

MERMER FABRİKALARI İÇİN EN İYİ TESİS YERİ SEÇİMİ

Seçil ÖZER

Yüksek Lisans Tezi

Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

Aralık 2005

**OPTIMIZATION FOR LOCATIONAL PLANNING FOR MARBLE
FACTORIES**

Seçil ÖZER

Master of Science Thesis

In Mining Engineering

December 2005

MERMER FABRİKALARI İÇİN EN İYİ TESİS YERİ SEÇİMİ

Seçil ÖZER

**Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Maden Mühendisliği Anabilim Dalı
Maden İşletme Bilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.**

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Mahmut YAVUZ

Aralık 2005

Seçil ZER'in YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı “Mermer Fabrikaları için En İyi Tesis Yeri Seçimi” başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Mahmut YAVUZ

ye: Prof. Dr. A Atilla İŞLİER

ye: Yrd. Doç. Dr. Hüseyin ANKARA

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
. gün ve
. sayılı
kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Abdurrahman KARAMANCIOğLU
Enstitü Müdürü

ÖZET

Bu çalışmada, mermer fabrikaları için en iyi tesis yeri seçimi probleminin çözümü araştırılmıştır. Öncelikle tesis yeri seçiminde kullanılan genel yöntemler ayrıntılı olarak incelenmiştir. Gerçekte tesis kuruluş yeri seçimi çok ölçütlü bir karar verme problemidir. Bu problemin çözümü için sürece etkisi olan bütün ölçütler öncelikle belirlenmiş ve kısaca açıklanmıştır. Çok ölçütlü karar verme tekniklerinin en iyi bilinenlerinden Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ve Analitik Serim Süreci (ASS) yöntemleri tanıtılmıştır.

Bir madencilik firmasının kurmayı planladığı yeni bir mermer fabrikasının en uygun kuruluş yerinin belirlenmesi için, sözü edilen yöntemlerin kullanılmasıyla bir analiz yapılmıştır. AHS yöntemi tabanlı problem MS Excel, ASS tabanlı problem ise problem Super Decisions programları kullanılarak çözülmüştür. Her iki yöntemin model çıktıları değerlendirilmiş ve en uygun tesis kuruluş yeri önerilmiştir.

SUMMARY

The problem of optimum location selection for marble factories is investigated in this study. First, the general locational analysis methods were examined in detail. In reality, location problem is a multiple criteria decision-making problems. To solve this problem, the whole criteria which are effect the decision making process are determined and explained shortly. Analytic Hierarchy Process (AHP) and Analytic Network Process (ANP) methods are well known multiple criteria decision-making methods and these are introduced.

To determine the optimum location for a new marble factory, an analysis was done by mentioned methods. The AHP and the ANP based problem were solved by using MS Excel program and Super Decisions program respectively. Both program model outputs were evaluated and the most suitable location was proposed.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans Tez çalışmalarımda her türlü yardımı gösteren değerli hocam Yrd. Doç. Dr Mahmut YAVUZ'a, Elmas Madencilik sahibi ve yönetim kurulu başkanı İlhan ERÖZLÜ, Maden Mühendisleri Ömür YILMAZ ve Serdar YAŞAR'a yardım, katkılarından dolayı ve hayatım boyunca her konuda gerek maddi gerekse manevi desteklerini esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

Seçil ÖZER

Aralık 2005

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	v
SUMMARY	vi
TEŞEKKÜR.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
SİMGELER DİZİNİ	xiv
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xv
1. GİRİŞ	1
2. TESİS PLANLAMASI	3
2.1. Tesis Planlaması ve Yer Seçimi	4
2.2. Tesis Kuruluş Yeri Seçiminin Önemi	6
2.3. Tesis Kuruluş Yeri Seçimini Etkileyen Faktörler.....	14
2.3.1. Pazar faktörü ve rakip, yan endüstrilere yakınlık	14
2.3.2. Ulaştırma.....	15
2.3.3. Hammadde ve su ihtiyacı faktörü	16
2.3.4. İşgücü ve ücret faktörü	17
2.3.5. Arazi büyüklüğü ve iklim şartları faktörü.....	19
2.3.6. Teşvik tedbirleri ve zorlayıcı tedbirler	20
2.4. Tesis Kuruluş Yeri Seçimi Süreci	21
2.5. Tesis Kuruluş Yeri Seçiminde Kullanılan Değerleme Yöntemleri	22

2.6. Kuruluş Yeri Saptama Teknikleri ve Tek Bir Tesis İçin	
Kuruluş Yeri Saptama Yöntemleri	23
2.6.1. Sıralama + maliyet elverişliliği	24
2.6.2. Eş-maliyet eğrileri.....	25
2.6.3. Karlılık analizi	27
2.6.4. Başabaş analizi.....	27
2.6.5. Mekanik-analog yöntemi	28
2.6.6. Tek tesis probleminde duyarlılık	29
2.7. Genel Değerlendirme	30
2.8. Çok Ölçütlü Karar Verme Teknikleri İle Kuruluş	
Yeri Saptama Yöntemleri... ..	31
 3. ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ	
VE ANALİTİK SERİM SÜRECİ.....	37
3.1. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) Hakkında Genel Bilgi	38
3.1.1. AHS'nin yapısı ve özellikleri	38
3.1.2. AHS ile karar verme	41
3.2. Analitik Serim Süreci.....	51
 4. MERMER FABRİKALARINDA TESİS KURULUŞ YERİ SEÇİMİ	
4. 1. Mermerin Tanımı ve Sınıflandırılması.....	58
4.1.1. Gerçek mermerler	58
4.1.2. Traverten, oniks mermerleri ve oniks	60
4.1.3. Magmatik mermerler	61
4.1.4. Kireçtaşı mermerleri	62
4. 2. Ülkemizde Mermerin ve Mermer Fabrikalarının Genel Durumu	63
4. 3. Mermer Fabrikalarında Tesis Kuruluş Yeri Önemi ve Kavramı	64
4. 4. Mermer Fabrikaları için Tesis Kuruluş Yerini Etkileyen Faktörler	65
4.4.1. Ekonomik faktörler	66
4.4.2. Üretim faktörleri	67
4.4.3. Pazarlama faktörleri	68
4.4.4. Çevresel faktörler.....	68

5. ELMAS MADENCİLİK YENİ MERMER FABRİKASI için	
KURULUŞ YERİ SEÇİMİ	70
5.1. AHS Yöntemiyle Mermer Fabrikası Kuruluş Yeri Seçimi.....	71
5.2. ASS Yöntemiyle Mermer Fabrikası Kuruluş Yeri Seçimi	87
5.3. AHS ve ASS Sonuçlarının Karşılaştırılması	93
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	94
7. KAYNAKLAR	95

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Eş maliyet eğrileri.....	26
2.2. Üç aday kuruluş yerinin karşılaştırıldığı başabaş analizi.....	27
2.3. Mekanik-analog yöntemi.....	29
3.1. Üç düzeyli hiyerarşik yapı.....	40
3.2. Konut seçimi örneği için hiyerarşik yapı.....	42
3.3. Örnek bir serim modeli.....	52
3.4. Tedarikçi seçim modeli.....	54
3.5 Faktörler arası iç ve dış bağımlılıklar.....	55
5.1. Mermer fabrikası kuruluş yeri seçimi için hiyerarşi	72
5.2. Mermer fabrikası kuruluş yeri seçimi için serim	88
5.3. Serim içerisindeki nakliyat alt kriterinin çapraz ilişkileri.....	89

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Bir yer seçimi probleminin karar matrisi	34
3.1. AHS ikili karşılaştırmalar ölçeği	41
3.2. İkili karşılaştırmalar matrisi	43
3.3. Konut seçimi problemi için ölçütlere göre ait ikili karşılaştırmalar matrisi.....	44
3.4. Konut büyüklüğü ölçütüne göre ikili karşılaştırmalar matrisi	44
3.5. Çevre ölçütüne göre örnek ikili karşılaştırmalar matrisi	45
3.6. Geometrik ortalama ile bulunan görelî önem değerleri	46
3.7. 1-15 boyutundaki matrisler için rassallık göstergeleri.....	48
3.8. Tutarlılık testi için matris çarpım hesapları	49
3.9. Örnek problem için bütünleşik matris ve bileşik görelî önem değerleri.....	50
3.10. Faktörler temelinde oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi ve önceki değerleri.....	56
3.11. Tedarikçi seçimi problemi için başlangıç süpermatrisi	56
3.12. Tedarikçi seçimi problemi için normalleştirilmiş süpermatris	57
3.13. Tedarikçi seçimi problemi için sınırlandırılmış süpermatris	57
5.1. Problem için ana ölçütlere ait ikili karşılaştırma matrisi	73
5.2. Ekonomik ölçütün alt ölçütleriyle ikili karşılaştırmalar matrisi	73
5.3. Ekonomik/arsa ölçütün seçeneklerle ikili karşılaştırma matrisi	74
5.4. Ekonomik/kuruluş ölçütün seçeneklerle ikili karşılaştırma matrisi.....	74
5.5. Ekonomik/nakliyat ölçütün seçeneklerle ikili karşılaştırma matrisi	75
5.6. Ekonomik/teşvik ölçütün seçeneklerle ikili karşılaştırma matrisi	76
5.7. Ekonomik/alt ölçütün seçeneklerle ikili karşılaştırma matrisi.....	76
5.8. Üretim ölçütünün alt ölçütlerle ikili karşılaştırma matrisi.....	77

5.9. Üretim/hammadde ölçütünün seçeneklerle ikili karşılaştırma matrisi	77
5.10. Üretim/işgücü alt ölçütünün seçenekler ile ikili karşılaştırma matrisi	78
5.11. Üretim/teknoloji ölçütünün seçeneklerle ikili karşılaştırma matrisi.....	78
5.12. Üretim/iklim alt ölçütünün seçeneklerle ikili karşılaştırma matrisi.....	79
5.13. Üretim/su temini alt ölçütünün seçeneklerle ikili karşılaştırma matrisi	79
5.14. Alt ölçütün seçeneklere göre ağırlıklarının belirlenmesi	80
5.15. Pazarlama ölçütünün ikili karşılaştırma matrisi.....	80
5.16. Pazarlama/pazara yak.alt ölçütünün seçeneklere göre ikili karşılaştırma matrisi	81
5.17. Pazarlama/yeni pazar alt ölçütünün seçeneklerle ikili karşılaştırma matrisi ...	81
5.18. Pazarlama ölçütünün seçeneklere göre ikili karşılaştırma matrisi.....	82
5.19. Çevresel ölçütünün seçeneklere göre ikili karşılaştırma matrisi	82
5.20. Çevresel/atık su alt ölçütünün seçeneklere göre ikili karşılaştırma matrisi.....	83
5.21. Çevresel/atık mermer alt ölçütünün seçeneklerle ikili karşılaştırma matrisi ...	84
5.22. Çevresel/yasal alt ölçütünün seçeneklerle ikili karşılaştırma matrisi	84
5.23. Çevresel/görüntü alt ölçütünün seçeneklerle ikili karşılaştırma matrisi	85
5.24. Çevresel alt ölçütünün seçeneklere göre ağırlıklarının belirlenmesi	85
5.25. Karar matrisinin oluşturulması	86
5.26. Problem için ağırlıklandırılmamış süpermatris.....	90
5.27. Problem için ağırlıklandırılmış süpermatris	91
5.28. Problem için limit süpermatris.....	92
5.29. ASS sonuçlarının görünümü	93
5.30. AHS ve ASS sonuçlarının karşılaştırılması	93

SİMGELER DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklamalar</u>
$W_{\bar{O}}$	Ölçütler için GÖV
W_{KB}	Konut Büyüklüğü için GÖV
W_{UK}	Ulaşım Kolaylığı için GÖV
W_K	Kullanışlılık için GÖV
W_{GD}	Genel Durum için GÖV
$W_{\bar{C}}$	Çevre için GÖV
n	Matrisin boyutu
w_i	Görelî önem vektörünün j. Elemanı
a_{ij}	İkili karşılaştırma matrisinin (i,j),değeri
W	Görelî önemler vektörü
W_j	Görelî önem vektörünün j elemanı
A	İkili karşılaştırma matrisi
W	Görelî önemler vektörü
K	Faktör kümeleri
H	Hedef
F	Faktörler
λ_{max}	Matrisin en büyük özdeğeri
A_i	Alternatifler

KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklamalar</u>
AHP	Analytic Hierarchy Process
AHS	Analitik Hiyerarşi Süreci
ANP	Analytic Network Process
ASS	Analitik Serim Süreci
GA	Genetik Algoritmalar
STP	Sistematiik Tesis Planlaması
OSB	Organize Sanayi Bölgesi
EOSB	Eskişehir Organize Sanayi Bölgesi
MCDM	Multipli Criteria Decision Making(Çok Ölçütlü Karar Verme)
MODM	Multi Objective Decision Making(Çok Amaçlı Karar Verme)
MADM	Multi Attribute Decision Making (Çok Nitelikli Karar Verme)
LAM	Linear Assignment Method
SAW	Simple Additive Weighting Method
ELECTRE	Elimination et Choice Translating Reality
TOPSIS	Tecnique for Order Preference by Similarity to ideal solution.
PROMETHEE	Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluations.
AHS	Analitik Hiyerarşi Süreci
ESO	Eskişehir Sanayi Odası
TG	Tutarlılık Göstergesi
TO	Tutarlılık Oranı
RG	Rassallık Göstergesi
KOBİ	Küçük ve Orta Boy İşletmeler
GÖV	Görelî Önem Vektörü

1. GİRİŞ

Tesis yeri seçimi sanayinin bütün sektörlerinde önemle üzerinde durulması gerekli faaliyetlerden bir tanesidir. Büyük yatırımların yapıldığı tesisler için kuruluş yerinin yanlış seçilmesi durumunda işletmelerin ciddi sorunlarla karşı karşıya kalacağı açıktır. Böyle bir durumda, işletmelerin hareket esneklikleri kısıtlanmakta, tesis yerinin değiştirilmesi ise ciddi zaman ve para kayıplarına neden olmaktadır. Bununla birlikte, tesise malzeme aktarım sistemleri ve tesisten mamullerin nakliyatında zorluklarla karşılaşmakta, zorlu piyasa koşullarında firmaların rekabet güçleri azalmaktadır. Bir tesisin veya kuruluşun kurulma aşamasında yerinin fayda ve kar sağlayacak uygun bir yerde seçilmesi gerekir. Tesis yeri seçimi aşamasında ciddi bir çalışma ile olası olumsuzluklar en aza indirilebilecektir.

Tesis yeri seçimi, yöneylem araştırması ve karar analizi bilim dallarının en bilinen problem türlerinden bir tanesidir. Literatür incelendiğinde her iki bilim dalı içerisinde bu türdeki problemlerin çözümlerinde farklı yöntemlerin kullanıldığı görülmektedir. Maden mühendisliği açısından tesis yeri seçimi problemlerini Ataei (2005a, 2005b) Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ve Kumral (2005) ise Genetik Algoritmalar (GA) yardımıyla çözmüşlerdir. Bu çalışmaların yanında; Zambo (1986), Magda (1986), Hajdasinski (1985) ve Bhattacharya vd. (2001) tarafından madencilikte tesis yeri seçimi probleminin çözümü ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır.

Tesis yeri seçimi gerçekte çok ölçütlü bir karar verme problemidir. Tesis yerinin seçilmesi aşamasında birden fazla amacın en iyilenmesine çalışılmaktadır. Birden fazla tesis yeri alternatifi için eldeki amaçlara, ölçütlere uygun olarak en iyi kuruluş yerinin seçilmesi gereklidir. Günümüzde ayrı bir bilim dalı olarak gelişen ve literatürde yerini alan karar analizinin farklı uygulamaları ile tesis yeri seçimi problemlerinin daha doğru ve kolay bir şekilde çözülebileceği görülmüştür.

Ülkemizde madencilik sektörünün en önemli bileşenlerinden birisini doğal taş ve mermer sanayi teşkil etmektedir. Mermer fabrikaları ocaklardan gelen blok haldeki mermer kütlelerinin işlendiği ve nihai bir ürüne dönüştürüldüğü, madencilik sektörü

içerisinde son yıllarda önemini arttırmış tesislerdir. Ülkemizin hemen hemen her köşesinde mermer fabrikalarına rastlanmakta ve bu tesislerin sayıları gün geçtikçe artmaktadır. Mermer fabrikalarında üretilen nihai ürünler iç pazara olduğu gibi dış pazara da satılmakta, ekonomimize ciddi miktarda döviz girdisi sağlanmaktadır.

Bu çalışmada, mermer fabrikaları için en uygun tesis yerinin seçilmesi amaçlanmıştır. Çok ölçütlü bir karar problemi olarak değerlendirilen tesis yeri seçim probleminin çözümü için AHS ve Analitik Serim Süreci (ASS) yöntemleri kullanılmıştır. Mermer fabrikaları için tesis yeri seçimine etki eden faktörler gerek literatür araştırması gerekse sektörde çalışan tecrübeli mühendisler ile yapılan görüşmelerle belirlenmiştir. Mermer sektöründe uzun zamandan bu yana yer alan, halen işletme halinde mermer ve traverten ocakları ile mermer fabrikaları bulunan bir madencilik şirketinin kurmayı düşündüğü yeni bir mermer fabrikasının kuruluş yerinin belirlenmesi problemine çözüm aranmıştır.

Bu çalışmanın ikinci bölümde, genel tesis planlaması hakkında bilgi verilmiş, literatürde yer alan farklı tesis yeri seçimi ile ilgili seçimi etkileyen faktörler ve tesis kuruluş yeri seçimi yöntemleri ile ilgili bilgi verilmiştir. Üçüncü bölümde, öncelikle mermer hakkında genel bilgiler verilerek ülkemizdeki mermer sektörünün genel durumu değerlendirilmiştir. Mermer fabrikaları için tesis kuruluş yerinin önemi vurgulanmış ve seçimi etkileyen faktörler açıklanmıştır.

Çalışmanın dördüncü bölümünde ise, çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden AHS ve ASS hakkında genel açıklamalar yapılarak, literatürden birer uygulama verilmiştir. Beşinci bölümde, ELMAS Madencilik tarafından kurulacak yeni mermer fabrikasının kuruluş yeri seçimi problemine AHS ve ASS yöntemlerinin uygulanmasıyla çözüm aranmıştır. Her iki yöntem için yapılan ikili karşılaştırmalarda firmada çalışan tecrübeli mühendislerin görüşlerinden faydalanılmıştır. Çalışmanın son bölümünde ise, her iki yöntemin sonuçları analiz edilmiş ve değerlendirmeler yapılmıştır.

2. TESİS PLANLAMASI

Tesis etmek; “kurmak, temelleştirmek” anlamındadır. Belli bir işin yapılması için kurulmuş yapıya da *tesis* denmektedir. Sistem; belli bir amacı gerçekleştirmek için öğelerin ya da parçaların karmaşık ya da bölünmez bir bütün oluşturacak şekilde bir araya geldikleri oluşumlar, birbiriyle ilişkili karşılıklı ilişki içerisinde olan birimlerin oluşturduğu yapılar olarak tanımlanabilir. Bu tanım dikkate alındığında, bir tesisin birçok bölümden oluşması kaçınılmazdır. Bu noktada “alt tesis” kavramı gündeme gelmektedir. Alt tesisler birbirleri ile ilişkili bir şekilde bir araya gelerek mal veya hizmetin üretilmesinde görev alırlar.

Tesisler sadece belli bir alan ve gerekli donanımlardan ibaret değildir. Tesisin çalışmasını yönlendiren, gerekli olduğunda değişiklikleri belirleyip, tasarlayan, insan, bilgi ve deneyim gibi unsurlar da bu bütünün parçasıdır. Bütün unsurların etkin bir şekilde çalışabilmesi için iyi bir planlama yapmak gerekir.

Tesis planlaması, çeşitli tesislerin kurulacağı yerlerin seçimini, tesisler arası ilişkilerin özellikle malzeme aktarma çalışmalarının incelenmesini, yeni tesislerin tasarımını ve eldeki tesislerin iyileştirilmesini kapsar (Yıldırım, 2002).

Planlamayı gerektiren nedenler şu şekilde sıralanabilir:

- Planlama, kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlar.
- Planlama, seçenekler arasından en iyisinin seçilmesine yardımcı olur.
- Planlama, geleceğe yönelik bir çalışma olduğundan, gelecekteki durumun ne olacağı hakkında bazı fikirler verir.
- Planlama, yapılması gereken işleri, bunların sıralarını gösterir ve amaca daha kısa yoldan ulaşılmasını sağlar.

Tüm bu açıklamalar ışığında tesis planlaması, bir üretim tesisinin kurulması, düzenlenmesi ve üretim yapmak üzere faaliyete geçirilmesi için gereken işlemlerin önceden belirlenmesi, eşgüdümlemesidir.

Üretim kararları, genelde beş ana grupta toplanabilirler. Bunlar:

- a-Politika belirleme,
- b-Ürün tasarımı,
- c-Süreç tasarımı,
- d-Tesis tasarımı,
- e-İşlem tasarımı,

kararları olarak sıralanabilir. Politika belirlenirken “Ne için?” sorusuna yanıt aranır. Ekonomik teori bu soruyu “Kar için” şeklinde yanıtlar. Bu yanıt amaçlar arasındadır. Amaca ulaşmak için izlenecek politika bazı taktikler saptandıktan sonra, “Ne?” sorusuna yanıt aranır. Yanıt, genelde, mal ya da hizmet üretimi olacaktır. Mal ve hizmetin özellikleri ve tasarımı hakkında karara varıldıktan sonra, “Nasıl?” sorusu gündeme gelir. Mal ya da hizmet nasıl üretilecektir? Diğer bir ifade ile üretim nasıl gerçekleştirilecektir? İş tanımları, rota ve işlem formları, üretimin nasıl gerçekleştirileceğini belirlerler. Bundan sonraki karar, üretimin “Nerede?” yapılacağını sorgular. Yanıt, kısaca “Tesis”tir. Bu aşamada tesis seçimi, tesisin tasarımı ve düzenlenmesi çalışmaları yapılır. Son olarak “Ne zaman?” sorusuna yanıt aranır ki bu da, işlemlerin ne zaman yapılacağını içerir (Su ve Aslan, 1997).

2.1. Tesis Planlaması ve Yer Seçimi

Muther’e göre tesis planlaması, dört ana aşamadan oluşur. Bunlar;

- Tesis Yerinin Seçimi,
- Tesis Tasarımı,
- Tesis Düzenleme,
- Malzeme-taşıma sisteminin tasarımıdır.

Tesis yerinin seçimine geçmeden önce yapılacak ilk iş üretilecek mal veya hizmete duyulan talebin hem kısa, hem de uzun dönemde tahminidir. Tahmin tekniklerinin ayrıntılı olarak incelenmesi konumuz dışında kaldığından burada, sadece, aşağıdaki tahmin yöntemlerinin yer seçimi amacıyla kullanılabileceği belirtilecektir. Bunlar;

- Subjektif yöntemler (Delphi tekniği – Uzmanların görüşü),
- Zaman serisi analizleri,
- Ekonometrik tahmin yöntemleridir.

Yeni bir tesis kurulacaksa, daha ziyade subjektif yöntemlere başvurulur. Bu alandaki uzmanların görüşleri alınır, rekabetçi firmaların durumları incelenir ve mevcut Pazar potansiyeli araştırılarak bir karara ulaşılmaya çalışılır. Eğer eski bir tesisin yeri değiştirilerek ve/veya genişletilecekse daha çok objektif tahmin yöntemlerine başvurulur. Bu durumda geçmiş talep ve satışlara ait veriler mevcut olduğundan trend analizleri, mevsim indeksleri ve üstsel düzeltme gibi tahmin teknikleri rahatlıkla kullanılabilir. Ekonometrik yöntemlere ise daha ziyade uzun dönem tahminleri için başvurulur. Talep tahmininin yapılmasındaki asıl amaç belirsizliği azaltmak ve risk oranını düşürmektir.

Talep tahminini stratejik planlama izler. Stratejik planlama tek tesis, birden fazla tesis ya da yeni tesis, eski tesis durumlarında başka başkadır. Eğer yeni bir tesis düşünülüyorsa işe sırasıyla, bölge, yöre ve yer seçimleri ile başlanır. Eğer eski bir tesis, mevcut tesise ek yaparak genişlemeye gidilebileceği gibi yeni bir alan taşınarak genişlemek de mümkündür (Su ve Aslan, 1997).

Tesis yeri seçiminde birden fazla tesis söz konusu ise yer seçimi daha da zorlaşır. Bu durumda toplam masrafın yanında yönetim etkinliği de dikkate alınmalıdır. Harvard “Business Review” daki bir yazısında Schmenner, tesis yeri seçimi ile ilgili olarak beş farklı strateji önermektedir. Bunlar;

a- Ürün + Tesis Stratejisi: Bu strateji çerçevesinde her tesis ürünlerinden belli bir bölümünün üretimini gerçekleştirir ve bu ürünlere yönelik tüm talebi karşılar.

b- Pazar – Tesis Stratejisi: Bu strateji çerçevesinde her tesis şirketin el attığı tüm malları üretir, fakat bunları ancak belli bazı pazarlar için üretir.

c- Ürün – Pazar – Tesis Stratejisi: Eğer şirket yeterince büyük ve ürün sayısı oldukça sınırlı ise üstteki iki strateji birleştirilebilir. Bu strateji çerçevesinde belli bir tesis, belirli malların tümünü, belirli pazarlar için üretecektir .

d- Proses – Tesis Stratejisi: Dikey olarak birleşmiş şirketler için uygun olan bu stratejide, her tesis, ürünü belli aşamalara kadar üretir. Bu daha çok, ürünün farklı girdilere, farklı teçhizata ve farklı teknolojiye gereksinme duyduğu hallerde başvurulabilecek bir stratejidir.

e - Genel Amaçlı Tesis Stratejisi: Pazara göre değişebilecek esneklikte (gerek planlama ve gerekse kontrol açısından) bir yapı gösterir. Hem çalışanlar, hem de yöneticiler için esneklik sağlayan bir stratejidir (Su ve Aslan, 1997).

2.2. Tesis Kuruluş Yeri Seçiminin Önemi

İşletmelerin kurulabilmesi için yerleşeceği alanın seçimi, tüm işletmelerin karşı karşıya kaldığı bir sorundur. Kuruluş yeri seçimi işletmelerin yalnızca ilk kuruluşlarında değil büyüme, pazarın değişmesi, arz kaynaklarının değişmesi gibi çeşitli nedenlerle yerleşim alanının değiştirilmesi sırasında olabileceği gibi işletmenin şubeler ya da ek bürolar oluşturması durumunda da kuruluş yeri kararları almak zorundadır.

Kuruluş yeri, işletmenin üretim için faaliyette bulunduğu mekan olarak belirtilebilir. Kuruluş yeri konusunda verilecek olan karar, girişimi uzun süreli olarak bağlayıcı ve belirli koşullar altında bırakır niteliktedir (Şahin, 1987).

Ekonomik açıdan bir yatırımın en uygun kuruluş yeri, o mal veya hizmetin en fazla karla üretildiği ve ayrıca pazarı en fazla kontrol ettiği yer olmalıdır.

İşletmelerin kuruluş yeri, işletmelerin amaçlarına ulaşması için gerekli koşulları gerçekleştirecek biçimde olmalıdır. Kuruluş yerinin seçilmesinde her şeyden önce üretilen maddelerin maliyet giderlerinin en düşük ve işletme gelirlerinin en yüksek

olduğu, yani en yüksek karın ya da en yüksek yararın sağlandığı yer aranır (DPT Yayınları, 1968).

Kuruluş yeri hem üretim, hem de pazarlama faaliyetlerini doğrudan etkilediğı için işletmenin başarılı olmasında çok önemli rol oynar (Sarıaslan, 1980).

Günümüzde rekabet ortamı iyi bir yerleşim kararına bağılı olmaktadır. Rekabet, maliyet giderlerini temel alarak belirlenen fiyatlar doğrultusunda kendini gösterir. İyi bir yerleşim, uygun bir maliyet sağlayacak konumu oluştururken, kötü bir yerleşim tersine bir etki yapar. Yanlış bir yerleşimi seçen işletmenin yerleşimini olumsuz maliyetler nedeniyle değiştirmek zorunda kalması da yeni sorunlar ve ek maliyetlere neden olacaktır (Eleren, 1995).

Büyük karlar elde eden işletmelerden bazıları, artan satış hacimleri ve yüksek satış fiyatlarına karşın karlarının düşmekte olduğunu görebilirler. Bunun ana nedenlerinin başında, işletmelerin kuruluş yerinden kaynaklanan rakiplerine göre yüksek maliyet giderleriyle üretim yapmaları gelmektedir. Bu durumdaki işletmeler ya bulundukları yerlerde kalarak yüksek maliyet giderlerini, üretimin başka aşamalarında gerçekleştirecekleri tasarruflarla gidermek, ya da yerleşim alanlarını değiştirerek çok daha elverişli bir bölgeye kayma seçenekleriyle karşı karşıyadırlar. Bu durumda ise, yeni bir işletme kurmak için yapılan giderlerin, tesisin uygun kuruluş yerine taşınmasında yapılacak giderler ile aynı olacağı bilinmektedir (Karalar, 1994, Keskinoglu, 1967).

Sanayi işletmelerinde kuruluş yeri seçimi diğer sektörlerle göre daha da önemlidir. Diğer sektörlerdeki işletmeler kuruluş yeri ile ilgili yaptıkları hataları daha az zamanda telafi edebilirler. Halbuki sanayi işletmeleri sabit varlıkları genellikle satın almak durumundadırlar. Kiralama pek fazla söz konusu olmaz. Fabrika binaları ve ağır makinaların başka bir yere taşınması çoğu zaman imkansızdır veya çok maliyetlidir (Alpugan, 1988).

Bazı bilim adamları kuruluş yerini şu şekilde tanımlanmıştır:

H. Rüshenpöhler: En iyi kuruluş yerini, “üretim için gerekli teknik ve ekonomik koşulları öteki olası yerlere oranla en uygun biçimde yerine getiren, bundan dolayı da girişime en büyük olumlu katkıyı sağlayan yer” olarak tanımlar.

Hirsch de “Verilerin bir pazar için üretim giderleri toplam eklenmesiyle ulaşım giderleri, yani normal olarak navlun nerede uygun ise, en iyi yer orasıdır” biçiminde tanımlamaktadır.

Erlaçin ise kuruluş yeri olarak “Dar anlamda yalnızca yer, alan daha geniş anlamda ise yaşamın çevresi, işletmenin kurulması, genişletilmesi ve yaşaması için gerekli koşullar akla gelir”demektedir. Bu nedenle işletmenin kuruluş yeri, işletmenin tüm yaşamı boyunca çalışmalarını sürdüreceği yer olmaktadır (Eleren, 1995).

Kısacası, kuruluş yeri seçimi problemi, bütün faktörler dikkate alındığında imalatı düşünülen mamul veya mamullerin en düşük maliyetle müşteriye ulaşmasını sağlayacak yerin bulunması olarak ifade edilebilir (Reed, 1967).

Kuruluş yerini etkileyen faktörler dışında, bazı etkenlerin kuruluşu uygun olmayan bir yere götürdüğüne rastlanılır. Bazı politik yararlar veya yatırımcının kendi yerleştiği bölgede yatırım yapma arzusu gibi nedenler, amacı minimum maliyet görüşünden uzaklaştırır. Böyle bir görüşle kurulan işletme piyasaya mal veya hizmet üreten tek kuruluşsa, kuruluş yeri seçiminin yanlışlığından fazlaca etkilenmez. Üretim maliyetinin yüksek olması, satın alma gücü düşük bazı müşterilerin kaybolmasına veya müşterilerin kaybolmasına veya müşterilerin ikame (yerine geçebilir) mal ve hizmetlerini seçmelerine neden olur. Eğer geri kalan müşteriler yine de işletmenin karlılığını sağlıyorsa, herhangi bir önemli sorun olmayacak demektir.

Fakat çoğu kez piyasada aynı tip mal veya hizmeti üreten birçok işletme bulunur. Bunların çoğu da kuruluştan önce yaptıkları dikkatli çalışmalarla, uygun bir kuruluş yeri seçmişler, başka bir deyimle, üretim maliyetini minimum kılmışlardır. İşte

böyle bir ortamda, rakiplerle boy ölçüşmek çok zor, hatta imkansızdır. Firma, açıklamasını yapacağımız iki hareket biçiminden birini seçmek zorundadır:

a- Başka firmalar kadar kar edebilmek için, satış fiyatını yükseltecektir. Eğer piyasada, serbest rekabetin şartlarından biri olan “Haberleşme kolaylığı ve kusursuzluğu” varsa, müşteri eşit kalitelere karşılık farklı satış fiyatlarını hemen öğrenecek ve ucuz olanını seçecektir.

b- Satış fiyatını başka işletmelerin mamulleri ile eşit tutmak. Bu tutum birim kar açar. Hatta bazen bu küçük payı bile elde etmek mümkün olmaz. Faaliyet zararlar başlar ve devam eder. Küçük birim kar paylarını büyük toplam karlara dönüştürmek için yoğun pazarlama faaliyetlerinde bulunmak gerekir. Bu faaliyet de çoğu kez istenilen sonucu veremez. Yoğun pazarlama faaliyeti bazı ek giderleri gerektirir, bunun yanında pazarlama faaliyetleri ile satış miktarını istenildiği kadar arttırmak da mümkün değildir. Ayrıca, rakip firmaların kar payları daha fazla olduğundan, onların pazarlama faaliyetleri için ayrılacak imkanları daha fazladır. İşletme bu yönden de bir zorlukla karşı karşıyadır.

Kuruluş yerinin yanlış seçilmesinin olumsuz etkisini, her zaman, üretim faaliyetine başlanıldığının ilk yıllarında görmek mümkün olmayabilir. Gelecekte oluşabilecek bazı gelişmelere ayak uyduramamak şeklinde, yıllarca sonra görülebilen olumsuz durumlarla karşılaşmak da mümkündür.

Genellikle işletmeler zaman zaman aynı konum yerinde genişlemek ihtiyacını duyarlar. Bu genişleme ihtiyacı,

- a- İşletmeye yeni üretim üniteleri eklenmesi,
- b- Hammadde veya mamulün stok miktarının arttırılması için yeni depo ve ambarların yapılması,
- c- Çalışanların yeni doğan ihtiyaçlarını karşılamak için sosyal yapıların eklenmesi gibi nedenlerden ileri gelebilir.

Bu tür genişlemeleri yapma imkanının bulunmaması, piyasayı kaybetme veya işçilerin işten ayrılması sonuçlarını doğurur. Böylece işlete başlangıçta rahatlıkla faaliyetini sürdürebilirken, bir süre sonra, giderilmesi mümkün olmayan veya ağır masraflarla giderebilecek olan durumlarla karşılaşır. Kuruluş yerinden uzak bölgelerde ek üniteleri kurmak, depoları ve ambarları işletmenin uzağında inşa etmek veya kiralamak, bölgeden uzakta kurulacak sosyal tesislere çalışanları götürmek gibi zorunluluklar işletmenin karlılığını önemli ölçüde etkiler. Yalnız, gelecekte bazı olaylarla karşılaşmak kuşkusu ile bugünden aşırı genişlikteki alanları elde tutmanın da yine olumsuz etkileri olacaktır.

Özet olarak, yukarıda saydıklarımız da göstermektedir ki, kuruluş yerini seçecek olanlar, tahminlemede bulunurken, yalnız içinde bulunulan durumu değil geleceği de mümkün olduğu kadar isabetle hesaplamak zorundadırlar.

Çok seyrek olarak, önceden hatalı olarak seçilmiş bulunan bir kuruluş yerin, sonradan işletme dışında oluşacak bazı gelişmelerle, uygun bir kuruluş yeri haline geldiği görülebilir. Örneğin, vasıfsız işçiliğin kuruluş yeri seçiminde en önemli faktör olduğu gözden kaçmış olabilir. Fakat yakın gelecekte, sosyal mesken siteleri yapan bir kuruluş, fabrika yerinin dolaylarını inşaat için en uygun yer olarak değerlendirip, bir işçi mahallesi oluşturabilir. Böylece işletmemiz ihtiyacı olan vasıfsız işçileri uzak bölgelerden bulma, evlerine götürüp getirme külfetinden kurtulmuş bulunur.

Yer seçimi genellikle üç aşamada yapılır:

- a- Bölge seçimi,
- b- İl veya ilçe seçimi,
- c- Konum yeri seçimi,

“Tümünden gelim” şeklinde yapılan bir sıralama üzerine yürütülecek çalışma, sonuca ulaşmada ve bu sonucun olumlu olmasında kolaylık sağlar. Aşamaları incelersek (Gülerman, 1978);

❖ **Bölge seçimi**

Bölge analizinde göz önüne alınacak faktörler şöyle sıralanabilir (Özgen, 1987):

- 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,
- e) Enerji kaynaklarının şimdiki ve gelecekteki durumu ve maliyetleri,
- f) Fabrika faaliyetlerini ve personelin yaşantısını etkileyebilecek iklim koşulları,
- g) Miktar, kalite ve ücret açısından işgücü kaynakları,
- h) Devletin yasalarla belirlediği kısıtlayıcı veya teşvik edici faktörler.

Bu faktörlerin önem sıralaması, şartlara göre değişebilir. Bir projede Pazar elverişliliği ön planda iken bir diğerinde devletin kısıtlamaları veya teşvikleri ön plana geçebilir.

Bölge seçimi için yapılan çalışmalar, yer seçimine temel teşkil eder. Yer seçiminde, bölge seçiminde üzerinde durulmayan birçok faktörün ayrıca incelenmesi gerekir (Tatar, 1985).

❖ **İl veya ilçe, konum yeri seçimi**

Bölgenin belirlenmesinden sonra şehir, kasaba ve daha küçük yerleşim birimlerine kadar indirilir. Daha sonra, aday yerlerde bulunan fabrika kurmaya elverişli araziler arasından, çeşitli faktörler göz önüne alınarak yapılan değerlendirme ile en uygun olanı seçilir.

Yer ve arazi seçimindeki faktörler çeşitlilik ve aralarındaki ilişkiler bakımından bölge seçimindekilere oranla çok daha karmaşıktır. Özellikle maliyet, personel ve yerel yapıya ilişkin faktörlerin çokluğu, ölçme güçlüğü ve belirsizliği önem taşır.

Yer seçiminde başarılı olmak, yanlış bölge seçmekle uğranılacak kayıpları gideremez. Ancak o yanlış bölgenin en iyi yeri saptanmış olur ki bu da mümkün en iyi çözüm anlamına gelmez.

Kuruluş yeri seçimine konu olan çeşitli konumlardaki yerlerin, seçmiş olduğumuz üretim modelinin gerektirdiği nitel ve nicel özellikleri üzerinde taşıması gerekir. Bu özellikler belirli konumlarda mevcutken, başka bazı konumlarda aynı özellikleri sağlayabilmek için önemli ölçüde yatırım masrafları önemli ölçüde yatırım masrafına katlanmak gerekir. Katlanılması gereken yatırım masrafları arttıkça, söz konusu konumun ekonomik yönden çekiciliği azalır (Eleren, 1995).

Kuruluş yerlerini, şehre olan mesafesi ile de bir ayırıma uğratmak ve her birinin olumlu ve olumsuz yönlerini belirtmek gerekir. Kuruluş yerleri şehir içinden kırsal bölgeye doğru şöyle bir ayırıma uğratılabilir:

- a- Şehir içindeki bir kuruluş yeri,
- b- Şehrin dolaylarındaki bir kuruluş yeri,
- c- Kırsal bölgelerdeki bir kuruluş yeri.

Belirlediğimiz bu üç kuruluş yerinin her birinin kendisine özgü olumlu veya olumsuz yönleri vardır. Aslında, çeşitli kuruluş yeri alternatifleri arasında, bütün yönleri ile öteki alternatiflerden üstün bir kuruluş yeri bulmak imkansız denilecek derecede güçtür (Gülerman, 1978).

Şehir içindeki bir kuruluş yeri seçiminin olumlu yönlerinden önemlileri şöylece sıralanabilir:

- İstenilen miktarda, nitelikli işgücünün kolayca bulunması,
- Elektrik, su, ulaştırma ve haberleşme gibi belde hizmetlerinden kolaylıkla yararlanma,
- Çalışanlara konut sağlama gibi bir sorunun bulunmaması,
- Yeni bir bina yapma yerine, mevcut binalar arasından elverişli birinin kiralanabilmesi,
- Tüketicilere yakın olma, gibi nedenler kuruluş yerinin şehir içinde olmasını etkilerler.

Şehrin dolaylarındaki bir kuruluş yerinin de kendisine özgü bazı olumlu yönleri bulunmaktadır. Bunlardan başlıcaları şunlardır:

- Arsa ve arazi fiyatları şehir içinden daha ucuzdur,
- Niteliksiz veya yarı nitelikli işçi daha boldur,
- Fabrika yakınında, çalışanlara konut yapma imkanı vardır,
- Belde vergi ve harçları daha düşüktür,
- Fabrikanın ilerideki genişlemelerinin engellenmemesi mümkündür,
- Elektrik, su ulaştırma ve haberleşme ihtiyacının belde imkanlarından sağlanabilmesi söz konusudur.

Kırsal bölgede seçilecek bir kuruluş yeri de yukarıda saydığımız faktörlerden bazı olumlu yönlerini yitirmekle birlikte, kendisi bazı olumlu niteliklere sahiptir:

- Arazinin ucuz ve istenilen genişlikte bulunabilmesi,
- Çalışanlar için fabrika dolaylarında konut yapabilme imkanı,
- Çevre kirlenmesi engellemelerinin bulunmaması veya azlığı,
- Niteliksiz işçinin istenilen miktarda bulunabilmesi,
- Belde vergi ve harçlarının çok düşük olması veya hiç olmaması,
- Gelecekteki genişlemelerin çok kolay olması.

Yukarıdaki belirlenen üç ayrı türdeki kuruluş yerine ait olumlu yönler karşılaştırıldığı zaman birisindeki olumlu yönlerin ötekilerde pek az bulunduğu veya hiç

bulunmadığı görülecektir. İşte bu nedenle bu üç yerden birini seçerken belirlenen üstünlüklerinin yanında bazı olumsuzlukları da kabul etmek gerekecektir (Gülerman, 1978).

2.3. Tesis Kuruluş Yeri Seçimini Etkileyen Faktörler

Kuruluş yeri seçimini etkileyen faktörlerin sayısının bir hayli fazla olması nedeni ile birçok seçimlerde önemli faktör olarak düşünülenlerini sayıp, her faktörün değerlendirilmesi yapılırken, hangi soru ve sorunlarla karşılaşılacağını izleyen bölümlerde ele alınmıştır.

2.3.1 Pazar ve rakip, yan endüstrilere yakınlık faktörü

Fabrikanın kuruluş yerini etkileyen faktörlerin başında gelenlerdendir. Pazar faktörünü dikkate almadan bir kuruluş yeri analizi yapmak mümkün değildir. Çünkü, her üretim faaliyeti, bir ihtiyacı karşılamak amacı ile yapılır. Bu yüzden üretici, tüketici veya tüketicilerin nerelerde bulunduğunu, tüketiciye yakın olmanın gerekip gerekmediğini bilmek zorundadır. Üretilen ürünün türüne göre, tüketiciler, belirli bir bölgede, toplu halde bulunuyorlarsa, kuruluş yerini tüketicilerin toplanma bölgelerinin yakınında seçmek uygun olur.

Bunun yanında, üretilecek olan ürünün dayanıksız tüketim malları türünden olması da pazara yakın bir kuruluş yeri seçimini zorlar. Çabuk bozulabilen veya değerleri kısa sürede düşen gıda maddelerini üreten işletmeler, pazara oldukça yakın bir kuruluş yeri seçme zorunluluğu duyarlar. Fakat son zamanlarda taşımanın hız kazanması frigorifik kamyonlarla bozulmadan ve değerlerinden kaybetmeden uzak mesafelere taşıyabilme imkanlarının doğmuş olması, bu konunun öneminin oldukça azalmasına neden olmuştur.

Üretilen ürün büyük bir kitle halinde ise veya ürünün taşınması, gösterilmesi gereken dikkat ve ulaştırma giderleri bakımından önemli bir ağırlık taşıyorsa pazara yakınlık, taşıma maliyeti giderlerini azaltacaktır (Gülerman, 1978).

Rakip firmalar ise bir yandan birbirlerinin yaşamalarına engel olmaya çalışırken, bir yandan da birbirlerinin yaşamalarını kolaylaştıran bazı özellikler taşırlar.

Çeşitli firmalar tarafından belirli bir bölgede oluşturulan üretim, yardımcı birçok başka kuruluşların o bölgede faaliyet göstermelerini çekici kılar. Ulaştırma imkanlarının doğması, yerleşme bölgelerinin oluşması ve büyümesi ile genişleyen şehirleşmeden işgücü sağlanması yönünden yararlanmalar, endüstrinin ihtiyacı olan işgücünü yetiştirmek üzere meslek ve sanat okullarının kurulmaya başlanması, araçların bölgede kuruluş yeri seçmeleri, bunlara birer örnektir.

Kuruluş yeri arayan işletme, birçok bakımlardan olgunlaşmış böyle bir bölgeyi kolayca kuruluş yeri olarak seçebileceklerdir (Gülerman, 1978).

2.3.2 Ulaştırma

Hemen bütün işletmeler üretim faaliyetleri için gerekli ham ve yardımcı maddeleri satın almak ve bunları iş yerine getirmek, ürettiği mamulleri de pazara göndermek zorundadırlar. Bu anlatım, işletmelerin bazen bir, bazen de iki yönlü taşıma giderlerine katlanmaları gerektiğini ortaya koyar. Hammadde kaynağı, kuruluş yeri incelemelerini tamamladıktan sonra bir işletme, pazara yakın bir yere yerleşir. Bunu anlamı, ilk işletmenin hammadde taşıma giderlerine katlanmayacağı, buna karşılık mamulü pazara taşıma giderlerine katlanacağıdır. İkinci işletmenin katlanacağı taşıma giderleri ise, birincininkinden tamamen terstir. Yani, hammaddeyi işletmeye taşımak için katlanması gereken giderler büyük bir tutara ulaşırken, mamulün pazara taşınması için gerekli giderler önemsenmeyecek kadar az olur.

Başlangıçta taşıma giderlerine göre seçilmiş bulunan kuruluş yerinin kısa bir süre sonra geçerliliğini kaybetmesi mümkündür. Ulaştırma hizmetlerinde zaman zaman önemli gelişmeler olmakta, bu gelişmeler taşıma süresi ve maliyeti üzerinde önemli etkiler yapmaktadır. Demiryolu taşımacılığının hız kazanması, yan hizmetlerle birlikte kapıda kapıya servis durumuna dönüşmüş olması veya kamyon taşımacılığının TIR

taşımacılığı şeklinde büyük miktarlara ulaşması veya hava taşımacılığının zamanla ucuzlamaya başlaması, önce seçilen ulaştırma aracının değiştirilmesini gerekli kılabilir (Gülerman, 1978).

2.3.3. Hammadde ve su ihtiyacı faktörü

Bu faktör, kuruluş yerini etkileyen faktörlerin başında gelir. Üretim faaliyeti ürünün türüne göre hammadde üzerinde üretim işlemleri yapılması halinde hammadde üzerinde üç farklı işlemin yapılmasını gerektirebilir.

a- Bir hammadde kullanarak ve bunun üzerinde üretim işlemleri yaparak yine bir mamulü oluşturmak (Basit üretim süreci),

b- Bir hammadde kullanarak ve bunun üzerinde üretim işlemleri yaparak birden fazla mamul veya yan ürün oluşturmak (Analitik üretim süreci),

c- Birçok hammadde veya yardımcı madde kullanarak, bir mamulü oluşturmak (Sentetik üretim süreci).

Su ihtiyacı faktörü ise işletmelerde su birçok amaçlarla kullanılmaktadır. Bunlar;

- Soğutma suyu,
- Temizlik suyu,
- Kazan besleme suyu,
- Proses suyu,
- İçme suyu, önemli olanlarıdır.

Üretimin türüne göre, hatta aynı türde üretim yapan işletmelerin seçtikleri üretim teknolojilerine göre, yukarıda sıraladığımız kullanma alanları farklı ağırlıklar kazanırlar.

Hava soğutmalı bir üretim teknolojisi ile su soğutmalı bir üretim teknolojisinin ihtiyaç duyacağı soğutma suyu miktarları birbirlerinden önemli ölçüde farklıdır.

Su kullanış amacına ve elde edilen suyun niteliğine göre, arındırma ve yumuşatma işleminden geçirilerek ilgili bölümlere dağıtması yapılır. Hatta birçok hallerde su, sırası ile iki ayrı işlemde kullanılır. Örneğin, önce üretim süreci içinde veya soğutma amacı ile kullanılan bir suyun, ikinci kez temizleme amacı ile kullanılması gibi (Gülerman, 1978).

2.3.4. İşgücü ve ücret faktörü

19. uncu yüzyıl ortasından bu yana endüstrileşme faaliyetleri çok büyük bir yaygınlık kazanmış olmasına rağmen, iş gücünün endüstri içindeki önemi de devam etmektedir. Üretimi makineleştirme çabaları, birçok üretim alanlarında, insan gücünün yerini makine gücünün almasına neden olmuştur. Bu tür işletmelerde bile insanın önemli noktalarda faaliyetini sürdürdüğü görülmektedir. Faaliyetleri makineleştirme eğilimindeki ağırlık derecelerine göre işletmeleri:

- İşgücü yoğun,
- Sermaye yoğun,

olmak üzere ikiye ayırmak mümkündür. İşgücü yoğun işletmelerde, iş gücünün önemli ağırlık taşımasının yanında, sermaye yoğun işletmelerde de iş gücü ihmal edilmeyecek önemli bir faktördür.

İşgücü, bir yandan üretim faktörlerinden en önemlisi olması, başka yandan toplam üretim maliyeti içinde ücretlerin önemli bir oranı bulunması yönlerinden incelenmelidir.

Bazı hallerde işletmelerin kuruluş yerlerini işçilerin bol bulunabileceği bölgelere yakın olarak seçtikleri, bazılarının ise aksine işçilerin yerleşme bölgelerinden bir hayli

uzak bölgeleri kuruluş yeri olarak seçtikleri görülmektedir. Her iki seçimin de kendisine özgü olumlu ve olumsuz yönleri vardır.

Kuruluş yeri yerleşme bölgesine yakınsa;

- İşçilerin evlerinden alıp işletmeye getirme, sonra da evlerine götürme bir sorun olmayacaktır.
- Yemekhane ve spor tesisi gibi sosyal tesislerin işletme tarafından yapılması gerekmeyecektir.
- İşçi ve yöneticiler için lojman yapımı gerekmeyecektir.
- Benzer faaliyetleri gösteren başka işletmelerin işçilerinden yararlanmak mümkün olacaktır.

Sayılanlar göstermektedir ki, yerleşme bölgeleri yakınında pahalı arsalar satın alarak bir kuruluş yeri edinmek bazı giderlerden kısmen veya tamamen kaçınmayı mümkün kılmaktır. Buna karşılık, yerleşme bölgelerinin uzağında ucuz ve geniş arsalar edinecek bir kuruluş yeri oluşturulması halinde;

- İşçiler ve yöneticiler sabah ve akşam iş yerine getirilecek ve geri götürülecek veya çalışanlar için işletme yakınlarında konutlar yapılacaktır.
- Yemek, eğlenmek ve dinlenmek önemli bir sorun olarak ortaya çıkacak, bu sosyal ihtiyaçların karşılanması için gerekli bütün giderlere katlanılacaktır.
- İşçilerin işten ayrılmaları halinde, yerlerine yenilerinin bulunmaları da önemli bir sorun olacaktır.

Sermaye yoğun olan işletmelerde çalışanların sayısı az olacağından, bu tür işletmeler genellikle yerleşme bölgelerinin uzağını kuruluş yeri olarak seçerler. Az sayıdaki çalışanın getirilip götürülmesi veya özel konutlara yerleştirilmesi ve başka sosyal ihtiyaçlarının karşılanması büyük bir yük olmayacağından, uzak bölgeler seçiminden sağlanan arsa maliyeti avantajı, bu giderlerle başa baş gelebilecektir.

İşgücünün, kuruluş yerinin seçimini etkilemesi yönünden, düz işçi ile yetenekli işgücü farklılık gösterir. Düz işgücü hemen her bölgede ve yeteri kadar bulunabileceğinden, etkinlik bakımından yetenekli işgücü kadar önemli değildir. Usta işçiye çok ihtiyaç gösteren işletmeler, bu işçilerin bol olduğu bölgelere doğru yerleşme eğilimindedirler. Her ne kadar, eğitim yolu ile usta işçi yetiştirmek mümkün ise de, bunun giderleri kuruluş halindeki işletmeye yüklettirmek istenmez (Gülerman, 1978).

2.3.5. Arazi büyüklüğü ve iklim şartları faktörü

Kuruluş yerinin seçimi yapılırken, hangi büyüklükte bir arsanın satın alınması gerektiği de öncelikle göz önünde bulundurulmalıdır. Temel olarak satın alınması gereken arazi, fabrika binası inşaat alanının en az beş katı kadar olmalıdır. Yükleme rampa ve platformları, iç ve ara yollar, araç giriş ve çıkışları, otoparklar ve depolama mahalleri göz önünde bulundurulursa, bu ölçü minimum sayılabilir. Bunun yanında gelecekteki genişlemeleri de göz önünde bulundurularak, seçilen araziye komşu olan arsaların rakip firmalara kaptırılmaması tedbirlerini de düşünmek gerekir.

Böylece yukarıda belirtmiş olduğumuz ölçüden daha geniş bir araziyi kuruluş anında elde bulundurmak zorunluluğu vardır. Şehir içi ve kenarı arsaların metrekare fiyatlarının aşırı yüksekliği dikkate alınırsa, uygun büyüklükteki bir kuruluş yeri genellikle şehirleri dışından sağlanacaktır.

Ayrıca kullanılan hammadde, makine, üretilen mamul ve üretim sürecinin türü gibi birçok hususlar da arazinin büyüklüğünü etkiler:

- Hammadde büyük hacimli ise,
- Hammadde önemli bir ağırlığa sahipse,
- Makineler büyük bir ağırlıkta ise,
- Üretim uzun bir şerit halinde akmak zorunda ise,
- Yüzlerce üretim ünitesinin bir arada ve yan yana bulunması gerekiyorsa, arazileri şehir dışından satın alınmış, tek katlı ve yaygın binalar uygundur.

Bazen işletmeler gelecekte aynı bölgede büyüme ve yayılma yerine, gelişme ihtiyacı hissettikçe yeni pazarların yakınında ek kuruluşlara gitme yoluyla dağılma ve yayılma politikasını izlerler. Bu düşünce, ilk kuruluş yerinin, geleceği de düşünerek, aşırı ölçüde geniş tutulmasını gereksiz kılar. Kuruluş yerini seçecek olan, hangi politikanın izleneceğine dikkatli bir şekilde karar vermiş olmalıdır.

İklim, çalışanların sağlığı, yeteneği ve verimliliği üzerinde etkili olduğu gibi, yapılan mallar üzerinde de önemli etkileri vardır.

İşgücünü sağlıklı, tam kapasiteli ve devamlı kalabilmesi, uygun bir iklimin bulunması ile mümkün olur. Nemli ve sık sık önemli ısı derecesi farklılıkları gösteren iklimli bölgelerde hastalanmalar, işten ayrılmalar sık görüleceğinden işgücünden beklenen verime ulaşılmaması kaçınılmazdır.

Ilık iklimli bir bölgedeki inşaat maliyeti ile çok soğuk veya çok sıcak bir bölgedeki inşaat maliyeti birbirlerinden önemli ölçüde farklı olurlar. Sıcak bölgeler havalandırma ve serinletme giderlerine katlanacaklardır. Buna karşılık ılık iklimli bölgelerde ısıtma veya serinletme giderleri önemsiz bir düzeyde kalacaktır (Gülerman, 1978).

2.3.6. Teşvik tedbirleri ve zorlayıcı tedbirler

Devlet, öncelikle geri kalmış bölgelere veya istenilen bazı bölgelere yatırımların kayması için, özendirici bazı tedbirler alır. Devletin bu tedbirleri alması, yatırım yapacakları belirlenen bölgelerde yatırımlarını yapmaya özendirir. Özendirme tedbirlerini iki türde incelemek mümkündür:

- a- Enerji, ulaştırma, haberleşme gibi alt yapı tesislerinin önceden devletçe yapılması,
- b- Gelir vergisi veya gümrük vergisi gibi vergilerde muafiyet veya önemli indirimlerin sağlanması, kredi kolaylıkları, yatırımcıların proje

yapmalarına yardımcı veya destek olmak, gibi imkanlar yatırımcıyı belirlenen bölgelere yatırım yapmaya teşvik edecektir.

Yatırımcı, kalkınmış ve uygun bölgelerin sağlayacakları avantajları, kalkınmamış bölgeler için sağlanan özendirici tedbirlerle karşılaştırarak, kalkınmamış bölgelerde yatırım yapmayı daha uygun bulabilir.

Bundan önce saydığımız bütün faktörler işletmeye sağlayacakları kolaylıklardan dolayı çekici bir niteliğe sahiptirler. Yatırımcıyı bu çekici faktörlerden uzaklaştırıp, birçok güçlükleri taşıyan bölgelere götürebilmek en azından eşdeğer ölçüde bazı kolaylıkların ve desteklemelerin sağlanması ile mümkün olacaktır. Genel nitelikleri belirlenen bu tedbirler emredici değil, yol gösterici veya özendirici bir yapıya sahiptirler.

Bu yol gösterici veya özendirici tedbirlerin yanında bazı başka tedbirler de zorlayıcı bir niteliğe sahiptirler.

Ağır sanayi kuruluşlarının sınırlardan uzak kurulmaları; sanatoryumların yerleşme bölgeleri dışında kurulmaları; gürültülü zehirli gazlı endüstrilerin şehir dışlarında kurulmaları; rafinerilerin, cephane üreten endüstrilerin tehlike yaratmayacak yerlerde kurulma zorunlulukları bunlara birer örnektir. Kanunlar sağlık, güvenlik ve benzeri nedenlerle bazı kuruluşları belirli bölgelerin dışında kuruluş yeri seçmeye zorlarlar (Gülerman, 1978).

2.4. Tesis Kuruluş Yeri Seçimi Süreci

Bir işletme kurulmadan önce, ön çalışmalar yapılır. Bu çalışmaların ilk aşamasını da kuruluş yerinin belirlenmesi oluşturur. İşletmenin kuruluş aşamasında ilk önemli faktör kuruluş yeri seçimidir. Bu nedenle kuruluş yeri seçilirken çok titiz bir çalışma yapılması gerekir.

Kuruluş yeri aşamasında uyulması gereken belli prensipler vardır. Bunları şöyle özetleyebiliriz (Kobu, 1987).

a- İşletmenin ihtiyaçları objektif olarak saptanmalıdır. Seçilecek yerin bu ihtiyaçları en iyi şekilde karşılayacak nitelikte olması istendiğinden açık, tam ve eksiksiz ihtiyaç tanımları yapılması şarttır.

b- Seçilecek yerin fabrikanın faaliyetlerine yapacağı etkileri belirleyen karakteristikleri saptanmalıdır. İhtiyaçlarda olduğu gibi burada da tam ve gerçeğe uygun bilgilerin toplanmasına özen gösterilmelidir.

c- Yer seçimi çalışmaları belirli aşamalar birbirine karıştırılmadan ve sıra ile yürütülmelidir.

d- Her aşamanın gerektirdiği uzman kişi ve kuruluşlar isabetle saptanarak yararlanma olanakları araştırılmalıdır.

Bu prensipler ışığı altında yapılacak yer seçimi çalışmalarının temel sorumluluğu tepe yönetimine aittir. Ancak tepe yönetimi, ana politika kararları ve bazı sonuçların kontrolü dışındaki faaliyetleri ve ayrıntıları uzman bölümlere yükler. İşletme içinde yeterli eleman yoksa dışardan, pazarlama, mühendislik, finans, yöneylem araştırması vb. konularda uzmanlaşmış kuruluşlara başvurularak proje destek sağlanır (Eleren, 1995).

2.5. Tesis Kuruluş Yeri Seçiminde Kullanılan Değerleme Metotları

Kuruluş yeri seçimini etkileyen faktörler belirlendikten sonra seçeneklerden hangilerinin en uygun kuruluş yeri olabileceği çeşitli metotlar kullanılarak tespit edilir.

Kuruluş yeri seçiminde çeşitli ölçüler kullanılmaktadır (Tekin, 1993).

- Toplam başarı ödülü,
- İşletme kolaylığı ölçüsü,

- Maliyet ve kazanç ölçüsü,
- Risk ölçüsü,
- Büyüme ve genişleme ölçüsü,
- Kaynaklar ölçüsü,
- Milli ekonomiye katkı ölçüsü,
- İhracat ölçüsü,
- Bölgesel kalkınma ölçüsü,
- Kişisel özel ölçüler,
- Bölge ve kentlerin sanayileşme ölçüsüdür.

Bu ölçütler fabrika yeri seçiminde kullanılan değerlendirme yöntemlerinin tespitinde önemli rol oynamakla birlikte, en az iki ya da daha fazla ölçütün göz önüne alınması gerekir.

Kuruluş yeri seçiminde kullanılan değerlendirme yöntemlerinin beklenen sonucu verebilmesi için, değerlemede kullanılacak bilgilerin tam ve doğru olarak elde edilmesi, işinin ehli ve sektör hakkında da gerekli bilgiye sahip uzman kadrolarca analize tabi tutulması ve yorumlanması gerekmektedir (Eleren, 1995).

Değerleme yöntemlerini başlıklar halinde sınıflandırırsak;

- a- Ağırlıklı faktörler yöntemi,
- b- Karlılık karşılaştırma yöntemi,
- c- Maliyet analiz yöntemi,
- d- Başabaş noktası yöntemi,
- e- Matematiksel modeller ile çözüm yöntemleri,
- f- Sayısal olmayan değerlendirme yöntemleri.

2.6. Kuruluş Yeri Saptama Teknikleri ve Tek Bir Tesis İçin Kuruluş Yeri Saptama Yöntemleri

Kuruluş yeri için önemli faktörler belirlendikten sonra, bunlara değer vermeye geçilir. Ancak bu faktörlerin çoğunun sayılaşdırılamaması değerlendirmeyi

güçleştirmektedir. Bununla birlikte bazı değerlendirme yöntemleri geliştirilerek uygulamaya konulmuştur. Aşağıda bu yöntemlerden bazıları açıklanmaktadır (Su ve Aslan, 1997).

2.6.1. Sıralama + Maliyet elverişliliği

Faktörlere belirli ağırlıklar verilerek aday kuruluş yerlerinin birbirleriyle karşılaştırılması şeklinde işleyen bu yöntem, doyurucu çözümler vermemekle birlikte en çok kullanılan yöntemlerden biridir. Aday yerlerin her faktör için aldıkları puanlar belirlenir. Sonra bu puanlar aday yerler için ayrı ayrı toplanarak, bir bakıma aday yerlerinin önemini yansıtan toplam puanlar elde edilir. Toplam puanlar itibariyle iyiden kötüye doğru bir sıralama yapılır.

Bu sıralamada ilk yeri alan birkaç aday, maliyet elverişliliği açısından ikinci bir incelemeye tabi tutularak en iyi kuruluş yeri saptanır.

Toplam puanlar üç farklı biçimde hesaplanır (Su ve Aslan, 1997):

a- Her faktöre eşit ağırlık vererek (Eşit Ağırlık yöntemi): Bunun için önce, yer seçimine konu edilen faktörlerin, aday kuruluş yerleri itibariyle seviyeleri saptanır. Örneğin, yirmi değişik faktör dikkate alınarak on aday kuruluş yerinin değerlendirildiği bir yer seçimi söz konusu ise, aday yerler itibariyle her faktöre 0- 10 arasında değişen seviye puanları atanır. Sonra belli bir aday yer için bu puanlar toplanarak, aday yerlerin değerlendirilmesine esas teşkil edecek toplam puanlar elde edilir. Toplam puanlara göre yapılan sıralamada, en iyi üç veya dört kuruluş yeri, maliyet açısından değerlendirilerek son seçim yapılır

b- Her faktöre farklı ağırlıklar vererek (Farklı ağırlık yöntemi): Esas itibariyle birinci yöntemin aynısıdır. Tek farkı, faktörel puanlar hesaplanırken, seviye puanlarının ilgili faktör ağırlıklarıyla çarpılmasıdır. Bu şekilde elde edilen faktörel puanlar kuruluş yerleri için ayrı ayrı toplanarak toplam puanlar elde edilir.

c- Faktörler, çok iyi, iyi, yeterli, yetersiz gibi özel değerlendirmeye tabi tutularak :

Örneğin, üstte olduğu gibi dört seviyeli öznel bir değerlendirme söz konusu ise, bu seviyelerin her birine, her faktör için ayrı ayrı olmak üzere, seviye puanları verilir. Sonra, bunlar faktörler itibariyle alt alta toplanarak, toplam puanlar elde edilir. Buradan da sıralamaya ve maliyet açısından değerlendirmeye geçilir.

2.6.2. Eş - maliyet eğrileri

Weber'in geliştirdiği bir yöntemdir. Bu yöntemde A ve B gibi iki tedarik noktası ve C gibi bir tüketim merkezi varsa, birim mamul için gerekli hammadde miktarlarının taşınmasına ilişkin, A ve B merkez olmak üzere, eş-maliyet çemberleri elde edilir (Şekil 2.1). Bu çemberler sisteminde, kesim noktalarında kurulacak tesisler açısından oluşacak toplam ulaştırma maliyetleri okunabilecektir. Aynı toplam maliyeti veren noktaların birleştirilmesi ile eş maliyet eğrileri elde edilir (Şekil 2.1'deki kalın çizgili eğriler). Ulaştırma maliyetinin uzaklık ile doğru orantılı olduğu varsayımıyla, eş-maliyet eğrilerinin merkezindeki nokta toplam maliyeti, en küçük olan nokta olacaktır.

Yöntemin nasıl işlediğini göstermek için, D gibi bir nokta seçelim. Bu nokta A,B ve C merkez olmak üzere çizilen eş-maliyet çemberlerinin kesim noktasıdır (A'dan 40, B'den 30 ve C'den 20 birimlik eş-maliyet çemberlerinin kesiştiği nokta). D'nin kuruluş yeri olarak seçilmesi durumunda toplam ulaştırma maliyeti $(40+30+20=90)$ birim olur. Bir de E noktasını düşünersek, bu noktaya ait toplam ulaştırma maliyetinin de yine $(30+30+30=90)$ birim olduğu bulunur. D ve E gibi aynı maliyeti veren noktalar birleştirilirse 90 birimlik eş maliyet eğrisi elde edilir. Benzer şekilde 88, 91, 95, 100, 110, 115 ve 120 birimlik eş-maliyet eğrileri elde edilir.

Şekil 2.2'den kolayca izlenebileceği gibi, A ve B hammadde merkezlerinden malzeme getirmek ve mamulü C pazarına göndermek için katlanılan toplam taşıma maliyetini enküçükleyen bir (X) noktası vardır. Weber'in "isodapan" dediği eş maliyet eğrileri, bu X noktasından uzaklaştıkça daha yüksek toplam maliyetini temsil ederler. Şimdi X'in seçeneği olarak F ve G gibi iki ayrı nokta alalım. Bu noktalar, çeşitli etkenler nedeniyle farklı maliyet yapılarına sahiptirler. Taşıma maliyetleri için

kullanılan ölçü birimi ile, F noktasındaki üretim maliyeti, X noktasına göre 8 birim daha azdır. Aynı şekilde G noktası da, yine X'e göre 14 birimlik daha az bir üretim maliyetine sahiptir. Yani F'e göre daha düşüktür. Üretim maliyetleri de dikkate alınarak X, F ve G noktalarındaki toplam maliyetler kıyaslanırsa, G'deki toplam maliyet F'e göre 1 birim daha azdır:

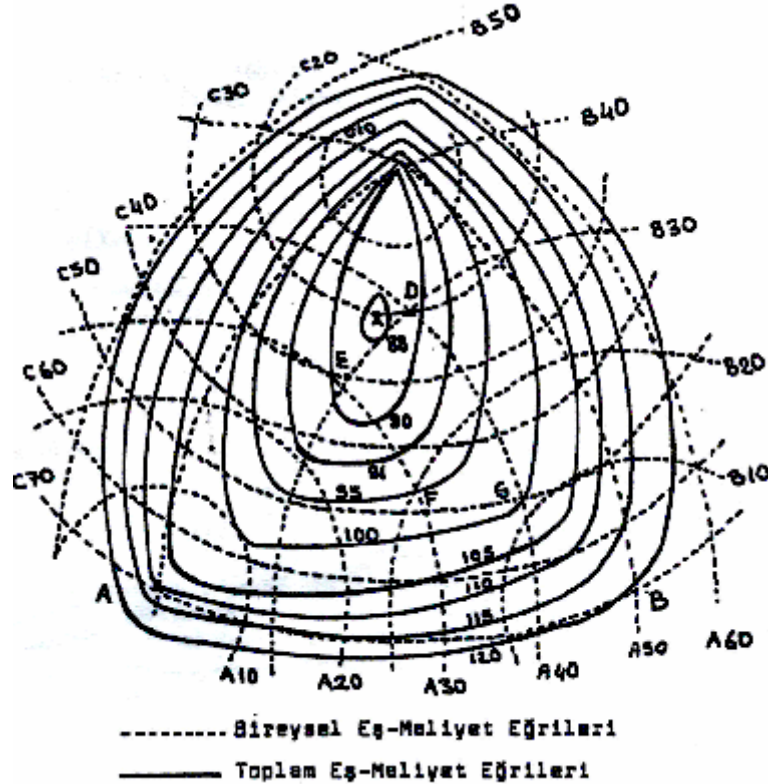
$$TM_G = \dot{U}M_X + 100 - 14 = \dot{U}M_X + 86$$

$$TM_F = \dot{U}M_X + 95 - 8 = \dot{U}M_X + 87$$

$$TM_X = \dot{U}M_X + 88$$

$\dot{U}M_X$ 'in, taşıma maliyetleri ölçü birimi ile, X'deki üretim maliyeti olarak tanımlandığı bu durumda G'deki toplam maliyet, X'e göre 2 birim daha düşüktür ve dolayısıyla, G noktası en iyi kuruluş yeri olarak seçilir.

Bu seçimden sonra diğer maliyet bileşenlerinin etkileri göz önüne alınır. Örneğin, F'de işgücü maliyeti, G'ye göre 2 birim daha düşük ise, F noktası daha avantajlı duruma geçeceğinden, bu nokta, kuruluş yeri olarak seçilir.



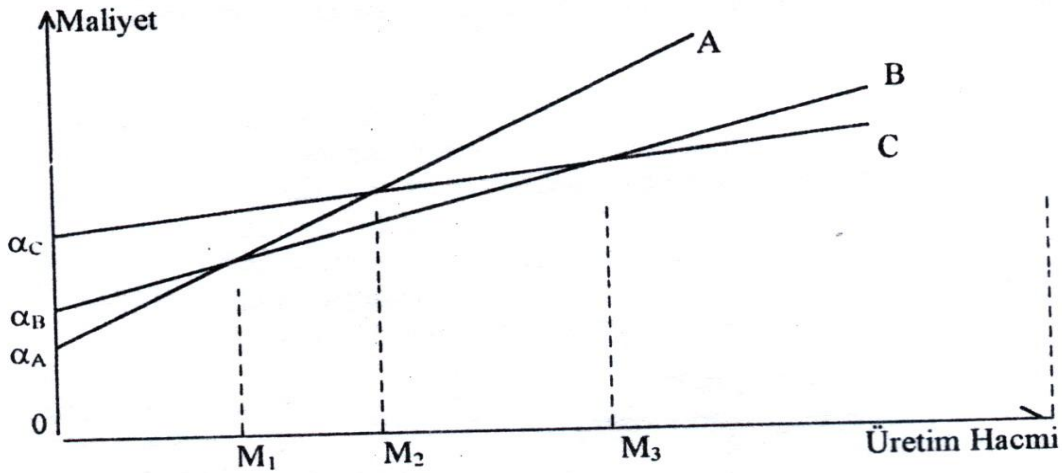
Weber'in bu yöntemi, (1) ikiden fazla tedarik noktası ve (2) mamul miktarının tüketim merkezleri arasındaki dağılımı biliniyorsa, birden fazla tüketim noktası için de kullanılabilir (Su ve Aslan, 1997).

2.6.3. Karlılık analizi

Aday kuruluş yerlerinin karşılaştırılarak bir seçim yapılması için, çeşitli maliyet verilerine göre, kuruluş yerleri itibariyle, dönüşüm oranları hesaplanır ve en yüksek oranı veren aday yer, kuruluş yeri seçilir (Su ve Aslan, 1997).

2.6.4. Başabaş analizi

Kuruluş yerlerinin sabit ve değişir maliyetleri saptanabilirse maliyet fonksiyonları oluşturulabilir. Bu fonksiyonların alacağı değerler, aday kuruluş yerleri itibariyle bir üretim hacmi-maliyet ekseninde gösterilebilir. Elde edilen grafikten yararlanılarak, tesis kapasitesine göre en uygun aday kuruluş yeri saptanabilir.



Şekil 2.2. Üç aday kuruluş yerinin karşılaştırıldığı başabaş analizi (Su ve Aslan, 1997).

i 'inci aday kuruluş yerinin maliyet fonksiyonunun doğrusal olduğu kabul edilirse, bunu

$$Y_i = a_i + b_i M$$

ifadesiyle göstermek ve üstteki şekilde görüldüğü gibi bir koordinat sistemi üzerinde karşılaştırmak olasıdır.

Örneğin, kuruluşun üretim hacmi M^* ise;

$M^* < M_1$ durumunda A kuruluş yeri,

$M_1 > M^* < M_3$ durumunda B kuruluş yeri,

$M^* > M_3$ durumunda C kuruluş yeri,

seçilir. $M^* = M_1$ ise A ve B kuruluş yerleri, $M^* = M_3$ ise B ve C kuruluş yerleri arasında tarafsız kalınır. Bu durumlarda ikincil kıstaslara göre karar verilir (Su ve Aslan, 1997).

2.6.5. Mekanik – analog yöntemi

Genellikle tedarik merkezlerinin dikkate alınmadığı ve birden fazla tüketim merkezinin söz konusu olduğu depo yeri seçimlerinde kullanılır. Varignon tarafından geliştirilen bu yöntemin işleyiş şekli şöyledir.

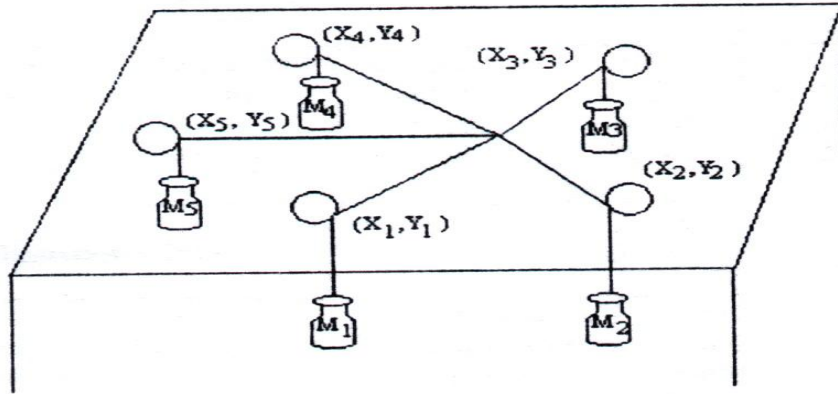
Bir düzlem (örneğin, bir masa) üzerinde kartezyen eksenler belirlenerek tüm tüketim merkezlerine karşı gelen koordinat deliklerinden noktalar açılır. Bu deliklerden tüketim merkezlerinin M_i (birim ulaştırma uzaklığı için i tüketim merkezine yönelik talebin tümünü karşılama maliyeti) değerlerine karşılık gelen ağırlıklar sallandırılır. Bu ağırlıkların asıldığı aynı uzunluktaki iplerin serbest uçları, ilgili deliklerden geçirildikten sonra düğümlenir. Düğüm noktasından tutulan ipler, yukarıya kaldırılıp serbest bırakılınca, düğümün dengeye geldiği koordinat noktası işaretlenir. Bu nokta kuruluş yerinin (deponun) koordinatlarını verir. Eğer düğüm, dengede kalmayarak tüketim merkezlerini temsil eden deliklerden birinden geçerse, sistemin bu yöntemle çözümünün mümkün olmadığı anlaşılır. Bu durumda daha önce açıklanan, Weber'in eş-maliyet eğrilerinden yararlanarak çözüme gidilebilir. Varignon'un mekanik-analog yönteminin dayandığı teorik yapı aşağıdaki gibi açıklanabilir (Su ve Aslan, 1997):

x, y : Kuruluş yeri koordinatları
 x_i, y_i : i 'inci tüketim merkezinin koordinatları
 d_i : i tüketim merkezine gidecek birim mamulün birim uzaklığa taşınmasının ulaştırma maliyeti,
 T_i : i tüketim merkezinin toplam talebi ve
 $m_i = T_i d_i$: Birim ulaştırma uzaklığı için i tüketim merkezine yönelik talebin tümünü karşılama maliyeti olarak tanımlarsa;

Mekanik- analog yöntemi,

$$Z = \text{Min} \sum_{i=1}^n m_i ((x - x_i)^2 + (y - y_i)^2)^{1/2} \dots\dots\dots (2.3)$$

ifadesinin değerini hesaplayan bir yöntemdir.



Şekil 2.3. Mekanik- Analog yöntemi(Su ve Aslan, 1997).

2.6.6. Tek tesis probleminde duyarlılık

Tek tesis probleminin çözümü sonunda, yeni tesisin kurulacağı en iyi nokta, mevcut tesislerden birinin üzerinde çıkabilir. Veya sütun, yol, çukur gibi kullanılamayacak bir nokta da en iyi çözüm olarak bulunabilir. Bu durumlarda, en iyi noktanın çevresinin kullanılma imkanı aranacaktır. Maliyetin en iyi noktadan uzaklaştıkça ne şekilde değişeceğinin araştırılması, bir çeşit duyarlılık analizidir.

Duyarlılık analizine başka durumlarda da gerek duyulabilir (Verilerin, kararların doğruluğu ve duyarlılığının sonucu nasıl etkilendiğini incelemek veya tek noktadan ibaret olmayan yeni tesisin iki veya üç boyutlu uzayda nasıl duracağını görebilmek gibi...). Bu amaçla şöyle bir yol izlenebilir:

- Aralarından bir eş maliyet eğrisi geçmesini istediğiniz iki noktada amaç fonksiyonunun aldığı değerleri hesaplanır,
- Amaç fonksiyonunun bu iki değeri arasında belirleyeceğiniz uygun bir değerdeki eğrinin nereden geçeceğini enterpolasyon yolu ile bulunur,
- x değerlerini sabit tutarak amaç fonksiyonunun bu değerlerini veren y değerlerini bulunur,
- y değerlerini sabit tutarak amaç fonksiyonunun bu değerlerini veren x değerlerini bulunur (İşlier, 1997).

2.7. Genel Değerlendirme

Tesis planlamasındaki ilk çalışma, yer seçimidir. Yer seçiminde önce tesisin kurulacağı bölge belirlenmekte, sonra da bu bölge içindeki seçenekler incelenmektedir.

Tesis yeri seçimi aslında çok amaçlı bir problemdir. Bu problemin ortaya koyulmasında, önce çözüm seçenekleri belirlenmeli, sonra da karşılaştırma ölçütleri (seçeneklerden beklenen nitelikler) ile bunların ağırlıkları karşılaştırılmalıdır. Ağırlıklandırmanın geçerliliğinin ve tutarlılığının sağlanması kadar, karar matrisinin oluşturulması da belli bir bilgi birikimi ve deneyim gerektirmektedir. Karar matrisi, seçenek niteliklerinin bir arada gösterildiği bir yapıdır. Bu yapı oluşturulurken, ölçülemeyen niteliklere puanlar verilmekte ve bir araya getirilen veriler ortak bir baza indirilmektedir. Mevcut tesislerin yanına tek bir tesisin ilavesi de çok sık karşılaşılan bir durumdur. Bu problem, diğer amaçların önemsiz kaldığı hallerde, “toplam taşıma maliyetlerini en küçükleyecek” bir yerin bulunması veya “en uzak eski tesise olan uzaklığın elden geldiğince küçük tutulması” gibi tek amaçlı bir yapıyla ele alınmaktadır.

Bu problemin çözümü, mekanik modelde de görülen “çakışma” ve “ortancalık” ilkelerine dayanmaktadır. En iyi noktayı bulmanın çözüm için yetersiz kaldığı durumlarda, eş maliyet eğrileri çizilerek duyarlılık analizi yapılmaktadır. Mekanik sistem analogisi, bu hatların çizilmesinde de yol gösterici olmaktadır. Uzaklık ölçümü olarak kuş uçuşunun karesi kullanılırsa, yeni tesisin yerleştireceği en iyi nokta, sistemin ağırlık merkezi olmaktadır. Tek tesis problemini, kuş uçuşu uzaklıklar için çözmek daha zordur. Ancak, her üç ölçüm şekli, birbirlerine yakın sonuçlar verdiklerinden, birbirleri yerine kullanılabilirler. Bu dönüşümde ortaya çıkacak hatanın büyüklüğü, üçgen eşitsizliği ile kontrol edilebilir. (Bu eşitsizlik, ağırlık merkezi probleminin çözümüne bir alt, bir de üst sınır belirlemede yardımcı olmaktadır.) Sisteme eklenecek tesis sayısının birden fazla olması “çok tesis problemi” olarak bilinmektedir. Bu problemin çözümünde de tek tesis probleminin çözüm tekniğinden yararlanılabilir. Ancak, yeni tesislerin de kendi aralarında taşımalar olması halinde de, problem daha da karmaşıklaşmaktadır.

Tesis yeri seçimi gerçekte, birden fazla amacın aynı anda en iyilenmesi gereken çok ölçütlü bir problemidir. Böyle problemleri; çok ölçütlü karar verme teknikleri

- SAW
- LAM
- TOPSIS
- ELECTRE
- AHP yöntemi gibi yöntemlerle çözmek mümkündür (İşlier, 1997).

2.8. Çok Ölçütlü Karar Verme Teknikleri İle Kuruluş Yeri Saptama Yöntemleri

Tesis yeri seçimi gerçekte, birden fazla amacın aynı anda en iyilenmesini gerektiren çok ölçütlü bir problemidir. Bu yüzden, uygulanabilir gerçekçi sonuçların elde edilmesi de ancak çok ölçütlü karar modellerinin kullanılmasıyla sağlanabilir .

Yer seçimi problemi genellikle iki adımla ele alınmaktadır. Bunlar, bölge seçimi ve kuruluş noktası seçimidir.

İstenirse bu iki adım bir arada ele alınabilir. Her iki durumda da, problemin alışıl gelmiş matematik programlama problemlerinden bazı farkları olmaktadır:

- Seçenek sayısı sınırlıdır ve bunlar önceden belirlidir (Matematik programlamada ise, uygun çözüm alanı içindeki sonsuz sayıdaki çözümden hangilerinin ele alınacağı önceden belli değildir).
- Kısıt söz konusu değildir, eldeki seçenekler zaten kısıtları sağlamış oldukları için seçenek olma niteliği kazanmışlardır (Halbuki matematik programlamada kısıtlar açıkça bellidir ve uygun çözüm alanı onlar sayesinde belirlenir).
- En iyilenecek tek amaç yerine, seçeneklerin niteliklerini sınavan birden çok ölçüt vardır (Seçeneklerin değerlendirilmesinde de değinilen bu ölçütler arasında, maliyet ve uzaklıklar yanında, iklimin elverişliliği, işgücü bulma kolaylığı, sosyal ortam vb. sıralanabilir).

İki çeşit seçeneğin değerlendirilmesi kolayca yapılabilmektedir:

- Her yönüyle diğerlerinden daha kötü olanlar (bunlar elenir ve değerlendirilmeye alınmaz),
- Her yönüyle diğerlerinden üstün olanlar (bunlarda hemen benimsenir ve problemde çözülmüş olur).

Bunların dışındaki seçeneklerin değerlendirilebilmesi, çok ölçütlü karar verme teknikleri olarak bilinen daha karmaşık yöntemlerin kullanılmasını gerektirir. Çok ölçütlü bir modeli kurabilmek içinde öncelikle şunları bilmek gerekmektedir.

- Değerlendirilecek seçenekler hangileridir? seçeneklerin çoğalması iyi çözüm bulma şansını da arttırır. Ancak tesisin kurulabileceği tüm noktaların belirlenmesi pek mümkün olmaz.

➤ Bu seçeneklerin değerlendirilmesi hangi ölçütlere dayanmalıdır ve bu ölçütlerin birbirlerine göre önem dereceleri nedir? Bazı durumlarda, ölçütlerden birinin ağırlığı diğerlerinden çok daha fazladır ve problem tek ölçütlü bir yapıya indirilir. Bazı ölçütlerin ağırlığı da diğerlerin yanında çok büyük olup bunların sonuca etkisi olmamaktadır. Bu ölçütler modele dahil edilmezler. Bir başka özel durumda, bazı ölçütlerin açık veya kapalı olarak tekrarlanmasıdır. Kazancın ve karın birlikte en büyüklenmesi bu duruma örnek olarak gösterilebilir. Bu iki ölçüt arasında fark bulunmasına karşılık ortak yönleri de vardır. Bu tip gereksiz ölçüt kullanımından kaçınmak kolay olmamaktadır.

Seçeneklerin neler olduğu, bunların hangi ölçütlere göre değerlendirileceği ve ölçütlerin ağırlıklarının ne olduğu belirlendikten sonra sıra, seçeneklerin niteliklerinin tespitine gelir. Nitelikler, seçeneklerin belli özelliklerini gösteren sayısal değerlerdir. Örnek olarak, ölçütlerden biri hammadde kaynağına uzaklık ise A, B ve C seçeneklerinin bu ölçütle ilgili nitelikleri sırasıyla 120, 90 ve 60 (km) olabilir. Uzaklık gibi bazı nitelikleri ölçmek (veya harita gibi güvenilir ve duyarlı bir kaynaktan elde etmek) mümkün olabilir. Maliyeti gibi bazı nitelikler ise daha çok kestirime dayanmaktadır. Bunlar için veri toplamak daha zordur ve yapılan işlemlerle varılan sonuçlar tartışmaya açıktır. Sosyal ortamın uygunluğu veya iklimin elverişliliği gibi niteliklerde ise sayısal değerlerin belirlenmesi ancak puanlama ile olabilmektedir. Bir başka güçlük kaynağı ayrı birimler ve farklı değişim aralıkları arasındaki değerlerin kıyaslanmasıdır. Maliyetler (TL) ile, uzaklıklar (km) ile, puanlar birimsiz sayılarla ölçülmektedir. Bunların ortak bir baza getirilmesi bir başka değişle normalleştirilmesi gerekmektedir. Normalleştirmede çok kullanılan bu yollardan biri tüm değerleri en iyi değere bölmektedir. Böylece değerlerin hepsi “0” ile “1” arasındaki bir aralıkta birimsiz bir oran olarak yer alır (İşlier, 1997).

Bu şekilde elde edilen veriler, n ölçüt ve m seçenek için oluşturulan iki yapıda toplanabilir:

➤ Ölçütleri ve bunların önem derecelerini veren bir ağırlıklar vektörü:

$$W_j, \quad j = 1, 2, \dots, n \text{ ve}$$

➤ Seçeneklerin niteliklerini gösteren bir karar matrisi : A_{ij} burada, A 'nın elemanları olan a_{ij} 'ler, i . Seçeneği j . Ölçüte göre değerini vermektedir.

Hedef, amaç, ölçüt, nitelik gibi terimler, çeşitli kaynaklarda farklı anlamlarda kullanılabilir. Problemin, seçeneklerin satırlarda, ölçütlerinde sütunlarda belirtildiği bir karar maddesiyle modellendiğini düşünmek bu karışıklığı önleyecektir. Karar matrisinin elemanları da, seçeneklerin niteliklerini gösteren parametreler olacaktır. Tesis yeri seçimi için düzenlenmiş bir karar matrisi örneği, Çizelge 2.1' de görülmektedir.

Çizelge 2.1. Bir yer seçimi probleminin karar matrisi (İşlier, 1997).

Alan	Kuruluş maliyeti (10^9 TL)	Taşıma maliyeti (10^9 TL/ yıl)	Arazinin alanı ($10^3 \times m^2$)	Enerji tüketimi (Mwh/ay)	İşgücü bulma imkanı(-)	İklimin elverişliliği (-)
S_1	600	80	100	7500	Yüksek	Çok iyi
S_2	850	120	20	6700	Orta	İyi
S_3	470	100	60	7300	Düşük	Kötü
S_4	580	160	85	5200	Yüksek	İyi

(Arsa, inşaat, nakliye ve enerji maliyetleri arazinin coğrafi konumuna göre değişebilmektedir).

Bu matristeki sayısal olmayan değerlerin sayılarla olmayan değerlerin sayılarla ifade edilen puanlara dönüştürülmesine, Saaty'nin önerdiği sıfır ile on arası bir ölçek kullanılabilir.

Bundan sonraki işlem normelleştirme olacaktır. Normelleştirmede, her sütundaki en çok istenen değer bire eşit olmasını, diğer değerlerin de bununla orantılı değerler almasını sağlayacak bir yöntem kullanılmalıdır.

Ağırlıklar vektörünün belirlenmesi de sübjektif değerlendirmelere bağlı olmaktadır. Bir demir çelik kompleksi için kömür ve demir madenlerine yakınlık önemli iken; bir kola firması için rakiplerin bulunduğu yere, bir dağıtım ambarı içinde müşterilerine yakınlık önem kazanmaktadır. Tam zamanında üretim yapan bir fabrikada kullanılabilir alanın büyük olması önemini kaybederken, tedarikçiye yakınlığın ağırlığı artmaktadır. Belirlenen ağırlıklar hem gerçekçi hem de tutarlı olmalıdır. Ağırlıkların gerçekçi olması, içinde bulunan şartlar uygunluluğu anlamındadır ve tamamen karar vericinin yeteneğine bağlıdır. Tutarlılığın anlamı da aşağıdaki örnekte açıklanabilir: B seçeneği A dan iki kat iyi, C de B'den üç kat iyi ise ; C'nin A'dan altı kat iyi olduğu ima edilmektedir. Seçenekler çoğalınca, bu durumun kontrolü zorlaşır. Diğer yargıları unutarak, C'nin A'dan üç veya on kat iyi olduğunu söylemek tutarsızlıktır. Bu tip tutarsızlıklardan kaçınmanın bir yolu, AHP'nin uyguladığı, ağırlıklarının ikili karşılaştırmalar sonucunda belirlenmesi yöntemini kullanmaktır. En küçük kareler veya entropi gibi kavramlara dayanan başka yöntemlerde aynı amaç için kullanılabilir.

Karar matrisine son şeklini verecek olan işlem, normalleştirilmiş matrisinin ağırlıklandırılmasıdır. Bu amaçla her sütun, ağırlıklar vektörünün ilgili elemanı ile çarpılarak niteliklere verilen önemde bu matrise yansıtılmış olur.

SAW, LAM, TOPSIS, ELECTRE ve AHP gibi teknikler ve boyut analizi gibi yöntemler, bu verilerden yararlanmaktadırlar. Saaty'nin geliştirmiş olduğu AHP'nin tekniği problemi seçenekler, ölçütler ve ana amaçta oluşan hiyerarşik bir yapıyla modellemektedir. Verileri de ikili karşılaştırmalar şeklinde istemektedir. Bu tekniğe dayanan bir paket programının temini halinde, çözümde hazır paketin kullanılması kolaylık sağlayacaktır. LAM tekniği, hangi seçenek kaçınıcı tercih sırasına sokulursa, en büyük katkı sağlanır şeklindeki sorudan kaynaklandığı için, bir atama modelinin kurulması ve çözümüne dayanmaktadır. ELECTRE tekniği kullanılması da, çok ölçütlü karar verme konusunda deneyim kazanmış olmayı gerektirmektedir. SAW, TOPSIS ve boyut analizleri teknikleri ise tesis planlamacısının daha kolay kullanabileceği yöntemlerdir.

Toplam malzeme taşıma maliyetinin en küçüklenmesi veya acil bir durumda her noktaya en kısa zamanda erişimin sağlanması gibi temel isteklerin diğer ölçütleri geriplanda bıraktığı durumlarda ise, tek amaçlı modellerin kullanılması yeterli olabilmektedir (İşlier, 1997).

3. ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ VE ANALİTİK SERİM SÜRECİ

Karar verme, karar alma ve karara varma gibi farklı biçimlerde ifade edilebilen karar süreci, belirlenen hedeflere varmak için birden fazla eylem seçeneğinin olduğu durumda nasıl davranılacağına belirlenmesidir. Burada en önemli husus, birden fazla eylem seçeneğinin olmasıdır, zira tek bir eylem seçeneğinin olduğu durumda bir karar probleminin söz konusu olmayacağı açıktır. Bunun yanında, seçeneklerin sonlu veya sonsuz sayıda olması, problemin matematiksel olarak modellenip modellenememesi de karar problemlerinin yapısında bulunmaktadır. Karar verme problemlerinin çözümünde problemin yapısına uygun olarak yöneylem araştırması, istatistik, olasılık vb. bilim dalları ile ilişkili yöntemlerden yararlanılmaktadır.

Karar verme problemleri içerisinde birden fazla amaç veya nitelik olması durumunda çok nitelikli karar verme problemleri söz konusu olur. Çok ölçütlü karar verme, Çok Amaçlı Karar Verme (Multi Objective Decision Making-MODM) ve Çok Nitelikli Karar Verme (Multi Attribute Decision Making-MADM) olmak üzere iki alt başlıkta incelenmektedir. Çok amaçlı karar verme problemi, problemin matematiksel olarak yazılabildiği türdür. Çok nitelikli karar verme ise problemin matematiksel olarak yazılamadığı, genellikle bir grup seçenek arasından kişinin önemsendiği ölçütlere göre hedefe en uygun olanının belirlenmeye çalışıldığı problemidir (Sipahioğlu, 2005).

Çok nitelikli karar verme problemlerinin çözümleri için literatürde farklı bir çok yöntem bulunmaktadır. Parametrelerinin belirli olduğu ve kapalı kısıtlı sonlu seçenekli problemlerde çok nitelikli karar verme yöntemleri uygulanmaktadır. Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierarchy Process-AHP), LAM (Linear Assignment Method), SAW (Simple Additive Weighting Method), ELECTRE (Elimination et Choice Translating Reality), TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) ve PROMETHEE (Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluations) gibi bir çok farklı yöntemle çok ölçütlü karar verme problemlerine çözüm aranmaktadır.

3.1. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) Hakkında Genel Bilgi

Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytical Hierarchy Process-AHP) Thomas L. Saaty tarafından 1977 yılında geliştirilmiş çok ölçütlü bir karar verme tekniğidir. Seçeneklerin açıkça bilindiği ancak karar vermede etkisi olan koşulların (kısıtların) matematiksel olarak ifade edilemediği karar verme problemlerinde uygulanır. Bu tür problemlere sonlu seçenekli kapalı kısıtlı problemler denir. Burada amaç, belirlenen ölçütlere göre istenen hedefe en uygun seçeneği belirlemektir. Bir başka deyişle belirlenen ölçütleri en fazla sağlayan seçenek belirlenmeye çalışılır (Sipahioğlu, 2005). AHS yöntemi insanoğlunda doğuştan var olan grupları ayırmaya yönelik beyinsel faaliyet sürecini taklit etmektedir. AHS'nin özündeki kavram parçalama ve sentezdir. Problemi kendi içinde küçük parçalara ayırdıktan sonra, karşılaştırılan iki elementin, aralarındaki önemini ve bu önemin ne kadar olduğu yargısını belirleyen bir sistemdir. Bu sistem insan algılamasında konsept oluşumunda, örneklerin sınıflandırılmasında ve mantıksal muhakemede önemli rol oynamaktadır.

AHS esnekliğinden dolayı çok geniş bir uygulama alanına sahiptir. Veritabanı seçimi, finans, makro ekonomik tahminleme, ürün tasarımı, portföy seçimi, kaynak dağılımı (bütçe, enerji, sağlık vb.), politik strateji, ulaşım, eğitim, tesis yeri seçimi, teknoloji transferi gibi alanlarda uygulanmaktadır (Cengiz ve Çelem, 2003).

3.1.1. AHS'nin yapısı ve özellikleri

AHP, insanların tamamen içgüdüsel olarak benimsediği karar mekanizmasını kullanmaya çalışır. Örneğin yeterince hafif ve el ile kaldırılabilir türden bir dizi nesnenin en ağırdan en hafife doğru sıralanmak istendiğini ve ağırlıkları ölçmek için bir cihazın olmadığını varsayalım. Bu durumda insanın aklına gelecek ilk yöntem, nesnelerin göreceli ağırlıklarını belirlemek olacaktır. Bunun en etkin yolu da nesneleri ikişerli ele alarak birbirlerine göre ağırlıklarını belirlemektir. Bütün nesneler için bu şekilde devam edildiğinde, nesnelerin ağırlıklarına ilişkin bir sıralama yapılabilir. Ancak nesnelerin hem ağırlıkları hem de parasal değerleri açısından bir sıralama yapılması isteniyorsa durum değişir. O zaman öncelikle parasal değer ile ağırlık

ölçütlerinin karşılaştırılarak hangi ölçüte daha fazla önem verildiğinin belirlenmesi, sonra da bu ölçütler açısından bütün nesneler karşılaştırılarak bir sıralama yapılması gerekir. Bu örnekte hedef, nesnelerin sıralanması; ağırlık ve parasal değer ise sıralamada etkili olan ölçütlerdir. AHS'nin temelde gerçekleştirmeye çalıştığı şey de, insanoğlunun doğal olarak uyguladığı ölçütlerin önem derecelerini belirleme ve ikili karşılaştırmalarla, karar verme sürecini matematiksel bir tabanda ifade etmektir.

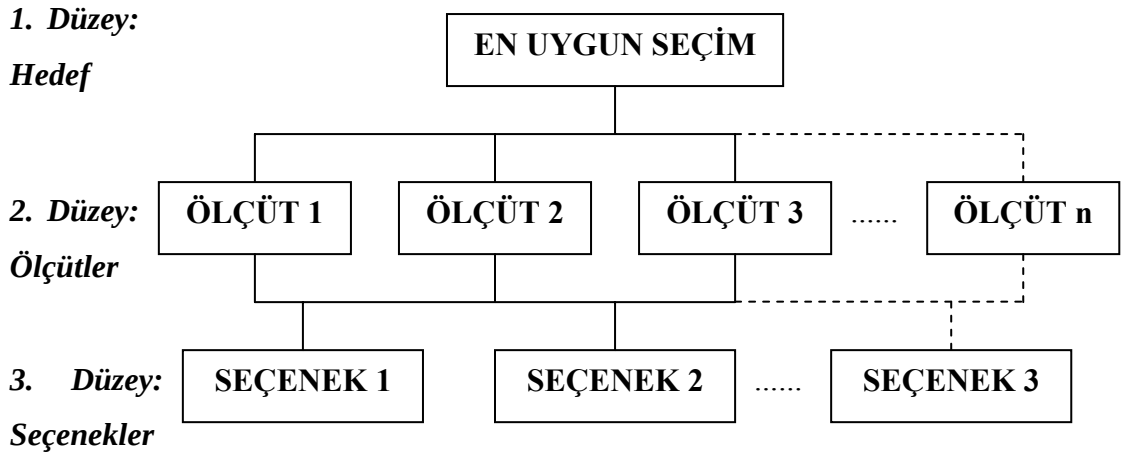
Seçeneklerin açıkça bilindiği problemlerde karar verebilmek için öncelikle ölçütlerin belirlenmesi gerekir. Ölçüt, karar verici açısından önemli olan ve seçenekleri sıralamakta kullanacağı niteliklerdir. Sayısal veya sayısal olmayan türde olabilir. Örneğin yeni bir ev satın almak isteyen kişinin karşılaştığı ev seçme problemi, sonlu seçenekli ve kapalı kısıtlı bir problemdir. Çünkü seçenek sayısı bellidir ve problem sayısal olarak ifade edilemeyecek koşullar olması nedeniyle matematiksel olarak modellenemeyecek durumdadır. Bu durumda seçenekleri belirlenecek ölçütlere göre değerlendirmek gerekir. Bu ölçütler arasından örneğin evin işe yakınlığı, manzarası, kullanışlılığı veya bulunduğu jeolojik yapı gibi olanlar sayısal olarak ifade edilemeyen niteliklerdir ve bunlar iyi, kötü, orta, az, çok, yeterli, yetersiz gibi ifadelerle nitelendirilirler. Öte yandan evin metrekare olarak büyüklüğü, oda sayısı, gerektirdiği bakım masrafı ve fiyatı gibi ölçütlerse sayısal olarak ifade edilebilen niteliklerdir.

Bir karar verme probleminde, belirlenen bir ölçüte göre seçeneklerin hepsi aynı değeri alıyorsa, o ölçütün karar vermede bir etkisi yoktur. Ölçütün seçenekler arasında farklı değerleri alıyor olması gerekir. Örneğin ev satın alma probleminde seçeneklerin hepsinde garaj varsa, karar verici için artık bu açıdan evleri derecelendirmek mümkün olmayacağı için garaj varlığı diye bir ölçütün anlamı kalmamış olur.

Sonlu seçenekli kapalı kısıtlı problemlerde en iyi çözüm diye bir şey yoktur. Çünkü çözüm, tamamen kişisel önceliklere ve tercihlere (ölçütlere verilen önemlere) bağlı olarak bulunur. Bu nedenle herkes için en iyi olarak kabul edilecek bir seçenek olamaz. Ev satın alma örneğinde de en iyi ev seçiminden değil, karar vericinin belirlediği ölçütleri en fazla sağlayan (en uygun) evin seçiminden söz edilmesi gerekir.

AHS, karar vericinin kişisel yargı ve değerlendirmelerine bağlı olarak seçenekleri en önemliden en önemsiz doğru sıralar. Hatta seçeneklerin önem derecesini de belirleyerek seçeneklerin birbirlerine ne kadar yakın veya uzak olduğunu, bir seçeneğin belirlenen hedefi ne kadar sağladığını da gösterir. Bu nedenlerle çok kullanışlı ve geniş uygulama alanına sahip bir tekniktir (Sipahioğlu, 2005).

AHS, karar problemini 3 düzeyli hiyerarşik yapıda ele alır: Hedef, ölçütler ve seçenekler. Örnek hiyerarşik yapı Şekil 3.1’de gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Üç düzeyli hiyerarşik yapı (Sipahioğlu, 2005).

AHS’de ölçütlerin ve seçeneklerin birbirlerine göre önemlerini belirleyebilmek için ikili karşılaştırmalar yapılır. Seçeneklerin karşılaştırılması, her bir ölçüt için ayrı ayrı yapılır. Sayısal olarak ifade edilebilen ölçütler için seçenekleri karşılaştırmada bir sorun yoktur. Çünkü hangi seçeneğin diğerine göre ne kadar önemli olduğu oranlar yardımıyla zaten hesaplanabilir. Ama sayısal olarak ifade edilemeyen ölçütler için bir seçeneğin diğerinden ne kadar önemli olduğunu belirlemek kolay değildir. Bunun için Çizelge 3.1’de verilen AHS ölçeği kullanılır (Sipahioğlu, 2005).

Çizelge 3.1. AHS ikili karşılaştırmalar ölçeği (Saaty, 2000).

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit önem	İki faaliyet amaca eşit düzeyde katkıda bulunuyor.
3	Birinin diğerine göre orta derecede daha önemli	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 güvenilirliğe sahip.
2,4,6,8	Ortalama değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasına düşen değerler.

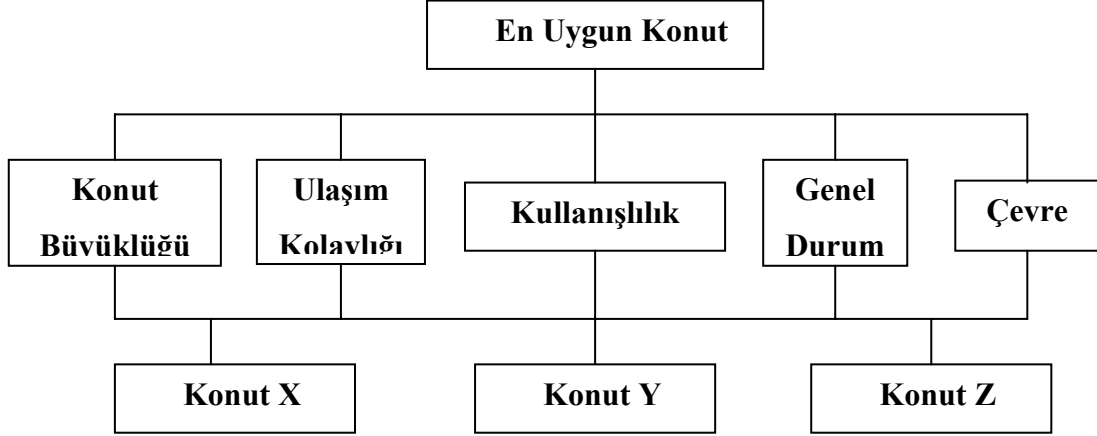
Çizelgeye göre belli bir ölçüte göre seçeneğin biri diğerinden çok daha önemli ise 9 değeriyle, seçenekler arasında eşitlik varsa veya önem derecesi açısından bir fark olmadığı düşünülüyorsa 1 değerini kullanmak gerekir. Kararsız kalınan durumlarda 2, 4, 6, 8 gibi ara değerleri kullanmak gerekir. Ancak asla 2,5 gibi tamsayı olmayan bir değer kullanımı söz konusu değildir (Sipahioğlu, 2005).

3.1.2. AHS ile karar verme

AHP ile karar verme süreci 5 adımdan oluşur. Yöntemin kolay anlaşılabilmesi için bu aşamalar ev satın alma örneği üzerinde açıklanmıştır (Sipahioğlu, 2005).

1. Adım-Karar Probleminin Tanımlanıp Hiyerarşik Yapının Oluşturulması: Sürecin en önemli aşamasıdır. Çünkü karar probleminin ne olduğu, hangi ölçütlere göre değerlendirme yapılacağı ve seçenekler bu aşamada belirlenir. Karmaşık problemlerde karar problemini, seçenekleri ve ölçütleri doğru tanımlamak için disiplinler arası yaklaşım gerekir. Özellikle ölçütlerin doğru olarak belirlenmesi hayati önemdedir. Çünkü verilecek karar, seçeneklerin belirlenen ölçütleri karşılama düzeylerine göre yapılacağından, eksik ya da yanlış bir tanımlama sonucu karar vericinin amacına

yeterince hizmet edemeyen, yanlış bir kararın verilmesi olasılığı vardır. Örneğin ev satın almak isteyen kişi için hedef, belirlenen ölçütlere en çok uyan evi almaktır. O halde öncelikle ölçütlerin ve seçeneklerin belirlenmesi sonra da probleme ait hiyerarşik yapının çizilmesi gerekir. Örnek problem için 5 ölçütün ve 3 seçeneğin olduğu duruma ait basit bir şema Şekil 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.2. Konut seçimi örneği için hiyerarşik yapı (Sipahioğlu, 2005).

Şekil 3.2’den anlaşıldığına göre hedef en uygun konutu seçmektir ve konut büyüklüğü adıyla bir tane sayısal olarak ifade edilebilen ölçüt ve ulaşım kolaylığı, kullanışlılık, genel durum, çevre adıyla sayısal olarak ifade edilemeyen 4 tane ölçüt tanımlanmıştır. Bu ölçütlere göre değerlendirilecek 3 seçenek belirlenmiştir.

AHS’de ölçütler arasında ayrıca bir hiyerarşinin tanımlanması da mümkündür. Örneğin genel durum ölçütü altında konut yaşı, elektrik ve su tesisatının durumu, evin yapımında kullanılan malzemenin kalitesi, evde karanlık oda olup olmaması, kiler vb. destek odalarının olup olmadığı ve evin boya badana gerektirip gerektirmediği gibi bir dizi başka ölçütün daha tanımlanması mümkündür. Bu durumda öncelikle bu alt ölçütler arasındaki önem derecelerinin belirlenmesi ve bunlardan yararlanılarak genel durum ölçütünün önem derecesinin belirlenmesi gerekir.

2. Adım-İkili Karşılaştırma Matrislerinin (A) Oluşturulması: Karar probleminin ortaya konmasından sonra yapılacak işlem, öncelikle ölçütlerin ikili karşılaştırmalarla birbirlerine göre önem derecelerini belirlemek, daha sonra da her ölçüt için bütün

seçeneklerin ikili karşılaştırmalarla birbirlerine göre önem derecelerini belirlemektir. Yapılan karşılaştırmalar sonucunda izelge 3.2’deki gibi bir matris oluşturulur. (e bir ölçüt veya bir seçenek olabilir). Buradaki matrislerden soldaki kar, sağdaki ise maliyet tabanlı bir yapı göstermektedir. İkili karşılaştırma matrisi elemanları arasında $a_{ij} = 1/a_{ji}$ ilişkisi vardır.

Çizelge 3.2. İkili karşılaştırmalar matrisi.

Enb	e 1	e 2	.	e n
e 1	w_1/w_1	w_1/w_2	.	w_1/w_n
e 2	w_2/w_1	w_2/w_2	.	w_2/w_n
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
e n	w_n/w_1	w_n/w_2	.	w_n/w_n

Enk	e 1	e 2	.	e n
e 1	w_1/w_1	w_2/w_1	.	w_n/w_1
e 2	w_1/w_2	w_2/w_2	.	w_n/w_2
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
e n	w_1/w_n	w_2/w_n	.	w_n/w_n

İkili karşılaştırmalar matrisi (A) eğer ltlerin nem derecelerini belirlemek iin kuruluyorsa veya sayısal olmayan ltlere gre seeneklerin karşılaştırılması sz konusuysa izelge 3.1’de aıklanan AHS leğinin kullanılması gerekir. Ama sayısal ltlere gre seeneklerin karşılaştırılması sz konusuysa, doğrudan doğruya seeneğin o ölçüt için aldığı değer kullanılır. Örneğin konut seçme problemi için ölçütlerin karşılaştırıldığı ikili karşılaştırma matrisi izelge 3.3 ile aşağıda verilmiştir.

İkili karşılaştırmalar matrisi i . Ölçüt, j . ltten (veya i . seçenek öngörülen ölçüte göre j . seçenekten) daha önemli midir? Eğer yleyse ne kadar önemlidir, sorusunun karar verici tarafından cevaplanmasıyla oluşturulur, i ve j aynı ölçütü (veya seçeneği) gösteriyorsa doğal olarak karşılaştırma değeri 1 (ikisinin önem derecesi aynı) kullanılır.

Bu nedenle matrisin asal köşegeni I 'lerden oluşmak zorundadır. Burada karar vericinin tercihleri önemli olduğu için herkes için ayrı bir tablo oluşması mümkündür.

Çizelge 3.3'de $a_{12}=5$ olması, karar verici açısından konut büyüklüğünün, ulaşım kolaylığına göre kuvvetli düzeyde tercih edildiğini göstermektedir. Doğal olarak a_{21} değeri de $1/5$ 'dir. Asal köşegen üzerindeki değerler de, $a_{11} = a_{22} = a_{33} = a_{44} = a_{55} = I$ 'dir. Eğer ölçütler kendi aralarında da bir hiyerarşi oluşturuyorsa, bu düzey için de ikili karşılaştırmalar yapılarak ilgili matrislerin oluşturulması gerekir. Bu karşılaştırmalar yapılırken sayısal olmayan ölçütler için yine Çizelge 3.1'de verilen karşılaştırma ölçeğinden yararlanılır.

Çizelge 3.3. Konut seçimi problemi için ölçütlere ait ikili karşılaştırmalar matrisi.

	Konut Büyükliği	Ulaşım Kolaylığı	Kullanışlılık	Genel Durum	Çevre
Konut Büyüklüğü	1	5	1/5	5	3
Ulaşım Kolaylığı	1/5	1	1/9	1/3	1/4
Kullanışlılık	5	9	1	7	5
Genel Durum	1/5	3	1/7	1	1/3
Çevre	1/3	4	1/5	3	1

Öte yandan sayısal bir ölçüte göre oluşturulacak ikili karşılaştırma matrisinde doğrudan eldeki değerler kullanılır. Örneğin konutların büyüklükleri X için 150, Y için 200 ve Z için 100 m² olsun ve karar verici evin büyük olmasını tercih ediyor olsun. Bu durumda büyüklük ölçütü sayısal bir ölçüt olduğu için ikili karşılaştırmalar matrisi Çizelge 3.4'deki gibi olacaktır.

Çizelge 3.4. Konut büyüklüğü ölçütüne göre ikili karşılaştırmalar matrisi.

Konut Büyükliği	X	Y	Z
X	150/150	150/200	150/100
Y	200/150	200/200	200/100
Z	100/150	100/200	100/100

Konut Büyükliği	X	Y	Z
X	1	3/4	3/2
Y	4/3	1	2
Z	2/3	1/2	1

Ancak bu örnekte dikkat edilmesi gereken bir nokta bulunmaktadır. Konutun büyük olması genellikle tercih edilen bir niteliktir. Bu nedenler oran sonucunda bulunan önem derecesinin de bunu gösterecek şekilde olması gerekir. X'in büyüklüğü 150; Y'nin büyüklüğü de 200 m² olduğuna göre, oran sonucunda X, Y'den daha az önemde olmalıdır. Nitekim Çizelge 3.4'den X'in Y'ye göre önemi 3/4 olarak belirlendiği görülmektedir. Benzer şekilde X, Z'den daha büyük olduğu için oranı da daha önemli olduğunu gösterecek şekilde 3/2'dir. Ama bu değerler evin büyüklüğünü değil de örneğin evin maliyetini gösterseydi o zaman daha ucuz olan ev tercih edileceği için X'in Y'ye göre daha önemli, Z'ye göre daha az önemli olması gerekirdi. Bu taktirde ilk satırdaki değerlerin de sırasıyla 1, 4/3 ve 2/3 olması gerekirdi.

İkili karşılaştırma matrisi kare matristir ve boyutu eğer ölçütler karşılaştırılıyorsa, ölçüt sayısı kadar; seçenekler karşılaştırılıyorsa seçenek sayısı kadardır. Problemdeki toplam ikili karşılaştırma matrisi sayısı da bütün seçenekler her bir ölçüt için ayrı ayrı karşılaştırılacağından "*ölçüt sayısı + 1*" kadar olacaktır. (Bütün ölçütlere göre karşılaştırma ve ölçütlerin kendi aralarında karşılaştırılması). Örnek problemde 5 adet ölçüt olduğu için 5 tane, 3×3'lük, 1 tane 5×5'lik kare matris oluşacaktır. Çevre ölçütüne göre seçeneklerin karşılaştırıldığı örnek bir matris Çizelge 3.5'te verilmiştir.

Çizelge 3.5. Çevre ölçütüne göre örnek ikili karşılaştırmalar matrisi.

Çevre	X	Y	Z
X	1	3	5
Y	1/3	1	2
Z	1/5	1/2	1

3. Adım-Görelİ Önem Vektörünün (GÖV) Hesaplanması: İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasından sonraki adım, ilgili matristeki her bir ögenin diğer öğelere göre önemini gösteren görelİ önemler vektörünün bulunmasıdır. Bunun için değişik yöntemler önerilmektedir. Güvenilir sonuçlar veren 3 yöntem bulunmaktadır.

Bunlar; Aritmetik ortalama ile görelî önem hesabı, Geometrik ortalama ile görelî önem hesabı ve Matris karesi ile görelî önem hesabıdır. Bu üç yöntem yaklaşık olarak aynı sonuçları vermektedir. Ancak geometrik ortalama ve matris karesi ile görelî önem hesabı daha hassas yöntemlerdir. Bu bölümde yapılan hesaplamalarda geometrik ortalama ile görelî önem hesabına değinilecektir. Bu yöntemde, görelî önem vektörü, ikili karşılaştırmalar matrisinin satırındaki değerlerin geometrik ortalamasını alıp, bulunan değerlerin normalleştirilmesiyle elde edilir. Daha iyi sonuç verdiği için tercih edilir ama n tane değerin birbirleriyle çarpılıp n . dereceden kökünün bulunması kolay olmadığı için genellikle bilgisayar ortamındaki hesaplamalarda tercih edilir. Örnek problemde için bu yöntemle hesaplanan görelî önem vektörü Çizelge 3.6’da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Geometrik ortalama ile bulunan görelî önem değerleri.

Çevre	X	Y	Z	Geometrik Ortalama	Görelî Önem Vektörü
X	1	3	5	2.4662	0.649
Y	1/3	1	2	0.871	0.229
Z	1/5	1/2	1	0.4642	0.122
Toplam				3.8014	1

4. Adım-Tutarlılık Testi: Görelî önem derecelerinin hesaplanmış olması, önemlerin doğru olarak bulunduğu anlamına gelmemektedir. Çünkü özellikle büyük boyutlu problemlerde karşılaştırmalar sırasında karar verici istemeden yanlış değerlendirme yapmış olabilir veya bazı ölçütlerde yanlış davranmış olabilir. Oysa doğru karar verebilmek için değerlerin hatasız bulunmuş olması gerekir.

Sayısal ölçütlerin söz konusu olduğu ikili karşılaştırma matrislerinde karar vericiye ait bir yargı olmadığı için yanlışlık veya istemeden yanlış derecelendirme gibi hataların oluşması mümkün değildir. Bu yüzden bu tür matrisleri için tutarlılık testi yapmaya gerek yoktur. Ama sayısal olmayan ölçütlerin söz konusu olduğu matrisler için değerlendirme hataları olabilir ve mutlaka matrisin tutarlı olup olmadığının kontrol edilmesi, eğer tutarlı değilse değerlendirmede kullanılan puanların gözden geçirilerek matris tutarlı hale gelinceye kadar üzerinde çalışılması gerekir. Burada tutarlılıktan

kasıt iki yönlüdür. Örneğin bir ölçüte göre X, Y'den daha önemli; Y, Z'den daha önemli olarak düşünülüyorsa; X, Z'den daha önemli olarak puanlanmış olmalıdır. Yoksa mantık hatası var demektir. Ama sadece bu yetmez. Tercihlerin sayısal yoğunluk açısından da tutarlı olması gerekir. Örneğin X, Y'ye iki kez daha fazla tercih ediliyor, Y'de Z'ye üç kez daha fazla tercih ediliyorsa sayısal tutarlılığın olması için X'nin Z'ye altı kez daha fazla tercih ediliyor olması gerekir. İşte tutarlılık analizi bu tür bir yanlışlığın yapılıp yapılmadığını kontrol eder ve eğer yapılmışsa matrisin tutarlı oluncaya dek düzeltilmesi gerekir.

İkili karşılaştırma matrisinin tutarlılığı, matrisin en büyük özdeğeri hesaplanarak gerçekleştirilir. Bir karşılaştırma matrisinin tutarlı olabilmesi için gerek ve yeter şart, bu matrisin en büyük özdeğerinin matris boyutuna eşit olmasıdır. Matrisin en büyük özdeğeri " λ_{max} " ve matris boyutu " n " ile gösterildiğinde koşul, $\lambda_{max} = n$ olarak gösterilir. Tutarlı bir karşılaştırma matrisinin en büyük özdeğeri n 'e eşit olmalıdır. Tutarlılık durumunda $\lambda_{max} = n$ eşitliği geçerli olduğundan, söz konusu eşitlikten sapma derecesi Tutarlılık Göstergesi (TG) olarak adlandırılır. Bu gösterge, aynı büyüklükte fakat elemanları tamamen rassal olarak seçilmiş çok sayıda matrsten hareketle elde edilmiş ortalama gösterge değeri olan rassallık göstergesine oranlanarak, ilgili karşılaştırma matrisi için Tutarlılık Oranı (TO) hesaplanır. Bu oranın 0.1 veya daha düşük olması halinde, matris tutarlı kabul edilir. Aksi halde karşılaştırmalar incelenerek yeniden değerlendirilmeli ve tutarlılık düzeyi artırılmaya çalışılmalıdır. Bunun için;

- a_{ij} : İkili karşılaştırma matrisinin (i,j). değeri,
- w_j : Göreli önem vektörünün j. elemanı,
- λ_{max} : Matrisin en büyük özdeğeri,
- n : Matrisin boyutu,
- TG : Tutarlılık Göstergesi,
- TO : Tutarlılık Oranı,
- RG : Rassallık Göstergesi; olmak üzere;

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij} \times w_j}{w_i} \right] \dots\dots\dots (4.1)$$

$$TG = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} \dots\dots\dots (4.2)$$

$$TO = \frac{TG}{RG} \leq 0.1 \dots\dots\dots (4.3)$$

eşitliklerinden yararlanılır.

Rassallık göstergesi, elemanları tamamen rassal olarak seçilmiş çok sayıda matristen hareketle elde edilen ortalama gösterge değeridir. Yapılan kapsamlı bir saha çalışması sonucu 1-15 boyutlarındaki matrisler için rassallık göstergeleri Çizelge 3.7’de gösterildiği gibi hesaplanmıştır.

Çizelge 3.7. 1-15 Boyutundaki matrisler için Rassallık Göstergeleri (Saaty, 2001).

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RG	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

λ_{max} için verilen ifade karmaşık görünse de gerçekte yapılan, ikili karşılaştırma matrisiyle hesaplanan görelî önem vektörünün çarpılması ve çıkan vektördeki değerin görelî önem değerine oranlanmasıyla λ_{max} için bir tahmin değerinin türetilmesidir. Matris boyutu n ise ortaya n tane tahmin değeri çıkacağı için son olarak bunların aritmetik ortalaması alınarak çıkan değer λ_{max} değeri olarak kabul edilmektedir.

A : İkili karşılaştırmalar matrisi,

W : Görelî önemler vektörünü göstermek üzere; Çizelge 3.8’ örnek problemdeki çevre ölçütüne λ_{max} değerini belirlemek için yapılan hesaplar verilmektedir.

Çizelge 3.8. Tutarlılık testi için matris çarpım hesapları.

Çevre	X	Y	Z	W	A×W	A×W / w _i
X	1	3	5	0.649	1.946	2.9985
Y	0.33	1	2	0.229	0.688	3.0044
Z	0.2	0.5	1	0.122	3.366	3

$$\text{Buradan; } \lambda_{mats} = \frac{2.9985 - 3.0044 + 3}{3} = 3.00097 ; TG = \frac{3.00097 - 3}{2} = 4.84 \times 10^{-4}$$

$$TO = \frac{4.84 \times 10^{-4}}{0.58} = 8.34 \times 10^{-4} \leq 0.1 \text{ olarak bulunduğu için matris tutarlıdır.}$$

5. Adım-Bileşik Göreli Önemler Vektörünün Bulunması ve Karar: Bütün düzeyler için oluşturulan ikili karşılaştırma matrislerinin tutarlılığı sağlandıktan sonra elde edilen göreli önemler vektörleri Bütünleşik Matris olarak adlandırılabilen bir matriste toplanır. Örnek problem için bütün ölçütlere göre karşılaştırmaların yapıldığını, göreli önem vektörlerinin hesaplandığını ve matris tutarlılıklarının da sağlandığı varsayalım. Sonuçta bulunan vektörler aşağıdaki gibi olsun.

<u>Ö</u> lçütler için GÖV	$W_{\bar{O}} = (0.22; 0.04; 0.145; 0.267; 0.328)$
<u>K</u> onut <u>B</u> üyüklüğü için GÖV	$W_{KB} = (0.333; 0.444; 0.223)$
<u>U</u> laşım <u>K</u> olaylığı için GÖV	$W_{UK} = (0.08; 0.2; 0.72)$
<u>K</u> ullanışlılık için GÖV	$W_K = (0.432; 0.241; 0.327)$
<u>G</u> enel <u>D</u> urum için GÖV	$W_{GD} = (0.45; 0.13; 0.42)$
<u>Ç</u> evre için GÖV	$W_{\bar{C}} = (0.649; 0.229; 0.122)$

Bu değerlerden yararlanılarak Çizelge 3.9’da gösterilen Bütünleşik Matris elde edilir ve beklenen değer hesabıyla her seçenek için bileşik göreli önem derecesi hesaplanır.

Çizelge 3.9. Örnek problem için bütünleşik matris ve bileşik görelî önem değerleri.

	Konut Büyükliğü	Ulaşım Kolaylığı	Kullanışlılık	Genel Durum	Çevre	Bileşik Görelî Önemler
W_ö	0.22	0.04	0.145	0.267	0.328	
Konut X	0.333	0.08	0.432	0.45	0.649	0.472
Konut Y	0.444	0.2	0.241	0.13	0.229	0.25
Konut Z	0.223	0.72	0.327	0.42	0.122	0.278

Çizelge 3.9'dan X'in 0.472 ile en büyük bileşik görelî önem değerine sahip olduğu ve X'in tercih edilmesi gerektiği anlaşılmaktadır. Y ve Z birbirlerine yakın önem derecelerinde çıkmıştır. Bunun anlamı karar vericinin tercihlerine bağlı olarak X, en uygun ev seçme hedefini % 47.2 oranında karşılamaktadır. Bunu % 27.8 ile Z; % 25 ile Y izlemektedir. Bu durumda karar vericinin tercihlerinde herhangi bir değişiklik olmadığı sürece, karar vericinin belirlediği ölçütlere en uygun seçenek X konutudur. Önem sırası X, Z, Y olarak bulunmuştur.

AHS'de karar aşamasından sonra özellikle bileşik görelî önem derecelerinin birbirine yakın çıkması halinde, probleme ait duyarlılık analizi yapılarak hangi tercihin sonucu nasıl etkilediğinin araştırılması gerekir. Duyarlılık analizi için izlenecek belli bir süreç tanımlanmamıştır ancak parametrelerin değiştirilmesiyle sonucun nasıl değişeceğine dair bir Excel sayfası düzenlenerek analizin deneme yanılma yöntemiyle gerçekleştirilmesi mümkündür.

Pek çok problemde para önemli bir ölçüt olarak yerini alır. Seçeneklerin karşılaştırılmasında para diğerleri gibi bir ölçüt olarak alınıp değerlendirilebilir. Üstelik sayısal bir ölçüt olduğu için görelî önem vektörü, seçenekler arasında ikili karşılaştırmalar yapmadan kolayca bulunabilir ve tutarlılık testine de gerek yoktur. Ancak örneğin birbirinden farklı yatırım seçeneklerinin olduğu bir problemde parayı herhangi bir ölçüt gibi probleme dahil etmek yerine, fayda maliyet analizi yaparak hangi seçeneğin benimsenmesi gerektiğine dair ek bir analiz yapmak daha olabilir. AHP sonucunda elde edilen bileşik görelî önem dereceleri aslında seçeneklerin faydalarını

temsil etmektedir. Herhangi bir seçeneğin faydasını bu kadar iyi ölçen bir başka teknikten söz etmek zordur. Seçeneklerin parasal karşılığı da bilineceği için, bu değerlerden yararlanarak fayda maliyet analizi yapmak daha uygundur. Bu analiz sonrasında AHP sonucunda, sağlayacağı faydaya rağmen maliyeti çok olacağı için, en büyük önem derecesini almış bir seçeneğin benimsemeyip bir başkasının seçilmesi de mümkündür. Yine de paranın sayısal bir ölçüt olarak probleme dahil edilmesi de mümkündür.

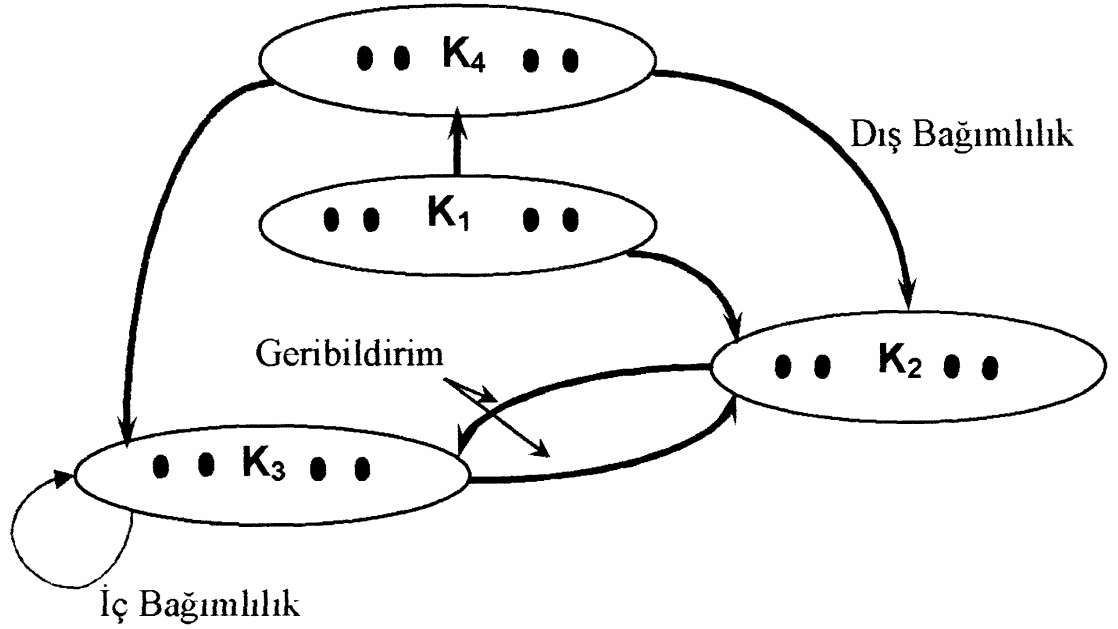
AHS'nin en çok eleştirilen yönü, her ölçüt için bütün seçeneklerin karşılaştırılacak olmasıdır. Bu oldukça zahmetli ve sıkıcı bir iştir. Üstelik seçenek ve ölçüt sayısı arttıkça hata yapma, yanlış değerlendirme riski de artar. Bu yüzden problemde çok ölçüt varsa bunların hiyerarşik biçimde kendi içlerinde yapılandırılmaları ve bir defada 7'den fazla elemanı olan bir matrisle çalışılmaması önerilir. Öte yandan AHS'nin hem sayısal hem sayısal olmayan ölçütleri değerlendirmeye katabilmesi ve sonuçta güvenilir bir öncelik sıralaması verebilmesi onun güçlü yanını oluşturmaktadır (Sipahioğlu, 2005).

3.2. Analitik Serim Süreci

Günümüzde kararların hızlı ve etkin bir şekilde verilmesi rekabet ortamında işletmelerin en önemli hedeflerinden biri olmuştur. İşletmelerin hızla değişen çevresel koşullara karşı hızla uyum sağlamaları ve bu değişime paralel olarak etkin kararlar alabilmeleri, karar sürecinde çok sayıda nitel ve nicel faktörü bir arada değerlendirilebilen bilimsel yöntemleri kullanmaları ile mümkündür. Analitik Serim Süreci (ASS) bu süreçte kullanılabilecek bir yöntemdir.

ASS Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yönteminin uzantısı olan yeni bir çok amaçlı karar verme yöntemidir. ASS, karar verme sürecini etkileyen faktörler ve alt faktörler arasındaki her türlü bağımlılık ve geri beslemeyi sistematik olarak ortaya koymaya imkan sağlayan ilk tekniktir.

ASS iki alt bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm modeldeki karşılıklı etkileşimleri kontrol eden faktörlerin oluşturduğu kümeler arasındaki etkileşimlerin oluşturduğu alt gruplardır. ASS’de karar verme problemi bir ağ şeklinde modellenmekte ve bu aşamada faktör grupları arasındaki dış bağımlılıklar, geribildirimler ve aynı faktör grubu içinde yer alan iç bağımlılıklar dikkate alınmaktadır. ASS bu yapısıyla daha etkin kararların verilmesini sağlamaktadır. Şekil 3.3’de farklı sayıda faktörlerden oluşan faktör kümeleri (K) arasındaki ilişkiler örnek bir ağ yapısı ile gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Örnek bir serim modeli (Saaty, 2001).

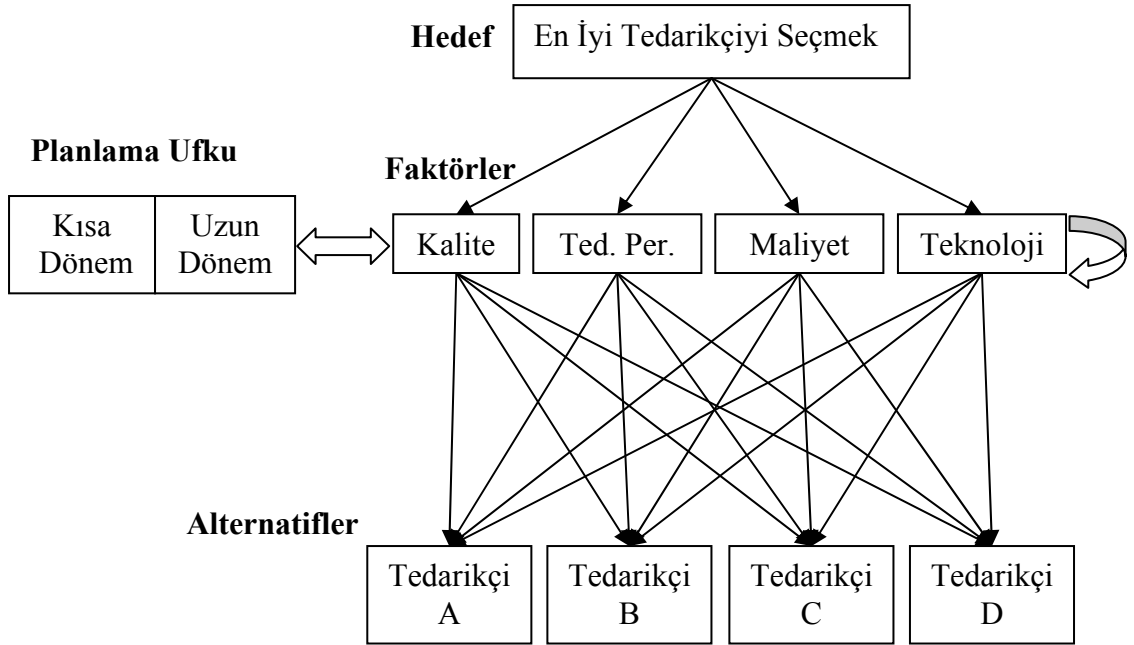
ASS ‘de tüm bu ilişkiler ikili karşılaştırma matrisleri ve bir süpermatris ile değerlendirilir, faktörler arasındaki ilişkileri gösteren bu süpermatris öncelik vektörlerinin elde edilmesinde kullanılır. Süpermatris bir faktörün diğer tüm faktörler üzerindeki etkisinden hareketle ikili karşılaştırma matrisleri ile elde edilen öncelik vektörleri ile oluşturulur. Bir süpermatris aşağıdaki gibi üç seviyeden oluşur, burada w_{21} hedefe göre faktör önceliklerini gösteren bir vektör, W_{32} faktörler temelinde alternatif önceliklerini gösteren bir matris, I ise birim matrisi göstermektedir. Faktör ve alternatif önceliklerini belirlemenin bir yolu oluşturulan süpermatrisin yüksek dereceden kuvvetinin alınmasıdır, bu “kuvvet yöntemi” olarak bilinmektedir.

$$W = \begin{matrix} \text{Hedef (H)} \\ \text{Faktörler(F)} \\ \text{Alternatifler(A)} \end{matrix} \begin{bmatrix} H & F & A \\ 0 & 0 & 0 \\ w_{21} & 0 & 0 \\ 0 & W_{32} & I \end{bmatrix}$$

ASS'de ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması ile faktör ve alt faktörlerin nispi önemlerinin belirlenmesinde AHS'de olduğu gibi Saaty tarafından önerilen ve Çizelge 3.1'de verilen 1-9 önem skalası kullanılır.

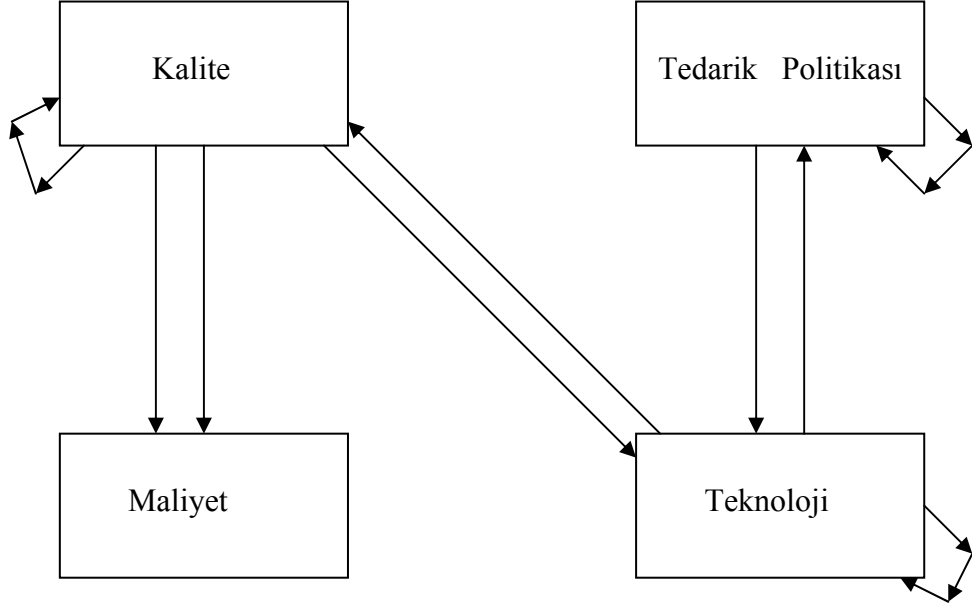
Kapsamlı bir çok amaçlı karar verme yöntemi olan ASS, karmaşık karar verme problemlerinin çözümünde kullanılmıştır. Meade ve Sarkis, yaptıkları iki ayrı çalışmada lojistik stratejilerinin değerlendirilmesi ve üretim hızının iyileştirilmesi için geliştirdikleri bir metodolojide ASS yöntemini kullanmışlardır. Yine Lee ve Kim tarafından yapılan iki farklı çalışmada Bilgi Sistemi Proje seçimi sürecinde ASS kullanılmış ve yapılan bu iki çalışmada ASS ile bulunan proje öncelikleri 0-1 HP modeli için bir kısıt olarak kullanılmıştır. Karsak ve arkadaşları ile Partovi ve Corredoira, kalite işlev konuşlandırma sürecinde ASS kullanmışlardır. Yapılan bu çalışmalara ek olarak; Meade ve Presley alternatif Araştırma & Geliştirme projelerinin değerlendirilmesinde, Bayazıt bir üretim işletmesi için en uygun üretim yönetimi sisteminin belirlenmesinde, Sarkis stratejik tedarikçi seçimine yönelik olarak geliştirdiği modelde, Mikhailov ve Singh bir karar destek sisteminin geliştirilmesi sürecinde, Yurdakul üretim işletmelerinin uzun dönemli performanslarının değerlendirilmesine yönelik olarak geliştirdiği modelde, Momoh ve Zhu optimal üretim çizelgesinin belirlenmesinde, Niemira ve Saaty finansal kriz tahmini için geliştirdikleri modelde ASS yöntemini kullanmışlardır. Yapılan çalışmaların tümünde faktörler arasındaki ilişkiler dikkate alınarak problemler modellenmiş ve böylelikle daha etkin sonuçlar alındığı gösterilmiştir.

Daha önce Dağdeviren ve Eren tarafından tedarikçi seçimine yönelik olarak yapılan çalışmada kullanılan faktörler kalite, tedarik politikası, maliyet ve teknolojidir. Belirlenen bu faktörler Şekil 3.4'te uzun ve kısa dönem olmak üzere iki farklı planlama uzayına göre değerlendirilmiştir. Bu modeli AHS modelinden ayıran en önemli fark faktörler arasındaki bağılıkların dikkate alınmasıdır. Modelin son kademesinde değerlendirilecek alternatif tedarikçilere yer verilmiş ve bu çalışmada 4 farklı tedarikçi değerlendirmeye alınmıştır.



Şekil 3.4. Tedarikçi seçimi modeli.

Aşağıda Şekil 3.5’de faktörler arasındaki iç ve dış bağımlılıklar gösterilmiştir.



Şekil 3.5. Faktörler arasındaki iç ve dış bağımlılıklar.

Tedarikçi seçimi modelinin oluşturulması ve faktörler arasındaki iç ve dış bağımlılıkların belirlenmesinden sonra izleyen aşama, modeldeki bu bağımlılıklar dikkate alınarak ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması ve faktörlere ilişkin nispi önem ağırlıklarının belirlenmesidir. İlk olarak hedef temelinde faktör önceliklerinin belirlenmesi amacıyla ikili karşılaştırma matrisi düzenlenmiş ve ilgili ikili karşılaştırma matrisi ile bu matristen elde edilen öncelik değerleri Çizelge 3.10’da verilmiştir.

Çizelge 3.10. Faktörler temelinde oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi ve öncelik değerleri.

Kriterler	Kalite	Ted.Per.	Maliyet	Teknoloji	GÖV(W)
Kalite	1	5	2	3	0,470
Ted.Pol.	1/5	1	1/4	1/3	0,073
Maliyet	1/2	4	1	1/2	0,212
Teknoloji	1/3	3	2	1	0,246

Benzer şekilde planlama uzayı temel alınarak faktör öncelikleri, faktörler dikkate alınarak planlama uzayı, faktör grupları arasındaki bağımlılıklar ve faktörler temelinde alternatif öncelikleri, oluşturulan 14 farklı ikili karşılaştırma matrisi ile değerlendirilmiş ve bu ikili karşılaştırma matrislerinden elde edilen öncelik değerleri kullanılarak Çizelge 3.11’de verilen başlangıç süpermatrisi elde edilmiştir.

Çizelge 3.11. Tedarikçi seçimi problemi için başlangıç süpermatrisi.

SM	H	KD	UD	K	TP	M	T	A	B	C	D
H	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
KD	0,000	0,000	0,000	0,500	0,333	0,750	0,500	0,000	0,000	0,000	0,000
UD	0,000	0,000	0,000	0,500	0,667	0,250	0,500	0,000	0,000	0,000	0,000
K	0,470	0,370	0,337	0,500	0,000	0,300	0,100	0,250	0,000	0,000	0,000
TP	0,073	0,129	0,199	0,000	0,300	0,100	0,250	0,000	0,000	0,000	0,000
M	0,212	0,421	0,254	0,200	0,500	0,000	0,250	0,000	0,000	0,000	0,000
T	0,246	0,080	0,210	0,300	0,200	0,600	0,250	0,000	0,000	0,000	0,000
A	0,000	0,000	0,000	0,200	0,155	0,334	0,377	1,000	0,000	0,000	0,000
B	0,000	0,000	0,000	0,200	0,513	0,180	0,367	0,000	1,000	0,000	0,000
C	0,000	0,000	0,000	0,200	0,050	0,425	0,139	0,000	0,000	1,000	0,000
D	0,000	0,000	0,000	0,400	0,283	0,061	0,117	0,000	0,000	0,000	1,000

Çalışmanın izleyen aşamasında oluşturulan başlangıç süpermatrisi normalleştirilmiş, başka bir ifadeyle sütun toplamaları 1 olacak şekilde düzenlenmiş ve normalleştirme sonucu elde edilen stokastik matrisin MATLAB 6.5 programı yardımıyla yüksek dereceden kuvveti alınarak sınırlandırılmış süpermatris elde edilmiştir.

Çizelge 3.12. Tedarikçi seçimi problemi için normalleştirilmiş süpermatris.

SM	H	KD	UD	K	TP	M	T	A	B	C	D
H	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
KD	0,000	0,000	0,000	0,166	0,111	0,250	0,166	0,000	0,000	0,000	0,000
UD	0,000	0,000	0,000	0,166	0,222	0,083	0,166	0,000	0,000	0,000	0,000
K	0,470	0,370	0,337	0,166	0,000	0,100	0,083	0,000	0,000	0,000	0,000
TP	0,073	0,129	0,199	0,000	0,100	0,033	0,083	0,000	0,000	0,000	0,000
M	0,212	0,421	0,254	0,066	0,166	0,000	0,083	0,000	0,000	0,000	0,000
T	0,246	0,080	0,210	0,100	0,066	0,200	0,083	0,000	0,000	0,000	0,000
A	0,000	0,000	0,000	0,066	0,051	0,111	0,125	1,000	0,000	0,000	0,000
B	0,000	0,000	0,000	0,066	0,171	0,060	0,122	0,000	1,000	0,000	0,000
C	0,000	0,000	0,000	0,066	0,016	0,141	0,046	0,000	0,000	1,000	0,000
D	0,000	0,000	0,000	0,133	0,094	0,020	0,039	0,000	0,000	0,000	0,000

Çizelge 3.13. Tedarikçi seçimi problemi için sınırlandırılmış süpermatris.

SM	H	KD	UD	K	TP	M	T	A	B	C	D
H	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
KD	0,000	0,000	0,000	0,166	0,111	0,250	0,166	0,000	0,000	0,000	0,000
UD	0,000	0,000	0,000	0,166	0,222	0,083	0,166	0,000	0,000	0,000	0,000
K	0,470	0,370	0,337	0,166	0,000	0,100	0,083	0,000	0,000	0,000	0,000
TP	0,073	0,129	0,199	0,000	0,100	0,033	0,083	0,000	0,000	0,000	0,000
M	0,212	0,421	0,254	0,066	0,166	0,000	0,083	0,000	0,000	0,000	0,000
T	0,246	0,080	0,210	0,100	0,066	0,200	0,083	0,000	0,000	0,000	0,000
A	0,268	0,268	0,266	0,245	0,231	0,292	0,302	1,000	0,000	0,000	0,000
B	0,270	0,266	0,282	0,245	0,361	0,248	0,310	0,000	1,000	0,000	0,000
C	0,220	0,236	0,218	0,215	0,167	0,283	0,192	0,000	0,000	1,000	0,000
D	0,229	0,218	0,221	0,282	0,230	0,165	0,183	0,000	0,000	0,000	0,000

Sınırlandırılmış matris ile elde edilen sonuçlar incelendiğinde birinci öncelikli tedarikçinin B tedarikçisi olduğu görülmektedir, B tedarikçisini A, D ve C tedarikçisi izlemiştir. AHS yöntemi ile yapılan çalışmada tedarikçiler öncelik değerlerine göre D, B, C, A olarak sıralanırken, faktörler arası bağımlılığı ve faktör içi bağımlılıkları dikkate alan ASS yönteminde tedarikçiler B, A, D, C olarak sıralanmıştır. Bu sonuç faktörler arasındaki bağımlılıkları dikkate almanın çalışma sonucunu önemli ölçüde etkilediğini göstermektedir. Gerçek hayatta karar problemlerini etkileyen faktörler arasında ciddi ölçüde bağımlılıklar olduğu ve tedarikçi seçimi sürecinin sonuçlarının işletme içinde birçok çalışmaya temel oluşturduğu düşünülürse çalışma sonucunun önemi daha da artmaktadır (Dağdeviren vd., 2005).

3. MERMER FABRİKALARI İÇİN TESİS KURULUŞ YERİ SEÇİMİ

Mermer fabrikaları için kuruluş yeri seçimi diğer sektörlerde de olduğu gibi oldukça önemlidir. Bunun için yer seçimi yapılırken hammadde olan mermerin tanımının ve özelliklerinin iyi bilinmesi gerekir ki seçim yapılırken yararlanılsın.

4.1. Mermerin Tanımı ve Sınıflandırılması

Jeolojik olarak “mermer” kireçtaşlarının ve dolomitlerin basınç ve ısıнын etkisiyle başkalaşarak yeniden kristalleşmesi sonucu meydana gelir.

Endüstriyel anlamda “mermer” tanımı, kesilip parlatılabilen her taş için kullanılmıştır. Oysa kesilip parlatılabilen her taş mermer olmamakla birlikte endüstriyel alanda taşın cinsine ve bileşimine bakılmaksızın blok olarak çıkarılma, kesilme, cilalanma gibi özellikler, taşın mermer sınıfına girmesini sağlar. Bu durumda kesilip, iyi cila kabul eden kalkerler, tektonik breşler, traverten ve oniks mermerleri, mağmadan türeyen granit, diyabaz, siyenit ve serpantin gibi kayalar da endüstriyel anlamda mermer sınıfına girerler (Demirer, 1991).

4.1.1. Gerçek mermerler

Kireçtaşı ve dolomitlerin ısı ve basınç etkisiyle yeniden kristallenmesiyle oluşan kayalara mermer adı verilir.

Gerçek mermerlerin oluştukları başkalaşım koşulları şunlardır:

- a- Kontak başkalaşım: Burada mağmadan gelen sıcaklık, gaz ve hidrotermal sıvıların etkisi önem taşır. Karbonatik kayada, mağmanın değme yüzeyinden uzağa doğru başkalaşım etkisi azalır.
- b- Dinamik başkalaşım: Gerilim kuvvetlerinin etkisiyle değişim vardır. Yönlü kuvvetlerin etkisi ile kayalarda kırılma, ufalanma, erime ve yeniden kristallenme görülür.

c- Bölgesel başkalaşım : Sıcaklık, basınç, gerilim ve kimyasal faaliyetler etkin rol alanlara yayılırlar. Basınç etkisi hidrostatik ve makaslama olarak görülür.

Gerçek mermerler kalsit veya dolomitik kalsit kristallerinin boyutlarına göre :

- a- Çok ince kristalli (50 mikrondan küçük)
- b- İnce kristalli (50-100 mikron arası)
- c- Orta kristalli (100-1000 mikron arası)
- d- Kaba kristalli (1000 mikrondan büyük)

olmak üzere dört sınıfa ayrılırlar.

Hakiki mermerler büyük oranda kalsiyum karbonat içerirler. Az miktarda magnezyum karbonat da bulunur. Kalsiyum karbonatlılarda genellikle %95 kalsit vardır. Ayrıca silis, silikat, feldspat, demir oksit mangan oksit, mika ve organik maddeler bulunur. Mermerlerin renkleri genellikle beyaz ve grimsidir. Yabancı madde ve metal oksitlerin etkisiyle değişik renklerde olabilirler. Sarımsı, pembe, kırmızı, mavimsi ve siyah gibi renklerin değişik tonlarında, bazen de damarlar halinde taşın yüzeyini kaplarlar. Mermer kristalleri iri ise dış tesirlere karşı dayanımı az, görünüşü ise dişli ve kabadır. Tane çapı küçüldükçe dayanımı artar.

Türkiye’de bugün bulunan, gerçek mermer yataklarından önemlileri şunlardır (Demirer, 1991)

- Marmara adası mermerleri,
- Afyon, İncehisar mermerleri,
- Gaziantep yöresi mermerleri,
- Balıkesir yöresi mermerleri,
- Bursa-Orhaneli yöresi mermerleri,
- Muğla yöresi mermerleri,
- Eskişehir-Seyitgazi yöresi mermerleri,
- Uşak-Banaz-Sandıklı yöresi mermerleri,
- Çankırı-Yozgat yöresi mermerleri,
- Manyas yöresi mermerleri.

4.1.2. Traverten, oniks mermerleri ve oniks

Traverten ve oniks mermerleri kimyasal tortul kayalardır. Kayalardaki erimiş halde bulunan Ca, Na, Cl, Si, Fe, Mg, B'lu maddelerin uygun koşullarda ve uygun yerlerde çökmesi ve katılaşması ile kimyasal tortul kayalar meydana gelir.

Traverten ve oniks mermerleri bileşiminde erimiş halde kalsiyum bikarbonat bulunduran sulardan oluşmuş kayalardır. Bileşiminde kalsiyum bikarbonat ve karbondioksit bulunan yeraltı sularının yeryüzüne çıkmasıyla bileşimindeki CO₂ gaz halinde suyu terkeder. Bu sırada CaCO₃ bileşimli katı madde şekillenir. CO₂'in kaçmasına bitkiler de yardımcı olurlar. CaCO₃ kristalleşirken gaz ve bitki çokluğu kayacın boşluklu oluşmasına neden olur. Boşluk miktarı fazla olan kayaca “kalker tüfü”, az boşluk ve ağır olanına da “traverten” denir. Boşluksuz ve bantlı doku oluşmuşsa “oniks mermeri (albatr)” adı verilir.

Türkiye’de bulunan önemli traverten yatakları şunlardır (Demirer, 1991):

- Antalya Travertenleri,
- Bursa Travertenleri,
- Ankara Malıköy Travertenleri,
- Ankara Haymana Travertenleri,
- Çankırı Eskipazar Travertenleri,
- Sivas Sıcak Çermik Travertenleri,
- Adana Ezin Travertenleri,
- Antakya Reyhaniye Travertenleri,
- Bor Travertenleri,
- Denizli Akköy Travertenleri,
- Denizli Gödene Travertenleri,
- Manisa Nuriye Köyü Beyaz Travertenleri.

Türkiye’de bulunan önemli oniks mermer yataklarının da şöyle sıralayabiliriz (Demirer, 1991):

- Bilecik Söğüt Oniks Mermerleri
- Bolu Seben Oniks Mermerleri,
- Kırşehir Avanos,Avcı,Terme Oniks Mermerleri,
- Manisa Akhisar Oniks Mermerleri,
- Sivas Sıcak Çermik Oniks Mermerleri
- Ankara Çubuk Oniks Mermerleri
- Denizli Sarayköy Gülmezli Köyü Beyaz Mermer Oniksi,
- Eskişehir Yunusemre, Seyitgazi Oniks Mermerleri,
- Kütahya Tavşanlı Oniks Mermerleri.

4.1.3. Magmatik mermerler

Magmatik kökenli mermerler bu sınıfa girerler. Bunlar güzel görünümlü, cila kabul eden ve yeterince büyük blok sağlayabilen magmatik kökenli kayalardır.

Bileşimlerinde kuvars, hornblend ve diğer silikatlar bulunur. Bu yüzden blok üretimleri, kesilip parlatılabilmeleri oldukça zordur fakat diğer mermer cinslerine göre dayanıklıdır. Granit, diyabaz ve serpantinler yurdumuzda en çok tanınan magmatik mermer tipleridir.

Granit: Mermer sanayinde taneli doku gösteren magmatik kayalara genelde bu ad verilmiştir. Yüksek basınç dayanımına (1500-2000 kg/cm²)sahiptirler, aşınmaya da oldukça dirençlidirler.

Türkiye’de bugün bilinen sert taş yataklarından bazıları şunlardır:

- Balıkesir-Kapıdağ, Edremit-Kozdağ
- Çanakkale-Ezine, Kestanbol,
- Bursa-Gemlik, Kapaklı, Armutlu,

- İstanbul-Gebze, Sancaktepe, Yalova –Kocadere,
- Edirne-Lalapaşa, Demirköy,
- İzmir-Bergama, Kozak,
- Aydın-Ortaklar,
- Eskişehir-Sivrihisar,
- Yozgat-Boğazköy, Sorgun,
- Gümüşhane-Halkent,
- Sivas-Kösedağ,
- Kırşehir-Kaman.

Diyabazlar: Yarı derinlik magmatik kayalarlardır. Mineralojik olarak bazik plajiyoklaslar ve olivinde oluşmuştur. Yurdumuzda Bursa-Gemlik yöresindeki Zambakkaya diyabazı, Tokat Çatalkaya diyabazı aranan magmatik mermer cinsleridirler.

Serpantinler: Olivin ve olivinli peridot, gabro, diyabaz gibi magma taşlarının suyun tesiri ile hidratlaşmasından oluşurlar. Renkleri yeşil, sarımsı, kırmızı, kahve ve siyah olur. Lekeli ve alacalı görünüştedirler. Bilecik Abbaslık serpantini Anıtkabir’de kullanılmıştır (Demirer, 1991).

4.1.4. Kireçtaşı mermerleri

Kireçtaşı mermerleri organik tortul kayalar arasında yer alırlar ve içerik %90 dan fazla CaCO_3 , az miktarda MgCO_3 ’tır. Safsızlıklar ise kuvars, feldspat, kil ve organik maddelerdir.

Kimyasal çökelme veya içine kalkerli organik artıkların girmesiyle meydana gelen bu cins mermerler MgCO_3 miktarının artışına bağlı olarak Dolomitik kireçtaşı, Kireçli dolomit ve Dolomit adını alır.

Türkiye’de günümüzde bilinen bazı kireçtaşı mermer ocakları aşağıda sıralanmıştır (Demirer, 1991);

- Bilecik, Gülümbe(Pembe) ve Söğüt(Bej),
- Adapazarı, Harmantepe(Siyah),
- Gebze, Kutluca(Fosilli Bej),
- Ankara, Haymana(Bej),
- Hatay, Yayladağ(Kırmızı),
- Hatay, İskenderun(Siyah),
- Konya, Bozkır (Kahve-Kırmızı),
- Milas, Güllük(Bordo-Kırmızı).

4.2. Ülkemizde Mermerin ve Mermer Fabrikalarının Genel Durumu

Türkiye dünya doğal taş üretimi ve ticaretinde ilk beş ülke arasında yer almaktadır. Dünya rezervlerinin yaklaşık üçte biri ülkemizde bulunmaktadır. Dünyada yaklaşık 78 milyon ton/yıl doğal taş üretilmektedir. Bu üretimde ülkemizin payı %8’ dir.

Türkiye mermer, doğal taş ve makineleri sektörü üretim ve ihracatta son yıllarda sürekli rekorlar kırmaktadır. Sektör son beş yılda ortalama %35–40 büyümektedir. Mermer ve teknolojileri ihracatı, ülkemiz toplam madencilik ihracatının %60’ını tek başına gerçekleştiren bir büyüklüğe ulaşmıştır.

Ülkemizde mermer ve doğal taş madenciliği tamamen özel sektör tarafından gerçekleştirilmektedir. Sektörde her geçen gün yeni yeni mermer rezervleri keşfedilmekte olup, başka sektörlerden mermer sektörüne yatırım sermayesi girişleri olmaktadır. 2003 yılında mermer ve doğal taş üretimimiz toplam 2 milyon m³ veya bir başka ifade ile 6 milyon ton, ihracatımız ise 431 milyon dolar olarak gerçekleşmiştir.

Ülkemizden çıkarılan mermer, traverten, granit vb. taşları 100 den fazla ülkeye ihraç edilmektedir. 2003 yılında yurtdışına ve yurtiçine satılan doğal taşlar ve teknolojilerinin ekonomimize katkısı 1 milyar doların üzerindedir. Eskiden genellikle Afyon’da bulunan mermer fabrikaları şimdi ülkemizin her yerine yayılmış durumdadır.

Mermer sektörü insanlarımız için yeni iş ve ekmek kapısı olmaya devam etmektedir. Anadolu’da aile şirketleri olarak birbirinden etkilenecek açılan atölyeler, fabrikalar ülkemize en çok net döviz kazandıran KOBİ’ler olmayı başarmışlardır (www.maden.org.tr).

4.3. Mermer Fabrikalarında Tesis Kuruluş Yeri Önemi

Mermer sektörünün diğer bütün sektörlerde olduğu gibi kendisine özgü bir doğası bulunmaktadır. Mermer sektörünün hammadde girdi ve çıktısının da aslında doğal bir yapı taşı olması nedeniyle diğer sanayi sektörlerinden temelde farklılık arz etmektedir. Kanun koyucular “Sanayinin uygun görülen alanlarda yapılanmasını sağlamak, kentleşmeyi yönlendirmek, çevre sorunlarını önlemek, bilgi ve bilişim teknolojilerinden yararlanmak, imalat sanayi türlerinin belirli bir plan dahilinde yerleştirilmeleri ve geliştirilmeleri amacıyla, sınırları tasdikli arazi parçalarının gerekli alt yapı hizmetleriyle ve ihtiyaca göre tayin edilecek sosyal tesisler ve teknoparklar ile donatılıp planlı bir şekilde ve belirli sistemler dahilinde sanayi için tahsis edilmesiyle” oluşturulan (OSB Kanunu, 2000) Organize Sanayi Bölgelerinde (OSB) sanayinin yapılandırılmasını istemektedir. Bu amaçla ülkemizin hemen her köşesinde OSB’ler kurulmaktadır. Farklı sanayi iş kollarında üretim yapan tesislerin yer aldığı OSB’ler Organize Sanayi Bölgeleri Kanunu Uygulama Yönetmeliğinde (2002) “Karma OSB” olarak tanımlanmıştır. Aynı sanayi iş kolunda ve bu iş koluna dahil alt sanayi gruplarında faaliyet gösteren tesislerin yer aldığı OSB’ler ise aynı yönetmelikle “İhtisas OSB” olarak tanımlanmaktadır. Afyon İşçehisar Organize Sanayi bölgesi İhtisas OSB’lerin mermer işkolu için en güzel bir örnektir. Eskişehir Organize Sanayi Bölgesi (EOSB) ise Karma OSB olarak kurulmuş bir organizasyondur.

Kuruluş aşamasından günümüze kadar EOSB içerisinde Çekiçler, Elmas, Artmar, Esmer gibi mermer fabrikaları bölge içerisinde faaliyetlerin sürdürmektedir. Bununla birlikte, madencilik sektörünün bir alt dalı olan Mermer Fabrikaları Karma OSB’ler içerisinde problemleri bir sektör olarak görülmektedir. Gerek işlenmemiş mermerin fabrika stok sahasındaki görüntüsü, gerekse işlenmiş mermer atıklarının oluşturduğu düzensiz görüntüler ve işleme sırasında suya karışıp şlam haline gelen atıkların

kanalizasyon şebekesine uygunsuz bir şekilde verilmesi ilimizde ve diğer illerdeki Karma OSB yönetimlerini rahatsız etmektedir. OSB Uygulama Yönetmeliğinin “Kanalizasyon Şebekesine Verilmeyecek Atıklar, Artıklar ve Diğer Maddeler” başlıklı 109. Maddesinde “*Arıtma tesisinin arıtma verimini düşüren, çamur tesislerinin işletilmesini veya çamur bertarafını olumsuz yönde etkileyen maddeler, atık su arıtma tesisini veya ünitelerini tahrip eden, fonksiyonlarını ve bakımlarını engelleyip, zorlaştıran, tehlikeye sokan maddeler ve bu tesislerde çalışan personele ve alıcı ortamın kalitesine zarar veren maddelerin kanalizasyon şebekesine verilmesi yasaktır. Aşağıda sıralanan atık, artık ve diğer maddeler hiçbir şekilde kanalizasyon şebekesine verilemez.*” ifadesi yer almakta olup aynı maddenin “c” bendinde ise “*Kanal şebekesinde tıkanmaya yol açabilecek, normal su akımını ve kanal fonksiyonunu engelleyecek kıl, tüy, lif, kum, curuf, toprak, metal, cam, süprüntü, moloz, hayvan dışkısı, mutfak artığı, selüloz, katran, saman, talaş, metal ve tahta parçaları, hayvan ölüsü, işkembe içi, üzüm posası, meyve posası, mayalı artıklar, çamurlar, buz artıkları, kağıt tabaklar, bardaklar, süt kapları, bitki artıkları, paçavra, odun, plastikler, gübre, yağ küspeleri, hayvan yemi artıkları ve benzeri her türlü katı madde ve malzemeler*” şeklinde bir tanımlamaya gidilmiştir. EOSB yönetimi bu tanımlamaları referans göstererek sınırları içerisinde yeni Mermer Fabrikası açılışına izin vermemektedir. Eskişehir ve çevresinde Afyon benzeri bir İhtisas OSB kurulamayacağına göre, ilimizde Mermer fabrikası kurmak isteyen yatırımcıları önemli bir tesis yeri seçimi problemi beklemektedir.

4.4. Mermer Fabrikaları için Tesis Kuruluş Yerini Etkiyen Faktörler

Bütün sanayi sektörlerinde olduğu gibi Mermer Sektöründe de Mermer Fabrikaların en uygun kuruluş yerinin belirlenmesi son derece önemlidir. Diğer tesis yeri seçimi problemlerinde olduğu gibi Mermer Fabrikaları için tesis yeri seçim problemi gerçekte, birden fazla amacın aynı anda en iyilenmesi gereken çok ölçütlü bir karar verme problemidir. Her ne kadar önceki bölümlerde değinildiği üzere tesis yeri seçimi için bir çok farklı yöntem olmasına rağmen bu tip problemlerin seçiminde çok ölçütlü karar verme tekniklerinin uygulanması karar vericilere büyük faydalar sağlayacaktır. Bu bakımdan Mermer Fabrikaları için de bu yöntemlerin uygulanması

son derece önemlidir. Böyle bir seçim için öncelikle, Mermer fabrikalarının kuruluş yerini etkileyen başlıca faktörlerin diğer bir ifadeyle karar vericinin karşısına ölçüt olarak çıkan unsurların iyi bir şekilde belirlenmesi gereklidir. İlerleyen bölümlerde sırasıyla bu faktörler tanımlanmıştır

4.4.1 Ekonomik faktörler

Ekonomik faktörler alt faktörler şeklinde ele alındığında dört ana başlık altında incelenebilir. Bunlar;

a- Arsa maliyeti: Arsa maliyeti tesis yeri seçimi sürecinde diğer tüm sanayi sektörlerinde önemli olduğu kadar mermer sektörü için de önemli bir faktördür. Çünkü arsa maliyeti faktöründe karar vericilerin en önemle dikkat etmeleri gereken husus kurulacak tesisin yeri için seçilen arsanın maliyetinin oldukça ekonomik ve karar vericilerin planladıkları sermaye bütçeleri doğrultusunda olması gerekmektedir.

b- Kuruluş maliyeti: Kuruluş maliyeti, bir tesis için oluşturulabilecek tüm birimler için hesaplanacak maliyet anlamına gelmektedir. Bu sebeple kuruluş maliyeti faktörü değerlendirilirken karar vericilerin tesis içerisindeki tüm birimler için ayrılacak sermaye bütçesi doğrultusunda hareket etmeleri gerekip, hesaplanacak maliyetin işletmenin geleceği ve ilerleyişi oldukça ekonomik düzeyde olacak şekilde seçim yapılması gerekmektedir.

c- Nakliyat maliyeti: Tesis yeri seçiminde en önemli faktörlerden biri olup üzerinde önemle durulması gereken faktörlerdendir. Nakliyat diğer bir ifadeyle ulaşım, bir tesis için ürettiği ürünün pazarlanabilmesi ve ilerleyişi açısından büyük önem taşımaktadır. Mermer sektörü içerisindeki işletmeler için de hammaddenin taşınması, ürünlerin sipariş noktalarına ulaştırılması, tesis içerisinde birimler arasındaki ulaşım ve tesis personelinin ulaşımı açısından nakliyat maliyetini oldukça ayrıntılı ele almak gerekir ki tesis faaliyetlerini rahatlıkla sürdürebilsin. Karar vericilerin bu gibi nedenleri göz önünde bulundurarak tesis yeri seçiminde nakliyat maliyetini genellikle tesisi mermer sektörünün ve sanayinin gelişmiş olan bölge ve illerde olmasına dikkat edip,

problemleri kolay, maliyeti ekonomik olabilecek yerleri değerlendirerek bir seçim yapmaları gerekmektedir.

d- Teşvikler: Teşvik kapsamındaki bazı bölgelerde ucuz arsa maliyeti ve ucuz enerji maliyeti gibi ve buna benzer uygun ve cazip nedenler olduğu için karar vericilerin bu kapsamdaki illerde ve bölgelerde yatırımın daha ekonomi olabileceğini düşünerek bu doğrultuda seçim yapmaları gerekmektedir.

4.4.2. Üretim faktörleri

Üretim faktörlerinin alt faktörleri 5 ana başlık altında incelenebilir. Bunlar;

a- Hammadde temini ve yakınlık: Tesis yeri seçiminde en önemli faktörlerden birisi olup işletmenin ilerleyişi açısından büyük önem taşımaktadır. Mermer sektörü içerisindeki işletmeler için kullanılan hammadde diğer hammaddelere göre taşınması güç olduğundan tesisin hammaddeye yakın olması gerekmektedir. Bununla birlikte hammaddenin özellikleri itibariyle hammaddenin temini problem olmaması, maliyetinin ekonomik ve ulaşımının kolayca yapılabilmesi gibi nedenler göz önünde bulundurularak karar vericilerin seçimini etkileyecek önemli unsurlardandır.

b- İşgücü temini: Kuruluş aşamasında olan bir işletme için işgücü temini faktörünün değerlendirilmesi tesisin ilerleyişi açısından çok önemlidir. İşgücü potansiyelinin yoğun olduğu yerler genellikle sanayinin ve mermer sektörünün gelişmiş olduğu yerlerdir. Bunun sebebini ise bir bölgede sanayi ne kadar gelişmiş ise işgücü potansiyeli de o kadar artacağı şeklinde açıklayıp, karar vericilerin işgücü temini faktörünü değerlendirirken mermer sektörünün gelişmiş olduğu bölgeleri, illeri tercih etmeleri gerekmektedir.

c- Teknoloji transferi: Teknoloji faktörü için ise mermer ile daha yoğun çalışan bölgelerde yeni üretim teknolojilerini görmek ve bunları mevcut sisteme adapte etmek daha kolay olacağından karar vericilerin değerlendirmelerinde önemli rol oynayacaktır.

d- İklim elverişliliği: İklim ve arazi şartları mermer sektörü içerisindeki işletmelerin işleyişi açısından çok önemlidir. Mermer sektörü içerisindeki işletmeler genel olarak çalışan işletmeler olduklarından üretimin ilerleyişi nedeniyle iklim ve arazi şartları çok önemlidir. Mermer sektöründe çok sert iklime sahip bölgelerde stok sahasında uzun süre bekleyen mermerin ve üretim periyodunun iklimden etkilenmesi söz konusu olacağından karar vericiler için seçilecek yerin ikliminin açık işletme şeklinde çalışabilecek durumda olması gerekmektedir.

e- Su temini : Mermer sektörünün önemli girdisi de sudur. Yeterli miktarda suyun olmadığı bölgelerde üretim yapmak zor olacağından karar vericilerin seçimi mermer sektörünün yoğun olduğu bölgeler ve illere göre yapmış olmaları demek su temini açısından sıkıntı olmayacağına ve suyun kolay sağlanabileceği anlamına gelmektedir.

4.4.3. Pazarlama faktörleri

Alt faktörlerini 2 ana başlık altında inceleyebiliriz. Bunlar;

a- Pazara yakınlık: Mermer sektöründe pazara yakın olmak son derece önemlidir. Hem iç Pazar olanakları hem de dış Pazar olanakları açısından pazara yakın olmak avantajlı olacağından seçim yapılırken pazara yakın olması tercih nedeni olabilecektir.

b- Yeni Pazar olanakları: Her farklı kuruluş yeri alternatifinde yeni Pazar olanakları temini farklılık gösterir. Sektörün daha kuvvetli olduğu yerlerde yeni Pazar olanakları bulmak kolaydır. Karar vericilerin bu tip sebepleri değerlendirerek seçimi yapılacak yerin seçimi, işletmenin yeni pazar olanakları kolay bulabileceği ve sektörün gelişmiş olan yerleri doğrultusunda olması gerekmektedir.

4.4.4 Çevresel faktörler

Alt faktörleri 4 ana başlık altında inceleyebiliriz. Bunlar;

a- Atık su: Mermer işletmelerinde atık su problemi önemlidir. Zira bu atık sular direk kanalizasyona verildiğinde sorun çıkmaktadır. Bu tip sebepleri göz önünde

bulundurarak problemlerin kolay ve çabuk çözülebileceği illere ve bölgelere göre yapılması gerekmektedir.

b- Atık mermer: Mermer fabrikalarında üretim sonrası kalan atık mermerin fabrika sahasından uzaklaştırılması önemli bir problemdir. Problemin kolay giderilebileceği yerlerin seçilmesi gerekmektedir.

c- Yasal yükümlülükler: Bazı alanlarda yasal zorunluluklar nedeniyle mermer fabrikası kurmak zor olduğu gibi, bazı yerlerde de ihtisas organize sanayi bölgeleri gibi yasal kolaylıklar vardır. Kolaylıklar ve zorunluluklar göz önünde bulundurularak seçim yapılması gerekmektedir.

d- Görüntü kirliliği: Mermer fabrikalarının önemli bir problemi de görüntü kirliliğidir. Gerek stok sahasındaki mermer bloklar, gerek atık mermer parçaları ve gerekse atık şlam sorun yaratır. Görüntü kirliliği problemine zm kolaylıkla getirebileceğimiz yerleri seçilmesi karar vericilere yn verecektir.

5. ELMAS MADENCİLİK YENİ MERMER FABRİKASI İÇİN KURULUŞ YERİ SEÇİMİ

ELMAS Madencilik Mermer Fabrikasının bağlı olduğu ana şirket olan Madencilik Yatırımları Sanayi ve Ticaret A. Ş. (MAYAŞ) ismi altında 1982 yılında Denizli’de mermer ocağı işletmeciliği ile faaliyetlerine başlamıştır. MAYAŞ 1986 yılında ocaktan aldığı ham mermer blokları değerlendirmek amacıyla Denizli’de bir mermer fabrikası kurarak üretim faaliyetlerine başlamıştır. 1997 yılından itibaren Eskişehir’de bir mermer fabrikası kurulmuş ve ELMAS Mermer Fabrikası adıyla faaliyete girmiştir.

İşletme günümüzde, Denizli’de bulunan ocaklardan çıkardığı hammaddeyi Denizli fabrikasında ocaktan gelen cevheri plaka ve taslaklar halinde keserek Eskişehir Fabrikasına göndermektedir. Eskişehir Fabrikasına gelen kesilmiş travertenler boyutlandırılmakta, dolgu işlemi uygulanmakta ve daha sonra cilaya alınmaktadır. Fabrikada ambalajlanan travertenler yurtdışına gönderilmek üzere İzmir’e nakledilmektedir.

Firma, yurtdışından gelen talebi karşılamak için yeni bir mermer fabrikasını kurmayı planlamaktadır. Firmanın bağlı bulunduğu MAYAŞ’a ait Eskişehir OSB içerisinde yeterli arazisi bulunmaktadır. Ancak, Eskişehir OSB yönetimi tarafından Mermer Fabrikalarının kuruluşuna bölge sınırları içerisinde izin verilmemektedir. Eskişehir Organize Sanayi Bölgesinin de bağlı olduğu Eskişehir Sanayi Odası (ESO) Genel Sekreterliği ile yapılan görüşmelerde, Eskişehir OSB yönetim kurulunun kurulması olası Mermer Fabrikalarına daha önce değinilen maddelere dayanarak izin vermediği belirlenmiştir. Özellikle OSB içerisindeki kanalizasyon şebekelerine verilen mermer atık sularının bu şebekelerde tıkanmalara neden olduğu belirtilmiştir. Bununla birlikte, gerçekte sözü edilmeyen bir konu da, mermer fabrikalarının daha önce değinildiği gibi OSB içerisinde gerek ham mermer bloklarının bulunduğu stok ve gerekse işlenmiş mermerin depolandığı atık sahaları nedeniyle hoş olmayan görüntüler sergilemesidir. Mermer Fabrikaları için Eskişehir Sanayi ve Ticaret İl Müdürlüğü tarafından ayrı bir yer gösterildiği konusuna değinilmiş ve bu yerin Eskişehir-Seyitgazi

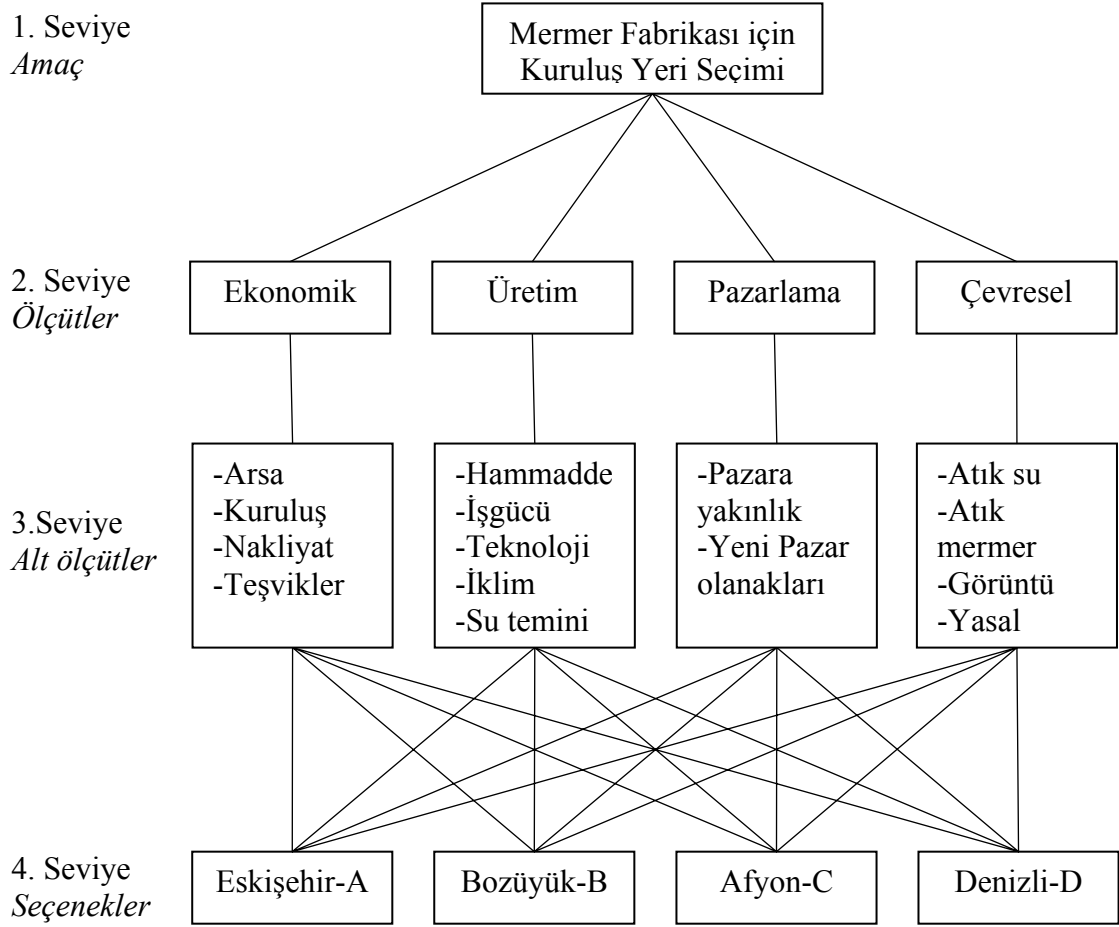
karayolunun üzeri olduğu belirtilmiştir. Yeni bir yatırımcının Mermer Fabrikası açmak için Eskişehir OSB dışında bir tesis yeri araması bu durumda bir zorunluluk halini almaktadır.

Ayrıca, işletmenin fabrika kurmak amacıyla Bozüyük'te daha önceden satın aldığı bir arazisi bulunmaktadır. Bunun yanında, işletme yönetimi Mermer Sektörünün son derece canlı ve yaygın olduğu Afyon İncehisar İhtisas OSB içerisinde yatırım yapmayı düşünmektedir. Denizli'de Traverten ocaklarının bulunduğu fabrikanın yanında, daha büyük bir alanda yeni bir mermer fabrikası kurulması da işletme sahiplerinin alternatifleri içerisinde yer almaktadır.

Gerçekte tesis yeri seçiminin çok ölçütlü bir karar verme problemi olduğu ve bu probleminde uygun teknikler ile çözülmesi durumunda karar vericilerin daha sağlıklı sonuçlara ulaşacağı daha önceki bölümlerde vurgulanmıştı. Bu amaçla, ELMAS Madencilik tarafından kurulması planlanan yeni fabrikanın yerinin belirlenmesi için Çok Nitelikli Karar Verme Yöntemlerinden AHS ve ASS mevcut probleme ilerleyen bölümlerde uygulanmış ve çözümler araştırılmıştır.

5.1. AHS Yöntemiyle Mermer Fabrikası Kuruluş Yeri Seçimi

AHS yöntemi uygulamasında, kuruluş yeri seçimini etkilediği düşünülen kriterler ve bunların alt kriterleri, konunun uzmanlarının görüşleri doğrultusunda belirlenmiştir. Uzman olarak görüşüne baş vurulan kişiler aynı işyerinde beş yıldan fazla zamandan bu yana çalışan 2 Maden Mühendisidir (Yaşar, 2005; Yılmaz, 2005). Problemden, ana kriterler: Ekonomik, Üretim, Pazarlama ve Çevresel şeklinde birer küme şeklinde tanımlanmıştır. Her kümenin içerisinde ise elemanlar (alt kriterler) bulunmaktadır. Bu amaçla; Ekonomik için arsa maliyeti, kuruluş maliyeti, nakliyat maliyeti ve teşvikler; Üretim için hammadde temini, işgücü temini, teknoloji transferi, iklim ve su temini; Pazarlama için pazara yakınlık ve yeni pazar olanakları; Çevresel için ise atık su, atık mermer, görüntü kirliliği ve yasal zorunluluklar birer alt kriter olarak belirlenmiştir. Çalışmanın ilk adımını oluşturan tesis yeri seçimine ilişkin hiyerarşi aşağıda Şekil 5.1'de gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Mermer fabrikası kuruluş yeri seçimi için hiyerarşi.

Yukarıdaki hiyerarşik yapıda değerlendirilen ölçütler ve alt ölçütlerle oluşturulan hiyerarşik yapı Bölüm 4.4'teki içerisinde açıklanmış olan faktörlere göre oluşturulmuştur.

Uzman görüşleri doğrultusunda oluşturulan herbir ana ölçütün birbiriyle karşılaştırıldığı ikili karşılaştırma matrisinin aldığı değerler aşağıda Çizelge 5.1'de verilmiştir.

Çizelge 5.1 Problem için ana ölçütlere ait ikili karşılaştırma matrisi.

Kriterler	Ekonomik	Üretim	Pazarlama	Çevresel	GÖV (W)
Ekonomik	1	3	7	5	0.549
Üretim	1/3	1	8	4	0.310
Pazarlama	1/7	1/8	1	1/3	0.048
Çevresel	1/5	1/4	3	1	0.094

* $\lambda_{\text{maks}} = 4.105$, TO = 0.039.

➤ Bu tablodan anlaşılacağı gibi ölçütleri birbirlerine göre önem derecelerini sıralandığında;

- Ekonomik,
- Üretim,
- Çevresel,
- Pazarlama olduğu görülmektedir.

➤ Bundan sonraki aşamalarda ise her bir ölçütün alt ölçütleri ile arasında yapılacak olan ikili karşılaştırma matrisleri değerlendirilecektir.

Çizelge 5.2 Ekonomik ölçütün alt ölçütleriyle ikili karşılaştırmalar matrisi.

Ekonomik	Arsa	Kuruluş	Nakliyat	Teşvik	GÖV (W)
Arsa	1	2	1/4	1/2	0.152
Kuruluş	1/2	1	1/3	1/4	0.116
Nakliyat	4	3	1	2	0.476
Teşvik	2	4	1/2	1	0.256

* $\lambda_{\text{maks}} = 4.122$, TO = 0.045.

➤ Ekonomik alt ölçütleriyle arasındaki değerlendirmeyi yapıldığında önem derecelerine göre;

- Nakliyat maliyeti,
- Teşvik maliyeti,

- Arsa maliyeti,
- Kuruluş maliyeti olduğu görülmektedir.

➤ Yapılan bu karşılaştırma matrislerini elimizde net değerler olmadan sadece uzmanların değerlendirmelerine göre saptanmış değerleri alt ölçüt ve seçenekler arasında ikili karşılaştırma matrisleri oluşturarak seçenekler arasındaki değerlendirme görülmektedir.

Çizelge 5.3 Ekonomik/Arsa ölçütünün seçeneklerle ikili karşılaştırma matrisi.

Ekonomik/ Arsa	A	B	C	D	GÖV (W)
A	1	1/2	1/4	1/3	0.095
B	2	1	1/3	1/5	0.160
C	4	3	1	2	0.467
D	3	2	1/2	1	0.278

* $\lambda_{\text{maks}} = 4.031$, TO = 0.011.

➤ Seçeneklerin alt ölçütlere göre değerlendirilmesinde Arsa maliyeti değerlerinin önem dereceleri;

- Afyon,
- Denizli,
- Bozüyük,
- Eskişehir olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.4. Ekonomik/Kuruluş ölçütünün seçeneklerle ikili karşılaştırma matrisi.

Ekonomik/ Kuruluş	A	B	C	D	GÖV (W)
A	1	3	1/3	5	0.263
B	1/3	1	1/5	3	0.118
C	3	5	1	7	0.564
D	1/5	1/3	1/7	1	0.055

$\lambda_{\text{maks}} = 4.117$, TO = 0.043.

- Çıkan sonuçlar doğrultusunda önem dereceleri incelendiğinde;
- Afyon,
 - Eskişehir,
 - Bozüyük,
 - Denizli olduğunu ve buradan da genellikle sanayinin yoğun işlevde olduğu illerde kuruluş maliyetlerinin daha uygun olduğu kanısına varılmaktadır.

Çizelge 5.5. Ekonomik/Nakliyat ölçütünün seçeneklerle ikili karşılaştırma matrisi.

Ekonomik/ Nakliyat	A	B	C	D	GÖV (W)
A	1	1/4	1/6	3	0.104
B	4	1	1/2	5	0.311
C	6	2	1	7	0.530
D	1/3	1/5	1/7	1	0.055

* $\lambda_{maks} = 4.118$, TO = 0.044

- Ekonomik/Nakliyat değerleriyle ilgili çıkan sonuçlardan ;
- Afyon,
 - Bozüyük,
 - Eskişehir,
 - Denizli önem derecelerine sıralandığını görebiliriz. Buradan yola çıkarak nakliyat maliyetleri hesaplanırken hammaddeye yakınlık, pazara yakınlık gibi birçok faktörlerin birbirleriyle iç içe olup diğer faktörleri etkileyerek bir sonuca ulaşılmasını sağlayacaktır.

Çizelge 5.6. Ekonomik/Teşvik ölçütünün seçeneklerle ikili karşılaştırma matrisi.

Ekonomik/ Teşvik	A	B	C	D	GÖV (W)
A	1	3	1/3	5	0.263
B	1/3	1	1/5	3	0.118
C	3	5	1	7	0.564
D	1/5	1/3	1/7	1	0.055

* $\lambda_{maks} = 4.117$, TO = 0.043.

- Teşvik alt ölçütü değerlendirildiğinde;
- Afyon,
 - Eskişehir,
 - Bozüyük,
 - Denizli önem derecelerine göre sıralandığını görebiliyoruz.Buradan da teşvik yatırım maliyetlerinin sanayi sektörünün geliştiği bölgelerde yeni bir tesis kurmak için daha avantajlı olduğu kanısına varılmaktadır.

Çizelge 5.7. Ekonomik/Alt ölçütünün seçeneklere göre ağırlıklarının belirlenmesi.

Ekonomik/ Alternatifler	Arsa	Kuruluş	Nakliyat	Teşvik	GÖV (W)	
A	0.095	0.263	0.104	0.263	0.152	0.162
B	0.160	0.118	0.311	0.118	0.116	0.216
C	0.467	0.564	0.530	0.564	0.476	0.533
D	0.278	0.055	0.055	0.055	0.256	0.089

- Matrisi değerlendirdiğimizde ekonomik açıdan kuracağımız tesis için en uygun sıralamanın ;
- Afyon,
 - Bozüyük,
 - Eskişehir,
 - Denizli olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.8. Üretim ölçütünün alt ölçütlerle ikili karşılaştırma matrisi.

Üretim	Hammadde	İşgücü	Teknoloji	İklim	Su Temini	GÖV (W)
Hammadde	1	1/2	1/5	1/3	2	0.090
İşgücü	2	1	1/3	1/2	3	0.155
Teknoloji	5	3	1	2	4	0.403
İklim	3	2	1/2	1	9	0.299
Su Temini	1/2	1/3	1/4	1/9	1	0.053

* $\lambda_{maks} = 5.180$, TO = 0.040.

➤ Matristen çıkan sonuçlara göre üretim ölçütünün alt ölçütlerini önem derecelerine göre sıralandığında;

- Teknoloji,
- İklim,
- İşgücü,
- Hammadde,
- Su temini olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.9. Üretim/Hammadde ölçütünün seçeneklerle ikili karşılaştırma matrisi.

Üretim/ Hammadde	A	B	C	D	GÖV (W)
A	1	1/4	1/3	1/2	0.093
B	4	1	1/2	3	0.321
C	3	2	1	4	0.455
D	2	1/3	1/4	1	0.131

* $\lambda_{maks} = 4.143$, TO = 0.053

➤ Üretim/Hammadde ölçütünün değerlerine göre çıkan sonuçlarda;

- Bozüyük
- Afyon
- Denizli

- Eskişehir önem derecelerine göre sıralandığını görülmektedir.

Çizelge 5.10. Üretim/İşgücü alt ölçütünün seçenekler ile ikili karşılaştırma matrisi.

Üretim/ İşgücü	A	B	C	D	GÖV (W)
A	1	1/5	1/3	3	0.118
B	5	1	3	7	0.564
C	3	1/3	1	5	0.263
D	2	1/7	1/5	1	0.055

* $\lambda_{maks} = 4.117$, TO = 0.043.

- Üretim/İşgücü sonuçları değerlendirildiğinde;
- Bozüyük,
 - Afyon,
 - Eskişehir,
 - Denizli olduğunu görüp sonuçlardan işgücü potansiyelinin yoğun olan yerlerin genelde sanayi illerinde olduğu tespit edilmektedir.

Çizelge 5.11. Üretim/Teknoloji ölçütünün seçeneklere göre ikili karşılaştırma matrisi.

Üretim/ Teknoloji	A	B	C	D	GÖV (W)
A	1	1/5	1/3	3	0.122
B	4	1	3	7	0.550
C	3	1/3	1	5	0.272
D	1/3	1/7	1/5	1	0.057

* $\lambda_{maks} = 4.064$, TO = 0.024.

- Sonuçlar doğrultusunda önem derecelerini sıralandığında;
- Bozüyük,
 - Afyon,
 - Eskişehir,

- Denizli olduğunu kriter değerlendirmelerimizde üretim de teknolojinin önemini ve genellikle sanayi yönünden gelişmiş illerde olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.12. Üretim/İklim alt ölçütünün seçeneklerle ikili karşılaştırma matrisi.

Üretim/ İklim	A	B	C	D	GÖV (W)
A	1	3	1/3	5	0.263
B	1/3	1	1/5	3	0.118
C	3	5	1	7	0.564
D	1/5	1/3	1/7	1	0.055

* $\lambda_{maks} = 4.117$, TO = 0.043.

- Sonuçlar değerlendirildiğinde önem derecelerini;
- Afyon,
 - Eskişehir,
 - Bozüyük,
 - Denizli şeklinde sıralandığını iklim şartlarının mermer sektöründe önemli bir faktör olduğu tespit edilmektedir.

Çizelge 5.13. Üretim/Su temini alt ölçütünün seçeneklerle ikili karşılaştırma matrisi.

Üretim/ Su Temini	A	B	C	D	GÖV (W)
A	1	2	1/3	4	0.230
B	1/2	1	1/5	3	0.133
C	3	5	1	7	0.577
D	1/4	1/3	1/7	1	0.060

* $\lambda_{maks} = 4.067$, TO = 0.025.

- Değerlendirmelere göre alt ölçütlerin seçeneklere göre önem derecelerini ;
- Afyon,
 - Eskişehir,

- Bozüyük,
- Denizli olduğunu tespit ederek su temini ölçütünün mermer sektöründe üretim işleyişi açısından önemli bir yeri olduğu yinelenmektedir.

Çizelge 5.14. Alt ölçütlerin seçeneklere göre ağırlıklarının belirlenmesi.

Üretim/ Alternatifler	Hammadde	İşgücü	Teknoloji	İklim	Su temini	GÖV (W)	
A	0.093	0.118	0.122	0.263	0.230	0.155	0.167
B	0.321	0.564	0.550	0.118	0.133	0.403	0.380
C	0.455	0.263	0.272	0.564	0.577	0.299	0.390
D	0.131	0.055	0.057	0.055	0.060	0.053	0.063

- Matris değerlendirildiğinde;
- Afyon,
 - Bozüyük,
 - Eskişehir,
 - Denizli değerlendirmelere göre üretim faktörü en önemli ölçütlerden biri olduğu için tüm alt ölçütlerle birlikte uygun seçenek bulunmuştur.

Çizelge 5.15. Pazarlama ana ölçütünün ikili karşılaştırma matrisi.

Pazarlama	Pazara yakınlık	Yeni Pazar olanakları	GÖV (W)
Pazara yakınlık	1	1/2	0.333
Yeni Pazar olanakları	2	1	0.667

* $\lambda_{maks} = 2.000$, $TO = 0.000$.

- Pazarlama ölçütünü önem derecelerine göre sıraladığımızda;
- Yeni Pazar olanakları
 - Pazara yakınlık olduğundan her iki alt ölçütün de birbiri ile bağlantılı olduğundan pazarlama ölçütü için önemli alt ölçütlerdir.

Çizelge 5.16. Pazarlama/Pazara yak. alt ölçütünün seçeneklere göre ikili karşılaştırma matrisi.

Pazarlama/ Pazara yak.	A	B	C	D	GÖV (W)
A	1	1/4	1/2	2	0.134
B	4	1	3	5	0.529
C	2	1/3	1	6	0.269
D	1/2	1/5	1/6	1	0.068

* $\lambda_{\text{maks}} = 4.139$, TO = 0.051.

- Sonuçlar doğrultusunda;
- Bozüyük,
 - Afyon,
 - Eskişehir,
 - Denizli olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.17. Pazarlama/yeni Pazar alt ölçütünün seçeneklerle ikili karşılaştırma matrisi.

Pazarlama/Yeni Pazar olanak.	A	B	C	D	GÖV (W)
A	1	1/4	1/2	2	0.134
B	4	1	3	5	0.529
C	2	1/3	1	6	0.269
D	1/2	1/5	1/6	1	0.068

* $\lambda_{\text{maks}} = 4.139$, TO = 0.051.

- Matris değerlendirmesi yapıldığında;
- Bozüyük,
 - Afyon,
 - Eskişehir,

- Denizli önem derecelerine göre sıralama yapabiliriz. Pazara yakınlık faktörü pazarlama ölçütü yönünden oldukça önemli bir faktördür. Bu yüzden kurulacak işletmenin pazara yakın ve yeni Pazar olanaklarına açık olması önemlidir.

Çizelge 5.18. Pazarlama ölçütünün seçeneklere göre ağırlıklarının belirlenmesi.

Pazarlama/Alternatifler	Pazara yak.	Yeni Pazar ola.	GÖV (W)	
A	0.134	0.134	0.333	0.134
B	0.529	0.529	0.667	0.529
C	0.269	0.269		0.269
D	0.068	0.068		0.068

➤ Sonuçlara göre seçeneklerin önem derecelerini;

- Bozüyük,
- Afyon,
- Eskişehir,
- Denizli olup kuruluş için uygunluğu daha net görülmektedir.

Çizelge 5.19. Çevresel ölçütünün alt ölçütleri ile ikili karşılaştırma matrisi.

Çevresel	Atık su	Atık mermer	Yasal	Görüntü	GÖV (W)
Atık su	1	1/3	1/7	1/2	0.063
Atık mermer	3	1	1/5	2	0.168
Yasal	7	5	1	9	0.676
Görüntü	2	1/2	1/9	1	0.093

* $\lambda_{maks} = 4,099$, TO = 0.037.

➤ Sonuçlara göre;

- Yasal,

- Atık mermer,
- Görüntü,
- Atık su önem derecelerine göre sıraladığımızda Yasal alt ölçütünün önem derecesinin diğerlerine göre daha önemli olduğunu ve kuruluş aşamasında olan bir tesis için dikkat edilmesi gereken önemli faktörlerden olduğu belirtilmektedir.

Çizelge 5.20. Çevresel/Atık su alt ölçütünün seçeneklere göre ikili karşılaştırma matrisi.

Çevresel/ Atık su	A	B	C	D	GÖV (W)
A	1	3	1/3	5	0.263
B	1/3	1	1/5	3	0.118
C	3	5	1	7	0.564
D	1/5	1/3	1/7	1	0.055

* $\lambda_{\text{maks}} = 4.117$, TO = 0.043.

➤ Değerlere göre çıkan sonuçları;

- Afyon,
- Eskişehir,
- Bozüyük,
- Denizli olduğunu ve atık su alt ölçütünün çevresel ölçüt değerlendirmesinde çok önemli bir rolü vardır.

Çizelge 5.21. Çevresel/Atık mermer alt ölçüt değerlerinin seçeneklerle ikili karşılaştırma matrisi.

Çevresel/ Atıkmermer	A	B	C	D	GÖV (W)
A	1	3	1/3	5	0.263
B	1/3	1	1/5	3	0.118
C	3	5	1	7	0.564
D	1/5	1/3	1/7	1	0.055

* $\lambda_{\text{maks}} = 4.117$, TO = 0.043.

- Önem derecelerine göre;
- Afyon,
 - Eskişehir,
 - Bozüyük,
 - Denizli
- sıralandığını atık mermer alt ölçütünün çevresel kriter yönünden oldukça önemli olduğunu ve bu sonuçlar doğrultusunda alternatif Afyon ilinin önem derecesinin mermer sanayi sektörünün gelişmişliğinden kaynaklanarak diğer seçeneklere nazaran farklı olmasını sağlamıştır.

Çizelge 5.22. Çevresel/Yasal alt ölçütünün seçenekler ile ikili karşılaştırma matrisi.

Çevresel/ Yasal	A	B	C	D	GÖV (W)
A	1	3	1/3	5	0.263
B	1/3	1	1/5	3	0.118
C	3	5	1	7	0.564
D	1/5	1/3	1/7	1	0.055

* $\lambda_{\text{maks}} = 4.117$, TO = 0.043.

- Sonuçlardan;
- Afyon,

- Eskişehir,
- Bozüyük,
- Denizli önem derecelerine göre sıralandığını Yasal alt ölçütün önemli olduğunu tesisin kuruluş aşaması için en önemli faktörlerden olduğunu yinelenmektedir.

Çizelge 5.23. Çevresel/Görüntü alt ölçütünün seçeneklerle ikili karşılaştırma matrisi.

Çevresel/ Görüntü	A	B	C	D	GÖV (W)
A	1	3	1/3	5	0.263
B	1/3	1	1/5	3	0.118
C	3	5	1	7	0.564
D	1/5	1/3	1/7	1	0.055

* $\lambda_{\text{maks}} = 4.117$, TO = 0.043

- Önem derecelerini sıraladığımızda;
- Afyon,
 - Eskişehir,
 - Bozüyük,
 - Denizli olduğunu görebiliriz.

Çizelge 5.24. Çevresel alt ölçütün seçeneklere göre ağırlıklarının belirlenmesi.

Çevresel/ Alternatifler	Atık su	Atık mermer	Yasal	Görüntü	GÖV (W)	
A	0.263	0.263	0.263	0.263	0.063	0.263
B	0.118	0.118	0.118	0.118	0.168	0.118
C	0.564	0.564	0.564	0.564	0.676	0.564
D	0.055	0.055	0.055	0.055	0.093	0.055

➤ Sonuçlardan;

- Afyon,
- Eskişehir,
- Bozüyük,
- Denizli olduğunu alt ölçütlerin tümü birbiri içerisinde değerlendirildiğinde Afyon ilinin önem derecesinin diğer seçeneklere nazaran daha yoğun olduğu net görülmektedir.

Çizelge 5.25. Karar matrisi.

Kriterler/ Alternatifler	Ekonomik	Üretim	Pazarlama	Çevresel	Kriter GÖV (W)	
A-Eskişehir	0.162	0.167	0.134	0.263	0.549	0.172
B-Bozüyük	0.216	0.380	0.529	0,118	0.310	0.273
C-Afyon	0.533	0.390	0.269	0,564	0.048	0.479
D-Denizli	0.089	0.063	0.068	0,055	0.094	0.077

Herbir ölçüt, alt ölçüt ve seçenekler doğrultusunda ortaya çıkan GÖV değerlerine göre mermer fabrikası kuruluş yeri seçimi için ekonomik, üretim, pazarlama ve çevresel faktörlerde değerlendirmeler yapılmıştır.

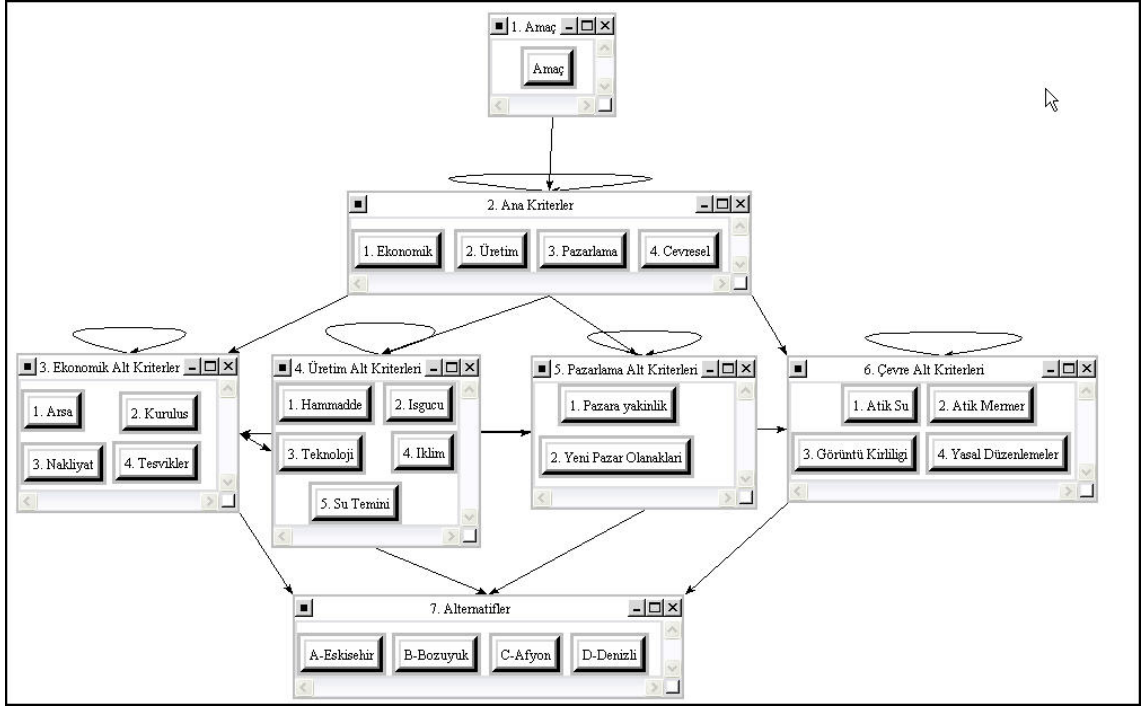
Ortaya çıkan değerlerin Ekonomik ölçütte, Üretim ve Çevresel ölçütlerde Afyon ilinde yoğunlaştığı anlaşılmaktadır. Bizim için de bir tesisin kuruluş yeri aşamasında dikkat edilmesi ve uygulanması gereken ölçütlerden olan ekonomik, üretim, pazarlama, çevresel ölçütlerin sonuçlarına göre Afyon ilinde üç önemli kriterin GÖV değerlerinde önemli bir farklılık olduğunu net bir şekilde görebilmekteyiz. Fakat pazarlama değerlerimizin Afyon ilimize nazaran Bozüyük ilimizde yoğunlaştığını söyleyebiliriz. Bunun yanı sıra değerlendirme yaparken ekonomik ölçüt açısından en uygun ve ucuz, üretim yönünden oldukça fazla üretim yapabileceğimiz, pazarlama yönünden pazar konusunda sıkıntı çekmeyeceğimiz ve son ölçüt olan çevresel faktörlerden yönünden tüm yasal işlemler doğrultusunda çevreye zarar vermeyecek durumda olması

gerektiğinden Afyon ili ve çevresinde tesisimizi kurmamızın olumlu olacağını ifade edebiliriz.

5.2. ASS Yöntemiyle Mermer Fabrikası Kuruluş Yeri Seçimi

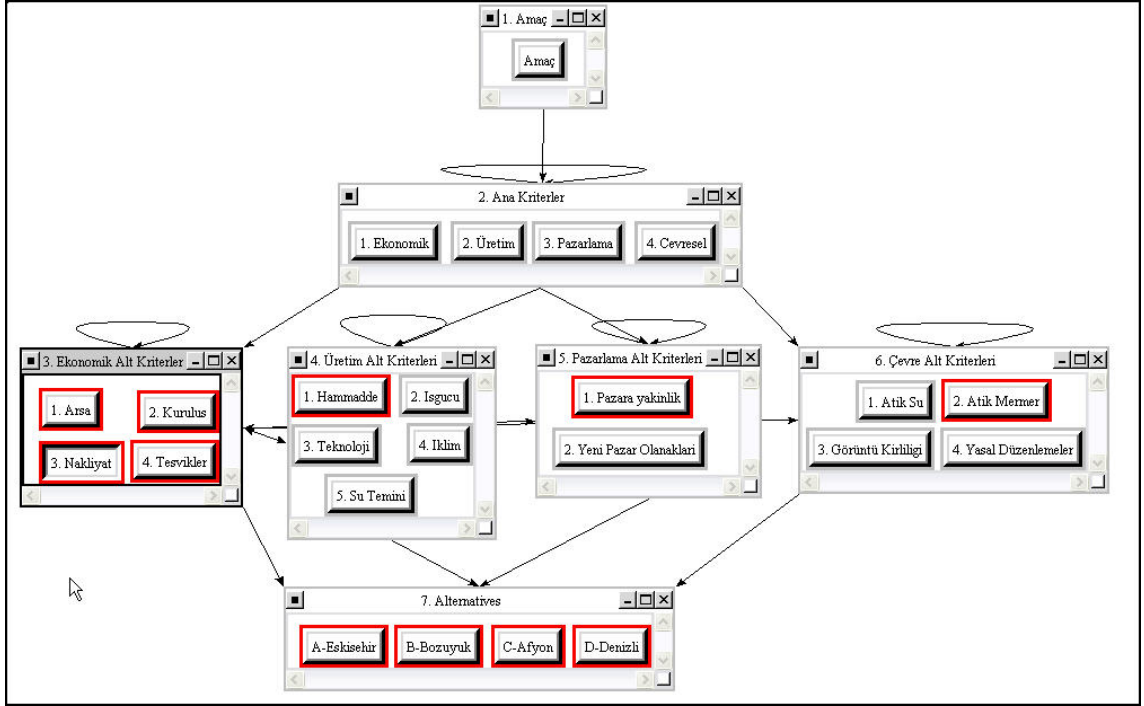
ASS yöntemi uygulamasında, kuruluş yeri seçimini etkilediği düşünülen kriterler ve bunların alt kriterleri daha önceki bölümde AHS yöntemi ile kuruluş yeri seçimi bölümünde tanımlanmıştır. ASS uygulamasında da aynı uzmanlarının görüşleri doğrultusunda problemin yapısı uzmanlar tarafından belirlenmiş ve değerlendirilmiştir.

ASS probleminin çözümü için Super Decisions (www.superdecisions.com, 2005) yazılımı kullanılmıştır. Karar verici tarafından ana ve alt kriterler, tek yönlü ve/veya karlıklılı etkileşimleri ile birlikte tanımlandıktan sonra, bu etkileşimlerin birbirlerine bağlı olarak da seçeneklere yansımaları belirlemek amacıyla ikili karşılaştırmalar yapılmaktadır. Bu karşılaştırmalar sonucunda problemin tüm bileşenleri için birer önem değeri (ağırlık) elde edilmektedir (Özdemir, 2004). Mermer fabrikası kuruluş yeri seçimi problemi için tasarlanan serimin ekran çıktısı Şekil 5.2’de verilmiştir.



Şekil 5.2. Mermer fabrikası kuruluş yeri seçimi için serim.

Serimde ana kriterler kendileri ve alt kriterleri ile ve her bir alt kriter ise yine kendileri ve alternatifler ile ilişkilendirilmiştir. Bunun yanında aşağıda Şekil 5.3'te gösterildiği gibi Ekonomik kriterler içerisinde yer alan nakliyat alt kriteri aynı zamanda Üretim kriteri altındaki hammadde temini, Pazarlama kriteri altındaki pazara yakınlık ve Çevresel kriteri altındaki atık mermer alt kriterleri ile de çapraz ilişkilendirilmiştir.



Şekil 5.3. Serim içerisindeki nakliyat alt kriterinin çapraz ilişkileri.

Uzman görüşleri doğrultusunda Super Decisions programına ikili karşılaştırmalar girildiğinde oluşan Ağırlıklandırılmamış süper matris, Ağırlıklandırılmış süper matris ve Limit matrisler aşağıdaki Çizelge 5.26, 5.27 ve 5.28’de sırasıyla verilmiştir.

Çizelge 5.26. Problem için ağırlıklandırılmamış süper matris

	Amaç	1. Ekon~	2. Üret~	3. Paza~	4. Cevr~	1. Arsa	2. Kuru~	3. Nakl~	4. Tesv~	1. Hamm~	2. Isgu~	3. Tekn~	4. İklim	5. Su T~	1. Paza~	2. Yeni~	1. Atik~	2. Atik~	3. Görü~	4. Yasa~	A-Eskis~	B-Bozuy~	C-Afyon	D-Deniz~
Amaç	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1. Ekon~	0,507	0,507	0,507	0,507	0,507	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2. Üret~	0,264	0,264	0,264	0,264	0,264	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3. Paza~	0,086	0,086	0,086	0,086	0,086	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4. Cevr~	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1. Arsa	0,000	0,119	0,000	0,000	0,000	0,123	0,133	0,123	0,123	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2. Kuru~	0,000	0,084	0,000	0,000	0,000	0,095	0,157	0,095	0,095	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3. Nakl~	0,000	0,515	0,000	0,000	0,000	0,519	0,509	0,519	0,519	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4. Tesv~	0,000	0,282	0,000	0,000	0,000	0,263	0,201	0,263	0,263	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1. Hamm~	0,000	0,000	0,087	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,087	0,087	0,087	0,087	0,087	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2. Isgu~	0,000	0,000	0,149	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,149	0,149	0,149	0,149	0,149	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3. Tekn~	0,000	0,000	0,408	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,408	0,408	0,408	0,408	0,408	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4. İklim	0,000	0,000	0,301	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,301	0,301	0,301	0,301	0,301	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5. Su T~	0,000	0,000	0,055	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1. Paza~	0,000	0,000	0,000	0,333	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,333	0,333	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2. Yeni~	0,000	0,000	0,000	0,667	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,667	0,667	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1. Atik~	0,000	0,000	0,000	0,000	0,064	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,064	0,120	0,120	0,120	0,000	0,000	0,000	0,000
2. Atik~	0,000	0,000	0,000	0,000	0,165	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,165	0,072	0,072	0,072	0,000	0,000	0,000	0,000
3. Görü~	0,000	0,000	0,000	0,000	0,092	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,092	0,540	0,540	0,540	0,000	0,000	0,000	0,000
4. Yasa~	0,000	0,000	0,000	0,000	0,679	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,679	0,268	0,268	0,268	0,000	0,000	0,000	0,000
A-Eskis~	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,101	0,104	0,094	0,086	0,058	0,115	0,097	0,169	0,207	0,073	0,120	0,102	0,116	0,094	0,057	0,000	0,000	0,000	0,000
B-Bozuy~	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,267	0,412	0,163	0,474	0,102	0,081	0,051	0,155	0,224	0,122	0,072	0,241	0,236	0,232	0,289	0,000	0,000	0,000	0,000
C-Afyon	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,402	0,277	0,316	0,299	0,331	0,556	0,643	0,152	0,138	0,487	0,540	0,527	0,551	0,574	0,494	0,000	0,000	0,000	0,000
D-Deniz~	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,229	0,206	0,428	0,140	0,509	0,249	0,209	0,525	0,431	0,318	0,268	0,129	0,097	0,100	0,160	0,000	0,000	0,000	0,000

Çizelge 5.27. Problem için ağırlıklandırılmış süper matris

	Amaç	1. Ekon~	2. Üret~	3. Paza~	4. Cevr~	1. Arsa	2. Kuru~	3. Nakl~	4. Tesv~	1. Hamm~	2. Isgu~	3. Tekn~	4. İklim	5. Su T~	1. Paza~	2. Yeni~	1. Atik~	2. Atik~	3. Görü~	4. Yasa~	A-Eskis~	B-Bozuy~	C-Afyon	D-Deniz~
Amaç	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1. Ekon~	0,507	0,250	0,371	0,427	0,460	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2. Üret~	0,264	0,130	0,194	0,223	0,240	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3. Paza~	0,086	0,043	0,063	0,073	0,078	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4. Cevr~	0,143	0,070	0,105	0,120	0,130	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1. Arsa	0,000	0,060	0,000	0,000	0,000	0,108	0,117	0,054	0,108	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2. Kuru~	0,000	0,043	0,000	0,000	0,000	0,084	0,138	0,042	0,084	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3. Nakl~	0,000	0,261	0,000	0,000	0,000	0,458	0,449	0,228	0,458	0,570	0,000	0,000	0,000	0,000	0,637	0,000	0,000	0,683	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4. Tesv~	0,000	0,143	0,000	0,000	0,000	0,232	0,177	0,115	0,232	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1. Hamm~	0,000	0,000	0,023	0,000	0,000	0,000	0,000	0,235	0,000	0,029	0,068	0,068	0,068	0,068	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2. Isgu~	0,000	0,000	0,040	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,050	0,116	0,116	0,116	0,116	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3. Tekn~	0,000	0,000	0,109	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,136	0,315	0,315	0,315	0,315	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4. İklim	0,000	0,000	0,080	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,100	0,233	0,233	0,233	0,233	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5. Su T~	0,000	0,000	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,018	0,042	0,042	0,042	0,042	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1. Paza~	0,000	0,000	0,000	0,052	0,000	0,000	0,000	0,147	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,086	0,237	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2. Yeni~	0,000	0,000	0,000	0,105	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,172	0,474	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1. Atik~	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,040	0,024	0,076	0,076	0,000	0,000	0,000	0,000
2. Atik~	0,000	0,000	0,000	0,000	0,015	0,000	0,000	0,121	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,104	0,014	0,046	0,046	0,000	0,000	0,000	0,000
3. Görü~	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,058	0,108	0,341	0,341	0,000	0,000	0,000	0,000
4. Yasa~	0,000	0,000	0,000	0,000	0,063	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,428	0,054	0,169	0,169	0,000	0,000	0,000	0,000
A-Eskis~	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,012	0,006	0,010	0,006	0,026	0,022	0,038	0,047	0,008	0,035	0,038	0,014	0,035	0,021	0,000	0,000	0,000	0,000
B-Bozuy~	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,032	0,049	0,010	0,056	0,010	0,018	0,012	0,035	0,051	0,013	0,021	0,089	0,028	0,086	0,107	0,000	0,000	0,000	0,000
C-Afyon	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,047	0,033	0,018	0,035	0,032	0,126	0,145	0,034	0,031	0,051	0,156	0,195	0,064	0,212	0,182	0,000	0,000	0,000	0,000
D-Deniz~	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,027	0,024	0,025	0,017	0,050	0,056	0,047	0,119	0,098	0,033	0,077	0,048	0,011	0,037	0,059	0,000	0,000	0,000	0,000

Çizelge 5.28. Problem için limit matris

	Amaç	1. Ekon~	2. Üret~	3. Paza~	4. Cevr~	1. Arsa	2. Kuru~	3. Nakl~	4. Tesv~	1. Hamm~	2. Isgu~	3. Tekn~	4. İklim	5. Su T~	1. Paza~	2. Yeni~	1. Atik~	2. Atik~	3. Görü~	4. Yasa~	A-Eskis~	B-Bozuy~	C-Afyon	D-Deniz~
Amaç	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1. Ekon~	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2. Üret~	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3. Paza~	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4. Cevr~	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1. Arsa	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,000	0,000	0,000	0,000
2. Kuru~	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,000	0,000	0,000	0,000
3. Nakl~	0,293	0,293	0,293	0,293	0,293	0,293	0,293	0,293	0,293	0,293	0,293	0,293	0,293	0,293	0,293	0,293	0,293	0,293	0,293	0,293	0,000	0,000	0,000	0,000
4. Tesv~	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,000	0,000	0,000	0,000
1. Hamm~	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096	0,000	0,000	0,000	0,000
2. Isgu~	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,000	0,000	0,000	0,000
3. Tekn~	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,000	0,000	0,000	0,000
4. İklim	0,059	0,059	0,059	0,059	0,059	0,059	0,059	0,059	0,059	0,059	0,059	0,059	0,059	0,059	0,059	0,059	0,059	0,059	0,059	0,059	0,000	0,000	0,000	0,000
5. Su T~	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
1. Paza~	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,000	0,000	0,000	0,000
2. Yeni~	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,000	0,000	0,000	0,000
1. Atik~	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000
2. Atik~	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,000	0,000	0,000	0,000
3. Görü~	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000
4. Yasa~	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000
A-Eskis~	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000
B-Bozuy~	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,000	0,000	0,000	0,000
C-Afyon	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,000	0,000	0,000	0,000
D-Deniz~	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,000	0,000	0,000	0,000

- Super Decisions programından alınan sonuç ekranı aşağıda Çizelge 5.29’da verilmiştir.

Çizelge 5.29. ASS sonuçlarının görünümü.

Alternatifler	Toplam	Normal	İdeal	Sıralama
A-Eskişehir	0.0354	0.0998	0.2805	4
B-Bozüyük	0.0841	0.2371	0.6664	3
C-Afyon	0.1262	0.3559	1.000	1
D-Denizli	0.1089	0.3072	0.8632	2

5.3. AHS ve ASS Sonuçlarının Karşılaştırılması

Problemin gerek AHS ve gerekse ASS yöntemleri ile çözülmesi sonucunda aşağıda Çizelge 5.30 ile belirtilen sonuçlara ulaşılmıştır. Her iki analizde de C alternatifi (Afyon) en yüksek puanla birinci sırada yer alırken, AHS analizinde ikinci sırada B alternatifi (Bozüyük), üçüncü sırada A alternatifi (Eskişehir), dördüncü sırada ise D (Alternatifi) yer almaktadır. ASS analizinde ise ikinci sırada D alternatifi (Denizli), üçüncü sırada B alternatifi (Bozüyük), son sırada ise A alternatifi (Eskişehir) yer almaktadır. Bu sonuçlar doğrultusunda uygulamayı ve fabrikamızın genel durumunu incelediğimizde tesis kuruluş yeri seçimi uygulamasını ASS yöntemi yardımıyla yapmamızın tesis için uygun olacağını net bir şekilde ifade edebiliriz.

Çizelge 5.30. AHS ve ASS sonuçlarının karşılaştırılması.

Alternatifler	AHS		ASS	
	Ağırlık	Sıralama	Ağırlık	Sıralama
A-Eskişehir	0.172	3	0.0998	4
B-Bozüyük	0.273	2	0.2371	3
C-Afyon	0.479	1	0.3959	1
D-Denizli	0.077	4	0.3072	2

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Sanayinin hangi kolunda olursa olsun tesis yeri seçimi son derece önemli bir faaliyettir. Tesis yerinin yanlış seçilmesi, işletmelerin çözümü son derece zor problemlerle karşı karşıya kalmasına neden olacaktır. Tesis yeri seçimi için mevcut birçok yöntem bulunmasına rağmen, gerçekte tesis yeri seçimi çok ölçütlü bir karar problemi olduğu için bu tip problemlerin uygun bir karar verme tekniği ile çözülmesi karar vericilerin doğru sonuçlara ulaşılmasını sağlayacaktır.

Mermer sektörü, ülkemiz madenciliğinin artık en önemli bileşenlerinden bir tanesidir. Mermer sektörünün ocak işletmeciliği yanında bir diğer önemli üretim aşaması olan fabrikada ürünün işlenmesi sonrasında, ürünün piyasa koşullarında rekabet edebilirliğinin artırılması için, mermer fabrikalarının kuruluş yerlerinin en doğru şekilde belirlenmesi gereklidir. Bu çalışmada vurgulandığı gibi, çok ölçütlü karar verme tekniklerinden AHS ve ASS mermer fabrikalarının kuruluş yerinin belirlenmesinde, konunun uzmanı kişiler tarafından objektif değerlendirmeler yapıldığı durumda, karar vericilere son derece gerçekçi ve doğru sonuçlar verecektir. AHS ve ASS yöntemleri, kararı etkileyen çok ölçütlü karar verme yöntemleridir. Özellikle, bu tip problemlerde kriterler ve alt kriterler arasında bir etkileşimin söz konusu olduğu durumlarda AHS ve ASS yöntemlerinin farklı sonuçlar verdiği, ancak ASS yöntemi ile daha gerçekçi sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir. Zira ASS yöntemi ile yapılan analizlerde, her türlü etkileşim ve geri bildirim dikkate alındığından dolayı, kriterler arasında etkileşimin bulunduğu karar problemlerinin çözümünde AHS yöntemi yerine kullanılması daha uygundur.

Madencilik faaliyetleri içerisinde maden mühendisleri her gün bir çok karar problemi ile karşı karşıya kalmaktadırlar. Bu ve buna benzer başka problemlerde de AHS ve ASS tekniklerinin uygulanması, maden mühendislerinin daha doğru karar vermesine yardımcı olacaktır. Madencilikte; üretim yöntemi seçimi, ekipman seçimi, malzeme seçimi ve hatta personel seçimi gibi madenciliğin hemen her aşamasında karşımıza çıkan çeşitli problemlerin çok ölçütlü karar verme problemleri ile çözülmesi, sektörün gelişmesi ve kuvvetlenmesi açısından da son derece faydalı olacaktır.

7. KAYNAKLAR

- Alpugan, O., 1988, Küçük işletmeler, Kavramı, Kuruluşu ve Yönetimi, K.T.Ü.Yayınları.
- Ataei, M., 2005, Multicriteria selection for alumina-cement plant location in East-Azerbaijan province of Iran, The Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy, v.105, n. 7, pp. 507-514.
- Ataei, M., 2005, Selection of Alumina-Cement Plant Location with Application of Multicriteria Estimation Method, Journal of Mining Science, v. 41, n. 2, pp. 185-194.
- Bhattacharya, J., Kumar, M. and Sanjay, S., 2001, Assessment of Algorithms for Location Selection of Facility in Mines, Mineral Resources Engineering, v. 10, pp. 333–345.
- Cengiz, T. ve Çelem H., 2003, Kırsal Kalkınmada Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) Yönteminin Kullanımı, Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 4, 1-2, 144-153.
- Dağdeviren, M., Eraslan, E., Kurt, M. ve Dizdar, N., 2005, Tedarikçi Seçimi Problemine Analitik Ağ Süreci ile Alternatif Bir Yaklaşım, Teknoloji, 8, 2, 115-122.
- Demirer, T., 1991, Kozagaç Köyü Oruçoğlu Mermer Sahasının Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Eskişehir.
- DPT, 1968, Yatırım ve Proje Tanımı, DPT Yayınları.

- Eleren, A., 1995, Küçük Ve Orta Ölçekli İşletmelerde Kuruluş Yeri Seçimi ve Afyon Mermer Sektöründe Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalı, Afyon, s. 68
- Gülerman, A., 1978, Fabrika Tesisleri ve Organizasyonu, Eskişehir İktisadi ve Ticari Bilimler Kütüphanesi.
- Hajdasinski, M. M., 1995, Time Value of Money and Optimal Location of Mining Facilities, 25th APCOM Conf. Proc., pp.231–239.
- İşlier, A., 1997, Tesis Planlaması, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü.
- Karalar, R., 1994, İşletme-Temel Bilgiler İşlevler, Eskişehir
- Keskinoğlu, S., 1967, Genel İşletme Ekonomisi Dersleri, c.1.
- Kobu, B., 1987, Üretim Yönetimi, 6.Baskı, İ.Ü. Yayınları.
- Kumral, M., 2004, Optimal location of a mine facility by genetic algorithms, Mining Technology (Trans. Inst. Min. Metall. A), v.113, A83-A88.
- Magda, R., 1985, Aspects of Optimum Mine Site Selection, Mining Science and Technology, v. 2, n. 3, pp. 217–228.
- Organize Sanayi Bölgeleri Kanunu, Kanun No: 4562, Kabul Tarihi: 12.04.2000.
- Organize Sanayi Bölgeleri Uygulama Yönetmeliği, Sayı: 24713 (Asıl), Tarih: 01.04.2002.

Özdemir, M. S., 2004, Analitik Serim Süreci ve EM'deki Uygulamaları, YA/EM'2004 - Yöneylem Araştırması/Endüstri Mühendisliği - XXIV Ulusal Kongresi, 15-18 Haziran, Gaziantep – Adana.

Özgen, H., 1987, Üretim Yönetimi, Adana.

Reed, R., 1967, Fabrika Yeri Seçimi, Yerleşme Düzeni ve Bakımı, Irwin Richard D. Inc., MPM Yayınları.

Saaty, T. L., 2000, Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process, RWS Publications, Pittsburgh, USA.

Saaty, T. L., 2001, Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process, The Analytic Hierarchy Process Series, RWS Publications, Pittsburgh, USA.

Sarıaslan, H., 1990, Yatırım Projelerinin Hazırlanması ve Değerlendirilmesi, Ankara.

Sipahioğlu, A., 2005, Karar Analizi, Yayınlanmamış ders notları.

Su, B.A ve Aslan, D., 1997, Tesis Planlama, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No: 201, İzmir.

Şahin, M., 1987, Kuruluş Yeri Seçimi, Yatırım ve Proje Değerlemesi, Anadolu Üniversitesi, 2. Fasikül.

Tatar, T., 1985, Yatırım Seçimi ve Değerlendirme Teknikleri, G.Ü. İ.İ.B.F. Yayınları.

Tekin, M., 1993, Üretim Yönetimi, 2. Baskı.

www.superdecisions.com

Yaşar, S., 2005, Kişisel görüşme.

Yıldırım, T., 2002, Yer Seçimi ve Yerleşim Düzenlemesi, Mühendislik Çözümleri, Osmangazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü.

Yılmaz, Ö., 2005, Kişisel görüşme.

Zambo, J., 1968, Optimum Location of Mining Facilities, Budapest.