seferin karşılanmayı bekleyen bir talep üzerine sunulmuş olması nedeniyle doluluk oranının oldukça yüksek olması bir avantaj olarak karşımıza çıkmaktadır. Tarifeli seferler, gerçekleşen talebe bakılmaksızın belirli gün ve saatte yapılmak zorunda olduğu için talebin düşük olduğu gün ve saatlerde birim maliyetlerin karşılanamaması söz konusudur. Oysa tarifesiz seferler talebin yoğunluğu nedeniyle oluşan seferler oldukları için bu seferlerin yüksek doluluk oranları birim maliyetlerin karşılanmasına ve karlılığın artmasına yol açmaktadır. Bu durum da tarifesiz yolcu taşımacılığı için bir avantaj olarak kabul edilebilir.

Tarifeli yolcu taşımacılığında pazarlamaya ilişkin ticari faaliyet orta vadede düzenli talebin önceden doğru tespiti yoluyla doğru uçuş noktalarına ilişkin doğru uçuş sayılarının belirlenmesi iken tarifesiz yolcu taşımacılığında pazarlama faaliyeti kısa vadede optimizasyonu sağlamaya yöneliktir.

Tarifesiz yolcu taşımacılığı turistik ve işçi olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Turistik tarifesiz uçuşlar, otel,yemek v.b. masrafların da dahil olduğu önceden düzenlenmiş, bir ya da birden fazla seyahat acentesi ile uçağın tamamını kapsayan kira sözleşmesine dayanarak, gidiş-geliş esaslı çerçevesinde rezervasyon yapmış yolcuların taşıdığı uçuşlardır. Bu uçuşlarda tek yönlü bilet ile yolcu taşınmaktadır.

Avrupa'daki tarifesiz havayolu taşımacılığı faaliyetleri incelendiğinde son yirmi yılda pek çok tarifesiz havayolu taşımacılığı yapan işletmenin dikey entegrasyona giderek; tur operatörü, seyahat acentesi, konaklama tesisi ve yer hizmetleri kuruluşlarını bünyelerine kattıkları görülmektedir. Böylelikle müşteriye

sunulan hizmetlerin standart bir kalitede olmasının sağlanması ve hizmet organizasyonunun da daha kolaylaşması hedeflenmiştir.

Tarifesiz işçi uçuşları ise bir ya da birden fazla seyahat acentesi ile uçağın tamamını kapsamak üzere yapılan bir kira sözleşmesine dayanarak Türk işçilerin yurtdışına gidiş-gelişlerini sağlamak amacıyla yapılır. Bu uçuşlardan yararlanacak işçilerde konsolosluklar tarafından düzenlenmiş yabancı ülkede ikamet belgesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tür uçuşlar iki ülke tarafından karşılıklılık esasına göre düzenlenir ve üçüncü bir ülkenin taşıyıcısına bu hak tanınmamaktadır.¹⁰

2.9. Havayolu Yük Taşımacılığı

2.9.1.Havayolu Yük Taşımacılığında Yük Tipleri

2.9.1.1. Özel Yükler

Özel yükler, taşıdıkları yüklerin özelliklerine göre değişik taşıma koşulları ve yükleme-boşaltma prosedürleri vardır. Tehlikeli maddeler, bozulabilir ürünler, canlı hayvan, ıslak yünler, ağır yükler ile diğer özel yük tiplerine ilişkin açıklamalar aşağıda belirtilmektedir.¹¹

Özel yüklerin başında ‘tehlikeli maddeler’ gelmektedir. Tehlikeli maddeler özelliklerinden dolayı diğer yolcu ve/veya diğer yüklerin güvenlikleri açısından risk oluşturan maddelerdir. Bunlar; yanıcı, parlayıcı, patlayıcı maddeler ile zehirli maddelerdir. Bunların yanı sıra, kimyasal reaksiyona giren maddeler, temas halinde zarar veren maddeler, gaz ya da radyoaktivite içeren maddeler de tehlikeli maddeler kapsamına girer. Tehlikeli madde kapsamına giren yüklerin nakliyesi IATA – DGR (Dangerous Goods Regulations – Tehlikeli Madde Düzenlemeleri) düzenlemelerine göre gerçekleştirilir.

Canlı hayvanların havayolu ile taşınması da özel yükler kapsamında ele alınmaktadır. Havayolu ile taşınacak canlı hayvanlar IATA – LAR (Live Animal Regulation – Canlı Hayvan Düzenlemeleri) düzenlemelerine göre taşınırlar. Canlı hayvanların taşındığı özel kutuların üzerinde bir dizi etiket yer almak durumundadır. Kutunun içinde canlı hayvan taşındığına dair etiketin yanı sıra, kutunun hangi yüzünün yukarıda kalması gerektiğini belirten yön etiketi ve kutu içinde taşınan

¹⁰ Karagülle (2007-2502030046)

¹¹ Türk Hava Yolları A.O.,Ground Operations Manual(GOM),Rev.03,Aralık 2005,‘Özel Kargolar’, Bölüm7.5

hayvanın sağlığını koruyabilmesi için gerekli olan ısı düzeyinin belirtildiği sıcaklık uyarı etiketi kutu üzerinde yer almaktadır. Pek çok ülke kendi sınırları içersinde ki hayvan nesillerinin sağlığını korumak, türlerinin bozulmadan devamını sağlamak amacıyla ülke sınırları içersine yabancı ülkelerden hayvan girişini kısıtlamakta ya da bir dizi ek önlemler olarak sıkı bir şekilde kontrol etmektedir. Bunun bir sonucu olarak, canlı hayvanın türü ve kökenine ilişkin sertifika ile sağlık raporu özellikle üzerinde durulan ve eksik olmaları halinde canlı hayvan yükünün ülke içine alınmamasına neden olan belgedir. Havayoluyla nakledilecek hayvanların yükleme boşaltılma ve taşınmaları sırasında uzman kişilerce nezaret edilmesi ve hayvanın özelliklerine göre değişiklik gösteren diğer gereksinimlerinin (yem v.b) sağlanmış olması gerekmektedir.

Havayolu yük taşımacılığında bir diğer özel yük türü ‘bozulabilir ürünler’dir. Bozulabilir rnler, ısı basınç ve gecikme sonucu bozulma ihtimali olan ürünlerdir.

Genellikle gıda maddeleri bu kapsama girmektedir. Belirtilen rnlerin havayolu ile taşınmasında öncelikli kural taşınacak yüklerin gidilecek ülkeye girişi önünde yasal bir engel olmamasıdır. Ayrıca havayolu şirketlerinin de bu ürünün taşınmasına ilişkin bir yasaklaması olmaması gerekmektedir. Bu rnler sağlıklarını koruyacak şekilde ambalajlanmış olmalı, taşıma aracında, yükleme ve boşaltma aşamalarında gerekliyse soğutma v.b gibi donanımlar hazır bulundurulmalıdır. Bunların yanı sıra, taşınan ürünlerin bozulmalarına neden olacak her türlü durum göz önüne alınmalı böylelikle önce yükün kendisinin sonra da beraberindeki diğer yüklerin güvenliği açısından risk oluşturmamalıdır.

Özel yükler kapsamında taşınan bir diğer yük grubu ise ‘ıslak ynler’dir. Sıvı ihtiva eden ancak tehlikeli maddeler düzenlemeleri kapsamına girmeyen ynler, ıslak ynler olarak nitelendirilmektedir. Islak yükleri taşıyacak olan kaplar sıvı taşınmasına uygun nitelikte ve ambalaj, içindeki, sıvıların dökülmesini/sızmasını engelleyecek şekilde olmalıdır. Canlı hayvan kutularına benze şekilde ıslak yönleri taşıyan kaplar için de yn etiketi bulundurulması gerekmektedir. Parça başı ağırlığı 150 kilogramı geçen yükler, havayolu yük taşımacılığında ‘ağır yükler’ kapsamında değerlendirilir. Ağır yükler de özel yük türleri arasında yer almaktadır. Bu tip yüklere örnek olarak uçak motoru, otomobil, makine ya da makine parçaları gösterilebilir. Bu yükler uçağa yüklenirken ambalajın sağlımlığına ve yükün sabitlenmesine özellikle dikkat edilmelidir. Ayrıca bu tip yükler uçağın dengesini bozmayacak şekilde uçağa yerleştirilmelidir. Ağır yüklerin ağırlık merkezi yükleme esnasında dikkate alınacak şekilde açıkça belirtilmiş olmalıdır. Yığma kompartımanına yükleme söz konusu ise uçağı taban eker limitlerini aşmamak için destek kullanılmalıdır. Uçağın tabanına temas eden kısımlar zemine uygun değilse forklift v.b. gibi gerekli teçhizatla

taşınacak şekilde tahta palet üzerine konulmalıdır. Yükün niteliğine bağlı olarak belirli yerlerden tutulup kaldırılması gerekiyorsa bu yerler açıkça belirtilmelidir. Ağır yüklerin taşınmasında havayolu seçeneği tercih edilecekse kalkış ve varış terminalerinde bu yüklerin yüklenmesi ve boşaltılmasında kullanılacak araç gerecin varlığından emin olunmalıdır. Bunların yanında ağır yüklerde de eğer gerekiyorsa yön etiketi bulundurulmalı ya da taşınan yükün özelliğine ilişkin ek uyarılar varsa bunlar da açık şekilde belirtilmelidir.

Yukarıda sayılan özel yük türlerinin yanı sıra kıymetli yükler, diplomatik yükler ve cenazelerin taşınması diğer özel yük taşımalarını oluşturur. Bir kilogramın değeri 1000 Amerikan Doları ve üstünde olan yükler ile altın, elmas gibi kıymetler, bunların yanı sıra para ve hisse senetleri taşınması ‘kıymetli yükler’ taşımacılığı başlığı altında ele alınır. Hükümetler ve hükümetlerin yabancı ülkelerdeki temsilcilikleri arasında taşınan yüklere ‘diplomatik yük’ adı verilmektedir. Ayrıca cenazelerin taşınmasında çinko, kurşun veya tahta olmak üzere sağlam malzemeden yapılmış tabutların üzerlerinin çuval ya da kanvas ile örtülmeleri, eğer cenaze ilaçlanmış ise ilaçlandığına ilişkin belgenin diğer belgelerle birlikte bulundurulması gerekmektedir.

2.9.1.2. Genel Yükler

Taşınmasında özel bir hizmet ya da depolama gerektirmeyen, yukarıda belirtilen özel yük tiplerinden herhangi birinin kapsamına girmeyen kuru ve temiz yüklere ‘genel yük’ adı verilmektedir. Bu tip yüklerin taşınmasında özellikle uçak içinde yerleştirilmesiyle ilgili özel prosedürler olmadığı için uçakların kargo bölümlerinin kapasite bilgilerine hakim olunması ile birim yük gereçlerinin taşıma ve yerleşim kapasiteleri hakkında bilgili olunması öncelikli olarak gerekmektedir. Bu tür yükler, uçakların kargo bölümlerine, uçuş güvenliğini tehlikeye atmayacak şekilde, kapasiteyi maksimum kullanma esasına göre yerleştirilir.¹²

2.10. Havayolu Taşımacılığında Organizasyon

Bir havayolu işletmesini temel organizasyon kurallarından soyutlamak mümkün değildir. Her işletmede olduğu gibi, havayolu organizasyonunun da temel örgüt öğelerinin varlığı açıkça görülür:

¹² Karagülle (2007-2502030046)

- a- Amaç ve amaçlar
- b- Görevler
- c- Görev dağılımı
- d- Birimler arası eşgüdüm
- e- Hedefe ulaşmayı sağlayan süreçler
 - 1- Karar verme
 - 2- Haberleşme
 - 3- Halkla ilişkiler
 - 4- Ödüllendirme ve cezalandırma
 - 5- Denetleme
- f- Personel sistemi
- g- Kaynaklar

Kurumlar belli amaçlar gerçekleştirmek için kurulurlar. Yönetim organının temel amacı, kurumun amaçlarını gerçekleştirmek olduğuna göre, burada kurumun amaçlarının aynı olduğunu varsayıyoruz. Söz konusu amaçlar hem çok çeşitli, hem de devamlı gelişime halinde olabileceğinden, bunların yönetim biçim ve türünü belirlemeleri zordur. Bununla beraber, belli süreler için amaçların yönetim biçimini belirledikleri varsayılır.

Her kurumun yaşaması ve gelişmesi için, gelirinin giderinden fazla olması gerekir. Gelir fazlası sağlayamayan bir kurumun varlığını sürdürebilmesi için, kendi dışından bir kaynağın desteğine ihtiyacı vardır. Kendi ayakları üzerinde durabilmek için sağlanması zorunlu bulunan bu gelir fazlasını (kar, kazanç, net gelir) elde etmek için, kurumun üretken çalışması yani her türlü faaliyetini en az harcama ile başarması gerekir. Bu da ekonomik yönetim kurallarının uygulanması sonucu sağlanır. Ekonomik yönetim türünün meydana gelmesi için; kurumun kamu ya da özel kişilere ait olup olmaması önemli değildir. Önemli olan, bir gelir fazlası sağlama amacına hangi ölçüde değer verildiğidir. Nitekim İktisadi Devlet Kuruluşları, bazı istisnalar dışında karı birincil amaç kabul etmişlerdir.

Büyük ya da küçük bir kurumu yönetme yetkisi, en yüksek yönetim organına aittir. Ancak burada akla ilk gelen soru; bu organın yönetim yetkisini hangi kaynaktan aldığıdır. Öte yandan, kurum ve işletmelerin yönetimi mevcut çevrenin politik, ekonomik, toplumsal ve ideolojik koşulların etkisi altında olmakla beraber, yöneticilerin kişiliklerine de sıkı sıkıya bağlıdır. Şunu da belirtelim ki; verimlilik, verimlilik ve hizmet ilkelerinin bilinçli olarak egemen olduğu ekonomik yönetim biçiminde; dikta ve despotluk yöntemlerinin başarı sağlaması olanaksızdır.¹³

¹³ Tosun.,s.346-347

Yönetim yetkisi bir kurumun tümünü kapsıyor, genel veya yüksek yönetimde, yalnız bir kısmını (şube, bölüm, servis vb.) kapsıyorsa, kısmi veya departmantal yönetimde yönetimden bahsedilir. İşletmelerde yürütülen çalışmalar, birbirlerine benzerlikleri yönünden gruplandırıldıklarında fonksiyonel departmanlaşma adı verilen sistemden bahsedilir. Teori, Üretim, Pazarlama, Finans, Personel, Muhasebe, Dış ilişkiler gibi faaliyet ve iş gruplarını başarmak üzere oluşturulan bu departmanların başında bulunan yöneticilerin yetkileri, bölümlerinin sınırları içinde kalmaktadır. Buna karşın bir genel müdürün, bir yönetim kurulu ya da genel kurul başkanının yetkisi, kurumun tümünü kapsamaktadır.

İşletmenin yaşaması ve gelişmesi, kuşkusuz her şeyden önce, ürettiği mal ve hizmeti doyurucu bir fiyatla satmasına, bu ise içinde bulunduğu sektördeki arz ve talebe bağlıdır. Şu halde her kuruluşun çalışma konusuna ait piyasa durumu işletmeyi büyük ölçüde etkileyecektir. Bu etkinin sakıncalı yönlerinden korunmaya, avantajlı yönlerinden yararlanmaya çalışmak, her yönetimin başta gelen işlevlerindedir. Bu işlevin gereği gibi başarılması sonucunda, işletmenin piyasa uyumu sağlanmış olur.

Teknolojik gelişme ve değişmelerden meydana gelen ekonomik dalgalanmalar, üretim araç ve yöntemleriyle üretilen mal ve hizmetlerin ortaya çıkması olanaklarını meydana getiren teknolojik gelişmelere uymak, işletmecilikte yaşamsal önem taşıyan bir olaydır.

Havayolu taşımacılığının kargo kısmında, işletmelerin karşısına çıkan bazı önemli sorunlar vardır. Bunların başlıcalarını ele almak gerekirse;

Rezervasyon : Burada ki kargo rezervasyonu yolcu rezervasyonu ile herhangi bir fark göstermez. Nakliyat için izin verilen süre bir uçaktan diğerine veya bir taşımacı servisinden diğerine yapılan nakliyatı baz almaktadır. Taşımacılık sırasında rezervasyonların yaptırılması istenmektedir. Araya gönderici firma veya müşterilerin girmesi acentaların önemini ortadan kaldırdığından, böyle bir uygulama kabul görmez. Bu da havayolu şirketlerine ulaşmada ki prosedürlerin uzamasına yol açar . Ancak nadir de olsa bu tip uygulamalar yapılmaktadır.

Teknik eleman yetersizliği : Çok eski bir maziye sahip olmayan ve yaygın olarak personel yetiştiren bir kaynağı olmayan havayolu sektörü, yetişmiş personel bulmakta güçlük çekmektedir. Sektörde çalışan az sayıda personel ise transferler yoluyla çok yüksek ücretlere firma değiştirebilmekte ve bu da direkt olarak maliyetlere yansımakta ve uzun süreli bir organizasyon yapısının korunmasına imkan tanımayabilmektedir.

Havaalanlarının Kapasite ve Kaliteleri : Kuşkusuz, havayolu kargo taşımacılığı, havayolu şirketlerinin olmasını gerektirdiği gibi, hava limanlarının olmasını da gerekli kılar. Her hava aracının rotası, mutlaka bir havaalanına göre çizilmiştir ve tehlike durumlarında uçağın acil iniş yapabileceği bir yerin bu rotada olması gerekir. Bu zorunluluk, havayolu taşımacılığının yaygın kullanımını etkiler ve sınırlar. Havaalanları askeri olanlar hariç; kargo ve genel amaçlılar olarak iki kısma ayrılabilir. Genel amaçlı havaalanlarının kullanım alanlarının genişliğine karşın yük taşıma potansiyelleri çok daha düşüktür. Dünya üzerinde ki havaalanlarının %92'si genel amaçlı havaalanlarıdır. Bu durum, havayolu ulaşımının daha ziyade yolcu taşımacılığı olarak kabul edildiğini göstermektedir. Havayolu şirketleri de ister istemez bundan etkilenip, organizasyon yapılarını yolcu taşımacılığı olarak düzenlemektedirler. Havayolu sektöründe de faaliyet gösterse, tüm diğer işletmeler gibi kar amacı güden bu şirketler, sadece bu yüzden çok daha az kaynak sağlayan ve uğraşısı daha zor olan yolcu taşımacılığına daha önem vermektedir. Mevcut durumun istisnası olarak, toprakları çok geniş alana yayılmış ve gelişmiş bir ülke olan ABD'ni gösterebiliriz.

Bir havaalanı genel olarak şu şartları taşımalıdır :

- 1- Kamu kullanımına her kesim için açık olmalı, hiçbir fark gözetmemelidir.
- 2- Uygun bir şekilde işletilmeli ve tüm ihtiyaçları sağlanmalıdır.
- 3- Temiz ve yeterli güvenlik sağlanmalıdır.
- 4- Askeri kullanımlar için, özel durumlarda kullanıma açık olmalıdır.
- 5- Havaalanı işleticileri gerekli bina ve mobilyaları temin etmeli, devletinkullanımı için hava trafik kontrol ve hava durumu gibi faaliyetlere gerekli olan yeri temin edilmelidir.
- 6- Tüm işletme organları maliye, raporlama ve teftiş açısından kontrole açık olmalıdır.
- 7- Handling hizmetleri ile ilgili tüm faaliyetlerin tam olarak verilebilmesi gereklidir.¹⁴

Hava kargoculuğunda, diğer sektörlerde olduğu gibi, orta kademe yöneticiliğin yapısı ve karakteristiklerinin tam olarak anlaşılması konusunda bir yetersizlik vardır. Herhangi bir görev için düşünülen personelin sahip olması gereken karakteristiklerinin ne olacağı önceden saptanmalıdır. Bu yetersizliğin boyutu, çok hızlı bir gelişme ile nicel olarak bir analizin yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu konuda şimdiye kadar belli başlı 4 prosedür takip edilmiştir. Bunlardan birincisi; hava kargoculuğunda arzu edilir bir çalışma modeli saptamak ve orta kademe yöneticilik hakkında genel bir bakış açısı kazanmak için konu ilgili yazılmış eserleri

¹⁴ Lockin,s.765-768

gözden geçirmektir. İkincisi; değişik coğrafi bölge havayollarında çalışan üst kademe personel ile hangi tür modelin tercih edileceği hakkında bir anket yapmaktır. Üçüncüsü; hava kargoculuğu sektöründe çalışan üst ve alt düzey personelin cevaplandırması için yine bir anket formu hazırlayıp rastgele seçilen adreslere yollanmalıdır. Son olarak geliştirilen prosedür ise, şu anda halen sektörde çalışmakta olan orta kademe yöneticilerle bir mülakatı içerir. Mülakat iki bölümden oluşur. Birinci bölüm betimlemeli soruları kapsar. İkinci kısım ise orta kademe yöneticilikte başarılı bir performans gösterilebilmesi için ne tür özelliklere sahip olunması gerektiği üzerine kısa sorulardan oluşmaktadır. Bu prosedürler sonucu alınan kararları veya varılan sonuçları şu şekilde sıralayabiliriz:

- 1- Orta kademe yöneticilerin ana görevi maliyet kontrolü için hesap ve muhasebe yapabilmek ve diğer çalışanların sorumluluğunu üstlenmektir. Bu fonksiyonlar şirketten şirkete göre değişiklik gösterebilir.
- 2- Orta kademe yöneticilerin mesaieleri öncelikle personelin sorunları, müşteri servisi ve satış durumu gibi konularla uğraşarak geçmelidir. Tabii yine bu zaman yine yöneticinin konumuna göre değişmektedir.
- 3- Orta kademe yöneticilikte çalışan personelin birkaç vasfa sahip olması istenen, hatta gerekli olan bir durumdur. Örneğin; iş birliğine yatkınlık, sorumluluk alacak seviyede olma, diğer grup çalışanlarıyla bütünleşme, sadakat ve bağlılık, hızlı düşünme yeteneği, diplomatik ilişki kurabilme ve ikna edebilme gibi özellikleri bu çerçevede sayılabilir.
- 4- Sektörde çalışan orta kademe yöneticiler, ortalama olarak 30-36 yaşları arasında, %66'sı erkek ve en bir yüksekokul bitirmiş kişilerden oluşmaktadır.
- 5- Teşvik edici ikramiye ve benzerleri, eğitim seviyesine ve yaş durumuna göre değişiklik arz etmektedir.
- 6- Firmalar, güç kazanmak ve kendilerini geliştirmek için çalışanlarının en azından bir üniversite bitirmiş olmasını ve bazı özel konular için master yapmış kişiler aramaktadırlar.
- 7- Gelecek on yılda uzmanlara orta ve kademe yöneticilere olan talep artacaktır.
- 8- Hava kargoculuğunda orta kademe yönetici uzmanları eğitmek için ikinci derece insan gücü yetiştirme-geliştirme programı düşünülmektedir.
- 9- Yetenek ve kabiliyet sahibi kişileri görev durumuna göre önemli konulara getirmek iyi bir yöneticilik politikası için oldukça önemlidir.
- 10- Orta kademe yönetici programı için seçilen müfredat; fonksiyonlara, vasıflara, yeteneklere göre hazırlanmış olmalıdır.

Orta kademe yönetici adaylarına uygulanacak biçimsel eğitim ve bilgi aktarımı sonucu, hava taşımacılığının gerektirdiği özelliklere sahip yöneticiler ortaya çıkacaktır.

Bununla birlikte, eğitimin derecesini iyi hesaplamamız; adayların önceki bilgi ve kabiliyetlerini göz önüne almamız, kaliteyi artıracaktır. Gerekli işbirliği ve standardizasyonun temininden sonra orta kademe yöneticiler, sektöre gereken eğitimli personel desteğini sağlayacaklardır.¹⁵

2.10.1. Taşıt Araçları

Havayolu yolcu taşımacılığında kullanılan temel araç uçaktır. Helikopter ve balonla da yolcu taşımacılığı yapılmaktaysa da uçaklar, yolcu taşımacılığında en çok kullanılan taşıma araçlarıdır. Yolcu uçakları da havacılık sektörünün büyümesine paralel olarak kapasite olarak büyümüş, dünyamızın içinde bulunduğu teknolojik gelişmelere paralel olarak da teknolojilerini geliştirmiştir. Günümüzde 200'ün üzerinde yolcuyu oldukça yüksek konfor standartlarında taşıyabilen uçaklar, yere inmeden binlerce kilometre uçabilmekte ve tüm kontrollerini insan hatasına ihtimal bırakmayacak şekilde otomatik olarak yapabilmektedir. Örneğin, Amerikan uçak üreticisi Boeing'in geliştirmekte olduğu B-787 modeli, mevcut diğer uçaklardan fazla oranda elektronik kontrole sahiptir. Uçağın iniş ve frenleme sistemleri tamamen insansız uçuşa imkan tanıyacak şekilde tasarlanmaktadır.

Hava aracı üretimi sektöründe faaliyet gösteren işletmeler giderek daha fazla sayıda yolcuyu, çok daha uzun menzillere, daha konforlu ve havayolu taşıyıcısı işletmeler açısından daha ekonomik şekilde taşıyabilecek uçak modelleri üzerinde çalışmakta ve bu yönde yeni modelleri pazara sunmaktadır.

Havayolu şirketleri, öncelikle uçuş güvenliğini ön planda tutan yasal ve teknik kurallar çerçevesinde mümkün olabilen en yüksek teknik standartlarda imal edilmiş uçakları satın almaktadır. Uçak satın alımlarında müşteri memnuniyeti üzerinde etkili olan konfor, multimedya imkanları ve görsel zenginlikler göz önünde bulundurulduğu için bu yönde modayı takip etme gerekliliğinden söz etmek de yanlış olmayacaktır.

¹⁵ Öztermiyeci (1990-248)

Uçaklar; gövde, motor ve dekorasyon olmak üzere üç ana bileşenden meydana gelmektedir. Gövde şekli (modeli) seçildikten sonra, motor üreticileri ile uçağın gövdesiyle uyumlu motorların seçimi konusunda anlaşmalar yapılır. Son aşamada ise uçağın kullanım amacına göre koltuklandırılması ve iç tasarımı hakkında belirlemeler yapılarak uçakların siparişi verilir.

Uçaklar; dar ve geniş gövdeli oluşları, yolcu kapasiteleri, menzilleri, yakıt tüketim miktarları, motorlarının performansına dayalı ömürleri, konfora ilişkin iç tasarımları başta olmak üzere çeşitli kriterlere göre havayolu şirketleri tarafından satın alınırlar ya da günümüzün daha moda bir kavramıyla uzun vadeli kiralama (leasing) yoluyla havayolu taşıyıcısı işletmelerin filolarına katılırlar. En genç, enkonforlu, yakıt tüketimi açısından en ekonomik uçaklara sahip olmak sektörde ön planda olmanın önemli faktörleri arasında yer alır.

En genç ve güncel uçaklarla uçmanın olumlu yönleri yanında bu uçağı uçurmaya yetkin ekiplerin temin edilmesi, uçuş operasyonlarına ilişkin prosedürlerin işgücünün eğitimi gibi sorunlar da göz ardı edilmemelidir.¹⁶

2.10.2. Terminaller

Havayolu taşımacılığında taşımacılık faaliyetinin başlangıç ve bitiş noktasında hava meydanları yer almaktadır. Büyüklüğüne göre sınıflandırılan hava meydanlarının pist uzunluğu, yolcu kapasitesi gibi faktörler açısından küçük olanlarına havaalanı, büyük olanlarına ise havalimanı adı verilmektedir.

Hava meydanları pist, apron, hangar ve terminal adları verilen çeşitli birimlerden oluşmaktadır. Pist, havayolu taşımacılığının temel taşıtları olan uçakların inip kalktığı alanları ifade etmektedir. Bir havalimanında bir ya da birden fazla sayıda pist olabilmektedir. Pistler, uzunluklarına göre küçük, orta ve büyük pistler olarak sınıflandırılmaktadır. Küçük pistler 1.200 metreden kısa, orta büyüklükteki pistler 1.200 – 1.800 metre arasında uzunluğa sahip, büyük pistler ise 1.800 metreden uzun olan pistlerdir.¹⁷ Söz konusu pistlerin uzunluklarında ki değişim, bu pistleri kullanan uçakların mevcut uzunluğa iniş-kalkış yapabilmesine bağlı olarak havalimanına inip kalkacak uçakların tiplerinin sınırlandırılmasına neden olmaktadır. Bu durumda havayolu taşıyıcılarının seferleri üzerinde dolaylı bir etkiye sahiptir. Örneğin, uzun menzil uçuşlarda kullanılan uçaklar genellikle büyük uçaklar (Airbus

¹⁶ Karagülle (2007-2502030046)

¹⁷ Havaalanı Yapım, İşletim ve Sertifikalandırma Yönetmeliği (SHY-14A), Resmi Gazete No:24755, Resmi Gazete Tarihi:14.05.2002

330, Airbus 340, Boeing 747 v.b) olmaktadır. Bu uçakların iniş kalkış yapabilecekleri mesafe birbirleri arasında değişmekle birlikte genellikle büyük pistlere iniş yapabilirler. Uzun menzillerde uçuş yapacak havayolu işletmeleri, büyük uçakların iniş yapabilecekleri boyutlarda hava meydanlarını varış noktası olarak seçmek durumundadırlar. Seferler, mevcut hava meydanlarının teknik özelliklerine göre planlanacağı için, küçük pistlere sahip bölgelere uzun mesafelerden direkt uçuş yapma ihtimali mümkün olmayacaktır.

Hava meydanı kompleksi içerisinde yer alan ve genellikle pistlere paralel olarak inşa edilen taksi yolları da iniş yapmış uçakların park alanı ve hangarlara, kalkış yapacak uçakların da park alanından piste gidecekleri sürede kullanacağı yolları ifade etmektedir.

Hangarlar, uçakları içine alabilecek kapasitede, uçakların bakım ve onarımlarının yapılmakta olduğu atölyelerdir. Genellikle hava meydanlarının uzak köşelerinde ve uçak park alanlarının yakınlarında konuşlandırılırlar.

Apron, uçuş operasyonunun yerdeki adımlarının yürütüldüğü sahayı ifade etmektedir. Uçakların park ettiği alanlar dahil olmak üzere, uçakların sefere hazırlandığı, gelen uçakların yolcu ve kargosunun boşaltıldığı ve diğer çeşitli yer hizmetlerinin (uçığa yakıt verilmesi, uçığın temizliği, v.b.) uygulandığı operasyon sahasıdır.

Terminaller ise havayolu taşıyıcısı işletmelerin müşterileri olan yolcularla yüzyüze geldikleri yerlerdir. Yolcuların uçığa binış ve hatta biletleme işlemlerini gerçekleştirdiği, uçuş öncesi bekleme yaptıkları ve uçuş operasyonuna kadar çeşitli hizmetlerden yararlandığı tesislerdir. Terminaller aynı zamanda havayolu taşıyıcıları için de günlük operasyondaki akışın sağlanması ve ortaya çıkan problemlerin çözümü açısından önemli bir işlev görmektedir. Havayolu taşıyıcılarının terminal binalarında çeşitli muhataplarının sorunlarının çözümü için ofis açmaları, Havaalanları Yer Hizmetleri Yönetmeliği'nin temsil başlığı altında belirtilmiştir.

Ülkemizde havalimanları, Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü (DHMI) kontrolündedir. Ancak, ulaştırma sektöründeki gelişmeler, hava meydanlarının özellikle terminal bölümlerinin birer ticaret merkezlerine dönüşmeleri sebebiyle havalimanı işletmeciliği kavramı gündeme gelmiştir. Havalimanı işletmeciliğinin öne çıkmasında bir diğer önemli faktör ise mevcut havalimanlarının bakım, yenilenme masrafları ve modernizasyonunun büyük yatırımlar gerektirmesi ve bu yatırımların da kamu kaynakları ile değil özel sektör imkanları ile Yap – İşlet – Devret Modeli ile yapılmasının öngörülmesidir.

Terminallerin planlanmasında çeşitli unsurlar göz önünde bulundurulmalıdır. Havaalanı planlaması ve havaalanı ihtiyaç veya gelişme planlaması, ile bir bütün olarak ele alınmalıdır. Havaalanını kullanacak havayolu şirketlerinin gereksinimlerinden, hava ulaşım araçlarının özelliklerine, yolcu ve yük operasyonlarının tür ve sayısından havaalanına erişim imkanlarına pek çok kriter planlama aşamasında hesaba katılmalıdır. Pek çok uluslar arası havalimanında havayolu taşıyıcılarının operasyonlarını kolaylaştırmak için bu şirketlere özel terminaller tahsis edilmiştir. Söz konusu uygulama, terminalin bir bölümünü yalnızca bir şirketin kullanımına sunmak şeklinde olabileceği gibi, sayı ya da renk kodlamaları yoluyla belirli şirketleri belirli terminallerde gruplandırma şeklinde de olabilmektedir.¹⁸

Yer seçiminin yanı sıra havaalanının gelecekteki gelişiminin de planlaması, bölgesel kalkınmaya olabilecek etkilerinin tespit edilmesi de gerekmektedir. Çevresel etki etütlerinin yanı sıra talep, ihtiyaç ve yeterlilik etütleri de yapılmalıdır. Hizmet verilen bölgenin sosyo-ekonomik göstergeleri ile birlikte havaalanının diğer ulaşım türleriyle ilişkisi ve entegrasyon imkanları da araştırılmalıdır.¹⁹ Ayrıca tüm bunların yanında bölgenin imar durumu ve doğal yapısı da göz önünde bulundurulmalıdır.

2.10.3. İşgücü

Havayolu yolcu taşımacılık şirketleri, müşteriye sunulan hizmetin kalitesiyle diğer sektörlerden daha farklı olarak bu konunun üzerinde durmaları gerekmektedir. Yoğun rekabetin olduğu bu sektörde, fiyatların birbirlerine yakın düzeyde olmasından dolayı müşterilerin tercih kriterlerinin ilk sıralarında alınan hizmetten memnun olmak gelmektedir.

Müşteri memnuniyetinin sağlanmasında ise, bu bilince ve yeterli eğitime eğitime sahip işgücünün işletme bünyesinde bulunmasına doğrudan bağlıdır. Müşterilerin; rahat, sorunların minimuma indirildiği ve yaşanan sorunlara en kısa zamanda uygun çözümlerin sağlandığı keyifli uçuşlar ancak bilinçli ve eğitilmiş çalışanlarla sağlanabilecektir. Böylelikle rakiplerine karşı rekabetçi konumu üzerinde olumlu etki yaratacaktır.

İkinci olarak havayolu taşımacılık faaliyetlerinin operasyonel ve yönetsel boyutlarında da işgücü önem taşımaktadır. Operasyonel düzeyde ele alındığında; teknik bakım ve uçuş operasyonu olarak iki gruba ayrılmaktadır. Teknik bakım

¹⁸ Karagülle (2007-2502030046)

¹⁹ Tunç, s.25-27

bölümünde görev alan çalışanların gerekli tüm eğitimleri tamamlamış ve gerekli tüm belge ve sertifikalara sahip ve süreleri geçerli olarak görevlerini ihmale imkan vermeyecek şekilde çok titiz bir şekilde yapmaları gerekmektedir.

Operasyonel düzeyde ise, uçucu personel ve yer personeli olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Uçucu personel; kokpit ve kabin ekipleridir. Kokpit ekibi; kaptan ve Co-Pilot'dan oluşmaktadır. Kabin ekibi ise; kabin amiri ve kabin memurlarından oluşmaktadır. Kokpit ve kabin ekibi uçuş operasyonunda yer alabilmeleri için, gerekli tüm eğitimleri tamamlamış, belge ve sertifikalara sahip ve süreleri geçerli, fiziksel ve ruhsal sağlık yönünden göreve uygun olmaları gerekmektedir.

Uçuş ekibinin görev süreleri günün değişik zaman dilimlerinde olması sebebiyle (biyolojik saat, metabolizma hızı v.b.) görev ve uçuş saatlerinin düzenlenmesinde hassas olunmalıdır. Ayrıca uçuş ekibinin yorgunluğunun uçuş emniyetini tehlikeye atmasını önleyecek düzeyde tutulması oldukça önemlidir. Yorgunluğun sebep olduğu dikkatsizlikten meydana gelen kazaların, insan hatalarından meydana gelen kazalardan daha fazla olduğu da unutulmamalıdır. Bu nedenle uçuş ekiplerinin görev ve dinlenme süreleri bir yandan uçuş emniyetini diğer yandan da hizmet kalitesini göz önünde bulundurularak yapılmalıdır.

Yer personeli ise, terminal ve apronda, hem uçuş güvenliği hem de havayolu taşıyıcısı işletmelerin başarı kriterlerin de başta gelen zamanın da kalkışın sağlanmasında oldukça önemlidir. Diğer yer hizmetlerini sağlayan kuruluşlarla (ikram, v.b) işbirliği içinde olarak sunulan hizmetin bütünlüğünü göz önünde tutularak uçuş operasyonuna dahil olmaktadır.

Havayolu şirketlerinde diğer şirketler gibi küresel pazarda rekabet ettikleri göz önünde bulundurularak bu sektörde görev alacak tüm personelin görev aldıkları ünitelere uygun eğitilmiş olmaları kaçınılmazdır bunun yanında yönetsel personelin ise ek olarak sektörü ve gelişmeleri takip etme gerekliliği de göz ardı edilmemelidir.

3. ULAŞTIRMA MODELLERİ

Ulaştırma modeli, ulaştırma maliyetlerinin minimizasyonunda kullanılan matematiksel bir tekniktir.²⁰ Bu bölümde doğrusal programlama problemlerinin özel bir türü yani belirli sayıda kaynakta üretilen malların belirli hedeflere minimum maliyette gönderilmesi ile ilgili olan ulaştırma modellerine yer verilecektir. Ulaştırma probleminde amaç kaynaklardan hedeflere yani üretim merkezlerinden dağıtım merkezlerine mallar dağıtılırken, bu dağıtım işlemini minimum maliyette gerçekleştirmektir. Ulaştırma modelinde kısıtlayıcı koşulları istem ve sunum miktarına bağlı olarak daha çok eşitlik şeklindedir. Ulaştırma modeli, ulaştırma maliyetlerinin minimizasyonunda kullanılan matematiksel bir tekniktir

Ulaştırma modeli şeklinde kurulan bir problem simpleks yöntem ile çözülebilir. Fakat ulaştırma problemlerini kendine özgü teknikleri ile, yani ulaştırma algoritması, atama ve aktarma modelleri gibi tekniklerle daha az zaman ve daha az hesaplamayla çözmek olanağı vardır.

Ulaştırma modelini bugünküne benzer fakat daha basit yapıda ilk kez 1941 yılında Hitchcock petrol endüstrisine uygulamıştır. Sonraları, Koopmans, Dantzig, Cooper ve Charnes'in geliştirdikleri ve uygulamada geçerli olan teknik 1960'larda yaygınca kullanılmaya başlanmıştır.

Ulaştırma modelleri, aşağıdaki alanlarda sıkça kullanılabilir:

- a. Üretim ve tüketim merkezleri arasında optimal mal dağıtımının belirlenmesinde,
- b. İşlerin makinelere dağıtımında,
- c. Üretim planlamasında,
- d. Çeşitli şebek ağı (network) problemlerinde,
- e. İşletmelerin (fabrikaların) kuruluş yeri seçiminde gibi²¹

Doğrusal programlama ve ulaştırma modelinin varsayımları şu şekilde belirtilebilir:

Ulaştırma modeli bir tür doğrusal programlama modeli olduğundan, doğrusal programlama modeli için kabul edilen bazı varsayımlar ulaştırma modeli için de geçerlidir:

²⁰ Ertuğrul ve Aytaç, (2006)

²¹ Öztürk, s.445

1- Tüm doğrusal programlama modellerinde, modeldeki tüm fonksiyonların doğrusal olması gerekmektedir. Yani modeldeki tüm değişkenler birinci dereceden olmalıdır.

2- Doğrusal programlama modelini oluşturan değişkenler arasında toplanabilme özelliği vardır.

3- Doğrusal programlama modelini oluşturan katsayı ve parametrelerin bilindiği ve ilgili dönem boyunca değişmediği, sabit kaldığı kabul edilmektedir. Modelin ilgili parametrelere ne ölçüde duyarlı olduğu duyarlılık analizleriyle belirlenebilir.

4- Doğrusal programlama modelinde bulunan değişkenlerin değeri ya sıfır ya da sıfırdan büyük yani pozitifdir.

Ayrıca bu dört varsayıma ek olarak, herhangi bir doğrusal programlama probleminin ulaştırma modeli çerçevesinde ele alınabilmesi için yerine getirilmesi gereken daha başka koşullar bulunmaktadır:

1- Probleme konu olan mal ve hizmetlerin aynı birim cinsinden ifade edilmeli yani homejen olmalıdır.²²

2- Belirli bir dönemde sunum merkezlerinin sunum, istem merkezlerinin istem miktarları bilinmelidir. Sunum ve istem miktarları birbirine eşit olmalı, eğer eşitlik bulunmuyorsa bu eşitlik sağlanmalıdır.

3- Bir sunum merkezinden istem merkezlerine gönderilen mal miktarı bu sunum merkezinin mal miktarına eşit olmalıdır. Aynı şekilde bir istem merkezine gönderilen toplam mal miktarı bu merkezin istemine eşit olmalıdır.

4- Sunum merkezlerinden istem merkezlerine mal nakli yapılırken aktarma yapılması mümkün değildir. Aktarmanın yapılabileceği model ayrı bir başlıkta incelenecektir. (Aktarma Modelleri)

5- Malın taşıma maliyetleri bilinmeli ve taşıma maliyetleri taşınan miktara bağlı olarak değişmemelidir. Bu varsayım, taşınan ürün miktarı ile ulaştırma maliyetleri arasındaki ilişkinin doğrusal olduğunu da kapsamaktadır.²³

²² Doğan,s.75

²³ Cinemre,s.87-88

3.1. Modelin Matematiksel Formu

Bir ulaştırma modeli a_i ($i=1,2,\dots,m$) birim homojen mal sunumunda bulunan m kaynaktan ve b_j ($j=1,2,\dots,n$) birim mal talebinde bulunan n hedeften oluşmaktadır. Burada a_i ve b_j 'yi temsil eden değerler pozitif tamsayılardır. C_{ij} , i inci kaynaktan j inci hedefe gönderim mal miktarını ifade etmekte ve bu değer her i ve j için bilinmelidir. Modelin amacı, en düşük toplam ulaştırma maliyetli ve tamsayılardan oluşan bir dağıtım planı geliştirmektedir.

Model tanımlanırken, toplam arzın toplam talebe eşit olduğu kabul edilir.

Burada olduğu gibi toplam arzın toplam talebe eşit olduğu modele Dengelenmiş Model denmektedir. Tam tersi duruma, yani arz talep eşitliği bulunmuyorsa bu tür modele de Dengelenmemiş Model denmektedir. Dengelenmemiş model içeren bir problemle karşılaşıldığında ozmeye başlamadan önce, ilk olarak modelin dengelenmiş modele dönüştürülmesi gerekmektedir.

Modelde;

a_i = i inci kaynağın kapasitesi (arz)

b_j = j inci hedefin istemini (talep)

c_{ij} = i inci kaynaktan j inci hedefe birim taşıma maliyeti

x_{ij} = i inci kaynaktan j inci hedefe taşınacak miktar

olarak tanımlansın.

Modelin genel matematiksel formu aşağıdaki gibi ifade edilir.

Amaç fonksiyonu:

Kısıtlar:

Pozitiflik Koşulu:

$X_{ij} \geq 0$ ve tamsayı

Görüldüğü gibi ulaştırma modeli de doğrusal programlama modeli gibi üç temel unsurdan oluşmaktadır. Bu unsurlar; amaç fonksiyonu, kısıtlayıcı koşullar ve pozitiflik koşuludur.

Bir ulaştırma modelinde hedeflenen amaç ve bu amacı etkileyen faktörler doğrusal olarak belirtilmelidir. Burada X_{ij} 'ler karar değişkenlerini, C_{ij} 'ler birim taşıma maliyetlerini ifade etmektedir.

Kısıtlayıcı koşullar ulaştırma modelinde arz kısıtlayıcıları ve talep kısıtlayıcıları olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Arz kısıtları, bir kaynaktan belirli sayıdaki hedefe gönderilecek mal miktarının ilgili kaynağın kapasitesine eşit olması gerektiğini belirtir. Talep kısıtları ise, her hedefin istem miktarının tam olarak

karşılanması gerektiğini belirtmektedir. Ulaştırma modelinde kısıtlayıcı koşullar sözü edilen nedenle eşitlik halinde oluşturulmaktadır.

Pozitiflik koşulunun nedeni ise, kaynaklardan hedeflere nakil yapılması nedeniyle, nakil edilen mal miktarının negatif değerler alamamasıdır. Ayrıca, taşınan mal miktarı tamsayılar cinsinden ifade edilmelidir, çünkü yarım veya kesirli malların nakli olanaksızdır.²⁴

Matematiksel modelin daha ayrıntılı bir şekilde yazılışı aşağıdaki gibidir.²⁵

Amaç fonksiyonu:

$$Z_{enk} = C_{11}X_{11} + C_{12}X_{12} + \dots + C_{mn}X_{mn}$$

Kısıtlar:

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} + \dots + X_{1n} = a_1$$

$$X_{21} + X_{22} + X_{23} + \dots + X_{2n} = a_2$$

..... → Arz Kısıtlar

.....

$$X_{m1} + X_{m2} + X_{m3} + \dots + X_{mn} = a_m$$

$$X_{11} + X_{21} + X_{31} + \dots + X_{m1} = b_1$$

$$X_{12} + X_{22} + X_{32} + \dots + X_{m2} = b_2$$

..... → Talep Kısıtlar

.....

$$X_{1n} + X_{2n} + X_{3n} + \dots + X_{mn} = b_n$$

²⁴ (Görkey,2009)

²⁵ Esin,s.217-218

Pozitiflik Koşulu:

$X_{ij} \geq 0$ ve tamsayı.

Matematiksel model incelendiğinde, m kaynaklı ve n hedefli bir modelde, kısıt sayısının m+n tane ve değişken sayısının mxn tane olduğu görülmektedir.²⁶

Doğrusal programlama problemlerinin çözümünde simpleks yöntem, dolayısıyla simpleks tablosu kullanılmaktadır. Ulaştırma modellerinin çözümünde ise ilk olarak ulaştırma tablosu hazırlanmalıdır. Ulaştırma tablosunun kullanım amacı simpleks tablosunun kullanım amacıyla aynıdır; probleme ilişkin tüm bilgilerin ve verilerin bir arada, aynı çerçevede görülmesini sağlamaktadır.²⁷ Başka bir değişle tablonun amacı, probleme ilişkin tüm gerekli verileri uygun bir şekilde özetleyerek çözüm aşamalarını kolaylaştırmaktır.²⁸

3.2. Ulaştırma Modelinin Matematik Modeli

Ulaştırma modeli, bir ürünün çeşitli sunum merkezlerinden birçok istem merkezine minimum maliyetle dağılımını düzenleyen matematiksel bir modeldir.²⁹

Üretim merkezi (m) ve tüketim merkezi (n) olan bir ulaştırma probleminde üretim merkezi j ancak b_j miktarında mal isterken üretim merkezi (i) de ancak a_i miktarında malı sunabilir. (i) üretim merkezinden j tüketim merkezine bir birim gönderilmesi c_{ij} birim maliyette gerçekleşir.

Ayrıca ulaştırma modeli şu varsayımları ve gerekleri de içerir.

- 1- Modelde kullanılan tüm bilgiler ve probleme konu olan mal ve hizmetler, bütün üretim ve tüketim merkezleri için aynı birim ve homojenlikte (türdeşlikte) tanımlanmış olmalıdır.
- 2- Her bir üretim (sunum) merkezi ile her bir tüketim merkezi arasında bir birim malın kaçta taşınacağı bilinmelidir.
- 3- Her bir sunum ve tüketim merkezindeki toplam miktar tam olarak bilinmelidir.

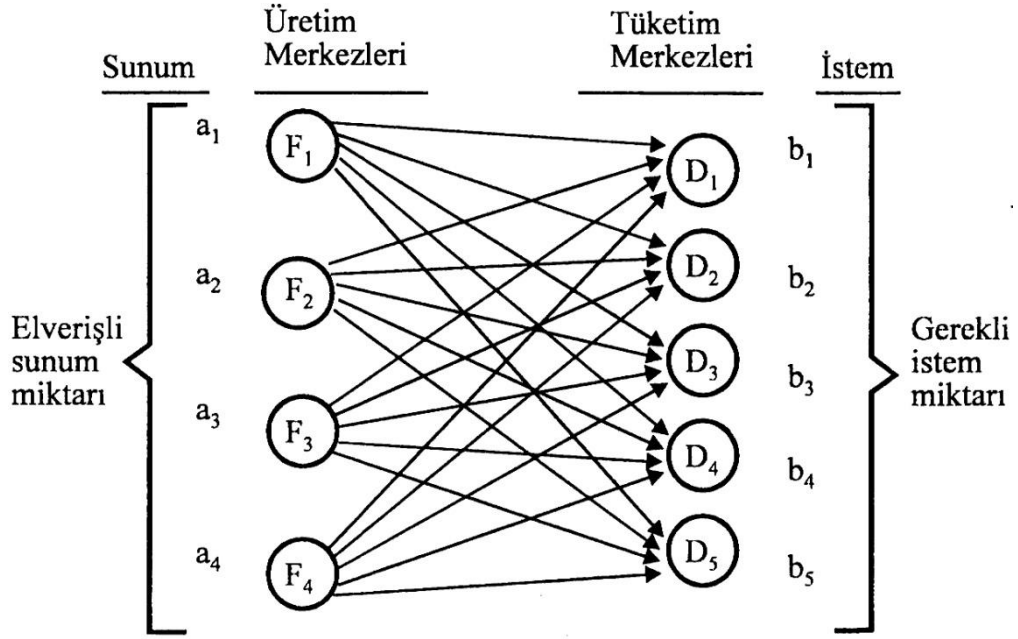
²⁶ Dantzig, s.206

²⁷ Levin ve Kirkpatrick, s.312

²⁸ Render ve Ralph, s.519

²⁹ Toraman, s.7

- 4- Sunum merkezlerinden dağıtılacak toplam miktar, tüketim merkezlerince istenen toplam miktara eşit olmalıdır. Eğer böyle bir eşitlik yoksa problem dengelenmemiş olmaktadır.



Şekil 3.1.

Dört fabrika ve beş depolu ulaştırma probleminin grafik açıklaması

Yukarıda dört üretim merkezi (fabrika) ve beş tüketim merkezi (depo) bulunan bir ulaştırma problemi grafik yardımı ile gösterilmiştir.

Aslında ulaştırma problemlerinin standart gösterimi grafikten çok ulaştırma tablosu ile olur. Şimdi ele aldığımız dört üretim merkezli ve beş tüketim merkezli problemin ulaştırma tablosunu gösterelim. Fabrika i (F_i) en fazla a_i malı ($i=1,2,3,4$) sunulabilir ve j deposu (D_j) en az b_j malı ($j=1,2,3,4,5$) ister. $a_i, b_j \geq 0$ sabit katsayılarıdır. F_i den D_j ye bir birim malın gönderilme maliyeti de c_{ij} ($i=1,2,3,4$) dir

Aşağıda gösterilen tabloda dört satır ve beş sütun bulunduğundan, tablonun (5x4=20) gözesi (hücresi) vardır. Problemin karar değişkeni fabrika (i)'den j deposuna gönderilen malların miktarını gösteren x_{ij} değişkenidir.

Ulaştırma Tablosu

Üretim Tüketim Merkezi Merkezi	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	Sunum
F ₁	C_{11} X ₁₁	C_{12} X ₁₂	C_{13} X ₁₃	C_{14} X ₁₄	C_{15} X ₁₅	a ₁
F ₂	C_{21} X ₂₁	C_{22} X ₂₂	C_{23} X ₂₃	C_{24} X ₂₄	C_{25} X ₂₅	a ₂
F ₃	C_{31} X ₃₁	C_{32} X ₃₂	C_{33} X ₃₃	C_{34} X ₃₄	C_{35} X ₃₅	a ₃
F ₄	C_{41} X ₄₁	C_{42} X ₄₂	C_{43} X ₄₃	C_{44} X ₄₄	C_{45} X ₄₅	a ₄
İstem	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	

Tablo 3.1.

Maliyetlerin toplamı doğrusal olduğu varsayılarak, ulaştırma problemi doğrusal programlama problemi gibi ifade edilebilir. Dört üretim merkezli ve beş tüketim merkezli ulaştırma problemi yazalım.

$$\text{Minimum } Z = C_{11}X_{11} + C_{12}X_{12} + C_{13}X_{13} + \dots + C_{15}X_{15} + C_{21}X_{21} + \dots + C_{25}X_{25} + C_{31}X_{31} + \dots + C_{41}X_{41} + \dots + C_{45}X_{45}$$

Kısıtlayıcılar:

Sunum sınırlayıcıları;

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} \leq a_1$$

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} \leq a_2$$

$$X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} + X_{35} \leq a_3$$

$$X_{41} + X_{42} + X_{43} + X_{44} + X_{45} \leq a_4$$

İstem sınırlayıcıları;

$$X_{11} + X_{21} + X_{31} + X_{41} \geq b_1$$

$$X_{12} + X_{22} + X_{32} + X_{42} \geq b_2$$

$$X_{13} + X_{23} + X_{33} + X_{43} \geq b_3$$

$$X_{14} + X_{24} + X_{34} + X_{44} \geq b_4$$

$$X_{15} + X_{25} + X_{35} + X_{45} \geq b_5$$

$$X_{ij} \geq 0 \quad (i=1,2,3,4 ; j=1,2,3,4,5)$$

Problemin uygun çözümü varsa toplam istem toplam sunumdan daha çok olamaz.
Yani:

Ayrıca uygun çözüm varsa, karar değişkenleri (X_{ij}) tam sayı değerini almadıklarında çözümün fazla bir kullanımı olamaz. Böylece diyebiliriz ki, eğer a_i ve b_j nin tüm sayı değerleri tam sayı ve her bir X_{ij} nin değerleri tam sayı değerinde ise ulaştırma probleminin en az bir optimal çözümü vardır.

3.3. Dengeli ve Dengesiz Ulaştırma Problemleri

Genel ulaştırma modellerinde, tüm üretim merkezinde üretilen ürünlerin

toplam sunumu, tüketim merkezlerinin toplam istemine eşit olduğu kabul edilir. Bu durumda ulaştırma problemi dengelenmiş olur. Yani problemimizde dengelenmiş durum aşağıda gösterilmiştir.

$$\sum_{j=1}^5 \mathbf{b}_j = \sum_{j=1}^5 \left(\sum_{i=1}^4 \mathbf{x}_{ij} \right) = \sum_{i=1}^4 \left(\sum_{j=1}^5 \mathbf{x}_{ij} \right) = \sum_{i=1}^4 \mathbf{a}_i$$

Gerçek uygulamalı problemlerde bu dengelenmiş durum olmayabilir. Yani elverişli sunum miktarı istemden az olabilir veya istemden çok olabilir. Fakat ulaştırma tekniklerinin problemlerin çözümünde uygulanabilmesi için dengelenmiş duruma problem getirilmelidir. Toplam istem ve toplam sunum eşitliğini sağlamak için ilgili probleme *kukla* (dummy) üretim ve tüketim merkezleri eklenir.

Eğer toplam sunum toplam istemden çok ise problemi dengelemek yani fazla miktarı

tüketmesi için kukla bir depo (tüketim merkezi) yaratılır. Kukla depolara hiç mal gönderilmeyeceği için, üretim merkezlerinden kukla depolara birim taşıma maliyeti sıfırdır. Ulaştırma tablosunda kukla depo ek sütun olarak yer alır. Ayrıca herhangi bir mal fabrikadan kukla depoya gönderildiğinde bu durum fabrikada atıl kapasite olduğunu gösterir.

Eğer toplam sunum toplam istemden az ise problem uygun olmadığı gibi problemi dengelemek için,

miktarındaki sunum eksikliğinin kukla üretim merkezi tarafından karşılanması istenir. Böylece ulaştırma tablosuna ek satır olarak kukla fabrika eklenir. Herhangi bir tüketim merkezi kukla fabrikadan o miktarda mal almaz.

Ulaştırma problemine doğrusal programlamada kullanılan simpleks yöntemi uygulanırsa, problemi dengelemeye gerek yoktur. Optimal tam sayılı bir çözüm elde etmek istenirse problemin matematik modeli aşığıdaki şekilde dengelenmek durumundadır.

Üretim merkezleri ($i=1,2,3,4,\dots,m$) tüketim merkezleri de ($j=1,2,3,4,\dots,n$) sayıda olabilir. Fakat biz dört fabrika ve beş depolu bir ulaştırma problemi ile ilgilendiğimizden, yine matematik modeli buna göre kuracağız.

$$\begin{aligned} \text{Minimum } Z = & C_{11}X_{11} + \dots + C_{15}X_{15} + C_{21}X_{21} + \dots + C_{25}X_{25} \\ & + C_{31}X_{31} + \dots + C_{35}X_{35} + C_{41}X_{41} + \dots + C_{45}X_{45} \end{aligned}$$

Kısıtlayıcılar

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} = a_1$$

$$X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25} = a_2$$

$$X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} + X_{35} = a_3$$

$$X_{41} + X_{42} + X_{43} + X_{44} + X_{45} = a_4$$

$$X_{11} + X_{21} + X_{31} + X_{41} = b_1$$

$$X_{12} + X_{22} + X_{32} + X_{42} = b_2$$

$$X_{13} + X_{23} + X_{33} + X_{43} = b_3$$

$$X_{14} + X_{24} + X_{34} + X_{44} = b_4$$

$$X_{15} + X_{25} + X_{35} + X_{45} = b_5$$

ve

$X_{ij} = 0, 1, 2, 3, \dots$ gibi tam sayıda ise ulaştırma problemi tam sayılı programlama problemidir.³⁰

3.4. Ulaştırma Probleminin Çözüm Aşamaları

Ulaştırma probleminin çözüm mantığı, simpleks yöntemine paraleldir. Oluşturulan tablonun farklı olması nedeniyle her ne kadar bu paralellik çok açık olmasa da aslında ulaştırma modelinin iterasyon aşamaları, simpleks yönteminin iterasyon aşamalarının basitleştirilmiş halidir.³¹

Herhangi bir ulaştırma probleminin çözümü için ilk olarak ulaştırma tablosu hazırlanarak veriler tabloya yerleştirilir. Tabloda bulunan arz ve talep toplamaları kontrol edilir. Eğer toplam arz ve toplam talep arasında bir eşitlik bulunmuyorsa eşitlik bu aşamada sağlanmalıdır. Yani dengelenmemiş bir modelle karşılaşırsa, model dengelenmiş modele çevrilmelidir.³² Dengelenmiş modelde satır ve sütun denklilikleri dikkate alınarak $m+n-1$ hücreye dağıtım yapılarak başlangıç temel uygun çözüm elde edilir.³³

Dağıtım yapılacak hücre sayısının $m+n-1$ olması gerekliliği, doğrusal programlama modelinin özel bir türü olan ulaştırma modelinin kısıtlarının yapısından kaynaklanmaktadır. Aslında doğrusal programlama modellerinde, köşe noktaları çözümünü veren temel uygun çözümde, kısıt sayısı kadar temel değişken bulunmaktadır. Geriye kalan değişkenler temel dışı değişkenlerdir ve değerleri sıfırdır. Ulaştırma modelinde ise kısıt sayısı, kaynak hedeflerin toplamı olan $m+n$ 'e eşittir. Fakat bu $m+n$ kısıttan bir tanesi gereksizdir çünkü ulaştırma modellerinde arz ve talep miktarları birbirine eşit olmalıdır. Başka bir deyişle m tane arz kısıtının toplamı, n tane talep kısıtı toplamına eşittir. Bu sayede daha fazla ve gereksiz olan bir kısıtı geriye kalan $m+n-1$ tane kısıt zaten sağlamaktadır. Dolayısıyla kısıtlardan biri gereksizdir denilebilir ve atılması uygundur; problemin çözümünü hiçbir şekilde

³⁰ Öztürk ,s.446-449

³¹ Wilkes, s.78

³² Ignnizio, Gupta ve Gerald , s.108-109

³³ Kara,s.178

olumsuz olarak etkilemez. $M+n-1$ adet kısıtla problem çözülebileceğinden temel değişken sayısı da $m+n$ değil $m+n-1$ olmalıdır.³⁴

Başlangıç temel uygun çözümün elde edilmesinden sonra, optimallik testi yapılarak, çözümün en iyi olup olmadığı kontrol edilmelidir. Eğer optimal çözüme ulaşılmamışsa, optimal çözüme ulaşmaya kadar bir takım işlemler uygulanarak ardışık tekrarlara devam edilmelidir.³⁵ Burada elde edilen başlangıç temel uygun çözümün optimal olup olmadığı belirlenebilmesi için ulaştırma tablosunda ki boş gözeler incelenir. Boş gözelerin her birinin incelenmesinde ki amaç, herhangi bir boş göze yüklem yapılması durumunda başlangıç temel uygun çözümden daha iyi bir çözüme ulaşıp ulaşılamayacağını saptanması, yani çözümün geliştirilip geliştirilemeyeceğinin belirlenmesidir.³⁶

Çözüm aşamalarıyla ilgili dikkat edilmesi gereken bir durum bulunmaktadır. Bir ulaştırma probleminde, yalnızca başlangıç temel uygun çözümün elde edilmesinde değil her aşamada; başlangıç tabloda, optimuma ulaşırken hazırlanan tablolarda ve optimal sonucun elde edildiği tabloda $m+n-1$ sayıda hücre görev almalıdır. Aksi halde dağıtım planında bozulma durumu (dejenerasyon) vardır ve giderilmesi gerekmektedir.³⁷

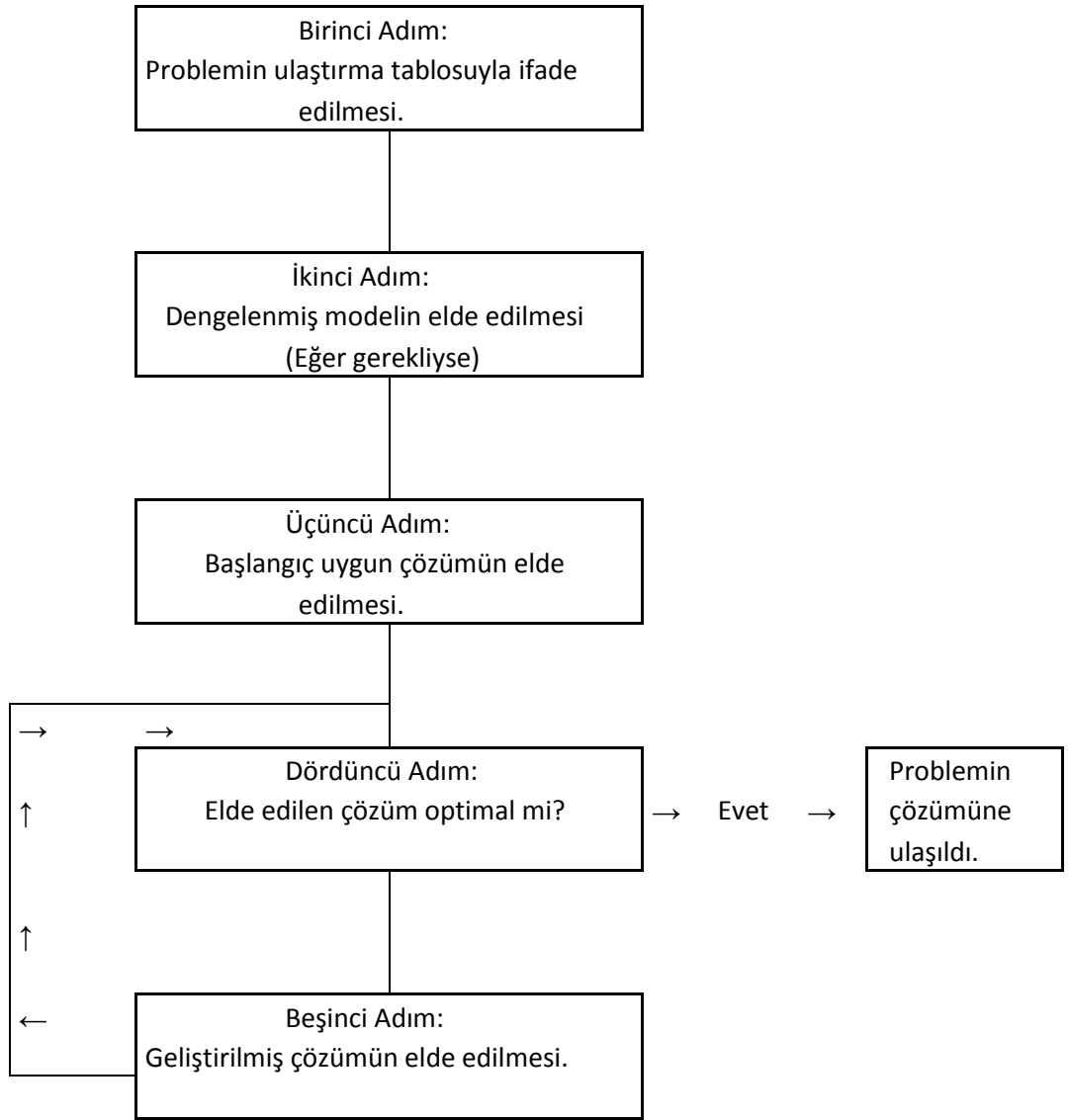
Çözüm aşamalarının şekil yardımıyla gösterimine Şekil '2 de yer verilmiştir.

³⁴ Lapin,s.434

³⁵ Cinemre, s.93-94

³⁶ Levin ve Kirkpatrick, s.317

³⁷ Özkan,s.119



şekil 3.2: Ulaştırma Modelinin Çözümler Aşamaları

3.5. Ulaştırma Algoritması (Çözüm Tekniği)

Bu bölümde ulaştırma algoritmasının ayrıntılarına girilmiştir. Algoritma simpleks yöntemin adımları aynen takip eder. Bununla birlikte, normal simpleks tabloyu kullanmak yerine, ulaştırma modelinin özel yapısının avantajını kullanarak algoritma daha uygun bir hale getirilir.

Algoritmanın ayrıntılarını göstermek için aşağıdaki sayısal örnek kullanılmıştır.

Örnek :3.5.1 (Güneşyolu Taşımacılık).

Güneşyolu Taşımacılık Şirketi üç silodan dört işleme merkezine kamyonlarla hububat taşınmaktadır. Arz ve talep miktarları (kamyon sayısı cinsinden) eşit olup, farklı rotalardaki kamyon başına ulaştırma maliyetleriyle birlikte ulaştırma modeli olarak aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. C_{ij} birim taşıma maliyetleri her kutunun kuzeydoğusunda yer almaktadır.

		İşleme Merkezleri				
		1	2	3	4	
1		10	2	20	11	
	Silo 1	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	15
2		12	7	9	20	
	Silo 2	X_{21}	X_{22}	X_{23}	X_{24}	25
3		4	14	16	18	
	Silo 3	X_{31}	X_{32}	X_{33}	X_{34}	10
Talep		5	15	15	15	

Tablo 3.2.

Modelin amacı, silolarla işleme merkezleri arasındaki taşıma maliyetlerini minimum kılan taşıma programını belirlemektir. Bu, i silosundan j işleme merkezine ($i=1,2,3; j=1,2,3,4$) taşınan X_{ij} miktarını belirlemekle eşdeğerdir.

Ulaştırma algoritmasının adımları simpleks algoritmasıyla tamamen paraleldir. Yani:

Adım 1: Başlangıç uygun temel çözümünü belirleyerek adım 2'ye git.

Adım 2 : Tüm temel dışı değişkenler içinden giren değişkeni belirlemek üzere simpleks yöntemin optimumluk koşulunu kullan. Optimumluk koşulları sağlanmışsa dur, aksi halde adım 3'e git.

Adım 3 : Mevcut tüm temel değişkenler içinden çıkan değişkeni belirlemek üzere simpleks yönteminin uygunluk koşulunu kullan ve yeni temel çözümü bul. Adım 2'ye geri dön.

Bundan sonra bu adımların her biri detaylandırılmıştır.³⁸

3.5.1 Başlangıç Çözümünün Belirlenmesi

Başlangıç temel uygun çözümünün belirlenmesi ve optimallik testinin yapılmasında birçok yöntemden faydalanılmaktadır. Bu bölümde başlangıç temel uygun çözümünün belirlenmesi için sırasıyla *Kuzeybatı Köşesi Yöntemi*, *En Düşük Maliyetli Gözeler Yöntemi*, *Vogel 'ın Yaklaşım Metodu* ve *Russel'in Yaklaşım Metodu*'na optimallik testinin uygulanması için ise *Atlama Taşı Yöntemi* ve *Atlama Taşı Yöntemi*'nden hareketle geliştirilen *Modi Yöntemine* yer verilecektir.³⁹

Başlangıç temel uygun çözümün elde edilmesinde teknik olarak yalnızca olurlu olması şartı arandığı için çözüm yönteminin bu ilk aşamasının tamamlanması kolaydır. Teknik olarak olurlu çözüme ulaşmak için hesaplamaları azaltıp çözüme kolayca ulaşılmasını sağlayan, basit kurallardan oluşan, çözüm yöntemleri geliştirilmiştir.⁴⁰

Çözümün bu aşamasında ilk olarak ulaştırma tablosunun hazırlanması gerekmektedir. Daha önce de anlatıldığı gibi, tabloda kaynaklar ve arz miktarları, hedefler ve talep miktarları ve birim taşıma maliyetleri yer almalıdır. Bununla beraber, eğer gerekliyse, toplam arzın toplam talebe eşitlenmesi; modelin dengelenmiş bir modele dönüştürülmesi gerekmektedir. Ayrıca yine daha önce

³⁸ Taha,s.177-178

³⁹ Görkey (2009)

⁴⁰ Karayalçın,s.132-133

belirtildiği gibi, başlangıç temel uygun çözümün birtakım kriterleri sağlaması gerekmektedir:

- 1- Her kaynağın arz miktarı tamamen kullanılmalıdır.
- 2- Her hedefin talep miktarı tam olarak karşılanmalıdır.
- 3- m =sütun sayısı, n =sattır sayısı olmak üzere, ulaştırma tablosunda yükleme yapılan hücrelerin/gözelerin sayısı $m+n-1$ olmalıdır.⁴¹

m kaynaklı, n hedefli bir ulaştırma problemi, her kaynak için bir tane ve her hedef için bir tane olmak üzere $m+n$ sayıda kısıt denkleminde sahiptir. Bununla birlikte, ulaştırma probleminin daima dengelenmiş olması sebebiyle (arzların toplamı=taleplerin toplamı) bu denklemlerden biri fazla (hayali) olabilir. Dolayısıyla $m + n - 1$ tane bağımsız kısıt denklemi olacaktır . Bu da başlangıç temel çözümün $m + n - 1$ temel değişkenden oluşması demektir. Örnek 4.5-1 'in başlangıç temel çözümü $3 + 4 - 1 = 6$ temel değişken içermektedir.⁴²

3.6. Kuzey-Batı Köşesi Yöntemi

Bu yöntem ulaştırma modellerine sistematik olarak çözüm arayan tekniklerden biridir. Problemin çözümüne, hazırlanmış ulaştırma tablosunun kuzeybatı köşesindeki gözeden başladığı için *Kuzey-Batı Köşesi Yöntemi* adı verilmiştir.⁴³ Yöntem George B. Dantzig tarafından ortaya konmuş, Charnes ve Cooper tarafından isimlendirilmiştir.

Arz ve talep miktarları göz önüne alınırsa problemlerde aşağıdaki durumlarla karşılaşılması mümkündür:

- a) $b_1 < a_1$ ise, yani talep edilen miktar arz edilen miktardan küçük ise;

$X_{11} = b_1$ olacaktır. Ve bir sonraki yükleme, talep miktarı tam olarak karşılanırken arz miktarı tam olarak kullanılmadığı için, yatay hareketle sağ hücreye (X_{12}) yapılacaktır.

- b) $b_1 = a_1$ ise, yani talep edilen miktar ile arz edilen miktar eşit ise;

⁴¹ Anderson ve Lievano, s.126-127

⁴² Taha,s.178-179

⁴³ Tulunay,s.341

$X_{11} = b_1$ olacaktır ve bir sonraki yükleme için, hem arz hem de talep miktarı aynı anda tam olarak karşılandığından, bir yatay bir de dikey hareketle X_{22} hücresine geçilecektir.

c) $b_1 \leq a_1$ ise, yani talep edilen miktar arz edilen miktardan büyük ise;

$X_{11} = a_1$ olacaktır ve bir sonraki yükleme, arz miktarı tam olarak kullanılmışken talep miktarı tam olarak karşılanmadığı için, dikey hareketle alttaki hücreye (X_{21}) yapılacaktır.

Bu şekilde arz ve talep miktarları tam olarak karşılanana kadar işlemlere devam edilerek güney-doğu köşesine kadar ulaşılır.⁴⁴ Kuzey – batı köşesinden güney – doğu köşesine ulaşırken, hücreden hücreye yapılacak atlamalar yalnızca dikey ve yatay hareketlerle sağlanmalı, çapraz hareketlere izin verilmemelidir.⁴⁵

Yöntem, tablonun X_{11} değişkeninin yer aldığı kuzey-batıdaki hücrede başlar.

Adım 1: Seçilen kutuya mümkün olduğunca fazla atama yap ve ardından bu atanan miktarı arz ve talep miktarlarından çıkararak gerekli düzenlemeleri yap.

Adım 2 : İleride tekrar atama yapılmasını önlemek için çıkarma sonucu sıfır arz ya da talebe ulaşan satır ya da sütunu iptal et. Hem satır hem de sütun aynı anda sıfıra gelmişse birini seç ve iptal edilmeyen satır (sütun)'daki sıfır arzı (talebi) dikkate alma (terk et).

Adım 3 : İptal edilmeyen sadece bir satır ya da sütun kaldığında dur. Aksi halde, bir önceki işlemde sütun iptal edilmişse sağ kutuya, satır iptal edilmişse bir aşağıdaki kutuya geç. Adım 1'e git.

Örnek 3.5.1 'deki model için bu prosedürün uygulanması Tablo 3.3'deki başlangıç temel çözümünü verecektir. Oklar dağıtım sırasını gösterirken, dağıtılan miktarlar da daire içine alınmıştır.

Bu durumda başlangıç temel çözümü

$$X_{11} = 5, \quad X_{12} = 10$$

$$X_{22} = 5, \quad X_{23} = 15, \quad X_{24} = 5$$

$$X_{34} = 10 \text{ olmaktadır.}$$

⁴⁴ Koçer, s.140

⁴⁵ Lapin, s.425

	1	2	3	4	Arz
1	10	2	20	11	15
5 →	10				
2	12	↓ 7	9	20	25
	5 →	15 →	5		
3	4	14	16	↓ 18	10
			10		
Talep	5	15	15	15	

Tablo 3.3.

Bu programın maliyeti,

$$Z = 5 \times 10 + 10 \times 2 + 5 \times 7 + 15 \times 9 + 5 \times 20 + 10 \times 18 = 520 \text{ pb olacaktır.}^{46}$$

Kuzey – batı köşesi yöntemi kolay uygulanabilmesine rağmen yöntemin bazı dezavantajları bulunmaktadır. Bu yöntem ile dağıtım planlaması yapılırken yalnızca arz ve talep miktarları göz önünde bulundurulmakta, birim taşıma maliyetler dikkate alınmamaktadır. Bu nedenle elde edilen çözüm genellikle optimal -en iyi- çözümden çok uzak bir değer vermektedir.⁴⁷ Bu nedenle, optimum çözüme ulaşmak için diğer yöntemlere göre daha çok hesaplamaya gerek gösterir. Yani bir anlamda ulaştırma için ucuz olabilecek bir dağıtım planını verememektedir.⁴⁸

3.7. En Düşük Maliyetli Gözeler Yöntemi

En düşük maliyetli gözeler yönteminde maliyetlerin kullanılması nedeniyle optimum olmasa da, kuzey – batı köşesi yöntemine kıyasla daha düşük maliyetli bir

⁴⁶ Taha, s.179-180

⁴⁷ Cinemere, s.96

⁴⁸ Öztürk, s.454

çözümüne ulaşılması mümkündür.⁴⁹ Bu yöntem, en ucuz rota üzerine yoğunlaştığından daha iyi bir başlangıç çözümü bulmaktadır.

En düşük maliyetli gözeler yöntemi ile kuzeybatı köşesi yöntemi arasındaki tek fark, giriş değişkenlerinin seçimindedir. Burada, strateji diğer kalan tüm hücreler arasında en küçük c_{ij} değerine sahip olan hücreyi, giriş hücresi olarak seçmektedir.⁵⁰

Kuzeybatı köşe yöntemi maliyetleri göz önüne almadığından başlangıç temel olurlu çözüm, maliyeti yüksek olan bir çözüm olabilir ve en iyi çözümün bulunması için çok sayıda işlem gerekebilir. Bu durumla karşılaşmamak için kullanılacak olan en düşük maliyet yönteminde en düşük taşıma maliyeti olan hücreye atama yapılır.⁵¹

En düşük maliyetli gözeler yöntemi küçük boyutlu problemlerin çözümünde kullanılmakta olup yöntemin üç farklı yaklaşımı bulunmaktadır. Bunlar;

- a) Genel Yaklaşım
- b) Satır Yaklaşımı
- c) Sütun Yaklaşımıdır.

3.7.1. Genel Yaklaşım

Genel yaklaşımda ulaştırma tablosunun tüm birim taşıma maliyetleri (C_{ij}) incelenerek en düşük birim taşıma maliyetine sahip hücre belirlenir.⁵²

$$C_{pq} = \text{Min } c_{ij}$$

Bu hücreye, arz ve talep miktarları göz önünde bulundurularak mümkün olduğu kadar çok miktarda yükleme yapılır. Bu aşamadan sonra bir sonraki en düşük birim taşıma maliyetine sahip hücreye, kalan arz ve talep miktarlarına bağlı kalınarak yükleme yapılır.⁵³ Arz miktarı tamamen kullanılına, talep miktarı da tamamen karşılanana kadar bu işlemlere devam edilir.⁵⁴

⁴⁹ Witson, s.356

⁵⁰ Uchit, s.14

⁵¹ www.ilkertopcu.net

⁵² Dantzig, s.309

⁵³ Richmond,s.292

⁵⁴ Davis ve Patrick, s.311

Örnek 3.7.1 Ayka İşletmesinden aşağıdaki veriler alınmıştır.

Üretim Merkezleri	Üretim Miktarı	Tüketim Merkezi	Tüketim Miktarı
F ₁	200 birim	D ₁	250 birim
F ₂	400 birim	D ₂	200 birim
F ₃	250 birim	D ₃	350 birim

Tablo 3.4.

Üretim yerlerinden tüketim yerlerine gönderilecek malların taşıma işleminin toplam en düşük maliyette olması istenmektedir.

Problemin başlangıç çözümü ile ilgilendiğimizden ele alacağımız yöntemler ile problemin optimal çözümüne genellikle ulaşılmaz. Şimdi problemin ulaştırma tablosunu düzenleyelim.

	D ₁	D ₂	D ₃	Sunum (üretim miktarı)
F ₁	10 X ₁₁	6 X ₁₂	5 X ₁₃	200
F ₂	7 X ₂₁	8 X ₂₂	8 X ₂₃	400
F ₃	6 X ₃₁	9 X ₃₂	12 X ₃₃	250
istem (tüketim miktarı)	250	200	350	

Tablo 3.5.

Problemde toplam sunum miktarı toplam istem miktarından çoktur. Yani;

Eğer problem doğrusal programlama problemi olarak ifade edilmek istenirse, dengelenmesine gerek yoktur. Örnek 3.7.1 doğrusal programlama modeli olarak aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$\begin{aligned} \text{Enküçükleme } Z = & 10x_{11} + 6x_{12} + 5x_{13} + 7x_{21} + 8x_{22} + 8x_{23} \\ & + 6x_{31} + 9x_{32} + 12x_{33} \end{aligned}$$

Kısıtlayıcılar

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} \leq 200$$

$$x_{21} + x_{22} + x_{23} \leq 400$$

$$x_{31} + x_{32} + x_{33} \leq 250$$

$$x_{11} + x_{21} + x_{31} \geq 250$$

$$x_{12} + x_{22} + x_{32} \geq 200$$

$$x_{13} + x_{23} + x_{33} \geq 350$$

ve

$$x_{ij} \geq 0 \quad (i = 1,2,3; j = 1,2,3)$$

En düşük maliyetli gözeler yöntemine, başlangıç ulaştırma tablosunda en düşük birim maliyeti gözeeye olabilecek kadar yapılabilecek tahsis ile başlanır. Sonra sıra ile bir sonra ki en düşük maliyetli göze göz önüne alınarak tahsisler yapılır ve tüm sunum (sıra) ve istem (sütun) miktarları doyurularak başlangıç çözümü ulaşır.

	D ₁	D ₂	D ₃	Kukla D ₄	Üretim Miktarı
F ₁	10	6	5	0	200
F ₂	7	8	8	0	400
F ₃	6	9	12	0	250
İstem	250	200	350	50	850

Tablo 3.6.

Yöntemi Tablo 3.6. daki probleme uygulayalım. Birim maliyetlerin küçükten büyüğe doğru sıralaması göz önüne alınarak yapılacak dağıtımlar aşağıdaki gibi olacaktır.

1. En düşük maliyetli göze sıfır değerli olarak X_{14} , X_{24} ve X_{34} dür. 50 birim bu gözelerden herhangi birine ayrılabilir. Fakat optimale yakın çözüme ulaşabilmek için, yani bundan sonraki ayrımların küçük maliyetli gözelerle daha çok yapılabilmesi durumu ele alınmalıdır. Bir anlamda hangi sırada daha yüksek maliyetli gözeler varsa, o sıraya ayırım yapılması daha uygun olur. Buna göre $X_{14} = 50$ ayrılmalıdır.
2. İkinci küçük maliyetli göze X_{13} dür. 200 birim bu gözeye ayrılır ve satır 1 çizilir. Sütun 3 de 150 birim kalır. $X_{13} = 200$ birim.
3. $X_{31} = 200$ birim ayrılır ve satır 3 çizilir. Sütun 1 de 50 birim geriye kalır.
4. $X_{21} = 50$ birim ayrılır ve sütun 1 çizilir. Ayrıca satır 2 de geriye 350 birim kalır.
5. X_{22} ve X_{23} gözelerinin maliyetleri eşittir. Burada X_{22} daha fazla birimin ayırımına olanak verdiğinde dağıtım $X_{22} = 200$ birim yapılır. Geriye satır 2 ve 150 birim kalır.
6. $X_{23} = 150$ birim ayrılır ve satır 2 ve sütun 3 çizilerek başlangıç çözüm

	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	Sunum
F ₁	10	6	5	0	200
F ₂	7	8	8	0	400
F ₃	6	9	12	0	250
İstem	250	200	350	50	850

Tablo 3.7.

Değişkenler ve onların en küçük maliyetli başlangıç çözümündeki değerleri

$$X_{13} = 200 \quad X_{21} = 50 \quad X_{22} = 200$$

$$X_{23} = 150 \quad X_{31} = 200 \quad X_{34} = 50 \text{ dir.}$$

Ulaşılan bu çözüm, uygun ve temel bir çözümdür. Öte yandan çözümün toplam ulaştırma maliyeti ise,

$$(5 \times 200) + (7 \times 50) + (8 \times 150) + (6 \times 200) + (0 \times 50) = 5350 \text{ TL.}' \text{dir.}$$

Aynı örneği Kuzey – batı köşesi yöntemi kuralına göre uygularsak;

Görüldüğü üzere toplam sunum miktarı toplam istem miktarından 50 birim daha çoktur. Bu durumda sunum fazlası olan 50 birimlik hayali bir tüketim merkezi, kukla merkez olarak yaratılır ve ulaştırma matrisinde ek bir sütun halinde gösterilir. Bu kukla merkezler için taşıma giderleri sıfır olarak ele alınır.

Üretim Merkezi \ Tüketim Merkezi	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	Üretim Miktarı
F ₁	10 200	6	5	0	200
F ₂	7 50	8 200	8 150	0	400
F ₃	6	9	12 200	0 50	250
Tüketim Miktarı	250	200	350	50	850

Tablo 3.8

1. $X_{11} = 200$ birim dağıtarak 1. Üretim merkezinin tüm ürettiği dağıtıldığında geriye hiç mal kalmamıştır.
2. $X_{21} = 50$ birim dağıtılınca, satırda, yani üretim merkezinin elinde 350 birim kalmış ve 1. Tüketim merkezinin istemi karşılanmıştır.
3. $X_{22} = 200$ birim dağıtılınca 2. Tüketim merkezinin istemi karşılanmış ve 2. üretim merkezinin elinde geriye 150 birim kalmıştır.
4. $X_{23} = 150$ birim dağıtılınca, 2. Üretim merkezinin elinde hiç mal kalmamıştır. Fakat 3. tüketim merkezinin geriye kalan 200 birimlik gereksinimi daha karşılanmamıştır.

5. $X_{33} = 200$ birim dağıtılınca 3. tüketim merkezinin tüm gereksinimi karşılanmış fakat 3. üretim merkezinin elinde 50 birimlik bir üretim fazlası vardır. Bu da kukla üretim merkezi (D_4) 'e dağıtılmaktadır.
6. $X_{34} = 50$ birim dağıtılınca, sunum ve istem merkezlerinin tüm koşulları karşılanmış olmakta ve böylece başlangıç çözüm tamamlanmıştır. Temel değişkenler $X_{11} = 200$, $X_{21} = 50$, $X_{22} = 200$, $X_{23} = 150$, $X_{33} = 200$ ve $X_{34} = 50$ 'dir. Geriye kalan değişkenler temel olmadığı gibi değerlerde sıfıra eşittir.

Problemin ilgili taşıma maliyeti;

$$(200 \times 10) + (50 \times 7) + (200 \times 8) + (150 \times 8) + (200 \times 12) + (50 \times 0) \\ = 7550 \text{ TL.}$$

En küçük maliyetli gözeler yöntemine göre elde ettiğimiz başlangıç çözüm, kuzey-batı köşesi yöntemine göre elde edilen çözümden 2200 TL. daha az maliyetle gerçekleşmektedir.⁵⁵

En düşük maliyete sahip gözenin belirlenmesinde kimi zaman birden çok en düşük maliyetli hücreye rastlanabilir. Bu gibi durumlarda dağıtım rastgele, herhangi bir hücreye yapılabilir.⁵⁶

3.7.2. Satır Yaklaşımı

Bu yöntemde ilk olarak, ilk satırdaki en düşük maliyete sahip hücreye arz ve talep miktarlarına göre mümkün olan en çok sayıda yükleme yapılır. Satıra ait arz miktarı karşılanana kadar ilk satırdaki hücrelere bir sonraki düşük maliyetli hücrelere dağıtım yapılır. İlk satırın arzı tamamlandığında ikinci satıra geçilir ve aynı işleme son satıra kadar devam edilir. Çözüm bittiğinde arz ve talep şartlarının tamamen kullanılmış olması gerekmektedir.⁵⁷ Dağıtım yapılacak ürün kalan veya başlangıçta olan) miktar itibariyle dağıtım maliyeti eşit olan birden fazla gözeye dağıtılabiliyorsa sütun numarası küçük olan tercih edilir. Sunum merkezinin ürünü tamamen dağıtılamadıysa, o satırdaki küçük olan tercih edilir. Sunum merkezinin ürünleri

⁵⁵ Öztürk, s. 450-456

⁵⁶ Görkey, (2009), s.20

⁵⁷ Ignizio ve Gupta, s.111-112

tükenene kadar aynı işlem yapılır ve bir alt satıra geçilir. Her işlemde mutlaka satır sütun gereklerine dikkat edilmelidir.⁵⁸

3.7.3. Sütun Yaklaşımı

Sütun yaklaşımında da satır yaklaşımındaki gibi işlemler uygulanmalıdır. Tek fark bu yöntemde ilk olarak, ilk sütundaki en düşük maliyetli gözeye arz ve talep şartları dikkate alınarak mümkün olan en çok sayıda yükleme yapılmaktadır. Sütunun talebi karşılandığında ikinci sütuna geçilecektir ve aynı işlemlere son sütuna kadar devam edilecektir. Aynı sütun birden fazla en düşük maliyete sahip göze bulunuyorsa, dağıtım satır indisi küçük olan yapılmalıdır.⁵⁹

Sıra veya sütun en küçüğü yöntemine göre önce birinci sıradaki en küçük maliyetli gözeye sıra ve sütun şartlarına bağlı kalarak en büyük ayırım yapılır. Eğer 1. sıra şartı doğrulanmamış ise, sırada bir sonraki en küçük maliyet gözeye kalan miktar dağıtılır. Böylece her defasında bir alt sıraya geçilerek aynı işlemler yapılır ve her sıra ve sütun miktarı doyurularak tüm ayırımlar yapılır.

Daha önce ele aldığımız (3.7.1.) örneğe bu yöntemi uygularsak aşağıda ki başlangıç çözümü veren tablo 3.9. 'u elde ederiz.

	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	Sunum
F ₁	10	6	5	0	200
F ₂	250	7	8	0	400
F ₃	6	9	12	0	250
İstem	250	200	350	50	850

Tablo 3.9.

⁵⁸ Kabak, s.17

⁵⁹ Doğan , s.87-88

Başlangıç çözümün verdiği temel değişkenlerin değeri

$X_{13} = 150$, $X_{14} = 50$, $X_{21} = 250$, $X_{23} = 150$, $X_{32} = 200$, $X_{33} = 50$ birimdir.

Dikkat edilirse temel değişkenlerin sayısı yani bir anlamada ayırım sayısı

$m+n-1 = 6$ 'dır. Dolayısı ile bu yöntem ile elde ettiğimiz başlangıç çözümü, uygun ve temeldir. Ayrıca çözümün verdiği toplam ulaştırma maliyeti ise;

$$(5 \times 150) + (0 \times 50) + (7 \times 250) + (8 \times 150) + (9 \times 200) + (12 \times 50) = 6100 \text{ TL.}'\text{dir.}$$

Sütun en küçüğü kullanımı yöntemindeki işlemlerde sıra en küçüğü yönteminin hemen hemen aynıdır. Ancak burada 1. sütundan başlayarak gerekli dağıtımlar yapılır.⁶⁰

3.8. Vogel Yaklaşım Yöntemi (VAM Yöntemi)

William R. Vogel tarafından 1985 yılında öne sürülen VAM Yöntemi, kuzey – batı köşesi ve en düşük maliyetli gözeler yöntemlerinden çok daha iyi bir başlangıç temel uygun çözüm vermekte, hatta kimi zaman optimal çözümü (özellikle küçük boyutlu problemlerde doğrudan optimal çözümü) verebilmektedir.⁶¹

Vogel'in yaklaşım metodu, optimum çözüme en yakın başlangıç çözümünü vermektedir. Bu nedenle VAM yöntemi ile elde edilen başlangıç çözümü bazı hallerde yaklaşık bir optimum sonuç olarak kabul edilmekte olduğundan bu metoda 'Vogel'in Yaklaşım Metodu' adı verilmektedir.⁶²

Vogel Yaklaşım yöntemi adım adım çözüme ulaşmaktadır. İlk olarak matrisin her bir satır ve sütununda bulunan en büyük iki maksimum elemanın (maliyet veya kar değeri) arasındaki cebrik farklar belirlenir.⁶³

VAM Yöntemi genel olarak, tablo genelinde en düşük maliyetli hücreye değil ikinci en düşük maliyetli hücreye yükleme yapılması durumunda, birim başına

⁶⁰ Öztürk, S.456

⁶¹ Doğan, s.89-90

⁶² Analı, s.45

⁶³ Halaç, s.432

kaçırılacak fırsatları belirleyip en büyük fırsatın kaçırılmaması esasına dayanmaktadır.⁶⁴ Söz konusu yöntem için aşağıdaki işlemler gereklidir.

- 1- Ulaştırma tablosundaki göze maliyetlerinden her bir satır ve sütun için cezalar belirlenir. Cezaların (fırsatların) belirlenmesinde her bir satırda (sütun) yer alan en küçük maliyetli eleman aynı satırda (sütunda) ki en küçük maliyete en yakın maliyetten çıkarılır.
- 2- Belirlenen bu cezalara satır ve sütun halinde ulaştırma tablosunun altında ve yanında yer verilir. Sonra tüm satır ve sütun cezalar arasında en büyüğü seçilir ve bu seçilen cezanın karşılığı satır veya sütundaki en küçük maliyeti gözeye olabildiğince dağıtım yapılır. İstem ve sunum uygunluğuna göre yapılan dağıtımdan sonra doyurulan satır ve sütun bırakılarak işlem 3'e geçilir.
- 3- Geriye kalan hücrelerdeki maliyetler için sütun ve satır cezaları tekrar hesaplanır ve işlem 2'deki hesaplamalar yapılır.

Tüm dağıtımlar bu yolla yapılarak başlangıç çözüm elde edilir.⁶⁵

Çözüm aşamaları sırasında verilecek bazı ikilemlere karşı iki noktaya dikkat edilmesi gerekmektedir. İlki, ceza (fırsat) maliyetleri belirlenirken, aynı en düşük maliyete sahip iki adet hücre bulunuyorsa, bu durumda ceza maliyetinin sıfır olması gerektiğidir.⁶⁶ İkinci nokta ise, ceza maliyetleri hesaplandıktan sonra ortaya çıkabilir. Ceza maliyetlerinden en büyük farkların değerleri kimi zaman birbirine eşit olabilir. Bu durumda aşağıda açıklanan işlemler başlangıç çözüme daha çabuk ulaşılmasını sağlayacaktır:

- a) En büyük ceza maliyeti iki ya da daha fazla satırda/sütunda bulunuyorsa, daha büyük değerli arz/talep miktarına sahip satırdaki/sütundaki en düşük maliyetli hücreye yükleme yapılmaktadır.
- b) En büyük ceza maliyeti bir satır ve bir sütunda aynı anda bulunuyorsa, satır ile sütunun kesiştiği hücrenin en düşük maliyetli olup olmadığı kontrol edilir. Eğer ilgili hücre en düşük maliyete sahipse yükleme bu hücreye, eğer değilse yükleme söz konusu satır ya da sütundaki en düşük maliyetli hücreye yapılır.⁶⁷

⁶⁴ Kara, s.181-183

⁶⁵ Öztürk, s.457

⁶⁶ Hiller ve Lieberman, s. 340

⁶⁷ Doğan,s.90-91

VAM Yöntemiyle elde edilen sonuç, daha önce belirtildiği gibi kuzey-batı köşesi ve en düşük maliyetli gözeler yöntemleriyle elde edilen sonuçlara kıyasla daha düşük maliyetli olmaktadır. Dolayısıyla bu yöntemle elde edilen sonuca optimallik testi uygulandığında daha az iterasyon işlemleriyle karşılaşılmakta hatta kimi zaman optimal sonucun kendisiyle karşılaşılmaktadır.⁶⁸

3.9. Russel'in Yaklaşım Yöntemi (RAM Yöntemi)

En son olarak da Russel tarafından geliştirilen RAM Yöntemi (Russell's Approximation Method) uygulamada kullanılmaya başlamıştır.⁶⁹

RAM Yöntemiyle tıpkı VAM Yöntemi'yle olduğu gibi iyi bir başlangıç çözüme, hatta bazen optimale çok yakın bir çözüme ya da doğrudan optimal çözüme ulaşmak mümkündür. Bu yöntem VAM Yöntemi'ne göre daha çok hesaplama işlemi içermektedir. Her ne kadar iki yöntem arasında hangisinin daha iyi çözüm verdiği dair kesinleşmiş bir kanı olmasa da bazı kaynaklarda RAM Yöntemiyle daha iyi bir sonuca ulaşıldığı iddia edilmektedir.⁷⁰

Metod iterasyon aşamalarından oluşmaktadır. Çözüm aşamaları belirtilmeden önce her iterasyon aşamasında hesaplanması gereken değerlerin belirtilmesinde fayda vardır.

$u_i^* = i$ inci satırdaki (üstü çizilmemiş) en yüksek C_{ij} değeri

$v_j^* = j$ inci sütundaki (üstü çizilmemiş) en yüksek C_{ij} değeri

ve her bir hücre için yeni birim taşıma maliyeti katsayılarını ifade eden (Δ) değeri aşağıdaki gibi hesaplanır;⁷¹

$$\Delta_{ij} = C_{ij} - u_i^* - v_j^*$$

Yöntemin çözüm aşamaları aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- 1- Başlangıç tablosunda u_i^* ve v_j^* değerleri belirlenir, satır ve sütun olarak ulaştırma tablosuna eklenir.

⁶⁸ Richmond, s.297

⁶⁹ Tekin, s.81

⁷⁰ Dantzig ve Thapa, s.218

⁷¹ Jensen ve Jonathan, s.192

- 2- Boş bir tablo hazırlanarak, Δ_{ij} değerleri hesaplanır. Bu delta değerleri artık yeni c_{ij} katsayılarıdır.
- 3- Yeni hesaplanan Δ değerleri arasından en yüksek olan belirlenir ve bu hücreye arz ve talep koşulları dikkate alınarak mümkün olan en büyük sayıda yükleme yapılır. Bu miktar arz ve talep miktarlarından düşülür. Eğer ilgili arz merkezinin arzı tamamen kullanılmış ya da ilgili talep merkezinin talebi tamamen kullanılmış ise gelecek iterasyonlar için ilgili merkez elenerek göz ardı edilir. Yeni bir ulaştırma tablosu hazırlanır.
- 4- Yeni hazırlanan tabloda 1-3 arasındaki işlemler iterasyon halinde sütun ya da satır sayısı bire ininceye kadar uygulanır.

3.adımda birden fazla en yüksek değerli Δ değeri bulunuyorsa herhangi biri tercih edilerek işlemlere devam edilir.⁷²

Örnek: 3.8.1. ABA şirketi arabalarını iki merkezden kiraya vermektedir. Arabaları kiralamak isteyen merkezlerin istemleri sırasıyla $D_1 = 9$, $D_2 = 6$, $D_3 = 7$ $D_4 = 9$ arabadır. Şirketin elinde fazladan I. merkezde 15, II. Merkezde 13 araba vardır. Kira sözleşmesine göre arabalar kiralandıktan sonra tekrar kiralanan merkeze arabalar teslim edilir. Arabaların kiralandığı merkez ile kiralayan merkezler arasındaki birim taşıma maliyeti (TL) aşağıdaki gibidir.

	D_1	D_2	D_3	D_4
Merkez I (S)	45	17	21	30
Merkez II (S)	14	18	19	31

Vogel yaklaşım yöntemine göre arabaların dağıtım programı ve toplam en küçük maliyeti belirlemek istenmektedir.

Problemin başlangıç ulaştırma tablosunu teşkil etmeden önce toplam istem, toplam sunum eşitliğine bakmak lazım.

⁷² Doğan, s.94

istenmekte, fakat şirketin elinde bulunmamaktadır. Bu yüzden 3 araba sunan kukla bir sunum merkezi yaratmalıyız. Gerçekte bu kukla merkezden hiç araba gönderilmeyeceğinden taşıma maliyeti sıfır olarak alınır.

Bu problemin ulaştırma tablosu aşağıdaki gibi olur.

	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	Sunum
S ₁	45	17	21	30	15
S ₂	14	18	19	31	13
Kukla S ₃	0	0	0	0	3
istem	9	6	7	9	31

Tablo 3.10

VAM Yöntemiyle problemin çözümünde yapılacak ilk işlem, tüm satır ve sütunlarda yer alan gözelerin ceza maliyetlerini belirlemektir. Biliyoruz ki ceza maliyetlerinin hesaplanışında en küçük iki maliyet arasındaki farklar alınıyordu. Buna göre sütun 4'ün cezası en yüksek olur ve dağıtım sütun 4'de en küçük maliyetli gözeyle olabildiği kadar yapılır.

	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	Sunum	Satır Ceza
S ₁	45	17	21	30	15	4
S ₂	14	18	19	31	13	4
S ₃	0	0	0	0	3	0
istem	9	6	7	9	31	
Sütun Ceza	14	17	19	30	31	

Tablo 3.11

Böylece dağıtım $X_{34} = 3$ birim yapılır ve sunum merkezi (S₃) daha öte düşünceler için atılır. Çünkü satır 3 yani S₃ tamamen karşılandığı için yeniden cezaların bulunmasında kullanılmaz.

	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	Sunum	Satır Ceza
S ₁	45	17	21	30	15	4
S ₂	9	14	18	19	31	4
istem	9	6	7	7	6	28
Sütun Ceza	31	1	2	1	28	

Tablo 3.12.

Yeni Ceza Takımını Gösterir

En büyük caza sütun 1 de görülmekte ve bu sütunda en küçük değerli göze $X_{21} = 9$ ayrılarak istem merkezi 1'in gereksinimi karşılanır ve sütun 1 diğer işlemlerde yer almaması için atılır.

	D ₂	D ₃	D ₄	Sunum	Satır Ceza
S ₁	17 6	21	30	15	4
S ₂	1 8	19	31	4	1
İstem	6	7	6	19	
Sütun Ceza	1	2	1		

Tablo 3.13.

Tablo 3.13. de sıra ve sütun cezaları arasında en büyüğü 4 olup 1. sıraya karşılıktır. Bu sıradaki en küçük maliyetli göze $X_{12} = 6$ ayrımı yapılır ve D₂ sütunu bırakılarak tablo 3.14. hazırlanır.

	D ₃	D ₄	Sunum	Satır Ceza
S ₁	21	30	9	9
S ₂	19 4	31	4	12
İstem	7	6	13	
Sütun Ceza	2	1		

Tablo 3.14.

Sıra ve sütun cezalar arasında en büyüğü 12 olup S_2 sırasına karşılıktır. Bu sıradaki en düşük maliyetli göze $X_{23} = 4$ ayrımı yapılır. S_2 sırası bırakılınca geriye sadece S_1 sırası, yani araba merkezi I kalmaktadır. Söz konusu merkezin elinde kalan 9 araba da $X_{13} = 3$ ve $X_{14} = 6$ ayrımı yapılarak D_3 ve D_4 istem merkezleri de doyurulur.

Buraya kadar ki işlemlerde yapılan ayrımlar ulaştırma tablosunda bir araya getirilirse başlangıç çözümü elde edilir.

	D_1	D_2	D_3	D_4	Sunum
S_1	45	17	21	30	15
S_2	9	14	18	19	13
Kukla S_3	0	0	0	0	
				3	3
İstem	9	6	7	9	31
					31

Tablo 3.15

Arabaların dağıtım programı şöyle olacaktır:

$X_{12} = 6$, $X_{13} = 3$, $X_{14} = 6$, $X_{21} = 9$, $X_{23} = 4$, $X_{34} = 3$ arabadır.

Toplam Taşıma Maliyeti = $(6 \times 17) + (3 \times 21) + (9 \times 14) + (6 \times 30) + (4 \times 19) + (3 \times 0) = 547$ TL. dir.

VAM Yöntemi gösterdiğimiz gibi ayrı tablolar halinde ele alınarak başlangıç çözümüne ulaşılabildiği gibi, tüm yapılan işlemler tek bir ulaştırma tablosunda gösterilerek de ulaşılabılır. Şöyle ki:

	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	Sunum		Satır	Ceza	
S ₁	45	6 17	3 21	6 30	15	4	4	4	9
S ₂	9 14	18	4 19	31	13	4	4	1	12
S ₃	0	0	0	0	3	0	x	x	x
istem	9	6	7	9	31				
S.Ceza	14	17	19	30					
	31	1	2	1					
	x	1	2	1					
	x	2	1	1					

Tablo 3.16.

Koyu renk ile belirttiğimiz cezalar, sıra ve sütundaki en büyük cezalar olup onların karşılığı satır veya sütundaki en küçük maliyetli gözeye olabildiğince ayırım yapılır. İstem ya da sunumu karşılanan satır veya sütun yeni işlemler için bırakılarak, bunlar X işareti ile gösterilir.

Ayrılmış gözelerdeki değişkenler yani X_{12} , X_{13} , X_{14} , X_{21} , X_{23} ve X_{34} değişkenlere temel değişkenler, ayırım yapılmamış gözelerdeki değişkenlere ise yan X_{11} , X_{22} , X_{24} , X_{31} , X_{32} , X_{33} temel olmayan değişkenlere adı verilir. VAM yöntemi ile ulaşılan çözüm ($m + n - 1$) şartını sağladığından hem temel hem de uygun bir çözümdür.⁷³

⁷³ Öztürk (s457-461)

3.10. Optimum Çözümün Bulunması

Ulaştırma modellerinde başlangıç temel uygun çözümün elde edilmesinden sonra, bu çözümün optimal; en düşük maliyeti veren sonuç olup olmadığı aynı kısıtlayıcı koşullara bağlı kalınarak test edilmelidir. Test uygulanırken ilk olarak tüm boş hücreler - temel olmayan değişkenler- incelenmelidir. Herhangi bir boş hücre görev aldığında toplam maliyet daha düşük olarak hesaplanıyorsa, başlangıç temel uygun çözümün optimal çözüm olmadığı dolayısıyla maliyetin azalmasını sağlayan temel olmayan değişkenin temele alınması gerektiği kararına varılır. Eğer görev alan boş hücrelerden hiçbirinin maliyet üzerinde olumlu etkisi bulunmuyorsa başlangıç temel uygun çözümle elde edilen çözüm optimal yani en düşük maliyetlidir.⁷⁴

Optimallipin test edilmesinde iki yöntemden bahsedeceğiz. Bu iki yöntem:

- 1- Atalama Taşı Yöntemi
- 2- Çoğaltan Yöntemi

Her iki yöntemle de optimallik testi uygulanmadan önce dikkat edilmesi gereken bir husus bulunmaktadır. m = kaynakların sayısı, n = hedeflerin sayısı olmak üzere, başlangıç temel uygun çözümde görev alan hücre sayısı, $m + n - 1$ olmalıdır.⁷⁵ Eğer bu eşitlik sağlanmazsa yani bozulma durumuyla karşılaşırsa, her iki yöntem de uygulanırken, bir takım hesaplamaları yapmak olanaksız olacaktır. Dolayısıyla böyle bir durumda önce bozulma durumu giderilmeli, optimallik testi bu düzeltme işleminden sonra uygulanmalıdır.⁷⁶

3.10.1. Atlama Taşı Yöntemi

Bu yöntemde optimum çözüme ulaşabilmek için, boş hücrelere atama yapıldığından toplam maliyetin azalıp azalmadığı bulunmaya çalışılır. Eğer yeni yapılan atamalar ile dağım miktarları değiştiğinde daha düşük bir maliyet elde ediliyorsa, optimal çözüme yaklaşmış olur.

Atlama taşı yöntemiyle boş bir hücreye atama yaptığımızda, toplam maliyetin değişeceği hesaplanabilmektedir. Boş hücreye yapılan bir birimlik atama için maliyetteki değişme miktarı (d_{ij}) hesaplanır.

⁷⁴ Cinemre, s.107

⁷⁵ Turan ve Meredith, s.394

⁷⁶ Richmond, s.107

İlk önce hangi boş hücreye atama yapmamız gerektiğine karar verirken en yüksek negatif d_{ij} değerini elde ettiğimiz hücreden işe başlamak doğru olur. Eğer tüm d_{ij} değerleri pozitifse boş bir hücreye yapılacak atama herhangi bir tasarruf sağlamayacaktır. Bu durumda optimum çözüme ulaşılmış olur.

Atlama taşı yöntemiyle boş bir hücreye atama yapıldığında dengeyi sağlamak için, hücreyi içine alan bir döngü oluşturulur. Döngü oluşturulurken aşağıdaki koşullar gerçekleşmelidir:

- a) Birbirini izleyen iki tane eleman aynı satır veya sütunda ter almamalıdır.
- b) İki tane fazla birbirini izleyen aynı eleman aynı satır veya sütunda yer almamalıdır.
- c) Birbirini takip eden elemanların sonuncusu birince elemanla aynı satır ya da sütunda yer almalıdır.

Optimalliğin testinde kullanılan bu yöntemde görevlendirilmiş hücrelere taş, görevlendirilmemiş hücrelere boş hücre denmektedir. Kapalı çevrim oluşturulurken ilk hücrenin boş, diğer tüm hücrelerin dolu hücrelerden oluşması nedeniyle yöntem Atlama Taşı Yöntemi adını almıştır.⁷⁷

Çözümün geliştirilmesi aşamasında, çevrim hattı üzerinde (-) işaretli hücrelerden mutlak değerce en büyük ilerleme indeksine sahip birden çok hücre bulunuyorsa, bu hücrelerden herhangi biri rastgele seçilir.⁷⁸ Problemin genel olarak çözümü bu şekilde gerçekleşmektedir.

Örnek 3.10.1. A, B ve C fabrikaları kendileri için gerekli hammadeleri X, Y, Z depolarından temin etmektedirler. Depoların arz edebileceği miktarlar, fabrikaların talepleri ve taşıma maliyetleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

⁷⁷ Davis ve McKeown, s.316

⁷⁸ Churchman, Russel ve Arnoff, s.298

	A	B	C	ARZ
X	200	40		240
Y		240	80	320
Z			80	80
TALEP	200	280	160	640

Tablo 3.17.

Kuzey – Batı Köşesi Yöntemiyle Bulunan Başlangıç Çözümü; aşağıdaki tabloda verilmiştir.

	A	B	C	ARZ
X	6	13	15	240
Y	11	7	8	320
Z	9	5	10	80
TALEP	200	280	160	640

Tablo 3.18.

Çözümde hangi hücreden başlayacağımızı bulmak için her boş hücre için d_{ij} değerlerini hesaplayalım:

$$d_{13} = 15 - 8 + 7 - 13 = 1$$

$$d_{21} = 11 - 6 + 13 - 7 = 11$$

$$d_{31} = 9 - 10 + 8 - 7 + 13 - 6 = 7$$

$$d_{32} = 5 - 10 + 8 - 7 = (-4)$$

Maliyetlerde azalmaya neden olabilecek tek değer (-4) 'tür. Dolayısıyla bu değeri veren hücreye atama yapmamız gerekir. Bu hücreye atayacağımız miktar 80'i geçemez. 80 değeri atadığımızda buna bağlı olarak X_{33} değeri 0, X_{23} değeri 160, X_{22} değeri 160 olur. Bu işlem sonucunda elde edeceğimiz tablo aşağıda verilmiştir.

	A	B	C	ARZ
X	200	40		240
Y		160	160	320
Z		80		80
TALEP	200	280	160	640

Tablo 3.19

İlk iterasyon sonucunda elde edilen çözüm;

Hangi hücreden çözüme devam edeceğimizi bulabilmek için, önceki adımda yaptığımız işlemi tüm boş hücreler için tekrar yapmamız gereklidir.

$$d_{13} = 15 - 8 + 7 - 13 = 1$$

$$d_{21} = 11 - 6 + 13 - 7 = 11$$

$$d_{31} = 9 - 5 + 13 - 6 = 11$$

$$d_{33} = 10 - 8 + 7 - 5 = 4$$

Bulduğumuz tüm d_{ij} değerleri pozitif çıkmıştır. Bu, boş bir hücreye yapacağımız atamaların maliyette herhangi bir tasarruf sağlamayacağı anlamına gelir. Yani optimum çözüme ulaşılmıştır.

$$\begin{aligned} \text{Toplam ulaştırma maliyeti} &= (200 \times 6) + (40 \times 13) + (160 \times 7) + (160 \times 8) + (80 \times 5) \\ &= 4520 \text{ TL olarak bulunur.} \end{aligned}$$

3.10.2. Çoğaltan Yöntemi

Yönetici, faaliyetlerinde zaman ve maliyetten tasarruf sağlamayı amaçlar. Çoğaltan yöntemi, yatırım projelerinin seçiminde önemli rol oynayan gölge fiyatlarını belirleyebilmesinden ve de maliyet yönünde tasarrufu daha fazla sağlamasından ötürü öteki alışlagelmiş yöntemlerden üstündür. Ayrıca bu yöntem daha önce ele aldığımız atlama taşı yöntemine oranla hesaplama işlemi ve optimuma ulaşma bakımından daha kolaydır.⁷⁹

⁷⁹ Öztürk, s.465

Bu yöntemde çoğaltan olarak adlandıracağımız dual değişkenler (u_i ve v_j) kullanılır. i ve j 'lik bir tabloda önce bu değişkenlerden biri (bu değişken genellikle u_1 'dir) 0 kabul edilerek her dolu hücre için aşağıdaki denklem yazılır.

$$X_{ij} \text{ için : } u_i + v_j = c_{ij}$$

Yukarıdaki denlemlerde bulunan u_i ve v_j değerleri kullanılarak her boş hücre için aşağıdaki denklemler yazılarak d_{ij} değerleri hesaplanır:

$$X_{ij} \text{ için : } d_{ij} = u_i + v_j - c_{ij}$$

Eğer bulunan d_{ij} değerleri sıfıra eşit veya negatifse optimum çözüme ulaşılmış olur. Aksi halde en büyük pozitif d_{ij} değerini veren hücreye atama yapılır. Daha önceki yöntemde yaptığımız gibi döngü oluşturularak diğer hücrelerde gerekli düzeltmeler yapılır ve çözüme devam edilir.

Örnek 3.10.2 : A, B, C Fabrikaları X, Y, Z, T pazarlarına mal göndermektedir. Fabrikaların gönderebileceği mal miktarları ve pazarların tahmin edilen talebi aşağıdaki gibidir:

A : 200 birim , B : 300 birim, C : 450 birim

X : 250 birin, Y : 100 birim, Z : 225 birim, T : 325 birim

Fabrikalardan pazarlara birim malların ulaştırma maliyeti ise aşağıdaki tabloda verilmiştir.

	X	Y	Z	T
A	15	18	12	13
B	10	10	11	9
C	8	5	7	8

Tablo 3.20.

Bu problem, dengeye getirilecek Vogel Yaklaşımı'yla çözülmüş ve aşağıdaki başlangıç çözümü bulunmuştur.

	X	Y	Z	T	K	Arz
A				150	50	200
B	125			175		300
C	125	100	225			450
Talep	250	100	225	325	50	950

Tablo 3.21.

Optimum çözümü bulmak için öncelikle yukarıdaki tabloda dolu olan hücreler için aşağıdaki denklemler yazılır:

$$X_{14} \text{ için : } u_1 + v_4 = c_{14} = 13$$

$$X_{15} \text{ için : } u_1 + v_5 = c_{15} = 0$$

$$X_{21} \text{ için : } u_2 + v_1 = c_{21} = 10$$

$$X_{24} \text{ için : } u_2 + v_4 = c_{24} = 9$$

$$X_{31} \text{ için : } u_3 + v_1 = c_{31} = 8$$

$$X_{32} \text{ için : } u_3 + v_2 = c_{32} = 5$$

$$X_{33} \text{ için : } u_3 + v_3 = c_{33} = 7$$

Bu denklemler $u_1 = 0$ kabul edilerek çözüldüğünde aşağıdaki değerler elde edilir:

$$u_2 = -4 \quad v_1 = 14 \quad v_3 = 13 \quad v_5 = 5$$

$$u_3 = -6 \quad v_2 = 11 \quad v_4 = 13$$

Tablodaki boş hücreler için aşağıdaki denklemler yazılarak d_{ij} değerleri hesaplanır:

$$X_{11} \text{ için : } d_{11} = u_1 + v_1 - c_{11} = 0 + 14 - 15 = -1$$

$$X_{12} \text{ için : } d_{12} = u_1 + v_1 - c_{12} = 0 + 11 - 18 = -7$$

$$X_{11} \text{ için : } d_{11} = u_1 + v_1 - c_{11} = 0 + 14 - 15 = -1$$

$$X_{13} \text{ için : } d_{13} = u_1 + v_3 - c_{13} = 0 + 13 - 12 = 1$$

$$X_{22} \text{ için : } d_{22} = u_2 + v_2 - c_{22} = -4 + 11 - 10 = -3$$

$$X_{23} \text{ için : } d_{23} = u_2 + v_3 - c_{23} = -4 + 13 - 11 = -2$$

$$X_{25} \text{ için : } d_{25} = u_2 + v_5 - c_{25} = -4 + 0 - 0 = -4$$

$$X_{34} \text{ için : } d_{34} = u_3 + v_4 - c_{34} = 6 + 13 - 8 = -1$$

$$X_{35} \text{ için : } d_{35} = u_3 + v_5 - c_{34} = -6 - 0 + 0 = -6$$

Tek pozitif değer d_{13} değeridir. Bu durumda çözüme, X_{13} ' e atama yaparak başlamak gerekir. Bu amaçla X_{13} hücresinden başlayan ve burada sona eren bir döngü belirlenir. Bu döngü, $X_{13} - X_{14} + X_{24} - X_{31} + X_{33}$ döngüsüdür.

X_{13} 'ün değeri, bu döngüde yer alan değişkenlerin negatif değerli olanlarının mutlak değerce en küçüğü yani 125'tir. X_{13} 'e 125 birim atanıp gerekli düzenlemeler yapıldığında aşağıdaki tabloya ulaşılır:

	X	Y	Z	T	K	Arz
A			125	25	50	200
B				300		300
C	250	100	100			450
Talep	250	100	225	325	50	950

Tablo 3.22.

Bulduğumuz çözümün optimum olup olmadığını anlamak için daha önce yaptığımız işlemler aynen tekrarlanır.

$$X_{13} \text{ için : } u_1 + v_3 = c_{13} = 12$$

$$X_{14} \text{ için : } u_1 + v_4 = c_{14} = 13$$

$$X_{15} \text{ için : } u_1 + v_5 = c_{15} = 0$$

$$X_{24} \text{ için : } u_2 + v_4 = c_{24} = 9$$

$$X_{13} \text{ için : } u_1 + v_3 = c_{13} = 12$$

$$X_{31} \text{ için : } u_3 + v_1 = c_{31} = 8$$

$$X_{32} \text{ için : } u_3 + v_2 = c_{32} = 5$$

$$X_{33} \text{ için : } u_3 + v_3 = c_{33} = 7$$

Bu denklemler sonucu $u_1 = 0$ kabul edilerek çözüldüğünde aşağıdaki değerler elde edilir:

$$u_2 = -4 \quad v_1 = 13 \quad v_3 = 12 \quad v_5 = 0$$

$$u_3 = -5 \quad v_2 = 10 \quad v_4 = 13$$

Tablodaki boş hücreler için aşağıdaki denklemler yazılarak d_{ij} değerleri hesaplanır:

$$X_{11} \text{ için : } d_{11} = u_1 + v_1 - c_{11} = 0 + 13 - 15 = -2$$

$$X_{12} \text{ için : } d_{12} = u_1 + v_2 - c_{12} = 0 + 10 - 18 = -8$$

$$X_{22} \text{ için : } d_{22} = u_2 + v_2 - c_{22} = -4 + 10 - 10 = -4$$

$$X_{23} \text{ için : } d_{23} = u_2 + v_3 - c_{23} = -4 + 12 - 11 = -3$$

$$X_{25} \text{ için : } d_{25} = u_2 + v_5 - c_{25} = -4 + 0 - 0 = -4$$

$$X_{34} \text{ için : } d_{34} = u_3 + v_4 - c_{34} = -5 + 13 - 8 = 0$$

$$X_{35} \text{ için : } d_{35} = u_3 + v_5 - c_{35} = -5 + 0 - 0 = -5$$

Temel değişkenlerin hepsinin değerleri 0'dan küçük ya da eşit olduğuna göre bulunan çözüm optimum çözümdür.

$$\begin{aligned} \text{Toplam ulaştırma maliyeti} &= 12 \times 124 + 13 \times 25 + 0 \times 50 + 9 \times 300 + 8 \times 250 + \\ &5 \times 100 + 7 \times 100 = 7725 \text{ TL 'dir.} \end{aligned}$$

3.11. Atama Modeli

Atama modeli veya problemleri genel doğrusal programlama problemlerinin özel bir durumudur. Atama modeli türlü kaynakların değişik görevlere en uygun şekilde dağıtımını sağlamayı amaçlar.⁸⁰

Yöneylem Araştırması'nda en çok tanınan problemlerden biri 'atama'(assignment) problemidir.⁸¹

Lineer programlamanın atama modeli aşağıdaki gibi tanımlanabilir. (n) ihtiyacı karşılamak için (n) vasıta mevcuttur. (i) vasıtanın (i) ihtiyaçla yüklenmesine bağlılığı X_{ij} , e_{ij} gibi belirli bir fayda faktörü ile (i) vasıta (j) ihtiyacı karşılamak için kullanılırsa $X_{ij} = 1$ olması ve (i) vasıta (j) ihtiyacı karşılamak için kullanılmazsa $X_{ij} = 0$ olması gerektiği açıktır.⁸²

Atama modelleri, bölünmez yapıdaki kaynakları (insan, makine, araç, bina...) faaliyetlere (görev, rota...) optimal atamalar ile uğraşır. Bu aynı zamanda iş çevrim probleminin modellenmesi için de uygun bir yöntemdir.⁸³

Atama modelinin kapsamı, işçilerin işlere atanması şeklinde bir ifadeyle daha iyi anlatılabilir. Burada, beceri düzeyi farklı olsa bile herhangi bir işçi herhangi bir işi üstlenebilmelidir. Üstlenilen herhangi bir işteki bir işçinin ustalık maliyeti ondan daha usta olan operatörün maliyetinden daha az olmaktadır. Modelin amacı, işçilerin işlere optimum (en düşük maliyetli) atanmasını belirlemektir.⁸⁴

İşlere atanacak kaynakların her zaman işçiler olması şart değildir. Makinelerin işlere, araçların ya da fabrikaların görevlere atanması da atama modeli kapsamında ele alınabilir.

Atama modelinin tanımlanabilmesi için gerekli varsayımlar:

- 1- Kaynakların ve işlerin sayısı birbirine eşit olmalıdır ve n ile belirtilir.
- 2- Her bir kaynak yalnızca bir işe atanabilir.
- 3- Her bir iş yalnızca bir kaynak tarafından gerçekleştirilebilir.
- 4- i (i = 1,2,...,n) kaynağının j (j = 1,2,...,n) işini tamamlama maliyeti c_{ij} 'dir.

⁸⁰ Öztürk, s.489

⁸¹ Öner ve Ülengin, s.73

⁸² Halaç, s.438

⁸³ Burkard ve Butkovic, s.415

⁸⁴ Taha, s.192

5- Modelin amacı, en düşük maliyet ulaşmak için, n sayıdaki kaynağın n sayıdaki işe ne şekilde dağıtılması gerektiğinin saptanmasıdır.

Bu varsayımları sağlayan bir problem atama modeli için özel olarak geliştirilen algoritma ile çözülebilmektedir.⁸⁵

3.11.1. Atama Modelinin Matematiksel Formu

Atama modelinin genel matematiksel modeli aşağıdaki gibi ifade edilir;

$X_{ij} = 1$, i işi görevine atamış ise, 0 diğer durumlarda

Atama modelinde amaç maliyetin en küçüklenmesi olduğu için amaç fonksiyonu en küçükleme olarak kurulmuştur. Kısıtlardan ilki her bir kaynağın yalnızca bir işe atandığını, ikincisi ise her bir işte yalnız bir kaynağın görev alacağını temsil etmektedir. Kısıtlarının bu şekilde oluşmasının nedeni birebir

⁸⁵ Hillier ve Lieberman,s.350

eşleşmeyi sağlamaktadır. Karar değişkenleri yalnızca 0 ve 1 değerlerini alabilmektedirler, bunun nedeni herhangi bir kaynağın bir işe ya atanabileceği ya ta atanamayacağıdır. Karar değişkeni, ilgili işe atanma gerçekleşirse 1 değerini alacak, atanma gerçekleşmezse 0 değerini alacaktır.

Yukarıda matematiksel modeli verilen problem, aslında n sayıda üretim merkezine ve n sayıda tüketim merkezine sahip; arzı $a_i=1$ ($i = 1,2,\dots,n$) ve talebi $b_j = 1$ ($j = 1,2,\dots,n$) olan bir ulaştırma modelinin genel ifadesidir. Bu özellikle sahip bir ulaştırma modelinin tablosu ise aşağıdaki gibi hazırlanır ve atama probleminin çözümünde aşağıdaki tablo kullanılmaktadır.⁸⁶

		İşler				
		J1	J2	...	Jn	
İşçiler	M1	C11	C12	...	C1n	1
	M2	C21	C22	...	C2n	1

	Mn	Cn1	Cn2	...	Cnn	1
		1	1	...	1	

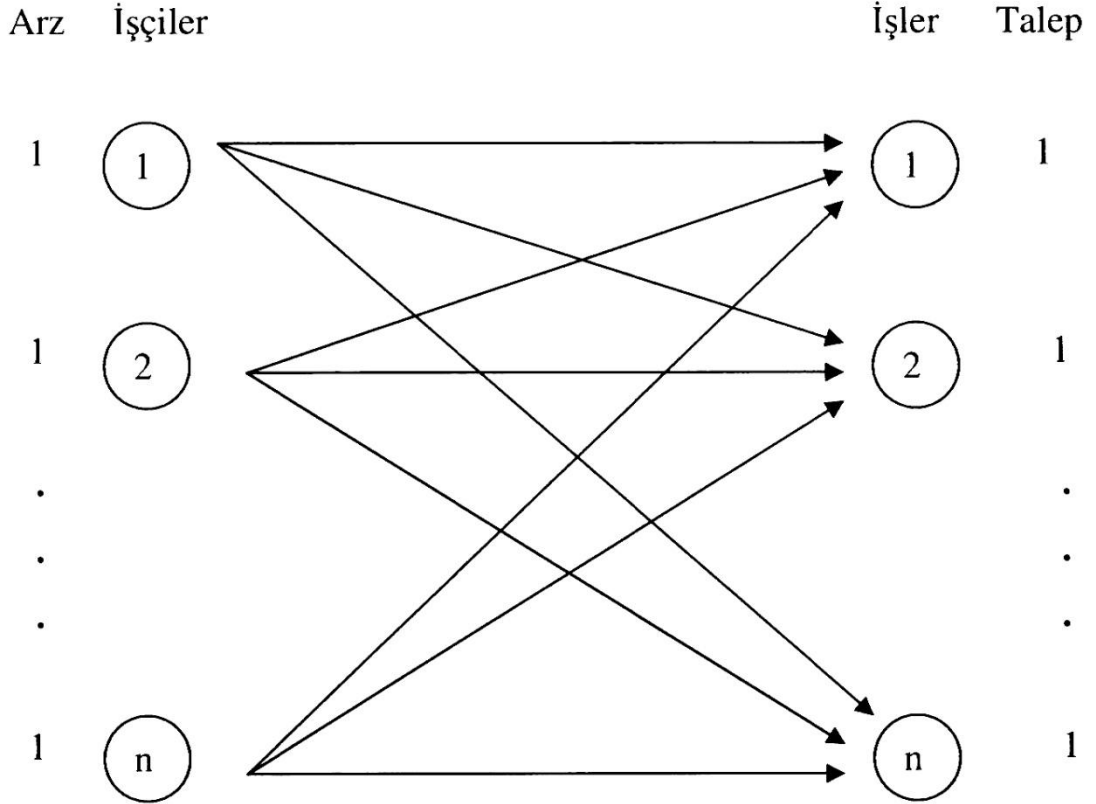
Tablo incelendiğinde C_{ij} 'lerin bir kare matris oluşturdukları görülecektir.⁸⁷

Atama modelinin şebeke hainde de gösterilmesi mümkündür ve bu gösterim şekil 3.3'de verilmiştir.⁸⁸

⁸⁶ Ravindran, Philips ve Solberg, s.88-89

⁸⁷ Cinemre, s.132

⁸⁸ Cooper, Bhat ve LeBlanc, s.108



Şekil 3.3: Atama Modelinin Şebeke Gösterimi

3.12. Aktarma Modeli

Ulaştırma problemi sadece sunum noktasından istem noktasına ürünlerin doğrudan taşınmasına olanak sağlar. Çoğu durumlarda taşımalar (gönderimler) sunum noktaları veya istem noktaları arasında olabilir. Bazen de sunum noktasında istem noktasına mal gönderirken malın istem noktasına ulaşımında aktarma noktaları kullanılırsa böyle probleme aktarma problemi denir.⁸⁹

Sunum noktası diğer noktaya mal gönderebilen ve kendisi diğer noktalardan mal almayan noktadır. Benzer şekilde, istem noktası diğer noktadan mal alabilen fakat kendisi diğer bir noktaya mal gönderemeyen noktadır. Aktarma noktası diğer noktalardan hem mal alabilen ve hem de mal gönderebilen noktadır. Aktarma probleminin optimal çözüme ulaştırma probleminde kullanılan çözüm teknikleri ile ulaşılır.

⁸⁹ Winston, s.380

Örnek : 3.12.1. Ard şirketinin Denizli ve İzmir’de aynı ürünü üreten iki fabrikası vardır. Denizli’deki fabrikanın günlük üretim kapasitesi 150 birim, İzmir’deki fabrikanın ise 200 birimdir. Ard şirketinin müşterisi Van ve Diyarbakır’da olup ürünlerini müşterilere uçak ile göndermektedir. Van şehrindeki müşterinin istemi günlük 130 birim, Diyarbakır şehrindeki müşterinin istemi de yine günlük 130 birimdir.

Uçak fiyatlarındaki veya uçak seferlerindeki düzensizlik nedeniyle şirket bazı ürünlerini önce Kayseri veya Antalya’ya, oradan da Van ve Diyarbakır’daki müşterilerine göndermenin daha ucuz olacağını düşünmektedir. Havayolu ile ürünlerin birim taşıma maliyetleri aşağıdaki tabloda verilmiştir. Tablodaki (-) işaretli oraya mal göndermenin mümkün olmadığını gösterir.

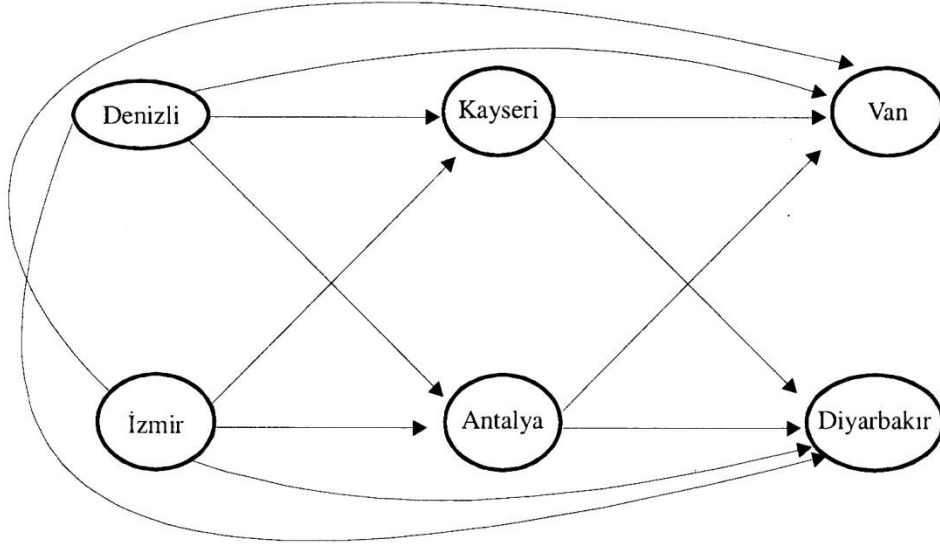
Aktarma için birim taşıma maliyetleri (000 TL)

	Denizli	İzmir	Kayseri	Antalya	Van	Diyarbakır
Denizli	0	-	8	13	25	28
İzmir	-	0	15	12	26	25
Kayseri	-	-	0	6	16	17
Antalya	-	-	6	0	14	16
Van	-	-	-	-	0	-
Diyarbakır	-	-	-	-	-	0

Tablo 3.23.

Ard şirketi ürünlerini müşterilerine nasıl göndermelidir ki maliyet minimum olsun.

Çözüm : Bu problemde Denizli ve İzmir 150 ve 200 birim günlük üretimiyle sunum noktalarıdır. Kayseri ve Antalya aktarma noktaları olurken Van ile Diyarbakır günlük 130 birim ürün istem noktalarıdır. Olanaklı gönderimlerin grafik gösterimi şekil 3.4’de verilmiştir.



Şekil 3.4. Aktarma Problemi

Şimdi ulaştırma problemi çözüm teknikleri ile aktarma probleminin optimal çözümünü nasıl bulabileceğimizi açıklamaya çalışalım. Aktarma problemi verildiğinde önce aşağıdaki işlemler (toplam sunumun toplam istemden fazla olduğu varsayılarak) izlenerek dengeli ulaştırma problemi elde edilir.

Adım 1- Problemi dengelemek için gerekli olan kukla istem noktası (sunumu sıfır ve istemi ise fazla sunumu karşılayan miktarlı) eklenir. Kukla noktaya ve kukladan diğer noktalara gönderim maliyeti sıfırdır. Aynı zamanda $s =$ toplam elverişli sunum miktarını gösterir.

Adım 2- Tablo 4.23. gibi bir ulaştırma tablosu düzenlenir: Her sunum noktası ile aktarma noktaları tablonun satırında, her istem noktası ile aktarma noktaları tablonun sütununda yer alır. Tablodaki her istem ve sunum noktalarının istem ve sunum değerleri kendilerinin özgül (esas) miktarına eşit olur. Sonra her aktarma noktasının istem ve sunum miktarı s 'e yani toplam sunum miktarına eşit olur.

Her aktarma noktasına ne kadar gönderebileceğimizi bilmemize rağmen toplam miktarın s'yi aşmayacağına emin olabiliriz. Bu da bize her aktarma noktasının sunum ve istemine s'yi neden eklediğimizi açıklar.

$$s = (\text{toplam sunum}) = 150 + 200 = 350 \text{ ve}$$

$$(\text{toplam istem}) = 130 + 130 = 260 \text{ dır.}$$

Kukla istem noktasının istemi de $350 - 260 = 90$ birim üründür.

Daha öncede ifade ettiğimiz gibi ulaştırma tablosundaki aktarma noktalarının istem ve sunumu $s = 350$ birim eklenerek bulunur. Böylece Tablo 4.23. de gösterilen problemin aktarma tablosu başlangıç çözümü elde etmek için oluşturulur. Sonrada problemin başlangıç çözümünü elde etmek için VAM yöntemi kullanılarak başlangıç çözümü elde edilmiştir.

	Kayseri	Antalya	Van	Diyarbakır	Kukla	Arz	Satır Ceza
Denizli	8	13	25 130	28 20	0	150	8 5 12 3
İzmir	15	12	26	25 110	0 90	200	12 3 13 1
Kayseri	0 350	6	16	17	0	350	6 6 x x
Antalya	6	0 350	14	16	0	350	6 6 14 x
Talep	350	350	130	130	90		

Sütun

Ceza	6	6	2	1	0
	6	6	2	1	x
	x	12	11	9	x
	x	x	1	3	x

Tablo 3.24.

Yukarıdaki tabloda görüldüğü gibi problemi VAM yöntemine göre çözdüğümüzde ulaşılan temel değişkenlerin değeri:

$$X_1 = 130 \text{ birim}, \quad X_{14} = 20 \text{ birim}, \quad X_{24} = 110 \text{ birim}$$

$$X_{25} = 90 \text{ birim}, \quad X_{31} = 350 \text{ birim}, \quad X_{42} = 350 \text{ birim}$$

Ulaşılan başlangıç çözümünde ,

$$TM = (130 \times 25) + (20 \times 28) + (110 \times 25) + (90 \times 0) + (350 \times 0) + (350 \times 0)$$

$$TM = 3635 \text{ TL}$$

$$m + n - 1 = 6$$

$$4 + 5 - 1 \neq 6$$

$$8 \neq 6$$

şartını sağlamadığından çözüm temel değildir. Bir anlamda bozulma durumu söz konusu olduğundan problemin optimal çözüme çoğaltan yöntemi veya atlama taşı yöntemiyle bu bozulma giderilmeden ulaşamayız. Bozulma durumunu ortadan kaldırmak için X_{11} ve X_{43} gözelerine kukla değişkenlerini atayarak çoğaltan yöntemiyle optimal çözüme ulaşabiliriz.

Şimdi öncelikle çoğaltan değerlerini (u_i, v_j), sonra da temel olmayan değişkenlerin net değişim maliyetlerini hesaplayalım.

	$u_1 = 0$
$x_{11} : u_1 + v_1 = 8$	$v_1 = 8$
$x_{13} : u_1 + v_3 = 25$	$v_3 = 25$
$x_{14} : u_1 + v_4 = 28$	$v_4 = 28$
$x_{24} : u_2 + v_4 = 25$	$u_2 = -3$
$x_{25} : u_2 + v_5 = 0$	$v_5 = 3$
$x_{31} : u_3 + v_1 = 0$	$u_3 = -8$
$x_{42} : u_4 + v_2 = 0$	$v_2 = -28$
$x_{14} : u_4 + v_3 = 14$	$u_4 = -11$

Temel olmayan değişkenlerinin net değişim maliyetleri aşağıda verilmiştir.

$$d_{12} = 0 - 28 - 13 = -41$$

$$\mathbf{d_{15} = 0 - 3 + 0 = 3}$$

$$d_{21} = -3 + 8 - 15 = -10$$

$$d_{22} = -3 - 28 - 12 = -43$$

$$d_{23} = -3 + 25 - 26 = -4$$

$$d_{32} = -8 - 28 - 6 = -42$$

$$d_{33} = -8 + 25 - 16 = 1$$

$$d_{34} = -8 + 28 - 17 = 3$$

$$d_{35} = -8 + 3 - 0 = -5$$

$$d_{41} = -11 + 8 - 6 = -9$$

$$d_{44} = -11 + 28 - 16 = 1$$

$$d_{45} = -11 + 3 - 0 = -8$$

Tüm temel olmayan değişkenlerin net değişim maliyeti $d_{ij} \leq 0$ olmadığından bu aşamada elde ettiğimiz çözüm optimal değildir. Optimal çözüme ulaşmak için X_{15} gözesine çevirim yaparak $\min(20, 90) \rightarrow 20$ birimi atarız. Sonra yine bu çözüm tablosu için çoğaltan değerlerini ve temel olmayan değişkenlerin net değişim maliyetlerini hesaplarız. Bununla ilgili hesaplamalar aşağıda verilmiştir.

$$u_1 = 0$$

$$x_{11} : u_1 + v_1 = 8$$

$$v_1 = 8$$

$$x_{13} : u_1 + v_3 = 25$$

$$v_3 = 25$$

$$x_{15} : u_1 + v_5 = 0$$

$$v_5 = 0$$

$$x_{24} : u_2 + v_4 = 25$$

$$v_4 = 25$$

$$x_{25} : u_2 + v_5 = 0$$

$$u_2 = 0$$

$$x_{31} : u_3 + v_1 = 0$$

$$u_3 = -8$$

$$x_{42} : u_4 + v_2 = 0$$

$$v_2 = 11$$

$$x_{14} : u_4 + v_3 = 14$$

$$u_4 = -11$$

Temel olmayan değişkenlerin net değişim maliyetleri;

$$d_{12} = 0 + 11 - 13 = - 2$$

$$d_{14} = 0 + 25 - 28 = - 3$$

$$d_{21} = 0 + 8 - 15 = - 7$$

$$d_{22} = 0 + 11 - 12 = - 1$$

$$d_{23} = 0 - 25 - 26 = - 1$$

$$\mathbf{d_{32} = - 8 + 25 - 16 = 1} \quad d_{34} = - 8 + 25 - 17 = 0$$

$$d_{35} = - 8 + 0 - 0 = - 8$$

$$d_{41} = - 11 + 8 - 6 = - 9$$

$$d_{44} = - 11 + 25 - 16 = - 2$$

$$d_{45} = - 11 + 0 - 0 = - 11$$

x_{13} gözesinin net değişim maliyeti pozitif olduğundan ulaşılan çözüm optimal değildir. Tekrar x_{13} gözesine min (130, 350) \rightarrow 130 birim atayarak yeni ulaşılan çözüm tablosunun çoğaltan değerleri ve temel olmayan değişkenlerin net değişim maliyetleri hesaplanır.

$$u_1 = 0$$

$$x_{11} : u_1 + v_1 = 8$$

$$v_1 = 8$$

$$x_{15} : u_1 + v_5 = 0$$

$$v_5 = 0$$

$$x_{24} : u_2 + v_4 = 25$$

$$v_4 = 25$$

$$x_{25} : u_2 + v_5 = 0$$

$$u_2 = 0$$

$$x_{31} : u_3 + v_1 = 0$$

$$u_3 = -8$$

$$x_{33} : u_3 + v_3 = 16 \quad v_3 = 24$$

$$x_{42} : u_4 + v_2 = 0 \quad v_2 = 10$$

$$x_{43} : u_4 + v_3 = 14 \quad u_4 = -10$$

Temel olmayan değişkenlerin net değişim maliyetleri;

$$d_{12} = 0 + 10 - 13 = -3$$

$$d_{13} = 0 + 24 - 25 = -1$$

$$d_{21} = 0 + 8 - 15 = -7$$

$$d_{22} = 0 + 10 - 12 = -2$$

$$d_{23} = 0 - 24 - 26 = -2$$

$$d_{32} = -8 + 10 - 6 = -4$$

$$d_{34} = -8 + 25 - 17 = 0$$

$$d_{35} = -8 + 0 - 0 = -8$$

$$d_{41} = -10 + 8 - 6 = -8$$

$$d_{44} = -10 + 25 - 16 = -1$$

$$d_{45} = -10 + 0 - 0 = -10$$

Temel olmayan değişkenlerin net değişim maliyetlerinin tümü sıfır veya sıfırdan daha küçük olduğundan optimal çözüme ulaşılmıştır.

Optimal dağıtım planı:

$$X_{11} = 130 \text{ birim}, \quad X_{15} = 20 \text{ birim}, \quad X_{24} = 130 \text{ birim}$$

$$X_{25} = 70 \text{ birim}, \quad X_{31} = 220 \text{ birim} \quad X_{33} = 130 \text{ birim}$$

$$X_{42} = 350 \text{ birim}, \quad X_{43} = 0 \text{ birim}$$

Ulaşılan çözümünde ,

$$TM=(130 \times 8)+(20 \times 0)+(130 \times 25)+(70 \times 0)+(220 \times 0)+(130 \times 16)+(350 \times 0)+(14 \times 0)$$

$$TM = 3445 \text{ TL}$$

Optimal çözüm değerleri tablo 3.25. de görülmektedir.

Dengeli Ulaştırma Problemi Olarak Aktarma Probleminin Gösterimi

	Kayseri	Antalya	Van	Diyarbakır	Kukla	Sunum
Denizli	8 130	13	25	28	0 20	150
İzmir	15	12	26	25 130	0 70	200
Kayseri	0 220	6	16 130	17	0	350
Antalya	6	350	14	16	0	350
İstem	350	350	130	130	90	

Tablo 3. 25.

Aktarma probleminden elde edilen ulaştırma probleminin çözümünü yorumlarken kuklaya gönderimler göz önüne alınmaz. Tablo 4.25.'den söyleyebiliriz ki Ard şirketi Denizli'de 130 birim üretmeli, bu üretimini önce Kayseri 'ye, sonra da Kayseri'den aktarmalı olarak Van'daki müşterisine göndermelidir. İzmir'de üretilen 130 birim ürünü ise doğrudan Diyarbakır'a göndermelidir.

Her şehirden net çıkışlar aşağıda ki gibidir.

$$\text{Denizli} \rightarrow 130 + 20 = 150$$

$$\text{İzmir} \rightarrow 130 + 70 = 200$$

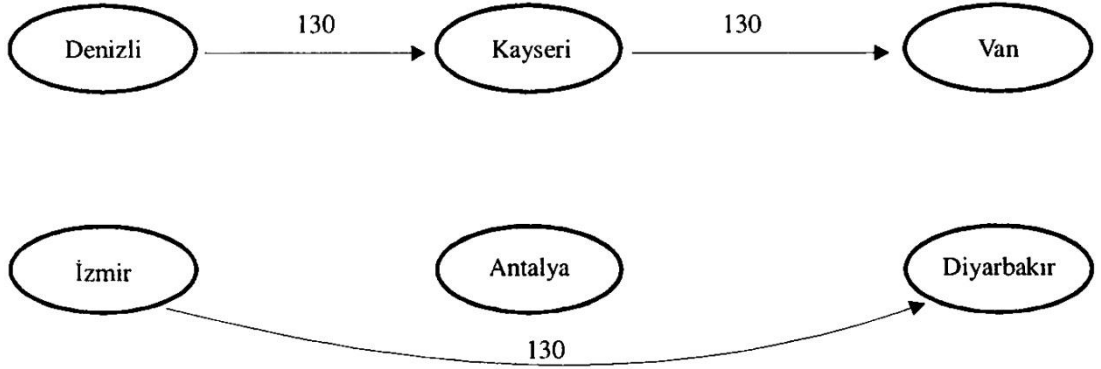
$$\text{Kayseri} \rightarrow 220 + 130 - 130 - 220 = 0$$

$$\text{Antalya} \rightarrow 350 - 350 = 0$$

$$\text{Van} \rightarrow -130$$

$$\text{Diyarbakır} \rightarrow -20 - 70 = -90$$

Negarif net çıkışlar girişleri ifade eder. Gözelenirse her aktarma noktası (Kayseri ve Antalya) sıfır net çıkışlıdır. Çünkü aktarma noktasına gelen mallar bu noktaya terk edilmelidir. Ard şirketi probleminin optimal çözümün grafik gösterimi Şekil 3.4 'de verilmiştir.



Şekil 3.4.

Ard şirketi için optimal çözüm

Düşünelim ki İzmir ve Denizli arasında da gönderimler olmaktadır. Bu durumda İzmir ve Denizli'de bir aktarma noktası olarak Tablo 4.24'e sütun olarak eklenir. Tabloda Denizli satırının sunum değeri de $150 + 350 = 500$ ve İzmir satırının sunum değeri de $200 + 350 = 550$ olur. Yeni Denizli ve İzmir sütununun istem değeri de her birinin $0 + 350 = 350$ olur. Son olarak Van ve Diyarbakır istem noktaları arasında göbderimlerin olanaklı olduğunu düşünelim. Bu durumda Van ve Diyarbakır şehirleri aktarma noktaları olur ve tabloya satırlar olarak eklenir. Van ve Diyarbakır satırlarının her birinin sunumu da $0 + 350 = 350$ olur. Onların tablodaki sütun istemleride $130 + 350 = 480$ olur.

Aktarma problemlerinde şu noktaların hatırlanmasında yarar vardır.

1. Aktarma probleminin toplam taşıma maliyeti ulaştırma probleminin toplam taşıma maliyetinden büyük olmamalıdır.
2. Özgün ulaştırma tablosu aktarma tablosunun sağ üst köşesine yerleştirilmelidir.
3. Aktarm tablosunun asıl köşegenlerindeki elamanların (X_{ii} veya X_{jj}) maliyetleri sıfırdır ve onların fiziki değeri olmadığı için göz önüne alınmazlar.
4. Aktarma tablosu düzenlendikten sonra optimal çözüme ulaştırma çözüm yöntemleri ile ulaşılır.⁹⁰

⁹⁰ Öztürk, s.506-513

5. SONUÇ

Taşımacılık sektörü, tüm ülke ve şehirlerde ekonomik ve kültürel gelişimde etkili olmaktadır. Havayolu Taşımacılığı, yolcu veya yük taşımacılığında kullanılan karayolu, demiryolu, denizyolu taşımacılığından teknolojik gelişiminde etkisiyle fiyat dezavantajında günden güne kapatarak, en yaygın kullanıma sahip olmaya yolunda ilerlemektedir.

Günümüzde rekabet koşullarına firmaların uyum sağlayabilmeleri ve büyüme yolunda ilerleyebilmeleri için, özellikle üretim yapan firmalar ulaştırma maliyetleri maliyet kalemlerinin içinde çok önemli bir yere sahip olmasından dolayı bu konuya daha hassas bakmaklarını sağlamaktadır. Özellikle geniş dağıtım ağına sahip işletmelerin nasıl bir dağıtım planıyla en düşük ulaştırma maliyetini elde edebileceklerini ulaştırma modllerini kullanarak ulaşabilirler. Böylelikle, maliyetlerin düşürülmesiyle, buldukları pazarda rekabet şansları artırmış dolayısıyla da şirket ömrünü hem uzatmış hemde büyüme yolunda ilerlemiş olacaklardır.

Türkiye’de son yıllara gelinceye kadar devlet katsayısıyla büyüme sağlayan havayolu taşımacılığı, sivil havacılığın gelişmesi ve kanunların yürürlüğe sokulmasıyla çağdaş anlamada bir rekabet ortamında büyüme şansı yakalamıştır. Havayolunun taşımacılığının ilerlemesi, ihracatımız dolayısıyla ekonomimizin daha güçlenmesine imkan verecektir. Niketim ihracatı desteklemek adına verilen bazı teşviklerlede örneğin havayoluyla taşınan malların navlun iadesi gibi, hem ihracatı büyük ölçüde destekleyecek, hemde şirketlerin maliyetlerini büyük ölçüde etkileyeceği için ürünleminizin yurtdışı pazarlarında rekabet gücünü artıracaktır.

Geçmiş yıllarda Türkiye’de Havayolu Taşımacılığı denince akla ilk ve tek olarak Türk Hava Yolları gelmekteydi. Bu da THY’nin havayolu taşımacılığında Türkiye’de oligopol piyasa haline gelmesine neden olmaktadır. İlerleyen yıllarda havayolu taşımacılığına artan talebin, gelişen teknolojinin ve uluslararası artan rekabetin, ithalat ve ihracatın, uluslararası ticaretin, turizimin de gelişmesiyle sektöre farklı şirketlerde katılmış olup pazardaki paylarını her geçen gün artırma yolunda ilerlemektedir.

Geçmişten gelen güven ve alışkanlıkların devam etmesi, diğer havayolu şirketlerinin uçuş yapmadığı bir çok ülkeye ve şehre uçuş seferleri düzenlemesi, bir THY çalışanı olarak da hem uçuş eminyetine verdiğimiz önem, hem de hizmet kalitesi ile öncelikle tercih edilen Hava Yolu Şirketi olmaya devam etmekteyiz.

ÖZGEÇMİŞ

1982 Yılında Zonguldak'ta doğmuştur. İlköğretim eğitimini Zonguldak'ta tamamladıktan sonra liseye İstanbul Pertevniyal Lisesi'nde devam etmiştir. Sakarya Üniversitesi Akyazı Meslek Yüksek Okulu'nda Dış Ticaret Bölümü'nde üç yıl eğitim görmüştür. Anadolu Üniversitesi İşletme Bölümü'nde iki yıl okuyarak lisans eğitimini tamamlamıştır.. 2004 yılından 2006 yılına kadar özel bir şirkette ithalat departmanında, 2006 - 2010 yılları arasında başka özel bir şirkette finans sorumlusu olarak görev yapmıştır. Şu anda Türk Hava Yollarında Kabin Memuru olarak görev yapmaktadır.

KAYNAKLAR

- Anderson, Michael Q. ve Lievano, R. J. (1986). *Quantitative Management An Introduction*. Kent Publishing Company
- Bronson, R. (1983). *Theory and Problems of Operations Research*. Singapore: Mc.Graw-Hill Book Company.
- Burkard, R.E. and Butkovic, P., (2003). *Max Algebra And The Linear Assignment Problem* Math Program., Ser. B98: 415-429 January 27.
- Churchman, C.West, Russel, L. Ackoff ve Arnoff, E. Leonard. (1964). *Introduction to Operations Research*. (8.Printinig). Jhon Wiley&Sons.
- Cinemre, N. (2004). *Yöneylem Araştırması*. (2.Baskı). İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım.
- Cooper, Leon, Bhat, U. Narayan ve LeBlanc, Larry J. (1977). *Introduction to Operations Research Models*. W.B. Saunders Company.
- Dantzig. George B.. Mukund. N.Thapa.(1997). *Linear Programming 1:Introduction*. (1.Edition).New York: Hamilton Printing Co.Springer Series.
- Davis, K. Roscoe ve McKeown, G.Patrick. (1990). *Quantitative Models for Management*. (2.Edition). Pws-Kent Publishing Company.
- Doğan, İ. (1995). *Yöneylem Araştırması Teknikleri ve İşletme Uygulamaları*. İstanbul: Bilim Teknik Yayınevi.
- Erkut,H. Ve Başak, M.(1997). *Stratejiden Uygulamaya Tesis Tasarımı*. İstanbul: (2.Baskı). İrgan Yayıncılık.
- Esin, A. (2003). *Yöneylem Araştırmalarında Yararlanılan Karar Yöntemleri*. (4.Baskı). Gazi Kitabevi.
- Faulks, Rex. W. (1990) *Principles of Transport*, McGraw-Hill Book Com.

- Halaç, O.(1983). *Kantitatif Karar Verme Teknikleri (Yöneylem Araştırmasına Giriş)*. (5.Baskı).İstanbul: Alfa Basın Yayım Dağıtım.
- Hiller, Frederick S. ve Gerald j. Lieberman. (2005). *Introduction to Operations Research*.(8.Edition). McGraw-Hill Book Company.
- Ignizio, James P., Jatinder,N.D. Gupta ve Gerald R. McNichols. (1975). *Operations Research in Decision Making*. Crane Russak&Company Inc.
- Jensen, Paul A. ve Jonathan, F. Bard. (2003). *Operations Research Models and Methods*. Jhon Wiley&Sons.
- Kara, İ. (1991). *Doğrusal Programlama*.(1.Baskı). Eskişehir: Bilim Teknik Yayınevi.
- Karayalçın, İ. (1979). *Harekat Araştırması: Yöneylem Araştırması İşletme Faaliyetlerinin Yönetimi ve Kontrolü için Kantitatif Yöntemler*. (2.Baskı). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Koçer, M. (1981). *Harekat Araştırması ve Analiz Teknikleri*. Ankara: ADMM Yayınları.
- Lapin, Lawrence.L..(1991).*Quantitative Methods for Business Decisions*.(5. Edition).California:Harcourt Brace Javanivich.
- Levin, Richard I. ve Kirkpatrick, Charles A. (1975). *Quantitative Approaches to Management*. (3.Edition). McGraw-Hill Book Company.
- Lockln, D.Philip. (1986). *Economics of Transportation*, Richard D. Irwin Inc.
- Öner, A. ve Ülengin, F., (2003). *İşletme Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü*, Maçka, Cilt 2, Sayı 1, İstanbul, Şubat.
- Özkan, Ş.(2005). *Yöneylem Araştırması*.(1.Baskı). Nobel Yayın Dağıtım.
- Öztürk, A. (2009). *Yöneylem Araştırması*.(12.Baskı). Bursa: Ekin Basım Yayın Dağıtım
- Ravindran, A., Philips, T.Don ve Solberg, J.James. (1987). *Operations Researh Principles and Practice*. (2.Edition). Jhon Wiley&Sons.

- Render, B. ve Ralph, M.Stair Jr..(1982). *Quantitative Analysis for Management*.(2.Edition). Prentice Hall.
- Richmond, Samuel B. (1968). *Operations Research fot Management Decisions*.The Ronald Press Company.
- Taha, A. Hamdy. (2007). *Yöneylem Araştırması*.Baray.Ş ve Esnaf, Ş. (Çev). (6.Baskı).İstanbul: Literatür Yayıncılık.
- Tekin, M. (1991). *Kantitatif Karar Verme Teknikleri*,Konya.
- Toraman, A. (1976). *Ulaştırma Modeli ve Türkiye’de Buğday Ürünü Yöresel Denge Analizi*. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Yayınları, No:463
- Tosun, K. (1990). *İşletme Yönetimi*. İstanbul: İ.Ü. İşletme Fakültesi Yayınları
- Tulunay, Y.(1987). *Matematik Programlama ve İşletme Uygulamaları*. İstanbul: Bayrak Matabaacılık.
- Tunç, A. (2003). *Havaalanı Mühendisliği ve Uygulamaları*. Ankara: (1.Baskı). Asil Yayın Dağıtım.
- Uchit, P. (2006). *Solving The Classic Transportation Problem With The Geographic Information Sceince*, Summer.
- Wilkes, M. (1989). *Operation Research: Analysis and Applications*. McGraw-Hill Book Company.
- Winston, Wayne L..(1994). *Operations Research Applications and Algorithms*.(4.Edition). Duxbury Press.

Tezler

- Analı, İ. (1999). *Ulaştırma Modeli ve Türk Tekstil Sektöründeki Dış Ticaret Sermaye Şirketlerinin İharacatlarının Ulaştırma Modeli Yardımıyla Optimizasyonu* Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilim Dalı Yöneylem Araştırması Bilim Dalı.

Ertuğrul, Ğ. ve Aytaç, E. (2006), *Ulaştırma Optimizasyonunda Atlama Taşı Yönteminin Bulanık Verilerle Değerlendirilmesi*, Yöneylem Araştırması / Endüstri Mühendisliği, XXVI. Ulusal Kongresi, İzmit :Kocaeli Üniversitesi.

Görkey, S. (2009). *Ulaştırma Modelleri ve Bir Uygulama*.Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: M.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Kabak, M. (2000). *Kara Kuvvetleri Akaryakıt İkmal Sistemlerinde Ulaştırma Modelleri Yardımıyla Maliyet Optimizasyonu*, Yöneylem Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilmiler Ensitüsü Ekonometri Anabilim Dalı.

Karagülle, Ali Ö.,(2007). *Taşımacılık Sektöründe Havayolu ve Karayolu İşletmelerinin Karşılıklı Beklentileri ve Entegre Yolcu Taşıma Modeli Önerisi*.Doktora Tezi. İstanbul: İ.Ü.Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Öztermiyeci, M. (1990). *Havayolu Taşımacılığı*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İ.Ü.Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Yazarsız Alıntılar

Türk Havayolları A.O., Rev.03.Aralık 2005. *Ground Operations Manual (GOM)*. 'Özel Kargolar', Bölüm7.5.

Yasa ve Yönetmelikler

Havaalanı Yapım, İşletim ve Sertifikalandırma Yönetmeliği. (SYH-14A). Resmi Gazete: 24755, 14 Mayıs 2002.

İnternet

<http://www.frmtr.com/siyasal-bilgiler-hukuk/715411-havayolu-tasimaciligi.html>

<http://www.sivep.net/haber/3817-havayollari-ozel-havayollarinin-kapasitelerini-tashid-acikladi.html>

<http://www.uludagsozluk.com/k/chicago-konvansiyonu/>

<http://forum.airportturk.net/f16/turkiyede-havaciligin-gelisimi-//>

Topcu.,İ. *Yöneylem Araştırmasının Temelleri*, Ders Notları.

(www.ilkertopcu.net)

