

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

34698

**ENDÜSTRİDE FABRİKA
YERİ SEÇİMİ**

End.Müh.Nihan ÇETİN

**F.B.E. Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında
hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Turay GÖKÇEN

İSTANBUL, 1994

İ Ç İ N D E K İ L E R

	<u>Sayfa No</u>
ŞEKİL LİSTESİ.....	VIII
TABLO LİSTESİ.....	IX
TEŞEKKÜR.....	XII
ÖZET.....	XIII
ABSTRACT.....	XV
GİRİŞ.....	XVII
BÖLÜM 1 KURULUŞ YERİ SEÇİMİ	
1.1.Kuruluş Yeri Seçimi İhtiyacı Ve Tanımı.....	1
1.2.Kuruluş Yeri Seçimi Basamakları.....	4
1.3.Yer Seçimi Teorisindeki Gelişmeler.....	5
1.4.Ülkemizdeki Yer Seçimi Çalışmaları.....	10
1.5.Yer Seçimi Kademeleri.....	12
1.5.1.Bölge Seçimi.....	12
1.5.2.İl Seçimi.....	12
1.5.3.Arsa Seçimi.....	14
1.5.3.1.Şehir-Çevre-Taşra Karşılaştırılması.....	16
1.5.3.1.1.Şehir Merkezini Gerektiren Durumlar.....	17
1.5.3.1.2.Çevre Yerini Gerektiren Durumlar.....	17
1.5.3.1.3.Taşra Yerini Gerektiren Durumlar.....	17
1.6.Kuruluş Yerinin İşletmenin Yerleşim Düzenine Etkisi.....	18
1.7.Kuruluş Yeri Seçiminde Kullanılan Modeller.....	19
1.7.1.Kuruluş Yeri Seçiminde Kullanılan Modellerin Sınıflandırılması.....	19
1.7.1.1.Yapısal Karakterlerine Göre.....	19
1.7.1.2.Amaç Denklemlerine Göre.....	20
1.7.1.3.Çözüm Yöntemlerine Göre.....	22
1.7.2.Kuruluş Yeri Seçiminde Kullanılan Modeller.....	23
1.7.2.1.MINİSUM.....	23
1.7.2.2.MINİMAKS.....	25

1.7.2.3.Basit Kapasite Kısıtı Olmayan	
Kuruluş Yeri Seçim Modeli.....	27
1.7.2.4.Çok Ürün Tipli Kapasite Kısıtı	
Olmayan Kuruluş Yeri Seçim Modeli.....	27
1.7.2.5.Kapasite Kısıtı Olmayan Dinamik	
Yerleşim Modeli.....	28
1.7.2.6.Kapasite Kısıtı Olan Kuruluş Yeri	
Seçim Modeli.....	30
1.7.2.7.Kapasite Kısıtı Olan, Stokastik	
Kuruluş Yeri Modeli.....	31

BÖLÜM 2 KURULUŞ YERİ SEÇİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

2.1.Pazarlama Fonksiyonu.....	33
2.1.1.Aday Kuruluş Yerine İlişkin Satış Alanı.....	33
2.1.2.Aday Kuruluş Yerine İlişkin Satış	
Potansiyeli.....	34
2.1.2.1.Satış Miktarı.....	35
2.1.2.2.Satış Fiyatı.....	36
2.1.2.3.Aktif Pazarlama Faaliyetleri.....	37
2.1.2.4.Talebin Nitel Özellikleri.....	37
2.2.Hammadde.....	37
2.3.İşgücü.....	41
2.4.Elektrik Enerjisi.....	42
2.5.Su İhtiyacı.....	44
2.6.Kamu Politikalarının Durumu.....	46
2.7.İklim Şartları.....	47
2.8.Ulaştırma Olanakları.....	48
2.8.1.Ulaştırma Mesafesi.....	51
2.8.2.Taşınan Malın Özellikleri.....	51
2.8.3.Ulaştırma Şebekesinin ve Taşıma	
Aracının Nitelikleri.....	52
2.8.4.Taşınan Mal Miktarı.....	52
2.9.Arazi Maliyeti.....	53
2.10.İnşaat Maliyeti.....	54
2.11.Çevre Kirliliği.....	54
2.12.Yakıt Durumu.....	57

2.12.1.Kömür.....	58
2.12.2.Sıvı ve Gaz Yakıtlar.....	59
2.13.Kaza.....	60
2.14.Diğer Firmalara Yakınlık.....	60

BÖLÜM 3 KURULUŞ YERİNİN SEÇİM KRİTERLERİ

3.1.Yer Seçiminde Maliyet Teorisi.....	62
3.2.Yer Seçiminde Maksimum Kâr Sağlama Teorisi.....	63
3.3.İşletme Kolaylığı Kriteri.....	64
3.4.İşletme Verimliliği Kriteri.....	64
3.5.Önem Katsayısı (Puanlama).....	64

BÖLÜM 4 İŞLETME EKONOMİSİ AÇISINDAN KURULUŞ

YERİ SEÇİM YÖNTEMLERİ

4.1.Net Bugünkü Değer Yöntemi.....	66
4.2.İş Kârlılık Oranı.....	67
4.3.İşletme Ekonomisi Açısından Kuruluş Yeri Seçim Yöntemlerine Ait Bir Uygulama.....	68

BÖLÜM 5 KURULUŞ YERİNİ TAYİN EDEN FAKTÖR OLARAK

ULAŞTIRMA MASRAFLARI

5.1.Kuruluş Yeri Doğrusu Modeli.....	75
5.1.1.İki Merkezli Kuruluş Yeri Doğrusu Modeli.....	75
5.1.2.Çok Merkezli Kuruluş Yeri Doğrusu Modeli.....	77
5.2.Kuruluş Yeri Üçgeni Modeli.....	78
5.3.Kuruluş Yeri Çokgeni Modeli.....	81
5.4.Ulaştırma Masrafları Eğrileri Metodu.....	84
5.5.Transport Input'u Kavramı ve Kuruluş Yeri Seçimi.....	86

BÖLÜM 6 ULAŞTIRMA MODELİ VE UYGULANMASI

6.1.Ulaştırma Modelinin Tanımı ve İçeriği.....	88
6.2.Ulaştırma Modelinin Tarihçesi ve Kullanımı.....	89
6.3.Ulaştırma Modelinin Gerekleri ve Varsayımları...	91
6.4.Ulaştırma Modelinin Formülasyonu.....	93
6.5.Başlangıç Çözümünün Kurulması.....	99

6.5.1.Kuzey-Batı Köşesi Metodu.....	100
6.5.2.Minimum Giderli Sıra Metodu.....	104
6.5.3.Minimum Giderli Sütun Metodu.....	106
6.5.4.En Az Giderli Hücreler Metodu.....	108
6.5.5.Karşılıklı Tercih Metodu.....	109
6.5.6.VAM Metodu.....	110
6.5.7.Net Gider Değişim Metodu.....	116
6.6.Optimum Çözümün Bulunması (Optimalite Testleri).....	121
6.6.1.Basamak Metodu.....	122
6.6.2.Basitleştirilmiş Dağıtım (MODİ) Metodu.....	128
6.7.Ulaştırma Modelinde Özel Durumlar.....	134
6.7.1.Bozulma Durumu Ve Çözümü.....	138
6.7.1.1.Başlangıç Çözümünün Bulunması Sırasında.....	135
6.7.1.2.Optimalite Testleri Sırasında.....	135
6.7.2.Alternatif Optimum Çözüm.....	138
6.7.3.Dengesiz (Açık) Ulaştırma Modeli.....	140
6.7.3.1.Toplam Arzın Toplam Talebten Büyük Olması Durumu.....	141
6.7.3.2.Toplam Talebin Toplam Arzdan Büyük Olması Durumu.....	144
6.7.4.Bazı Boşaltma Yerlerinde Taşıma Yapmanın Olanaksız Olması Durumu.....	147
6.8.Ulaştırma Modelinde Duyarlılık Analizi.....	148
6.8.1.Giderler Açısından Duyarlılık Analizi.....	149
6.8.2.Arz Miktarları Açısından Duyarlılık Analizi.....	151
6.8.3.Talep Miktarları Açısından Duyarlılık Analizi.....	151
6.9.Modele Yapılabilecek İlaveler.....	152
6.9.1.Değişken ve Sabit Gider Unsurlarının Modele Dahil Edilmesi.....	153
6.9.2.Kapasite Sınırlamalarının Modele Dahil Edilmesi.....	155
6.9.3.Farklı Ürün Çeşitleri Üretiminin	

Modelle Dahil Edilmesi.....	156
6.9.4.Çok Aşamalı (Boyutlu) Ulaştırma Modeli.....	158
BÖLÜM 7 OYUN KURAMI VE KURULUŞ YERİ SEÇİMİ UYGULAMASI	
7.1.Oyun Kuramı Tanımı.....	160
7.2.Niteliklerine Göre Oyun Çeşidi.....	161
7.2.1.Oyuncuların Sayısına Göre Oyunlar.....	161
7.2.2.Oyunun Sonucuna Göre Oyunlar.....	161
7.2.3.Oyuncuların Bilgi Edinme Durumlarına Göre Oyunlar.....	162
7.2.4.Oyun Hareketinin Biçimine Göre Oyunlar.....	163
7.3.Kuruluş Yeri Seçiminde Oyun Kavramının Kullanılmasına Ait Bir Uygulama.....	164
BÖLÜM 8 KURULUŞ YERİ SEÇİMİNDE SAYISAL OLMAYAN FAKTÖRLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ	
8.1.Yer Seçiminde Kalitatif Faktörlerin Analizi.....	170
8.2.Faktörler Yardımıyla Değerlendirme.....	170
8.2.1.Ön Değerlendirme.....	172
8.2.1.1.Kuruluş Yeri Seçiminde Önemli Olan Faktörler Ve İhtiyaçlar.....	175
8.2.2.Son Değerlendirme.....	185
BÖLÜM 9 ANALİTİK HİYERARŞİ VE KURULUŞ YERİ SEÇİMİ	
9.1.Analitik Hiyerarşi Nedir?.....	186
9.2.Hiyerarşi Ve Göreli Üstünlükler.....	186
9.3.Ölçme ve Karar Verme Süreci.....	190
9.4.İkili Karşılaştırmalar Matrisi.....	191
9.5.Sistem Öğelerinin Göreli Önemleri.....	193
SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	201
KAYNAKÇA.....	203
ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil (1.1) Kuruluş Yeri Seçimine Etki Eden Değişiklikler.....	3
Şekil (5.1) Taşıma Maliyetlerinin Grafik Olarak Gösterilişi.....	76
Şekil (5.2) Kuruluş Yeri Üçgeninin Koordinat Ekseninde Gösterilişi.....	78
Şekil (5.3) Kuruluş Yeri Çokgeninin Koordinat Sisteminde Gösterilmesi.....	78
Şekil (5.4) Eş Ulaştırma Masrafları Eğrileri....	85
Şekil (5.5) İsovektörler ve İsodopaneler.....	85
Şekil (5.6) Transport Input ve Transformasyon Eğrileri.....	87
Şekil (6.1) Ulaştırma Modelinde Takip Edilecek Yol.....	99
Şekil (9.1) Kuruluş Yerinin Hiyerarşik Yapısı.....	189

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo (2.1) Bazı Sanayi Dallarında Tüketilen Elektrik Enerjisi miktarı.....	44
Tablo (2.2) Bazı Sanayi Dallarında Tüketilen Su Miktarı.....	45
Tablo (3.1) Maliyet Faktörleri Tablosu.....	62
Tablo (3.2) Puanlama Tablosu.....	63
Tablo (3.3) Ağırlıklı Puanlama Tablosu.....	64
Tablo (4.1) Alternatif Yerlere Ait Fayda ve Külfet Değerleri.....	69
Tablo (6.1) Ulaştırma Matrisi.....	98
Tablo (6.2) Kuzey Batı Köşesi Metoduna Örnek.....	101
Tablo (6.3) Kuzey Batı Köşesi Metodunun Uygulanması.....	102
Tablo (6.4) Başlangıç Çözümü.....	103
Tablo (6.5) Başlangıç Çözümü.II.....	105
Tablo (6.6) Başlangıç Çözümü.III.....	107
Tablo (6.7) Başlangıç Çözümü.IV.....	109

Tablo (6.8) Başlangıç Çözümü.V.....	110
Tablo (6.9) VAM I.....	112
Tablo (6.10) VAM II.....	113
Tablo (6.11) VAM III.....	114
Tablo (6.12) Başlangıç Çözümü.VI.....	115
Tablo (6.13) Başlangıç Tablosu.....	117
Tablo (6.14) Sıra İndirimleri.....	118
Tablo (6.15) Net Gider Değişimleri.....	119
Tablo (6.16) Başlangıç Çözümü.VII.....	119
Tablo (6.17) Başlangıç Çözümü ve Basamak Metodu İle Optimalite Testi.....	112
Tablo (6.18) Optimum Çözüm.....	128
Tablo (6.19) Başlangıç Çözümü ve MODİ Tekniğinin Uygulanması.....	131
Tablo (6.20) Optimum Çözüm.....	133
Tablo (6.21) Bozulma Durumu ve Çözümü.....	137
Tablo (6.22) Alternatif Optimum Çözüm I.....	139
Tablo (6.23) Alternatif Optimum Çözüm II.....	140
Tablo (6.24) Başlangıç Çözümü.....	142

Tablo (6.25) Düzeltilmiş Başlangıç Tablosu ve Optimum Çözüm.....	143
Tablo (6.26) Başlangıç Tablosu.....	145
Tablo (6.27) Düzeltilmiş Başlangıç Tablosu ve Optimum Çözüm.....	145
Tablo (6.28) Düzeltilmiş Başlangıç Tablosu ve Optimum Çözüm.....	146
Tablo (6.29) Optimum Çözüm.....	149
Tablo (7.1) İki Kişilik Oyunlara Örnek.....	162
Tablo (7.2) G_1 'in Satışları.....	166
Tablo (7.3) G_1 'in Ödemeler Matrisi G_2 'nin Satışları.....	167
Tablo (7.4) G_2 'in Ödemeler Matrisi G_2 'nin Satışları.....	167
Tablo (9.1) Analitik Hiyerarşi Yönteminde Kullanılan Ölçek.....	193
Tablo (9.2) Kuruluş Yeri Seçiminde Birinci Düzey İçin İkili Karşılaştırmalar Matrisi...	194
Tablo (9.3) Alternatif İllerin Göreli Önemlerinin Bulunuşu.....	200

TEŞEKKÜR

Kaynak bulma aşamasından başlayarak, tezimin her safhasında değerli tavsiyeleri ile beni yönlendiren ve yardımcı olan, hiçbir konuda desteğini esirgemeyen Sayın Hocam Prof.Dr.Turay GÖKÇEN'e teşekkürü borç bilirim.

Ayrıca çalışmalarımda sürekli destek olan, yardımlarını esirgemeyen Sayın Hocam Yaşar Baki CENGİZ'e de teşekkürü bir borç bilirim.

Nihan ÇETİN
İstanbul 1994

ÖZET

Bir işletme kurma kararı verildiğinde, ilk yapılacak iş kuruluş yerinin seçimidir. Kuruluş yeri olarak, işletme açısından en avantajlı yer seçilmelidir. Uygun yerin seçilmemesi, işletme maliyetlerini arttırmakla birlikte, belki de teknolojik gelişmeye uyum sağlaması için yapılması gerekli olan yatırımların yapılmasını engelleyecektir. Bu da işletmenin ilerlemesini engellemek demektir.

Bu çalışmada kuruluş yeri tarif edilmiş, kuruluş yeri seçim basamakları verilmiştir. Kuruluş yeri seçiminde kullanılan modeller izah edilmiştir. İşletmelerin ihtiyaçlarının farklı olmasından dolayı kullanılacak modeller de farklı olmaktadır. İşletmenin genel yapısına göre modellerden hangisinin tercih edilerek uygulanacağı açıklanmıştır.

Kuruluş yeri seçimini etkileyen; işgücü, pazarlama, hammadde, enerji, su ihtiyacı, iklim şartları, inşaat maliyeti, çevre kirliliği, kamu politikalarının durumu, ulaştırma olanakları, arazi maliyeti gibi faktörler incelenmiştir. Bu faktörlerin, kuruluş yerini ne şekilde etkilediği, hangi tip işletmelerde hangi faktöre ağırlık verileceği açıklanmıştır.

İşletme ekonomisi açısından kuruluş yeri seçim yöntemleri olan, iç karlılık oranı ve net bugünkü değer yöntemleri açıklanmıştır. Konuya açıklık kazandırmak amacıyla bir örnek verilmiştir.

Genellikle kuruluş yeri seçiminde ulaştırma modeli kullanılır. Ulaştırma modelleri içinde en yaygın kullanılanı doğrusal ulaştırma modelidir. Birim taşıma maliyetleri esas alınarak, alternatif kuruluş yerleri arasında maliyeti minimum olan yer tesbit edilir. Bu işlem esnasında, gerekli olan atamaların yapılması için çeşitli teknikler mevcuttur. Kuzey-batı köşesi metodu, minimum giderli sıra metodu, en az giderli hücreler metodu, karşılıklı tercih metodu, VAM metodu, net gider değişim metodlarından herhangi biri kullanılarak başlangıç çözümü bulunur. Optimum çözümün bulunması için basamak metodu veya MODİ metodu kullanılır. Eğer modelde bozulma durumu varsa gerekli işlemler yapılarak sonuca ulaşılması anlatılmıştır. Giderler açısından, arz miktarları açısından, talep miktarları açısından duyarlılık analizinin nasıl yapılacağı açıklanmıştır.

Yeni bir yöntem olan oyun kuramı ile kuruluş yerinin tesbiti açıklanmıştır. Burada da alternatif yerler arasında faydayı en büyükleyen yer seçilmiştir.

Sadece ulaştırma maliyetlerine bakarak karar vermek, optimum sonucu vermeyebilir. Seçimi etkileyen diğerk faktörlerin de dikkate alınması gerekmektedir. Bu da kalitatif faktörlerin analiziyle gerçekleşmektedir. Bu çalışmada olduğu gibi, değişik faktörlerin değerlendirilmesiyle kuruluş yeri seçilir.

Karar verme esnasında pekçok faktörün kullanılmasından dolayı, kuruluş yeri seçimini, çok amaçlı karar verme sistemi içinde ele alabiliriz. Son yıllarda kullanılmaya başlanan çok amaçlı karar verme tekniklerinden biri analitik hiyerarşı yöntemidir. Bu çalışmada yöntem tanıtılmış, kuruluş yeri seçiminde nasıl kullanılacağı izah edilmiştir.

Kuruluş yeri seçiminde kullanılan tüm yöntemler açıklanmış ve gerekli örnekler verilmiştir. Böylece kurulacak olan bir işletme için açıklanan yöntemlerden biri veya birkaçı kullanılarak en uygun yer seçilebilir.



ABSTRACT

When it is decided to built a new plant/company, the first work that must be done is to select the plant location. That location should have the most advantages for the company. Selecting an unsuitable location not only increases the costs of company but olsa prevents to make new investments that are necessary for adapting technologic developments. This means to prevent the development of the company.

In this study, plant location was described; the steps of plant location selection were given and the models that are used in the selection were explained. Due to needs of companies, the models may be different. Which model is preferred and applied was explained according to the general structure of the company.

The factors that affect the plant-location selection, such as manpower, marketing, raw-material, energy and water need, climate, construction cost, environment pollution, case of goverment policies, transportation possibilities, cost of land etc. were examined. In addition to this, how these factors affect the plant location and in which type of company which factor has the most importance was explained.

From the view of company economy, internal profitability ratio and net present worth value methods as plant-location selection methods were mentioned. Furthermore, to make the subject clear an example was given.

Generally, transportation model is used in the plant-location selection. The most common transportation model is the linear transportation model. Unit transportation costs are taken basically, then the location that has the minimum cost, between alternative locations is selected. During this work, there are several methods to make necessary allocations. One of the methods among north-west corner method, row with minimum cost method, cell with minimum cost method, VAM (Vogel's Approximation Method), net cost change method is used to find an initial solution. To find an optimum solution the stepping stone or MODI method is used. If there is deterioration in the model, necessary works are done to obtain a solution. All were mentioned in the study. In addition to these, it was explained how the sensitivity analysis is done from the cost point, from the demand quantity point and from the supply quantity point.

Moreover, a new method namely plant location selection with game theory was given. In this method, a location that

increases the profit among alternative locations were selected.

To decide just by looking at transportation costs, can not give the optimum solution. Other factors that affect the selection should be taken into consideration. This happens with the analysis of qualitative factors. Like in this study, by evaluating different factors, optimum plant location is selected.

During making decision, because of many factors, plant location selection can be examined in the decision systems with many goals. One of this kind of system that has been used for the last years is the analytical hierarchy method. In this study, this method was described and how it is used in the plant location selection was explained.

Shortly, in this study, whole methods used in plant location selection was introduced and necessary examples were given. By using one or more than one method described previously, the most suitable location can be selected for the company that will be founded.

GİRİŞ

Bir sistem olarak yaşamını sürdüren ve sürekliliğini isteyen her girişimin, bir veya birkaç amacı vardır. Bu amaç ya da amaçlar girişimleri, ileride ulaşmak istedikleri sonuçlara varmak için etkiler. Bu nedenle girişimci, yeni kurulacak işletmesi için amaçlarına en iyi biçimde yardımcı olacak kuruluş yerini seçme eğilimi göstermelidir.

En iyi kuruluş yeri, alternatif kuruluş yerleri içinde en yüksek kazancı ve rantabiliteyi sağlayan yerdir. Kurulan her işletme, kârını enbüyüklemek isteyeceğinden, kuruluş aşamasında vereceği en önemli karar kuruluş yerinin seçimidir.

Kuruluş yeri seçimi sadece yeni kurulan işletme için değil, aynı zamanda genişlemek isteyen veya değişik nedenlerle taşınmak zorunda kalan işletmeler için de sözkonusudur. Aslında böyle bir durum hiçbir zaman istenmez. Bu nedenle kuruluş aşamasında, gelecekte ortaya çıkabilecek tüm hususlar düşünülerek en uygun yer seçilmelidir. H.C.Stuckeman "Bir fabrika için yer seçimi eş seçmeye benzer. İleride onu değiştirmek olası görülebilir, ancak bu değişiklik hem pahalı hem de hoş olmayabilir" diyerek konunun önemini belirtmiştir.

İsabetli karar vermenin önemli olduğu bu konuda, karar verme yöntemlerinin incelenmesi gereklidir.

İktisatçılar kuruluş yeri seçimine büyük önem verirler. Bu konuda, işletme ekonomisi yöntemlerini kullanarak, mali açıdan fayda ve külfet değerlerini karşılaştırarak karar verme sistemini benimserler. Buna karşılık, mühendislerin özellikle endüstri mühendislerinin

kullandığı yöntem, doğrusal programlamanın özel bir hali olan ulaştırma modelidir. II. Dünya savaşından sonra A.B.D.'de kullanılmaya başlanan bu yöntem, şimdi pekçok ülkede değişik şirketler tarafından kabul edilip, uygulanmaktadır.

Ulaştırma modelini, net bugünkü değeri veya iç kârlılık oranını kullanarak karar verme esnasında, kuruluş yerinin seçilmesine tesir eden pekçok husus gözönüne alınmamaktadır. Aslında problem çok amaçlı karar verme problemi. Çok amaçlı karar verme problemlerine çözüm yöntemi olarak geliştirilen analitik hiyerarşi yöntemi de, kuruluş yerinin seçiminde kullanılır. Diğer bir yandan, yaygın olarak kullanılan bir başka yöntem ise puanlama yöntemidir.

Hangi yöntemin uygun olduğu, hangi faktörlerin gözönüne alınacağı, işletmeden işletmeye farklılıklar gösterir. Bu nedenle, karar verme aşamasında, tüm yöntemler tam olarak bilinip, uygun olanlar kullanılarak optimum kuruluş yeri tesbit edilmelidir.

Bu çalışmada kuruluş yerini etkileyen faktörler, seçim kriterleri, ulaştırma modeli, analitik hiyerarşi yöntemi, işletme ekonomisi yöntemleri ve oyun teorisi açıklanmıştır.

BÖLÜM 1 KURULUŞ YERİ SEÇİMİ

1.1.Kuruluş Yeri Seçimi İhtiyacı Ve Tanımı

Bir mal veya hizmet üretmek ve bunu satmak amacıyla kurulacak bir işletme için yer seçimi, yapılabilirlik etüdü sürecinde incelenerek alınması gereken en önemli başlangıç ve stratejik kararlardan biridir.*

Kuruluş yeri seçimi problemi iki temel şekilde ortaya çıkar. Bunlardan birincisi, yeni oluşan iş için kuruluş yeri seçimidir. İkincisi ise, mevcut işletmenin çeşitli nedenlerden dolayı yeni yer seçimidir. Mevcut işletmenin yeni yer aramasının sebebi ya kapasitesini arttırmak ya da mevcut tesislerini çeşitli sebeplerle yeniden yapmak istemesidir. Gelişme isteği, üç karardan birini veya daha fazlasını gerektirir:

a.Mevcut kapasite ve tesisler geliştirilecek mi?

b.İlave tesisler için yeni yerler aranacak mı?

c.Kapanan mevcut tesislerin başka yerde daha geniş alan üzerinde kurulması söz konusu mu?

Mevcut tesislerin değiştirilmesi aşağıdaki durumlardan herhangi birinin veya birkaçının ortaya çıkmasına yol açar.**

a.Pazar hacmi gibi faktörlerin yere bağlı olarak değişmesi,

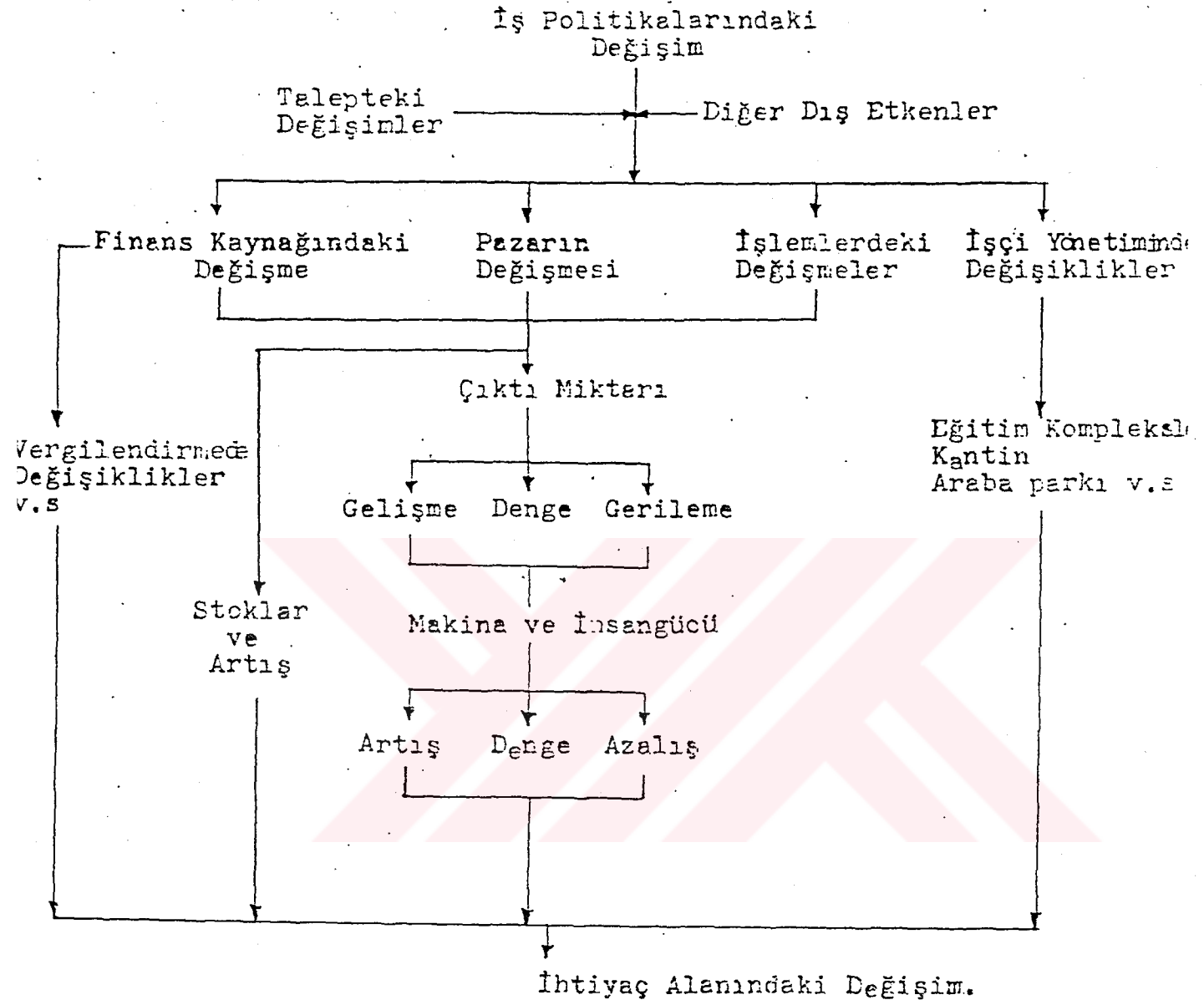
*Erkan, E., Kırıl, R., Seyhan T., Meder, Y.,
1980.Yapılabilirlik Etüdü Hazırlama Esasları, Teknolojik
Araştırma ve Proje Müdürlüğü:14

**Wild, R.,1989. Production and Operations Management,
Forth edition, Oxford:100

- b.Maliyetlerdeki değişim veya yerel işgücünün sağlanabilmesi,
- c.Malzeme tedarikindeki değişiklikler,
- d.istimlak,
- e.Nakliyenin geçerliliğindeki veya olabilirliğindeki değişmeler,
- f.Birbirine yakın endüstrilerin yeniden organize edilmesi veya planlanması,
- g.Yürürlükteki kanunlar.

Mevcut bir işletmede üretilen ürünün talebinde artış olmasına rağmen, üretimde aynı oranda artış olmuyorsa, ilave kapasite gerekliliği ortaya çıkacaktır. Diğer taraftan talepteki azalma mevcut kapasitenin eksik kullanımının sonucudur ve daha küçük bir arsa ve tesisler üzerinde faaliyetin sürdürülmesi gerekir. Şekil(1.1), işletmenin gelişmesine etki eden bazı faktörlerdeki değişmelerin (artış veya azalış şeklinde olabilir) etkilerini ana hatlarıyla verir. Esas faktörler talep ve buna bağlı pazar ve üretim fonksiyonlarıdır. Finans ve işçi yönetimi ise yardımcı unsurlardır. Faiz oranındaki değişim elde bulundurma maliyetine ve stok bulundurma politikasının değişmesine neden olabilir.

Yürürlükte bulunan yatırım indirimi, amortisman, istihdam vergileri vb. konuları şirketin finansal politikalarına ve niteliğine etki ederler. İşgücü ile ilgili yasalar ise işletmenin büyüklüğüne yani boyutlarına etki edecektir. Bilimsel buluşlar veya gelişmeler, yeni teknoloji sahaları, rekabetin artması, lisans veya patent düzenlemelerinin hepsi şirketin araştırma ve geliştirme faaliyetleri için bir çaba sarfetmesini gerektirecektir.



Şekil (1.1) Kuruluş Yeri Seçimine Etki Eden Değişiklikler.*

Kuruluş yeri seçimi problemi işletmelerin büyüklüğüne, alanlarına göre de çeşitli şekilde ele alınması gereken bir konudur.*

1.2.Kuruluş Yeri Seçimi Basamakları

Kuruluş yeri seçimi yapılırken nasıl bir yol izleneceğinin belirlenmesi gerekir. Öncelikle amaçların belirlenmesi gerekmektedir. Belirlenen amaçlar doğrultusunda ilgili karar kriterleri belirlenir. Bu karar kriterleri, kantitatif değerler veya kalitatif değerler olmak üzere iki şekilde olabilir. Kriterler tesbit edildikten sonra uygun modelin kurulması aşaması gelmektedir. Kurulan model, alternatif yerlerin değerlendirilmesinde kullanılır ve uygun yer seçilir. Bu anlatılanları şu şekilde madde madde yazabiliriz.**

1.Kuruluş yerinin amaçlarının belirlenmesi,

2.İlgili karar kriterlerinin tespiti,

a.Kantitatif değerler,

b.Kalitatif değerler,

3.Kriterlerin amaçlarını ifade edebilecek uygun modellerin kullanılmasını sağlamak (Örneğin, ekonomik maliyet modelleri, lineer programlama, kantitatif faktör analizi),

4.Alternatif yerlerin değerlendirilmesi için modellerin kullanılması,

*KARAYALÇIN, İlhami; 1986.Endüstri Mühendisliği ve Üretim Yönetimi El Kitabı, C.I:358

**MONKS, G.J., 1987.Operations Management Theory and Problems, Third Edition, Singapore, Ganzage University:106

5.Kriterleri en iyi şekilde sağlayan yerin seçilmesi.

1.3.Yer Seçimi Teorisindeki Gelişmeler

Kuruluş yeri seçimi teorisi 4 aşamadan geğmiştir:*

1.İlginin Üretim maliyetine doğrudan doğruya tesir eden işletmenin bulunduğu yerdeki faktörler üzerinde toplandığı "En Düşük Üretim Maliyeti Olan Yer" safhası.

2."Pazarlara Yakın Olma Safhası". Bu safhada nüfuzdaki düzgün olmayan farklı dağılım, imkanların değişiklikleri, tam olmayan rekabet şartları, çeşitli ve büyük pazarlardan meydana gelen bir ekonomi içindeki işletmelerin birbirleri ile olan münasebetleri gibi realist kavramlar örtaya konmuştur.

3."Kârların En Yüksek Seviyeye Çıkartılması Safhası". Bu safhada bir işletmenin en iyi neticeyi verecek yerinin toplam giderlerle, toplam masraflar arasındaki fark ile bulunmasına önem verilmiştir.

4."Mamülün En Düşük Maliyetle Müşteriye Ulaştırılması". Bu safha kârların en yüksek seviyeye çıkartılması safhasına benzemektedir. Fakat karar verme işlemlerinde mamülün maliyetinin düşük seviyede tutulmasına ve bu şekilde müşteriye ulaştırılmasına dikkat edilmiş, müşteriye teslim zamanının tespiti ve lineer programlama gibi analitik modellere daha büyük bir önem verilmiştir.

Ricardo, Mills ve Marshall kuruluş yerinin seçimindeki iktisadi faydalar konusunda bazı ęalıřmalar yapmışlarsa da, ilk ęalıřmaların çoğu Alman ekonomistleri tarafından

*MPM Yayınları, 1967.Fabrika Yerinin Seçimi Yerleşme Düzeni ve Bakımı No:53:3

yapılmıştır. İki klasik çalışma- Johann Heinrich Von Thunen In DER SOLIERTE STAAT IN BEZIEHUNG AUF LANDWIRTSCHAFT, 3rd ed. Berlin: Schumacher-Zarchlin, 1875 ve Alfred Weber'in ÜBER DEN STANDORT DER INDUSTRIEN, Tübingen, 1909-Alman tesirini meydana getirmişlerdir.*

Von Thunen, gerçek bir durumdaki esasa ait olmayan hususların tamamıyla izole edildiği oldukça teorik bir problemi dikkate almış ve etüt etmiştir. Analiz Ricardo'nun kira (rent) teorisi üzerine kurulmuştur. Etüd, çeşitli bölgelerden arz edilen zirai ürünlerin üretildiği yerin seçimine etki eden faktörlerle ilgiliydi. Bütün üretim bölgelerinde ücretlerin eşit olduğu farz edilmişti. Bununla Von Thunen nakliye ve kira maliyetlerinin birleşik bir şekilde minimuma indirilmesinin kuruluş yerinin seçilmesiyle ilgili bir mesele olduğunu buldu. Zamanının ekonomistleri gibi Von Thunen problemi tam rekabet şartları içinde düşündü. Fiyat arz ve talebe göre tesbit ediliyordu. Sabit bir talepte, nakliye ve kiranın müşterek maliyetini marjinal üreticiden daha fazla azaltan bir üretim bölgesi, kârı marjinal üreticinin maliyetine eşit bir miktardan o bölgedeki maliyetin farkı kadar arttırıyordu. Dolayısı ile en düşük maliyetli kira ve nakliye en arzu edilir bölgeyi veriyordu. Nominal ücret farklılıkları, arazi maliyetinin bir unsuru olarak farz edilmişti.**

Von Thunen'in çalışması esas olarak zirai üretim ve kira üzerine kurulmuştur. Diğer taraftan Weber özellikle endüstriyel yerleşme ile ilgili çalışmalar yapmıştır. Thunen ve Weber'in problemi ele alış şekilleri şu bakımından farklılık göstermektedir; Von Thunen belirli bir üretim bölgesinin mevcut olduğunu ve amacın, o yerde hangi cins ürünün elde edilmesi gerektiğinin saptanması olarak

*Fabrika Yerinin Seçimi Yerleşme Düzeni ve Bakımı, 1967.MPM Yayınları, No:53:4

**a.g.e.,MPM Yayınları, No:53:4

ele almıştır. Weber ise faaliyet gösterilen endüstri dalının bilindiğini fakat, bu endüstri dalında faaliyet göstermek için hangi bölgenin uygun olduğunu arıyordu. Ticaret odaları, karayolları, kamu tesisleri ve benzeri unsurların yapıları gereği belirli bir bölgede bulunmaları, o bölge için elverişli olan endüstri tipinin tayininde büyük ölçüde önemli bir faktör olmaktadır.

Weber, teorisinde, üretim yerinin seçilmesinde 3 genel faktörü dikkate almaktadır:*

- 1) Bölgesel işçilik ve nakliye masrafları,
- 2) Mahalli yığılma kuvveti faktörü,
- 3) Hammadde masrafları ve yakıt masrafları.

Weber, ulaştırma masraflarının önemli bir ana faktör olduğunu düşünerek, hammadde imalat esnasındaki ağırlığından kaybediyorsa, imalat yerinin hammadde kaynağının bulunduğu yerde olması, diğer taraftan eğer imalat esnasında ağırlık kazanılıyorsa üretim yapan işletmenin pazara yakın olması gerektiği neticesine varmıştır**. Bu netice bir endüstri merkezinde toplanmaya veya endüstri merkezi dışına yayılmaya tesir eden kuvvetler kadar modern analizlerde önemli bir rol oynamaya devam etmektedir.

Yer seçimi teorisinin 2. safhası Hoover'in çalışmalarıdır. Hoover yer seçiminde maliyet faktörlerini dikkate almaya devam etmekle birlikte, yer seçiminde mamül pazarlarının bulunduğu bölgenin rolü üzerinde de durmuştur.

*a.g.e., MPM yayınları, No:53:4

**a.g.e., MPM Yayınları, No:53:4.

Hoover "Bir endüstrinin iş yeri bakımından müşterileriyle olan münasebetleri, bir pazar bölgesi içindeki sistemdir" düşüncesini ileri sürmüştür.

Hoover bazı endüstrilerin arz bölgelerinde olma zorunluluğunu kabul etmesine rağmen, mamül pazarlarının bulunduğu yerlerdeki yer seçimi analizlerine daha fazla ağırlık vermiş ve bunun daha çok rastlanılan bir durum olduğuna işaret etmiştir. Hoover'in kuruluş yeri olarak mamül pazarlarının bulunduğu yerin seçilmesi hususundaki düşüncesi, 1939'da yayınlanan Amerikan Ekonomisinin Yapısı konulu bir Amerikan hükümet raporunda da bulunmaktadır.

Hoover taşıma masraflarının mesafeyle orantılı olarak artmasını hatalı bulmuş ve orantılı olmama durumunun nakliye mesafesi arttıkça, nakliye masraflarının azalmasında önemli bir rol oynadığını belirtmiştir.

Hoover'in üzerinde önemle durduğu konulardan biri de kamu politikalarının kuruluş yeri seçimi üzerindeki etkileridir. "Ekonomik faaliyetlerin yeri" isimli kitabın büyük bir kısmı (5 bölüm), kamu politikalarının tesiri ile ilgilidir.

Ekonomik yer teorisi üzerinde büyük bir katkısı olan bir diğer kişi de Greenhut'dır. Greenhut yer seçimindeki faktörleri 4 ana grup için bölüp sınıflandırmıştır: 1)Taşıma masrafları, 2)İşlem (proses) masrafları, 3)Talep faktörü ve 4)Maliyet düşürücü ve gelir arttırıcı faktörler. Bu dört faktörün yanında şahsi faktörlerin de üzerinde durmuştur.

Greenhut ilk olarak matematiksel olmayan bir şekilde ifade edilen genel bir teori geliştirmiştir. Fakat sonradan bu teori matematiksel bir bünye içine oturtuldu. Meydana getirilen teori, maliyet ve talep kavramlarının her

ikisinin birden tek bir formül haline getirip, kârın en yüksek seviyeye çıkartılmasını sağlamaktadır. Kârların maksimum olduğu yer, toplam gelirlerle toplam masraflar arasındaki farkın en büyük olduğu yer olarak tarif edilmiştir.

Greenhut genel teori modelini şu şekilde kurmuştur:*

1. $L = \phi(R - C)$
2. $C = \phi(SR \times C_a)$
3. $R = \phi(SR \times m)$

Burada L, işyerinin bulunduğu veya seçildiği yer; C, toplam maliyet; R, toplam gelirler; SR, satış yarı gapı; C_a , navlun (nakliye) hariç olmak üzere ortalama masraflar ve m'de kârların en yüksek olduğu net fabrika fiyatıdır.

Greenhut $m < C_a$ bir eşitsizlik durumu olduğunu fakat $R = C$ ise bölgesel bir eşitliğin varlığını dikkate almıştır. Greenhut m veya C_a 'nın bir dengesizlik durumu yaratarak değişebileceğini ileri sürmüştür.

Isard ve Moses'un da modern ekonomik kuruluş yeri seçimi teorisi üzerinde katkıları olmuştur. Problemi ele alış teknikleri bir noktaya kadar farklı olmasına rağmen Isard, Hoover ve Weber'in temel felsefesini takip etme eğilimini göstererek, en iyi kuruluş yeri seçiminde ulaştırma masrafları esas alınarak hareket edilmesi neticesine varmıştır. Moses, maliyet ile talebin birbirleriyle olan münasebetlerini ve birbirleri üzerindeki tesirlerini dikkate almakta ve problemi ifade ediş şekli farklı olmasına rağmen Greenhut'a benzemektedir. Moses, talep eşitliği eğrileri sisteminin maliyet eşitliği

*MPM Yayınları, 1967.Fabrika Yerinin Seçimi, Yerleşme Düzeni ve Bakımı, No:53:9

eğrileri sistemini teğet noktalarla tayin etmektedir. Her ikisi de kuruluş yerinin, maliyet ve talep faktörlerine bağlı olduğunu kabul etmişlerdir. Greenhut doğrudan doğruya kârın maksimuma çıkartılmasını ararken, Moses sabit bir yatırım seviyesinde maksimum kârı verecek minimum maliyeti aramaktadır.

1.4.Ülkemizdeki Yer Seçimi Çalışmaları

Sanayinin değişen yapısı, çok uluslu şirketlerin ağırlık kazanması, çok sayıda üretim birimlerine sahip zincirlerin oluşması, teknolojik değişim ve yeniden yapılanma süreçleri, yer seçiminde etkili olan faktörlerin değişimine neden olmuştur. Ancak değişen sanayi yapısını farklı bir çerçevede içinde değerlendirme amacı ile yapılan çalışmalar, yine de pek çok gelişmeyi yer seçimi faktörlerine dayalı olarak açıklama yolunu benimsemiştir.

Ülkemizde de yer seçimi faktörlerinin araştırıldığı çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Bunların ilk bölümü genelleştirilmiş olup, sanayinin mekansal dağılımı ve değişimi üzerinde durmaktadır (TEKELİ, 1979; ÇEZİK, 1973; ERAYDIN, 1983).*

Diğer bir bölümü, belirli bir alanda çeşitli faktör ağırlıklarını araştırırken, sektörel bazda yapılan çalışmalar daha dar kapsamlı olmaktadır. Kent ölçeğinde gerçekleştirilen çalışmalar ise oldukça sınırlı kalmıştır (MENTEŞ, 1985; BAREMLİ, 1977).

Yukarıdaki çalışmaların yanı sıra, sanayi yer seçimini bölgesel dengesizliklerin tanımlanması olarak alan bir grup durum saptama çalışmasından söz etmek mümkün olup (ERAYDIN,

*Eraydın, A., 1987. TMMOB Makina Mühendisleri Odası 1987 Sanayi Kongresi Bildirileri.:96

1982; ÇEZİK, 1978; HIZIROĞLU, 1973; DPT, 1971; DPT, 1977), son yıllarda çevre konusunun ağırlık kazanması ile çevre sanayi ilişkisini araştıran bazı çalışmalar da ortaya çıkmaya başlamıştır (TÜREL ve TÜRKCAN, 1985).

Bölgesel dengesizliklerle ilgili çalışmalarda, bölgeler arasında farklılık gösteren faktörler arasında büyük bir ayrım getirilemez iken, yukarıda söz edilen çalışmaların çoğu altyapı konusunun (ulaşımı da içererek) önemini dile getirmiştir.

1982'de bölge merkezlerinin sanayi yapısına ilişkin gerçekleştirilen çalışmada (ERAYDIN, 1983) ise, az gelişmiş bölgelerdeki merkezlerle, gelişmiş bölgedeki merkezler arasında, üzerinde ağırlıkla durulan yer seçimi faktörleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışma bulgularına göre, yer seçiminde gözetilen faktörler içinde gerek gelişmiş, gerek az gelişmiş bölgelerde yer alan merkezler ana ve yan sanayilere yakınlık faktörünün önemini vurgularken, az gelişmiş bölgelerde yer alan sanayi birimleri, bu faktöre ek olarak, hammadde kaynaklarına yakınlık ve sosyal gereksinimlerin karşılanma durumunun eksikliğini belirtmişlerdir.

Çalışmanın önemli bir saptaması, Türkiye'de bölge merkezlerinde yer seçmiş olan sanayinin, ulaşım, işgücü ve elektrik-su gibi altyapı gereksinimleri açısından önemli bir sorunla karşı karşıya oldukları görüşünde olmamaları, buna karşılık özellikle ara malları kullanan sanayi birimlerinin, bu tür sanayi birimleri ile sanayinin odaklandığı merkezlere uzak olmayı bir sorun olarak algıladıklarını göstermektedir. Az gelişmiş bölgelerde ise sosyal altyapının eksikleri ve yan hizmetler, fiziksel altyapıdaki darboğazların çok üstünde önem kazanmaktadır.

Yukarıda sözü edilen kuramsal yaklaşım ve araştırmaların büyük bir bölümü, her sanayi birimini bir bütün olarak ve yalnızca üretim sürecindeki farklılıkları gözleterek ele almakta ve yığılma ekonomileri ve sanayiler arası ilişkileri irdeleyerek sanayilerin yer seçimi davranışlarını bu çerçevede içermeye çalışmaktadır. Ancak son yıllardaki değişimi hızlanan sanayi yapısı nedeniyle, bu çerçevelerin yeniden gözden geçirilmesi, sanayi ile ilgili yeni oluşumların yer seçimi davranışlarının araştırılması, Türkiye’de sanayi yerseçimi eğilimleri, çok uluslu şirketlerin (yabancı sermayeli kuruluşlar) ülkemizde yer alan sanayi birimleri ve yer seçimi davranışları ile sanayideki teknolojik değişimin mekansal boyutları şeklinde belirlenmiştir.

1.5.Yer Seçimi Kademeleri

Kuruluş yeri seçimi problemleri üç kademede incelenmelidir. Bunlar;

- 1)Bölge seçimi
- 2)İl seçimi
- 3)Arsa seçimidir.

1.5.1.Bölge Seçimi:

Bölge genel olarak seçilirken, belli bir çevre hakkında ayrıntılı bilgi toplamak zaman kaybından başka bir şeye yaramaz. Bölge seçimi genel nitelikte bazı bilgiler gerektirir. Bölge hakkındaki bu bilgiler şu kaynaklardan elde edilebilir: Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, Ticaret Odaları, Elektrik İşletmeleri, Demiryolları.

Bölge seçimi yapılırken, üzerinde durulması gereken en önemli nokta, hammadde kaynağı (veya başka bir faktör) ile ilgili bölgesel bir kısıtlama yoksa kurulacak tesisde üretilecek malın nerede tüketileceğidir. Dışsatıma ağırlık verilecekse, tesisin kurulacağı yerin, dışsatımın yapılacağı liman, havaalanı, çıkış kapıları vs. olan uzaklık ve bağlantıları incelenmelidir. Eğer üretilecek malın büyük bir kısmı yurtiçi talebi karşılamak amacı ile kullanılacaksa, bölgesel hinterlandlar, sanayinin çeşidine göre coğrafi bölgeler olabildiği gibi, coğrafi bölgelerin birleşmesinden meydana gelen daha geniş veya illerin birleşmesinden meydana gelen daha küçük bölgeler de olabilir. Bölgesel hinterlandların seçiminde hammadde ve girdilerin sağlanabilirliği, temel alt yapı olanaklarının varlığı gibi unsurlar gözönünde tutulmalıdır.

Böylece, bölgesel hinterlandlar için yapılacak talep analizleri sonucunda, bölgesel arz-talep dengeleri ortaya çıkarılmalı ve daha önce belirlenmiş olan tesis kurulu kapasitesi ile birlikte irdelenmesi yapılmalıdır.

Bölge analizinde gözönüne alınacak faktörleri şu şekilde özetleyebiliriz:*

a)Talep ve dağıtım olanakları açısından pazar elverişliliği,

b)Hammadde kaynaklarının şimdiki ve gelecekteki durumu,

c)Yan sanayi kuruluşları,

d)Çeşit, yoğunluk ve maliyetler açısından ulaşım olanakları,

*KOBÜ, B., 1982.Üretim Yönetimi,İstanbul

e)Enerji kaynaklarının şimdiki ve gelecekteki durumu ve maliyetleri,

f)İşletmenin faaliyetlerini ve personelin yaşantısını etkileyecek iklim koşulları,

g)Miktar, kalite ve ücret açısından işgücü kaynakları,

h)Devletin yasalarla belirlediği kısıtlayıcı veya teşvik edici faktörler.

1.5.2.İl Seçimi:

İkinci aşamada, bölgesel hinterlandlar içindeki herbir alternatif il, kuruluş yeri seçimini etkileyen faktörler göz önüne alınarak ve çeşitli metodlar eşliğinde değerlendirilmelidir. Alternatif illerin coğrafi konumları, ekonomik ve sosyal yapıları incelenmeli ve en uygun il seçilmelidir. Özellikle ulaştırma modeli ile kuruluş yeri seçiminde il seçimi üzerinde durulmaktadır.

1.5.3.Arsa Seçimi:

Tesisin kurulacağı ilin seçimi yapıldıktan sonra, sıra il içindeki en uygun arsanın seçimine gelmektedir. Arsa seçiminde:

-İl ve ilçeler civarında imar planları, belediye tarafından getirilmiş esaslar ve hıfzısıhha kanunu uyulması gereken hususların başında gelmelidir.

-Ulaştırma durumu önemle incelenmelidir. Demiryolu, karayolu bağlantılarına sahip bir yer, ulaştırma bakımından büyük kolaylıklar sağlar. Mümkün olduğu kadar az harcamayla

genel ulaşım şebekesine bağlanma imkanı sağlayacak yerlere öncelik verilmelidir.

-Genellikle ham ve yardımcı maddesi doğal kaynaklardan elde edilen sanayilerde, kuruluş yeri seçimi bakımından fazla serbestlik yoktur. Madenin veya petrolün çıkarıldığı yerde tesisin kurulması zorunludur.

-Enerjinin, suyun ve atıkların atılmasının en az masrafla sağlanabileceği arsalar ön plana alınmalıdır.

-Alternatif arsaların topografik durumları, yeraltı suyu seviyeleri ve zemin karakteristikleri mukayese edilmelidir. Satın alış bedeli düşük olmakla beraber, arazide büyük düzenleme, takviyeli temel inşaatı ve çeşitli izolasyonların yapılması gerekli bir arsanın son maliyeti, pahalı yerdekinin birkaç katını bulacak seviyelere ulaşabilir.

-Sanayileşmenin yoğunlaştığı her yerde, arsa fiyatlarında yükselme olur. Rahat bir yerleşim planına olanak verecek büyüklükte arsa başlangıçta temin edilmelidir. Türkiye’de genellikle sanayi küçük kapasitelerde kurulmakta ve daha sonra tevsiye edilmektedir. Bu nedenle de arsanın başlangıçta ucuz fiyatla temini uygun olmaktadır.

-Arsa seçiminde önemle gözönünde bulundurulması gereken bir husus da, bölgede hakim rüzgarların yönüdür. Ülkemizde çoğu kez, elektrofiltre ünitelerine gerek yatırım maliyetini önemli ölçüde arttırdığından, gerekse bakımlarının tam olarak yapılmamasından, gereken önem verilmemektedir. Bu nedenle, baca gazlarının yerleşim merkezlerine doğru esmeyeceği arsanın seçimi yapılmalıdır.

-Bir sanayinin yerleşim merkezi yakınında kurulmasında bir sakınca bulunmadığı hallerde, yalnız ucuz arsa temini yönünden uzakta bir arsa tercihi yapılmadan önce şehirden uzaklaştıkça personelin cevaplandırılması gereken artan ihtiyaçlarının getireceği mali külfetin hesaplanması gerekir. Örneğin; şehir yakınında sadece kilit personelin kalacağı lojmanların yapılması gerekirken, uzaklaştıkça bütün işçinin, personelin ve ailelerinin lojman, okul, hastane vs. bakımından ihtiyaçlarının karşılanması gerekecektir. Büyük yatırımları gerektiren bu tesisler ayrıca her yıl işletmeye büyük masraflar getirecektir.

İl sınırları içinde belirlenecek olan arsa üç farklı yerde seçilebilir:

- 1.Şehir merkezlerinde,
- 2.Çevre,
- 3.Taşra Yerleri (Köy).

1.5.3.1.Şehir-Çevre-Taşra Karşılaştırılması

Otomobilin geniş ölçüde kullanılması ile işgücü yeni bir hareket kabiliyeti kazanmıştır. Günümüzde endüstrinin taşraya yayılmasının bir nedeni de budur. Geniş alanlar ve gelişme serbestisi belki de en büyük etkenlerdir.

Üretim süreci tipi yer seçiminde önemli rol oynar. Örneğin, taşra yerleri patlayıcı madde imali için elverişlidir. Belli bir çevre tipinin seçilmesini gerektiren genel durumlar şu şekilde sıralanabilir.*

*Yülek,E.,Cezzar,R.,1975.Fabrika Projesi ve Yerleşme Planı, Ankara:40

1.5.3.1.1.Şehir Merkezini Gerektiren Durumlar:

- a)Kaliteli iş gücünün büyük olması isteniyor,
- b)Şehir kolaylıklarından yararlanması gerekli olan süreçler vardır,
- c)Çok katlı bina isteniyor,
- d)Malzeme satıcıları ile yakın ilişki gerekiyor,
- e)Halk için seri ulaşım araçlarının bulunması gerekiyor.

1.5.3.1.2.Çevre Yerini Gerektiren Durumlar:

- a)Yarı-kalite veya kadın işgücü isteniyor,
- b)Ağır belediye vergilerinden kaçınılmak isteniyor,
- c)İşgücü kurulacak fabrika yanında bulunuyor,
- d)Fabrikanın genişletilmesi kenttekinden daha kolay,
- e)Çevre büyük bir yerleşme merkezi yakınında, ama içinde değil.

1.5.3.1.3.Taşra Yerini Gerektiren Durumlar:

- a)Mevcut talep ve ilerdeki gelişme olanakları için geniş bir alana ihtiyaç var,
- b)Emlak vergisinin çok düşük olması isteniyor,
- c)Düz işgücü isteniyor,
- d)Rekabet edebilmek için işçi ücretlerinin düşük olması gerekiyor,
- e)Taşra yeri işgücünün moralini yükseltiyor.
- f)Üretim süreci tehlikeli ve şikayet konusu.

Kuruluş yerini uygun bir şekilde seçebilmek için, aşağıdaki listede belirtilen genel koşullar bir tarafa not edilmelidir:*

- 1.Yapılacak binanın tanımı (kroki dahil),
- 2.Arsanın büyüklüğü,
- 3.Gerekli demiryolu, karayolu ve su tesisleri,
- 4.Ana su borularının, gaz ve elektrik hatlarının asgari büyüklükleri,
- 5.Kullanılacak tatlı su hacmi,
- 6.Lağım ve kanalizasyon ihtiyaçları,
- 7.Rahatsız edici koku, gürültü, duman vs. için bir emniyet alanı,
- 8.Fiskiye basıncı temini (yer seçimi tankı veya yerli su kaynağı).

1.6.Kuruluş Yerinin İşletmenin Yerleşim Düzenine Etkisi

Kurulduğu yer işletmenin hammadde kaynakları ve pazar yerine olan yakınlığını gösterir. İşletme ile bu sahalarda arasındaki uzaklık nasıl bir taşıma şekli kullanılacağı hakkında bir fikir verir. Demiryolu, karayolu ve denizyolu taşımacılığında yükleme ve boşaltma tesisleri farklı olacağından, işletmenin yerleşim düzeninde de yükleme ve boşaltma yerlerinin alanları ve yerleşim düzeni farklı olacaktır.

Kuruluş yeri kısmende olsa işletmenin yakıt ihtiyacına bağlıdır. Kömür, petrol veya gaz olsun, bu yakıt için yerleştirme düzeni yapılırken depo yeri payları ayrılmalıdır. Enerji ve üretim ihtiyacı da yerleşme planında gözönünde bulundurulmalıdır.

Kuruluş yeri, işletme yerleşim planında ileride ne gibi değişiklikler yapılabileceğini de gösterir. Kentlerde gelişme mevcut bina üzerine kat çıkarma suretiyle olur. Taşra yerlerinde ise, mevcut bir binaya kanat eklemek

suretiyle yatay genişleme vardır. Bu bakımdan, yerleşme problemleri işletmenin kurulduğu yere göre de farklı olabilir.

1.7.Kuruluş Yeri Seçiminde Kullanılan Modeller

1.7.1.Kuruluş Yeri Seçiminde Kullanılan Modellerin Sınıflandırılması

Kuruluş yeri seçiminde kullanılan modelleri üç grupta toplayabiliriz.

1.7.1.1.Yapısal Karakterlerine Göre

Kuruluş yeri seçiminde kullanılan modelleri yapısal karakterlerine göre şu şekilde gruplayabiliriz:

1.Tek depo yer seçim modelleri/çok depo yer seçim modelleri

Kullanılacak model tek bir işletmenin yer seçiminde mi, yoksa aynı anda birden fazla işletmenin yer seçiminde mi kullanılıyor? Çok depo yer seçim modelleri özellikle şu sorulara cevap aramaktadır: Kaç adet işletme kurulacak, büyüklükleri ne olacak, hangi işletmede hangi mal stoklanacak, mamül işletmeye hangi kademelerden geçerek ulaşacak.

2.İşletmeler belli kapasite kısıtlarına sahip mi?

Kuruluş yeri seçiminde özellikle işletme kapasite kısıtları önemli rol oynamaktadır. İşletmenin belirli kapasiteye sahip olması işletmeye atanacak talep

seviyesinin belirlenmesinde ve belirli müşterilerin belirli işletmelere atanmasında belirleyici rol oynayacaktır.

3.Kesikli yerleşim/sürekli yerleşim modelleri,

4.Modeli belirleyen parametreler belirli mi yoksa stokastik mi?

5.Statik/Dinamik modeller.

Modelde belirlenen yer belirli bir zaman periyodu için belirlenip sabit mi, yoksa zamana göre değişim göz önünde bulunduruluyor mu?

1.7.1.2.Amaç Denklemlerine Göre

Kuruluş yeri seçiminde kullanılan modelleri amaç denklemlerine göre de 4 grupta sınıflandırabiliriz. Bunlar:

1.Maliyet minimizasyonu,

Farklı maliyet özelliklerini içeren modeller şunlardır:

-Talep noktalarının işletmeye olan toplam mesafesinin minimizasyonu,

-İşletmenin en yakın rakibine olan toplam mesafesinin minimizasyonu,

-Talep noktaları ve işletme arasındaki maksimum mesafenin minimizasyonu,

-Her talep noktasının ona hizmet edecek olan işletmeye olan uzaklığının minimizasyonu,

- İşletme sayısının minimizasyonu,
- Toplam işletme maliyetinin minimizasyonu,
- Bütçe dışı maliyet unsurlarının minimizasyonu,
- Toplam işletim maliyetlerinin minimizasyonu,
- Toplam ulaştırma maliyetlerinin minimizasyonu,
- Toplam işletim ve sabit masrafların minimizasyonu,
- Kullanıcı maliyetlerinin minimizasyonu.*

2.Kâr maksimizasyonu

Kâr maksimizasyonunu hedef güden modeller;

- Pazar payının maksimizasyonu
- Yatırım kazancının maksimizasyonu
- Çıktıların maksimizasyonu.

3.Talepleri mümkün en üst seviyede karşılamayı amaçlayan farklı talep özelliklerini içeren modeller,

- işletmeye atanacak talep miktarının maksimizasyonu,
- Karşılanacak talep miktarının maksimizasyonu,
- Diğer işletmelere olan mesafenin minimizasyonu.

*Cooper,J.,1990.Location Models Developing Alternatives:Quantative Approaches,"Logistics and Distribution Planning", Kogan Page, London.

4.Doğa faktörlerini gözönünde bulunduran modellerdir .

Çevre faktörlerini gözönünde bulunduran modeler;

- Riske tabi nüfusun minimizasyonu ,
- Hava kirliliğinin en aza indirgenmesi.

1.7.1.3.Çözüm Yöntemlerine Göre

Çözüm yöntemlerine göre algoritmik modeller, benzetim modelleri ve sezgisel modeller olmak üzere üçe ayrılırlar.

1.Algoritmik modeller.*

- Çok amaçlı programlama
- Dal-sınır algoritması
- Dinamik programlama
- Analitik kademeli süreç
- Doğrusal programlama
- Karışık sayılı programlama
- Doğrusal olmayan programlama.

2.Benzetim modelleri.**

- Mohanty ve Chandrashekhar

3.Sezgisel Modeller.***

- Blumenfeld

*Özkale,L.,Sezgin,S.,Uray,N.,Ülengin,F.,1991.Pazarlama Stratejileri ve Karar Alma Mekanizması, İletişim Yayınları, İstanbul:32

**Özkale,L.,a.g.e.,32

***Özkale,L.a.g.e.,32

-Mc Loren ve Whyback

1.7.2.Kuruluş Yeri Seçiminde Kullanılan Modeller

Kuruluş yeri seçiminde kullanılan modellerden birkaçı verilmiştir.

1.7.2.1.MİNİSUM

MİNİSUM olarak adlandırılan bu modelde, amaç işletmeden talep noktalarına olan ağırlıklı mesafenin minimize edilmesidir. Modellerde mesafeler hesaplanırken başlıca üç tip ölçme yöntemi kullanılmaktadır. Bunlar;

1.Öklid:Bu yöntemde aralarındaki mesafenin hesaplanması gereken iki nokta düz bir çizgiyle birleştirilerek ve bu çizgi üzerinden hareket edilerek mesafe ölçümü yapılmaktadır.

2.Manhattan:Birdirine paralel olan dikey yolların gene birbirine paralel olan yatay yollarla kesiştiği varsayılmakta ve bu yollar üzerinden hareket mesafeleri hesaplanmaktadır.

3.İki nokta arasındaki gerçek mesafenin ölçümü:Gerçek mesafelerin ölçümü talep noktalarının çok sayıda olması ve ulaşım ağındaki birçok karışıklık nedeniyle bulunması son derece zordur. Öklid veya Manhattan veya her ikisinde aynı anda kullanılarak gerçek mesafelerin bir tahmini yapılır.

Amaç fonksiyonu:

$$\min.f(K)=\sum_{j=1}^n x_j \cdot d_j(K,P_j) \quad (1.1)$$

$$d(K, P_j) = |Y_{K1} - Y_{j1}| + |Y_{K2} - Y_{j2}| \quad (1.2)$$

bulunur. Bu denklemlerin amaç denklemlerinde yerine konulmasıyla,

$$\min f(K) = \sum_{j=1} x_j |Y_{K1} - Y_{j1}| + \sum_{j=1} x_j |Y_{K2} - Y_{j2}| \quad (1.3)$$

denklemleri oluşturulur.

Problem Y_{K1} ve Y_{K2} noktalarının ayrı ayrı ağırlıklı mesafelerinin minimizasyonu problemine dönüşür. Modelin çözülmesi için gözönünde bulundurulması gereken iki özellik ise,

1.Yeni tesis için bulunacak olan Y_{K1} koordinatının, var olan talep noktalarından birisinin koordinatıyla aynı olması,

2.Talep noktalarından atanan toplam ağırlığın $\sum x_j$ 'nin yarısından fazlasının Y_{K1} 'in koordinat ekseninin sağında veya solunda kalmamasıdır. Bu koşula "Medyan Koşulu" adı da verilmektedir. Birinci özellik Manhattan yönteminin kullanılması, ikinci özellik ise yeni tesis için bulunacak olan Y_1 ve Y_2 koordinatlarına göre hesaplanacak olan ağırlıklı mesafelerin eşit şekilde bu noktaların sağında veya solunda kalması gereğinden doğmaktadır.

Sayısal Örnek:

<u>Talep Noktaları</u>	<u>Koordinat Y_{j1}</u>	<u>x_j</u>	<u>$\sum x_j$</u>
P_1	2	8	8
P_2	4	3	11 < 12
P_3	5	2	13 > 12 $Y_{j1}^* = 5$
P_5	6	4	17

P_4 8 7 24

Toplam ağırlık=24 Yarım ağırlık=12

<u>Talep Noktaları</u>	<u>Koordinat Y_{i2}</u>	<u>x_j</u>	<u>Σx_j</u>
P_4	1	7	$7 < 12$
P_1	2	8	$15 > 12$ $Y_{i1}^* = 5$
P_2	3	6	21
P_3	4	2	23
P_5	8	4	27

$f(5,2)=93$

Ağırlıklı mesafelerin minimizasyonunu hedefleyen bu modelde yerleşim alanı olarak belirli bölgeleri seçtiğimizi varsayalım. Burada bölgeleri değerlendirirken ağırlıklı mesafe kriteri uygulanacak ve minimum ağırlıklı mesafe toplamına sahip olan seçenek tercih edilecektir. Yerleşime uygun 2 bölgeyi 1.seçenek (3,5) ve 2.seçenek (6,8) olarak belirleyelim.

$f(1.\text{seçenek})=140$

$f(2.\text{seçenek})=196$ dir. $140 < 196$ olduğundan 1. seçenek tercih edilecektir.

1.7.2.2.MİNİMAKS

Amaç denklemi;

$$\min.f(Y_{K1}, Y_{K2}) = \max. (Y_{K1} - Y_{i1} + Y_{K2} - Y_{i2}) \quad (1.4)$$

olarak ifade edilir.

MİNİSUM modelinde kullandığımız talep noktalarını bir denklemde kullanarak amaç fonksiyonunun değişmesiyle kuruluş yerinin nasıl değiştiğini görelim.

Talep noktaları:

MINİMAX cevabını bulmak için;

$$c_1 = \min(Y_{i1} + Y_{i2})$$

$$c_2 = \max(Y_{i1} + Y_{i2})$$

$$c_3 = \min(-Y_{i1} + Y_{i2})$$

$$c_4 = \max(-Y_{i1} + Y_{i2})$$

$$c_5 = \max(c_2 - c_1, c_4 - c_3) \text{ olarak belirleyelim.}$$

$$P_1(2,2)$$

$$P_2(4,3)$$

$$P_3(5,4)$$

$$P_4(8,1)$$

$$P_5(6,8)$$

$$1. \text{ nokta } (Y_{K1}^*, Y_{K2}^*) = 1/2(c_1 - c_3, c_1 + c_3 + c_5)$$

$$2. \text{ nokta } (Y_{K1}^*, Y_{K2}^*) = 1/2(c_2 - c_4, c_2 + c_4 - c_5)$$

Noktalar	$\underline{Y_{i1}}$	$\underline{Y_{i2}}$	$\underline{Y_{i1} + Y_{i2}}$	$\underline{-Y_{i1} + Y_{i2}}$
P ₁	2	2	4	0
P ₂	4	3	7	-1
P ₃	5	4	9	-1
P ₄	8	1	9	-7
P ₅	6	8	14	2

$$c_1 = 4 \quad c_2 = 14 \quad c_3 = -7 \quad c_4 = 2 \quad c_5 = 11 \text{ olarak bulunur.}$$

$$1. \text{ nokta } (Y_{K1}^*, Y_{K2}^*) = (11/2, 4)$$

$$2. \text{ nokta } (Y_{K1}^*, Y_{K2}^*) = (6, 5/2)$$

Sonuç olarak işletmemizi bu iki noktayı birleştiren doğru üzerinde herhangi bir noktaya yerleştirmemiz mümkün olacaktır.

1.7.2.3. Basit Kapasite Kısıtı Olmayan Kuruluş Yeri Seçim Modeli

Kuruluş yeri seçiminde en basit modellerden biri kapasite kısıtı olmayan, lineer maliyet denklemine sahip "Basit Kapasite Kısıtsız Kuruluş Yeri Seçimi Modeli"dir. Amaç denklemi ve kısıtları aşağıdaki gibi ifade edilir.

Amaç denklemi;

$$\min \sum_i \sum_j c_{ij} x_{ij} + \sum_i f_i z_i \quad (1.5)$$

olarak ifade edilmektedir.

Kısıtlar;

$$\sum_i x_{ij} = 1 \quad z_i \geq x_{ij} \quad x_{ij} \geq 0 \quad (1.6)$$

z_i (0,1)'in elemanı olarak tanımlanmaktadır.

Buradaki z_i , işletmenin açılmasına karar verilmesi halinde 1 değerini aksi halde 0 değerini almaktadır. f_i ise i işletmesinin açılması için gereken sabit maliyettir.

1.7.2.4. Çok Ürün Tipli Kapasite Kısıtı Olmayan Kuruluş Yeri Modeli

Bu modelde müşterilerin birden fazla ürüne talepleri vardır. Her ürün için aynı olan taşıma masrafları ve işletme sabit giderleri modelde kullanılmıştır.

Amaç denklemi;

$$\sum_i \sum_j \sum_p c_{ijp} x_{ijp} + \sum_i \sum_p f_{ip} z_{ip} \quad (1.7)$$

Kısıtlar;

$$\sum_i x_{ijp} = 1 \text{ eğer } D_{jp} \geq 0 \text{ ise} \quad (1.8)$$

$$\sum_p z_{ip} \leq 1 \quad \sum_j x_{ijp} \leq \sum_j z_{ip} \quad x_{ijp} \geq 0 \text{ ve} \quad (1.9)$$

$z_{ip} \in (0,1)$ 'in elemanıdır.

$x_{ijp} = p$ ürününe olan j müşterisinin talebinin i işletmesi tarafından karşılanan kısmı.

$z_{ip} = i$. işletmenin p ürününe üretecekse 1 değerini üretmeyecekse 0 değerini almaktadır.

$c_{ijp} = j$. müşterisinin p ürününe olan talebinin tamamının i işletmesi tarafından karşılanması için gereken ulaşım ve dağıtım masrafları.

$f_{ip} = i$ nolu işletmede p tipli ürün üretmek veya bulundurmak için gereken sabit giderler.

$D_{jp} = j$. müşterisinin p ürününe olan toplam talebi.

1.7.2.5. Kapasite Kısıtı Olmayan Dinamik Yerleşim Modeli

Bu modelde dinamik karakteristik, modelin değişen zaman faktörünü kapsadığını belirtmektedir. Model zaman içinde işletmelerin yer değiştirmelerini belirlediği halde, çok ürünlülük niteliğini, müşterilerin birden fazla ürüne olan taleplerini yansıtmamaktadır. Dinamik modelde zaman

dilimleri değiştikçe, işletmenin giderleri de değişmektedir.

Amaç denklemi;

$$\min \sum_{ijs} c_{ijs} x_{ijs} + \sum_{is} b_{is} z_{is} + \sum_i a_{i1} z_{i1} + \sum_{is} a_{is} z_{is} (1 - z_{i,s-1}) \quad (1.10)$$

Kısıtlar;

$$\sum_i x_{ijs} = 1 \text{ eğer } D_{js} \geq 0 \text{ ise} \quad (1.11)$$

$\sum_j x_{ijs} \leq \sum_i z_{is} \quad x_{ijs} \geq 0 \quad \text{ve} \quad z_{is} \in (0,1)$ 'in elemanı olarak tanımlanmaktadır.

Burada;

x_{ijs} =j müşterisinin s zamanında i. tesis tarafından karşılanan talep oranı.

z_{is} =s zamanında i nolu tesis açılacaksa 1 değerini açılmayacaksa 0 değerini almaktadır.

c_{ijs} =i. tesisten j. müşterinin talebinin tamamının s zaman diliminde karşılanması.

b_{is} =s zamanında i nolu işletmeyi açma maliyeti. Bu maliyet yeni yerleşim noktalarındaki bakım ve yatırım masraflarından bağımsızdır.

a_{is} =s zamanında i nolu işletme için gereken sabit giderler.

D_{js} =s zamanında j. müşterinin toplam talebi.

1.7.2.6.Kapasite Kısıtlı Olan Kuruluş Yeri Seçim Modeli

Bu modelde kapasite kısıtlarına sahip işletmelerin yer seçimine değinilecektir.

Amaç denklemi;

$$\min.(\sum_i \sum_j c_{ij}x_{ij} + \sum_i f_i z_i) \quad (1.14)$$

Kısıtlar;

$$\sum_j D_j x_{ij} \leq S_i z_i \quad \sum_i x_{ij} = 1 \quad (1.15)$$

x_{ij} , (0,1)'in elemanıdır.

$x_{ij}=i$. işletme tarafından müşteri j 'nin karşılanan talebinin oranı.

z_i =işletme açılacaksa 1 değerini açılmayacaksa 0 değerini almaktadır.

$c_{ij}=i$. tesisten j . müşterinin talebinin tamamını karşılanmanın toplam dağıtım ve sabit giderleri.

f_i = i . işletmenin sabit giderleri.

S_i = i . işletmenin kapasitesi.

D_j = j . müşterinin toplam talebi.

1.7.2.7. Kapasite Kısıtlı Olan ,Stokastik Kuruluş Yeri Seçim Modeli

Bu modelde taleplerin belirsiz olması durumu ele alınmış ve model tek bir ürün için kurulmuştur. Talep yoğunluk fonksiyonu modelde kullanılmaktadır.

Amaç denklemi:

$$\min \sum_i \sum_j c_{ij} x_{ij} + \sum_j \left(h_j (y_j - v) e_j(v) dv + p_j \int (v - y_j) e_j(v) dv \right) + \sum_i f_i z_i \quad (1.16)$$

Kısıtlar:

$$\sum_j x_{ij} \leq s_i \quad i \in I \cup I' \quad (1.17)$$

$$y_j = \sum_i x_{ij} \quad j \in J$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad i \in I', \quad z_i = 1 \text{ ise } i \in I \text{ dir.}$$

x_{ij} =i. işletme tarafından müşteri j'nin karşılanan talebinin oranı.

z_i =işletme açılacaksa 1 değerini açılmayacaksa 0 değerini almaktadır.

c_{ij} =i. tesisten j. müşterinin talebinin tamamını karşılanmanın toplam dağıtım ve sabit giderleri.

f_i =i. işletmenin açılmasının sabit giderleri.

$e_j(v)$ =j. müşterinin talep yoğunluk fonksiyonu.

h_j =j. merkezde birim elde bulundurma maliyeti.

P_j =j. merkezde birim yok satma maliyeti.

y_j =Tüm kaynaklardan j merkezine toplam ulaştırılan miktar.

I =Tüm varolan kaynak noktaları.

I' =Önerilen yeni kaynak noktaları.

J =Müşteri yerleşim noktaları.



BÖLÜM 2 KURULUŞ YERİ SEÇİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

2.1.Pazarlama Fonksiyonu

Alıcıların bulunduğu yere "pazar" denir. Mamüle bağlı olarak pazarlar, toplu veya dağınık olabilir.*

Pazarlama fonksiyonuna ilişkin faktörler, mamüllerin taşınması ve aktif pazarlama faaliyetleri, satış hasılatını belirleyen satış miktarı ve satış fiyatıdır.

Üretim, üretilen malın satılmasıyla bir anlam kazandığından dolayı, belirli bir aday kuruluş yerinden uygun bir fiyatla gerçekleştirilebilen satış miktarının en azından minimum ekonomik ölçek büyüklüğünde bir işletmenin kurulmasını garanti edecek büyüklükte olması gerekir.

Pazarlama fonksiyonuna ilişkin olarak satış alanı ve bu alandaki satış potansiyeli kuruluş yeri seçiminde önemli hususlardır.

2.1.1. Aday Kuruluş Yerine İlişkin Satış Alanı

Aday kuruluş yerine ilişkin satış alanı, bu konumda üretilen mamüllerin uygun bir fiyattan pazarlanabildiği talep merkezlerini kapsamaktadır. Satış alanı homojen ve heterojen alan varsayımlarına göre şu şekilde tarif edebiliriz; homojen alan varsayımında merkezi aday kuruluş yeri ve yarı çapı üretilen mamülün satış menzili kadar olan bir alanı; gerçek duruma daha uygun düşen heterojen alan varsayımında ise aday kuruluş yerinden gerçek taşıma mesafesi mamülün satış menziline eşit olan veya daha küçük olan tüm talep merkezlerini kapsar.**

*Koçer, M., 1974. Fabrika Organizasyonu ve Dizaynı: 109
**Müftüoğlu, T., 1989. Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesi, Ankara: 283

Satış alanını belirleyen en önemli faktör mamülün taşınabilir veya taşınamaz olma özelliğidir. Taşınamaz mamüllerde aday kuruluş yerleri olarak sadece talep merkezleri esas alınır ve her talep merkezindeki ölçek büyüklüğü buradaki talep merkezi ile sınırlanır. Örneğin, süngerimsi yapıdaki birçok izolasyon malzemesinin ve bazı plastik maddelerin, ağırlıklarına oranla hacimlerinin çok büyük olması nedeniyle, bunların hammadde olarak taşınması ve pazara yakın bir yerde mamul hale getirilmesi daha uygun olmaktadır* . Taşınabilir mamüllerde ise satış alanını; mamülün taşınma maliyeti, taşınma süresi ve her talep merkezindeki maksimum fiyatı belirler. Mamülün taşıma maliyeti ve bozulma süresine ait kısıtlar arttıkça, maksimum satış fiyatı azaldıkça satış alanı daralır, aksi durumda genişler. Maksimum satış fiyatı, üretim ve taşıma maliyetleri toplamının altında kalan talep merkezleri değerlendirilme dışı bırakılırlar. Ulaşım şebekesinin niteliği ve niceliği, kullanılan taşıma araçlarının taşıma maliyeti, taşıma süresi ve taşıma kapasitesi de satış alanının belirlenmesinde etkili olur.

2.1.2. Aday Kuruluş Yerine İlişkin Satış Potansiyeli

Aday kuruluş yerine ilişkin satış potansiyeli, satış alanı içinde kalan talep merkezlerinde gerçekleştirilebilecek toplam satış hasılatını ifade eder. Satış potansiyeli talebin artması veya satış alanının genişletilmesiyle artar **. Rekabet koşulları, talebin özellikleri, talebin zaman sürecindeki dalgalanmaları, talep merkezlerinin coğrafi alan içindeki dağılımları gibi faktörler satış potansiyelinin ne kadarının değerlendirilebileceğini belirleyen başlıca faktörlerdir.

*Desiyab,1983.Fabrika kuruluş Yeri Seçimi:19

**Müftüoğlu,T.,a.g.e.:293

Belirli bir konumda işletme kurmanın ekonomik olup olmadığına ve ekonomikse hangi ölçekte bir işletme kurulması gerektiğine ilişkin olarak aşağıdaki üç durum önem kazanır.*

-Talep hacmi üretim seviyesini sınırlandırmamaktadır (minimum ekonomik ölçek büyüklüğünü aşmaktadır),

-Talep hacmi minimum ölçek büyüklüğüne eşittir (veya o civardadır),

-Talep hacminin çok küçük olması nedeniyle asgari seviyede ekonomik kıstaslara uygun bir üretim mümkün değildir (veya gerçekleştirilebilir talep seviyesi minimum ekonomik ölçek büyüklüğünün altında kalmaktadır).

Bu üç durumdan ilk iki duruma giren konumlar aday kuruluş yerleri olarak planlamaya esas alınırlar. Üçüncü durum aday kuruluş yeri olarak dikkate alınmaz.

Belirli bir konuma ilişkin olarak satış potansiyelini belirleyen faktörler; satış miktarı, satış fiyatı, aktif pazarlama faaliyetleri, talebin nitel özellikleridir.

2.1.2.1. Satış Miktarı

Mamülün birim maliyeti, taşıma maliyeti ve taşıma süresi, teşebbüsün aktif pazarlama faaliyetleri ve talep merkezlerindeki maksimum fiyatlar satış alanının genişliğini belirleyen başlıca faktörlerdir. Bu faktörler mamül çeşidine göre farklılık gösterebileceğinden her mamül çeşidine ilişkin satış alanı ayrıca belirlenmelidir.

Satış alanı içindeki talep seviyesini belirleyen başlıca faktörler ise satış alanı içindeki nüfus, nüfusun demografik yapısı ve geliri, bölgenin tüketim alışkanlıkları, talep dalgalanmaları, talebin gelir ve fiyat esneklikleri gibi hususlardır.*

2.1.2.2. Satış Fiyatı

Aday kuruluş yerlerinde satış fiyatı değiştirilerek satış potansiyeli arttırılabilir. Satış potansiyelinin satış fiyatı vasıtasıyla arttırılması, teşebbüsün fiyat politikasına ve talep merkezlerindeki talebin fiyat esnekliğine bağlı olarak değişir.

Fiyat politikası üç farklı şekilde olabilir;

-Her talep merkezindeki fiyatın işletme satış fiyatına taşıma maliyetinin eklenmesiyle belirlenmesi,

-Taşıma maliyetine bakılmaksızın eşit fiyat uygulanması ve

-Talep merkezlerinde fiyat farklılaştırılmasına gidilmesi.

Birinci durumda kabul edilen fiyat stratejisi satış alanı içindeki talep merkezlerinde fiyat esnekliğinin nispeten yüksek olduğu aday kuruluş yerleri, ikinci durumda kabul edilen fiyat stratejisi ise taşıma maliyetinin az olduğu, buna karşılık dışsal ekonomilerin fazla olduğu aday kuruluş yerleri kuruluş yeri seçiminde önem kazanır. Üçüncü tip fiyat stratejisi ise, monopolist bir teşebbüste kâr maksimizasyonu amacının en üst etkinlik seviyesinde uygulanmasında geçerlidir.

Talep merkezlerinde fiyat esnekliğinin daha yüksek olduğu coğrafi konumların kuruluş yeri avantajları daha fazladır.

2.1.2.3. Aktif Pazarlama Faaliyetleri

Kitle reklam faaliyetleri çok geniş alanlara mesaj iletebildiği ölçüde ekonomik olmaktadır. Reklam faaliyetleri sonucu geniş bir alanda satış potansiyeli arttırılır. Ürünlerin satış menzillerinin nisbeten dar olması halinde, bu potansiyeli değerlendirmek üzere farklı konumlarda birçok işletmeler kurmak suretiyle teşebbüsün büyütülmesine devam edilebilir.

2.1.2.4. Talebin Nitel Özellikleri

Talebin nitel özellikleri şu hususları kapsar; talebin fiyat ve gelir esnekliği, talebin satış alanı içindeki coğrafi dağılımı, talep seviyesindeki dalgalanmalar, talep kaymaları ve talebin dinamik yapısı.

2.2. Hammadde

Kurulacak işletmenin, hammadde ve girdi kaynaklarına veya tüketim merkezlerine yakın olma zorunluluğunun bulunup bulunmadığı incelenmelidir. Böylece girdilere dönük veya piyasaya dönük işletmelerden söz etmek mümkündür.*

Girdilere dönük sanayi kurulmak istendiğinde en önemli husus aday kuruluş yerinin hammadde kaynaklarına yakın olmasıdır.

*Desiyab,a.g.e.:21

Kuruluş yeri seçimine etkisi esas alındığında hammadde

-Yerel hammadde ve

-Mebzul hammadde

olmak üzere iki kısma ayrılır.*

Yerel hammadde belirli yerlerde bulunan hammadde çeşitlerini, mebzul hammadde ise her yerde yeteri kadar bulunan hammadde çeşitlerini ifade eder. Bu tanımlar doğrultusunda, kuruluş yeri seçiminde sadece yerel hammaddeler önemlidir. Mebzul hammaddelerin yer seçiminde etkisi olmaz.

Yerel hammaddeleri de kuruluş yeri seçimine etkileri açısından iki alt gruba ayırabiliriz:

-Üretim sürecinde ağırlığından kaybetmeyen yerel hammaddeler ki bunlara "Net Hammadde" denir,

-Üretim sürecinde ağırlığından kaybeden yerel hammaddeler. Bunlara da "Net Olmayan Hammadde" denir.

Kuruluş yeri seçiminde net olmayan hammaddeler önemlidir. Hammaddeye yakın bir yerin seçilmesi zorunluluğu vardır.

Net olmayan hammaddeleri de iki gruba ayırabiliriz;

-Üretim sürecinde ağırlığını kısmen kaybeden net olmayan hammaddeler ve

-Üretim sürecinde ağırlığını tamamen kaybeden net olmayan hammaddeler.

Kuruluş yerinin hammadde kaynağı yakınında olması ihtiyacı en çok üretim sürecinde ağırlığını tamamen

kaybeden net olmayan hammaddelerin kullanıldığı sanayi dallarında mevcuttur.

Bu ayırım için malzeme endeksi kavramı kullanılır. Malzeme endeksini şu şekilde formüle ederiz;*

$$ME = \frac{\text{Bir birim üründe bulunan yerel hammadde ağırlığı (tam)}}{\text{Yerel hammaddenin üretim katsayısı (tam)}}$$

Bu formüle göre şu sonuçlar çıkar;

- Net hammaddelerde ME=1 dir,
- Üretim sürecinde ağırlığını kısmen kaybeden net olmayan hammaddeler için ME=1 ve
- Üretim sürecinde ağırlığını tamamen kaybeden net olmayan hammaddeler için ME=0 dir.

Malzeme endeksi sıfıra doğru yaklaştıkça hammaddenin kuruluş yerini kendi bulunduğu konuma doğru çekme kuvveti artar.

İşlenmiş maddelerin doğal hammaddelere göre malzeme endeksleri daha yüksektir. Bu nedenle kuruluş yerini kendi bulundukları yere doğru çekme kuvvetleri azalır.

Hammaddenin ağırlığı ürün ağırlığından fazla, taşınması güç ve fiyatı ucuz olduğu sanayi kollarında hammaddenin yer seçimine etkisi, diğer faktörlerin etkisinden daha fazladır.

Hammaddenin ağırlığı ürün ağırlığından fazla ise genellikle işletme hammadde kaynağına yakın yere kurulur. Bu duruma örnek olarak demir-çelik sanayini verebiliriz. Bunun tam tersi bir uygulama ise sülfürik asit üretiminde

görülmektedir. 98 kg. sülfürik asit üretimi için, 32 kg kükürt ile 66 kg suya ihtiyaç vardır. Asit taşıma maliyetinin yüksek olmasından dolayı, işletme asidin sunulduğu pazara yakın olarak kurulur.

Kullanılacak hammadde, birden fazla yerde mevcutsa bu durumda taşıma maliyetini minimize eden yer seçilir. Birden fazla hammadde kullanıldığı halde de aynı şekilde taşıma maliyeti en düşük olan yer seçilir. Örneğin; çelik üretiminde kullanılan hammaddelerin toplam ağırlığı, ürünün yani çeliğin ağırlığından fazla olduğu için fabrikanın hammadde kaynaklarına yakın bir yerde kurulması zorunludur. Ancak, hammaddelerden demir cevheri ve kömür hemen hemen aynı oranlarda kullanıldıklarından, bu ikisine bağlı bir kuruluş yeri problemi ortaya çıkmaktadır. Bütün yöresel faktörler ve gelecekte yan ürün olarak elde edilecek kok, katran, gaz, cüruf vs. gibi maddelerin durumu gözönüne alınmalıdır. Maliyetin en düşük olduğu yer seçilirken detaylı rezerv araştırmaları yapılmalı ve bu iki husus gözönüne alınarak karar verilmelidir.

Hammadde kaynağının seçiminde, maddenin fiziksel yapısı da gözönüne alınmalıdır. Örneğin, hammaddenin gaz, sıvı veya katı oluşu, bunların normal sıcaklıkta veya soğutulmuş olarak nakledilmesi zorunluluğu, taşıma sisteminin basınca dayanıklı olup olmadığı, taşımanın deniz, kara, hava yolu veya boru hattı ilemi yapılacağı ayrıca özel bir ambalajlama gerektirip gerektirmeyeceği hususları da irdelenmelidir. Günümüzde gaz halindeki hammaddeler boru hatları ile kolaylıkla uzak mesafelere taşınabilmektedir.

Hammadde faktörüne ilişkin olarak kuruluş yeri seçiminde etkili olan diğer faktörlerin başlıcaları,

1 Malzemenin boyutları, kalitesi ve nemlilik derecesi gibi netil özellikleriyle,

2.Malzemenin bulunduğu yerdeki arz fiyatı, arz esnekliği ve arz kapasitesi gibi hususlar olarak belirlenebilir.

Hammaddenin yer seçimindeki önemini belirtmek amacıyla yapılan bu açıklamaları şu şekilde özetleyebiliriz;*

1)Üretim esnasında ağırlık kaybı olmayan tek bir hammadde kullanımı söz konusu ise tesis hammadde veya pazarın yanına veya her ikisi arasında bir yerde;

2)Prosesde hammaddede ağırlık kaybı meydana geliyorsa, tesis hammadde kaynağına yakın bir yerde,

3)Her yerde rahatlıkla bulunabilen maddeler üretimde girdi olarak kullanılacağı zaman ise, tesis pazarın yakınına kurulmalıdır.

2.3.İşgücü

İşgücü unsuru yer seçiminin temel faktörlerinden birisidir.

İşgücü hareket kabiliyetine sahip bir faktör olmasına rağmen, hergün evinden işyerine gidip gelmesine ilişkin hareket sahası nisbeten dardır. Bu hareket sahası işçinin hergün evinden işyerine gidip gelmesi için katlanması gerekli gidiş-geliş gideri ve gidiş-geliş süresi tarafından sınırlanır. İşgücünün işyerine yürüyerek veya taşıma aracıyla gidip gelmesi, ikinci durumda taşıma aracının cinsi ve taşıma ücretinin işçi tarafından veya firma

tarafından ödenmesi gibi faktörler işgücünün gidiş-geliş süresini ve giderini belirleyen faktörlerdir.

Uzak mesafelerden işgücü temini halinde, işçinin yerleştirilmesi için gerekli konut, sağlık, eğitim-öğrenim ve sosyal tesislerin teşebbüs tarafından karşılanması gerekir* . Bu durumda yatırım masrafı fazla olacaktır.

İşgücü ücretleri bölgelere göre farklılık gösteriyorsa, ücretlerin düşük olduğu bölgeler kuruluş yeri seçiminde ağırlık kazanır. Genellikle kırsal kesimde ücretler düşüktür. Fakat bu bölgelerde de nitelikli işgücü azdır.

Kuruluş yeri seçilirken, ne kadar vasıflı ve vasıfsız işçiye ihtiyaç olduğu, bunların yakın çevreden sağlanabilme imkanları aksi takdirde uzak mesafelerden temin edip gerekli yatırımların yapılmasının mali külfeti incelenerek, karar verilmelidir.

Bir bölgenin ne kadar işgücü sağlayacağını hesaplarken, o bölgeden mevcut nüfusun %5'inin veya bölge faal nüfusun %20'sinin istihdam edilmesini esas alarak hesaba katmak gerekir.**

2.4.Elektrik Enerjisi

Pekçok işletme üretim esnasında yüksek değerlerde elektrik enerjisine ihtiyaç duymaktadır. Elektrik enerjisine ihtiyaç hizmet sektöründe de vardır. Çalışma

*"İktisadi Denetim Açısından Fizibilite Raporlarının İncelenmesi ve Değerlendirilmesi", Başbakanlık Yüksek Denetleme Kurulu El Kitabı II, 1980, s.12

**Koçer, M., a.g.e.:112

koşullarının iyileştirilmesi için çalışma ortamında da klimalar kullanılarak, elektrik enerjisi tüketilmektedir.*

Sanayileşme sürecinin başlangıcında enerji kaynağı olarak büyük önemi olan kömürün ancak belirli bölgelerde bol miktarda bulunabilmesiyle enerji önemli bir yerel malzeme durumuna gelmiştir. Pahalı olması, taşıma maliyetinin yüksek olması, hammadde endeksinin sıfır olması gibi faktörler kömürün kuruluş yeri faktörü olarak önemini arttırmıştır. Daha sonra sanayide elektrik enerjisinin daha yoğun olarak kullanılmaya başlanması ve elektrik şebekelerinin ülke çapında tüm alana yaygınlaştırılmaları sonucu enerji girdisinin kuruluş yeri olarak önemi azalmaya başlamıştır.

Elektrik enerjisi söz konusu olduğunda şu tür bilgiler gereklidir:

- a)Sağlanabilen miktar,
- b)Yüksek veya alçak gerilim cereyanı olduğu,
- c)Sunumun (arzının) devamlılığı,
- d)Belirli bir alan için bağlantı noktası,
- e)Çeşitli tüketim düzeyleri için fiyat.**

Elektrik enerjisi gereksinimi sanayiden sanayiye büyük değişiklikler göstermektedir. Genel bir fikir vermesi bakımından, bazı sanayilerdeki enerji tüketimi Tablo (2.1)'de gösterilmiştir.

Üretim sektöründe elektrik enerjisi maliyeti toplam maliyet içersinde önemli bir yer almaktadır. Elektrik

*Dilworth,B.J.,1992.Operation Management Design, Planning and Control for Manufacturing and Services, McGraw-Hill International Editions,New York:144

**Birleşmiş Milletler Sınai Kalkınma Teşkilatı, 1978.Endüstriyel Yapılabilirlik Etüdlerinin Hazırlanması El Kitabı, Viyana: 100

enerjisi transformatörlerle elde edilir ve bölge içersindeki kullanıcılara dağıtılır.*

Tablodan da görüldüğü gibi, elektro kimya, elektro metallürji vs. tesislerde elektrik enerjisi tüketimi en yüksek seviyeye ulaşmaktadır.

Üretilen Malın Cinsi	Elektrik Enerjisi Tüketimi (kwh/kg)
Dinamit,süperfosfat	0.02
Amonyum sülfat,sülfirik asit	0.03
Borik Asit	0.06
Çimento,soda	0.11
Kraft kağıdı hamuru	0.37
Elektrolitik bakır	2.65
Ferrokrom	7.50
Alüminyum	19.85

TABLO (2.1): Bazı sanayi dallarında tüketilen elektrik enerjisi miktarı.**

2.5.Su İhtiyacı

Su hemen hemen bütün sanayi dalları için gerekli bir girdidir ve tüketim miktarı sanayinin cinsine göre büyük değişiklik gösterir. Genel bir fikir vermesi bakımından, bazı sanayilerdeki su tüketim miktarları Tablo(2.2)'de verilmektedir.

*Sule,D.R.,1988.Manufacturing Facilities Location, Planning and Design,Lousiana Tech University,Boston:362

**Desiyab,a.g.e.:23

Üretilen Malın Cinsi	Su Tüketimi (Et/kg ürün
Borik asit,çamaşır sabunu	1
Amonyum sülfat	2
Çimento	3
Amonyum nitrat,hidroklorik asit,sülfirik asit,sodyum hidroksit	10
Bira,pancar şekeri,karpit	100
Kraft kağıdı hamuru	200
Asetik asit (odundan)	1000
Askorbik asit	7000

TABLO (2.2):Bazı Sanayi Dallarında Tüketilen Su Miktarları.*

Tablodan da anlaşıldığı gibi, bazı sanayi dallarında su tüketimi büyük boyutlara ulaşmakta ve yer seçiminde incelenmesi gerekli bir faktör olmaktadır.

Sanayide kullanılan su iki kaynaktan elde edilebilir. Fabrikanın kendi sahasından veya belediyeden satın alınarak. Su tüketiminin fazla olduğu sanayi kollarında, suyun işletme tarafından temini daha ekonomiktir. Bu durumda üç türlü kaynak kullanılabilir;

- 1)Göl,ırmak,dere gibi yeryüzü suları,
- 2)Kaynak, kuyu gibi yeraltı suları
- 3)Yağmur suları.

Kullanış amacına ve temin edilen suyun kalitesine göre, gerekli temizleme ve yumuşatma işlemi yapıldıktan sonra suyun kullanma yerine sevki çoğu kez daha uygundur.

Akarsuların rejimi ve yeraltı su durumları hakkındaki bilgi, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğünden elde edilebilir.

Suyun öneminin çok büyük olduğu bazı sanayi dallarında, suyun bulunup bulunmadığı hakkında yapılacak etüdlere, fazla çalışmayı ve yatırımı gerektirebilir. Örneğin; genellikle kurak yörelerde bulunan maden ocaklarının işletilmesi için gerekli suyun temininde, jeolojik etüdlere, kuyuların açılmasına gerek duyulabilir ve yer seçimi bu çalışmalardan sonra yapılmalıdır.

Sanayi tesislerinde proses, soğutma ve yıkama suyu olarak üç tip su kullanılmaktadır.*

2.6.Kamu Politikalarının Durumu

Son yıllarda kamu politikalarının kuruluş yeri seçimine etkileri önemli derecede artmıştır. Ülkemizde olduğu gibi birçok gelişmiş ve gelişmekte olan ülkede de endüstrilerin merkezlerden uzaklaştırılması için çeşitli politikalar belirlenmektedir. Bu tür yayılma, genellikle endüstriyel konsantrasyonu ve kirlenmeyi dağıtma amacından kaynaklanmaktadır. Özellikle az gelişmiş yörelerde planlanmış yatırımlara, mali ve diğer teşviklerin verildiği görülmektedir. Bazı projelerde, özellikle orta veya küçük boyutlu projelerde bu tür teşvikler, projenin ekonomikliğini kritik düzeyde etkileyebilir.

*Devlet Yatırım Bankası,1975.8.Proje Geliştirme ve Değerlendirme Semineri:6

Kamu politikaları, vergi muafiyeti, kredi sağlanması gibi çeşitli teşvik tedbirleridir. Fabrika kuruluş yeri yönünden, bu hususlar incelendikten sonra kurulması düşünülen sanayi dalı için mevcut kanunlar incelenir ve mahsurlu tarafları varsa tesbit edilir.

Ülkemizde, DPT tarafından kalkınma planlarının hedeflerini ve uygulanacak teşvik esaslarını belirlemek amacıyla yapılan çalışmalarda*, farklı kişilere ve faktörlere göre tanımı ve kapsamı değişebilen gelişmişliğin ölçülmesine çalışılmaktadır. Araştırmada indeksleme ve taksonomi gibi yöntemler kullanarak gelişmişliği tanımlayan değişken veya değişken gruplarına göre farklı gelişmişlik sıralamaları mevcuttur.

2.7.İklim Şartları

Yeni kurulacak bir tesisin daha verimli çalışması bazı iklim koşullarına bağlıdır. Normal hava şartlarında çalışan bir tesisde, bazı üniteler açık havaya kurulabilir. Bu husus inşaat giderlerini azaltacağı gibi, manipülasyonda kolaylık sağladığı için, işletme masraflarını da azaltacaktır. Sıcak ve rutubetli iklimlerde çalışan tesislerde, genellikle mevcut olan asit ve alkali dumanlarının korozyon etkilerinin artması nedeniyle tamir ve bakım giderlerinin artmasının yanında prosesde kullanılması zorunlu özel makina ve teçhizatın, yatırım tutarı da artar. Bu nedenle, tesis yer seçimi yapılırken, özellikle çok soğuk, sıcak ve nemli iklimde bulunan alternatiflerin karşılaştırılmasının yapılması zorunludur.

İklim şartlarını şu şekilde inceleyebiliriz:

*Hacıhasanoğlu,B.,1980.İller için Bir Gelişmişlik Göstergesi ve Sıralaması,Ankara:19

- Genel hava koşulları,
- Yağışlar,
- Sıcaklık değişimleri ve ortalamalar,
- Nem değişiklikleri ve ortalamalar,
- Güneşli, yağmurlu, sisli günler sayısı,
- Don olan günlerin sayısı ve hangi günlerde olduğu,
- Güneşin düşük olduğu durumlarda geçim masrafları (Giyecek-Isınma),

-İklim şartlarının meydana getirdiği zararların en aza indirilmesi ve tedbirlerin alınması,

-Hakim durumdaki rüzgarların hızı ve yönü,

-İklim koşullarında aşırılık var mı? (Örneğin; çok uzun süren kuru veya nemli hava, fazla sıcak veya soğuk.)

İklim şartları çalışanların yaşayışına büyük etki yapar. Çalışma temposu hava şartlarına göre değişir. Normal hava şartlarında işçilerin verimi rutubetli ve sıkıntılı hava şartlarına göre daha yüksektir. Çalışma ortamı için en uygun sıcaklığın 16-20 °C, rutubetin %65-70 arasında olduğu tesbit edilmiştir.

2.8.Ulaştırma Olanakları

Tedarik, satış ve çevre ilişkilerini yürütme olanağı verecek yollar, taşıt araçlarının geçidi ve fazlalığı, liman, demiryolu istasyonu, hava alanına yakınlık ve taşıma koşulları ulaşım olanaklarını oluşturmaktadır.*

Ulaştırma, çeşitli girdilerin tesis yerine getirilmesinde ve ürünlerin pazarlanmasında önemli bir faktör olduğundan, kuruluş yeri seçiminde üzerinde önemle durulması gereken konulardan biridir.

*Güvenli,O.,1988.Yatırım Projelerinin Düzenlenmesi ve Değerlendirilmesi,İstanbul:47

İşletmenin ulaştırma faaliyetleri üç grupta toplanabilir;*

-Tedarik merkezlerinden üretim merkezine ulaştırma faaliyetleri (girdilerin taşınması),

-İşletmenin (veya teşebbüsün) üretim sürecini oluşturan üretim aşamalarından bazılarının veya tümünün farklı konumlara yerleştirilmesi halinde üretim aşamasından üretim aşamasına ulaştırma faaliyetleri (yarı ürünlerin ve parçaların taşınması),

-Üretim merkezinden talep merkezlerine ulaştırma faaliyetleri (ürünlerin taşınması).

Hoover ulaştırma araçlarını şu şekilde sıralar ve avantajlarını belirtir:**

- 1)Demiryolu (her çeşit taşıma işleri için),
- 2)Su taşıtları (her çeşit taşıma işleri için),
- 3)Karayolları taşıtları(her çeşit taşıma işleri için),
- 4)Boru hatları (havaleli sıvı ve gaz için),
- 5)Hava taşıtları (yüzeyden ulaşmak güç olduğu zaman),
- 6)Yük arabaları (engebeli arazide),
- 7)Kayış, kablo veya çeşitli ray ileteçler (kısa uzaklıklarda),
- 8)Taşıyıcı işçiler (kısa uzaklıklarda ve küçük miktarlarda. Örneğin, tüketim eşyalarının satın alınması ve mektupların adreslere iletilmesi),
- 9)Otomatik gönderme,
- 10)Elektrik kablosu (elektrik enerjisi),
- 11)Tele-haberleşme (haber,ticari sözleşmeler),

*Müftüoğlu,T.,a.g.e.:288

**Hoover,E.M.,1948.The Location of Economic Activity,New York:Mc Graw-Hill Book Company.

Görüldüğü gibi bu ulaştırma araçlarından herbirinin olumlu ve olumsuz yönleri vardır.

Deniz taşımacılığı için liman derinliği, vinci kapasitesi, limanı kullanabilen gemilerin büyüklüğü ile liman depolama olanakları ve maliyetleri gibi liman olanaklarının ayrıntılı bilgileri gereklidir. Kapsamlı karayolu taşımacılığı için taşıma maliyetinin yanı sıra, yol ve köprülerin genişliğini tanımlamak, köprülerin toleransı ve taşıma kapasitesini, yolun sınıfını, projeye yüklenebilen bakım sorumluluklarını belirlemek zorunlu olabilir. Kapsamlı demiryolu taşımacılığı için cermalzesinin kapasitesi, yükleme ve boşaltma olanakları, depolama olanakları ve mevsimsel veya diğer olası darboğazlar ve başlıca hareket noktaları ile tesis yerleri arasındaki demiryolu taşımacılığının maliyetleri saptanmalıdır. Akarsu taşımacılığı geçerli olduğunda ise nehir ve kanalların genişlik ve derinlikleri kullanılabilen teknelerin kapasiteleri ile ilgili unsurlar irdelenmelidir.*

Uygun ulaştırma türünün seçilebilmesi için aşağıdaki durumlara dikkat etmek gerekir.**

1)Eşyanın çıkış ve varış noktalarındaki malzeme aktarma araçlarının kapasitesi,

2)Çeşitli taşıma araçlarının birbirlerine oranla maliyetleri,

3)Göndermenin ivediliği,

**Birleşmiş Milletler Sınai Kalkınma Teşkilatı, 1978.
Endüstriyel Yapılabilirlik Etüdlerinin Hazırlanması,Viyana
**Yülek,E.,Rüknet,M.,a.g.e.:48

4)Soğutma vs. gibi özel bir işlemin gerekip gerekmediği.

Ulaştırma maliyetini etkileyen faktörler de şunlardır;

- Taşıma mesafesi,
- Taşınan malın özellikleri,
- Ulaşım şebekesinin ve taşıma aracının nitelikleri,
- Taşınan mal miktarı.

2.8.1. Ulaştırma Mesafesi

Genel olarak taşıma mesafesi arttıkça taşıma maliyeti de artar. Ulaştırma mesafesi ile maliyet arasında doğrusal veya azalarak artma durumları sözkonusudur. Azalarak artmanın başlıca nedenlerini şu şekilde izah edebiliriz:

1)Toplam taşıma maliyeti içindeki taşıma mesafesine göre değişmeyen sabit maliyetler (yükleme, boşaltma ve ambalajlama giderleri ki bu sabit maliyetler taşıma mesafesi arttıkça km.ye düşen pay olarak azalırlar.)

2)Ulaştırıcı firmalar tarafından taşıma mesafesine göre kademeli taşıma ücretleri uygulanması.

3)Uzak taşıma mesafeleri için daha etkin taşıma araçlarının kullanılabilmesi ile ton/km taşıma ücretinin düşmesi.

2.8.2. Taşınan Malın Özellikleri

Ulaştırma maliyeti taşınan malın özelliklerine göre büyük farklılıklar gösterir. Taşınan malın hacmi,

boyutları, şekli, kırılma ve bozulma durumu gibi çeşitli özellikleri ulaştırma maliyetini etkiler. Genellikle ulaştırma maliyetinin toplam maliyet içindeki payı %1 ile %4 arasında değişir. Çimento, seramik, tuğla, kiremit vs. gibi bazı sanayi dallarında ise bu yüzde yirmiye kadar yükselebilir. Buna karşılık saat, sinema ve film cihazları gibi yüksek değerli mamüllerde nakliyenin maliyetteki payı düşüktür. Mamülün ağır ve kilosu başına değerinin küçük olduğu, ağır sanayi, demir endüstrisi gibi dallarda ulaştırma, toplam maliyeti çok etkilediğinden, kuruluş yeri seçiminde önemli bir unsurdur.

2.8.3.Ulaşım Şebekesinin ve Taşıma Aracının Nitelikleri

Ulaştırma teknolojisindeki gelişmelerin bir neticesi olarak gerek ulaştırma maliyetinin düşürülmesi ve gerekse ulaştırma süresinin kısaltılması sonucunda, ulaştırma maliyetinin kuruluş yeri seçimi üzerindeki ağırlığı azalmıştır. Böylece üretim mekana daha az bağımlı hale getirilebilmiştir. Burada önemli bir husus da etkin taşıma aracının taşınan mal miktarına göre değişmesidir. Belirli taşıma araçlarının ekonomik olmaya başladıkları "kritik taşıma miktarları" belirlenir. Dolayısıyla kullanılacak taşıma aracı taşınacak girdi miktarı ve ürün miktarı tarafından belirlenir.

2.8.4.Taşınan Mal Miktarı

Taşınan mal miktarı ulaşım şebekesi içinde kullanılacak taşıma aracını belirleyen en önemli faktörlerden biridir. Taşınan mal miktarı arttıkça daha etkin ulaştırma araçlarına geçerek ton/km taşıma maliyetini düşürmek suretiyle maliyet tasarrufları sağlamak mümkündür.

2.9.Arazi Maliyeti

Arazi maliyeti yer seçiminin açık bir ögesidir ve genellikle buna ilişkin bilgi de vardır. Endüstriyel alanlar olası yer alternatifleridir ve her durumda bölgedeki arazi fiyatlarının göstergeleridir.

Arazi maliyeti, toplam yatırım maliyetinin yüzde 2 ile 8'i arasında kalmaktadır.*

Kuruluş yeri seçimine konu olan her alternatif konumun üretimin gerektirdiği nitel ve nicel özellikleri (arazinin özellikleri, meyli, genişliği, enerji ve ulaşım şebekelerine yakınlığı gibi şartları) yerine getirmesi gerekir. Gerekli olan özellikler belli bölgelerde doğal olarak mevcut olmakla beraber, bazı yerlerde yatırım yapılmasını gerektirirler ve dolayısıyla maliyet artışına neden olurlar. Yatırım yoluyla da gerekli olan şartlar sağlanamıyorsa, bu durumda sözkonusu yer alternatifler arasından çıkarılır. Böylece değerlendirilecek yerlerin sayısı azalır.

Arazi fiyatlarının farklı coğrafi konumlarda değişmesi de ayırıcı bir etkidir. Sanayileşmenin yoğun olduğu yörelerde arazi maliyeti yüksek, kırsal kesimde ise düşüktür. Kırsal kesimde de özellikle ulaştırmanın homojen olmadığı ülkelerde taşıma problemi ortaya çıkar. Taşıma maliyeti artar.

2.10.İnşaat Maliyeti

İnşaat maliyeti bölgeler ve yerler arasında olduğu gibi mevsimlere ve iklime göre de mühim değişiklikler

*Koçer,M.,a.g.e.:47

gösterebilir ve inşaat yatırımları fazla olan projelerde büyük önem taşır.*

İnşaatın en mühim malzemesini teşkil eden çimento, demir, kereste, tuğla ve kiremitin uzaktan taşınması gerektiğinde inşaat maliyetinde telafisi mümkün olmayan yükselmelerin olacağı doğaldır.

Kalifiye işçi ve ustanın bulunmadığı yerlerde, bunların uzaktan getirilebilmesi ve iş yerinde tutulabilmesi için kalifiye işçinin bol olduğu bölgelere nazaran fazla ücret ödenmesi zarureti ve onların barındırılmaları için alınması gereken tedbirler inşaat maliyetini yükseltecektir.

Belli bir işin ekonomik bir şekilde yapılması için sınırlı sayıda işçi çalıştırılabilir. İşçi adedinin artırılması yolu ile hızlandırılması ancak bir dereceye kadar mümkündür. Çoğu hallerde, birçok yerde birden inşaata geçilmesi imkanı varken, bazı hallerde de işin birine başlanması, daha önceki kademelerin tamamlanmasına bağlıdır. İnşaat mevsiminin kısa olduğu bölgelerde inşaat süresi uzayacak ve maliyet yüksek olacaktır.

2.11.Çevre Kirliliği

Çöp boşaltma kritik bir unsur olabilir. Birçok endüstriyel tesis önemli sonuçlar yaratabilen artık ve zararlı maddeler (emisyonlar) çıkarmaktadırlar. Zararlı maddeler şu şekilde bulunur:**

*Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesi, Ankara, 1970,s.383

**Birleşmiş Milletler Sınai Kalkınma Teşkilatı,a.g.e.:95

a)Genellikle konsantrasyonlarını güvenli oranlara indirmek için işleme tabi tutulan gaz şeklinde (duman, is, vs.gibi),

b)Özel donanımların yardımı ile hoş görülebilir bir düzeye indirilen fiziksel şekilde (gürültü, ısı, titreşim gibi),

c)Uzak mesafelere pompa ve kanallar yolu ile boşaltılan; depo veya tepeciklerde biriktirilen; yakılan veya boşaltma için işlem gören sıvı veya katı maddeler halindedir.

Zararlı, nahoş ve hatta tehlikeli olan bazı artıkların özel işlem görmeleri gerekir. Bölge etüdü, artıkların kapsamını ve alternatif bölgelerde olası boşaltma yollarını belirlemelidir. Bu amaçla, işleme ve boşaltmanın spesifik adım ve düzeylerini belirleyen tüm artık işleme kurallarını gözönüne almak gerekir. Bu durumda, işleme, pompalama tesisleri ve boru hatlarını veya artık yataklarını oluşturma ve muhafaza etme maliyetlerini değerlendirmek gerekir. Projeden yapılan artık boşaltımının çevre üzerindeki olası etkisini belirlemek için iklimsel ve çevresel veriler derlenmelidir. Özellikle atmosfere boşaltılan artık maddeler nehir ve denizlere dökülen sıvılar için bu uygulama gereklidir.

Günümüzde, radyoaktif maddeler endüstride daha çok kullanılmakta olup, radyoaktif kalıntıların atılması kritik bir problem haline gelmektedir. Endüstrinin yoğun olduğu Amerika'nın doğu kıyı bölgesinde, bazı girişken genç iş adamları para karşılığı çevredeki endüstriden radyoaktif maddeleri toplama ve bunları uygun bir şekilde atma üzerine karlı bir iş kurmuşlardır.

Radyoaktif artıkların zararsız olarak yok edilmeleri üzerinde durmak fabrika yeri seçimine ilgisi bakımından faydalı olacaktır.

Sıvı ve katı olmak üzere aktif artıkları iki bölümde inceleyebiliriz. Katılarla mukayese edildiği takdirde sıvı artıkların yok edilmeleri daha kolaydır. Her fabrika veya santral kullandıkları aktivitenin cinsine ve miktarına göre sıvı artıkları için özel dinlendirme kapları bulundurlar. Kullanılan su genel kanalizasyona verilmez, dinlendirme kaplarına gönderilerek bunlarda toplanır ve aktif maddeler parçalanmaya terk edilir.*

Aktif maddelerle çalışan her merkezde bulunan ve izotopların sağlığa zarar vermeden kullanılmasını temin için tedbirler almakla görevli Sağlık Fiziği Servisi, belirli zamanlarda dinlendirme tanklarından numuneler alarak aktiviteyi ölçmek zorundadır. Merkezi Viyana'da bulunan Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı tarafından müsaade edilen maksimum doz miktarının altına düşen radyoaktif sıvı artıklar, bol miktarda su ile seyreltilerek fabrikanın bulunduğu yere göre nehir, deniz, göl veya özel çukurlara akıtılabilmektedir.

Seyreltilme gibi kolaylıkları olmadığı için katı artıkların yok edilmesi sıvı artıklardan daha zordur. Bunları, özel muhafaza gerektirenler, alfa yayıcısı olan maddelerle bulaşmış olanlar ve özel muhafaza gerektirmeyenler şeklinde üç sınıfta toplayabiliriz.

Fabrika veya santrallerde, yukarıda yapılan sınıflandırmaya göre, özel kaplar içinde biriktirilen katı artıklar belirli zamanlarda toplanarak, yine özel olarak ayrılmış ve tehlike ihbar levhaları ile belirtilmiş

*Somer, T.G., 1979. Fabrika Kuruluşunda Yer Seçimi, Ankara:14

sahalara gömülmekte veya açılan çukurlara atılabilmektedir. Her iki haldeki artıkların gömülme veya dökülmeleri için yer seçerken iklim şartları, bölgenin jeolojik ve hidrolik durumları gözönünde bulundurulmalıdır.

Batı ülkelerinde çok daha ciddi şekilde ele alınan artıkların atılması konusu, önceden kurulmuş olan firmalar, şehirlere yakınlıkları yönünden ve artıkları atma imkanının bulunması bakımından müşkül durumlara düşürmekte, yıllık masraflarını önemli oranda artırmaktadır.

Ülkemizi ele aldığımızda; İzmit körfezinin aşırı kirlenmesi karşısında sınai faaliyetlerin sıkı kontrolü ve mevsimlere göre tahdit konulması yoluna gidilmektedir. Ankara'ya yapılan ikinci havagazı fabrikasının şehir dışına, Etimesgut'ta kurulmuş olması, hava kirlenmesini önlemek amacıyla hareket edildiğini gösteren iyi bir örnektir.*

2.12.Yakıt Durumu

Dünyada olduğu gibi, ülkemizde de endüstriyel üretiminin hızlı artması yakıt enerjisi talebinde de büyük artışlara neden olmuştur. Günümüzde enerji üretiminde başlıca kömür, petrol, doğal gaz ve su gücünden yararlanılmaktadır. Ancak fosil yakıtlar içerisinde kullanım oranı en yüksek olan petrol ve doğal gaz rezervlerinin sınırlı olması, özellikle içinde bulunduğumuz asrın sonlarına doğru yeni enerji kaynaklarından yararlanma yoluna gidilmesini kaçınılmaz hale getirecektir. Petrolün üretimi, pazarlanması ve satış fiyatlarının saptanmasında, hampetrol rezervlerine sahip ülkelerin insiyatif kazanması ve bunun sonucu olarak ortaya çıkan enerji bunalımı, yeni enerji kaynaklarının bulunmasını gerektirdiği gibi, düşük

*Somer,T.G.,a.g.e.:16

maliyetli yakıt kullanılması ilkesinin benimsenmesine de neden olmuştur. Örneğin ülkemizde, 1974 yılında enerji bunalımı meydana gelmiştir ve bunun sonucu olarak da endüstrimizin fuel-oil kullanan kesiminde, maliyetler önemli düzeyde artmıştır. Bu nedenle herhangi bir endüstride kullanılacak yakıtın seçimi, fabrika yer ve proses seçimi ile birlikte son teknolojik gelişmeler de gözönüne alınarak yapılmalıdır.

Yakıtlardan önemli olanlarını tek tek ele alıp incelenmiştir.

2.12.1.Kömür

Kömür birkaç asır öncesinden beri, özellikle sanayi devriminden bu yana büyük ölçüde kullanılmaktadır.*

Ülkemizde zengin bir kömür potansiyeli mevcuttur. Zonguldak yöresinde bulunan taşkömürlerinin dışında, ülkemizin hemen hemen her yerinde çeşitli miktar ve kalitede linyit kömürleri ve petrol erijinli asfaltitler bulunmaktadır. Maden kömürleri "Enternasyonal Klasifikasyon Sistemi"ne göre külsüz ve havada kurutulmuş (30 °C ve %96 rutubet) kömürde yukarı ısı değeri 5700 Kcal/kg'dan aşağı olanlar "liniyit", 5700-7750 Kcal/kg arasında olanlar "maden kömürü" ve 7750 Kcal/kg'dan yukarı olanlar da "yüksek bitümlü kömürler" kategorisinde yer almaktadır.**

Ülkemizde, maden kömürünün büyük bir kısmı demir-çelik endüstrisinde kullanılmaktadır. Teminindeki güçlük ve satış fiyatının yüksek olmasından dolayı, birçok endüstri dalında linyit kömürünün kullanılması öncelik

*Demir,A.,1981.Çağdaş Teknolojik Gelişmeler, Ankara Üniversitesi,No:472:22

**Desiyab,a.g.e.:11

kazanmaktadır. Ancak, Türkiye’de mevcut linyit kömürlerinin orjinal haldeki ısı değerleri 2000-4000 Kcal/kg arasında değişmektedir ve ısı değerinin yüksek olmasının istenmesinden dolayı çoğu kez, çevrede mevcut linyit kömürlerinin sıvı veya gaz yakıtlarla birlikte, karma yakılma gereği doğmaktadır.

Bütün bu hususlar gözönüne alınarak; bir bölgesel hinterland içindeki alternatif illerin kömür temin olanakları yönünden değerlendirilmesi;

-Kurulacak tesisin kömür ihtiyacını en az fabrikanın ekonomik ömrü boyunca sağlayıp sağlamıyacağı,

-Kömürün ısı değeri, fiziksel ve kimyasal özellikleri,

-Başka yakıtlarla birlikte karma yakılıp yakılmayacağı,

-Temin olanakları,

-Taşınacak mesafe ve yolun özellikleri vs. hususlar incelenerek yapılmalıdır.

2.12.2.Sıvı Ve Gaz Yakıtlar

Yeni kurulacak bir tesisde yakıt olarak kömür kullanma olanağının mevcut olmadığı durumlarda, kullanılabilme olanağı bulunan sıvı veya gaz yakıtların değerlendirilmesi aşağıda verilen hususlar gözönüne alınarak yapılmalıdır:

-Fuel-oil ihtiyacının en yakın rafineriden karşılanacağı düşüncesi ile, rafineri ile il arasındaki uzaklık, taşıma maliyetleri, bu taşımanın karayolu, demiryolu veya boru hattı ile yapmanın mali külfeti, fuel-oil içindeki kükürdün prosese etkileri, depolama kapasiteleri.

-Türkiye'de gaz yakıt rezerv ve kullanma olanaklarının çok kısıtlı olmasına karşın, kurulması düşünülen fabrikada böyle bir imkan varsa, tabii gazın rezerv, yıllık üretim miktarı, ısı değeri, nakil hattının döşenmesi ve fabrikaya maliyeti gibi unsurların incelenmesi ve diğer alternatif yakıtların kullanılma olanakları ile mukayese edilmesi gereklidir.

2.13.Kaza

Sınai kazalar ve kaza ihtimalleri çok önemlidir. Nitro-gliserin, dinamit, amonyum nitratlı patlayıcı maddeler, barut ve askeri mühimmat gibi mamüller genellikle kullanılacağı yere çok yakın mevkilerde taşınma sırasında çevre sağlığını etkilemesi tehlikesi dikkate alınarak aynı grupta değerlendirilir.*

Yanıcı, patlayıcı maddelerin kullanılması söz konusu ise, kuruluş yeri olarak yerleşim merkezine uzak bir yer seçilmesi gerekmektedir.

2.14.Diğer Firmalara Yakınlık

Benzer ve eş sanayilerin bir alanda toplanması iktisat dilinde maliyet tasarrufları veya getiri fazlalığı sağlayan "Dışsal Ekonomiler veya Faydalar" adı ile anılan etkiler meydana getirir. Örneğin bu birlikte oluş tren tarifelerinde daha uygun şartlar sağlayabilir. Su, elektrik, gaz gibi ortak malların fiyatı ve kalitesini uygun hale dönüştürebilir, işgücü arzını istenen seviyelere getirebilir. Banka ve teknik hizmetlere olan ihtiyaçlar bu sayede talebe uygun gelişmeler kaydedebilir. Örneğin, bankalar sanayinin nakit ve getiri durumunu yakından takip

*Somer,T.,a.g.e.:4

etmek imkanını buldukları için alandaki firmalara istenilen krediyi sağlamada güçlük çekmezler. Ayrıca bir fabrikanın artıklarını diğer bir fabrika girdi olarak kullanabilir ve bu da ikili bir fayda sağlar.*



*Kermen, O., 1976. Fabrika Tasarımcılığında Kimya Mühendisliği, İstanbul: 283

BÖLÜM 3 KURULUŞ YERİNİN SEÇİM KRİTERLERİ

3.1.Yer Seçiminde Maliyet Teorisi

Yer seçiminde maliyet teorisi Von Thunen ve Weber tarafından ortaya atılmış olup ürünün talebi ile ilişkisi olmadan incelenmiştir. Bu araştırma aynı zamanda firmaların rekabeti dikkate alınmadan yalnız yer açısından ele alınmıştır.*

Maliyeti oluşturan öğeler (direkt işçilik, genel masraflar, malzeme, yönetim giderleri, yan tesis) her bölge için ayrı ayrı hesaplanır. Maliyet faktörleri tablosu doldurulur (Tablo 3.1).

Bu bölgeler içinde en düşük maliyeti veren bölge seçilir. Bölge içinde şehir seçilir. Bunun içinde maliyet analizi yapılır. Sonra şehir içinde arsa seçilir. Mühendislik ekonomisi analizleri ile en düşük maliyetler bulunur.

Maliyet Fak.	Bölge I	Bölge II	Bölge III	Bölge IV
Malzeme				
A				
B				
C				
Direkt işçilik				
A				
B				
Y tesis giderleri				
1				
2				
3				
Yönetim gid. genel gid.				

Tablo (3.1) Maliyet Faktörleri Tablosu

*Moore, J.M., 1962. Plant Layout and Design, Mac Millan Publishing Co, New York: 62

3.2.Yer Seçiminde Maksimum Kâr Sağlama Teorisi

Bu teoriye August Losch öncülük etmiştir. Buna göre yer seçimi imalat maliyetinin çeşitli yerlerin incelenmesinde her yönü ile kontrol altına alınabilecek bir yer olması üzerinde durulmaktadır. Bu özellik ise azami kâr sağlayacak bir neticeye ulaşır.*

Greenhut yer seçimi için daha genel bir teori öne sürmektedir.Burada matematik bir örnek düşünülmekte, toplam maliyet, toplam gelir, satış alanı ve maksimum kârın elde edilmesi faktörleri bir araya getirilir. Bu faktörler çeşitli yerlere göre mukayese edilerek bir karara varılır.**

3.3.İşletme Kolaylığı Kriteri

Bu kriterin biçimleri, haberleşme, yan endüstriler, para sağlanması, bilgi alış veriş vs. dir. Burada puanlama sistemi kullanılır. Tablo (3.2)'de puanlama sistemi gösterilmiştir.

İşletme faktörleri	Puan	Bölge I	Bölge II	Bölge III	Bölge IV
Para temini	80	80	80	40	80
Teknik eleman temini	300				
A	100	60	50		10
B	50				
C	50				
D	100				

Tablo (3.2) Puanlama Tablosu

*Taray, C.,1991. Endüstride Planlama, Organizasyon, Yönetim, İstanbul:74

**Taray, C.,a.g.e.:75

Burada en yüksek puanlı bölge seçilir. Ancak burada fizibilite denetimi yapılır. Örneğin bu bölge malzeme yönünden düşük puan almışsa fabrikanın burada yapılması gerçekleştirilemez.

3.4.İşletme Verimliliği Kriteri

En fazla verimi sağlayacak bölge seçilmelidir. Verimin elemanları toplanıp her bölge için işaretlenir. Üretim verimi, faaliyet verimi gibi, verimler tarif edebiliriz. İşletme verimliliğe etki eden faktörlerin listesi çıkartılır ve buna göre seçim yapılır.

3.5.Önem Katsayısı (Puanlama)

Kriter ve faktörlere önem sırasıyla orantılı ağırlık verilerek kriter ve faktörlerin ağırlık puanları tesbit edilir. (Toplam puan 1000 olmak üzere).(Tablo 3.3).

Kriterler	Ağırlık	A	B	C	D
Yönetim	150	150	120	105	80
Para	100	80	70	90	100
Malzeme	300	200	250	250	175
Pazar	100	70	80	80	25
Dış ilişkiler	100	50	60	80	80
Teknolojik imkânlar	100	90	60	70	100
Enerji	100	30	70	90	100
Yardımcı malzemeler	50	50	20	30	20
TOPLAM	1000	720	730	795	680

Tablo (3.3) Ağırlıklı Puanlama Tablosu.*

*Karayalçın,İ.,1984.Fabrika Organizasyonu,İstanbul:36

Bunun için de fabrikanın tüm başarısında bu faktörlerden herbirinin ne kadar ağırlık taşıdığı bulunuyor. Aday bölgelere, kriterlere uygunluk derecesine göre puan verilir.

Puanlar toplanır. En yüksek puanı alan bölge (örnekteki C) fabrika yeri olarak seçilir. Sonra bölge içindeki şehir, arsa seçilir.

Yer seçildikten sonra (bölge, şehir, arsa) fabrikanın detay planlarına geçilir.



BÖLÜM 4 İŞLETME EKONOMİSİ AÇISINDAN KURULUŞ YERİ SEÇİM YÖNTEMLERİ

4.1.Net Bugünkü Değer Yöntemi

Bir yatırım olayında külfet ve faydalar zaman içine dağılarak gerçekleşir. Başka bir deyişle; katlanılan külfetler ve sağlanacak faydalar zaman içinde sadece belirli bir noktada oluşmayacaktır. Dolayısıyla değerlendirme esnasında da belli bir noktadaymış gibi düşünülemezler. Aksine projenin ömrü boyunca ve yıllara dağıtılmış olarak bazı külfetler yüklenilecek ve bazı faydalar sağlanacaktır. İşte bu noktadan hareket ettiğimizde, paranın zaman değeri açısından, belirli bir yılda sözkonusu olacak bir külfet (fayda) miktarın arasında değer farkı olmak zorundadır. Bu nedenle tüm değerlerin bugünkü değerleri bulunur ve bu değer incelenir.

Projenin net bugünkü değeri; proje ile sağlanılacak (her yıl için) faydaların indirgenmiş değerlerinin toplamının, proje ile katlanılacak (her yıl için) külfetlerin indirgenmiş değerlerinin toplamını aşan miktarıdır. Demek oluyor ki; bir projenin net bugünkü değeri pozitif ise o proje tercih edilebilir bir projedir. Çünkü; proje ile elde edilecek faydaların bugünkü değere indirgenerek bulunmuş toplam değeri, yine proje ile katlanılacak külfetlerin bugünkü değere indirgenerek bulunmuş toplam değerinden daha fazladır.

Bu mantıkla hareket edildiğinde ve alternatif kuruluş yerleri arasında seçim yapmak istendiğinde, ortaya çıkacak olan külfet ve faydalar analiz edilerek ve bu yöntem aracılığı ile her alternatif kuruluş yerine ilişkin net bugünkü değer hesaplanarak sonuçlar değerlendirilir.

Net bugünkü değer yöntemi şu şekilde formüle edilir:*

$$NBD = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{K_t}{(1+i)^t} \quad (4.1)$$

Formülde;

F_t = t yılındaki fayda

K_t = t yılındaki külfet

t-n=projenin ömrü kapsayan yıllar

i=iskonto oranı

4.2.İç Kârlılık Oranı

İç kârlılık oranı, yapılan proje ile katlanılacak külfetlerin indirgenmiş değerleri toplamını, sağlanılacak faydaların indirgenmiş değerleri toplamına eşit kılan faiz haddidir. Başka bir deyişle, iç kârlılık oranı ile projenin net bugünkü değerini sıfır yapan iskonto haddi bulunmuş olmaktadır. Burada amaç; projenin faydalarının, projenin külfetlerini hangi iskonto haddini (faiz oranına) karşılık olan noktada aşmaya başladığının bulunmasıdır. İç kârlılık oranı yöntemi şöyle ifade edilmektedir.**

$$\sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=1}^n \frac{K_t}{(1+r)^t} \quad (4.2)$$

Burada; r, iç kârlılık oranını vermektedir ve denklemde bilinmeyen olarak yer almaktadır. r'nin bulunması için geşitli oranlar (faiz hadleri) deneme-yanılma yolu ile

*Akoğlu, T.,1979. Onikinci Proje Geliştirme ve Değerlendirme Semineri Notları Cilt:4, Devlet Yatırım Bankası, Ankara: 3

**Akoğlu,T.,a.g.e.:5

kullanılacak ve eşitliği sağlayan r (gerekirse interpolasyon kullanarak) belirlenecektir.

İç kârlılık oranı yöntemi de, net bugünkü değer yöntemine benzer şekilde kuruluş yeri seçimi kararının verilmesinde kullanılabilir. Yani; belli bir projenin (yatırım) çeşitli kuruluş yerlerinde gerçekleştirilmesi durumunda oluşacak fayda ve külfet verileri iç kârlılık oranı yöntemine göre değerlendirilerek, her kuruluş yeri alternatifi için iç kârlılık oranı sonuçları bulunur. Bunlardan belli bir kıstası aşan iç kârlılık oranına veya aralarında en yüksek iç kârlılık oranına sahip bulunan alternatif kuruluş yeri seçime esas alınabilir.

4.3.İşletme Ekonomisi Açısından Kuruluş Yeri Seçim Yöntemlerine Ait Bir Uygulama

Bir seramik fabrikası kurulmak istenmektedir. 3 yer tesbit edilmiştir; Uşak, Bilecik, Filyos. Tesisin bu kuruluş yeri alternatiflerinden birinde gerçekleştirilmesi durumunda oluşacak külfet ve faydalar ayrıntılı şekilde analiz edilerek aşağıdaki tabloda (Tablo 4.1) gösterilen sonuç değerlere ulaşılmıştır.

Projeye ilişkin kabuller şunlar olmuştur.

-Tesisin yatırım süresi 3 yıldır.

-Tesisin faydalı ömrü 8 yıldır.

-Tesis yatırımın ikinci yılından itibaren kademeli olarak üretime başlayacaktır.

-Tesis tam kapasiteye işletmeye alınışının dördüncü yılında erişecektir.

(Milyar TL.)

Yıllar		t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9
Alternatifler										
Uşak	Külfet	-300	-550	-100	-	-	-	-	-	-
	Fayda	-	50	150	250	500	500	500	500	500
Bilecik	Külfet	-275	-500	-200	-	-	-	-	-	-
	Fayda	-	20	150	230	475	475	475	475	475
Filyos	Külfet	-325	-580	-300	-	-	-	-	-	-
	Fayda	-	30	200	280	570	570	570	570	570

Tablo (4.1) ALTERNATİF YERLERE AİT FAYDA VE KÜLFET DEĞERLERİ

-Özellikle yatırım maliyetlerinin ve işletme sermayesi ihtiyacının hesaplanması (külfetlerin bir boyutunun analizi) ve satış gelirlerinin ve bölgelere göre dışsal ekonomilerin (faydaların analizi) belirlenmesinde bölgesel farklılıklara göre analiz ve değerlendirmeler yapılmıştır. Külfet ve faydalardaki farklılıklar diğer unsurlardaki değişmelerin yanı sıra özellikle bu irdelemelerin sonucunu yansıtmaktadır.

-İndirgeme işlemi, değerlerin birinci yatırım yılının başına indirgenmesi ile yapılacaktır.

-Firma, iç kârlılık oranının karşılaştırılacağı faiz haddini %25 olarak belirleme kararına varmıştır.

Bu veriler ve kabullere göre net bugünkü değer yöntemi kullanarak üç alternatif kuruluş yeri için projenin net bugünkü değeri hesaplanır. Firma indirgemede kullanacağı iskonto haddini, yaptığı değerlendirmeler sonucu, %22 olarak almayı kararlaştırmıştır.

-Uşak Alternatif Kuruluş Yeri İçin NBD:

(Milyar TL)					
Yıllar	K	F	İndirgeme Faktörü	İndirgenen K	İndirgenen F
t ₁	-300	-	1.000	-300,0	-
t ₂	-550	50	.820	-451,0	41,0
t ₃	-100	150	.672	- 67,2	100,8
t ₄	-	250	.551	-	137,8
t ₅	-	500	.451	-	225,5
t ₆	-	500	.370	-	185,0
t ₇	-	500	.303	-	151,5
t ₈	-	500	.249	-	124,5
t ₉	-	500	.204	-	102,0
				-818,2	1068,1

NBD=1068-818,2=249,9 Milyar TL.

-Bilecik Alternatif Kuruluş Yeri İçin NBD:

(Milyar TL)					
Yıllar	K	F	İndirgeme Faktörü	İndirgenen K	İndirgenen F
t ₁	-265	-	1.000	-275,0	-
t ₂	-500	20	.820	-410,0	16,4
t ₃	-200	150	.672	-134,4	100,8
t ₄	-	230	.551	-	126,7
t ₅	-	475	.451	-	214,2

t ₆	-	475	.370	-	175,8
t ₇	-	475	.303	-	143,9
t ₈	-	475	.249	-	118,3
t ₉	-	475	.204	-	96,9
				-819,4	993,0

NBD=993,0-819,4=173,6 Milyar TL.

-Filyos Alternatif Kuruluş Yeri İçin NBD:

(Milyar TL)

Yıllar	K	F	İndirgeme Faktörü	İndirgenen K	İndirgenen F
t ₁	-325	-	1.000	325,0	-
t ₂	-580	30	.820	-475,6	24,6
t ₃	-300	200	.672	-201,6	134,4
t ₄	-	280	.551	-	154,3
t ₅	-	570	.451	-	257,1
t ₆	-	570	.370	-	210,9
t ₇	-	570	.303	-	172,7
t ₈	-	570	.249	-	141,9
t ₉	-	570	.204	-	116,3
				-1002,2	1212,2

NBD=1212,2-1002,2=210 Milyar TL.

Üç alternatif kuruluş yeri için NBD'ler şöyledir:

Uşak : 249,9 Milyar TL.

Bilecik : 173,6 Milyar TL.

Filyos : 210,0 Milyar TL.

Bu sonuçlara göre ve bu yöntemin kullanılması ile, firma Uşak alternatifini kuruluş yeri kararı olarak benimsemek durumundadır.

Yukarıda kullanılan veri ve kabulleri bu kez de projenin alternatif kuruluş yerlerine göre iç kârlılık oranlarının hesaplanmasında değerlendirelim.

-Uşak Alternatif Kuruluş Yeri İçin İK0:

Yıllar	K	F	Net Fayda	%30'da İndirgeme Faktörü	İndir-genmiş Değer	%31 İnd. Fak.	İnd. Değer
t ₁	-300	-	-300	1.000	-300,0	1.000	-300,0
t ₂	-550	50	-500	.769	-384,5	.763	-381,5
t ₃	-100	150	50	.592	29,6	.583	29,2
t ₄	-	250	250	.455	113,8	.445	111,3
t ₅	-	500	500	.350	175,0	.340	170,0
t ₆	-	500	500	.269	134,5	.259	129,5
t ₇	-	500	500	.207	103,5	.198	99,0
t ₈	-	500	500	.159	79,5	.151	75,5
t ₉	-	500	500	.123	61,5	.115	57,5
					+12,9		-9,5

$$İK0 = 0,30 + \frac{12,9 \times \%1}{22,4} = 0,30 + 0,0058$$

$$İK0 = \%30,58$$

-Bilecik Alternatif Kuruluş Yeri İçin İK0:

Yıllar	K	F	Net Fayda	%28'de İndir. Faktörü	İndir-genmiş Değer	%29'da İnd. Fak.	İnd. Değer
t ₁	-275	-	-275	1.000	-275,0	1.000	-275,0
t ₂	-500	20	-480	.781	-374,9	.775	-372,0
t ₃	-200	150	-50	.610	-30,5	.601	-30,1
t ₄	-	230	230	.477	109,7	.466	107,2
t ₅	-	475	475	.373	177,2	.361	171,5

t ₆	-	475	475	.291	138,2	.280	133,0
t ₇	-	475	475	.227	107,8	.217	103,1
t ₈	-	475	475	.178	84,6	.168	79,8
t ₉	-	475	475	.139	<u>66,0</u>	.130	<u>61,8</u>
					+ 3,1		-20,7

$$\text{İK0} = 0,28 + \frac{3,1 \times \%1}{23,8} = 0,28 + 0,0013$$

$$\text{İK0} = \%28,13$$

-Filyos Alternatif Kuruluş Yeri için İK0:

Yıllar	K	F	Net Fayda	%28'de İndir. Faktörü	İndir- genmiş Değer	%29'da İnd. Fak.	İnd. Değer
t ₁	-325	-	-325	1.000	-325,0	1.000	-325,0
t ₂	-580	30	-550	.781	-429,6	.775	-426,3
t ₃	-300	200	-100	.610	-61,0	.601	-60,1
t ₄	-	280	280	.477	133,6	.466	130,5
t ₅	-	570	570	.373	212,6	.361	205,8
t ₆	-	570	570	.291	165,9	.280	159,6
t ₇	-	570	570	.227	129,4	.217	123,7
t ₈	-	570	570	.178	101,5	.168	95,8
t ₉	-	570	570	.139	<u>79,2</u>	.130	<u>74,1</u>
					+ 3,1		-21,9

$$\text{İK0} = 0,28 + \frac{6,6 \times \%1}{28,5} = 0,28 + 0,0023$$

$$\text{İK0} = \%28,23$$

Görüldüğü gibi üç alternatif kuruluş yeri için İK0'ları şöyledir:

Uşak : %30,58
Bilecik : %28,13
Filyos : %28,23

Bu sonuçlara göre ve bu yöntemin kullanılması ile, firma Uşak alternatifini kuruluş yeri kararı olarak benimsemek durumundadır. Her üç yere ilişkin iç kârlılık oranları, firmanın daha önceden belirlemiş olduğu %25 kabul edilebilir oranın üzerindedir. Ancak aralarında yapılan karşılaştırmada Uşak alternatifine ilişkin sonuç seçim kararını etkilemektedir. Her iki yöntem ile de Uşak ili seçilmektedir.



BÖLÜM 5 KURULUŞ YERİNİ TAYİN EDEN FAKTÖR OLARAK ULAŞTIRMA MASRAFLARI

5.1.Kuruluş Yeri Doğrusu Modeli

Tüm tedarik ve talep merkezlerinin aynı doğru üzerinde bulunduğu varsayılmaktadır. Tedarik ve talep merkezlerinin sayısına göre,

- İki merkezli kuruluş yeri doğrusu modeli ve
- Çok merkezli kuruluş yeri doğrusu modeli ayırdedilir.

5.1.1.İki Merkezli Kuruluş Yeri Doğrusu Modeli

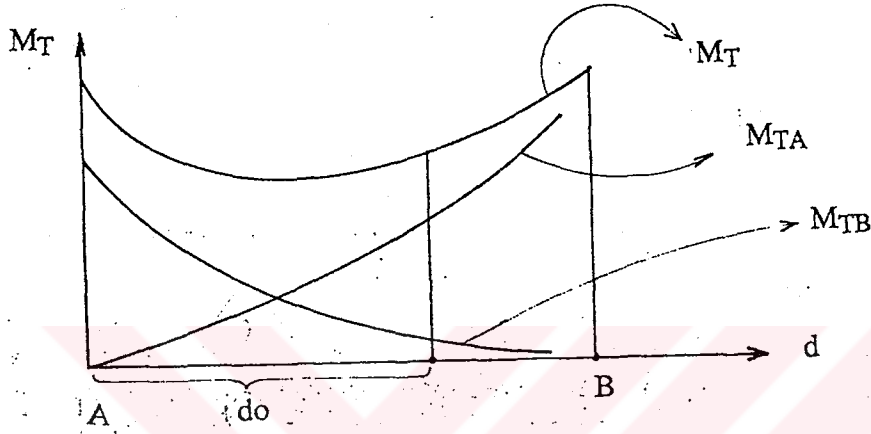
İki merkezli kuruluş yeri doğrusu modeli en basit kuruluş yeri modelidir. Kuruluş yeri problemi şu şekilde tanımlanabilir: Sadece iki tane tedarik ve talep merkezinin bulunduğu homojen bir alanda toplam taşıma maliyetini minimum kılan coğrafi konum aranmaktadır. Merkezler A ve B olsun. Kuruluş yeri ile A arasındaki taşıma maliyeti M_{TA} , kuruluş yeri ile B arasındaki taşıma maliyeti M_{TB} , toplam taşıma maliyeti $M_T = M_{TA} + M_{TB}$ dir. Taşınan mal miktarı sabit olduğu için, toplam taşıma maliyeti taşıma mesafesine (d) bağlıdır.

$$M_T(d) = M_{TA}(d) + M_{TB}(d) \text{ minimum olmalı} \quad (5.1)$$

$$\frac{\partial M_T}{\partial d} = \frac{\partial M_{TA}}{\partial d} + \frac{\partial M_{TB}}{\partial d} = 0 \quad (5.2)$$

$$\frac{\partial M_{TA}}{\partial d} = - \frac{\partial M_{TB}}{\partial d} \quad (5.3)$$

eşitliğini sağlayan d mesafeleri kuruluş yeri olarak seçilir. Şekil (5.1)'de taşıma maliyetleri gösterilmiştir.*



ŞEKİL (5.1) Taşıma Maliyetlerinin Grafik Olarak Gösterilişi

A noktasından kuruluş yerine ton/km taşıma ücreti c_A ve B noktasından kuruluş yerine ton/km taşıma ücreti c_B sabitse;

$-c_A < c_B$ ise optimum kuruluş yeri B merkezinde,

$-c_A > c_B$ ise optimum kuruluş yeri A merkezinde,

$-c_A = c_B$ ise optimum kuruluş yeri belirsizdir. Bu durumda A ve B noktaları da dahil olmak üzere AB doğrusunun her yerinde toplam taşıma maliyeti aynıdır. Bu doğru üzerinde her nokta optimum kuruluş yeri olarak

*Müftüoğlu, T., 1987. Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesi I, Ankara:293

yorumlanabilir. Ton/km taşıma maliyeti her yerde eşit, buna karşılık taşınan mal miktarları, A ve B merkezlerinin talep seviyeleri x_A ve x_B göz önüne alınırsa;

$-x_A > x_B$ ise optimum kuruluş yeri A merkezi,

$-x_A < x_B$ ise optimum kuruluş yeri B merkezi,

$-x_A = x_B$ ise optimum kuruluş yeri A , B merkezlerinden herhangi biri veya AB doğrusu üzerinde herhangi bir nokta olarak belirlenir.

5.1.2.Çok Merkezli Kuruluş Yeri Doğrusu Modeli

Burada aynı doğru üzerinde bulunan ikiden fazla fakat sonlu sayıda merkez arasında, toplam taşıma maliyetini (M_T) minimum kılan optimum kuruluş yeri aranmaktadır.

Homojen alan varsayımı gereği ton/km taşıma ücreti her yerde eşit kabul edilirse, optimum kuruluş yeri merkezlerden biri olacaktır. Bu durumda tek tek merkezler arasında optimum kuruluş yerini veren d_i mesafesi,*

$$M_T = \sum_{j=1}^n x_j |d_i - d_j| c \quad (5.4)$$

fonksiyonunu minimum kılan koordinat değeri yeri d olarak belirlenir. Problem aşağıdaki iki şartı sağlayan merkez bulununcaya kadar, tüm merkezlerin denenmesi suretiyle gözülür.

$$\sum_{j=1}^{i-1} x_j < 0,5 \cdot \sum_{j=1}^n x_j \quad (5.5)$$

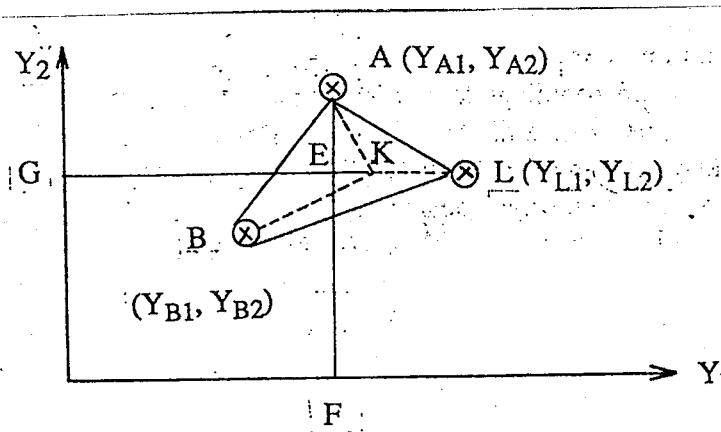
$$\sum_{j=1}^i x_j \geq 0,5 \quad , \quad \sum_{j=1}^n x_j \quad (5.6)$$

n merkez sayısını ifade etmektedir. Denklemlerden de anlaşıldığı gibi kuruluş yerinin belirlenmesi için merkezler arasındaki mesafelerin bilinmesine gerek yoktur. Her iki denklemi sağlayan merkez optimum kuruluş yeri olarak belirlenir.

5.2.Kuruluş Yeri Üçgeni Modeli

Modelde, üç merkezden oluşan homojen bir alanda toplam taşıma maliyetini minimum kılan optimum kuruluş yeri aranmaktadır. Her merkezin talep seviyesi bilinmektedir ve sabittir. Ayrıca bu talebin karşılanması şartı vardır. Ton/km taşıma ücreti de her yerde eşit olup sabit kabul edilmektedir.

Söz konusu üç merkez bir üçgenin köşeleri olarak kabul edilir ve üçgen ikili bir koordinat sisteminde gösterilirse, Şekil (5.2) elde edilir.*



ŞEKİL (5.2) Kuruluş Yeri Üçgeninin Koordinat Ekseninde Gösterilişi

Merkezlerin koordinat değerleri bilinmektedir. Toplam taşıma maliyetini minimum kılan optimum kuruluş yeri ABC üçgeninin (kenarları da dahil olmak üzere) içinde herhangi bir noktadır. Dolayısıyla sonsuz sayıda alternatif vardır ve deneme metodunun uygulanması mümkün değildir.

Henüz bilinmeyen optimum kuruluş yeri K noktası ile temsil edilirse ve koordinatları da (Y_{K1}, Y_{K2}) olarak ifade edilirse, Şekil (5.2)'den aşağıdaki eşitlikler yazılır:*

Optimum kuruluş yerini ifade eden K noktası ile A merkezi arasındaki mesafe için;

$$\overline{AK}^2 = \overline{AE}^2 + \overline{EK}^2 \quad (5.7)$$

$$AE = AF - EF \quad (5.8)$$

$$AF = Y_{A2} \quad (5.9)$$

$$AE = Y_{A2} - Y_{K2} \quad (5.10)$$

$$EK = KG - EG \quad (5.11)$$

$$EK = Y_{K1} - Y_{A1} \quad (5.12)$$

Bu değerleri (5.7) denkleminde AE ve EK yerine koyarsak, aşağıdaki denklemi elde ederiz.

$$d_A = AK = \sqrt{(Y_{A1} - Y_{K1})^2 + (Y_{A2} - Y_{K2})^2} \quad (5.13)$$

Aynı şekilde kuruluş yeri ile B merkezi arasındaki taşıma mesafeleri için,

$$d_B = BK = \sqrt{(Y_{B1} - Y_{K1})^2 + (Y_{B2} - Y_{K2})^2} \quad (5.14)$$

$$d_L = CK = \sqrt{(Y_{L1} - Y_{K1})^2 + (Y_{L2} - Y_{K2})^2} \quad (5.15)$$

Toplam taşıma maliyeti,

$$M_T = d_A \cdot x_A \cdot c + d_B \cdot x_B \cdot c + d_L \cdot x_L \cdot c \quad (5.16)$$

$$M_T = c(d_A \cdot x_A + d_B \cdot x_B + d_L \cdot x_L) \quad (5.17)$$

d_A , d_B ve d_C yerine konursa,

$$M_T = c(x_A \sqrt{(Y_{A1} - Y_{K1})^2 + (Y_{A2} - Y_{K2})^2} + x_B \sqrt{(Y_{B1} - Y_{K1})^2 + (Y_{B2} - Y_{K2})^2} + x_L \sqrt{(Y_{L1} - Y_{K1})^2 + (Y_{L2} - Y_{K2})^2}) \quad (5.18)$$

Denklem (5.18)'i minimum kılan Y_{K1} ve Y_{K2} değerlerinin bulunması yeterlidir. Bu iki nokta tarafından belirlenen nokta optimum kuruluş yeri olarak tanımlanır. Bunun için de toplam taşıma maliyeti fonksiyonunun (Y_{K1}) ve (Y_{K2})ye göre kısmi türevlerini alıp sıfıra eşitlemek yeterlidir.

Aşağıdaki iki denklemi sağlayan Y_{K1} ve Y_{K2} koordinat değerleri modelin çözümünü verecektir.*

$$\frac{\partial M_T(Y_{K1}, Y_{K2})}{\partial Y_{K1}} = 0 \quad (5.19)$$

$$\frac{\partial M_T(Y_{K1}, Y_{K2})}{\partial Y_{K2}} = 0 \quad (5.20)$$

Pratik çözüm metodunda ise Y_{K1} ve Y_{K2} değerleri şu formüllerle bulunur:

$$Y_{K1} = \frac{x_A \cdot Y_{A1} + x_B \cdot Y_{B1} + x_L \cdot Y_{L1}}{x_A + x_B + x_L} \quad (5.21)$$

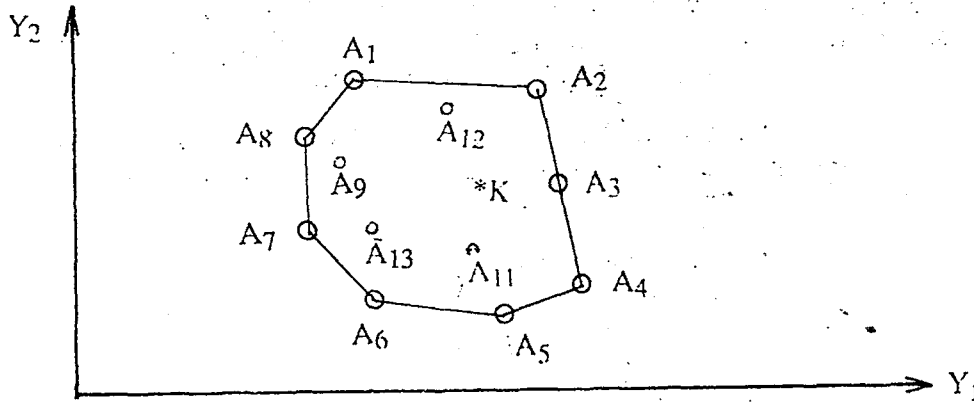
$$Y_{K2} = \frac{x_A \cdot Y_{A2} + x_B \cdot Y_{B2} + x_L \cdot Y_{L2}}{x_A + x_B + x_L} \quad (5.22)$$

5.3.Kuruluş Yeri Çokgeni Modeli

Steiner-Weber problemi olarak bilinen kuruluş yeri çokgeni modeli, kuruluş yeri üçgeninin genelleştirilmiş şeklidir. Burada da aynı varsayımlar geçerlidir. Kuruluş yeri üçgeni modelinde talep merkezleri ve tedarik merkezleri sayısı 3 iken, burada sonlu sayıda talep merkezi ve tedarik merkezleri vardır. Merkez sayısı (n) olsun ve (j) indeksi ile gösterilsin:

$$j=1,2,\dots,n$$

Sonlu sayıdaki merkezler bir çokgen içine alınırsa ve çokgen de ikili bir koordinat sisteminin içine oturtulursa, Şekil (5.3) elde edilir.



ŞEKİL (5.3) Kuruluş Yeri Çokgeninin Koordinat Sisteminde Gösterilmesi.*

Merkezler $A_1, A_2, \dots, A_{12}$; henüz bilinmeyen kuruluş yeri K ; merkezlerin bilinen koordinat değerleri Y_{11}, Y_{21} (A_1 merkezi için) Y_{1n}, Y_{2n} (A_n merkezi için) henüz bilinmeyen kuruluş yerinin koordinat değerleri Y_{K1} ve Y_{K2} ise, toplam taşıma maliyeti,*

$$M_T = \sum_{j=1}^n c \cdot x_j \cdot d_j = c \sum_{j=1}^n x_j d_j \quad (5.23)$$

Taşıma mesafesi d_j değeri olarak kuruluş yeri üçgeninde olduğu gibi,

$$d_j = \sqrt{(Y_{j1} - Y_{K1})^2 + (Y_{j2} - Y_{K2})^2} \quad (5.24)$$

(5.23) nolu denklemdeki d_j yerine (5.24)'deki değerini koyarsak denklem (5.25) elde edilir.

$$M_T = c \sum_{j=1}^n x_j \sqrt{(Y_{j1} - Y_{K1})^2 + (Y_{j2} - Y_{K2})^2} \quad (5.25)$$

Denklem (5.25)'i minimum kılan Y_{K1} ve Y_{K2} koordinat değerleri tarafından belirlenen nokta, optimum kuruluş yeridir.

Burada pratik formüller;

$$Y_{K1} = \frac{\sum_{j=1}^n x_j Y_{j1}}{\sum_{j=1}^n x_j} \quad (5.26)$$

$$Y_{K2} = \frac{\sum_{j=1}^n x_j Y_{j2}}{\sum_{j=1}^n x_j} \quad (5.27)$$

Optimum kuruluş yeri seçiminde taşınan mal miktarının daha önemli olduğu problemlerde formüller şu şekilde olmaktadır:*

$$Y_{K1} = \frac{\sum_{j=1}^n x_j^2 Y_{j1}}{\sum_{j=1}^n x_j^2} \quad (5.28)$$

$$Y_{K2} = \frac{\sum_{j=1}^n x_j^2 Y_{j2}}{\sum_{j=1}^n x_j^2} \quad (5.29)$$

Tam optimal değerlere ulaşmak isteniyorsa, bu değerler toplam taşıma maliyetinin Y_{K1} ve Y_{K2} 'ye göre kısmi türevlerinde yerine konur, denklemleri sıfırlayıp sıfırlamadığı kontrol edilir. Sıfırlıyorsa optimum değerlere ulaşılmıştır. Sıfırlamıyorsa iterasyon yoluyla optimum koordinat değerleri bulunabilir.

5.4.Eş Ulaştırma Masrafları Eğrileri Metodu

Kuruluş yeri seçiminde, taşıma maliyetini minimum kılan metodlardan bir diğeri de yine Weber'in ortaya attığı, Palander ve Hoover'in geliştirdiği eş ulaştırma masrafları (isodapanen) eğrileri metodudur. Burada kullanılan iki terim vardır: İsovektur ve isodapen. İsovekturler, üretim merkezleri ile tüketim merkezleri için ayrı ayrı hesaplanır ve aynı taşıma harcaması ile yapılabilecek ulaşımın sınırlarını gösterir. Bu eğriler isodapanenlerin elde edilmesinde yardımcıdırlar.

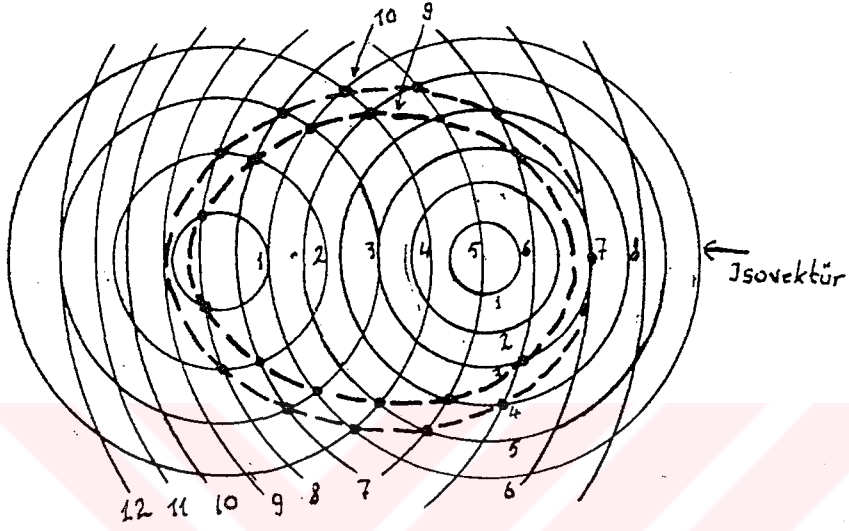
İsodapanenler ise, 1 ünite mamül üretimi için gereken toplam taşıma maliyetini gösterirler ve kuruluş yeri seçiminde önemli rolleri vardır.

v_1 ve v_2 üretim faktörlerinin mevcut olduğu X ve Y merkezleri ile tüketime olduğu (Z) merkezi mevcuttur. Üretimin yapılacağı merkez yani kuruluş yerini (W) ile gösterirsek şu şekilde bulunur: Şekil (5.4)'deki merkezler etrafında daireler çizilir. Bu daireler arasındaki açıklığın farklı oluşu, uygulanan navlun hadlerinin farklı olduğunu göstermektedir. Her daire 1 para birimi taşıma masrafları ile faktörlerin nereye kadar taşınabileceğini göstermektedir. Şekil (5.4)'de, X ve Y merkezlerindeki İsovektürlerin birbirlerini kestikleri noktaların birleştirilmesi ile elde edilen 9 ve 10 numaralı isodapanenler'den 9 nolu üzerinde bir kuruluş yeri seçilecektir. İki üretim faktörünün taşınması için yapılacak toplam masraflar burada en düşük seviyededir.*

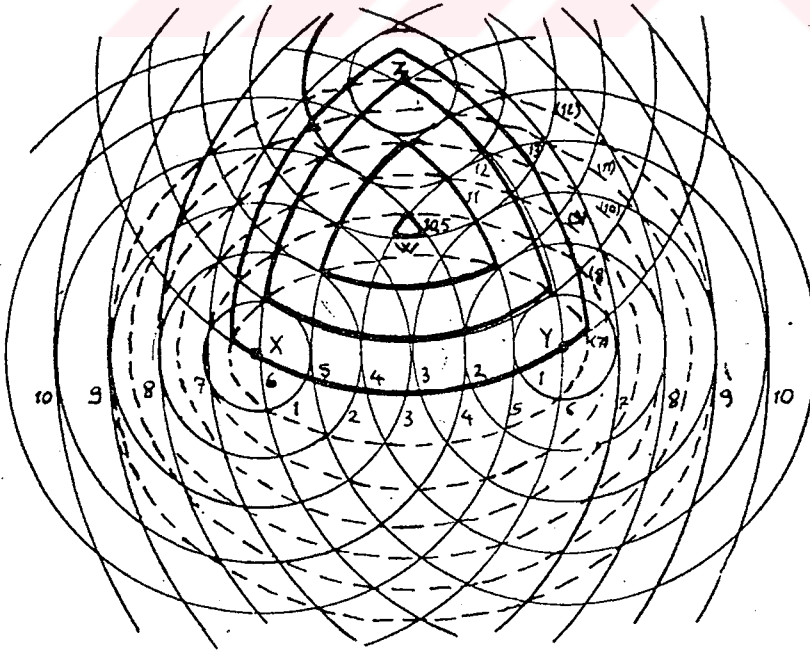
Şekil (5.5)'de ise, (Z) tüketim merkezi etrafında, mamül taşıma masrafları eğrilerini (İsovektür) çiziyor ve bu isovektürlerle isodapanenlerin kesiştiği noktaların

*Çakıcı, L., 1968. Sanayi İşletmelerinin Kuruluş Yeri Seçiminde Ulaştırma Masraflarının Yeri ve Önemi, Ankara:45

birleşmesinden elde edilen yeni isodapanenlerin en içte olanı üzerinde, 1 ünite mamül için yapılan toplam ulaştırma masrafları minimumdur (Şekilde W noktası).



ŞEKİL (5.4) EŞ ULAŞTIRMA MASRAFLARI EĞRİLERİ



ŞEKİL (5.5) İSOVEKTÜRLER VE İSODOPANENLER

5.5.Transport Input'u Kavramı Ve Kuruluş Yeri Seçimi

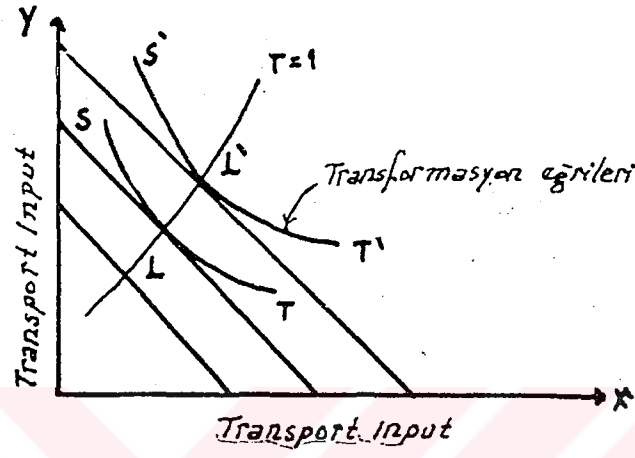
Taşıma masraflarının kuruluş yeri seçiminde önemli rol oynamasından dolayı, Isard ulaşım masrafları arasındaki ilişkileri "*Transport Input*" terimi yardımı ile analiz etmiştir. "*Transport Input*" deyimi ile kastedilen husus, belli bir ağırlığın belli bir mesafeye nakledilmesi olup; genel üretim teorisindeki deyimi ile, (Ton/km) olarak ifade edilmektedir. Transport input için yapılan ödemelere ise, "*Navlun Haddi*" denilir.*

Transport input'u da transformasyon ve eş maliyet eğrileri ile birlikte koordinat sisteminde gösterilebilir. Transformasyon eğrileri burada da, X ve Z merkezlerinden çeşitli uzaklıktaki noktaların geometrik yeri olarak düşünülebilir. Bu durumda eğriler, Z üretim yerini merkez alan ve ondan belirli uzaklıktaki noktaları göstermektedir.

Eş maliyet eğrileri eğimi ise, bir ünite faktörün 1 km taşınabilmesi için yapılan masrafları; başka bir deyimle, ton/km başına navlun haddini göstermektedir. Burada toplam ulaştırma masrafları nazara alınmayıp, transport input'u ele alındığında, faktör ağırlıklarının değişmesi halinde eş maliyet eğrileri sabit kalmakta; buna karşılık transformasyon eğrileri koordinat sisteminde yer değiştirmektedir. Şekil (5.6)'de $v_1=2$, $v_2=2$ iken ST; $v_1=3$, $v_2=3$ iken T'S' transformasyon eğrileri gibi. Eş maliyet doğruları ile transformasyon eğrilerinin teğet oldukları noktaları birleştiren ($r=1$ için) 45° lik doğruya, "*minimum ulaştırma masrafları doğrusu*" denir.**

*Çakıcı,L.,a.g.e.:50

**Çakıcı,L.,a.g.e.:51



ŞEKİL (5.6) TRANSPUT INPUT VE TRANSFORMASYON EĞRİLERİ

BÖLÜM 6.ULAŞTIRMA MODELİ VE UYGULANMASI

6.1. Ulaştırma Modelinin Tanımı Ve İçeriği

II. Dünya Savaşı içinde özellikle askeri alanda uygulamaya konan yöneylem araştırması teknikleri savaş sonrası da sanayide geniş ölçüde kullanılmaya başlanmıştır.

Yöneylem teknikleri içinde doğrusal programlamanın da önemli bir yeri vardır. Ulaştırma modeli ise doğrusal programlamanın özel bir hali olarak nitelendirilebilir.

Doğrusal programlama, belli doğrusal bir amaç fonksiyonunu optimize etmektir. Söz konusu optimizasyon (kâr maksimizasyonu veya gider minimizasyonu) ekonomik anlamda belli imkanlarla en iyi sonuca ulaşmayı veya belli bir sonuca varmak için en az fedakarlık yapmayı mümkün kılan sınırlı optimizasyondur.*

Ulaştırma modeli ise, belli üretim merkezlerinden belli tüketim merkezlerine olan mal dağıtımında toplam taşıma giderlerini minimize eden bir optimizasyon tekniğidir. Bu modelde amaç fonksiyonu toplam ulaştırma giderlerinin minimizasyonundan oluşur. Modelin sınırlayıcı şartları arz ve talep miktarlarına bağlı olarak daha çok eşitlik şeklindedir. Ayrıca bu sınırlayıcı şartları tanımlayan denklemlerdeki katsayılar bire eşittir.

Ulaştırma modeli şeklinde kurulan bir problem doğrusal programlamanın genel çözüm metodu olan simpleks yöntemiyle çözülebilmektedir. Ancak ulaştırma modelinin yapısındaki özelliklerden dolayı geliştirilen bazı özel çözüm teknikleri mevcuttur. F.L.Hitchcock tarafından özel

* Altınkaynak,S.,1987.Ulaştırma Modelinin Fabrika Kuruluş Yeri Seçiminde Kullanılması,Ankara:6

amaçlarla geliştirilmiş ve arz merkezleri ile talep merkezleri arasında taşınan mallar için en düşük taşıma ve dağıtım giderlerini bulmayı hedef alan doğrusal ulaştırma programlaması tekniği simpleks metoduna göre daha etkili olması yanında önemli bir zaman tasarrufu da sağlamaktadır.

6.2.Ulaştırma Modelinin Tarihçesi Ve Kullanımı

Ulaştırma modeli doğrusal programlamanın özel bir hali olmasına rağmen farklı şekilde ve farklı zamanlarda bir gelişme göstermiştir.

Ulaştırma modeli hakkında ilk makale Rus matematikçisi L.V.Kantorovich tarafından yazılmıştır. Giderleri ve üretim oranları farklı olan makinalara işlerin dağıtımını problemi ile ulaştırma modeli arasında çok yakın bir ilişkinin olduğu açıklanan bu makale zamanında fazla ilgi görmemiştir.*

Standart şekildeki ulaştırma modeli ve çözümü ilk defa 1941 yılında petrol endüstrisi ile ilgili olarak Frank L.Hitchcock tarafından "*Bir Mamülün Birçok Kaynaklardan Çok Sayıda Boşaltma Yerlerine Dağıtımını*" adlı makalesinde verilmiştir. Bu makale de fazla dikkati çekmemesine rağmen simpleks metod tekniğinin öncüsü olmuştur. Söz konusu makale başlangıç çözümü hariç ulaştırma modelinin diğer özelliklerini ortaya koyamamıştır.**

1942'de yine Kantorovich tarafından yazılan "*Kitlelerin Yer Değiştirmesi Üzerine*" adlı makalede

* Uman,N.,1974.Ulaştırma Modeli ve Petrol Ofisinde Uygulama Denemesi, A.Ü., SBF, Ankara:18, Dantzig G.B., Linear Programming and Extensions, Princeton, N.J., Princeton University Press, 1963:229

**Altınkaynak,S.,a.g.e.:5

ulaştırma modelinin daha genişletilmiş şekli ele alınmıştır.*

Yine II. Dünya Savaşı sırasında Combined Shipping Board'un bir üyesi olan Tjalling C.Koopmans ulaştırma problemleriyle yakından ilgilenmiş ve 1947 yılında "*Ulaştırma Sisteminin Optimum Kullanılması*" adlı bir makale yazmıştır. Bu öncü makaleden dolayı ulaştırma modeline "*Hitchcock-Koopman Ulaştırma Modeli*" adı da verilmektedir.

1948'de L.V.Kantorovich, M.K.Gavurin ile birlikte üst sınırlı ulaştırma problemini ele alan bir makale yazmıştır. Fakat asıl ulaştırma modelinin gelişmesi 1949'dan sonra olmuştur. Çünkü bu tarihte G.B.Dantzing 1947'de geliştirdiği ve doğrusal programlamanın en önemli çözüm tekniği olan simpleks modelini uygulamıştır.**

Böylece ilk kez ulaştırma modeli ile doğrusal programlama arasında anlamlı bir ilişki ortaya konulmuştur.

Doğrusal programlamanın ve buna ilişkin olarak ulaştırma modelinin gelişmesinde en önemli aşamalardan biri de T.C.Koopman'ın çabaları ile toplanan "Cowles Commission" dur. Bu komisyonda ulaştırma modelleri ile ilgili çeşitli tebliğler sunulmuş ve bu tebliğler bir kitap halinde toplanmıştır.

Ancak bu tarihe kadar yapılan çalışmalar daha çok matematiksel olup, genellikle matematikçi olmayanlar için izlenmesi ve anlaşılması güçlükler arz etmiştir. Bu bakımdan ulaştırma modelinin temel çözüm metodu olan basamak metoduna 1953'de W.W.Cooper ve A.Charnes tarafından yapılan ilk basit yaklaşım, metodun anlaşılması açısından

*Altınkaynak,S.,a.g.e.:5

**Altınkaynak,S.,a.g.e.:6

bir hayli etkin olmuştur.* 1954 yılında Henderson ve Schlaifer'in çalışmaları yanında sözkonusu metod R.O.Ferguson tarafından daha da geliştirilerek MODİ metodu adını almıştır.

1955'lerden sonra ise H.W.Kuhn, M.M.Flood, P.S.Dwyer, B.A.Galler, L.R.Ford, D.R.Fulkerson, M.L.Vidale gibi matematikçi ve iktisatçılar ulaştırma modeline yeni boyutlar kazandırmışlardır.

1960'lı yıllarda yaygın bir kullanıma erişen ulaştırma modeli,arz ve talep merkezleri arasında optimum mal dağıtımının bulunmasında kullanımı yanında, işlerin makinalar arasında rasyonel bir şekilde dağıtımının yapılmasında, personelin işe yerleştirilmesinde, üretim planlamasında, çeşitli net-work problemlerinde ve fabrikaların kuruluş yeri seçiminde yaygın kullanım olanakları bulmuştur.

Ülkemizde ise III.Demir-Çelik Tesislerinin kuruluş yeri ile ilgili bir araştırmada, DPT'da Çimento ve Şeker Sanayii yatırımlarının yöresel dağılımında, Petro Kimya Endüstrisi'nde optimum ürün dağılımını bulmada, orman ürünlerinin üretim merkezleri ve kapasitelerinin optimum seçiminde (DPT,KÖYD) uygulama alanı bulmuştur.

6.3.Ulaştırma Modelinin Gerekleri Ve Varsayımları

Ulaştırma modeli, doğrusal programlamanın özel bir hali olduğu için öncelikle doğrusal programlamanın gereklerini yerine getirmelidir. Bu gerekler 6 grupta toplanabilir.

*Gass,S.,I.,1964.Linear Programming, Method and Application, Mc Graw-Hill Book Company, New-York:193

1.Firmanın gerçekleştirmek istediği amaç kantitatif ve doğrusal olarak ifade edilmelidir,

2.Eldeki mevcut kaynaklar sınırlı olmalıdır,

3.Değişkenler doğrusal eşitlikler veya eşitsizlikler şeklinde ifade edilmelidir,

4.Kullanılan değişkenler negatif değer almamalıdır,

5.Kaynakların bir amaca tahsisi diğer amaçlardan fedakarlık etmeyi gerektirmelidir,

6.Veriler ve faaliyetler aynı ortak birimde tanınmış olmalıdır.

Ulaştırma modeli bu gereklere ek olarak kendi özel uygulaması için de aşağıda belirtilen gerek ve varsayımları da içermelidir.

1.Ulaştırma modelinde kullanılan bütün bilgiler ve probleme konu olan mal, bütün arz ve tüketim merkezleri için aynı birimle ifade edilmiş olmalıdır. Buna *homojenlik şartı* denmektedir.

2.Herbir arz ve tüketim merkezindeki toplam miktar tam olarak bilinmelidir.

3.Arz merkezlerinden dağıtıma tutulacak toplam miktar, tüketim merkezlerince talep edilen toplam miktara eşit olmalıdır. Eğer böyle bir eşitlik yoksa bazı düzenlemeler yapılarak bu eşitlik sağlanmalıdır.

4.Herbir arz merkezi ile her bir tüketim merkezi arasında bir birim malın kaçta taşınacağı hesaplanmış olmalıdır.

Bütün bu şartlar yerine getirildiği takdirde ulaştırma modelini genel olarak formüle etmek mümkündür.

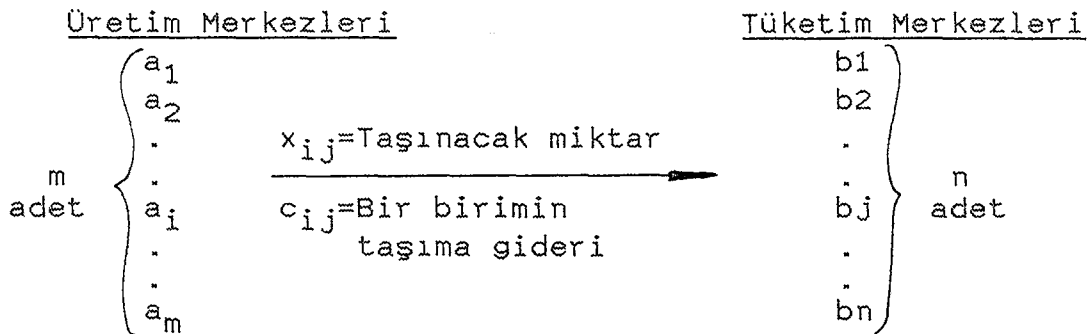
6.4.Ulaştırma Modelinin Formülasyonu

Ulaştırma masraflarının gerekleri ve varsayımları dikkate alınarak bir ulaştırma problemi şu şekilde formüle edilebilir:

m adet üretim merkezi ve n adet tüketim merkezi (boşaltma yeri) olduğunu ve üretim merkezlerinden tüketim merkezlerine aynı malın gönderilmek istendiği varsayılır. Herbir üretim merkezinden herbir tüketim merkezine, malımızın bir biriminin minimum taşıma gideri bilinmektedir.

m adet üretim merkezinden i 'nci olanındaki üretim miktarına a_i , n adet tüketim merkezinden j 'nci olanındaki talep miktarına b_j denilsin. Ayrıca i 'nci üretim merkezinden j 'nci depoya kadar olan birim başına taşıma giderleri de c_{ij} ile gösterilsin. Bu durumda ulaştırma problemi, her üretim merkezinden her tüketim merkezine ne kadar mal gönderildiğinde (x_{ij}) , toplam ulaştırma giderlerinin minimum olacağı sorusuna cevap aramaktadır.

Bu durum aşağıdaki şekil yardımıyla gösterilebilir:



Üretim merkezlerindeki toplam üretim miktarı, tüketim merkezlerindeki toplam talep miktarlarına eşit olsun. Yani:

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j \quad \text{dir.} \quad (6.1)$$

Tutarlılık veya denge şartı da denilen bu sınırlayıcı şartla ulaştırma modeli kapalı (dengeli) klasik ulaştırma modeli olarak ifade edilmektedir. Arzın talepten daha büyük veya küçük olması durumunda ise bu eşitliğin kalkması ile ulaştırma modeli açık veya dengesiz ulaştırma modeli haline dönüşmektedir.

Kapalı (dengeli) ulaştırma modeli olarak ifade edilen modeldeki tutarlılık veya denge şartı nedeniyle model optimum kuruluş yeri seçimine değil, sadece belli üretim merkezlerinden (sevk yerlerinden) belli tüketim merkezlerine (boşaltma yerlerine) gönderilecek malın optimum dağıtım planına ilişkin bir optimizasyon modeli olarak değerlendirilmelidir. Ancak tutarlılık veya denge şartının kaldırıldığı açık (dengesiz) ulaştırma modellerinde kuruluş yeri seçimi bir optimizasyon problemi olarak ele alınabilir.

Tutarlılık veya denge şartı dışında kapalı ulaştırma modelinin diğer sınırlayıcı şartları şöyle tanımlanabilir.*

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, \quad a_i > 0, \quad i=1, \dots, m \quad (6.2)$$

*Taha, H., 1971. Operation Research An Introduction, The Macmillan Co, New York: 111

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, \quad b_j > 0, \quad j=1, \dots, n \quad (6.3)$$

$$x_{ij} \geq 0, \quad i=1, \dots, m, \quad j=1, \dots, n \quad (6.4)$$

Görüldüğü gibi; birinci şart, bütün tüketim merkezlerine belli bir üretim merkezinden dağıtılacak toplam miktarın, o merkezdeki toplam üretime eşit olması gerekliliğini tanımlamaktadır.

İkinci şart; belli bir tüketim merkezine bütün üretim merkezlerinden dağıtılacak toplam miktarın o tüketim merkezindeki toplam talebe eşit olması gerektiğini tanımlamaktadır.

Üçüncü sınırlama ise, herhangi bir üretim merkezinden, herhangi bir tüketim merkezine taşınacak miktarın sıfır veya pozitif bir değerde olabileceğini, negatif değer alamayacağını belirlemektedir.

Ulaştırma modelinin amacı, arz merkezlerinden tüketim merkezlerine, toplam minimum taşıma giderlerini verecek optimum mal dağıtımını bulmaktır. Bu tanıma göre ulaştırma modelinin amaç fonksiyonu şu şekilde tanımlanabilir.*

$$\min. z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot x_{ij} \quad (6.5)$$

Başka bir deyişle, her bir üretim merkezi ile tüketim merkezi arasında taşınacak mal miktarının, o merkezler arasındaki birim taşıma gideri ile çarpılmasından elde

*Altınkaynak, S., a.g.e., :7

edilecek toplam taşıma giderinin tüm dağıtım için minimize edilmesi istenmektedir.

Tüm bu notasyonlar ve açıklamalar bir araya getirilerek ulaştırma modeli genel olarak aşağıdaki gibi formüle edilebilir.*

$$\begin{aligned} \text{Amaç fonksiyonu} = \min.z = & c_{11}x_{11} + c_{12}x_{12} + \dots + c_{1n}x_{1n} + \\ & c_{21}x_{21} + c_{22}x_{22} + \dots + c_{2n}x_{2n} + c_{m1}x_{m1} + c_{m2}x_{m2} + \dots + \\ & c_{mn}x_{mn} \end{aligned} \quad (6.6)$$

Sınırlamalar;

$$\begin{aligned} x_{11} + x_{12} + \dots + x_{1n} &= a_1 \\ x_{21} + x_{22} + \dots + x_{2n} &= a_2 \\ . & . \\ . & . \\ x_{m1} + x_{m2} + \dots + x_{mn} &= a_m \end{aligned} \quad (6.7)$$

$$\begin{aligned} x_{11} + x_{12} + \dots + x_{m1} &= b_1 \\ x_{12} + x_{22} + \dots + x_{m2} &= b_2 \\ . & . \\ . & . \\ x_{1n} + x_{2n} + \dots + x_{mn} &= b_n \end{aligned} \quad (6.8)$$

$$a_1 + a_2 + \dots + a_m = b_1 + b_2 + \dots + b_n \quad (6.9)$$

$$x_{11} \geq 0, x_{12} \geq 0, \dots, x_{mn} \geq 0 \quad (6.10)$$

veya kısaltılmış notasyonlar yardımı ile;**

*Taha, H., 1992. Operations Research, Macmillan Company, New York: 194

**Taha, H., a.g.e.: 194

$$\min. z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot x_{ij} \quad (\text{Amaç fonksiyonu}) \quad (6.11)$$

Sınırlamalar;*

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i \quad a_i > 0, \quad i=1, \dots, m \quad (6.12)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j \quad b_j > 0, \quad j=1, \dots, n \quad (6.13)$$

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j \quad (6.14)$$

$$x_{ij} \geq 0, \quad i=1, \dots, m \quad (6.15)$$

olarak gösterilebilir.

Yukardaki gibi doğrusal programlama problemi şeklinde tanımlanmış olan ulaştırma modeli her arz merkezinden her tüketim merkezine gönderilmesi gereken optimum miktarı ve buna bağlı olarak minimum toplam gideri bulmaya yaramaktadır. Modeli optimum çözüme ulaştıracak x_{ij} değerlerinin belirlenmesi bir "*Ulaştırma Matriksi*" düzenlenerek yapılır. Bu matriks aslında eldeki problem ile ilgili verilerin yukarıdaki genel formülasyona uygun olarak bir matris şeklinde düzenlenmesinden ibarettir (Tablo (6.1)).**

*Taha, A., a.g.e.:194

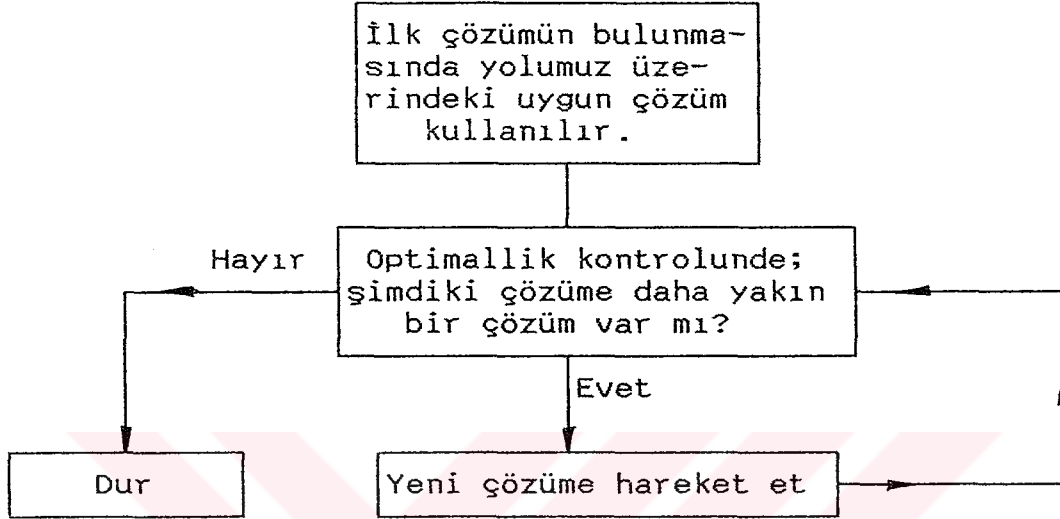
**Akkutay, C., 1983. Ulaştırma Tipi Doğrusal Programlamanın Fabrika Yeri Seçiminde Kullanılması ve Şeker Fabrikaları Üzerinde Bir Deneme, DPT, Ankara:11

TABLO (6.1) ULAŞTIRMA MATRİSİ

Tüketim Merkezleri Üretim Merkezleri	D_1	D_2	...	D_j	...	D_n	Üretim Miktarı a_i
O_1	x_{11} c_{11}	x_{12} c_{12}	...	x_{1j} c_{1j}	...	x_{1n} c_{1n}	a_1
O_2	x_{21} c_{21}	x_{22} c_{22}	...	x_{2j} c_{2j}	...	x_{2n} c_{2n}	a_2
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	...	$\vdots$	$\vdots$
O_i	x_{i1} c_{i1}	x_{i2} c_{i2}	...	x_{ij} c_{ij}	...	x_{in} c_{in}	a_i
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	...	$\vdots$	...	$\vdots$	$\vdots$
O_m	x_{m1} c_{m1}	x_{m2} c_{m2}	...	x_{mj} c_{mj}	...	x_{mn} c_{mn}	a_m
Talep Miktarı b_j	b_1	b_2	...	b_j	...	b_n	$\sum a_i = \sum b_j$

Bir ulaştırma problemine ait veriler elde edildikten sonra izlenecek yollar Şekil (6.1)'deki gibi kısaca özetlenebilir.*

*Wilkes, M., 1989. Operational Research Analysis And Applications, Mc Graw- Hill Book Company, London: 78



Şekil (6.1) Ulaştırma Modelinde Takip Edilecek Yol

6.5. Başlangıç Çözümünün Kurulması

Bir ulaştırma problemi ile ilgili veriler toplandıktan sonra, bu verilerin ulaştırma matrisi yardımıyla bir tablo halinde özetlenmesi gerekmektedir. "*Başlangıç Tablosu*" deyimi ile adlandırılan bu tablonun genellikle sıralarında üretim merkezleri, sütunlarında ise tüketim merkezleri yer almaktadır. Birim taşıma giderleri ise hücrelerin sağ üst köşesinde gösterilir. Sıra ve sütun toplamalarını göstermek üzere bir sıra ve bir sütun eklendikten sonra $(m \times n)$ boyutta (toplam sırası ve sütunu hariç) bir tablo elde edilmiş olur.

Bir ulaştırma modelinde $(m \times n)$ kadar bilinmeyen bulunduğu halde, elimizde $(m+n)$ adet denklem mevcuttur. Böyle bir sistemde çözüm yapılabilmesi için herhangi $m \times n$

$(m+n-1)$ kadar x_{ij} 'nin sifıra eşitlenmesi ve $(m+n-1)$ kadar x_{ij} 'nin sıfırdan büyük olması gerekmektedir. Eğer bir çözümde $(m+n-1)$ 'den daha az sayıda x_{ij} 'nin değeri sıfırdan büyükse böyle bir çözüme "Bozulmuş Çözüm" denmektedir.

Eldeki problemle ilgili veriler bir ulaştırma matrisi şeklinde düzenlendikten sonra, her sırada ve her sütunda en az bir tane bilinmeyen (x_{ij}) pozitif değer alacak şekilde bu sifıra eşitleme ya da başlangıç çözümü kurulması gerçekleştirilir.

Böyle bir başlangıç çözümünün kurulması için geliştirilmiş bazı temel metodlar kullanılmaktadır.

Bunlar sırası ile;

- 1.Kuzey-Batı Köşesi Metodu
- 2.Minimum Giderli Sıra Metodu
- 3.Minimum Giderli Sütun Metodu
- 4.En Az Giderli Hücreler Metodu
- 5.Karşılık Tercih Metodu
- 6.VAM Metodu
- 7.Net Gider Değişim Metodu

Bu metodlar kullanılarak başlangıç çözümü aşağıda anlatıldığı gibi kurulabilir.

6.5.1.Kuzey-Batı Köşesi Metodu

Bu metoda aynı zamanda "Atlama Taşı" yöntemi de denmektedir.

Bu yöntem, transportasyon problemlerine sistematik olarak çözüm arayan tekniklerden biridir. İşlemlere, kurulacak olan başlangıç tablosunun (başlangıç dağıtım

planı) kuzeybatı köşesinden başlandığı için bu adı almıştır.*

Yöntem, G.B.Dantzig tarafından geliştirilmiş ve A.Charnes ile W.W.Cooper tarafından "Kuzey Batı Köşesi Metodu" olarak adlandırılmıştır.**

Başlangıç çözümünün bulunabilmesi için, ulaştırma tablosunun sol üst köşesinden başlanır. Her hücreye sıra ve sütun şartlarına göre maksimum yükleme (tahsis) yapılır***. Daha açık bir anlatımla ulaştırma matrisinde sol üst köşedeki haneye x_{11} tahsisi, o hanenin sıra şartı a_1 ve sütun şartı b_1 'den hangisi küçükse, o değer olarak yapılır. Eğer $b_1 > a_1$, ise aynı sütunda kalınır ve geriye kalan talep miktarı x_{21} olarak tahsis edilir. Böylece her defasında bir sağ hücreye ve bir aşağı hücreye geçilip, her sıra ve sütun şartını sağlayarak tüm tahsisler yapılır.

Açıklamalarımızı örnek üzerinde gösterelim Tablo (6.2).****

TABLO (6.2) KUZHEY BATI KÖŞESİ METODUNA ÖRNEK

Tüketim Merkezi	Üretim Merkezi		Tüketim Merkezi Talepleri
	1	2	
X	5	2	300
Y	4	3	700
Üretim Kapasitesi	400	600	1000

*Tolunay, Y., 1980. Matematik Programlama ve İşletme Uygulamaları, İstanbul: 341

**Altınkaynak, S., a.g.e.: 16

***Ecker, G.J.; Kupferschmid, M., 1988. Introduction to Operations Research, New York, John Wiley & Sons: 166

****Miller, W., D., Starr, K., M., 1978. Executive Decisions and Operations Research, Columbia University: 262

Kuzey-batı köşesi metodu kullanılarak yapılan atamalar Tablo (6.3)'de gösterilmiştir.

TABLO (6.3) KUZEY BATI KÖŞESİ METODUNUN UYGULANMASI

Tüketim Merkezi	Üretim Merkezi 1	Üretim Merkezi 2	Talep
X	300	-	300
Y	100	600	700
Kapasite	400	600	

Toplam Maliyet= $300 \times 5 + 100 \times 4 + 600 \times 3 = 3700$ TL dir.

Daha kapsamlı bir örnek verelim;

Kurulacak modeli şu şekilde ifade edebiliriz;

Üretim Merkezleri	Üretim Miktarı	Tüketim Merkezi	Talep Miktarı
U_1	6	T_1	3
U_2	2	T_2	2
U_3	2	T_3	4
		T_4	1

Taşıma Giderleri: (TL/birim/iki merkez arasındaki uzaklık)

$c_{11}=5$, $c_{12}=7$, $c_{13}=6$, $c_{14}=4$

$c_{21}=3$, $c_{22}=6$, $c_{23}=7$, $c_{24}=5$

$c_{31}=4$, $c_{32}=5$, $c_{33}=8$, $c_{34}=6$

Yukarıda verilen üretim miktarları, talep miktarları ve taşıma giderlerine göre ulaştırma matrisi ve başlangıç çözümü aşağıdaki şekilde düzenlenir (Tablo 6.4).

TABLO (6.4):BAŞLANGIÇ ÇÖZÜMÜ I

Tüketim Merkezi Üretim Merkezi	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	Üretim Miktarı
Ü ₁	3	2	1		6
Ü ₂			2		2
Ü ₃			1	1	2
Talep Miktarı	3	2	4	1	10

İlk tahsis birinci sıra ile birinci sütunun kesiştiği kuzey batı köşesindeki Ü₁T₁ hücresine yapılır. Bu hücreye tahsis edebileceğimiz maksimum miktar 3 birimdir. Çünkü bu tahsisle T₁ tüketim merkezindeki talebin tamamı karşılanmaktadır. Ü₁ üretim merkezinin arzı henüz bitmediği için bir sıra sağa kayılarak T₂ tüketim merkezinin 2 birimlik talebi de doyurulur. Ü₁'in arz miktarı bitene kadar aynı sırada yer alan T₃ tüketim merkezinin talebi de doyurulur. Ü₁ üretim merkezinin arzı tamamen bitince son doyurulan hücrenin hizasında bir alt sıradaki hücreye yani Ü₂T₃ hücresine geçilir. T₃ tüketim merkezinin talep

sıralaması (4) dikkate alınarak bu hücre $Ü_2$ üretim merkezince doyurulur. Daha sonra $Ü_3T_3$ hücresine inilerek T_3 talep merkezinin kalan talebi $Ü_3$ merkezinin arzının bir kısmı ile karşılanır. Tekrar sağa kayılarak T_4 tüketim merkezinin bir birimlik talebi $Ü_3$ üretim merkezinin kalan arz kısmı ile doyurulur ve böylece çözüm matrisine ulaşılmış olur. Bu temel ve uygun çözüme ilişkin giderin bulunması için, doyurulan hücredeki miktarlar ile bu hücrelerin birim gideri ayrı ayrı çarpılarak toplamı alınır.

Bu başlangıç çözümünde;

Toplam Gider (G_1) = $(3 \times 5) + (2 \times 7) + (1 \times 6) + (2 \times 7) + (1 \times 8) + (1 \times 6) = 63$ TL,

Ayrıca ulaşılan çözüm 4 sütun ve 3 sıralı matriste kullanılan hücre sayısının sıra ve sütun sayıları toplamının bir eksiğine eşit ($6 = 4 + 3 - 1$) olması açısından da sıra ve sütun gereklerini karşılayan temel bir çözüm olmaktadır. Başka bir deyişle problemimizde bir "Bozulma Hali" mevcut değildir.

Kuzey batı köşesi metodu, uygulaması basit fakat verdiği başlangıç çözümü optimuma pek yakın olmayan bir metoddur. Bu nedenle, optimum çözüme ulaşmak için, diğer metodlara oranla daha çok hesaplamaya gerek gösterir.*

6.5.2. Minimum Giderli Sıra Metodu

Minimum giderli sıra (veya sıra minimum kullanımı) metodunda önce birinci sıradaki en düşük giderli kareye sıra ve sütun şartlarına bağlı olarak yapılabilecek

*Akoğlu, T., 1975. Kuruluş Yeri Seçimi ile İlgili Örnek Çalışma, Ankara:12

maksimum tahsis yapılır. Eğer 1.sıra şartı (üretim miktarı) doyurulamamış ise aynı sıradaki bir sonraki en düşük giderli hücreye kalan miktar tahsis edilir. Böylece her defasında bir alt sıraya geçilerek, o sıradaki minimum giderli hücrenin talebi sıra ve sütun şartları da göz önüne alınarak karşılanır ve tüm tahsisler yapılarak başlangıç çözümüne ulaşılır.(Tablo 6.5)

TABLO (6.5) BAŞLANGIÇ ÇÖZÜMÜ II

Tüketim Merkezi Üretim Merkezi	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	Üretim Miktarı
U ₁	3 5	7	2 6	1 4	6
U ₂	3	2 6	7	5	2
U ₃	4	5	2 8	6	2
Talep Miktarı	3	2	4	1	10 10

Birinci sıradaki en düşük giderli hücre U_1T_4 hücresidir. Öncelikle bu hücreye yapılabilecek maksimum tahsis olan 1 birimlik tahsis yapılır. Artık T_4 tüketim merkezinin talebi doyurulmuştur. U_1 üretim merkezinde kalan 5 birimlik arz miktarı birinci sıradaki minimum giderli diğer hücreler göz önüne alınarak önce U_1T_1 hücresine 3 birim, sonra U_1T_3 hücresine 2 birim olarak dağıtılır. U_1 'in arz miktarı tamamen bittiği için bir alt satıra (U_2) geçilir. U_2 satırında en düşük giderli hücre U_2T_1 hücresi olmasına karşın, bu hücrenin daha önce doyurulmuş olması

nedeni ile hiçbir tahsis yapılamaz. U_2 sırasında tahsis yapılabilecek en düşük giderli hücre U_2T_2 hücresidir. Bu hücreye iki birimlik tahsis yapılması ile U_2 üretim merkezinin arzı da tamamen kullanılmış olur. U_3 sırasına geçilip, sıra ve sütun şartları da dikkate alınarak U_3T_3 hücresine maksimum tahsis (2 birim) yapılır ve başlangıç çözümüne ulaşılır.

Bu metodla ulaşılan başlangıç çözümünde;

Toplam gider (G_2) = $(3 \times 5) + (2 \times 6) + (1 \times 4) + (2 \times 6) + (2 \times 8) = 59$ TL.

Bulunan toplam gider (59 TL), kuzey batı köşesi metodu ile bulunan toplam giderden (63 TL) daha düşüktür. Ancak bu metod ile ulaşılan çözümde toplam tahsis sayısı 5 iken, $m+n-1=4+3-1=6$ olmakta bu da bir bozulma halini ortaya çıkarmaktadır. Eğer bir uygun çözümde kullanılan hücre sayısı, sütun ve satır toplamının bir eksiğinden az ise bozulma durumu ortaya çıkmaktadır. Bozulma halinin nasıl giderileceği ilerdeki bölüme açıklanacaktır.

6.5.3. Minimum Giderli Sütun Metodu

Minimum giderli sütun metodu (veya sütun minimum kullanım metodu)ndaki işlemler de minimum giderli sıra metodunun hemen hemen aynıdır. Aradaki tek fark birinci sıra yerine birinci sütundan başlanmasıdır. Ancak minimum giderli sıra ve sütun metodları ile elde edilen başlangıç çözümleri aynı taşıma giderini vermeyebilir.

Bu metodda önce birinci sütundaki en düşük giderli hücreye sıra ve sütun şartlarına bağlı olarak yapılabilecek maksimum tahsis yapılır. Eğer 1.sütun şartı (talep miktarı) doyurulmamış ise, aynı sütundaki bir sonraki en düşük

giderli hücreye yapılan tahsisle bu sütun şartı karşılanmaya çalışılır. (Tablo 6.6)

TABLO (6.6) BAŞLANGIÇ ÇÖZÜMÜ III

Tüketim Merkezi Üretim Merkezi	T_1	T_2	T_3	T_4	Üretim Miktarı
U_1	5 1	7 1	6 4	4 1	6
U_2	3 2	6	7	5	2
U_3	4 1	5 1	8	6	2
Talep Miktarı	3	2	4	1	10 10

Birinci sütundaki en düşük giderli hücre U_2T_1 hücresi olup, bu hücreye maksimum 2 birimlik bir tahsis yapılır. T_1 tüketim merkezinin henüz talebi doyurulmadığı için bir sonraki minimum giderli hücre olan U_3T_1 hücresine 1 birimlik tahsis yapılır. Daha sonra T_2 sütununa geçilerek, bu sütundaki önce U_3T_2 hücresine 1 birim, daha sonra sütun şartını sağlamak için U_1T_2 hücresine 1 birimlik tahsis yapılır. T_2 tüketim merkezinin talebide doyurulmuş olmaktadır. T_3 sütununda ise en düşük giderli hücre U_1T_3 hücresi olup, bu hücreye de yapılabilecek maksimum tahsis olan 4 birim tahsis yapılır. T_3 sütun şartı da sağlandıktan sonra T_4 sütununa geçilip, sütun ve sıra şartları da göz

önüne alınarak U_1T_4 hücresine bir birim tahsis yapılır. Böylece ulaşılan başlangıç çözümünde;

$$\text{Toplam Gider } (G_3) = (1 \times 7) + (4 \times 6) + (1 \times 4) + (2 \times 3) + (1 \times 4) + (1 \times 5) = 50 \text{ TL}$$

Ulaşılan bu yeni çözümde toplam gider 50 TL. olup, diğer metodlara göre daha düşüktür. Bu nedenle Tablo (6.6)'daki dağılım bir öncekilere göre optimuma daha yakındır. Ayrıca toplam tahsis sayısı $m+n-1=4+3-1=6$ olup, bu metodla elde ettiğimiz başlangıç çözümünde bir bozulma durumu söz konusu olmamaktadır.

6.5.4.En Az Giderli Hücreler Metodu

Bu metod, ulaştırma matrisindeki en düşük gidere sahip kareye yapılabilecek tahsis ile başlanır. Sonra sıra ile bir sonraki en düşük giderli kare gözönüne alınarak tahsisler dağıtılır ve tüm sıra ve sütun miktarları doyurularak başlangıç çözümüne erişilir.*

Tablo (6.7)'de de görüldüğü gibi tüm ulaştırma matrisi için en düşük giderli hücre U_2T_1 hücresidir (3 TL). Bu hücreye yapılabilecek maksimum tahsis yapılır (2 birim). Daha sonra bir sonraki en düşük giderli (4 TL) olan U_1T_4 ve U_3T_1 hücreleri doyurulur. Kenar şartları (sıra ve sütun şartları) dikkate alınarak sırası ile gideri 5 TL, 6 TL ve 7 TL olan hücrelere (daha önce doyurulmamış ise) maksimum tahsisler yapılarak başlangıç çözümü oluşturulur.

*Akoğlu, T., 1979. Onikinci Proje Geliştirme ve Değerlendirme Semineri Notları Cilt IV, Ankara:14

TABLO (6.7) BAŞLANGIÇ ÇÖZÜMÜ IV

Tüketim Merkezi Üretim Merkezi	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	Üretim Miktarı
Ü ₁	5 1	7 1	6 4	4 1	6
Ü ₂	3 2	6	7	5	2
Ü ₃	4 1	5 1	8	6	2
Talep Miktarı	3	2	4	1	10

Bu metodla elde edilen çözüm bir raslantı olarak minimum giderli sütun metodundaki dağılımın aynısını vermektedir. Dolayısıyla toplam gider (G_4)=50 TL olacaktır. Ayrıca çözümde bir bozulma hali de söz konusu değildir.

En az giderli hücreler metodu, küçük boyutlu ulaştırma problemleri için genellikle şimdiye dek anlatılan metodlara göre daha düşük toplam gideri, dolayısı ile optimuma daha yakın sonucu vermektedir.

6.5.5.Karşılıklı Tecih Metodu

H.S.Houthakker tarafından geliştirilen bu metodda, ulaştırma tablosunun bütünü için hem sıra, hem de sütunda gideri en düşük olan hücreler temel değişken olarak seçilir

ve kenar şartları ihlal edilmeden yapılabilecek maksimum tahsisler yapılır. Bu sıra ve sütunlar aynı anda elimine edildikten sonra kalan indirgenmiş tabloda yine hem sıra hem de sütunda en düşük giderli hücreler, başka bir ifade ile hem arz hem de talep merkezleri açısından karşılıklı olarak tercih edilen yollar seçilir. Aynı şekilde işlem tekrarlanarak başlangıç çözümüne ulaşılır (Tablo 6.8).

TABLO(6.8): BAŞLANGIÇ ÇÖZÜMÜ V

Tüketim Merkezi Üretim Merkezi	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	Üretim Miktarı
U ₁	5 1	7 4	6 1	4 1	6
U ₂	3 2	6 1	7 8	5 6	2
U ₃	4 1	5 1	8 4	6 1	2
Talep Miktarı	3	2	4	1	10 10

Tablodan da anlaşıldığı gibi bu yöntemle elde edilen dağılım, en az giderli hücreler metodu ile elde edilenin aynısını vermektedir ve toplam gider de $(G_5)=50$ TL olacaktır.

6.5.6.VAM Metodu

William R.Vogel tarafından 1958'de ileri sürülmüş olan bu metod, "Vogel Approximation Method" veya kısa adı ile VAM olarak bilinmektedir.*

*Altınkaynak,S.,a.g.e.:23

Bu metod, başlangıç çözümü kurulmasında en iyi sonucu veren, optimuma en yakın dağılımın elde edildiği bir metoddur. Küçük problemlerde genellikle doğrudan çözümü vermektedir. Büyük problemler de ise en az işlemle optimuma ulaşmayı kolaylaştırır.

Bu metodda, önce her sıra ve sütundaki en düşük iki maliyet arasındaki fark saptanır. Ceza maliyeti denilen bu farklar ulaştırma matrisine ek birer sıra ve sütun ile gösterilir. Bu farkların en büyüğünün tekabül ettiği sıra veya sütundaki en düşük giderli kareye ilk tahsis yapılır. Sonra bu tahsisle doyurulan sıra veya sütun ihmal edilerek elde edilen yeni matriste aynı işlem tekrarlanır*. Yani oluşacak yeni tabloya göre sıra ve sütun ceza giderleri yeniden hesaplanıp bu farkların en büyüğünün karşıt geldiği sıra veya sütundaki en düşük giderli hücreye gerekli tahsis yapılır. Tüm tahsisler bu yolla yapılarak bir başlangıç çözümü elde edilir.

-Yukardaki açıklamalara göre farkların hesaplanması sırasında en büyük farkların değeri birbirine eşit olabilir. Bu durumda bir düğümün varlığından söz edilir. Böyle bir durumda, birbirine eşit olan en büyük farklardan birisi seçilir ve işleme devam edilir. Bu şekilde hareket edildiği takdirde, optimuma ulaşmak için gerekli iterasyon sayısının artması ihtimali vardır. Aşağıda belirtilen kurallara uyulması durumunda böyle bir tehlike ortadan kalkar.

-En büyük fark iki veya daha fazla sırada (veya sütunda) ortaya çıkarsa, en büyük a_i (veya b_j) değerli sıradaki (veya sütundaki) en düşük giderli hücre seçilir.

*Hekimoğlu, S., 1985. Kuruluş Projelerinin Hazırlanması ve Değerlendirilmesi, Ankara:205

-En büyük fark bir sıra veya sütunda aynı zamanda ortaya çıkarsa ve söz konusu sıra ile sütunun kesiştiği hücrenin gideri en düşük değilse, bu sıra veya sütunun en düşük giderli hücreğine yapılır.

VAM Metodunun nasıl uygulandığını daha önceki metodları açıklarken kullandığımız örneği alarak gösterelim (Tablo 6.9).

TABLO (6.9) VAM I

Tük. Mer. Or. Merkezi	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	Üretim Miktarı	Sıra Ceza Gideri
U ₁	5	7	6	4	6	1
U ₂	3	6	7	5	2	2
U ₃	4	5	8	6	2	1
Talep Miktarı	3	2	4	1	10	10
Sütun Ceza Gideri	1	1	1	1		

Sıra ve sütun ceza giderleri arasında en büyüğü 2 olup 2. sırada yer almaktadır. Bu sıradaki en düşük giderli hücreye (U_2T_1) 2 birimlik tahsis yapılarak U_2 sırası ihmal edilir. T_1 sütunundaki 3 birimlik talep ise 1 birime düşürülerek Tablo(6.10) hazırlanır.

TABLO (6.10): VAM II

Tük. Mer. / Ür. Merkezi	T_1	T_2	T_3	T_4	Üretim Miktarı	Sıra Ceza Gideri
U_1	5	7	6	4	6	1
U_3	4	5	8	6	2	1
Talep Miktarı	1	2	4	1	8	
Sütun Ceza Gideri	1	2	2	2		

Tablo (6.10)'dan da anlaşılacağı gibi sıra ve sütun ceza giderleri arasında en büyüğü 2'dir. Ancak T_2 , T_3 ve T_4 sütunlarının her üçünün de ceza giderleri 2'dir. Bu durumda en büyük talep miktarına (b_j değerine) sahip T_3 sütunu baz alınarak bu sütundaki en düşük giderli hücre olan U_1T_3 hücresine 4 birimlik tahsis yapılır. T_3 talep merkezi bu tahsis ile tamamen doyurulduğundan tablodan çıkarılır. U_1 üretim merkezinde ise 2 birimlik mal arzı kalacaktır. Rakamlar yeniden düzenlenerek Tablo (6.11) oluşturulur.

TABLO (6.11) VAM III

Tüketim Merkezi Üretim Merkezi	T_1	T_2	T_4	Üretim Miktarı	Sıra Ceza Gideri
U_1	1	5	7	4	2
U_3	4	5	6	2	1
Talep Miktarı	1	2	1	4	
Sütun Ceza Gideri	1	2	2		

T_2 ve T_4 sütunlarının ceza giderleri 2 dir. Bu sütunlardan b_j değerinin daha büyük olması nedeni ile T_2 sütunu tercih edilir ve en düşük gidere sahip U_3T_2 hücresine yapılacak maksimum tahsis miktarı 2 dir. T_2 talep merkezi bu tahsis ile tamamen doyurulduğu için tablodan çıkarılır. U_3 üretim merkezinin arz edebileceği ürün miktarı da bittiğinden, bu satır da ihmal edilir. Geriye U_1 üretim merkezi ve T_1 ile T_4 tüketim merkezleri kalır. Söz konusu üretim merkezinden T_1 tüketim merkezine 1 birim, T_2 tüketim merkezine de 1 birim tahsis yapılarak tüm talep merkezleri doyurulmuş olur.

Buraya kadarki işlemlerle yapılan tahsisler aşağıdaki ulaştırma matrisinde biraraya getirilirse şu başlangıç çözümü elde edilir (Tablo 6.12).

TABLO (6.12) BAŞLANGIÇ ÇÖZÜMÜ VI

Tüketim Merkezi Üretim Merkezi	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	Üretim Miktarı
U ₁	1	5	7	6	4
U ₂	2	3	6	7	5
U ₃		4	5	8	6
Talep Miktarı	3	2	4	1	10

VAM yöntemi ile elde ettiğimiz başlangıç çözümünde;
 Toplam Gider (G_5) = $(1 \times 5) + (4 \times 6) + (1 \times 4) + (2 \times 3) + (2 \times 5) = 49$ TL

49 TL şimdiye kadar elde edilen giderlerin en düşük olanıdır.

Uygulamada VAM metodu optimuma en yakın sonucu vermektedir.

Ancak, başlangıç çözümünde toplam tahsis sayımız (5) olup, $(m+n-1)$ 'den düşüktür. Bu durumda bozulma durumu ortaya çıkmıştır. Başlangıç çözümü, sıra ve sütun gereklerini karşılayan temel bir çözüm olma özelliğini kaybetmektedir. İleriki bölümde bahsedildiği gibi matristeki boş karelerden birine E miktarında bir tahsis yapılarak giderilebilir.

6.5.7.Net Gider Değişim Metodu

Bu metodun öncüsü Budapeşte Üniversitesinden Prof.Bella Kreko "Linear Programming" adlı eserinde bu metodun nasıl kullanılacağını bir iki örnek yardımı ile açıklamaya çalışmış, ancak metoda bir isim koyulmamıştır.*

Bursa İTİA'da yapılan bir çalışmada izlenen yöntem nedeni ile bu metod "Net Gider Değişim Metodu" deyimi ile adlandırılmıştır.**

Net gider değişim metodu esas itibariyle her sıra ve sütundaki gider katsayıları arasında en küçük c_{ij} 'ye sahip hücrenin kullanılmaması sebebiyle ortaya çıkan pişmanlığın belirtilmesi esasına dayanmaktadır. Bu yöntem başlangıç çözümünün elde edilmesinde ve optimal çözüme gidişte etkin bir işlem kolaylığı getirmektedir. Özellikle de büyük boyutlu programlarda optimal çözümün saptanmasında önemli ölçüde işlem tasarrufu sağlamaktadır.

Bu metodun uygulanmasında önce bir net gider değişim tablosu oluşturulur. Sonra bu tabloda yer alan sıfıra eşit katsayılara ait hücrelere pozitif tahsisler yapılır. Net gider değişim tablosu oluşturulurken her sıra (veya sütun) içindeki en düşük c_{ij} değeri saptanır ve bu değer aynı sıradaki (veya sütundaki) diğer bütün katsayılardan çıkarılır. Böylece $m \times n$ boyutta bir tablo elde edilmiş olunur. Bu tabloda her sütun (veya sıra) içindeki en düşük değer bulunur ve bu değer aynı sütundaki (veya sıradaki) diğer değerlerden düşürülür. Bu yöntem ile net gider değişimleri tablosuna ulaşılır. Bu tablonun anlamı şudur; Bir sıradaki (veya sütundaki) sıfır değerli hücrelere herhangi bir tahsis yapılmayarak, tahsisler diğer hücrelere

*Altınkaynak,S.,a.g.e.:27

**Serper,Ö.,1974.Doğrusal Ulaştırma Programlaması,İdeal çözüm ve Uygulaması,Bursa:23

yapıldığında, toplam giderlerde birim başına ne kadar artış olacaktır. Tabloda yer alan sıfırdan farklı bütün rakamlar toplam giderlerde birim başına meydana gelecek artışı ifade etmektedir.

Tablo bu şekilde oluşturulduktan sonra yapılacak işlem tablodaki sıfır net gider değişimli hücrelere tahsis yapmaktır. Bu tahsislerde sıra ve sütun gereklerine uyulacak ve sadece $(m+n-1)$ sayıdaki hücre pozitif sayılarla doldurulacaktır. Net gider değişimlerinin oluşturulmasına sıra indirimleri ile başlanmışsa, gerek tablonun hazırlanmasında ve gerekse tahsislerin yapılmasında "Sıra Yaklaşımı" sözkonusu olur. Aksi halde, yaklaşım "Sütun Yaklaşımı" adını alır.

Net gider değişim metodunu bir örnek problem yardımı ile açıklamaya çalışalım.

TABLO (6.13) BAŞLANGIÇ TABLOSU

Tük. Mer. Ör. Merkezi	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	Üretim Miktarı
O ₁	11	3	8	4	8	11
O ₂	7	1	5	5	6	9
O ₃	1	13	5	8	8	8
O ₄	9	14	5	8	1	10
Talep Miktarı	7	8	10	5	8	38

Tablo (6.13)'den de anlaşıldığı gibi U_1 sırasında en düşük c_{ij} değeri 3, U_2, U_3 ve U_4 sıralarında 1, T_1 ve T_2 sütununda 1, T_3 sütununda 5, T_4 sütununda 4, T_5 sütununda ise 1 dir. Sıra yaklaşımına başvurulursa, diğer bir ifade ile net gider değişimlerinin saptanmasına sıra indirimleri ile başlanırsa, her sıradaki en düşük c_{ij} değerinin o sıradaki her değerden düşülmesi gerekir.

TABLO (6.14) SIRA İNDİRİMLER

Tüketim Merkezleri Üretim Merkezleri	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
U_1	8	0	5	1	5
U_2	6	0	4	4	5
U_3	0	12	4	7	7
U_4	8	13	4	7	0

Tablo (6.14)'ün sütunlarında yer alan en düşük değerler sırasıyla; T_1 ve T_2 sütununda 0, T_3 sütununda 4, T_4 sütununda 1 ve T_5 sütununda 0 dır. Bu değerleri kendi sütunlarındaki diğer değerlerden düşersek net gider değişimleri tablosuna ulaşırız (Tablo 6.15).

TABLO (6.15) NET GİDER DEĞİŞİMLERİ

Tüketim Merkezleri Üretim Merkezleri	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
Ü ₁	8	0	1	0	5
Ü ₂	6	0	0	3	5
Ü ₃	0	12	0	6	7
Ü ₄	8	13	0	6	0

Görüldüğü gibi tabloda 8 adet sıfır değeri vardır. Sıra ve sütun gerekleri gözönüne alınarak bu 8 hücreye gerekli tahsisler yapılır ve başlangıç çözümüne ulaşılır (Tablo 6.16).

TABLO (6.16) BAŞLANGIÇ ÇÖZÜMÜ VII

Tük. Mer. Ür. Merkezi	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	Üretim Miktarı
Ü ₁	11	3	8	4	8	11
Ü ₂	7	1	5	5	6	9
Ü ₃	1	13	5	8	8	8
Ü ₄	9	14	5	8	1	10
Talep Miktarı	7	8	10	5	8	38

İlk 3 tahsis $Ü_3T_1$, $Ü_1T_4$ ve $Ü_4T_5$ hücrelerine yapılır. Sırası ile 7,5 ve 8 birimlik bu tahsislerle T_1 , T_4 ve T_5 sütunlarının gerekleri tamamiyle karşılanmış olacaktır. Yapılan bu tahsisle $Ü_1$ üretim merkezinde henüz dağıtılmamış 6 birim, $Ü_3$ 'de 1 birim, $Ü_4$ 'de ise 2 birimlik ürün kalmıştır. Bunlardan $Ü_1T_2$, $Ü_3T_3$ ve $Ü_4T_3$ hücrelerine sırası ile 6,1,2 birimlik tahsisler yerleştirilir. Geriye kalan üretim miktarları da sıra ve sütun gerekleri dikkate alınarak net gider değişimleri tablosundaki sıfır değeri alan diğer boş hücrelere tahsis edilir ve başlangıç çözümüne ulaşılır.

Bu çözüme ilişkin toplam gider;

$$(6 \times 3) + (5 \times 4) + (2 \times 1) + (7 \times 5) + (7 \times 1) + (1 \times 5) + (2 \times 5) + (8 \times 1) = 105 \text{ TL dir.}$$

Sıra ve sütun yaklaşımlarından hangisinin tercih edileceği konusunda ileri sürülmüş kesin bir kural olmadığı gibi, dağıtıma da gerek sıra ve gerekse sütundan başlanabilir. Pratik olarak net gider değişimleri tablosu içinde en fazla gider yaratan sıra veya sütundan başlamak yolu ile tahsislerin tamamlanması önerilmektedir. En fazla masraf yaratan sıra (veya sütun) şu şekilde saptanır. Net gider değişimlerini gösteren tablodaki değerler sıra ve sütunlar itibariyle toplanır. En yüksek toplamı veren sıra (veya sütun) en fazla gider yaratan sıra (veya sütun) olarak kabul edilir.

Net gider değişimleri tablosu içinde en fazla gider yaratan sıra veya sütundan başlamak yolu ile tahsislerin yapılması, ancak bu sıra veya sütun sıfıra eşit tek bir Δ_{ij} içeriyorsa isabetli olabilir. Birden fazla sıfıra eşit Δ_{ij} mevcutsa bu yol pratik olmaktan çıkmaktadır. Bu durumda, en fazla gider yaratan sıra veya sütunun belirlenmesine gerek kalmamaktadır. Önce yarattığı gider ne olursa olsun tek bir sıfır değerli Δ_{ij} içeren sıra veya sütunların gerekleri karşılanmalı, sonra diğer tahsisler yapılmalıdır.

Net gider değişimleri tablosunu oluştururken sıra ve sütün yaklaşımlarından hangisinin tercih edileceği konusunda kesin bir kural olmamakla birlikte, tercih yapmaksızın her iki yaklaşıma da başvurmak ve bunlar arasında en fazla sıfır değerini iğereni seçmek daha güvenilir olacaktır. nk önceden tercih edilecek herhangi bir yaklaşım uygulamacıyı bir bozulma durumu ile karşı karşıya getirebilir.

6.6.Optimum zmn Bulunması (Optimalite Testleri)

Optimum zmn bulunması demek, başlangıç zm ile elde edilen dağılımın bize en düşük toplam gideri veren, dolayısı ile en iyi dağılım olup olmadığının araştırılması ve buna bağlı olarak en iyi dağılımın ve en düşük giderin hesaplanması demektir.

Çeşitli metodlarla elde edilen başlangıç üzümünün optimum olup olmadığını anlamak için, bulunan zmde temel olmayan değişkenlerin teker teker zme sokularak, başka bir deyişle temel deyişken haline getirerek, amaç fonksiyonundaki değişmeye bakmak gerekir. Toplam giderlerde bir azalma varsa, daha iyi bir zme geçilmiş demektir. Aksine toplam giderler artıyorsa, söz konusu temel olmayan değişkenin zme temel değişken şeklinde sokulmaması gerekir.

En iyi dağılımın ve en düşük giderin hesaplanması için iki teknik geliştirilmiştir. Bunlar "Basamak Metodu" ve "Basitleştirilmiş Dağıtım" veya "MODİ Metodu"dur.

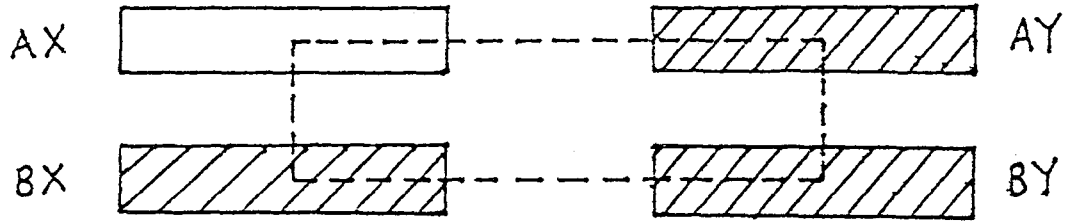
6.6.1.Basamak Metodu

A.Charnes ve W.W.Cooper tarafından geliştirilen bu metodun temel işlemi boş bir hücreye tahsis yapıldığında, toplam giderlerin ne kadar değişeceğini hesaplanmasıdır. Eldeki dağılımda tahsis yapılmamış hücrelere tahsis yapıldığı zaman toplam gider azalıyorsa optimum çözüme daha yaklaşılmış olur. Dağılımın bileşimi değiştirildiğinde daha düşük bir toplam gider elde edilemiyorsa optimum çözüme ulaşılmış demektir.*

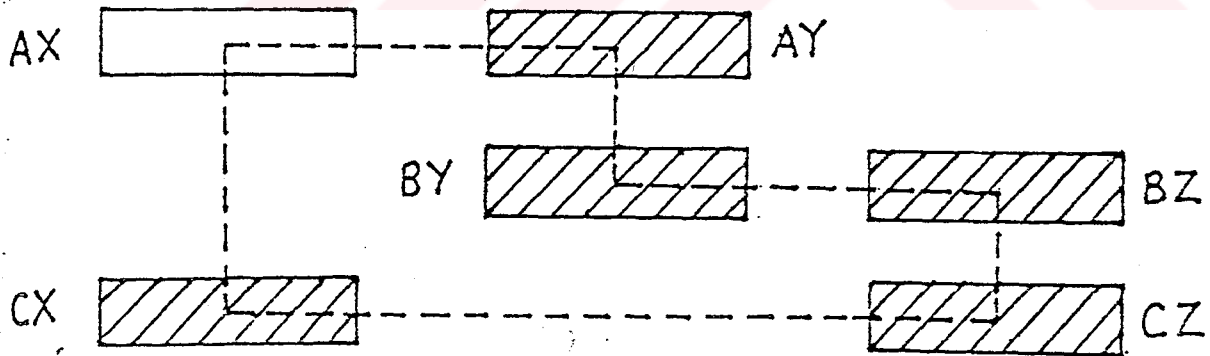
Boş bir hücreye tahsis yapıldığında toplam giderin ne kadar değişeceğini görmek için o boş hücrenin gizli maliyetinin (alternatif maliyetinin) hesaplanması gerekmektedir. Bir boş hücrenin gizli maliyeti, o boş hücreye bir birimlik tahsis yapıldığı zaman toplam giderde oluşacak değişiklik miktarıdır. Bir boş hücreye bir birim tahsis yapıldığında o hücrenin bulunduğu sıra ve sütun şartlarının (üretim ve talep miktarları) aynen korunması gereklidir. Bu nedenle tahsis yapılan hücreden başlayarak komşu dolu hücrelerdeki tahsisleri bir birim eksiltip bir birim arttırarak denge korunmuş olur. Bu eksiltme ve arttırma sırasındaki dolu hücrelerin giderleri göz önüne alınarak ilgili gizli maliyet ve toplam giderdeki değişim bulunur.

Basamak metodu 4 aşamada uygulanır.

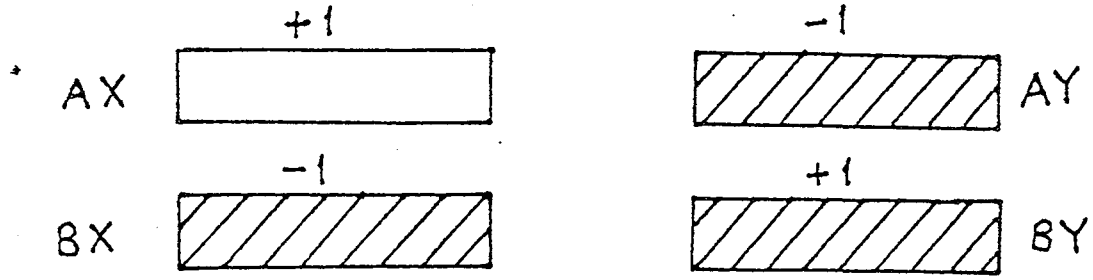
I.Aşama:Herhangi bir boş hücre ile ilmek oluşturan üç dolu hücre kullanılır. "İlme", matrisdeki hücreler arasında yatay ve dikey sıçrama meydana gelmiş kapalı bir dizidir.



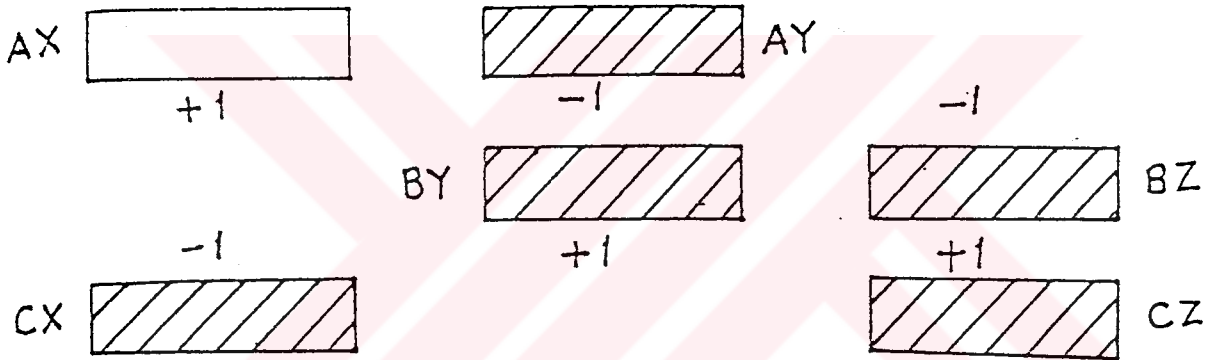
Boş olan AX hücresi, dolu hücreler olan AY, BX ve BY ile şekildeki gibi birleştirilir. Bu ilmek oluşturulurken iki sıra ve iki sütundan faydalanılır. Bazı durumlarda ikiden fazla sayıda sıra ve sütun ile çok sayıda hücre kullanılması gerekebilir. Örneğin; aşağıdaki örnekte boş AX hücresi ile dolu AY, BY, BZ, CZ ve CX hücreleri bir ilmek oluştururlar.



II.AŞAMA:AX hücresine 1 birim ilave edilir. Sıra ve sütun gerekleri bozulmadan, hücrenin bulunduğu satır ve sütundaki AY ve BX hücrelerinden birer birim indirilir, BY hücresine ise 1 birim eklenir.



6 hücre ile oluşturulan ilmek örneğinde ise aşağıda gösterildiği gibi AX, BY, CZ hücrelerine birer birim eklenirken, diğerlerinden birer birim çıkarılır.



III.AŞAMA:Başlangıç gözümünde yer almayan AX hücrelerini kullanmakla, her birim için bu hücrenin c_{ij} değeri kadar gider artışı yaratılmış olur. AY ve BX hücrelerinde ise indirim yapıldığı için bu hücrelerin c_{ij} 'leri kadar bir gider azalışı söz konusudur. BY hücreleri ise gider artışı yaratmaktadır. Bu nedenle AX boş hücrelerini doldurmakla, $+AX-AY+BY-BX$ kadar bir gider değişikliği yapılmış olur. Bu mantıkla bütün boş hücreler için gizli maliyetler hesaplanır. 6 hücre kullanarak oluşturduğumuz ilmekte de mantık aynıdır.

IV.AŞAMA:Boş hücrelerin bulunan gizli maliyetlerinin tümünün pozitif olması durumunda daha önce bulduğumuz başlangıç çözümü optimum çözüm olmaktadır. Bir veya daha fazla sayıda boş hücre (-) işaretine sahip ise başlangıç çözümü optimal değildir. Gizli maliyetlerin sıfır olması ise, herhangi bir maliyet değişimi olmaksızın alternatif bir dağılımı ifade etmektedir.

Optimal gözüme ulaşmayan durumlarda yukarıda sözü edilen aşamalar tekrarlanır. Ancak bu aşamalarda sadece önceki çözümde en yüksek negatif değerli boş hücreye mümkün olan en yüksek tahsis yapılır. Bu aşamaların tekrarlanmasındaki amaç, minimum maliyete mümkün olduğu kadar kısa zamanda ulaşmak olduğuna göre, en yüksek negatif değerli boş hücreye en yüksek tahsisin yapılması doğal olmaktadır.

Yapılan bu işlemler Tablo (6.7)'de verilen ve En Az Giderli Hücreler Metodu ile bulunan başlangıç çözümü IV'de uygulanarak, bu çözümün gerçekten optimal olup olmadığı, değil ise optimuma nasıl ulaşılacağı bu metod yardımı ile gösterilebilir (Tablo 6.17).

En az giderli hücreler metodu ile bulunan çözümde toplam gider 50 TL'dir. Yapılacak optimalite testi ile toplam giderin daha fazla düşürülüp düşürülmeyeceği ortaya çıkacaktır.

Tablo (6.17)'de de görüldüğü gibi U_1T_1 , U_2T_2 , U_2T_3 , U_2T_4 , U_3T_3 ve U_3T_4 hücreleri tahsis yapılmamış, boş hücrelerdir. Bu boş hücrelerin gizli maliyetini (d_{ij}) hesaplırsak;

$d_{11}=+5-7+5-4=-1$ (U_1T_1 boş hücresi U_1T_2, U_3T_2 ve U_3T_1 hücreleri ile ilmek oluşturmaktadır.)

TABLO (6.17) BAŞLANGIÇ ÇÖZÜMÜ VE BASAMAK METODU İLE
OPTİMALİTE TESTİ

Tüketim Merkezi Üretim Merkezi	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	Üretim Miktarı
U ₁	5	7	6	4	6
U ₂	3	6	7	5	2
U ₃	4	5	8	6	2
Talep Miktarı	3	2	4	1	10

$d_{22}=+6-5+4-3=+2$ (U₂T₂ boş hücresi U₃T₂, U₃T₁ ve U₂T₁ hücreleri ile ilmek oluşturmaktadır.)

$d_{23}=+7-6+7-5+4-3=+4$ (U₂T₃ boş hücresi U₁T₃, U₁T₂, U₃T₂, U₃T₁ ve U₂T₁ hücreleri ile ilmek oluşturmaktadır.)

$d_{24}=+5-4+7-5+4-3=+4$ (U₂T₄ boş hücresi U₁T₄, U₁T₂, U₃T₂, U₃T₁ ve U₂T₁ hücreleri ile ilmek oluşturmaktadır.)

$d_{33}=+8-6+7-5=+4$ (U₃T₃ boş hücresi U₁T₃, U₁T₂ ve U₃T₂ hücreleri ile ilmek oluşturmaktadır.)

$d_{34}=+6-4+7-5=+4$ (U₃T₄ boş hücresi U₁T₄, U₁T₂ ve U₃T₂ hücreleri ile ilmek oluşturmaktadır.)

Görüldüğü gibi d_{11} dışındaki bütün boş hücrelerin gizli maliyetleri pozitiftir. Yani bu boş hücrelere yapılacak bir birimlik tahsis toplam gideri arttırıcı özelliğe sahiptir. Örneğin U_2T_2 boş hücreğine (yani 2. üretim merkezinden 2. tüketim merkezine) bir birim mal tahsis ettiğimizde toplam gider 2 TL artacaktır. Gene U_2T_3 boş hücreğine yapılacak bir birimlik tahsis toplam giderleri 4 TL. artıracaktır. Aynı durum U_2T_4 , U_3T_3 ve U_3T_4 hücreleri içinde sözkonusudur.

Gider azaltıcı olarak görünen tek hücre U_1T_1 hücresidir. Çünkü bu hücrenin gizli maliyeti (d_{11}) negatiftir. Birinci üretim merkezinden, birinci tüketim merkezine yapılacak bir birimlik tahsis toplam gideri 1 TL. azaltacaktır.

U_1T_1 hücreğine yapılacak tahsisin kaç birim olacağına şu şekilde karar verilir. d_{11} gizli maliyetini hesaplarken kullanılan dolu hücrelerin köşelerindeki giderlerden (c_{ij}) hesaplama (-) olarak alınanlara bakılır. Bu tahsislerden en düşük olanı boş kareye yapılacak yeni tahsis miktarıdır. Çünkü ancak en küçük tahsis miktarı yer değiştirdiğinde sıra ve sütun gerekleri korunmuş olur. Bu değerlerden $U_1T_2=1$ ve $U_3T_1=1$ olup birbirine eşittir. Dolayısıyla U_1T_1 boş hücreğine yapılacak yeni tahsis miktarı 1 birimdir ve toplam gideri de 1 birim azaltacaktır.

Bu açıklamalara göre yeni ulaştırma matrisi düzenlenir (Tablo 6.18).

Yeni bulduğumuz çözümde toplam gider 50 TL'den 49 TL'ye düşmektedir ve bu çözüm VAM metodu ile elde ettiğimiz başlangıç çözümünün aynısını vermektedir. Dolayısıyla VAM metodunun optimuma en yakın sonucu veren bir yöntem olduğu ortaya çıkmaktadır.

TABLO (6.18) OPTİMUM ÇÖZÜM

Tüketim Merkezi Üretim Merkezi	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	Üretim Miktarı
U ₁	1	5	7	6	4
U ₂	2	3	6	7	5
U ₃		4	5	8	6
Talep Miktarı	3	2	4	1	10

Ulaşılan çözümde tahsis sayısı 5 olup $(m+n-1)$ 'den daha düşüktür. Çözümde bir bozulma durumu söz konusudur. Bu durumda boş hücrelerden birine E miktarında tahsis yapılarak matris düzenlenmeli ve yeniden boş hücrelerin gizli maliyetleri hesaplanarak optimalite testi uygulanmalıdır. Bu işlem boş hücrelerin gizli maliyetlerinin tümünün pozitif olması durumuna kadar devam eder.

6.6.2. Basitleştirilmiş Dağıtım (MODİ) Metodu

MODİ metodu 1955 yılında Ferguson ve Sargent tarafından geliştirilmiş bir metod olup, doğrusal programlamadaki ikilik (duality) kavramından hareket eder.

bu metod doğrusal programlamadaki "Dual Simplex" çözüm metodunu ulaştırma matrisi için kullanan bir tekniktir.*

Basamak metoduna kıyasla hesaplama yöntemi ve optimuma ulaşma süresi çok daha kolaydır. Ayrıca ulaştırma modelindeki duyarlılık analizi de yapılabilir.

Her doğrusal programlamanın bir ikilisi mevcuttur. Ulaştırma modeli doğrusal programlamanın özel bir hali olduğundan onun da ikilisi mevcuttur.

Problemin ilk şekline "Esas (primal) Ulaştırma Modeli" adı verilirse, esas ve ikili modellerinin çözümleri arasında çok yakın bir ilgi vardır. Birisinin optimum çözümü bilindiği takdirde diğerinin çözümünü bulmak kolaydır.

Ulaştırma modelinin genel formülasyonu modelin birincil (primal) problemi sayarsak, ikincil (dual) problem de aynı notasyon ile şöyle tanımlanabilir.**

Birincil Problem

$$\min. \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

Kısıtlar;

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, \quad i=1, \dots, m$$

İkincil Problem

$$\max \sum_{i=1}^m a_i u_i + \sum_{j=1}^n b_j v_j$$

Kısıtlar;

$$u_i + v_j \leq c_{ij} \\ i=1, \dots, m \\ j=1, \dots, n \\ \text{ve}$$

*Altınkaynak, S., a.g.e.:37

**Hadley, G., 1963. Linear

Programming, Reading, Massachusetts, Addison Wesley Publishing Co:351

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, \quad j=1, \dots, n$$

u_i, v_j pozitif veya
negatif istenilen
değeri alabilir.

$$x_{ij} \geq 0, \quad i=1, \dots, m \\ j=1, \dots, n$$

Formülde u_i ve v_j , doğrusal programlamada ikincil değişkenler olarak adlandırılan değişkenlerdir. Bunlar problemdeki gölge fiyat ve gölge maliyet unsurlarını tanımlamaktadır.

Bir doğrusal programlama probleminin optimum çözümü o problemin hem birincil ve hem de ikincil sınırlamalarını sağlar. Yani birincil ve ikincil problemin optimum çözümleri aynı değerleri verecektir. Bu durumda bir ulaştırma modelini çözmek için, ikincil problemdeki sınırlama koşulunu sağlamak yeterli olmaktadır. Eğer tüm c_{ij} 'ler için $u_i + v_j \leq c_{ij}$ veya $u_i + v_j - c_{ij} \leq 0$ ise optimum çözüme ulaşılmış demektir.

Bir ulaştırma modelinde m adet sıra ve n adet sütun olduğuna göre, (m+n) kadar denklem, dolayısıyla (m+n) sayıda u_i ve v_j vardır. Ancak bu denklemlerden (m+n-1) kadarını bilerek herhangi bir çözüme ulaşılabileceğine göre, u_i ve v_j 'lerden birinin değeri sıfır olarak kabul edilebilir. Genellikle uygulamada arzı en büyük olan merkezin u_i değeri sıfır alınır. Bundan sonra dolu hücreler için $-c_{ij} + u_i + v_j = 0$ kabul edilerek tüm u_i ve v_j değerleri hesaplanır. Çözümde olmayan boş hücrelerin gizli maliyetleri ise $d_{ij} = -c_{ij} + u_i + v_j$ bağıntısına göre hesaplanır.*

$u_i + v_j - c_{ij} \leq 0$ veya $u_i + v_j \leq c_{ij}$ sınırlamasının
sağlanabilmesi için tüm d_{ij} değerlerinin (gizli

maliyetlerin) sıfır veya negatif olması gerekir. Buna göre; eğer herhangi bir boş hücrenin gizli maliyeti (+) ise oraya yapılacak yeni bir tahsis ile toplam gider düşürülebilecektir. Eğer tüm d_{ij} değerleri sıfır veya negatif ise optimum çözüme ulaşılmış demektir.

Buraya kadar anlatılan işlemler Tablo (6.7)'de verilen ve en az giderli hücreler metodu ile bulunan başlangıç çözümü IV'e uygulayarak optimum çözümü bulabiliriz (Tablo 6.19).

TABLO (6.19) BAŞLANGIÇ ÇÖZÜMÜ VE MODİ TEKNİĞİNİN UYGULANMASI

Tük Mer Or Merkezi	T_1	T_2	T_3	T_4	Üretim Miktarı	U_i
U_1	5	7	6	4	6	0
U_2	3	6	7	5	2	-3
U_3	4	5	8	6	2	-2
Talep Miktarı	3	2	4	1	10	
V_j	6	7	6	4		

Üretim merkezlerinden arzı en büyük olan merkez U_1 merkezidir. Bu merkezin u_1 değeri sıfır olarak alınır.

$$u_1=0$$

$u_i+v_j-c_{ij}=0$ bağıntısını kullanarak dolu hücrelerin v_j ve diğer u_i değerleri hesaplanır.

$$v_j=c_{ij}-u_i$$

$$u_i=c_{ij}-v_j$$

$$v_2=c_{12}-u_1=7-0=7$$

$$v_3=c_{13}-u_1=6-0=6$$

$$v_4=c_{14}-u_1=4-0=4$$

$$u_3=c_{32}-v_2=5-7=-2$$

$$v_1=c_{31}-u_3=4-(-2)=6$$

$$u_2=c_{21}-v_1=3-6=-3$$

olarak sırası ile hesap edilir.

Çözümde olmayan boş hücrelerin gizli maliyetleri ise şu bağıntı yardımı ile hesap edilir.

$$d_{ij}=-c_{ij}+u_i+v_j$$

$$d_{11}=-c_{11}+u_1+v_1=-5+0+6=1$$

$$d_{22}=-c_{22}+u_2+v_2=-6+(-3)+7=-2$$

$$d_{23}=-c_{23}+u_2+v_3=-7+(-3)+6=-4$$

$$d_{24}=-c_{24}+u_2+v_4=-5+(-3)+4=-4$$

$$d_{33}=-c_{33}+u_3+v_3=-8+(-2)+6=-2$$

$$d_{34}=-c_{34}+u_3+v_4=-6+(-2)+4=-4$$

Sadece d_{11} değeri pozitiftir. Bu boş hücreye yapılacak bir birimlik yeni bir tahsis toplam gideri 1 TL düşürecektir. Diğer boş hücrelere yapılacak herhangi bir yeni tahsis bizi daha iyi bir dağılıma götürmeyecektir.

Sıra ve sütun gerekleri bozulmadan x_{11} boş hücresine yapılabilecek en büyük tahsis bir birimdir. $x_{11}=1$ tahsisi yapılarak Tablo (6.20)'deki çözüm elde edilir.

TABLO (6.20) OPTİMUM ÇÖZÜM

Tüketim Merkezi Üretim Merkezi	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	Üretim Miktarı	
U ₁	1	5	7	6	4	6
U ₂	2	3	6	7	5	2
U ₃		4	5	8	6	2
Talep Miktarı	3	2	4	1	10	10

Tablo (6.20)'de bulunan yeni çözümde toplam gider 49 TL'dir ve daha önceki başlangıç çözümünde bulduğumuz toplam giderden (50 TL) daha düşük olmaktadır.

Ancak ulaşılan yeni çözümde tahsis sayısı $(m+n-1)$ 'den düşük olmakta, başka bir ifade ile bozulma durumu ortaya çıkmaktadır. Bu durumda, düzenlenen tablo için yeniden u_1 ve v_j değerleri, boş hücrelerin gizli maliyetleri hesaplanır. Bu işlem gizli maliyetlerin tümünün negatif olmasına kadar devam eder. Sonuçta elde edilen çözüm bize optimum çözümü verecektir.

Basamak metodu ve MODİ metodu ile bulunan iki optimum çözüm de birbirinin aynı olacaktır.

6.7.Ulaştırma Modelinde Özel Durumlar

Ulaştırma modelinde kabul edilen varsayımlar, bazı durumlarda gerçekleşmeyebilir. Örneğin toplam arz toplam talebe eşit olmayabilir, başlangıç çözümünde veya optimalite testlerinde toplam tahsis sayısı, temel bir çözüm için gerekli olan sayıdan yani $(m+n-1)$ 'den daha az olabilir. Bu tür olaylar ulaştırma modelinin değiştirilmesini gerektirebilir. Aşağıda ulaştırma modelinde ortaya çıkabilecek özel durumlar açıklanmıştır.

6.7.1.Bozulma Durumu Ve özümü

Bir ulaştırma modelinde başlangıç çözümünün bulunması sırasında veya optimumu ararken bulunan ara çözümlerde toplam tahsis sayısı (temel değişken sayısı k), bağımsız sınırlama denklem sayısından daha az ise başka bir ifade ile;

$$k < m+n-1$$

bağıntısı geçerli ise, ulaştırma modelinde bir bozulma durumu sözkonusu olmaktadır.

Böyle bir durumda yeteri kadar dolu hücre olmadığından, basamak metodunda hücreler arası ilmek oluşturulması ve MODİ metodunda da yeteri kadar denklem olmadığından, u_i ve v_j 'lerin dolayısıyla da boş hücrelerin gizli maliyetlerinin (c_{ij}) hesaplaması mümkün olmamaktadır. Bu nedenle bozulmuş bir çözümü, bazı değiştirmeler yapmadan optimalite testine tabi tutmak veya yeni iterasyonlara geğmek mümkün değildir. Bu değişmelerin nasıl yapılacağına geğmeden önce bozulma durumunun ortaya çıkış şekillerini açıklamakta yarar görölmektedir.

Bozulma hali genellikle iki aşamada ortaya çıkmaktadır.

6.7.1.1.Başlangıç Çözümünün Bulunması Sırasında

Örneğin kuzey batı köşesi metodunda açıklandığı gibi başlangıç çözümünün bulunması sırasında bir boş hücreye, örneğin x_{ij} hücresine en fazla $x_{ij}=\min(a_i, b_j)$ kadar tahsis yapılabilmektedir. Eğer $a_i=b_j$ olması durumunda x_{ij} hücresine yapılan maksimum tahsis indirgenmiş matriste hem i sırasının ve hem de j sütununun çıkarılmasına neden olmaktadır. Bu şekilde elde edilen başlangıç çözümünde tahsis sayısı $(m+n-1)$ 'den daha az olduğu için çözüm bozulmuş bir çözüm durumuna gelmektedir. Aynı durumda (yeni $a_i=b_j$ durumuna) başlangıç çözümünün oluşturulmasında kullanılan diğer yöntemler izlenirken de karşılaşılabılır. Örneğin Tablo (6.11) VAM III'deki durum bu sorunu yaratmaktadır.

6.7.1.2.Optimalite Testleri Sırasında

Basamak veya MODİ metodunda boş hücrelerin gizli maliyetlerine bakılarak uygun görülenlere tahsis yapılması sırasında, bu tahsisin ne kadar olması gerektiğine dolu hücrelerden negatif işaretli olanların en küçüğünü alarak karar verilmekteydi. Bu aşamada negatif işaretli dolu hücrelerin değerleri birbirine eşit olabilir. Bu durumda bir sonraki iterasyonda sözkonusu değerler sıfır olacağından tahsis sayısı azalarak, çözüm bozulmuş hale gelecektir. Tablo (6.19)'da Modi tekniğinin uygulanmasında bu durum ortaya çıkmaktadır.

Bozulma durumunun ortaya çıkması halinde modelin uygunluğunu zedelememek için $(m+n-1)$ ile tahsis yapılan

hücre sayısı arasındaki fark kadar eksik hücrenin, E (epsilon) gibi sıfıra son derece yakın pozitif bir sayı ile doldurulması gerekir. Örneğin (4x5) boyutlu bir modelde tahsis yapılan hücre sayısının 8 olması (4+5-1) gerekirken sadece 6 hücreye tahsis yapılmış ise, eksik kalan 2 hücreye E sayısının yerleştirilmesi gerekmektedir. Sıfıra son derece yakın olan bu sayı, gerek sıra, gerekse sütun toplamalarını değiştirmeyecek, dolayısıyla da modelin uygunluğunu zedelemeyecektir.

Pratikte E miktarının hangi boş hücreye konacağına karar vermek oldukça önemlidir. Uygun yerdeki boş bir hücreye konulmaması durumunda, tüm boş hücrelerin gizli maliyetlerini hesaplayabilmek mümkün olmayacaktır. Başka bir ifade ile E sayısının yerleştirileceği boş hücre, diğer dolu hücrelerle bağımlı pozisyonda bulunmamalıdır. Bunun dışında E sayısının hangi boş hücreye yerleştirilmesi gerektiği konusunda herhangi bir kural olmamasına karşın, en küçük gider katsayılı hücrenin seçilmesi şeklinde yaygın bir uygulama mevcuttur.

Modele gerekli sayıda E eklendikten sonra ortaya çıkan çözümün optimal olup olmadığı test edilir.

Daha önce ele alınan örnekte gerek VAM metodu ile ortaya çıkan başlangıç çözümünde ve gerekse optimalite testlerinde kullanılan basamak metodu ve MODİ metodunda ortaya çıkan çözümde, bozulma durumu ile karşı karşıya kalınmıştı. Tablo (6.12)'deki çözümü tekrar ele alarak çözümdeki bozulma durumu ve giderilmesini açıklamaya çalışalım.

Tablo (6.21)'de görüldüğü gibi elde edilen çözüm sıra ve sütun gereklerini karşıladığı için uygun bir çözüm olsa dahi, toplam tahsis sayısının $4+3-1=6$ olması gerekirken, sadece 5 hücrenin doldurulması nedeni ile temel bir çözüm

olma niteliğini kaybetmektedir. Bu nedenle toplam tahsis sayısını, $m+n-1$ 'e çıkarmak için boş hücrelerden herhangi birine E miktarının yerleştirilmesi gerekmektedir. E sıfıra çok yakın pozitif bir değer olduğundan toplam gideri etkileyecek bir niteliği yoktur. Sadece 6 dolu hücre ile çalışılmasını sağlamaktadır.

TABLO (6.21) BOZULMA DURUMU VE ÇÖZÜMÜ

Tüketim Merkezi Üretim Merkezi	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	Üretim Miktarı
U ₁	1	5	4	1	6
U ₂	2	3	6	7	2
U ₃	E	4	5	8	2
Talep Miktarı	3	2	4	1	10

Tabloda boş hücrelerden sadece U_3T_1 ve U_1T_2 'ye E değeri yerleştirilebilir. Diğer boş hücrelere bu değer yerleştirilmesi durumunda, ya bütün boş hücrelerin gizli maliyetleri hesaplanamamakta veya ortaya çıkan gizli maliyetlerde E'nin negatif değer alması gerekmektedir. Bu sakıncaların giderilmesi için, bu iki boş hücrelerden birine, örneğin U_3T_1 hücresine E miktarı yerleştirilebilir. Böyle bir değişiklikten sonra boş hücrelerin gizli maliyetleri basamak tekniği ile hazırlanıp, toplam giderin

düşürülme olanağının olup olmadığı araştırılır. Boş hücrelerin gizli maliyetleri;

$$d_{12}=+7-5+4-5=+1$$

$$d_{22}=+6-5+4-3=+2$$

$$d_{23}=+7-6+5-3=+3$$

$$d_{24}=+5-4+5-3=+3$$

$$d_{33}=+8-6+5-4=+3$$

$$d_{34}=+6-4+5-4=+3$$

d_{ij} değerlerinin tümü pozitiftir. Yani boş hücrelerden herhangi birine yapılacak bir birimlik tahsis toplam gideri düşürmeyecektir. Dolayısı ile Tablo (6.21)'de bulunan çözüm optimum çözüm olup, toplam gider 49 TL'dir. Yapılan E tahsisi ile toplam gider etkilenmediği gibi tahsis sayısı ise 6'ya (4+3-1) çıkmaktadır.

6.7.2.Alternatif Optimum Çözüm

Eğer herhangi bir optimum çözümde bir (veya birkaç) boş hücrenin gizli maliyeti sıfır ise, bu boş hücre yeni tahsis yapılarak çözüme getirildiğinde bulunan yeni dağılım alternatif optimum çözümü vermekte ve toplam giderde herhangi bir değişiklik olmamaktadır.

Bir ulaştırma problemi ile ilgili olarak Tablo(6.22)'deki gibi bir çözüm elde edilmiş olsun.

Böyle bir çözümde toplam gider;

$$G_1=(2 \times 3)+(4 \times 1)+(6 \times 2)+(9 \times 3)+(2 \times 2)=53 \text{ TL'dir.}$$

Basamak metodu ile boş hücrelerin gizli maliyetleri hesaplanarak, erişilen çözümün optimum olup olmadığına bakılır.

TABLO (6.22) ALTERNATİF OPTİMUM ÇÖZÜM I

Tüketim Merkezi Üretim Merkezi	T ₁	T ₂	T ₃	Üretim Miktarı
Ü ₁	3	2	4	4
Ü ₂	8	6	9	5
Ü ₃	2	1	5	2
Talep Miktarı	5	2	4	11

$$d_{12}=+5-4+9-6=+4$$

$$d_{21}=+8-9+4-2=+1$$

$$d_{32}=+1-6+9-4+2-2=0$$

$$d_{33}=+5-4+2-2=+1$$

Tüm d_{ij} değerleri pozitif veya sıfır olduğuna göre erişilen çözüm optimum, bulunan toplam gider de en düşük toplam giderdir. Ayrıca toplam tahsis sayısının (5), $(m+n-1)$ 'e eşit olması açısından da temel bir çözümdür.

x_{32} hücresinin gizli maliyeti sıfırdır. Buraya yapılacak yeni bir tahsis toplam giderimizi azaltmayacak, fakat yeni bir optimum dağılım verecektir. Söz konusu alternatif optimum çözüm ise Tablo(6.23)'de verilmiştir.

$$\text{Toplam Gider } G_2=(2 \times 4)+(6 \times 1)+(9 \times 4)+(1 \times 2)+(1 \times 1)=53 \text{ TL.}$$

TABLO (6.23) ALTERNATİF OPTİMUM ÇÖZÜM II

Tüketim Merkezi Üretim Merkezi	T ₁	T ₂	T ₃	Üretim Miktarı
Ü ₁	4	2	5	4
Ü ₂	8	6	9	5
Ü ₃	2	1	5	2
Talep Miktarı	5	2	4	11

Dağılımın şekli değiştiği halde toplam giderde bir değişme olmamış ve çözüm optimum kalmıştır.

Bu çözüm içinde boş hücrelerin gizli maliyetleri hesaplandığında, bu kez x_{13} hücresinin gizli maliyeti sıfır olacaktır. Bu durum bir önceki çözümü sağlamaktadır.

Bir optimum çözümün birden fazla alternatif optimumu olabilir. Uygulamada hangi alternatif optimum dağılımın esas alınacağı karar alıcının tercihi kalacaktır.

6.7.3.Dengesiz (Açık) Ulaştırma Modeli

Ulaştırma modelinin genel formülasyonu içinde, varsayımlardan biri de üretim merkezlerindeki toplam arz miktarının, tüketim merkezlerindeki toplam talep miktarına eşit olduğu varsayımı idi. Tutarlılık veya denge şartı da

denilen bu sınırlayıcı şart ile, ulaştırma modeli kapalı (veya dengeli) ulaştırma modeli şeklinde tanımlanmaktadır.

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j \quad \text{Tutarlılık (denge) şartı.}$$

Pratikte her zaman toplam arz, toplam talebe eşit olmayabilir. Bu durumda dengesiz ulaştırma modeli sözkonusudur.

Gerçekte kapalı ulaştırma modeli kuruluş yeri seçiminde daha çok optimum dağıtım planına ilişkin bir optimizasyon modelidir. Buna karşın toplam arzın toplam talebe eşit olmaması durumunda ortaya çıkan dengesiz ulaştırma modeli ise, kuruluş yeri seçimine yönelik bir optimizasyon modelidir.

Toplam talebin toplam arza eşit olmaması durumunda iki olasılık sözkonusudur.

6.7.3.1. Toplam Arzın Toplam Talebten Büyük Olması Durumu

$$\sum_{i=1}^m a_i > \sum_{j=1}^n b_j$$

Böyle bir durumda eşitliği sağlamak amacı ile modele arz fazlası kadar bir hayali tüketim merkezi (aylak sütun) ilave edilir. Problem, belli bir ürünün üretim merkezinden talep merkezlerine olan dağıtımının optimize edilmesine yönelikse, söz konusu arz fazlasının gerçekte mevcut olmayan bir hayali tüketim merkezine taşınması söz konusu olamayacağından, bu arz fazlası stoklama olarak dikkate alınacaktır. Bu açıdan hayali tüketim merkezinin c_{ij} değerleri probleme göre değişiklik gösterecektir. Örneğin;

fabrikaların üretim seviyeleri sabitse ve arz fazlası yükleme yerlerinde depo ediliyorsa, hayali tüketim merkezinin c_{ij} değerleri depolama giderlerine eşit olacaktır. Eğer üretim seviyesi değişebiliyorsa ve a_i 'ler maksimum üretim seviyesini gösteriyorlarsa, ayrıca maksimum üretim seviyesinden uzaklaşma hiçbir gideri gerektirmiyorsa, söz konusu c_{ij} 'ler sıfır değerini alacaktır.

Hayali tüketim merkezi ek bir sütun halinde modele eklendikten sonra önceki bölümlerde açıklanan metodlarla başlangıç çözümü kurulup, optimalite testleri yapılır.

Anlatılanlar bir örnek yardımı ile açıklanabilir. Tablo (6.24)'de herhangi bir ulaştırma problemine ait başlangıç tablosu oluşturulmuştur. Toplam arz miktarı 275 birim, toplam talep miktarı ise 245 birimdir. Arada 30 birimlik arz fazlasını içeren ve c_{ij} değerleri sıfır olan bir hayali tüketim merkezi veya aylak sütun tabloya eklenerek Tablo (6.25)'e ulaşılır.

TABLO (6.24) BAŞLANGIÇ TABLOSU

Tüketim Merkezi Üretim Merkezi	T_1	T_2	T_3	Üretim Miktarı
U_1	7	9	11	105
U_2	5	10	10	95
U_3	6	13	8	75
Talep Miktarı	30	95	60	275 245

TABLO (6.25) DÜZELTİLMİŞ BAŞLANGIÇ TABLOSU VE OPTİMUM ÇÖZÜM

Tüketim Merkezi Üretim Merkezi	T_1	T_2	T_3	Hayali Merkez	Üretim Miktarı
U_1	7 95	9 10	11 0	10	105
U_2	5 90	10	10 5	0	95
U_3	6	13 60	8 15	0	75
Talep Miktarı	90	95	60	30	275

Tablo (6.25)'de hayali tüketim merkezi modele eklendikten sonra başlangıç çözümünün optimalite testleri sonucu, ulaşılan optimum dağılım verilmektedir. Bu dağılımın sonucuna göre 105 birim mal üreten U_1 üretim merkezi bunun 95 birimini T_2 talep merkezine verecek, kalan 10 birimi ise stoklamaya gidecektir.

U_2 üretim merkezi 90 birimini T_1 'e verecek ve 5 birimini stoklayacak, U_3 ise 60 birimini T_3 'e verip, 15 birimini stoklayacaktır.

Yapılan işlemlerden görüldüğü gibi arzın talepten büyük olması durumunda da ulaştırma modeli bazı değişiklikleri yerine getirecek dağıtım problemlerinde uygulanma olanağına sahiptir.

6.7.3.2. Toplam Talebin Toplam Arzdan Büyük Olması Durumu

$$\sum_{i=1}^m a_i < \sum_{j=1}^n b_j$$

Toplam arzın talebi karşılayamaması durumunda ise, ulaştırma matrisinin kurulabilmesi ve optimum çözümün elde edilebilmesi için toplam arz miktarını toplam talep miktarına eşitlemek amacı ile, modele talep fazlası kadar bir hayali üretim merkezi ilave edilir.

Kuruluş yeri seçimi probleminde, modele eklenecek olan ilave üretim merkezi hayali bir merkez olmayıp, gerçek bir üretim merkezidir ve taşıma giderleri (c_{ij} 'ler) ise gerçek taşıma giderleri olup, sıfırdan farklıdır.

Modelin sadece bir dağıtım optimizasyonu olarak ele alınması durumunda modele eklenecek hayali merkez ulaştırma matrisinin kurulmasını ve optimuma ulaşmada gerekli hesapların yapılabilmesini sağlayacaktır.

Anlatılanları bir örnek yardımı ile açıklayalım.

Tablo (6.26)'dan da anlaşıldığı gibi toplam talep 530 birim iken toplam üretim 490 dır. Arada 40 birimlik bir talep fazlalığı söz konusudur. Bu 40 birimlik fazlalığı içeren ve c_{ij} değerleri sıfır olan bir hayali üretim merkezi tabloya eklenerek Tablo (6.27)'ye ulaşılır.

TABLO (6.26) BAŞLANGIÇ TABLOSU

Tüketim Merkezi Üretim Merkezi	T ₁	T ₂	T ₃	Üretim Toplamı
U ₁	13	14	12	150
U ₂	12	15	14	175
U ₃	15	11	16	165
Talep Toplamı	180	190	160	490

TABLO (6.27) DÜZELTİLMİŞ BAŞLANGIÇ TABLOSU VE OPTİMUM ÇÖZÜM

Tüketim Merkezi Üretim Merkezi	T ₁	T ₂	T ₃	Üretim Toplamı
U ₁	13	14	12	150
U ₂	12	15	14	175
U ₃	15	11	16	165
Hayali Merkez	0	0	0	40
Talep Toplamı	180	190	160	530

Hayali üretim merkezi modele eklenip, başlangıç tablosu düzeltildikten sonra bulunan optimum çözüm Tablo (6.27)'de verilmektedir. Bulunan optimum dağıtımda $Ü_1$ üretim merkezi ürettiği 150 birimlik ürünü T_3 'e, $Ü_2$ üretim merkezi 175 birimi T_1 'e ve $Ü_3$ ise ürettiği 165 birimi T_2 merkezine verecektir. Hayali üretim merkezinden sözkonusu tüketim merkezlerine herhangi bir dağıtım yapılmayacağından c_{ij} değerleri sıfır olacaktır. Eğer eldeki problem optimum kuruluş yeri seçimine yönelik bir modelin kurulmasını gerektiriyorsa, bu durumda talep fazlalığı kadar (40 birim) miktarın yeni kurulan bir üretim merkezince karşılanacağı öngörülerek, modele gerçek bir üretim merkezi eklenir. Taşıma giderleri ise sıfır olmayıp, bu merkezden tüketim merkezlerine olan gerçek taşıma giderleridir. Ulaştırma modelinin bu şekilde düzenlenmesi Tablo (6.28)'de verilmektedir.

TABLO (6.28) DÜZELTİLMİŞ BAŞLANGIÇ TABLOSU VE OPTİMUM ÇÖZÜM

Tüketim Merkezi Üretim Merkezi	T_1	T_2	T_3	Üretim Toplamı
$Ü_1$	13	14	12	150
$Ü_2$	12	15	14	175
$Ü_3$	15	11	16	165
$Ü_4$	10	18	15	40
Talep Toplamı	180	190	160	530

40 birimlik fazla talebi karşılamak için modele ilave edilen U_4 üretim merkezinin T_1 , T_2 ve T_3 talep merkezlerine göndereceği ürünlerin bir biriminin taşıma giderleri sırası ile 10 TL, 18 TL ve 15 TL olsun. VAM metodu ile başlangıç çözümü kurularak yapılan optimalite testleri sonucu yukarıdaki optimum dağılıma ulaşılır. Fazla talebi karşılaması düşünülen U_4 üretim merkezi, ürettiği 40 birimide T_1 talep merkezine verecektir. Böyle bir çözümde toplam taşıma gideri 6210 TL olacaktır.

Optimum kuruluş yerini saptamak için modelden U_4 üretim merkezi çıkarılıp, onun yerine başka bir üretim merkezi ele alınıp, farklı taşıma giderleri ile optimum çözüm ve toplam taşıma giderleri bulunur. Modele sokulan üretim merkezlerinden hangisi minimum taşıma giderleri toplamını veriyorsa, o merkez optimum kuruluş yeri olarak seçilir.

6.7.4. Bazı Boşaltma Yerlerinde Taşıma Yapmanın Olanaksız Olması Durumu

Herhangi bir üretim merkezinden bir tüketim merkezine q malının birden çok şekilde taşınması mümkünse karayolu, demiryolu, havayolu, denizyolu gibi taşıma şekillerinden en ucuz olanı seçilir.

Bazı durumlarda boşaltma yerlerine çeşitli nedenlerle, örneğin; yol olmaması, liman tesislerinin yetersizliği vs. gibi nedenlerle taşıma yapmak olanaksız olabilir. Oysa ulaştırma tablosunda bütün ulaştırma yollarının kullanılabileceği varsayılmaktadır. Bu varsayımla gerçek durumu bağdaştırmak için, ulaşımın olanaksız olduğu yerlerde, gider katsayılarının sözkonusu hücrenin optimum çözüme hiçbir zaman girmemesi için, son derece artırılması

gerekmektedir. Böyle bir durumda taşıma gideri olarak N gibi problemin durumuna göre büyük bir değer alacak bir katsayı verilir.

Ulaştırma modelinde amaç, toplam ulaştırma giderlerini minimize etmek olduğundan ve N tanım gereği düşünülebilen herhangi bir sayıdan daha büyük değere sahip olacağından, N katsayılı değişken hiçbir zaman optimum çözümde yer almayacak ve böylece ulaştırma modeli gerçek duruma uydurulmuş olacaktır.

6.8.Ulaştırma Modelinde Duyarlılık Analizi

Ulaştırma modeli ve bulunan optimum çözüm, sabit veriler, yani bilinen veya tahminen hesaplanmış birim taşıma giderleri, arz ve talep miktarı üzerine kurulur. Ancak eldeki veriler zaman ve koşullar içinde değiştiğinde, bu veriler için ulaşılan optimum çözüm de değişebilecektir.

Doğrusal programlamanın ve ulaştırma modelinin statik sonuçlarının daha iyi yorumlanabilmesi ve eldeki verilerdeki değişikliklere bağlı olarak optimum çözümün nasıl değişeceğini anlayabilmek için başvurulan tekniğe "*Duyarlılık Analizi*" denmektedir.

Ulaştırma modelinde bu analiz üç şekilde uygulanır.

i)Arz ve talep merkezleri arasındaki birim taşıma giderleri veya modele eklenebilecek diğer giderler değiştiğinde toplam giderde, bulunan optimuma kıyasla olabilecek değişiklikler,

ii)Problemdaki üretim merkezlerinin arz miktarlarında bir değişiklik olduğu zaman (kapasite kullanımı, teknik

nedenler veya nakliye problemleri açısından) toplam giderde bulunan optimuma kıyasla doğabilecek değişiklikler.

iii) Problemdaki tüketim merkezlerinde talep miktarları değiştiğinde, toplam giderde bulunan optimum çözüme kıyasla ortaya çıkabilecek değişiklikler.

Ulaştırma modelinde ortaya çıkabilecek bu üç durumun incelenmesi, bir örnek yardımı ile bulunan optimum çözüm üzerinde yapılacak duyarlılık analizleri ile gösterilebilir.

6.8.1. Giderler Açısından Duyarlılık Analizi

Tablo (6.29)'da MODİ yöntemi ile optimalite testi yapılmış ve u_i ve v_j değerleri bulunmuş bir problemin, optimum çözümü verilmiştir.

TABLO (6.29) OPTİMUM ÇÖZÜM

Tük. Mer. / Ör. Merkezi	T_1	T_2	T_3	Üretim Miktarı	U_i
U_1	3 2	5	1 4	4	-5
U_2	8	2 6	9	5	0
U_3	2 2	1	5	2	-5
Talep Miktarı	5	2	4	11	
V_j	7	6	9		

MODİ tekniğinin açıklanmasında belirtildiği gibi, bir optimum gözümde tüm c_{ij} (birim gider) değerleri için $u_i + v_j - c_{ij} \leq 0$ olmalıdır. Yani başka bir ifade ile her c_{ij} değeri, $(u_i + v_j)$ değerinden büyük olduğu veya ona eşit olduğu sürece bulunan gözüm optimum kalacaktır.

Tablodan da görüldüğü gibi, optimum gözümde birinci üretim merkezi ile ikinci tüketim merkezi arasında bir birim malın taşıma gideri 5 TL'dir. Giderler açısından duyarlılık analizi şunu aramaktadır. Bu 5 TL'lik gider kaç liraya düşerse, birinci üretim merkezinden ikinci tüketim merkezine mal dağıtmak avantajlı olacaktır. Çünkü tablodan da anlaşıldığı gibi U_1T_2 hücresi optimum gözümde yer almadığına göre bu merkezler arasında taşıma avantajlı bir durum yaratmamaktadır. Ancak bu, aradaki taşıma gideri ile ilgili bir durumdur. Birim taşıma giderlerinin düşmesi durumunda ne kadarlık bir düşüşün optimum dağıtımı değiştireceği, $u_i + v_j - c_{ij}$ bağıntısı ile

$$u_1 + v_2 - c_{12} = -5 + 6 - 5 = -4$$

bulunur. Yani bir birim gider $5 - 4 = 1$ TL'ye düşmedikçe bulunan dağılım optimum kalacaktır. Eğer bu iki merkez arasında taşıma gideri 1 TL veya daha düşük olsa idi, optimum dağılımda U_1T_2 hücresi de yer alacaktır.

İkinci bir örnek olarak U_2T_1 hücresi ele alındığında, bu hücrenin birim taşıma gideri 8 TL'dir. Bu giderin kaç liraya düşmesi durumunda bu hücreye de tahsis yapılmasının kârlı olacağı ortaya konduğunda;

$$u_2 + v_1 - c_{21} = 0 + 7 - 8 = -1$$

$c_{21} = 8 - 1 = 7$ TL'ye düşmesi durumunda U_2T_1 hücresi de gözüme girecek ve daha önce bulunan gözüm optimum olmaktan çıkacaktır.

Diğer boş hücrelerin analizleri ve optimum çözümün ne zaman bozulacağı benzer şekilde hesaplamalar yapılarak yorumlanabilir.

6.8.2.Arz Miktarları Açısından Duyarlılık Analizi

Ulaştırma modelinde u_i ve v_j değerleri doğrusal programlamadaki gölge fiyat ve gölge maliyet kavramlarına karşılık gelmektedirler ve bu değerlere karşıt gelen sıra veya sütundaki değişken çözüme girdiğinde toplam kârda birim başına meydana gelen değişikliği göstermektedirler.

Örneğin Tablo (6.29)'da görüleceği üzere eğer birinci üretim merkezinin arz miktarı $a_1=4$ yerine $a_1=5$ olsa idi, toplam gider $53+(-5)=53-5=48$ TL'ye düşecektir. Bu örnekten görüldüğü gibi arz miktarı arttığı halde, toplam gider düşmektedir. Bunun nedeni, artan arz miktarına bağlı olarak, sıra ve sütun koşullarını sağlamak amacı ile tüm tahsislerde değişiklik olması, buna bağlı olarak her yeni tahsisin getirdiği eksiltici ve arttırıcı etkinin, net sonuç olarak -5 TL'lik bir düşüşü ortaya çıkmasıdır. Benzer şekilde eğer $a_1=3$ olsa idi toplam gider $53-(-5)=53+5=58$ olacaktır.

Diğer üretim merkezlerinin üretim miktarlarındaki artma veya azalmaların toplam gideri ne şekilde etkileyeceği v_j 'lerin değerlerine bakılarak benzer şekilde yorumlanabilir.

6.8.3.Talep Miktarları Açısından Duyarlılık Analizi

Ulaştırma modelindeki duyarlılık analizleri içinde bir birimlik fazla veya eksik talep miktarının gölge maliyetini de v_j değeri belirlemektedir.

Örneğin Tablo (6.29)'da görüleceği gibi, eğer birinci tüketim merkezinin talep miktarı bir birim artarsa toplam gider 7 TL artacak, bir birim eksilirse toplam gider 7 TL düşecektir.

İkinci tüketim merkezinin talebi 2 birimden 3 birime çıktığı zaman toplam gider $53+6=59$ TL'ye yükselecek, talep 1 birime düştüğü takdirde $53-6=47$ TL'ye düşecektir.

Duyarlılık analizinde önemli olan bir diğer konu da, arz ve talep miktarlarında aynı anda değişmelerin toplam giderde yarattığı etkidir. Örneğin;

$a_1=5$, $b_2=3$ olarak değiştiği varsayalım. Bu durumda toplam gider, $53+u_1+v_2=53+(-5)+6=54$ TL'ye çıkacaktır.

Başka bir örnekte de $a_3=3$, $b_1=4$ olsun. Toplam giderimiz $53+u_3-v_1=53+(-5)-7=41$ TL'ye düşecektir. Başka bir ifade ile, üçüncü üretim merkezinin üretim miktarı bir birim artarsa aynı anda birinci tüketim merkezinin talebi de bir birim düşse idi, toplam giderde 12 TL'lik toplam bir düşüş meydana gelecektir. Bu durum daha öncede belirtildiği gibi üretim ve tüketim miktarlarında meydana gelebilecek artma veya azalmaların sıra ve sütun koşullarına bağlı olarak yapılabilecek tahsisleri değiştirmesinden ve ortaya çıkan net değişmelerden kaynaklanmaktadır.

6.9. Modele Yapılabilecek İlaveler

Şimdiye dek anlatılan ulaştırma modellerinde sadece birim taşıma giderleri dikkate alınmış ve amaç fonksiyonu toplam taşıma giderlerinin minimizasyonuna yönelik olarak değerlendirilmiştir. Ancak ulaştırma modelinde taşıma giderleri dışında bazı gider unsurları da dikkate

alınabilir ve modele dahil edilebilir. Ayrıca klasik ulaştırma modeli, sadece sevk (üretim merkezleri) ve boşaltma (talep merkezleri) yerlerini kapsayan iki aşamalı bir modeldir. Oysa çok aşamalı ulaştırma modellerinde tedarik merkezleri de modele dahil edilebilir.

Aşağıda ulaştırma modeline yapılabilecek çeşitli ilaveler ve sınırlamalar açıklanmaya çalışılmıştır.

6.9.1. Değişken Ve Sabit Gider Unsurlarının Modele Dahil Edilmesi

Çok konumlu kuruluş yeri modellerinde homojen alan varsayımı kaldırıldığından, taşıma giderleri yanında kuruluş yeri seçimine bağlı diğer gider unsurları da kuruluş yeri seçiminde dikkate alınmalıdır. Böylece kuruluş yeri probleminin daha gerçekçi olarak, toplam gider minimizasyonu kriterine göre ulaştırma modeli çerçevesi içinde ele alınması mümkün olmaktadır.

Buna göre modelin amaç fonksiyonu, taşıma giderleri (M_t) yanında, kuruluş yerine bağlı değişken gider (M_d) ve sabit gider (M_s) unsurlarını da içerecek biçimde tanımlanmalıdır. Burada değişken giderler en basit şekli ile üretim miktarına bağlı olarak ortaya çıkan, sabit giderler ise üretim seviyesinde bağımsız, bir blok halinde ortaya çıkan giderler olarak, değişken üretim gideri ve sabit üretim gideri şeklinde yorumlanmaktadır.

Ortaya çıkan amaç fonksiyonunda;

$M_{si}=A_i$ ($i=1,2,...,m$) mümkün kuruluş yerinde kurulacak işletme için kuruluş yerine bağlı birim değişken üretim gideri.

$M_{di}=m_{di} \cdot x_i=A_i$ ($i=1,2,\dots,m$) mümkün kuruluş yerinde kurulacak işletme için kuruluş yerine bağlı değişken üretim giderleridir. Bu fonksiyonda m_{di} 'nin her işletme büyüklüğünde aynı olduğu, dolayısıyla modelde işletme büyüklüğünün sağladığı gider tasarruflarının (ölçek ekonomileri) dikkate alınmadığı varsayılmaktadır. Bu varsayımla modelin doğrusallık şartı yerine getirilmektedir.

Böylece kuruluş yerine bağlı gider fonksiyonu A_i ($i=1,2,\dots,m$) mümkün kuruluş yeri için;

$$M_i=M_{ti}+M_{di}+M_{si} \text{ veya}$$

$$M_i=\sum_{j=1}^n c_{ij}x_{ij}+m_{di}x_i+M_{si} \quad (6.3)$$

şeklinde ifade edilebilir.

Modelde minimizasyonu sözkonusu olan kuruluş yerine bağlı toplam gider fonksiyonu (amaç fonksiyonu) ise;

$$M_i=\sum_{i=1}^m M_i=\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij}x_{ij} + \sum_{i=1}^m m_{di}x_i + \sum_{i=1}^m M_{si} \quad (6.4)$$

şeklinde ifade edilebilir.

Burada $x_i=0$ olması A_i mümkün kuruluş yerinde işletme kurulmayacağı anlamına gelmektedir. Bu durumda toplam gider fonksiyonunda M_{ti} ve M_{di} 'nin otomatikman sıfır olmasına karşılık, M_{si} 'nin sıfır olması sağlanamamaktadır. Çünkü M_{si} gider unsurunda bunu sağlayacak bir x_i veya x_{ij} değeri mevcut değildir.

Bu nedenle, M_{si} 'nin sıfır olmasını sağlamak için modele bir 0-1 tamsayı değişkeni (λ_i) ilave etmek gereklidir.

$$\sum_{i=1}^m M_{si} \lambda_i \quad (6.5)$$

λ_i tamsayı değişkeni sadece 0 ve 1 değeri alabilmektedir.

$\lambda_i=1$ olması A_i mümkün kuruluş yerinde bir işletmenin kurulması durumunu, $\lambda_i=0$ ise A_i mümkün kuruluş yerinin optimum kuruluş yeri sistemine girmediğini ifade etmektedir.

Klasik ulaştırma modellerinde çözüm değerlerinin tamsayı olma şartı otomatikman sağlanmakta, ancak genelleştirilmiş ulaştırma modellerinde bu mümkün olmamaktadır. Bu durumda ulaştırma modelinin klasik çözüm teknikleri yetersiz kalmakta ve istenilen değişkenlerin tamsayı olmalarını garanti eden başka çözüm metodları uygulamak gerekmektedir.

6.9.2.Kapasite Sınırlamalarının Modele Dahil Edilmesi

Ulaştırma modellerinin doğrusal programlama ile ve özellikle bilgisayarlarla çözümünde çeşitli kapasite sınırlamaları da modele ilave edilebilir. Bu kapasite sınırlamaları aşağıdaki şekillerde ortaya çıkabilir.

i) A_i mümkün kuruluş yerinde kurulacak işletme için belirli bir kapasite büyüklüğünde (k_i) olma şartının modele dahil edilmesi:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = k_i \quad (k_i = \text{sabit}) \quad (6.6)$$

sınırlayıcı şartı ile sağlanabilir.

ii) Bazı mümkün kuruluş yerlerinde kurulacak işletmeler için alt (minimum) ve/veya üst (maksimum) kapasite sınırlarının modele dahil edilmesi;

Eğer A_i mümkün kuruluş yerinde kurulacak işletmenin hem alt ve hem de üst kapasite sınırlamasına uyması öngörülüyorsa, sınırlayıcı şart $\min.K_i \leq x_i \leq \max.K_i$ şeklinde, eğer sadece alt veya üst kapasite sınırlamasına uyması öngörülüyorsa, sınırlayıcı şart $x_i \geq \min.k_i$ veya $x_i \leq \max.k_i$ şeklinde ifade edilmelidir.

6.9.3. Farklı Ürün Çeşitleri Üretiminin Modele Dahil Edilmesi

Modelin amaç fonksiyonuna ve sınırlayıcı şartlara ilave edilecek bir q ürün çeşidi endeksi ile farklı ürün çeşitleri üretimi de modelde dikkate alınabilir. Burada, işletmede ürün çeşitlerinin birbirinden bağımsız üretim süreçlerinde üretildiği varsayılmaktadır. Modelde;

c_{ijq} = Bir birim q ürün çeşidinin A_i 'den B_j 'ye taşıma ücreti,

x_{ijq} = A_i 'den B_j 'ye gönderilen q ürün çeşidi miktarı olmak üzere, toplam taşıma gideri minimizasyonuna göre amaç fonksiyonu,

$$\min z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{q=1}^q c_{ijq} x_{ijq} \quad (6.7)$$

olarak ifade edilebilir.

Modele diğer değişken ve sabit gider unsurlarını da kattığımızda;

$M_{diq}=A_i$ 'de kurulacak işletme için q ürün çeşidine ilişkin sabit üretim gideri,

$M_{siq}=A_i$ 'de kurulacak işletme için q ürün çeşidine ilişkin sabit üretim gideri,

$M_{si}=A_i$ 'den kurulacak işletme için, ürün çeşidinden bağımsız olarak sadece işletmenin kurulup, kurulmamasına bağlı olan sabit gider unsurudur.

Bu durumda amaç fonksiyonu;

$$\min z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{q=1}^q c_{ijq} x_{ijq} \quad (6.8)$$

olarak ifade edilebilir.

Modele diğer değişken ve sabit gider unsurlarını da kattığımızda;

$M_{diq}=A_i$ 'de q ürün çeşidi için birim değişken gider.

$M_{siq}=A_i$ 'de kurulacak işletme için q ürün çeşidine ilişkin sabit üretim gideri,

$M_{si}=A_i$ 'de kurulacak işletme için, ürün çeşidinden bağımsız olarak sadece işletmenin kurulup, kurulmamasına bağlı olan sabit gider unsurudur.

Bu durumda amaç fonksiyonu;

$$\min z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{q=1}^q x_{ijq} (c_{ijq} + M_{dj}) + \sum_{i=1}^m \sum_{q=1}^q M_{siq} \lambda_{jq} + \sum_{i=1}^m M_{si} \lambda_i \quad (6.9)$$

Yukarıdaki model ulaştırma modelinin çözüm teknikleri ile değil, esas itibariyle karma tamsayılı programlama modeli olarak çözülebilmektedir.

6.9.4.Çok Aşamalı (Boyutlu) Ulaştırma Modeli

Şimdiye kadar anlatılan ulaştırma modellerinde kuruluş yeri problemi, sadece üretim ve tüketim merkezleri arasında gerçekleştirilen ürün gönderimini içeren iki aşamalı bir modeldir. Başka bir ifade ile, bu modellerde üretim merkezleri ile tedarik merkezleri arasındaki girdi gönderimi, dolayısıyla ortaya çıkacak taşıma giderleri dikkate alınmamıştır. Oysa, girdi temininden kaynaklanan taşıma giderlerinin toplam gider içinde önemli olduğu durumlarda, kuruluş yeri seçiminde bu gider unsurunun da payı büyük olacaktır.

Dolayısıyla kuruluş yeri problemi, üretim merkezleri ile talep merkezleri arasındaki ürün gönderimi yanında, tedarik merkezleri ile üretim merkezleri arasındaki girdi taşınmasını da içerecek biçimde en azından tedarik, üretim ve talep merkezlerini kapsayan üç aşamalı olmak üzere çok aşamalı ulaştırma modelleri olarak ifade edilebilir.

Bu durumda amaç fonksiyonunu oluşturmada daha önceki sembollere ek olarak kullanılan semboller şunlardır:

$r_{ijz} = B_j$ tedarik merkezinden A_i 'de kurulan işletmeye gönderilen z girdi çeşidi miktarı ($z=1,2,\dots,z$)

$r_{jz} = B_j$ tedarik merkezinden temin edilebilir z girdi çeşidi miktarı

$$r_{jz} = \sum_{i=1}^m r_{ijz} \text{ dir.} \quad (6.10)$$

$c_{ijz} = B_j$ tedarik merkezlerinden bir birim z girdi çeşidinin A_i mümkün kuruluş yerine taşınması için gerekli taşıma ücretidir.

Bu durumda kuruluş yeri probleminin çok aşamalı ulaştırma modeli olarak ifadesinde, toplam taşıma gideri minimizasyonu kriterine göre amaç fonksiyonu;

$$\text{Min } z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{z=1}^Z c_{ijz} \cdot r_{ijz} + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{q=1}^Q c_{ijq} \cdot x_{ijq} \quad (6.11)$$

olarak tanımlanır.

Çok boyutlu ulaştırma modelleri, taşıma gideri yanında sabit ve değişken üretim gideri de içerecek şekilde formüle edilebilir. Ayrıca aşama sayısı, işletmenin farklı üretim aşamalarını içerecek şekilde artırılarak, kuruluş yeri problemi çok boyutlu (üç aşamadan daha fazla) ulaştırma modeli olarak ifade edilebilir.

Çok boyutlu ulaştırma modelleri simpleks metodu ile çözülebilirse de B.A.Galler'in "Yaklaşım Metodu" ile de çözülebilir. Bunun için bilgisayar programları hazırlanmış ve geliştirilmiştir.

BÖLÜM 7 OYUN KURAMI VE KURULUŞ YERİ SEÇİMİ UYGULAMASI

7.1.Oyun Kuramı Tanımı

"Oyun" kavramı, oyuncuların ellerindeki seçeneklerin açıklanmasını ve bunlardan herbirinin neden olacağı fayda ve zararların (ödemelerin) belirlenmesini gösteren ve kendisini tanımlayan kurallar setinden oluşan bir çatışma modelini açıklar.

Olasılık kuramı, şans oyunlarında sorulan sorulardan ortaya çıkmıştır. Blaise Pascal, 1654 yılında zar oyununun olasılık sorunlarından esinlenerek hesaplama yollarını formüle etmiştir. Ne var ki "Oyun Kuramı" ilk kez 1928 yılında Amerikan matematikçisi John Von Neumann tarafından ortaya konulmuştur. Neumann, Quanten-mekanik'in ussal temelleri ile ilgilenmiş, buna karşılık kuramın uygulanmasıyla ilgilenmemişlerdir.*

Ekonomik sorunların çözümünde oyun kuramının ilk kez uygulanması 1944 yılında Neumann'ın ekonomi bilimcisi Oscar Morgenstern ile birlikte yazdığı "Oyun Kuramı ve ekonomik Davranış" adlı yapıtta ele alınmıştır.**

Burada kuşkusuz şans oyunları yerine "Stratejik Oyunlar" sözkonusudur. Daha doğrusu toplumsal ya da ekonomik yarışmayı içeren oyunlar inceleme konusu yapılmıştır. Strateji; oyuncunun belirli zaman içinde, rakibinin herhangi bir durumda ortaya çıkaracağı düşünülen hareketlerine karşı, önceden saptadığı ve olasılık seçeneklerinden oluşan hareket biçimlerini saptayan kurallar setidir. Strateji, belki de kötü olabilir, ancak onun temel niteliği tam olmasında görülür.

*Alpugan,O.,Demir,H.,Oktay M.,Üner,N.,1993.İşletme Ekonomisi ve Yönetimi, İstanbul:116

**Alpugan,O.,a.g.e.:116

7.2.Niteliklerine Göre Oyun Çeşidi

Oyunları, niteliklerine göre birçok açıdan gruplamak olasıdır:

7.2.1.Oyuncuların Sayısına Göre Oyunlar

Oyunlar, oyunda yer alan oyuncu sayısına göre:

a)İki-kişilik oyunlar,

b)Çok-kişilik (n-kişilik) oyunlar

olarak gruplandırılabilir. İki kişilik oyunlara örnek olarak, santranc ve tavla oyunları gösterilebilir. Çok kişilik oyunlarda, oyuncu sayısı ikiden çoktur. Örneğin; bric gibi. Bu oyunlar da koalisyon oluşturulup, iki-kişilik oyunlara dönüştürülebilir.

7.2.2.Oyunun Sonucuna Göre Oyunlar

Bu gruplamaya girenler;

a)Sıfır toplamlı oyunlar

b)Sıfır toplamlı olmayan oyunlar

olarak alt gruplara ayrılabilirler. Sıfır toplamlı oyunlarda; tüm oyuncuların kazançlarının toplamı sıfırdır, yani birinin kazancı öteki'nin zararını oluşturur. Burada fayda yalnızca oyuncular arasında el değiştirir. Sıfır toplamlı olmayan oyunlarda, oyuna katılanların kazanç ve zararları toplamı sıfıra eşit değildir. Böyle oyunlar, öğreti oyuncu kullanılarak ve bu oyuncunun kazancının (zarar) toplamı, sıfıra eşitlenecek biçimde olduğu varsayılarak, sıfır toplamlı oyunlara dönüştürülebilir.

Sıfır toplamalı n kişilik oyunların en yaygın örneği iki kişilik oyunlardır. Bunu bir örnek üzerinde açıklayalım (Tablo 7.1).

Tablo (7.1) İki Kişilik Oyunlara Örnek.*

		2. Oyuncu			Satır Minimumu
		1.durum	2.durum	3.durum	
1. Oyuncu	1.durum	+3	+1	+2	+1
	2.durum	-4	0	+5	-4
Sütun Maksimumu		+3	+1	+5	

Tablo (7.1)'de satırdaki endüşük değerleri satır minimumu sütununa yazıyoruz. 1. oyuncunun ilk durumdaki en kötü kazancı 1 dir. 2. durumda ise -4'dür. Sütunların en büyüğünü ise sütun maksimumu olarak belirleriz. 2. oyuncunun 1 durumuna göre en iyi kazancı +3'dür. 2. duruma göre +1, 3. duruma göre de +5'dir. 1. oyuncunun minimum kârlarının en büyüğünü alırsak +1 dir. Bu değere "Maksimin" adı verilir. Sütun maksimumlarının en küçüğünü alırsak, bu değere de "Minimaks" denir. Bu değerde elde olunabilecek maksimum kârların en düşüğünü ifade etmektedir. Bu değer de +1 dir. İki değerın matriste kesiştiği nokta (+1 noktası) yani 1. oyuncunun 1. durumu, 2. oyuncunun 2. durumu oynadığı yer "Eğer Noktası" adını alır.

7.2.3.Oyuncuların Bilgi Edinme Durumlarına Göre Oyunlar

Bu tür oyunlar;

*Wilkes,M.,1989.a.g.e.:421

a)Kusursuz (eksiksiz) bilgili oyunlar,

b)Eksik bilgili oyunlar

olarak ikiye ayrılır. Bir oyunda her oyuncu kişisel hareketinin sonucu olarak karşı oyuncunun hareketlerinin ne olacağını önceden biliyorsa, yani oyun durumu hakkında tam bilgiye sahipse, kusursuz bilgili oyun söz konusu olur. Ters durumda, oyuncu oyunun durumu hakkında kararsızsa, yani kendi seçimlerini yapmadan önce karşı oyuncuların seçimlerinden haberdar değilse, eksik bilgili oyundan söz edilir.

7.2.4.Oyun Hareketinin Biçimine Göre Oyunlar

Oyunlar;

a)Rastgele hareketlerden,

b)Kişisel hareketlerden,

c)Her ikisinin karışımı hareketlerden oluşabilirler.

Rastgele hareketlerden oluşan oyunlar, şans oyunlarıdır. Zar atışı ve rulet gibi oyunlarda, oyuncular oyunu etkileyemezler. Bu oyunlarda oyun kavramından çok olasılık hesaplamaları ile ilgilenilir.

Kişisel hareketlerden oluşan oyuncularda ise oyuncular, oyunun gidişini belirleyebilirler. Bu tür oyunlar, stratejik oyunlardır. Oyuncunun oyun sırasında uymakla yükümlü olduğu kuralları bulunduğundan, oyuncu buna göre planını hazırlar ve edindiği bilgilere göre hareket biçimi hakkında karar verir. Kimi oyunlarda ise; hem rastgele, hem de kişisel hareketler yer alır. Bu tür oyunlarda da strateji önemli rol oynar.

Gruplamalardan da anlaşılacağı üzere, oyun kuramı oyun içerisinde seçenek yollardan birinin seçilmesi temeline

dayanmakta, bir açıdan karar verme işlemi sayılmaktadır. Bilindiği üzere karar verme, etken olan eylemin seçilmesidir. Karar verme örneklerinden en belirginini işletmelerin kuruluş yeri seçimi sorunu oluşturur.

7.3.Kuruluş Yeri Seçiminde Oyun Kavramının Kullanılmasına Ait Bir Uygulama

Aşağıda iki rakip girişimcinin yer aldığı bir kuruluş yeri seçimi sorunu, konuya açıklık kazandırmak amacı ile hazırlanmıştır. Sorunla ilgili varsayımların aşağıdaki gibi olduğu kabul edilsin.

1. G_1 ve G_2 simgeli girişimler birer işletme kurmak amacıyla hareket etmektedirler.

2. G_1 büyük, G_2 ise küçük girişimdir.

3.Kuruluş yeri için dört yerleşim yeri düşünülmektedir: A,B,C,D.

4.Dört yerleşim yeri ana yollar üzerinde bulunmaktadır.

5.Dört yerleşim yerinin aralarındaki uzaklık 20 km.dır.

6.Dört yerleşim yeri farklı nüfuslara sahiptir.
A=20.000, B=40.000, C=20.000, D=20.000

7.Dört yerleşim yerinde bulunan halkın haftalık harcamalar toplamı şöyledir:

A=20.000 Para Birimi

B=40.000 Para Birimi

C=20.000 Para Birimi

D=20.000 Para Birimi
Toplam=100.000 P.B/hafta

8. Bir araştırma sonucunda;

a) Eğer G_1 , herhangi bir yere G_2 'den daha yakın ise, o yerin toplam satışlarının %80'ini G_1 yapacaktır.

b) İki girişim birbirlerine aynı uzaklıkta ya da aynı yerleşim yerinde iseler, o yerin toplam satışlarından elde edilecek gelirin %60'ı G_1 'e gidecektir.

c) Eğer G_1 , herhangi bir yerleşim yerine G_2 'den daha uzak ise, o yerin toplam satışlarının ancak %40'ını G_1 gerçekleştirebilecektir.

9. Kazanç, satışlara orantılıdır.

Oyunun oynanacağı koşullar, yukarıda sıralanan 9 madde içinde verilmiştir. Araştırmacının görevi, iki girişimin en avantajlı biçimde işletme kuracakları yeri saptamaktır. İki girişimin uyumlu hareket edeceği, yani G_1 'in kararı sonucu ortaya çıkan kazancın G_2 'nin zararı olacağı varsayılmıştır.

Dört yerleşim yerindeki haftalık toplam harcama olan 100.000 PB, aşağıdaki hesaplamalarda G_1 temel alınarak hesaplanmıştır. G_2 'ye ilişkin sayılar, 100.000 PB'ni tamamlayanlardır.

Girişim G_1 deposunu B₁ yerleşim yerinde, G_2 'de A yerleşim yerinde kurmak istediklerinde, 8. maddeye göre

Yerleşim yeri	A	B	C	D
Girişimler	(G_2)	(G_1)		

-B yerleşim yerinde G_1 'in satışları, B'nin toplam satışlarının %80'inini oluşturacaktır; çünkü G_1, G_2 'ye kıyasla B yerleşim yerine daha yakındır. Böylece,

G_1 'in satışları = %80 x 40.000 PB = 32.000 PB.

- G_1 'in C yerleşim yerindeki satışları; C'nin satışlarınınin %80'idir; çünkü G_2 'ye kıyasla C'ye daha yakındır. Böylece,

$$G_1 \text{'in satışları} = \%80 \times 20.000 \text{ PB} = 16.000 \text{ PB.}$$

-A yerleşim yerinde G_1 'in satışları, A'daki toplam satışların %40'ıdır; çünkü G_1 , A yerleşim yerine G_2 'ye kıyasla daha uzaktır. Böylece,

$$A \text{'da } G_1 \text{'in satışları} = \%40 \times 20.000 \text{ PB} = 8.000 \text{ PB.}$$

Yukarıdaki tüm hesaplamalar gözönüne alındığında, G_1 'nin dört yerleşim yerindeki toplam satışları $8.000 + 32.000 + 16.000 + 16.000 = 72.000$ PB. olarak bulunur. Kuşkusuz bu durum G_1 'in B'de, G_2 'nin de A'da yerleşmesi olasılığında geçerli olur. Karar durumu,

G_1 G_2
depolarını
B A

yerleşim yerlerinde kurmaları varsayımına göre dir.

TABLO 7.2 G_1 'İN SATIŞLARI

Karar		Yerleşim Yerleri				Toplam Satışlar	
G_1	G_2	A	B	C	D	G_1	G_2
B	A	8000	32000	16000	16000	72000	28000

Aşağıdaki çizelgede tüm olası karar çiftleri için toplam satışlar hesaplanmış ve G_1 için ödemeler matrisi düzenlenmiştir.

TABLO 7.3 G_1 için Ödemeler Matrisi
 G_2 'nin satışları

G1'in deposunu kuracağı yerleşim yeri	G2'nin deposunu kuracağı yerleşim yeri			
	A	B	C	D
A	60000	(48000)	56000	64000
B	72000	(60000)	64000	68000
C	64000	(56000)	60000	72000
D	56000	52000	48000	60000

Tablo (7.3)'den de 72.000 PB'lik G_1 kazancı için karar çiftinin

G_1 G_2
 B A

olduğu açıkça görülebilir.

Sonraki aşamada sıraların en küçük elemanları seçilir. Bu elemanlar G_1 için o sıradaki uygun olmayan durumları yansıtmaktadır ve tabloda onun için parantezler içinde gösterilmiştir. En küçük (minimum) elemanlar

48.000

60.000

56.000

48.000

dir. Dört sıranın en küçükleri içinde 60.000 PB'lik satış en büyüktür. Bu satış G_1 için, G_2 'nin hiçbir biçimde engelleyemeyeceği en büyük satıştır. 60.000 PB'lik satış, her iki girişimin B yerleşim yerinde depolarını kurmaları ile ortaya çıkmaktadır. Aynı sonuca, ödemeler matrisini G_2 için düzenleyerek varılabilir. G_2 'ye göre ödemeler matrisi,

G_1 sayılarının 100.000 PB'ye tamamlanmasıyla elde edilmiştir.

TABLO (7.4) G_2 için Ödemeler Matrisi
 G_2 'nin Satışları

G1'in deposunu kuracağı yerleşim yeri	G2'nin deposunu kuracağı yerleşim yeri			
	A	B	C	D
A	40000	52000	44000	36000
B	(28000)	(40000)	(36000)	32000
C	36000	44000	40000	(28000)
D	44000	48000	52000	40000

G_1 için sıraların en küçüğünün ele alınması yerine, G_2 için kolonların en küçük elemanları

28.000

40.000

36.000

28.000

dir. Dört kolon en küçükleri içinde 40.000 PB'lik satış G_2 'nin en garantili biçimde gerçekleştirebileceği en büyük satış olmaktadır. Bu da

G_1 G_2
B B

karar gifti olasıdır.

2.sıra, 2. kolon noktasına, matrisin "Eğer noktası" denir. Bu doğrusal programlamanın iki-kişilik sıfır-toplamlı oyunun eğer noktası ve oyun kuramının özel sorunu olması açısından ilginçtir.

Ayrıca G_2 satışlarının doğrudan G_1 matrisinden okunabileceğini de belirtmekte yarar vardır. Yalnız,

a.En büyük kolon en küçüğü yerine

b.En küçük kolon en büyüğü

aranmalıdır. Bu durumda

72.000

60.000

64.000

72.000

dir.

Sayılar matrisi en iyi kararı hemen okumaya izin verir. Örneğin; G_2 , B yerleşim yerine işletmesini kurmak yerine, herhangi rasyonel olmayan bir kararla, D yerleşim yerine kurmaya karar verdiğinde; G_1 için en iyi strateji (karar) C yerleşim yerine işletmesini kurmaktır. Çünkü kazancı 72.000 PB olacaktır. Oyun kuramının uygulanması oyuncuya, rakibinin hatalı oynaması durumunda belirli sonucu daha iyileştirebileceğini ortaya koymaktadır.

BÖLÜM 8: KURULUŞ YERİ SEÇİMİNDE SAYISAL OLMAYAN FAKTÖRLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

8.1. Yer Seçiminde Kalitatif Faktörlerin Analizi

Kuruluş yeri seçiminde, maliyet göstergelerine bağlanamayan bazı faktörlerin de göz önüne alınması gerekir. Bunlara genellikle "soyut faktörler" adı verilir. Bu türlü soyut faktörler arasında:

1. Emeğin varlığı,
2. Sendika faaliyetleri,
3. Vasıflı emeğin varlığı,
4. Fabrika faaliyetlerinin bu faktörlere etkisi,
5. Mahalli ulaştırma imkanları,
6. Eğlence imkanları,
7. Topluluğun gelişme imkanları,
8. Yüksek öğretim kuruluşlarının yakınlığı,
9. Özel vergi durumları bulunmaktadır.

Yer seçimi bakımından önemli olduğu halde parasal olarak değerlendirilemeyen, yukarıda sayılanlar gibi soyut faktörlerin bir listesi hazırlanır. Bu listede faktörler önemlerine göre sıralanır ve herbirinin önemini belirten puanlar verilir. Böylece, para ve ölçülemeyen değerler matematiksel olarak değerlendirilmiş olur.

Puan sistemine göre değerlendirme üç kademede yapılır:

1. Bütün elle tutulmaz faktörlerin bir listesi hazırlanır.

2. Faktörlerden her birisi için bir kıstas geliştirilir. Böylece faktörlerin çeşitleri tasvir edilebilir. Mesela "yarı eğitilmiş emek" durumu, "hiç" ile

"çok sayıda ileri eğitim görmüş emek" arasında tasvir edilir. "Çok" deyimi ile "hiç" deyimleri arası, örneğin 80 puanla gösterilirse, "kalifiye iş gücünün bulunmaması hali" sıfır puana, "çok" ise 80 puana karşılık gelir.

3.Bütün soyut faktörler bu şekilde iki limit puanla gösterilebilmek için, bu faktörlerin birbirlerine nazaran önemlerini belirlemek gerekir. Bu,faktörleri bir çeşit baremlendirme demektir.

Örneğin seçilecek kuruluş yeri bakımından, civarda bir yüksek okulun bulunması, vasıflı işgücünün varlığından daha önemli ise, birinciye 250, ikinciye ise 80 puan tercih edilir ve bu durumda: 250/80 her iki faktör arasındaki önem oranını belirtir.

Bu duruma örnek tablo aşağıda verilmiştir.*

<u>Araştırma ve eğitim imkanları</u>	<u>Puan</u>
Yük. okul veya laboratuvar hiç yok	0
Düşük seviyede mevcut	50
Endüstri laboratuvarı imkanı	
iyi, eğitim imkanı yok	100
iyi eğitim imkanı,kötü labo. imkanı	150
iyi eğitim ve labo. imkanı	200
Hali hazır ve gelecek imkanları	
mükemmel	250
<u>Emek (yarı kalifiye işçilerin varlığı)</u>	
Hiç yok	0
Sınırlı olarak var	20
Şimdi yetersiz fakat gelişebilir	40
Şimdi ve geleceğe yeterli	60
İleri miktarda mevcut	80

<u>Topluluğun davranışı</u>	<u>Puan</u>
Her türlü sınıı teşebbese karşı	0
Olumlu	25
İşbirliğine hazır	50
En üst derecede destekleyici	75

8.2.Faktörler Yardımıyla Değerlendirme

Kuruluş yeri seçiminde etkili olan faktörleri kullanarak pratik bir yol tesbit edilebilir. Böyle bir yolun formüle edilmesi, kuruluş yerini seçme durumunda bulunan elemanlar grubunun işini son derece kolaylaştıracak ve kısa zamanda sonuca ulaşılmasını sağlayacaktır. Konu iki kademede ele alınır: Ön değerlendirme ve Son değerlendirme.

8.2.1.Ön Değerlendirme

Kuruluş yeri olarak düşünülen muhtelif yerler arasında bir kıyaslama yaparak, bunlardan uygun olmayanlar değerlendirme dışı bırakılırlar. Aday yerler, ön değerlendirmede ayrı ayrı ele alınırlar ve aşağıdaki 4 hususda değerlendirilirler:

1.Kuruluş yeri seçiminde, işletme için önemli olan faktörlerin tesbiti, sıralanması ve her faktörün taşıdığı öneme göre değerlendirilmesi.

2.Dikkate alınan belli bir fabrika yeri için de aynı faktörler üzerinden bir değerlendirme yapılması.

3.(1) ve (2)deki değerlerin, basit fakat sıhhatli sonuç veren bir metoda göre basitleştirilerek toplam bir değer bulunması.

4.Aday kuruluş yerleri için bulunan toplam değerlerin birbirleriyle mukayesesi.

Yukarıdaki dört maddeden birincisi daha çok ihtiyaçların bir listesi şeklinde ortaya çıkacaktır. Eğer bu ihtiyaçlar önceden iyi tesbit edilmemiş veya kısmen gözden kaçırılmış ise, varılacak sonuçlar da sıhhatli olmayacaktır. Kuruluş yeri seçiminde yapılan en büyük hata, ihtiyaçların önceden iyi ve tam tesbit edilememesinden ileri gelmektedir. Bu ihtiyaçların hangisi daha çok önemli, hangisi daha az önemli sorusuna gelince, bu husus değerlendirmede bir takdir unsurunu ortaya çıkarmaktadır. Takdir ise, muhtelif dallarda ihtisas yapmış kişilerin bir araya gelmelerini ve değerlendirmeyi beraber yapmalarını zorunlu kılmaktadır. Eğer bütün değerlendirmeler tek kişinin kararına bakılarak yapılırsa, hata olasılığı artar. Bu nedenle değerlendirme, ilgili dallarda ihtisas yapmış elemanların ortak çalışmalarına bırakılmalı ve asla bir şahsın kararına terkedilmemelidir.

Sözkonusu değerlendirmede, aşağıda belirtilen sistemler kullanılır.

1.Her faktörün (veya ihtiyacın) karşısına "evet" veya "hayır" işareti konulması,

2.Her faktörün karşısına, önemine göre 10'dan 1'e kadar azalan rakamlar yazılması,

3.Her faktörün karşısına,

- 3(z) Zorunlu
- 2 Çok gerekli
- 1 Az gerekli
- 0 Gereksiz

işaretlerinin ve değerlerinin konulması.

Bu sistemler arasında en uygun sistemin 3. sistem olduğuna inanılmaktadır. Böylece her ihtiyaç bir rakamla değerlendirilmiş olup, kesinlikle zorunlu olanlar da "z" harfiyle belirlenmiştir.

Ön değerlendirmenin 2. maddesinin değerlendirilmesinde de buna benzer bir sistem düşünülebilir. Örneğin;

- 3 Pek iyi veya müsait veya çok uygun
- 2 İyi veya müsait veya uygun
- 1 Orta veya az müsait veya az uygun
- 0 Müsait değil veya uygun değil.

Ön değerlendirmenin 3. maddesinin değerlendirilmesi için, her faktörün karşısında bulunan ve yukarıda (1) ve (2)'ye göre verilen rakamlar çarpılır, bulunan değerler toplanır.

Ön değerlendirmenin 4. maddesinin öngördüğü kıyaslama için önce tetkik edilen her kuruluş yerinin (z) zorunlu gördüğü özellikler yönünden "pek iyi" veya "iyi" durumunda bulunup bulunmadığına bakılır. Bu şartı yerine getirmeyen kuruluş yerleri dikkate alınmaz. Bu şartı yerine getirenler arasında madde (3)'de bulunan toplam değeri en yüksek olanlar seçilir.

Bu faktörlerin neler olduğu aşağıda sıralanmıştır. Bunlardan birçoğu önemsiz görülebilirse de, karşılaşılan durumların birbirinden çok farklı olması, kurulacak fabrikaların özellikleri yönünden farklılık göstermesi ve günümüz şartlarının kısa zamanda çok çabuk değişmesi, bu faktörlerin çeşidini artırmıştır. Bunların dışında da başka faktörler olabilir ve bunların önemli olanları bu listeye dahil edilmelidir.

8.2.1.1.Kuruluş Yeri Seçiminde Önemli Olan Faktörler ve İhtiyaçlar:

Önem :Faktör veya ihtiyacın, sözkonusu kuruluş yönünden taşıdığı önem.

Yer :Kuruluş yerinin, ihtiyaç veya faktöre göre, ne derece iyi veya uygun olduğu.

Değer:"Önem" ve "Yer"'e verilen sayıların çarpımı.

<u>1.HAMMADDE İHTİYACI VE SAĞLANMASI.</u>	<u>ÖNEM</u>	<u>YER</u>	<u>DEĞER</u>
a)Hammadde kaynakları yakın mı?			
b)Hammadde her zaman temin edilebilir mi?			
c)Hammadde kaynaklarına güvenilebilir mi?			
d)Hammadde fiyatları uygun seviyede mi?			
e)Hammadde satış ve teslim şartları uygun mu?			
f)Kuruluş yerine nakliye fiyatları uygun mu?			
g)Hammadde kaynaklarının kısa zamanda erimesi ihtimali mevcut mu? (maden, su v.s.)			
h)Yakında doğal nakliye imkanları ve transfer bölgeleri var mı?			
ı)Önemli yedek parçaların yakın bölgeden temini mümkün mü?			
i)Yedek parça imalatçıları ile fabrika arasında işleyen seri vasıtalar var mı?			
j)Yedek parça imalatçıları ile kuruluş yeri arasında işleyen seri vasıtalar var mı?			
k)Kullanılacak hammadde yan ürün			

ÖNEMYERDEĞER

ise, bunu üreten firmalar
yakın mı?

- l)Hammadde kaynakları işçileri
orada barındırmaya mecbur
edecek kadar uzak mı?
- m)Geniş hammadde sahalarına
ihtiyaç varsa, bunlar kiralanabilir
veya satın alınabilir mi?
- n)Yeni kaynaklar bulunması için
etüd yapıldı mı?
- o)Bir kaynak tükenince diğer
kaynak yakın mı?

2.DEMİR YOLU TAŞIMACILIĞI:

- a)Demiryolu taşımacılığı mümkün mü?
- b)Kuruluş yerinden tren geçiyor mu?
- c)Demiryolu nakliye ücretleri
tatmin edici mi?
- d)Kuruluş yerinde demiryolları
ayrı bir tarife uyguluyor mu?
Ücret uygun mu?
- e)İstenildiği anda istenilen
miktar da boş vagon temin edi-
lebiliyor mu?
- f)Demiryolu istasyonuna kadar
ulaştırma için yeteri kadar
kara yolu mevcut mudur?
- g)Demiryollarınının malı kuruluş
yerinden alması ve teslim
etmesi mümkün mü?
- h)Demiryolları idaresi yükleme
ve boşaltma için vagonları uygun
bir ücret ile işletmede
bekletiyor mu?

3.KAMYON TAŞIMACILIĞI.ÖNEMYERDEĞER

- a)Kamyon taşımacılığı ücreti normal seviyede mi?
- b)Malı teslim süresi ne kadardır?
- c)Karayolları nizamnamesi kamyon kapasitesini tahdit ediyor mu?
- d)Tahdit mevcutsa bu durum işletmeyi etkiliyor mu?
- e)İyi yollar, köprüler ve trafik düzeni var mı?
- f)Zamanla kamyon nakliye ücretleri artışı normal mi?
- g)Kamyon nakliyatında aşırı risk var mıdır?
- h)Sigorta ücretleri nakliye ücretlerine nazaran normal ölçüler içerisinde midir?

4.DENİZ VE NEHİR TAŞIMACILIĞI:

- a)Bölgede nehir taşımacılığı mümkün mü?
- b)Deniz aşırı ülkelere ihracat yapılması düşünülüyor mu?
- c)Deniz ve nehir taşımacılığı daha ucuza geliyor mu?
- d>Kış aylarında nakliye imkanı aksıyor mu?
- e)Kıyı ve limanlardan faydalanma imkanı var mıdır?
- f)Yeni liman veya yükleme tesisi inşası gerekiyorsa maliyeti yüksek midir?
- g)Deniz veya nehir taşımacılığında bölgede yerleşmiş köklü bir sistem mevcut mudur?

5. BAŞKA METODLARLA VEARAÇLARLA TAŞIMACILIK.ÖNEMYERDEĞER

- a) Taşımacılık işlerini müteahhitlere devretmek mümkün müdür?
- b) Boru hatlarıyla nakliye mümkün müdür?
- c) İşletme personelinin ihtiyacı için çevrede yeterli otobüs ve tren servisi var mıdır?
- d) Personelin işe gelmesi için yol veya köprü geçişinde para ödeniyor mu?
- e) Kış ayları gidiş-dönüşleri etkiliyor mu?
- f) Çevrede kısa vadeli depo imkanı sağlayacak yerler var mıdır?

6. SU TEMİNİ:

- a) Mevcut su kaynakları ihtiyacı karşılayacak seviye mi?
- b) Belediye tarafından işletilen yeterli su seviyesi mevcut mudur?
- c) Özel bir kaynak mevcut ise, bu ihtiyacı karşılıyor mu?
- d) Mevcut suyun kalitesi ihtiyaca uygun mudur?
- e) Su tasfiyesi gerekiyorsa, tasfiye masrafları diğer yerlerdeki masraflarla aynı seviyede midir?
- f) Akarsulardan yararlanmak düşünülüyorsa, yaz aylarında debi yeterli mi?
- g) Gelecekte diğer tesislerin yaratacağı su sıkıntısı çok ciddi olabilir mi?
- h) Yeraltı suyundan faydalanıla-

ÖNEMYERDEĞER

cak ise, kuyu tesisini önleyen bölge kanun veya yönetmelikleri var mıdır?

- ı)Soğutma suyunun fabrikaya giriş sıcaklığı ihtiyaca uygun mudur?
- i)Belediye yetkillileri su temini konusuna ciddi olarak eğiliyorlar mı?
- j)Teknik gelişmeler su problemini gözebilecek nitelikte midir?

7.İŞÇİ VE TEKNİSYEN TEMİNİ.

- a)Kalifiye işçi temininde güçlük var mıdır?
- b)Bölgesel nüfus işçi teminini kolaylaştırıyor mu?
- c)İşsiz erkek ve kadın nüfusun oranı ne kadardır?
- d)Çiftçi aileler sanayide çalışmak istiyor mu?
- e)Mevcut endüstrilerden işçi kaydırmak yerine işi olmayanlardan ihtiyacı karşılamak mümkün mü?
- f)Civardaki turistik tesisler ve çiflikler mevsime göre işçi sayısını etkiliyor mu?
- g)Gençler daha çok o bölgeden uzakta iş bulmaya hevesli midir?
- h)Daha iyi çalışma şartları genç işçileri çekebilir mi?
- ı)Uygulanacak ücret sistemine

ÖNEMYERDEĞER

çevrenin itiraz edeceği veya kabullenmeyeceği hususlar var mı?

- i) Bölgede mevcut sendika işçilerinin ekseriyeti üzerinde kontrol gücüne sahip mi?
- j) Bölgenin geçmişinde işçi uyuşmazlıkları başka sanayileri felce uğratmış mıdır?
- k) Teknolojik gelişmelere ve otomatik kontrole karşı işçide uyabilme isteği mevcut mudur?

8. ELEKTRİK ENERJİSİ SAĞLANMASI.

- a) Mevcut elektrik sistemi ihtiyacı yeterli mi?
- b) Mevcut enerji dağıtım şebekesi ilerdeki tevsiye yeterli gelir mi?
- c) Elektrik kesilmeleri sık sık oluyor mu?
- d) Elektrik ücreti ve vergiler normal sınırlar içerisinde mi?
- e) Voltaj ve frekans yönünden müstakil trafo vs. tesisler gerekiyor mu?
- f) Kendi enerjini üretme zorunluğu var mı?
- g) Elektrik enerjisi fiyatlarının geçmişte artış seyri normalin dışında mıdır?

9. YAKIT SAĞLANMASI.

- a) Fuel-oil bulma sıkıntısı var mıdır?
- b) Düzenli fuel-oil temini için

ÖNEMYERDEĞER

yeterli taşıt veya boru nakliyatı sağlanabilir mi?

- c) Belli bir sürenin fuel-oil ihtiyacını karşılamak üzere depo inşasına lüzum var mıdır?
- d) Çevrede, kömür temininde güçlük var mıdır?
- e) Kömür nakliyatında güçlükler mevcut mudur?
- f) Kömür depolama masrafları diğer enerji kaynaklarına göre ekonomik limitler arasında mıdır?
- g) Linyit yakılması mümkün müdür?

10. SU VE HAVA KİRLENMESİ-ARTIKLARIN ATILMASI.

- a) Artıkların atılmasında önemli bir problem var mıdır?
- b) Bölgedeki akarsulara artıklar dökülebilir mi?
- c) Artıkların uzak mesafelere nakli gerekiyor mu?
- d) Artıklar atılmadan önce bir işleme tabi tutulmak zorunda mı?
- e) Hava kirlenmesine karşı gerekli aşırı kontroller var mıdır?
- f) Çok yüksek veya aşırı masraf gerektiren bacalar gerekiyor mu?
- g) Bacadan çıkan gazlar çevre sağlığı yönünden zehirli veya zararlı görülüyor mu?
- h) Baca gazları çevredeki bahçe-

ÖNEMYERDEĞER

lere zarar verirse aşırı
tazminat ödenmesi gerekiyor mu?

ı)Sıvı artıklar nehire veril-
diğinde balık neslini etkili-
yor mu, buna belediye karşı
koyar mı?

i)Radyoaktif artıklar problemi
var mıdır?

j)Bölgede artıkların atılabile-
ceği eski maden kuyuları,
gukurlar ve benzeri mevcut mu?

k)Deniz kirlenmesi problem ya-
ratıyor mu?

l)Kanalizasyon şebekesi beledi-
ye tarafından tesise yakın
getirilmiş midir?

m)Kuruluş yeri meskun sahadan
yeteri kadar uzakta mıdır?

11.SOSYAL TESİSLER, ULAŞIM VE VERGİLER, DOĞAL AFETLER.

a)İşçi ve diğer personelin
oturabileceği evler var mı?

b)Yeteri kadar okul, sinema,
spor sahası ve piknik alan-
ları mevcut mudur?

c)Yeteri kadar doktor, hastane
ve doğumevi mevcut mudur?

d)Civar şehirlere yol bağlan-
tıları müsait mi?

e)Halkın ulaşımı için tren,
otobüs ve uçak servisleri
var mıdır?

f)Kuruluş yerinde aşırı ver-
giler var mıdır?

ÖNEMYERDEĞER

- g)Seçilen fabrika yeri sel,
kasırga, fırtına ve yangın
gibi doğal afetlere normalin
üstünde maruz kalıyor mu?
- h)Seçilen kuruluş yeri zelzele
bölgesinde mi?

12.MAMÜL MADDE PAZARLAMASI.

- a)Mamül satışı için mevcut pa-
zarlar yakın mı?
- b)Ekonomik sınırlar içerisinde
rakip firmalar var mı?
- c)Mamül satışı için civar
merkezlerde depo yapılması
gerekliyor mu?
- d)İhracat imkanları ve kolay-
lıkları var mıdır?
- e)Pazar yerlerine kadar olan
mesafe boyunca nakil, ürün
kalitesini etkiliyor mu?
- f)Mamülün yerini tutabilecek
diğer maddeler aynı bölgede
üretiliyor mu?
- g)Seçilen bölge mamülün büyük
kısımını tüketebiliyor mu?
- h)Mamül dağıtımı konusunda yol
ve ulaşım imkanları yeterli mi?
- ı)İklim şartları (rutubet, sı-
caklık vb.) mamülün depolan-
masını etkiliyor mu?
- i)Banka, sigorta ve noter gibi
hizmetler seçilen bölgede
sağlanabiliyor mu?

Bu tablo yardımıyla anlattığımız duruma bir örnek verelim:

Seçilen Bölge: Adana-Mersin arası

Hammadde : Kum, soda, kireç, kömür (fuel-oil)

Mamül madde : Cam

Listeden alınan birkaç madde yardımıyla durumu inceleyelim;

	<u>Önem</u>	<u>Yer</u>	<u>Değer</u>
7a. Kalifiye işçi temininde güçlük var mıdır?	3(z)	2	6(z)
7b. Bölgesel nüfus işçi teminini kolaylaştırıyor mu?	2	2	4
7d. Çiftçi aileler sanayide çalışmak istiyor mu?	0	1	0
4b. Deniz aşırı ülkelere ihra- cat yapılması düşünülüyor mu?	3(z)	3	<u>9(z)</u>
Toplam =			19

Tüm maddeler için aynı işlemi yaptığımız takdirde Adana-Mersin arasındaki bir kuruluş yerinin ne kadar uygun bir bölge olduğu rakamla değerlendirilmiş olacaktır. Örnekte; cam sanayinin ihracata dönük olması zarureti dikkate alınarak 4b maddesine en büyük önem verilmiş ve 3(z) ile değerlendirilmiştir. Eğer bu madde, örneğin, yerli tüketilen bir ürün olsaydı, 4b'yi daha düşük, hatta "0" gibi bir değerle değerlendirebilirdik.

8.2.2.Son Değerlendirme

Ön değerlendirmede tesbit edilen yerler, tamamen ekonomik prensibler açısından yeniden ele alınmak ve değerlendirilmek zorundadır. Böylece, belli bir süre için, mesalâ 1 ile 10 yıl için, çeşitli masrafların hesap edilmesi, toplanması ve kıyaslanması gerekir. Hammadde ve mamül madde nakliye masrafları; diğer nakliye masrafları; enerji, yakıt ve su bedelleri; işçi, teknik personel ve idari personel ücretleri, vergiler, sosyal tesis masrafları; arsa fiyatları, belediye vergileri, yol, kanalizasyon, artıkların atılması gibi masraflar; teşvik uygulamasının sağladığı avantajlar, vergi indirimleri; yedek parça imalatı ve nakliye masrafları, v.b. bunlar arasındadır.

Böylece, ekonomik açıdan önem taşıyan bütün hususların ayrı ayrı değerlendirilmesi ve detaylı analizler halinde rakamlarla ifade edilmesi gerekir. Bu analizlerin sonucu, toplam yıllık masraflar şeklinde ifade edildiğinde, en uygun yerin hangisi olduğu kendiliğinden ortaya çıkacaktır.

BÖLÜM 9 ANALİTİK HİYERARŞİ VE KURULUŞ YERİ SEÇİMİ

9.1. Analitik Hiyerarşi Nedir?

İnsanoğlu varoluşundan bugüne kadar, karar verme sorunu ile karşı karşıya kalmıştır. İnsanlar genellikle kendi değer sistemlerini ve ne istediklerini tam olarak bildikleri inancında olduklarından, başka birinin tamamen kendilerine ait birtakım düşünceleri düzenleyip daha iyi karar vermelerine yardımcı olacaklarına inanmazlar. Buna karşın, yapılan araştırmalar ise, insanoğlunun beyin kapasitesinin karmaşık kararların etkin ve sezgisel bir şekilde sentezini gerçekleştirmeye yeterli olmadığını ortaya koymaktadır.

Bu mantıktan hareketle Saaty tarafından ortaya atılmış olan analitik hiyerarşi yöntemi (Harker 1986, Harker ve Vargas 1987, Saaty 1986,1988, Saaty ve Vargas 1987); kişilerin nasıl karar vermeleri konusunda bir yöntem kullanmaya zorunlu kılmak yerine, onlara kendi karar verme mekanizmalarını tanıma olanağı sağlayıp, bu şekilde daha iyi karar vermelerini amaçlar.*

9.2. Hiyerarşi ve Göreli Üstünlükler

Analitik hiyerarşi yönteminin dayandığı teori; gerçekte insanoğlunun hiçbir şekilde kendisine öğretilmemiş olmasına karşın tamamen içgüdüsel olarak benimsediği karar mekanizmasını yansıtır. Çok sayıda ve birbirleriyle ilişkili öğeler seti ile karşılaşp, bunların ancak bir kısmını kontrol altında tutabileceğimizi anladığımızda çoğunlukla içgüdüsel olarak sözkonusu öğeleri belirli

*Evren,R.,Ülengin,F.,1992.Yönetimde Karar Verme, İstanbul:47

birtakım ortak özelliklere sahip olup olmamalarına bağlı olarak, gruplar halinde birleştirmeye çalışırız. Analitik hiyerarşi süreçlerinin temelde gerçeklemeyi amaçladığı da, insanoğlunda doğuştan var olan bu gruplara ayırmaya yönelik beyinsel faaliyet sürecini taklit edip, sözkonusu grupları sistemin belli bir düzeyinin öğeleri olarak yansıtmaktır. Bu gruplar, daha sonra, bir başka özellikler kümesine göre yine kendi aralarında gruplandırılıp, sistemin bir üst düzeyini oluştururlar ve bu süreç sistemin en üst düzeyine, bizim karar verme sürecimizin ana gayesini oluşturan öğeye ulaşana kadar devam eder. Diğer bir deyişle sürecin ilk adımı; karar verme probleminin olabildiğince ayrıntılı olarak ortaya konması ve daha sonra hiyerarşi olarak adlandırılan ve her biri bir dizi öğeden meydana gelen katmanlar halinde incelenmesidir. Bundan sonra yapılacak olan işlem; en alt düzeydeki hiyerarşinin kapsamındaki öğelerin, en üst düzeyde bulunan ve bizim ana amacımızı ortaya koyan öğe üzerindeki göreceli etkilerinin saptanmasıdır. Bunun belirlenmesi ise karar verme probleminin bir hiyerarşik düzeyi için daha ileride ayrıntıları ile açıklanacak olan bir dizi ikili karşılaştırma ve göreceli ağırlıkların bulunmasına dayanır.*

Aslında karar verme işlemi, herbiri bir dizi istenen amacı gerçekleyen çeşitli seçenekleri tartılandırıp aralarında tüm amaç setimizi en iyi gerçekleyeni bulmaktan ibarettir. Böylesi bir seçim yaparken önce seçeneklerin alt amaçları gerçeklemedeki göreceli tartıları, alt amaçların da daha üst düzey amaçları gerçeklemedeki göreceli ağırlıkları v.s. saptanmalıdır. Çünkü ancak bu şekilde seçeneklerin en üst düzeydeki amaca hizmet etmedeki göreceli etkinliklerini yansıtabilecek sayısal tartı değerlerini saptayıp, bu değerleri kaynaklarımızı tahsis etme sırasında kullanabiliriz. Böylesi bir tartının da anlamlı olması ve

*Fitzray, T.P., 1989. Analytical Methods for Marketing Management, Mc Graw Hill: 45

doğru olması son derece önemlidir. Gerçekçi sonuçlar alınabilmesi için model, genelde kullanılan modellerin aksine salt nicel değil, nitel öğelerin de dikkate alınmasını olanaklı hale getirmiştir. Ayrıca, gerçek yaşamda olduğu gibi grup halinde karar vermede görülen düşünce ayrılıkları ve çatışmaları da dikkate alabilmektedir.*

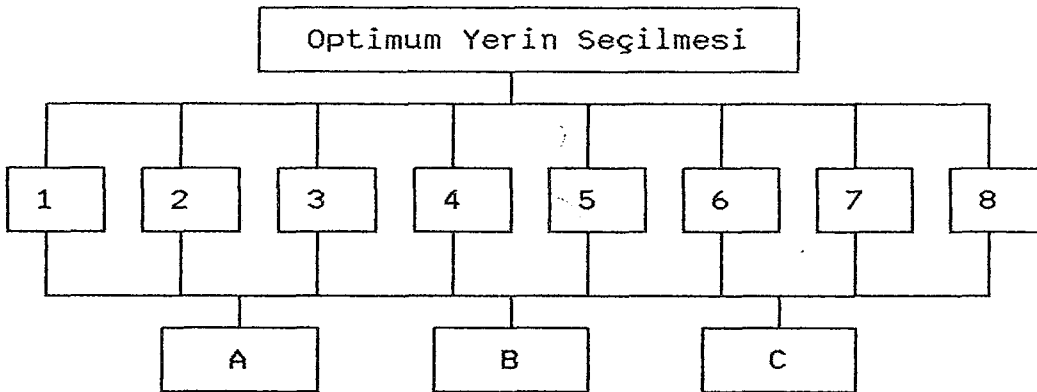
Sistem yaklaşımı günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. Aslında analitik hiyerarşi süreçlerinin temelinde de bir sistem yaklaşımı vardır. Bir sistem incelenirken bileşenlerinin fiziksel, sosyal v.s. yapısı, her bir bileşenin işlevi, hangi amaca hizmet ettiği, bu amaçların hangi daha üst düzeyde amaçların parçası oldukları, sistemin esas ana amacının ne olduğu saptanmaya çalışılır. Bir sistemin yapısı ve işlevleri, birbirlerinden ayrılmaz bir bütün teşkil ederler. Analitik hiyerarşi süreçleri bu yapı-işlev bileşkesini bir bütün olarak eş anlı bir şekilde irdelemeye yöneliktirler. Sürecin kullandığı hiyerarşiler, sistem yapısını oluşturan öğelerin birbirleri ile olan işlevsel ilişkilerini ve tüm sistem üzerindeki etkilerini saptamak amacıyla, sözkonusu yapıyı ortaya çıkarmak üzere oluştururlar. Hiyerarşiler çeşitli şekilde olabilir fakat hepsi bir ana amaçtan başlayıp, alt amaçlara, bu alt amaçları etkileyen kuvvetlere, kuvvetlere tesir eden kişilere, onların amaçlarına, politikalarına, stratejilerine ve son olarak da sözkonusu stratejilerin çıktılarına doğru bir iniş gösterirler. Görüldüğü gibi analitik hiyerarşi yönteminin kullanılabilmesi için katedilmesi gereken ilk aşama sistem işlevlerini hiyerarşik bir yapıda ortaya koymak olacaktır. Sonraki aşama ise hiyerarşideki herhangi bir öğenin etkilerini saptamaya yönelik bir ölçüm tekniği kullanmaktır.

*Saaty, T., L., 1989. Multicriteria Decision Making: The Analytic Hierarchy Process: 142

Hiyerarşi aslında özel bir sistem tipidir ve ortaya çıkarılan birimlerin ayrı ayrı diziler halinde gruplanabileceği ve bir gruba ait öğelerin diğer gruptaki öğeleri etkileyeceği varsayımına dayanır. Bir gruba ait öğeler ise birbirinden bağımsız olarak kabul edilir *. Bir hiyerarşide mutlaka belirli bir düzeydeki bir öğenin, o düzeyin bir altındaki tüm öğelerle ilişkili olması gerekmez. Öte yandan hiyerarşi bir karar ağacı da değildir. Her düzey, probleme ilişkin farklı bir kesiti yansıtabilir. Ayrıca, karar verici sözkonusu sisteme yeni düzey veya öğeler ekleyip çıkartabilir ve bu şekilde görece önemleri daha belirginleştirmek veya sistemin bir veya daha fazla parçası üzerinde yoğunlaşmak isteyebilir.

Kuruluş yeri seçimini ele aldığımızda, bir seramik fabrikası için üç il düşünülmüş olsun. Bilecik, Uşak, Filyos. Ana hedef optimum kuruluş yerinin seçimidir. Başlıca sekiz tane kriter ele alınmıştır; su durumu, hammadde, pazara yakınlık, ulaşım olanakları, çevresel faktörler, kamu politikaları, arazi maliyeti, işgücü. Şekil (9.1)'de kuruluş yeri seçimi probleminin hiyerarşik yapısı görülmektedir.

ŞEKİL (9.1) KURULUŞ YERİNİN HİYERARŞİK YAPISI



*Saaty, T., L., Wind, Y., 1980. Marketing Applications of the Analytic Hierarchy Process, Management Science, Vol. 26, No. 7, USA

Şekil (9.1)'de:

- 1 numaralı faktör su durumunu,
- 2 numaralı faktör hammadde,
- 3 numaralı faktör pazara yakınlık durumunu,
- 4 numaralı faktör ulaşım olanaklarını,
- 5 numaralı faktör çevresel faktörleri,
- 6 numaralı faktör kamu politikalarını,
- 7 numaralı faktör arazi maliyetini,
- 8 numaralı faktör işgücünü,
- A, Bilecik ilini,
- B, Uşak ilini,
- C, Filyos ilini göstermektedir.

Hiyerarşik gösterimden sonra ikinci aşamada, daha öncede belirtildiği gibi öğelerin göreceli önemlerinin ölçülmesi gerekecektir. Söz konusu ölçüm, aşağıda ayrıntıları ile açıklandığı gibi öğelerin ikili karşılaştırılmalarına dayanır.

9.3.Ölçme ve Karar Verme Süreci

Elimizde ağırlık ölçmek için gerekli bir alet olmadığında aklımıza gelecek olan yöntem, onların göreceli ağırlıklarını tahmin etmek olacaktır. Bunun bir yolu hepsinin tek tek kaldırılıp doğrudan bir ağırlık tahmini yapmaktır. Her birinin bu şekilde tahmin ettiğimiz ağırlığını, toplam ağırlığa bölmek suretiyle, nesnelerin göreceli ağırlıklarını belirleyebiliriz. Diğer bir yöntem ise nesneleri ikiye ikiye karşılaştırmadır. Her iki yöntemde de tutarsızlık olabilir. Analitik hiyerarşi yöntemi seçeneklerin karşılaştırılmasında tutarsız olup olunmadığı ile değil de incelenen problem için tutarlılık varsayımından sayısal olarak sapma derecesi ile ilgilenir. Tutarlılık indeksi kullanılır.

Analitik hiyerarşi yönteminin kullanılması sırasında, doğrudan doğruya ilgili kişiler ile yüz yüze anket yapıp onların ikili karşılaştırmalara ilişkin görüşlerinin alınmasını önermektedir. Söz konusu ilgili kişi veya kişiler konunun uzmanı olmasalar bile en azından konuyu bilen, konuya aşina kişiler olmalıdır.

9.4.İkili Karşılaştırmalar Matrisii

Elimizde n adet taş olduğunu varsayalım $(A_1, A_2, \dots, A_n)$. Herbirinin ağırlığı da sırasıyla $w_1, w_2, \dots, w_n$ olsun. Her taşın diğerlerine göre göreceli ağırlıklarını bir matrisin satırları cinsinden yazalım. Her ikiliden daha hafif olanı birim olarak alıp diğerinin onun kaç katı ağırlıkta olduğunu ölçmek suretiyle ağırlıklar belirlenir.

	A_1	A_2	A_n
A_1	w_1/w_1	w_1/w_2	w_1/w_n
A_2	w_2/w_1	w_2/w_2	w_2/w_n
.	.	.	.
.	.	.	.
A_n	w_n/w_1	w_n/w_2	w_n/w_n

Analitik hiyerarşi yöntemi, bir düzeyin tüm öğeleri ile, bir üst düzeydeki tek bir öğenin veri olarak alınması ve alt düzeydeki tüm öğelerin üst düzey öğeleri üzerindeki göreceli etkileri açısından ikiye bölünmüş olarak karşılaştırılıp yukarıda verilene benzer bir matris oluşturulmasına ve bu matrisin en büyük özdeğere sahip özvektörünün bulunmasına dayanır. Söz konusu özvektör öncelik sıralarının

belirlenmesine, özdeğer ise yargının tutarlılığının ölçülmesine yarar.

w_i ağırlıkları ile a_{ij} yargısı arasında aşağıdaki basit ilişki kullanılıp A matrisi elde edilmiştir.

$$w_i/w_j = a_{ij} \quad (i, j=1, 2, \dots, n) \quad (9.1)$$

En büyük özdeğer $\lambda_{\max}$ olarak ifade edilirse; A matrisinin tutarlı olması için $\lambda_{\max} = n$ olmalıdır.

a_{ij} değeri ile w_i/w_j değerinin birbirine tam olarak eşitlendiği ideal durum yerine, daha genel bir durumu yansıtan $w_i = \text{ortalama } (a_{i1}w_{i1}, a_{i2}w_{i2}, \dots, a_{in}w_{in})$ kullanılması daha gerçekçidir. Ortalamanın tanımından hareketle,*

$$w_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{ij} w_j \quad i=1, 2, \dots, n \quad (9.2)$$

ifadesi elde edilir.

a_{ij} 'nin ideal durumdan sapma göstermesi halinde (9.2) denkleminin buna uyum sağlayabilmesi, diğer bir deyişle a_{ij} 'deki idealden farklı duruma uygun bir şekilde w_i ve w_j 'nin değişebilmesi için n'in de değişmesi gerekir. İşte bu nedenle n yerine en büyük değer ($\lambda_{\max}$) kullanılır.

$$w_i = \frac{1}{\lambda_{\max}} \sum_{j=1}^n a_{ij} w_j \quad i=1, 2, \dots, n \quad (9.3)$$

ifadeyi genellersek;

$$A_w = \lambda_{\max} w \quad (9.4)$$

9.5.Sistem Öğelerinin Göreli Önemleri

İkili karşılaştırmalara ilişkin yargıların nasıl oluşturulacağını, kuruluş yeri seçimi problemimizde araştıralım. İlk yapılacak iş, 8 kriterin göreli önemlerinin saptanmasıdır. Yargılama aşamasında aşağıdaki Tablo (9.1)'de verilen ölçek kullanılır.

TABLO (9.1) ANALİTİK HİYERARŞİ YÖNTEMİNDE KULLANILAN
ÖLÇEK

ÖNEM DERECESİ	TANIM	AÇIKLAMA
1	Eşit önem	iki faaliyet amaca eşit düzeyde katkıda bulunuyor.
3	Birinin diğerine göre orta derecede daha önemli olması	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine orta derecede tercih ettiriyor.
5	Kuvvetli düzeyde önem	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine kuvvetli bir şekilde tercih ettiriyor.
7	Çok kuvvetli düzeyde önem	Bir faaliyet güçlü bir şekilde tercih ediliyor ve baskınlığı uygulamada rahatlıkla görülüyor.
9	Aşırı düzeyde önem	Bir faaliyetin diğerine tercih edilmesine ilişkin kanıtlar çok büyük bir güvenirliliğe sahip
2,4,6,8	Ortalama değerleri	Uzlaşma gerektiğinde kullanmak üzere iki ardışık yargı açısına düşen değerler.

Karşılaştırmalar sırasında kullanılacak ölçeği de saptadığımıza göre, artık bundan sonra yapmamız gereken

kriterlere ikişerli karşılaştırmalar uygulayıp, Tablo (9.2)'nin elde edilmesidir.

TABLO (9.2) KURULUŞ YERİ SEÇİMİNDE BİRİNCİ DÜZEY İÇİN
İKİLİ KARŞILAŞTIRMALAR MATRİSİ

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	5	3	7	6	6	1/3	1/4
2	1/5	1	1/3	5	3	3	1/5	1/7
3	1/3	3	1	6	3	4	6	1/5
4	1/7	1/5	1/6	1	1/3	1/4	1/7	1/8
5	1/6	1/3	1/3	3	1	1/2	1/5	1/6
6	1/6	1/3	1/4	4	2	1	1/5	1/6
7	3	5	1/6	7	5	5	1	1/2
8	4	7	5	8	6	6	2	1

Bu şekilde birinci düzey için ikili karşılaştırmalar matrisini elde ettikten sonra yapmamız gereken, bu verilerden hareketle kriterlerin ana hedefi gerçekleştirmedeki göreceli önemlerini saptamak olacaktır. Bu da; en büyük özvektörü bulup normalize etmek şeklinde yapılacaktır. Söz konusu problemi tam olarak çözmeye yönelik olarak bilgisayar programları vardır. Bu tür programların olmadığı durumlarda, söz konusu göreceli önemler vektörünün bulunmasına ilişkin olarak dört yöntem geliştirilmiştir:

a)En Basit ve Sapmalı Yöntem:

Her satırın toplamı alınıp, her toplam değeri söz konusu toplamların toplamına bölünür. Böylece cevapların toplamı bire eşitlenir (normalize edilir). Elde edilen vektörün birinci elemanı, birinci faaliyetin göreceli önemini, ikincisi ikinci faaliyetin göreceli önemini v.s. verir.

b)Daha İyi Yöntem:

Her sütundaki elemanların toplamı alınır ve bu toplamların eşlenikleri bulunur ($1/\text{sütun toplamı}$). Sözkonusu değerlerin toplamını bire eşit hale getirmek için, her eşleniği eşleniklerin toplamına bölünür.

c)İyi Yöntem:

Her sütunun elemanları, o sütunun toplamına bölünür. Elde edilen değerlerin satır toplamı alınır ve bu toplam satırdaki eleman sayısına bölünür.

d)İyi Yöntem:

Her satırdaki n elemanı birbirleri ile çarpılıp n . kökü bulunur. Elde edilen değerler normalize edilir.

Uygulamada kolay olduğu için (c) tercih edilir.

Tutarlılık oranının hesaplanması; ikili karşılaştırmayla elde edilen matris, yukarıda anlatıldığı gibi dört farklı yöntemle bulunan göreceli önemler vektörü ile çarpılırsa, bir sütun vektörü elde edilir. Bu vektörün her elemanı, birinci vektörde karşılık gelen elemana bölünüp, bunların toplamının bulunup ortalamasının alınmasıyla $\lambda_{\max}$ 'ın iyi bir tahmin değeri elde edilir. Tutarlılık oranının %10'dan az olması tercih edilmektedir.

Bu karşılaştırmalar ve hesaplamalar sonucunda; hiyerarşinin bir düzeyindeki elemanların, bir üst düzeydeki bir tek eleman üzerindeki etkileri açısından göreceli önemleri saptanabilmektedir. Eğer birden fazla düzey varsa, çeşitli göreceli önemler vektörleri bir matris halinde birleştirilip, en alt düzey için tek bir göreceli önem vektörü elde edilecektir. Sözkonusu son vektöre ulaşma aşamalarını kuruluş yeri seçimi problemimizde irdeleyelim.

Problemimizde görelî önem vektörü aşağıdaki şekilde elde edilmiştir.

0.173	Su durumu
0.054	Hammadde
0.188	Pazara Yakınlık
0.018	Ulaşım Olanakları
0.031	Çevresel Faktörler
0.036	Kamu Politikaları
0.167	Arazi Maliyeti
0.333	İşgücü

Birinci düzey için elde edilen bu görelî önemler vektörünü incelediğimiz takdirde, optimum kuruluş yerinin seçilmesinde ana hedefi en fazla etkileyen kriterin %33.3 ile işgücü olduğunu görürüz.

Sözkonusu birinci düzey karşılaştırma matrisi için, $\lambda_{\max}=9.669$, tutarlık indeksi 0.238, tutarlılık oranı ise 0.169 olarak elde edilecektir.

İkinci olarak bir alt düzey için aynı tür karşılaştırmalar yapılacaktır. Diğer bir deyişle, bu aşamada ikili karşılaştırma alternatif illerin, ikinci düzeydeki kriterlerin birini gerçekleştirme açısından görelî önemleri saptanacak ve inceleme her kriter için tekrar edilecektir. Sonuçlar şöyledir;

1.Su Durumu

	A	B	C	Görelî Önemler Vektörü
A	1	6	8	0.754
B	1/6	1	4	0.181
C	1/8	1/4	1	0.065

$$\lambda_{\max}=3.136$$

Tutarlılık Göstergesi=0.068

Tutarlılık Oranı=0.117

2.Hammadde

	A	B	C	Görelî Önemler Vektörü
A	1	5	4	0.674
B	1/5	1	1/3	0.101
C	1/4	3	1	0.226

$$\lambda_{\max}=3.086$$

Tutarlılık Göstergesi=0.043

Tutarlılık Oranı=0.074

3.Pazara Yakınlık

	A	B	C	Görelî Önemler Vektörü
A	1	7	1/5	0.233
B	1/7	1	1/8	0.005
C	5	8	1	0.713

$$\lambda_{\max}=3.247$$

Tutarlılık Göstergesi=0.124

Tutarlılık Oranı=0.213

4.Ulaşım Olanakları

	A	B	C	Görelî Önemler Vektörü
A	1	8	6	0.747
B	1/8	1	1/5	0.060
C	1/6	5	1	0.193

$$\lambda_{\max}=3.197$$

$$\text{Tutarlılık Göstergesi}=0.099$$

$$\text{Tutarlılık Oranı}=0.170$$

5.Çevresel Faktörler

	A	B	C	Görelî Önemler Vektörü
A	1	8	6	0.745
B	1/8	1	1/4	0.065
C	1/6	4	1	0.181

$$\lambda_{\max}=3.130$$

$$\text{Tutarlılık Göstergesi}=0.068$$

$$\text{Tutarlılık Oranı}=0.117$$

6.Kamu Politikaları

	A	B	C	Görelî Önemler Vektörü
A	1	1/2	1/2	0.200
B	2	1	1	0.400
C	2	1	1	0.400

$$\lambda_{\max}=3$$

$$\text{Tutarlılık Göstergesi}=0$$

$$\text{Tutarlılık Oranı}=0$$

7.Arazi Maliyeti

	A	B	C	Görelî Önemler Vektörü
A	1	1	1	0.333
B	1	1	1	0.333
C	1	1	1	0.333

$$\lambda_{\max}=3$$

Tutarlılık Göstergesi=0

Tutarlılık Oranı=0

8.İşgücü

	A	B	C	Görelİ Önemler Vektörü
A	1	1/7	1/5	0.072
B	7	1	3	0.650
C	5	1/3	1	0.278

$$\lambda_{\max}=3.065$$

Tutarlılık Göstergesi=0.032

Tutarlılık Oranı=0.056

Yukarıda verilen değerleri incelediğimizde A'nın (Bilecik İli) alternatif üç yer içinde en çok su bulunan (%75.4 görelİ önem) yer olduğunu, B ve C'ye göre hammaddeye daha uzak olduğu gibi sonuçlar elde ederiz.

Üçüncü ve son aşamada, alternatif iller için bileşik son görelİ önemler vektörü bulunur. Bu son vektörün bulunması için, her kritere göre konutların görelİ önemleri bir matris halinde yazılır ve sözkonusu matrisin her sütunu, karşılık gelen kriterlerin görelİ önem değerleri ile çarpılıp, satır toplamı alınır. Sonuçta elde edilen vektör alternatif yerlerin, optimum kuruluş yeri ana hedefine hizmet etmek açısından görelİ önemlerini verir. Tablo (9.3) elde edilir.

Bu sonuçlara göre en uygun kuruluş yeri A (Bilecik), daha sonra B (Uşak) ve en son da C (Filyos) ilidir.

TABLO (9.3) ALTERNATİF İLLERİN GÖRELİ ÖNEMLERİNİN
BULUNUŞU

Kriterler	1	2	3	4	5	6	7	8	Bileşik
Görelî									Görelî
Önemleri	0.173	0.054	0.188	0.018	0.031	0.036	0.167	0.333	Önemler
A	0.754	0.233	0.745	0.333	0.674	0.747	0.200	0.072	0.396
B	0.181	0.055	0.065	0.333	0.101	0.060	0.400	0.650	0.341
C	0.065	0.713	0.181	0.333	0.226	0.193	0.400	0.278	0.263

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın sonucunda elde edilen bilgileri şu şekilde sıralayabiliriz:

1. Herhangi bir işletme için kuruluş yeri seçmek istendiğinde, yapılacak ilk iş, işletmenin yapısına bağlı olarak, kuruluş yeri seçimine etki eden faktörlerin belirlenmesidir.

2. Faktörler belirlendikten sonra, hangi yöntem kullanılarak karar verileceğinin belirlenmesi gerekir.

İşletmenin ihtiyaçlarına en iyi şekilde cevap verecek yöntemler belirlenir.

3. Seçilen bu yöntemler uygulanarak, sonuçları alınır.

4. Alınan sonuçlar, değerlendirilerek sonuca varılır.

5. Burada önemli olan husus, eğer işletme için en önemli faktör taşıma masrafları ise, kuruluş yeri olarak taşıma masraflarının minimum kılındığı yer seçilmelidir. Bu durumda kullanılacak olan yöntem ulaştırma modelidir.

6. Ulaştırma modelinin kullanılmasında, başlangıç yöntemlerinden herhangi biri seçilebilir fakat yaygın olarak kullanılanı VAM metodudur.

7. Ulaştırma modeli kullanıldığı takdirde mutlaka optimallik kontrolü yapılmalıdır.

8. İşletmenin kuruluş maliyeti ve yıllık getirileri önemliyse, iç kârlılık oranı veya net bugünkü değer yöntemleri kullanılır.

2023 YILI
KURUMSAL YATIRIM
BÜYÜME PLANI
KURUMSAL YATIRIM
BÜYÜME PLANI

9.Eğer rakip firmalardan biri de bir işletme kurma kararı almışsa, rakip firmanın ve kendi firmamızın durumunu daha iyi görüp, karar vermek zorunda kalırız. Bu durumda kullanılacak en iyi yöntem oyun teorisidir.

10.Buraya kadar sayılan bu yöntemlerde sadece birkaç tane faktör ele alınmıştır. Gerçekte kararımızı etkileyen etken sayısı fazladır. Ayrıca tüm faktörler sayısal değerlerle ifade edilmezler. Böyle sayılarla ifade edilemeyen kalitatif faktörlerin kullanılması sözkonusu ise kalitatif faktörlerin değerlendirme yöntemleri (örneğin, puanlama yöntemi) kullanılır.

11.Sistem yaklaşımı içinde, kuruluş yeri seçimini çok amaçlı karar verme olarak belirlediğimiz takdirde, analitik hiyerarşi yöntemi kullanılmalıdır.

12.Analitik hiyerarşi yöntemi kullanılmasının en büyük avantajı, işletme açısından önemli olan tüm faktörlerin önem derecelerine göre değerlendirilerek, sonuca ulaşılmasıdır.

13.Analitik hiyerarşi yöntemi yeni kullanılan bir yöntem olup, yurdumuzda kuruluş yeri seçiminde kullanılmamıştır. Bu nedenle yeni yapılacak çalışmalarda bu yönteme ağırlık verilmesi yerinde olacaktır.

14.Kuruluş yeri seçiminde belirtilen yöntemlerden birkaçı uygulanmalı ve sonuçlar değerlendirilerek karar verilmelidir.

15.Analitik hiyerarşi yöntemi için geliştirilmiş bilgisayar programları mevcuttur fakat yurdumuzda olmadığından dolayı, daha sonraki çalışmalarda bu programlar getirtilip, incelenerek yöntemin kullanılması kolaylaştırılmalıdır.

KAYNAKÇA

- 1.Akkutay,C.,1983. Ulaştırma Tipi Doğrusal Programlamanın Fabrika Yeri Seçiminde Kullanılması ve Şeker Fabrikaları Üzerinde Bir Deneme,DPT,Ankara:11
- 2.Akoğlu,T.,1975.Kuruluş Yeri Seçimi ile İlgili Örnek Çalışma, Ankara:12
- 3.Akoğlu,T.,1979. Onikinci Proje Geliştirme ve Değerlendirme Semineri Notları c:4, Devlet Yatırım Bankası, Ankara:45
- 4.Alpugan,O., Demir,H. Oktay,M. Liner,N.,1993. İşletme Ekonomisi ve Yönetimi, İstanbul:116
- 5.Altınkaynak,S.,1987. Ulaştırma Modelinin Fabrika Kuruluş Yeri Seçiminde Kullanılması, Ankara:6
- 6.Birleşmiş Milletler Sınai Kalkınma Teşkilatı, 1978. Endüstriyel Yapılabilirlik Etüdlерinin Hazırlanması El Kitabı, Viyana:100
- 7.Cebeci, A., Baklacioğlu,S., Özgen,C., 1970. Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesi, Ankara:383
- 8.Cooper,J.,1990.Location Models Developing Alternatives: Quantative Approaches, Logistics and Distribution Planning, Kogan Page, London:36
- 9.Çakıcı,L.,1968.Sanayi İşletmelerinin Kuruluş Yeri Seçiminde Ulaştırma Masraflarının Yeri ve Önemi,Ankara:45
- 10.Demir,A.,1981.Çağdaş Teknolojik Gelişmeler,Ankara Üniversitesi,No:472:22

- 11.Desiyab,1983. Fabrika Kuruluş Yeri Seçimi:19
- 12.Devlet Yatırım Bankası, 1975. 8.Proje Geliştirme ve Değerlendirme Semineri:6
- 13.Dilworth,B.J., 1992. Operation Management Design, Planning and Control for Manufacturing and Services, Mc Graw-Hill International Editions,New York:144
- 14.Ecker,G.J., Kupferschmid,M., 1988. Introduction to Operations Research, New York, John Wiley & Sons:166
- 15.Eraydın,A., 1987. TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Sanayi Kongresi Bildirileri:96
- 16.Erkan,E., Kırıl,R., Seyhan,T., Meder,Y., 1980. Yapılabilirlik Etüdü Hazırlama Esasları, Teknolojik Araştırma ve Proje Müdürlüğü:14
- 17.Evren,R., Ülgen,F., 1992. Yönetimde Karar Verme, İTÜ Yayınları, Yayın No:1478, İstanbul:47
- 18.Fitzray,T.P, 1989. Analytical Methods for Marketing Management, Mc Graw Hill:45
- 19.Gass,S.I., 1964. Linear Programming, Method and Application, Mc Graw-Hill Book Company, New York:193
- 20.Güvenli,O., 1988. Yatırım Projelerinin Düzenlenmesi ve Değerlendirilmesi, İstanbul:47
- 21.Hacıhasanoğlu,B., 1980. İller İçin Bir Gelişmişlik Göstergesi ve Sıralaması, Ankara:19
- 22.Hadley,G., 1963. Linear Programming, Reading, Massachusetts, Addison Wesley Publishing Co:351

- 23.Hekimoğlu,S., 1985. Kuruluş Projelerinin Hazırlanması ve Değerlendirilmesi, Ankara:205
- 24.Hoover, E.M., 1948. The Location of Economic Activity, New York:Mc Graw-Hill Book Company.
- 25.Karayalçın,İ., 1984. Fabrika Organizasyonu, Çağlayan Basımevi, İstanbul:36
- 26.Karayalçın,İ., 1986. Endüstri Mühendisliği ve Üretim Yönetimi El Kitabı,c.1, Çağlayan Basımevi:358
- 27.Kermen,O., 1976. Fabrika Tasarımcılığında Kimya Mühendisliği, İstanbul:283
- 28.Kobu,B.,1982. Üretim Yönetimi, İstanbul:92
- 29.Koçer,M., 1974. Fabrika Organizasyonu ve Dizaynı, İstanbul:109
- 30.Miller,W.D., Starr,K.M., 1978. Executive Decision and Operations Research, Columbia University:262
- 31.Moore, J.M., 1962. Plant Layout and Design, Mac Millan Publishing Co, new york:62
- 32.Monks,G.J.,1987. Operations Management Theory and Problems, Third Edition, Singapore, Ganzage University:106
- 33.MPM Yayınları, 1967.Fabrika Yerinin Seçimi, Yerleşme Düzeni ve Bakımı, No:53:3-18
- 34.Müftüoğlu,T., 1989. Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesi, Ankara:283

- 35.Özkale,L., Sezgin,S., Uray,N., Ülengin,F., 1991. Pazarlama Stratejileri ve Karar Alma Mekanizması, İletişim Yayınları, İstanbul:32
- 36.Saaty,T.L., Wind,Y., 1980. Marketing Applications Of The Analytic Hierarchy Process, Management Science,Vol.26, No.7, USA.
- 37.Saaty,T.L., 1989. Multicriteria Decision Making: The Analytic Hierarchy Process:142
- 38.Serper,Ö., 1974. Doğrusal Ulaştırma Programlaması, İdeal Çözüm ve Uygulaması, Bursa:23
- 39.Somer,T.G., 1979. Fabrika Kuruluşunda Yer Seçimi, Ankara:14
- 40.Sule,D.R., 1988. Manufacturing Facilities Location, Planning and Design, Louisiana Tech University, Boston:362
- 41.Taha,H., 1971. Operation Research An Introduction, The Macmillan co, New York:111
- 42.Taha,H., 1992. Operation Research An Introduction, The Macmillan co, New York:194
- 43.Taray,C., 1991. Endüstride Planlama, Organizasyon, Yönetim:74
- 44.Tolunay,Y., 1980. Matematik Programlama ve İşletme Uygulamaları, İstanbul:341
- 45.Uman,N., 1974. Ulaştırma Modeli ve Petrol Ofisinde Uygulama Denemesi, A.Ü.,SBF, Ankara:18, Dantzig g.B., Linear Programming and Extensions, Princeton, N.J., Princeton University Press,1963:229

46.Wild,R., 1989. Production and Operations Management, Forth Edition, Oxford:100

47.Wilkes, M.,1989. Operational Research Analysis And Applications, Mc Grow-Hill Book Company, london:78

48.Yülek,E., Cezzar,R.,1975. Fabrika Projesi ve Yerleşme Planı, Ankara:40



ÖZGEÇMİŞ

1969 yılında İstanbul'da doğdu. Burak Reis ilkokulunu bitirdi. Orta ve lise eğitimini İzmit Yarımca Lisesi'nde tamamladı. 1986 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi İşletme Fakültesi Endüstri Mühendisliğine girdi. 1990-91 öğretim yılında İTÜ Vakfında İngilizce hazırlık okuduktan sonra, 1991 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimine başladı. 1992 yılında Araştırma Görevlisi olarak girdiği Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde halen çalışmaktadır.