

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**BİLGİ TEKNOLOJİLERİNİN RİSK FAKTÖRLERİ DİKKATE
ALINARAK BİLGİ AKSİYOMU İLE KARŞILAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SELEN MERSİN

DENİZLİ, EKİM - 2014

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**BİLGİ TEKNOLOJİLERİNİN RİSK FAKTÖRLERİ DİKKATE
ALINARAK BİLGİ AKSİYOMU İLE KARŞILAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SELEN MERSİN

DENİZLİ, EKİM - 2014

KABUL VE ONAY SAYFASI

Selen MERSİN tarafından hazırlanan “BİLGİ TEKNOLOJİLERİNİN RİSK FAKTÖRLERİ DİKKATE ALINARAK BİLGİ AKSİYOMU İLE KARŞILAŞTIRILMASI” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 13.10.2014 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman



Prof. Dr. Osman KULAK

Eş Danışman

Üye

Yrd. Doç. Dr. Hacer

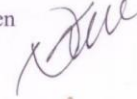
GÜNER GÖREN



Üye

Yrd. Doç. Dr. Nilsen

KUNDAKÇI



Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 05/11/2014 tarih ve 42/12..... sayılı kararıyla onaylanmıştır..




Prof. Dr. Orhan KARABULUT

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

BİLGİ TEKNOLOJİLERİNİN RİSK FAKTÖRLERİ DİKKATE
ALINARAK BİLGİ AKTİVİTESİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

Bilgi teknolojilerinden olan ERP yazılımları şirketlerin süreçlerini kolaylaştırma, bilgi akışını hızlandırma ve verilerin tek bir merkezde toplanmasını sağlar. Bu yazılımlar firmalar için çok büyük faydalar sağlar ve bu faydaların değerlendirilmesi için doğru yatırım yapılması gerekmektedir. Ancak bu süreçte çok sayıda risk faktörü bulunmaktadır. Bu risklerin değerlendirilmesi için risk faktörleri, belirlenen kriterler kullanılarak, belirlenen ERP yazılımlarına göre (örneğin, hizmet kalitesi) ve alternatifler seçilerek değerlendirilmeye alınmaktadır. Bu süreçte belirlenen risk faktörleri, belirlenen kriterler kullanılarak değerlendirilmeye alınmaktadır. Bu süreçte belirlenen risk faktörleri, belirlenen kriterler kullanılarak değerlendirilmeye alınmaktadır. Bu süreçte belirlenen risk faktörleri, belirlenen kriterler kullanılarak değerlendirilmeye alınmaktadır.


Selen MERSİN

ÖZET

**BİLGİ TEKNOLOJİLERİNİN RİSK FAKTÖRLERİ DİKKATE
ALINARAK BİLGİ AKSİYOMU İLE KARŞILAŞTIRILMASI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
SELEN MERSİN
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. OSMAN KULAK)
DENİZLİ, EKİM - 2014**

Bilgi teknolojilerinden olan ERP yazılımları, firmaların stoklarından maliyetlerine kadar tüm işlerini koordine eder ve işlerin tek bir merkezden yürütülmesini sağlar. Bu yazılımlar firmalar için çok büyük yatırımlar gerektirir ve bu yatırımların değerlendirilmesi için doğru yazılım seçimi yapılmalıdır. Yazılım seçimi problemleri çok kriterli karar verme problemi olarak sınıflandırılır. Bu çalışmada, çok kriterli karar verme tekniklerinden olan hiyerarşik bulanık aksiyomlarla tasarım metoduna risk faktörleri eklenerek yeni bir metodoloji sunulur. Belirlenen kriterler (maliyet, ürün özelliği, ERP yazılım firmasının hizmet kalitesi) ve alternatifler seçilecek yazılımda var olsa bile gerçek hayatta uygulamaya geçirildiğinde bazı riskler içerebilir. Bundan dolayı risk faktörleri dikkate alınmıştır. Risk faktörlerini değerlendirmek için HFAD (Hiyerarşik Bulanık Aksiyomlarla Tasarım) metodunun tercih edilmesinin nedeni hem bulanık hem de kesin sayıların bir arada kullanılabilmesidir. Sunulan metod diğer çok kriterli karar verme tekniklerinden olan HFAD (Hiyerarşik Bulanık Aksiyomlarla Tasarım), AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci) ve FAHP (Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci) metodları ile karşılaştırılır.

ANAHTAR KELİMELER: Risk faktörleri, Hiyerarşik Bulanık Aksiyomlarla Tasarım, AHP, ERP, Çok Kriterli Karar Verme

ABSTRACT

COMPARISON OF INFORMATION TECHNOLOGIES WITH INFORMATION AXIOM CONSIDERING RISK FACTORS

MSC THESIS

SELEN MERSİN

PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

INDUSTRIAL ENGINEERING

(SUPERVISOR: PROF. DR. OSMAN KULAK)

DENİZLİ, OCTOBER 2014

ERP softwares which is one of the information systems coordinate all of the activities from stocks to costs and enables to carry out activities from one center. These kind of softwares requires huge investment for companies and to recover this expenses the right software has to be selected. Software selection is classified as multi-criteria decision. At this study, a new methodology is represented by added risk factors to fuzzy axiomatic design method which is one of the multi-criteria decision making techniques. Determinated criterias (cost, product feature, service quality of ERP software company) and alternatives even exist on selected software they may contain some risks when they practice in daily life. For these reasons, risk factors are taken into account. The reason of preferring HFAD (Hierarchical Fuzzy Axiomatic Design) method for assessment risk factors that it is possible to be used both fuzzy and crisp numbers. Presented method is compared with HFAD (Hierarchical Fuzzy Axiomatic Design), AHP (Analytic Hierarchy Process) and FAHP (Fuzzy Analytic Hierarchy Process) which are some of the multi-criteria decision making techniques.

KEYWORDS: Risk factors, Hierarchical Fuzzy Axiomatic Design, AHP, ERP, Multi-Criteria Decision Making

İÇİNDEKİLER

Sayfa

| | |
|---|-------------|
| ÖZET | i |
| ABSTRACT | ii |
| ŞEKİL LİSTESİ | v |
| TABLO LİSTESİ | vi |
| SEMBOL LİSTESİ | vii |
| ÖNSÖZ | viii |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 2.BİLGİ SİSTEMLERİ VE ERP | 3 |
| 2.1 Bilgi Sistemleri..... | 3 |
| 2.1.1 Bilgi Sistemlerinin Tanımı..... | 3 |
| 2.1.2 Bilgi Sistemlerinin Amacı | 4 |
| 2.1.3 Bilgi Sistemlerinin Gelişimi | 4 |
| 2.2 Üretim Yönetim Sistemleri..... | 5 |
| 2.2.1 Üretim Yönetim Sistemlerinin Gelişimi | 5 |
| 2.3 Kurumsal Kaynak Planlama (ERP)..... | 6 |
| 2.3.1 ERP'nin Tanımı | 6 |
| 2.3.2 ERP'nin Kurumsal Olarak Tanımlanmasının Nedeni | 8 |
| 2.3.3 ERP Sistemlerinin Felsefesi..... | 8 |
| 2.3.4 ERP'nin Ortaya Çıkışı | 8 |
| 2.3.5 ERP'nin Tarihsel Gelişimi..... | 9 |
| 2.3.5.1 MRP | 10 |
| 2.3.5.2 MRP II..... | 12 |
| 2.3.5.3 DRP | 13 |
| 2.3.6 ERP Sisteminin Özellikleri..... | 13 |
| 2.3.7 ERP'nin Fonksiyonel Özellikleri..... | 14 |
| 2.3.8 ERP Modülleri | 14 |
| 2.3.9 ERP Sisteminin Faydaları | 15 |
| 2.3.10 ERP Sisteminin Kurulum Süreci | 16 |
| 2.3.11 ERP Sistem Kurulumunun Başarısızlık Nedenleri | 17 |
| 2.3.12 ERP Kurulumu Sırasında Karşılaşılan Güçlükler..... | 18 |
| 2.3.13 ERP Paketi Seçilirken Belirlenecek Kriterler | 19 |
| 2.3.14 ERP Paketi Seçilirken Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar | 19 |
| 2.3.15 ERP'nin Başarısını Artıracak Faktörler | 20 |
| 3. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİ | 21 |
| 3.1 Çok Kriterli Karar Verme..... | 21 |
| 3.1.1 Çok Kriterli Karar Verme Problemleri | 22 |
| 3.1.2 MCDM Problemlerinin Özellikleri..... | 22 |
| 3.1.3 MCDM Problemlerinin Unsurları..... | 23 |
| 3.2 AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci) | 25 |
| 3.3 FAHP (Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci) | 30 |
| 3.4 AD (Aksiyomlarla Tasarım)..... | 33 |
| 3.5 FAD (Bulanık Aksiyomlarla Tasarım)..... | 34 |
| 3.6 HFAD (Hiyerarşik Bulanık Aksiyomlarla Tasarım) | 36 |
| 3.7 Risk Faktörleri İle Genişletilmiş HFAD | 38 |
| 4. LİTERATÜR | 42 |
| 5. UYGULAMALAR | 48 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 5.1 | AHP Metodunun Sayısal Olarak Uygulaması..... | 50 |
| 5.2 | FAHP Metodunun Sayısal Olarak Uygulanması..... | 53 |
| 5.3 | HFAD Metodunun Sayısal Olarak Uygulanması..... | 55 |
| 5.4 | Risk Faktörleri ile HFAD Metodunun Sayısal Olarak Uygulanması..... | 59 |
| 6. | SONUÇ VE ÖNERİLER..... | 62 |
| 7. | KAYNAKLAR | 64 |
| 8. | ÖZGEÇMİŞ..... | 72 |

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

| | |
|---|----|
| Şekil 2.1: Bir üretim işletmesinde MRP yönteminin uygulaması..... | 10 |
| Şekil 2.2: MRP sistemi..... | 11 |
| Şekil 2.3: Kapalı çevrimli MRP | 12 |
| Şekil 3.4: Çok kriterli karar verme süreci aşamaları..... | 24 |
| Şekil 3.5: Tasarım, sistem, ortak aralık ve FR'nin olasılık yoğunluk fonksiyonu (Kulak ve Kahraman 2005) | 34 |
| Şekil 3.6: Soyut faktörler için sayısal yaklaşım sistemi..... | 35 |
| Şekil 3.7: Somut faktörler için sayısal yaklaşım sistemi | 35 |
| Şekil 3.8: Sistem-tasarım aralıklarının ortak alanı (Kulak ve Kahraman 2005)..... | 36 |
| Şekil 3.9: Karar probleminin yapısı (Kahraman, Cebi 2009) | 37 |
| Şekil 3.10: Bir kriter için sistem, tasarım ve ortak aralıklar | 39 |
| Şekil 3.11: Risk faktörleri düşünülerek HFAD'nin akış şeması | 40 |
| Şekil 3.12: Bir kriter için riskin ortak alan üzerine etkisi | 41 |
| Şekil 5.13: Kriterlerin hiyerarşisi | 48 |
| Şekil 5.14: Soyut faktörler için üçgensel bulanık sayılar..... | 56 |
| Şekil 5.15: İşlevsellik kriteri için birinci alternatif ile firma isteğinin kesişimi..... | 57 |
| Şekil 5.16: Alt kriterlerin bilgi içerikleri ve kriterlerin ağırlıkları | 57 |

TABLO LİSTESİ

Sayfa

| | |
|--|----|
| Tablo 3.1: Önem ölçeği..... | 26 |
| Tablo 3.2: RI değerleri | 29 |
| Tablo 5.3: AHP için ikili karşılaştırmalar ölçeği | 50 |
| Tablo 5.4: Kriterlerin karşılaştırılması..... | 50 |
| Tablo 5.5: Maliyetin alt kriterlerinin karşılaştırılması | 50 |
| Tablo 5.6: Ürün özelliğinin alt kriterlerinin karşılaştırılması | 51 |
| Tablo 5.7: Eğitim maliyetlerine göre alternatiflerin karşılaştırılması | 51 |
| Tablo 5.8: Yıllık bakım maliyetlerine göre alternatiflerin karşılaştırılması | 51 |
| Tablo 5.9: İşletim sistemi maliyetlerine göre alternatiflerin karşılaştırılması .. | 51 |
| Tablo 5.10: İşlevselliğe göre alternatiflerin karşılaştırılması..... | 51 |
| Tablo 5.11: Kullanım kolaylığına göre alternatiflerin karşılaştırılması..... | 52 |
| Tablo 5.12: Esnekliğe göre alternatiflerin karşılaştırılması | 52 |
| Tablo 5.13: Yazılım güvenliğine göre alternatiflerin karşılaştırılması | 52 |
| Tablo 5.14: Hizmet kalitesine göre alternatiflerin karşılaştırılması..... | 52 |
| Tablo 5.15: Geleneksel AHP'nin sonucu..... | 52 |
| Tablo 5.16: Üçgensel bulanık sayılar | 53 |
| Tablo 5.17: Üçgensel bulanık sayılar ile ikili karşılaştırmalar | 53 |
| Tablo 5.18: Maliyetin alt kriterlerinin karşılaştırılması | 53 |
| Tablo 5.19: Ürün özelliğinin alt kriterlerinin karşılaştırılması | 53 |
| Tablo 5.20: Eğitim maliyetine göre alternatiflerin karşılaştırılması | 54 |
| Tablo 5.21: Yıllık bakım maliyetine göre alternatiflerin karşılaştırılması..... | 54 |
| Tablo 5.22: İşletim sistemi maliyetine göre alternatiflerin karşılaştırılması..... | 54 |
| Tablo 5.23: İşlevselliğe göre alternatiflerin karşılaştırılması..... | 54 |
| Tablo 5.24: Kullanım kolaylığına göre alternatiflerin karşılaştırılması..... | 54 |
| Tablo 5.25: Esnekliğe göre alternatiflerin karşılaştırılması | 54 |
| Tablo 5.26: Yazılım güvenliğine göre alternatiflerin karşılaştırılması | 55 |
| Tablo 5.27: Hizmet kalitesine göre alternatiflerin karşılaştırılması..... | 55 |
| Tablo 5.28: Bulanık AHP'nin sonuç tablosu | 55 |
| Tablo 5.29: Sistem aralıklarının verileri | 56 |
| Tablo 5.30: Risk faktörleri | 60 |
| Tablo 5.31: Alt kriterlerin bilgi içerikleri | 60 |
| Tablo 5.32: Çalışmada uygulanan her metot için alternatiflerin seçim sırası ... | 61 |

SEMBOL LİSTESİ

| | | |
|--------|---|---|
| AD | : | Aksiyomlarla Tasarım |
| AHP | : | Analitik Hiyerarşi Süreci |
| ANP | : | Analitik Ağ Süreci |
| CAD | : | Bilgisayar Destekli Tasarım |
| CAM | : | Bilgisayar Destekli Üretim |
| CI | : | Tutarlılık Göstergesi |
| CNC | : | Bilgisayarlı Sayısal Kontrol |
| CR | : | Tutarlılık Oranı |
| ERP | : | Kurumsal Kaynak Planlama (Enterprise Resource Planning) |
| FAD | : | Bulanık Aksiyomlarla Tasarım |
| FAHP | : | Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci |
| FR | : | Fonksiyonel İhtiyaçlar |
| HFAD | : | Hiyerarşik Bulanık Aksiyomlarla Tasarım |
| MADM | : | Çok Nitelikli Karar Verme |
| MCDM | : | Çok Kriterli Karar Verme |
| MRP | : | Malzeme İhtiyaç Planlaması |
| MRP II | : | Üretim Kaynakları Planlaması |
| NC | : | Sayısal Kontrol |
| PLC | : | Programlanabilir Mantıksal Denetleyici |
| RI | : | Rassal Gösterge |
| WFAD | : | Ağırlıklandırılmış Bulanık Aksiyomlarla Tasarım |

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın hazırlanması esnasında bana her türlü desteği veren saygıdeğer hocam ve tez danışmanım Prof. Dr. Osman KULAK'a, bana her konuda yardımcı olan değerli hocalarım Yrd. Doç. Dr. Aliye Ayça Supçiller'e, Yrd. Doç. Dr. Hacer Güner Gören'e, Ar. Gör. Yusuf Yılmaz'a ve manevi destekleriyle her zaman yanımda olan sevgili aileme çok teşekkür ederim.

1. GİRİŞ

Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) günümüzde işletmeler tarafından yaygın olarak kullanılan bir bilgi sistemidir. ERP bir işletmedeki tüm bilgi akışının bütünleşmesini sağlar. Her bir birimin bir diğeriyle iletişim halinde olmasına imkan verir ve aralarındaki bilgi akışının kolaylaştırır. Tedarikçiden hammaddenin elde edilmesiyle başlayıp siparişin müşteriye teslim edilmesine kadar tüm aşamaları içerir ve bu süreçteki bilgi akışını sağlar. Bu ERP programları, ERP yazılımı hazırlayan özel firmalardan satın alınır.

İşletmelerin ERP yazılım paketlerini kullanmalarının temel nedenleri arasında: Maliyeti azaltmak, karlılığı en üst düzeye çıkarmak, tedarik sürelerini kısaltmak, istenilen bilgiye hızlı ulaşmak, verimliliği artırmak, müşteri memnuniyetini artırmak gibi nedenler bulunur. Tercih edilmesinin bir başka nedeni farklı coğrafyalardaki birbirine bağlı işletmelerin tek sistem ile yönetilmesini sağlamaktır. ERP yazılımları, iş süreçlerini daha verimli hale getirmeyi amaçlar. Bu yazılımlar uzun dönemli planlamalarda da kullanılabilir. Analiz ve raporlama özelliklerine sahiptir. Sağladığı bu özelliklerle pazardaki rekabeti artırır.

ERP, yılda %10 büyüme oranları ile büyüyen bir pazardır. Gelişen teknolojiyle birlikte günümüzde işletmelerin ERP yazılımlarına olan ihtiyacı daha da artmaktadır. Bu yazılımlar fabrikaların yanı sıra hastanelerden üniversitelere kadar çok farklı sektörlerde de kullanılmaktadır.

ERP yazılımları oldukça maliyetlidir. İşletmeler için büyük yatırımlar yapılmasını gerektirir. Yapılan yatırımların değerlendirilmesi için işletmeye uygun yazılım seçimi çok önemlidir. İşletmeler ERP yazılımlarını satın almaya karar verdiklerinde göz önünde bulundurmaları gereken birçok kriter vardır. Yazılım seçimi yapılmadan önce işletmenin yapısı, faaliyetleri, beklentileri iyi analiz edilmelidir. Daha sonra ise satın alınacak paketin hangi özelliklere sahip olması gerektiği, satın alınacak paketten beklentilerin neler olduğu belirlenmelidir. İhtiyaca uygunluk, uygulama süreci, uygulama maliyeti, güvenilirlik, satış sonrası destek,

yeniliklere açıklık, esneklik gibi beklentiler göz önüne alınmalıdır. Bundan sonraki aşamada ise işletmenin beklentilerini karşılayan yazılım alternatifleri sıralanmalıdır.

ERP sistemlerinin kurulumu dışarıdan görüldüğü kadar kolay değildir. Doğru bir seçim, titiz bir çalışma yapılmadığı takdirde bu yazılımların satın alınması, kullanılmaya başlanması büyük kayıplara yol açabilir ve yapılan yatırımlar boşa gidebilir. Doğru bir yazılım seçilmiş olsa bile personelin bu yazılımı kullanmayı kabullenmemesi, sisteme girilen veri doğruluğunun sağlanamaması, yazılımla ilgili yetersiz eğitim verilmesi gibi nedenlerden dolayı yapılan yatırım başarısız olabilir.

Yazılımın uygulanmasına geçmeden önce işletmede iş süreçlerinin, akışlarının etkin modellemesi ve veri doğruluğunun sağlanması ile ERP yazılımlarının başarısı artacaktır. Yapılan donanım, yazılım yatırımlarının maksimum faydaya dönüşmesi için doğru yerden başlamak ve sistemi çok iyi analiz ederek doğru model kurmak başarılı sonuçlar alınmasını sağlayacaktır.

Yapılan bu çalışma ile amaçlanan: Bir işletmenin ERP yazılım paketi satın alma aşamasında çok kriterli karar verme teknikleri kullanılarak, işletme için en uygun ve en fazla verimliliği sağlayacak olan paketin seçimine karar vermektir. Bu çalışmada karar verme aşamasında çok kriterli karar verme tekniklerinden olan: AHP, FAHP, HFAD kullanılmıştır. Son olarak en iyi sonucu veren bulanık HFAD metoduna risk faktörleri eklenmiş ve bu durumun sonucu nasıl etkilediği gözlemlenmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde ERP yazılımlarının ne olduğundan, tarihçesinden, gelişiminden, faydalarından, başarı ve başarısızlık faktörlerinden bahsedilmiştir. Üçüncü bölümde uygulama aşamasında kullanılan çok kriterli karar verme teknikleri ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır. Dördüncü bölümde konu ile ilgili yapılan literatür araştırmalarına yer verilmiştir. Beşinci bölümde bir işletmenin ERP yazılım paketi satın alma aşaması için çok kriterli karar verme teknikleri (AHP, FAHP, HFAD, risk faktörleri ile HFAD) kullanılarak yapılan uygulamalar açıklanmıştır. Altıncı bölümde ise çalışmanın özeti ve sonuçları verilmiştir.

2. BİLGİ SİSTEMLERİ VE ERP

2.1 Bilgi Sistemleri

İşletmeler kendileri için gerekli olan bilgileri çeşitli yollarla elde etmektedirler. Bilgi sistemlerinden önce yüz yüze görüşmelerle, çalışanların becerisiyle ya da bilgileri ikinci elden temin edip bununla yetinmektedirler. Ancak küreselleşmeyle birlikte bilginin, buna bağlı bilgi sistemlerinin yayılması ve gelişmesiyle işletmelerin her bölümünde bilgiye olan gereksinim artmaktadır.

Günümüzde bilgi sistemleri işletmelerde yaygınlaşarak kullanılmaktadır. Bilgi sistemleri neredeyse her büyüklükteki işletmeyi kapsayan bütünleyici bir parçadır. İşlerin hemen hemen her fonksiyonu işletmenin hem kısa süreli hem de uzun süreli operasyonlarını içeren bazı bilgi sistemleri türleri tarafından desteklenir. Bu sistemler günden güne daha önemli hale gelir ve firmanın başarısını geliştirmeye yardımcı olduğu için stratejik bir öneme sahiptir (Zeng ve diğ. 2003).

2.1.1 Bilgi Sistemlerinin Tanımı

Bilgi sistemleri: Planlama, kontrol, analiz, karar verme aşamaları için bilgi toplama, bilgiyi muhafaza etme ve yayma amacıyla çalışır ve birbiriyle ilişkili unsurlar grubu olarak tanımlanır.

Bir bilgi sisteminin işlevi: Planlama, kontrol, karar desteği için verileri, bilgileri toplamak, işlemek, kaydetmek, dönüştürmek ve yaymaktır. Bilgi sistemlerinin amacı, güvenilir bilgiyi gereken yer ve zamanda teslim edebilmesidir.

Bilgi sistemleri: Organizasyonlar tarafından üretilen ve dış çevreden sağlanan bilgiyi yöneten sistemlerdir. Sistem, birbiriyle bağlantılı öğelerin çevreden alınan girdiyi işleyip hedeflenen çıktılara dönüştürme sürecini ifade eder. Bu bakımdan bilgi sistemleri de dışarıdan ve içeriden girdi olarak bilgi, veri sağlar. Bilgi sistemleri, bilgi ve veriyi işlem sürecinden geçirerek anlamlı çıktılara dönüştürürler.

Behan ve Holmes'e göre bilgi sistemi; belirli hedefleri karşılamak üzere verileri karar verici için anlamlı bilgilere çeviren insan gücü, programlar ve yönetsel süreçlerden oluşan bir dizidir.

En yaygın anlamıyla bilgi sistemi; enformasyonun çeşitli ihtiyaçları gidermek üzere düzenlenmesi, işlenmesi, depolanması ve istenildiği zaman iletilmesi için organize edilmiş bir kurallar bütünüdür.

Bilgi sistemleri, organizasyon içinde ve dış çevrede organizasyon için önemli sayılabilecek her türlü konu hakkında bilgi içermektedir.

Bilgi sistemleri üç aktivite ile organizasyonların ihtiyaç duyduğu bilgiyi (karar verme, işlemlerin kontrolü, problemlerin çözümü, yeni ürünler veya hizmetler oluşturma) üretmektedir. Bu üç aktivite ise: Girdi, çıktı ve işlemdir. Girdi, organizasyonun içinden veya dış çevresinden ham bilgileri toplamaktır. İşlem, bu ham bilgiye bir anlam kazandırmaktır. Çıktı ise işlenmiş bilgiyi insanlara veya kullanıcıya aktarmaktır.

2.1.2 Bilgi Sistemlerinin Amacı

Bilgi sistemlerinin amaçları sayılacak olursa:

- Organizasyondaki mevcut ya da potansiyel durumlarla ilgili karışıklığı en az düzeye indirmek veya tamamen yok etmek,
- Herhangi bir durumda yöneticiye karar almasını gerektirecek bilgiyi tedarik etmek veya karar sürecinde gerekli olan bilgiyi temin etmek,
- Organizasyonun etkili bir şekilde çalışmasını, üretilen mal ve hizmetlerin kalitesini artırmayı sağlayan organizasyon içi ve dışı önemli bilgileri ortaya koymak,
- İhtiyaç duyulan bilgiyi zamanında, uygun biçimde ve yerde sunmaktır.

2.1.3 Bilgi Sistemlerinin Gelişimi

Bilgi teknolojileri ve elektronikteki hızlı gelişmeler makinelerin yönetimini konu alan NC (Numeric Control)'ye büyük ivme kazandırmış; PLC ve CNC aşamaları idrak edilmiş, daha sonra CAD/CAM ve kendi kendini yönetebilen sanayi robotlarına gelinmiş, üretimde otomasyon dönemi başlamıştır. 1980'lere doğru bu

akım önemini yitirmeye başlamış, müşteri arzu ve talepleri doğrultusunda üretim esas olmaya başlamıştır. Diğer bir deyişle doğru ürünü, doğru zamanda ve doğru fiyatla müşteriye ulaştırmak, üretimin amacını oluşturmaktadır. Bu gelişmeler göstermiştir ki üretim süreci yalnızca atölyelerde makina– insan – malzeme arasında geçen süreçten ibaret değildir. Yine görülmüştür ki bir ürünü gerçekleştirmede yalnızca üretim süreci değil, diğer süreçlerin de etkisi vardır; bu süreçlerin bütünlük ve koordineli bir şekilde yönetimi gerekmektedir.

2.2 Üretim Yönetim Sistemleri

Üretim sürecini etkileyen süreçlere örnek olarak üretim planlama, malzeme yönetimi, kapasite planlama, maliyet, ürün tasarımı gösterilebilir. Önemli olan tüm bu süreçlerin üretim süreci ile birlikte bütünlük ve uyumlu bir biçimde yönetilebilmeleridir. Doğru ürüne ancak bu şekilde ulaşılabilecektir. Bu noktada üretim yönetimi kavramı ile karşılaşmaktayız. Yukarıda sözü edilen bütün süreçlerin birlikte yönetimi “Üretim Yönetimi” olarak tanımlanmaktadır. Üretim Yönetimi kavramı, bu işlevi en iyi başarabilme arayışlarını da haklı olarak beraberinde getirmiş ve “Üretim Yönetim Sistemleri” adı altında çeşitli yaklaşımların doğmasına neden olmuştur.

2.2.1 Üretim Yönetim Sistemlerinin Gelişimi

Üretim Yönetim Sistemleri'nin gelişmesine en büyük etken bilgi teknolojileridir. Bilgi teknolojilerindeki gelişmeler doğrultusunda Üretim Yönetim Sistemleri de gelişmiştir.

Üretim Yönetim Sistemleri, bilgi teknolojilerinde bütünlük MIS sistemleri olarak tasarlanmışlardır. Yazılım endüstrisindeki gelişim, çeşitli konularda hazır yazılım paketleri üretimini gündeme getirince Üretim Yönetim Sistemleri de hazır paket yazılımlar olarak üretilmeye başlanmıştır.

1980'lerde MRP gündeme gelmiştir. MRP'nin iki açılımı vardır: MRP (Material Requirement Planning – Malzeme İhtiyaç Planlaması)'dir. Bu üretim yönetiminin içinde bulunacak bir husustur. Diğerisi ise MRP (Manufacturing Resource

Planning – Üretim Kaynak Planlaması) MRPII olarak belirtilmektedir. 1990’larda ERP (Enterprise Resource Planning – Kurumsal Kaynak Planlaması)’ye dönüşmüştür.

2.3 Kurumsal Kaynak Planlama (ERP)

Günümüzün küresel iş ortamında şirketler hızlı bir değişimle ve değişimin getirdiği yeni fırsatlarla karşı karşıya bulunmaktadır. Bu sürekli değişim ortamında rekabette başarılı olmak demek, değişen iş koşullarını önceden tahmin edebilmek ve bunlara hızlı yanıt verebilmek demektir. Şirketlerin bunu yapabilmesi için, işin tüm cephelerini güçlü ve esnek bir biçimde destekleyen sağlam bilgi sistemlerine gereksinimleri vardır. Bu sistemler şirketlere iş uygulamalarından, örgütsel yapılardan lojistik, proje yönetimi, finans, servis, dağıtım, nakliye ve imalata kadar her cephede değişimlere uyum sağlama yeteneği kazandıracaktır. Bütün bunları Kurumsal Kaynak Planlaması ile (ERP) yapmak mümkündür.

2.3.1 ERP’nin Tanımı

Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) Sistemleri, firmalar tarafından kullanılan en karışık bilgi sistemlerindedir. Bu sistemlerin tedarikçilerden başlayıp müşterilerle sonlanan işin her fonksiyonunu birleştirdiği varsayılır (Chen 2001).

APICS (American Production and Inventory Control Society - Amerikan Üretim ve Stok Kontrol Topluluğu) tarafından yapılan tanımlamaya göre ise ERP sistemleri, etkili bir planlama, gerekli tüm kaynakların kontrolü için müşteri siparişlerinin alımı, yerine getirilmesi, teslimi ve bunların hesapları ile raporlarını içeren bir metot sunar.

ERP sistemi, işletme fonksiyonlarının bütünleştirilmesi yolu ile işletmenin farklı sistemlerinin Üretim Planlama Kontrol birimleri arası bilgi akışının kolaylaşmasını sağlayan organizasyonel bilgi sistemleridir (Laudon ve Laudon 2002).

ERP (Enterprise Resource Planning - Kurumsal Kaynak Planlama), kurumların tedarikten dağıtıma kadar tüm iş süreçlerini bütünlük bir veri bilgi yönetim sistemi

desteğiyle yönetmesini sağlayan geniş kapsamlı ve modüler yapıya sahip bir yazılım paketidir (Klaus ve diğ. 2000).

Pazar rekabetinden dolayı firmalar toplam maliyeti azaltmak, yatırım karlılığını en yüksek düzeye getirmek, tedarik sürelerini kısaltmak, müşteri ihtiyaçlarına daha duyarlı hale gelmek için alternatif iş çevrelerine yönelirler. Kurumsal Kaynak Planlama Sistemi, verimsiz iş süreci için bir çözüm olarak düşünülebilir.

Organizasyonlar; firmanın finansal amaçlarını başarmak, firmanın operasyonel süreçlerini yönetmek ve kolaylaştırmak, daha iyi tahminleme yapmak ya da veri kopyalamayı azaltarak geliştirilmiş bilgi yönetiminin faydalarını elde etmek gibi karmaşık ve birbiriyle ilişkili iş sıkıntılılarıyla baş etmek için bu sistemleri satın almayı düşünürler (Gürbüz ve Alptekin 2012).

ERP yazılımı, iş süreçlerini bütünleştirir, otomatikleştirir ve farklı iş fonksiyonlarının bilgi paylaşımına izin verir. ERP seçimi önemli bir karar verme problemidir ve doğrudan performansı etkiler.

ERP, bir firmanın tüm bilgi akışının (finans, muhasebe, insan kaynakları, tedarik zinciri, müşteri bilgisi) kusursuzca entegrasyonunu vaat eden ticari bir yazılımdan oluşur (Davenport 1998). ERP sistemleri bilgiyi entegre eden ayarlanabilir bilgi sistemleri paketleridir (Kumar ve Van Hilsgersberg 2000).

ERP'nin popüler olmasının en önemli nedeni: Bir organizasyonun etkin bir biçimde faaliyete geçmesini sağlaması, uzun dönem planlamalarda kullanılabilir analiz ve raporlamaya sahip olması, uygulama ile sistem kaynaklarını en iyi biçimde kullanmasıdır.

ERP, dünyada ve Türkiye'de yılda ortalama %10'luk büyüme oranları ile gelişen bir pazardır. Ülkemizdeki işletmelerin 90'lı yılların başı itibariyle gelişme göstermeye başladığı, 2000'li yılların başından itibaren olgunlaşmaya başladığı düşünüldüğünde farklı bölgelerde faaliyet gösteren ve organizasyon yapısı kurumsallaşmış işletmelerin geçmişinin, bilinen büyük işletmeler hariç, çok fazla olmadığı söylenebilir. 2000'li yıllar itibariyle teknolojik gelişmelerin hızla artması, uluslararası alanda faaliyet gösteren işletmelerin ülkemizdeki faaliyet alanının genişlemesi ve artan rekabet işletmelerin ERP sistemlerine daha fazla ihtiyaç duymasına neden olmuştur. ERP pazarının büyük oyuncuları: SAP, Oracle, IBM, Baan, JD Edwards, Marcarn, Peoplesoft, Ramco, Platinum gibi firmalardır. Ülkemizde en yaygın kullanılan ERP sistemlerinin: SAP, Oracle ve Microsoft firmalarına ait olduğu söylenebilir.

2.3.2 ERP'nin Kurumsal Olarak Tanımlanmasının Nedeni

Bu sistemler adlandırılırken "Kurumsal" sözcüğünün kullanılmasının nedeni, kapsamlarının herhangi bir hizmet veya ürün üretmeye yönelik faaliyet gösteren kurumların tüm işlevlerini içermesidir.

2.3.3 ERP Sistemlerinin Felsefesi

ERP sistemleri bütünü, bu bütünü oluşturan parçalardan daha büyük olduğu felsefesi üzerinde kurulmuştur. Bu felsefeden yola çıkılarak oluşturulan ERP sistemleri; kurumlarda daha önceleri ayrı ayrı ele alınan işlevleri birbirine bağlı bir şekilde kurumun amaçlarını yerine getirmek için çalışan parçalar olarak ele alır ve bundan yararlanarak kurumlardaki her türlü kaynağın (işçilik, malzeme, para, makina) verimliliğini en üst düzeye ulaştırmayı amaçlar. Bir başka bakış açısıyla, ERP sistemleri şirketin ortak bir yerde saklanan verilerinden elde edilen bilgilerin doğru olarak kullanılmasını ve bu bilgilerin doğru makamlara iletilmesini sağlar. Kurumsal Kaynak Plânlaması Sistemleri'nde yer alan en temel fonksiyonlar arasında: Üretim, finans, dağıtım, insan kaynakları, satış ve pazarlama, envanter yönetimi, satın alma, kalite ve proje yönetimi sayılabilir.

Genel kurumsal işlevlerin yanı sıra ERP sistemleri: Hastanelerde hasta yönetimi, üniversitelerde öğrenci yönetimi ya da perakendecilikte yüksek hacimli ambar yönetimi gibi sektöre özel işlevleri de desteklemektedir.

Piyasadaki ticari yazılım paketleri, işletmelerin yapılarındaki tüm bilgilerin finans, muhasebe, insan kaynakları, tedarik zinciri ve müşteri bilgisi bütünleşmesini vaat etmektedirler.

2.3.4 ERP'nin Ortaya Çıkışı

21. yüzyıldan beri hızla gelişen teknoloji ile birlikte bilginin güvenilirliği ve bilgiye ulaşım hızı oldukça önem kazanmıştır. Müşterinin isteklerine hızlı cevap verme ve müşteri memnuniyeti işletmeler için önemli kriterler olmuştur. İşletmelerin kapasitelerinin büyümesi ile işletmeler farklı bölgelerde faaliyet göstermeye

başlamışlar ve bu durum işletmelerin iş takibini zorlaştırmaya başlamıştır. Rekabetin artması ile birlikte işletmelerin varlıklarını devam ettirebilmesi oldukça zor hale gelmiştir. Yoğun rekabet ortamında işletmelerin ayakta kalabilmeleri ve varlıklarını sürdürebilmeleri için kalite, verimlilik ve maliyetler çok önemli duruma gelmiştir.

ERP sistemlerinin ortaya çıkış nedenleri:

- Yoğun rekabet ortamı.
- Teknolojinin gelişimi.
- Güvenilir bilgiye hızlı erişim isteği.
- Farklı coğrafyalardaki işletmelerin tek sistem ile yönetebilme isteği.

Bu nedenlerin sonucu olarak meydana gelen ihtiyaçlar, bilgi teknolojisindeki gelişmeler ile desteklenince ERP ortaya çıkmıştır.

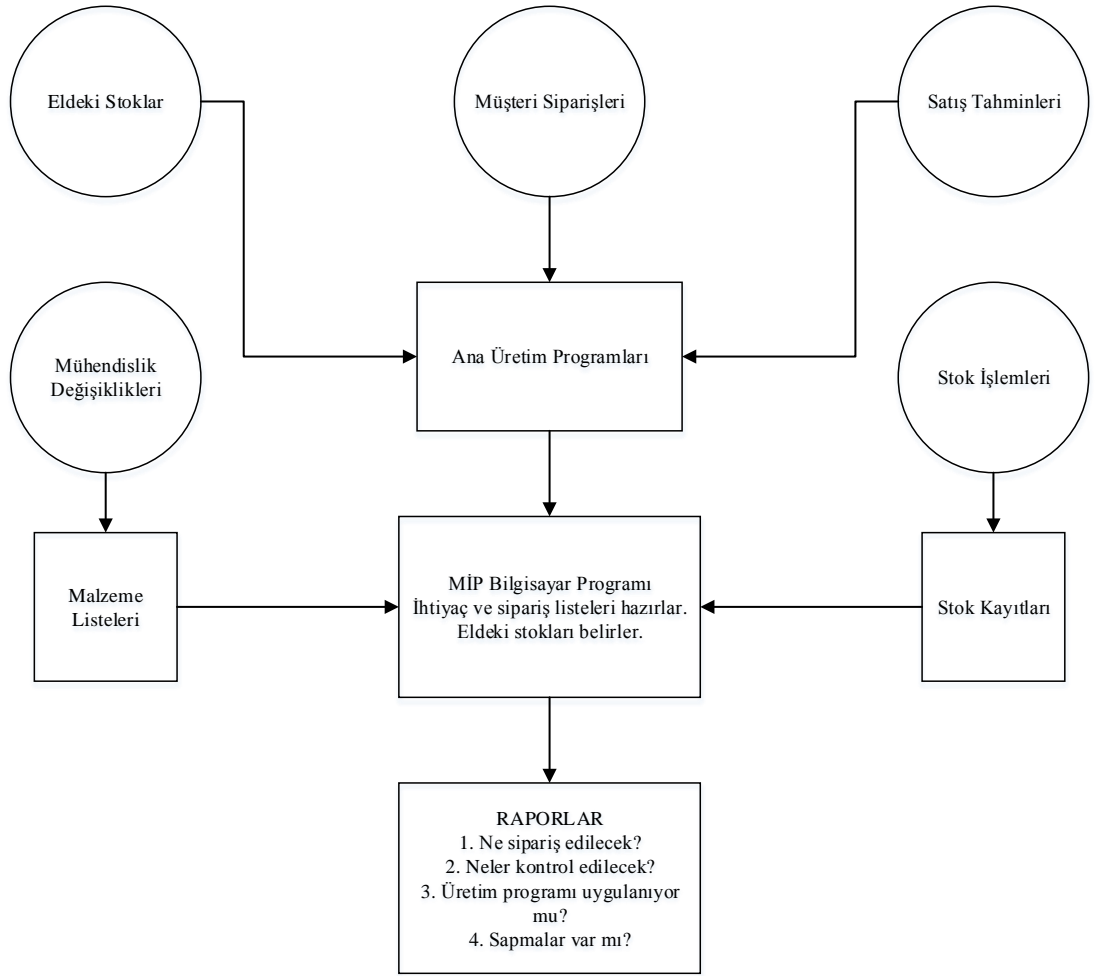
2.3.5 ERP'nin Tarihsel Gelişimi

1960'larda bilgisayarlar işletmelerde yaygınlaşmaya başlamıştır. Bununla birlikte ilk kurumsal üretim yönetim sistemi, Malzeme İhtiyaç Planlaması (Manufacturing Requirement Planning - MRP) yazılımları kullanılmaya başlanmıştır. İlk MRP yazılımı IBM tarafından geliştirilmiştir. 1980'lerde ise satın alma, üretim planlama ve kontrol, muhasebe, stok yönetimi vb. gibi süreçleri kapsamaya başlamıştır.

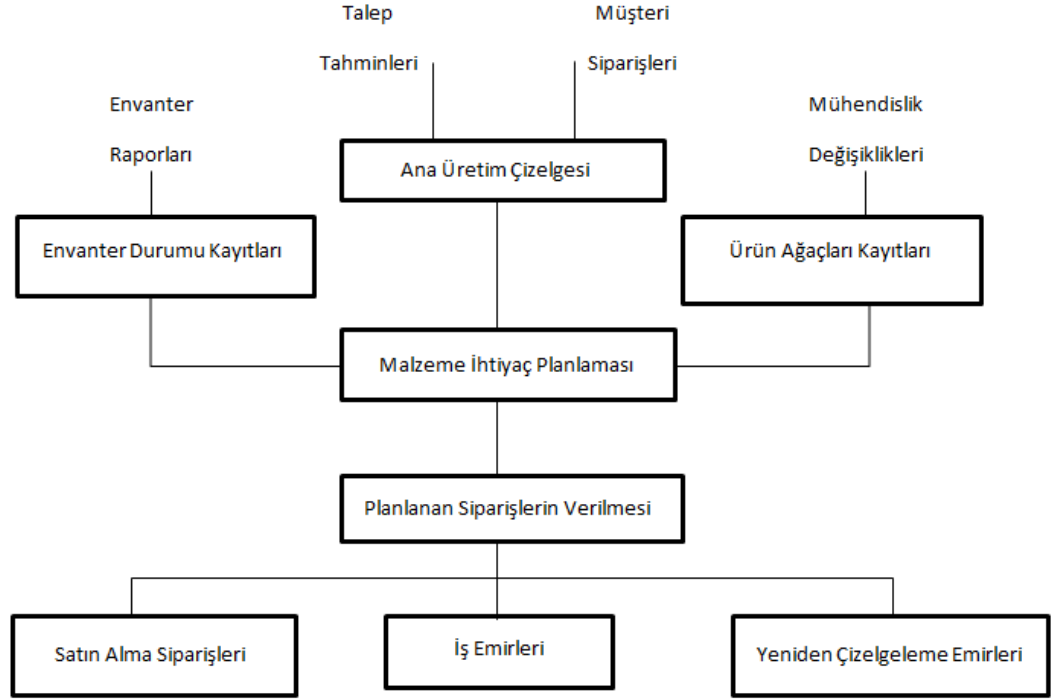
1990'lı yıllarda ihtiyaçların MRP ile tam olarak karşılanamaması ile ERP ilk defa ortaya çıkmıştır. Zaman içinde gelişen ERP, orta ve büyük ölçekli kurumlar başta olmak üzere üretim ve ticaret sektöründeki kurumların geri planda yer alan sipariş yönetimi, finansal muhasebe, stok kontrol, depolama ve dağıtım, aktif kaynaklar yönetimi, insan kaynakları gibi bölümleri ile ön planda yer alan satış ve pazarlama, elektronik ticaret ve tedarik sistemlerinin bir arada fonksiyonel organizasyonunu sağlamıştır.

2.3.5.1 MRP

MRP (Malzeme İhtiyaç Planlaması), üretim planlamasını sağlar. Ürün ağacındaki malzemeler için ne sipariş edilmeli, ne kadar sipariş edilmeli gibi soruların cevaplarını arayan bir sistemdir. MRP sisteminin başarılı olabilmesi için iki temel faktör vardır: Bu faktörlerden ilki tedarikçilerin malzemeleri istenen zamanda getirmesi yani gecikme paylarının minimum düzeyde olmasıdır. İkincisi ise sisteme yüklenen verilerin doğruluğudur. Bir üretim işletmesinde MRP yönteminin uygulaması Şekil 2.1’de, MRP’nin sistemi ise Şekil 2.2’de verilmiştir.



Şekil 2.1: Bir üretim işletmesinde MRP yönteminin uygulaması

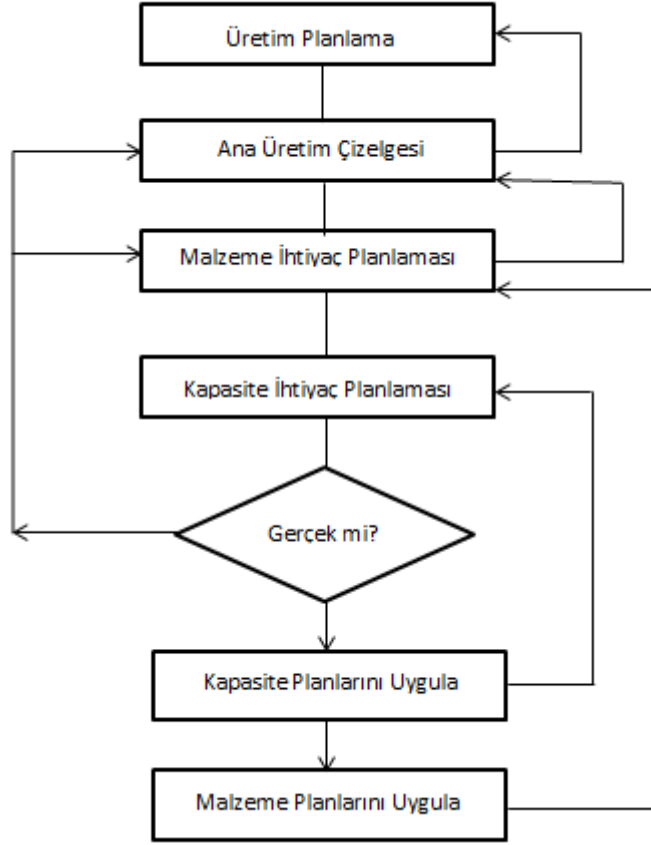


Şekil 2.2: MRP sistemi

MRP'nin kapasiteye duyarlı oluşundan dolayı Kapalı Devre MRP (Closed Loop MRP) geliştirilmiştir. Sistem, geri bildirimler ile kapasite planlamasının sağlanmasını yapar. Bu sayede ana üretim çizelgesi ve üretim planının sürekli geçerli kalmasını sağlar. Kapalı Devre MRP sistemi geri bildirimleri, stok yönetim sisteminden çizelgelemeye aktarır. Özellikle kapalı devre MRP bilgilendirmeleri kapasite planlama ve üretim çizelgeleyiciye aktarır. (Heizer ve Render, 2001). Kapalı Çevrimli MRP'nin en büyük farkı geri besleme olmasıdır. Kapalı çevrimli MRP Şekil 2.3'de gösterilmiştir.

Kapalı Çevrimli MRP'nin avantajları şu şekilde sıralanabilir:

- MRP siparişleri ile gerçek talepler arasında karşılaştırma yapmak.
- MRP'nin ışığında yatay ve dikey bağımlılıkları tespit etmek.
- İleri görüşlülük, önceden tahmin edebilme yeteneği, malzeme ve kapasite planlama ve kontrol içeriklerini bütünleştirme.



Şekil 2.3: Kapalı çevrimli MRP

2.3.5.2 MRP II

Gelişen teknoloji ve artan beklentiler ile birlikte zaman içinde işletmelerin hedeflerine ulaşmasına katkı sağlayan en uygun çözüm, bilgisayar destekli üretim yönetimi veya kısa adıyla MRP II (Üretim Kaynakları Planlaması) olmuştur.

MRP II yani "Üretim Kaynakları Planlaması" malzeme, makine ve işçi gibi üretim kaynaklarının en verimli şekilde planlanıp kullanılmasını sağlayan bir sistemdir. Önceleri MRP (Malzeme İhtiyaç Planlaması) olarak başlayan bu sistem, zaman içinde daha da geliştirilerek malzemenin yanı sıra diğer üretim kaynaklarının kontrolünü de kapsamış ve MRPII adını almıştır (Şahin 1997).

MRP II: Neyden ne kadar üreteceğiz, bunları üretmek için nelere gerek vardır, elimizde neyden ne kadar bulunmaktadır, bunları nasıl ve ne zaman temin edeceğiz gibi soruları cevaplar (Kubal 2001).

2.3.5.3 DRP

DRP, envanterin dağıtımında optimizasyon sağlamaya çalışan bir yöntemdir. DRP sistemi şu kriterleri dikkate alarak çalışır:

- Taşıma araçları ve teçhizatları
- Yükleme/indirme alanı
- Depolama alanı ve hacmi
- Ürünlerin birbirine göre taşıma ve depolama özellikleri
- Taşımadaki tonaj
- Zaman kısıtları

DRP, üretim kapasitesinin ve stokların etkin bir şekilde tahsis edilmesini sağlamak, müşteri servis düzeyini yükseltmek ve stok yatırımlarını düşürmek için üretim ve dağıtım yöneticileri tarafından ihtiyaç duyulan bilgi akışını sağlar.

2.3.6 ERP Sisteminin Özellikleri

ERP, müşteriye ait siparişin en kısa sürede istenen kalite ve maliyette karşılanabilmesi için tüm bağlı işletmelerin dağıtım, üretim ve tedarik kaynaklarının kapasite ve özellikleri aynı anda dikkate alır. Yani hangi müşteriye ait hangi siparişin hangi dağıtım merkezinden karşılanacağını veya hangi fabrikada üretilmesi gerektiğini, tüm fabrikaların malzeme, hizmet ihtiyaçlarının nereden karşılanmasının uygun olacağını, fabrikaların elinde bulunan makine, malzeme, işgücü, enerji, bilgi gibi üretim ve dağıtım kaynaklarının nasıl eşgüdümlü ve ortaklaşa olarak kullanılabileceğini belirler. ERP sistemlerinin özellikleri şu şekilde sıralanabilir:

- Sektörlerin tamamına hizmet vermeyi hedefleyen ancak işletmenin ihtiyaçları doğrultusunda da özelleşebilen yazılım paketleridir.

- ERP bir uygulama yazılımıdır.
- Bütünleşik bir veri tabanıdır.
- İşlevsel bir yapıya sahiptir.

- ERP sistemleri, ülkelerden bağımsız çözümler sunmaktadır. İşletmenin bulunduğu ülkenin kanun ve yasalarına göre şekil alabilirler. İnsan kaynakları,

muhasabe işlemleri, faturalar gibi ülke bazında farklılık gösteren konularda uyum sağlama kolaylığına sahiptir.

- ERP paketlerini tedarik yönetimi, sipariş yönetimi ve ödeme işlemleri gibi tekrar eden ve sürekli olan iş süreçlerini destekliyor olmalarıdır.

2.3.7 ERP'nin Fonksiyonel Özellikleri

- Fonksiyonellik: ERP sistemlerinin işletmelerdeki tüm ihtiyaçlarına cevap vermesi adına özel çözümlerle sorunları çözmüş sektöre özgü özelleştirmelerle fonksiyonelliğini ortaya koymuştur.

- Entegrasyon: ERP sistemleri, üretimden satışa, envanter yönetiminden genel muhasabe ve insan kaynaklarına kadar tüm departmanlarda iş süreçlerini yöneten bütünlüklü bir yapıdan oluşmaktadır.

- Modülerlik: ERP sistemleri modüler bir yapıya sahiptir. İşletmeler ihtiyaçları doğrultusunda modül ERP'yi satın alıp kullanabilirler. İhtiyaçlarının artması durumunda diğer modülleri ekleyerek yapıyı genişletebilirler.

- Esneklik: ERP, esnek bir yapıya sahiptir. Müşterinin tüm iş süreçlerini modellemek için farklı çözümlere açıktır.

- Çok yerden işletme olanağı: ERP sistemleri, farklı yerlerde olan şirketlerini tek bir merkezden yönetebilme olanağı sağlar. Birbirinden bağımsız olan şubelerin yönetilmesini ve bilginin bütünlüğünü sağlar.

- Bilgiye hızlı erişim: Yetkisi dahilinde tüm personel bilgiye hızlı ve güvenilir bir şekilde erişebilir.

- Ekip yönetimi: ERP sistemleri, çalışanların ekip halinde çalışmasına yardımcı olarak motivasyonu artırır.

2.3.8 ERP Modülleri

ERP sistemlerinin en önemli özelliklerinden biri de modüler yapıya sahip olması ve işletmelerin ihtiyacına göre kendilerine uyan modülleri bünyelerine monte etmeleridir. Bu modüller:

- Kalite kontrol modülü: Ürünlerin belirlenen kalite koşullarına uygun üretilip üretilmediğinin kontrolü için kalite şartlarının kontrol edildiği, sistemin tüm kontrol kayıtlarını sakladığı ve kalite verileri ile sonuçlarının üretildiği modüldür.

- Finans modülü: İşletmelerin finansal alt yapılarına ait tüm finansal verilerin takip edilmesinde, kayıtların sürekli ve güncel olarak tutulmasında, yatırım kararlarındaki faaliyetlerde, kısa, orta, uzun vadedeki finansal ihtiyaçlarda ve ödeme planlarında, faaliyetlerin etkin, verimli yönetilmesi ile hata ve kayıpların önlenmesi bakımından çok önemli kazançlar sunmaktadır.

- Genel muhasebe modülü: Muhasebe ile ilgili kayıtların, müşteri veri tabanı bilgilerinin, ödeme planlarının, alacakların ve tahsilatların, çeklerin ve diğer genel muhasebe uygulamalarının tamamını kapsamaktadır.

- İnsan kaynakları modülü: Personelin kariyerine ait eğitim ihtiyaçlarının belirlenmesinde, eğitim planlarının oluşturulmasında, eğitim kayıtlarının saklanmasında, işe alım kriterlerinin belirlenmesinde, işe alım sürecindeki mülakat sonuçlarının ve adayların özgeçmişlerinin saklanmasında etkin olarak kullanılabilen bir modüldür.

2.3.9 ERP Sisteminin Faydaları

- Piyasadaki tehditlere ve fırsatlara daha hızlı tepki vermeyi sağlar.
- Envanter yönetimi ile stok maliyetlerinin azalmasını sağlar.
- Kar zarar oranlarını ve maliyetlerin tutarlarının net bir şekilde görülmesini sağlar.

- Pazarda rekabet ortamında rekabet gücünün artmasına yardımcı olur.
- Müşteri hizmet seviyelerini geliştirerek müşteri memnuniyetinin artmasını sağlar.

- Merkezi koordinasyon sağlayarak farklı yerlerde olan işletmelerin tek merkezden yönetilmesini sağlar.

- ERP sisteminde bilginin kısa sürede izlenebilmesi, karlılık gerçek zamanlı izlenebilir. Böylece karar verme hızlanır ve kolaylaşır.

- Kaynakların etkin kullanımı işletmenin katma değerini artırır.

- Doğru bilgileri içeren ERP sisteminden hazırlanan raporlar tutarlı ve güvenilir sonuçlar üretir.

- ERP sistemleri iş sürelerini kısaltmayı ve maliyeti düşürmeyi hedefler.

2.3.10 ERP Sisteminin Kurulum Süreci

ERP yazılım paketi seçilirken önce yazılımlar daha sonra ise bu yazılımın çalışacağı teknolojik alt yapı belirlenir. Donanım açısından işletme seçeceği ERP yazılımına hazır olmalıdır. İşletmelerin ERP seçiminde dikkat etmesi gereken kriterler bulunmaktadır. Bu kriterler:

- İhtiyaca uygunluk
- Üst yönetimin desteği
- Uygulama süresi
- Uygulama maliyetleri
- Satıcının pazardaki durumu
- Satış sonrası destek
- Süreç iyileştirmeye katkısı
- Yeniliklere açıklık
- Web tabanlı kullanım özelliği
- Uygulanabilirlik ve danışmanlık
- Sistem tedarikçileri
- Diğer bilgi sistemleri ile entegrasyon
- Esneklik
- Kullanım dili
- İşletme organizasyon yapısına uygunluk
- Çalışan personelin sisteme uyumu
- Güvenilirlik

Sayılan tüm bu kriterler göz önüne alınarak seçilen uzman ekibin verdiği karar doğrultusunda işletme için en uygun olan ERP yazılımı uygulanmaya başlanmalıdır. Sistemin uygulanmaya başlanmasında ilk adım projenin organizasyonunu belirlemektir. Üst yönetimden bir kişinin proje lideri olarak seçilmesi, işlemlerin yönetsel kontrolünü ve çalışmaların hızlı bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlar. Sistemi kullanacak kullanıcılara gerekli eğitim verilmelidir. Bu işlemten sonra sisteme veri girişleri yapılır. Girilecek verilerin tam doğruluğu sağlanmalıdır. Girişler yapıldıktan sonra iş birimleri bazında kullanıcıların

eğitimleri özelleştirilir, sistemi tanımaları sağlanır. Bu aşamalar da tamamlandıktan sonra artık işletme tam anlamıyla yeni ERP sistemini uygulamaya hazırdır.

2.3.11 ERP Sistem Kurulumunun Başarısızlık Nedenleri

ERP sistemlerinin sağladığı bu açık yararlar rağmen ideal koşullarda bile çok masraflı yatırımlar olan bu sistemlerin kurulumu dışarıdan görüldüğü kadar kolay değildir. ERP sistemlerinin kurulumu, bir yazılım sistemi kurulumundan çok daha karmaşık bir işletme organizasyonudur ve üzerinde titiz bir çalışma yapılmadığı takdirde büyük kayıplara yol açabilmektedir. ERP sistem kurulumunun başarısız olmasında:

- Personelin Sistemin Başarılı Olmasını İstememesi
- Üst Yönetim Desteğinin Olmaması ya da Yetersiz Olması
- Proje Planının ve Bütçelemenin Hatalı Yapılması
- Proje Ekibinin Yetersizliği
- Projenin Bir Bilgi İşlem Projesi Olarak Görülmesi
- Test Aşamasındaki Başarısızlıklar
- Veri Doğruluğunun Bulunmaması
- Uygulamanın Tamamının Dış Kaynaklar Tarafından Yapılması
- Uygulamanın Tamamının İşletme Tarafından Yapılması
- Eğitim Yetersizliği

gibi nedenler bulunabilir.

ERP sisteminin başarıyla uygulanmamasındaki kritik faktörlerden birisi, personelin değişime ayak uyduramaması ve değişime direnç göstermemesidir. Dönüşüm sürecinde personelin yeni sisteme entegrasyonu sürecinin doğru yönetilmesi başarılı bir geçişin en önemli aşamalarındandır. Bu geçişi ve entegrasyonu olumsuz etkileyen personel yaklaşımlarının belli başlı bazı nedenleri vardır:

- Personelde yeni sisteme geçildikten sonra kendi işlerini ya da çalışma arkadaşlarını kaybedecekleri endişesi belirebilmektedir. Bu sorunun oluşmaması için proje başlangıcındaki genel toplantıda tüm personele işin devam ettiği ve geliştiği sürece kimsenin işini kaybetmeyeceği konusunda teminat verilmelidir.

- Personelin motivasyonunda azalmaya neden olmamak amacıyla performans değerlendirme ve ödül sistemi yeni ERP sistemine adapte edilerek organizasyona bildirilmelidir.

- ERP sistem uygulaması her fonksiyonun, bölümün sorumluluklarının yeniden organize edilmesini gerektirmekte ve durum personelin rutin işlerinde geçici zorluklara neden olmaktadır.

- Sistemin, personel işlerini ve sorumluluklarını değiştirmesi kişilerde bu değişikliklere adapte olmama ve yeni işleri başarıyla yerine getirememeye korkusu yaratabilmektedir. Kişiler yeni sisteme gerek duymadıkları takdirde sistemin başarıya ulaşması için gerekli olan çabayı harcamamaktadır.

- Sistem entegrasyonu anlaşılmadığı sürece uygulamanın başarıya ulaşma şansı bulunmamaktadır. Personel, entegre bir sistemin nasıl çalıştığı, uygulama için vizyonun ne olduğu ve iletmede ne tür değişimler yaşanacağı konularında eğitilmelidir.

ERP sistemlerini kuran her işletme bu sistemin maliyeti ve karmaşıklığıyla yüz yüze kalmaktadır, ancak en kötü sorunlar; ERP sistemlerinin tüm iş kavramları tam anlaşılmadan düşünülmeden kurulmasıyla ilgilidir. ERP sistemlerinin kurulumu, para ve zaman kaybının yanında firmanın kültürünü bozabilir, geniş bir eğitim gereksinimi doğurabilir hatta üretimin azalmasına ve değerlendirilemeyen müşteri siparişlerine yol açabilir.

2.3.12 ERP Kurulumu Sırasında Karşılaşılan Güçlükler

ERP kurulumu sırasında karşılaşılan birçok güçlük de olabilir. Örneğin:

- Kurum çalışanları alıştıkları sistemin ve düzenin bozulmaması için yeni sistemin uygulanmasına direnç gösterebilirler.

- Yeni sistemi uygularken işletmenin altyapısında yetersizlikler olabilir.

- Yazılım için danışmanlık yeterli olmayabilir, bu da yazılımın uygulamaya geçirilmesinde eksik bilgiye neden olur.

- Operasyonel iş süreçlerinin yeni sistem uyarı verdiğinde değiştirilmesi gerekir.

- Kurulum ekibi aynı zamanda başka işlerle de uğraşıyorsa yeterli zaman ayıramadıkları için sisteme geçiş zorlaşır.

- Sistemde son kullanıcıların yeterince kalifiye çalışanlar olmaması güçlükler neden olabilir.

- Dokümanlarda eksiklikler varsa sisteme bu bilgiler girilemediği için sorunlara neden olabilir.

- Sistemin kurulumu esnasında üretim durdurulamaz ve kurulum üretim devam ederken yapılmak zorundadır.

- Mevcut kullanılan sistemden yeni sisteme veri akışı zor olabilir.

2.3.13 ERP Paketi Seçilirken Belirlenecek Kriterler

Bir firma ERP paketi seçerken yazılım seçimi için belirlenen kriterler ve yazılımda aranan özellikler önemlidir. Yazılım seçilirken başlıca kriterler:

- teknolojik özellikler
- marka ve satıcı güvenilirliği
- satıcının destek gücü
- yazılımın işlevleri
- yazılımın sektöre uygunluğu
- yazılımın teknik detayları

gibi gruplara ayırmak ve gruplara birçok alt özellikler eklemek mümkündür.

2.3.14 ERP Paketi Seçilirken Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

ERP yazılım paketi seçilirken öncelikle yazılımlar incelenir, daha sonra çalışacağı teknolojik platform belirlenir. Donanım platformu seçildikten sonra yazılımın temin edilmesi birçok problemin yaşanmasına neden olmaktadır. Bugünkü yazılımlar birçok platformda çalışmakla birlikte istemci - sunucu ortamındaki performans tercih edilmektedir. Satıcı firmanın güvenilirliği ve destek gücü dikkate alınması gereken bir diğer kriter olmalıdır. Satıcı firmanın kurumsallığı, referansları, kadrosu, sermayesi gibi sorgulamalar firmanın güvenilirliğini ortaya koyacaktır. Diğer taraftan dünya markası olup olmadığı, uluslararası ofisleri ve referansları gibi sorgulamalar marka güvenilirliğini belirleyecektir. Bunların dışında muhasebe modüllerinin Türk muhasebe mevzuatına uygunluğu, kullanım kolaylığı, diğer

yazılımlarla haberleşebilmesi, esnekliği gibi birçok teknik detayın sorgulanması gerekir. Fonksiyonelliği yazılımın iş yapabilme yeteneğini gösterir. Seçim yapılırken belirlenen gereksinimleri ne kadar karşılayabildiği fonksiyonelliği ölçer.

2.3.15 ERP'nin Başarısını Artıracak Faktörler

Uygulamaya geçmeden önce iş süreçlerinin ve akışlarının etkin modellenmesi ile ERP yazılımlarının başarısı artacaktır. Referans modellerinden hareket ederek işletmenin kendi modelini oluşturmak ve buna gereken önemi vermek başarının ikinci adımıdır. Yapılan donanım ve yazılım yatırımlarının maksimum faydaya dönüşmesi için doğru yerden başlamak, sistemi çok iyi analiz ederek doğru model kurmak, başarılı sonuçlar alınmasını sağlayacaktır. Başarıda diğer bir etken ise insan faktörüdür. Yönetici ve kullanıcılar için eğitime gereken yatırım yapılmalıdır. Uyarlama çalışmaları işletmenin tüm birimlerinin katılacağı ve işbirliği içinde çalışacağı bir proje organizasyonunda ele alınmalıdır. Bu proje organizasyonunda satıcı firma ve danışman firma temsilcisi de bulunmalıdır. Bu projenin sadece bilgi işlem projesi olarak değil işletme projesi olarak görülmesi, tüm birimlerce paylaşılabilmesi ve üst yönetimin sürekli desteğinin alınması projenin başarısı için önemlidir.

Günümüz yoğun rekabet ortamında işletmelerin bilgiyi sürekli önünde görmek istemesi, bilgi teknolojilerinin bu gereksinimi karşılayabilmesi endüstriyel bilgi sistemlerinin kullanımını giderek artıracaktır. Ancak en iyi bilgi teknolojilerini seçmek kadar bu teknolojileri etkin şekilde kullanmak yönetmek daha önemlidir. Uyarlama metodolojilerini içeren yazılımlar pazarda bir adım öndedirler. Bu konuda kuralları koşulsuz uygulayan ve eğitime gerekli zamanı ayıran firmalar kuramsal bilgi sistemini kurabilirler. ERP sistemlerinin kurulması ile işletmeler yeni iş yöntemlerine kavuşurlar.

3. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİ

3.1 Çok Kriterli Karar Verme

Karar Verme, hedefe ulaşmak ve amacı gerçekleştirmek için alternatif davranış biçimleri arasından seçim yapma eylemidir. T.L. Saaty karar verme süreçlerini, sezgisel ve analitik olarak ikiye ayırmaktadır. Sezgisel kararlar, verilerle desteklenmez. Bazı basit, derinliği olmayan karar durumlarında sezgisel yaklaşım başarılı olabilir. Ancak bilgi gerektiren karmaşık karar durumları ile karşılaşıldığında, karar vericiler sonuçta verdikleri kararların kendi değer yargılarından sapmalar gösterdiğini görebilirler. Bu sapmaların görülmediği durumlar için "iyi karar verme" ifadesi kullanılmaktadır. Kişinin sezgisel gücünü vurgulamak anlamında iyi karar verme bir "sanat" olarak görülmüştür. Günümüzde karar verme uzun zamandır inanıldığının aksine bir "sanat" olmaktan çok bir "bilim" haline gelmiştir. Bir kararın başarılı sayılabilmesi için, sıklıkla birbirleriyle çatışan değişik aktörleri ve faktörleri bir arada değerlendirerek tüm bunları tatmin eden sonuçlara ulaşabilmesi ve bu sonuçların geçerliliğini zaman içinde koruması gerekmektedir. Bu nedenle kişilerin değer yargılarını nesnel ve analitik metotlarla bir araya getiren yaklaşımlar geliştirilmiştir.

Çok Kriterli Karar Verme (MCDM - Multiple Criteria Decision Making) en kısa tanımıyla: Çoklu ve birbiriyle çatışan amaçların (kriterlerin) gerçekleştirilmek istendiği problemlerin çözümüne verilen genel isimdir. MCDM, karar verici açısından günlük hayatta karşılaşılabilecek problemlerin çözümlenme çabasıdır. Diğer yönüyle ise rasyonel karar vermeye yardımcı olmak için analist veya bazen karar vericinin kendisi tarafından problemin modellenmesi ve yöntemler kullanılması yolu ile en yüksek tatminin sağlanabileceği çözümlere ulaşılması çabasıdır. MCDM, Yöneylem Araştırması'nın son yıllarda en hızlı gelişen dalıdır ve bu alanın özü olan problem çözmede sistem düşüncüsü, çok disiplin ve bilimsel yaklaşım karakterlerini yenileyen, canlandıran bir alanı temsil etmektedir.

3.1.1 Çok Kriterli Karar Verme Problemleri

Günlük hayatta insanlar gerçek karar verme problemleriyle karşılaşır ve bu problemlerin hemen hemen tümünde birbiriyle çelişen birkaç amaçla yüz yüze gelirler. İnsanlar, karşılarına çıkan seçenekleri seçim kriterlerine göre karşılaştırır, sıralar ve seçerler. Bir seçimle elde edilmek istenen özellikler genellikle çok çeşitlidir ve bu çeşitlilik farklı kriterlerin değerlendirmeye sokulmasını gerektirmektedir.

Özellikle son yıllarda işletmenin amaçlarının çeşitlenmesi ile birlikte karar verme problemlerinin giderek karmaşıklaştığı gözlemlenmektedir. İşletmeler, klasik ekonomik amaçları olan kar maksimizasyonunun yanı sıra artık ekonomik olmayan fakat hayati derecede önemli birçok amacı bir arada gerçekleştirmek durumundadırlar. Bu amaçlar arasında ilk akla gelenler olarak; işletme organizasyonu içinde çalışan personelin, işletmenin hisse senedi sahiplerinin ve müşterilerinin tatmini, topluma karşı sorumluluk, ürün kalitesinin, tedarikçi ve dağıtıcılarla ilişkilerin iyileştirilmesi, kamusal ve hukuksal düzenlemelere itaat etme, işletme itibarının artırılması sayılabilir.

Tekil amaçlar ve kriterler çoğunlukla iki durumda tercih edilir. Birincisi, zaman baskısı altında kalma, aciliyet veya krizler gibi olağanüstü koşulların söz konusu olması durumudur. Bu gibi durumlarda karar verici tek bir kriter üzerinde konsantre olarak karar verme sürecini basitleştirme, hızlandırma ve kontrol etme amaçlarını güdebilir. Tek amaçlı karar vermenin mantıken yeğlenebileceği diğer gerçek durum ise tek boyutlu karar vermenin bizzat kendisinin bir amaç olması durumudur.

Bir MCDM süreci Şekil 3.4'de gösterilmiştir.

3.1.2 MCDM Problemlerinin Özellikleri

- Bir MCDM problemi çoklu amaçlara/niteliklere sahiptir. Her MCDM probleminin gerçekleştirilmesi arzulanan birden çok amaca veya niteliğe sahiptir ve karar verici her problemle ilgili olarak uygun amaçları üretmek veya probleme has nitelikleri belirlemek durumundadır (Hwang ve Yoon 1981). En az iki kriterin varlığı olmadan bir karar verme gerçekleşmez. Alternatifleri değerlendirirken mükemmel bir

şekilde ölçülebilen sadece bir kriter mevcutsa ve alternatifler bu kritere göre etkin bir şekilde araştırılabilirse yalnızca bir ölçüm ve araştırma faaliyeti, seçim yapmak için yeterli olacaktır (Zeleny 1982).

- MCDM problemlerinde kriterler arasında görünen çatışma durumu vardır. Bir problem içerisinde çok kriter söz konusu olduğunda, genellikle bunların arasında bir çatışma durumu vardır. Eğer kriterlerin ya da amaçların bir tanesinin tamamen tatmin edilmesi, bir diğerinin veya diğerlerinin tamamen tatmin edilmesi olanağını zayıflatıyor veya engelliyorsa söz konusu kriterlerin ya da amaçların çatıştığı söylenir. Başka bir ifadeyle, eğer kriterlerin bir tanesinin tatminindeki bir artış, bir diğerinin tatmininde bir azalışa yol açıyorsa kriterler arasında bir çatışma söz konusudur.

- MCDM problemleri aynı ölçü ile ölçülemeyen birimler içerirler. Her amaç veya nitelik farklı bir ölçü birimine sahiptir.

- MCDM problemleri bir seçim ya da tasarım problemidir. Bir MCDM problemi ya sonsuz sayıda önceden bilinmeyen alternatiflerden en iyisini tasarlamak ya da önceden belirlenmiş, sınırlı bir alternatif kümesi içerisinde en iyisini seçmek yolu ile çözüme ulaştırılır. Bu yapılırken tüm kriterler ya da boyutlar değerlendirilir.

3.1.3 MCDM Problemlerinin Unsurları

Bir MCDM probleminin açıklanması ve çözümünde şu unsurlar açıkça belirlenir:

- Karar Verme Birimi veya Karar Vericinin kim ya da kimler olacağı

- Bir amaçlar ya da kriterler kümesi, amaçlar (kriterler)-nitelikler arasındaki ilişkiler ve bunların hiyerarşik bir gösterimi

- Uygun Alternatifler Kümesi,

X : x karar değişkeninin N -boyutlu vektörlerinden oluşan örtük küme veya

A : $\{a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_m\}$ açık - belirgin alternatifler (aksiyomlar) kümesi

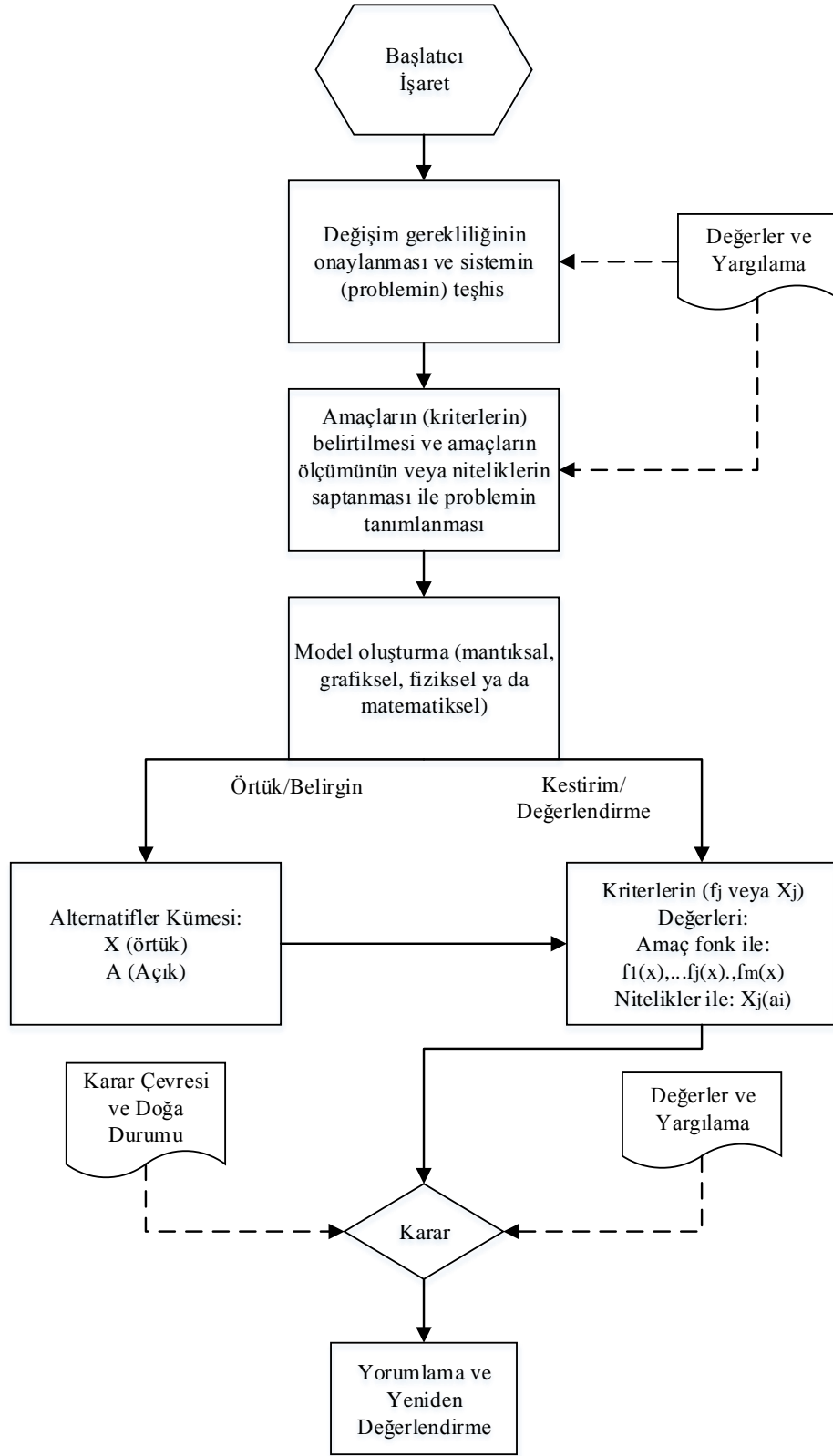
- Değerlendirme için uygun amaç fonksiyonları veya nitelikler kümesi,

F_j : f_1, f_2, \dots, f_n

X_j : X_1, X_2, \dots, X_n

- Veri bir alternatif x için her bir kriterin değerleri,

$f_1(x), f_2(x), \dots, f_n(x)$ veya



Şekil 3.4: Çok kriterli karar verme süreci aşamaları

-Veri bir alternatif a_i için her bir kriterin değerleri (çıktılar veya sonuçlar);

$$X_j(a_i) = x_{ij}$$

- Alternatifler kümesinin tanımı, karar değişkenlerinin ve niteliklerin türü, bunların ölçüm düzeyleri/ölçekleri, problemin doğal durumu, nedensel ve araç-amaç ilişkilerinin türü.

- Karar kuralının ne olacağı veya karar vericinin tercih yargılarının modellenmesi için ihtiyaç duyulan bilgisinin türü.

3.2 AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci)

AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci), 1968’de Myers ve Alpert ikilisi tarafından ortaya atılmıştır. 1977’de Saaty tarafından bir model olarak geliştirilmiştir ve karar verme problemlerinin çözümünde kullanılmaya başlanmıştır. AHP, karar hiyerarşisinin tanımlanabildiği durumlarda kullanılır ve kararı etkileyen faktörler açısından karar noktalarının yüzde dağılımlarını veren bir karar verme ve tahminleme yöntemidir. AHP bir karar hiyerarşisi üzerinde önceden tanımlanmış bir karşılaştırma ölçeği kullanır. Birebir karşılaştırmalara dayanmaktadır. Sonuçta önem farklılıkları, karar noktaları üzerinde yüzde dağılımlarına dönüşmektedir. Bir karar verme probleminin AHP ile çözümlenebilmesi için gereken aşamalar şöyledir:

1. Karar verme problemi tanımlanır: Karar verme probleminin tanımlanması, iki aşamadan oluşturulur: Birinci aşamada karar noktaları saptanır. İkinci aşamada ise karar noktalarını etkileyen faktörler saptanır. Bu çalışmada karar noktalarının sayısı m , karar noktalarını etkileyen faktör sayısı ise “ n ” ile sembolize edilmiştir.

2. Faktörler Arası Karşılaştırma Matrisi Oluşturulur: Faktörler arası karşılaştırma matrisi, $n \times n$ boyutlu bir kare matristir.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Karşılaştırma matrisinin köşegeni üzerindeki bileşenler yani $i = j$ olduğunda, 1 değerini alır. Çünkü bu durumda ilgili faktör kendisi ile karşılaştırılmaktadır. Faktörlerin karşılaştırılması, birbirlerine göre sahip oldukları önem değerlerine göre birebir ve karşılıklı yapılır. Faktörlerin birebir karşılaştırılmasında önem ölçeği kullanılır. Kullanılan önem ölçeği Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1: Önem ölçeği

| Önem Değerleri | Değer Tanımları |
|----------------|---|
| 1 | Her iki faktör eşit öneme sahip |
| 3 | 1. faktör 2. Faktörden daha önemli |
| 5 | 1. faktör 2. Faktörden çok önemli |
| 7 | 1. faktör 2. Faktöre nazaran çok güçlü derecede önemli |
| 9 | 1. faktör 2. Faktöre nazaran mutlak üstün derecede önemli |
| 2,4,6,8 | Ara değerler |

Karşılaştırmalar, karşılaştırma matrisinin tüm değerleri 1 olan köşegeninin üstünde kalan değerler için yapılır. Köşegenin altında kalan bileşenler için ise şu formülü kullanmak yeterli olacaktır:

$$a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}}$$

3. Faktörlerin Yüzde Önem Dağılımları Belirlenir: Karşılaştırma matrisi, faktörlerin birbirlerine göre önem seviyelerini belirli bir mantık içerisinde gösterir. Ancak bu faktörlerin bütün içerisindeki ağırlıklarını, diğer bir deyişle yüzde önem dağılımlarını belirlemek için, karşılaştırma matrisini oluşturan sütun vektörlerinden yararlanılır. “n” adet ve “n” bileşenli B sütun vektörü oluşturulur.

$$B_i = \begin{bmatrix} b_{11} \\ b_{21} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ b_{n1} \end{bmatrix}$$

B sütun vektörlerinin hesaplanmasında şu formülden yararlanılır:

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}$$

Faktör sayısı kadar B sütun vektörü elde edilecektir. n adet B sütun vektörü, bir matris formatında bir araya getirildiğinde ise C matrisi oluşturulacaktır.

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ c_{n1} & c_{n2} & \dots & c_{nn} \end{bmatrix}$$

C matrisinden yararlanarak faktörlerin birbirlerine göre önem değerlerini gösteren yüzde önem dağılımları elde edilebilir. Bunun için C matrisini oluşturan satır bileşenlerinin aritmetik ortalaması alınır ve Öncelik Vektörü olarak adlandırılan W sütun vektörü elde edilir.

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n}$$

W vektörü şöyledir:

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix}$$

4. Faktör Kıyaslamalarındaki Tutarlılık Ölçülür: AHP kendi içinde tutarlı bir sistematığe sahip olsa da sonuçların gerçekliği doğal olarak karar vericinin faktörler arasında yaptığı birebir karşılaştırmadaki tutarlılığa bağlı olacaktır. AHP bu karşılaştırmalardaki tutarlılığın ölçülebilmesi için bir süreç önermektedir. Sonuçta elde edilen Tutarlılık Oranı (CR) ile, bulunan öncelik

vektörünün ve dolayısıyla faktörler arasında yapılan birebir karşılaştırmaların tutarlılığın test edilebilmesi imkanını sağlamaktadır. AHP, CR hesaplamasının özünü, faktör sayısı ile Temel Değer adı verilen (λ) bir kat sayının karşılaştırılmasına dayandırmaktadır. λ 'nın hesaplanması için öncelikle A karşılaştırma matrisi ile W öncelik vektörünün matris çarpımından D sütun vektörü elde edilir.

$$D = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix}$$

Bulunan D sütun vektörü ile W sütun vektörünün karşılıklı elemanlarının bölümünden her bir değerlendirme faktörüne ilişkin temel değer (E) elde edilir. Bu değerlerin aritmetik ortalaması ise karşılaştırmaya ilişkin temel değeri (λ) verir.

$$E_i = \frac{d_i}{w_i}, i = 1, 2, \dots, n$$

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n}$$

λ hesaplandıktan sonra Tutarlılık Göstergesi (CI) hesaplanabilir.

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

Son aşamada ise CI, Rassal Gösterge (RI) olarak adlandırılan standart düzeltme değerine bölünerek CR elde edilir. Faktör sayısına karşılık gelen değer seçilir. Faktör sayısına göre RI değerleri Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.2: RI değerleri

| N | RI | N | RI |
|---|------|----|------|
| 1 | 0 | 7 | 1,35 |
| 2 | 0 | 8 | 1,41 |
| 3 | 0,58 | 9 | 1,45 |
| 4 | 0,90 | 10 | 1,49 |
| 5 | 1,12 | 11 | 1,51 |
| 6 | 1,24 | 12 | 1,48 |

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

Hesaplanan CR değerinin 0.10'dan küçük olması karar vericinin yaptığı karşılaştırmaların tutarlı olduğunu gösterir. CR değerinin 0.10'dan büyük olması ya AHP' deki bir hesaplama hatasını ya da karar vericinin karşılaştırmalarındaki tutarsızlığını gösterir.

5. Her Bir Faktör İçin m Karar Noktasındaki Yüzde Önem Dağılımları Bulunur: Her bir faktör açısından karar noktalarının yüzde önem dağılımları belirlenir. Diğer bir deyişle birebir karşılaştırmalar ve matris işlemleri faktör sayısı kadar (n kez) tekrarlanır. Ancak bu kez her bir faktör için karar noktalarında kullanılacak G karşılaştırma matrislerinin boyutu mxm olacaktır. Her bir karşılaştırma işleminden sonra mx1 boyutlu ve değerlendirilen faktörün karar noktalarına göre yüzde dağılımlarını gösteren S sütun vektörleri elde edilir.

$$S_i = \begin{bmatrix} S_{11} \\ S_{21} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ S_{m1} \end{bmatrix}$$

6. Karar Noktalarındaki Sonuç Dağılımının Bulunması: n tane mx1 boyutlu S sütun vektöründen meydana gelen ve mxn boyutlu K karar matrisi oluşturulur.

$$K = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ s_{m1} & s_{m2} & \dots & s_{mn} \end{bmatrix}$$

Sonuçta karar matrisi W sütun vektörü (öncelik vektörü) ile çarpıldığında m elemanlı L sütun vektörü elde edilir. L sütun vektörü karar noktalarının yüzde dağılımını verir. Diğer bir deyişle vektörün elemanlarının toplamı 1'dir. Bu dağılım aynı zamanda karar noktalarının önem sırasını da gösterir.

$$L = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ s_{m1} & s_{m2} & \dots & s_{mn} \end{bmatrix} \begin{matrix} \\ \\ \\ \\ \\ \end{matrix} \begin{matrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{matrix} = \begin{bmatrix} l_{11} \\ l_{21} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ l_{m1} \end{bmatrix}$$

3.3 FAHP (Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci)

AHP verilen çoklu kriterlerden birinin seçimi ve karar alternatiflerinin değerlendirilmesi için niceliksel bir metottur. AHP, karar vericinin alternatifleriyle her bir kriterin nasıl bulunduğu temel alan her bir karar alternatifi aşamasına sayısal bir skor geliştiren bir süreçtir. 1970'lerde Thomas L. Saaty tarafından geliştirilmiştir. Ondan sonra yaygın olarak çalışılmış ve düzeltilmiştir. AHP sezgisel olarak verilen kriterlere karşı çoklu kriter ya da çoklu seçeneklerin ilişkili ağırlıklarını değerlendirmek için kullanıcıya izin verir. Niceliksel değerlendirmeler kullanılabilir olmadığı durumlarda, politika belirleyiciler ya da değer biçenler bir kriterin diğerinden daha önemli olduğunu belirleyebilir. Bundan dolayı, ikili karşılaştırmalar kullanıcının ilgisini çeker. Saaty her bir kriterin göreceli önceliğini sunan bir grup sayının içindeki ikili karşılaştırmalar gibi sürekli bir dönüştürme tespit etmiştir.

Bazı araştırmacılar ve yazarlar Saaty'nin AHP'sini değiştirmiştir, belirsizliği kontrol etmek ve formülleştirmek için bulanıklaştırmıştır. Buckley (1985) karşılaştırma oranları için ikizkenar yamuk üyelik fonksiyonu düşünmüştür. Chang (1996) üçgensel durum için yeni bir yaklaşım geliştirmiştir. Gerçekte onlar karşılaştırma oranlarında bulanık sayıların şeklinde tanımlanan belirsizliğe sahip olduklarına ve bulanık şekilde ağırlıkları elde etmenin, faktörlerin son öneminin daha iyi anlaşılmasında karar vericilere yardımcı olduğuna inanmışlardır. Chang'ın bulanık AHP hakkında olan genişletilmiş analiz metodu bu çalışmada kullanılmıştır.

$$\text{Hedef kümesi} = U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$$

$$\text{Amaç kümesi} = X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$$

$$\text{Genişletilmiş analiz değerleri} = (M^1_{gi}, M^2_{gi}, \dots, M^m_{gi})$$

$$l, m, u \text{ parametreleri ile üçgensel bulanık sayılar} = M^j_{gi} (j= 1, 2, \dots, m)$$

Chang'ın genişletilmiş analizinin basamakları:

1. i. amaca göre bulanık sentetik büyüklüğün değeri şöyle tanımlanmıştır:

$$S_i = \sum_{j=1}^m M^j_{gi} \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M^j_{gi} \right]^{-1} \quad (1)$$

$\sum_{j=1}^m M^j_{gi}$ 'yi elde etmek için, m büyüklük analiz değeri için uygulanan bulanık

ek işlem şöyledir:

$$\sum_{j=1}^m M^j_{gi} = \left(\sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right) \quad (2)$$

$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M^j_{gi} \right]^{-1}$ 'yi elde etmek için, $M^j_{gi} (j= 1, 2, \dots, m)$ değerleri için

uygulanan bulanık ek işlem şöyledir:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=i}^m M_{gi}^j = \left(\sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i \right) \quad (3)$$

Üçüncü denklemde hesaplanan vektörün tersi şöyledir:

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) \quad (4)$$

2. M_1 and M_2 üçgensel bulanık sayılarının olasılık derecesi şöyle tanımlanmıştır:

$$V(\tilde{M}_2 \geq \tilde{M}_1) = \sup_{y \geq x} [\min(\mu_{\tilde{M}_1}(x), \mu_{\tilde{M}_2}(y))] \quad (5)$$

Denklem eşdeğer olarak şöyle tanımlanabilir:

M_1 ve M_2 arasındaki en yüksek kesişme noktası D'nin ordinatı d

$$V(\tilde{M}_2 \geq \tilde{M}_1) = hgt(\tilde{M}_1 \cap \tilde{M}_2) = \mu_{M_2}(d) \quad (6)$$

3. Bir konveks bulanık sayının k konveks bulanık sayısından M_i ($i=1, 2, \dots, k$) daha büyük olduğu olasılık derecesi şöyle tanımlanır:

$$\begin{aligned} V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) &= V[(M \geq M_1) \text{ ve } (M \geq M_2) \text{ ve } \dots (M \geq M_k)] \\ &= \min V(M \geq M_i) \\ & i = 1, 2, 3, \dots, k \\ & \forall k = 1, 2, 3, \dots, k \\ & k \neq i \end{aligned} \quad (7)$$

$d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k) \quad k=1, 2, \dots, n$ için.

Ağırlık vektörü şöyle verilmiştir:

$$W^l = (d^l(A_1), d^l(A_2), \dots, d^l(A_n))^T \quad (8)$$

A_i ($i=1, 2, \dots, n$) n tane element vardır.

Normalleşmeye karşı normalleştirilmiş ağırlık vektörü şöyledir:

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n)) \quad (9)$$

W bulanık olmayan bir sayıdır. Bu öncelik ağırlığını bir alternatiften daha üstün olana verir.

3.4 AD (Aksiyomlarla Tasarım)

Aksiyomlar yaygın olarak kabul edilen temel kavramlardır. İlk tasarım aksiyomu bağımsızlık aksiyomudur. İkinci aksiyom ise bilgi aksiyomudur. Bu aksiyomlar şöyle belirtilmiştir (Suh 1990):

Aksiyom 1. Bağımsızlık Aksiyomu: Fonksiyonel ihtiyaçların bağımsızlığını devam ettirir.

Aksiyom 2. Bilgi aksiyomu: Bilgi içeriğini minimuma indirir.

Bağımsızlık aksiyomu, tasarım amaçlarını tanımlayan bağımsız ihtiyaçların minimum kümesi olarak tanımlanan fonksiyonel ihtiyaçların (FR) daima devam ettirilmek zorunda olduğunu belirtir. Bilgi aksiyomu, bağımsızlık aksiyomunu karşılayan tasarımların arasında olduğunu belirtir, en küçük bilgi içeriğine sahip olan tasarım en iyi tasarımdır. Bilgi, verilen fonksiyonel ihtiyaçları karşılayan olasılığın en basit şekli ile ilişkili olan bilgi içeriği I_i 'nin terimi olarak tanımlanır. Verilen bir FR_i için bilgi içeriği I_i şöyle tanımlanır:

$$I_i = \log_2 \left(\frac{1}{p_i} \right) \quad (10)$$

$$I_i = \log_2 \left(\frac{1}{A_{cr}} \right) \quad (11)$$

p_i fonksiyonel ihtiyaçların FR_i başarıma olasılığı ve 2 tabanında logaritmadır.

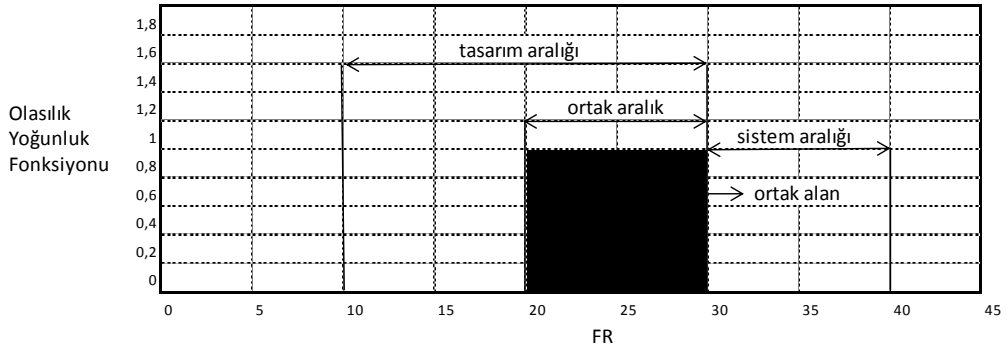
Herhangi bir tasarım durumunda, tolerans terimini (tasarım aralığı gibi) başarmak için tasarımcı tarafından ne istendiğini ve sistemin gönderim kabiliyetinin (sistem aralığı gibi) ne olduğunu, başarımın olasılığı verilir. Şekil 3.5'te görüldüğü gibi, tasarımcı – özelleştirilmiş 'tasarım aralığı' ve sistem kapasitesi 'sistem aralığı'

çakışması kabul edilebilir sonucun olduğu bölgelerdir. Bundan dolayı, tekdüze olasılık dağılım fonksiyonu p_i 'nin durumu şöyle yazılabilir:

$$p_i = \frac{\text{ortak aralık}}{\text{sistem aralığı}} \quad (11)$$

Bilgi içeriği aşağıdaki denkleme eşittir:

$$I_i = \log_2 \frac{\text{sistem aralığı}}{\text{ortak aralık}} \quad (12)$$

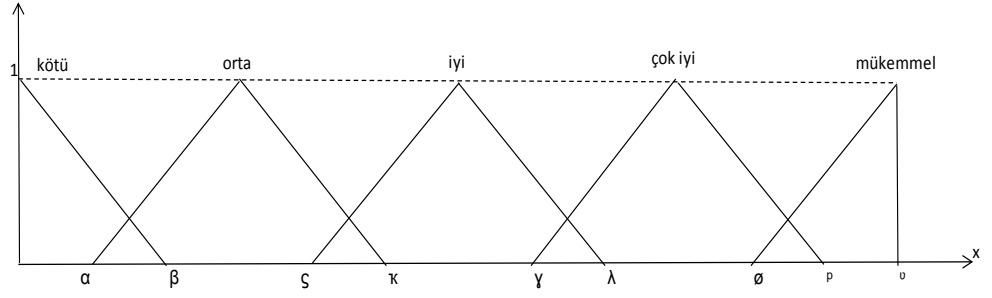


Şekil 3.5: Tasarım, sistem, ortak aralık ve FR'nin olasılık yoğunluk fonksiyonu (Kulak ve Kahraman 2005)

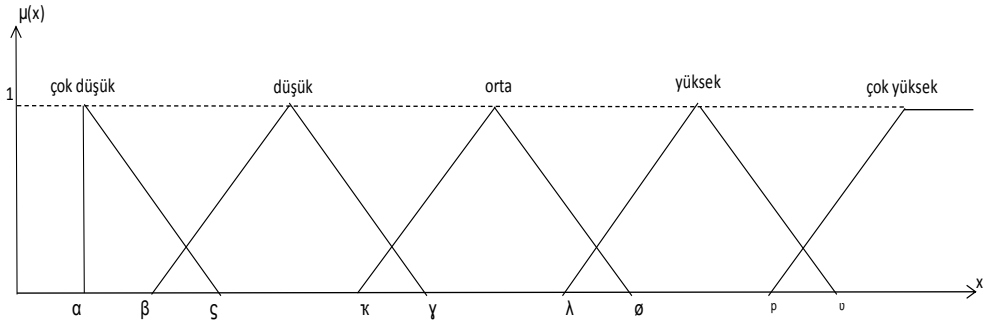
3.5 FAD (Bulanık Aksiyomlarla Tasarım)

Bulanık veri dilsel terimler, bulanık kümeler ya da bulanık sayılar olabilir. Bulanık veriler eğer dilsel terimler ise ilk olarak bulanık sayılara dönüştürülebilir. Daha sonra tüm bulanık sayılar (ya da bulanık kümeler) kesin skorlara atanır. Sayısal yaklaşım sistemleri dilsel terimleri ilişkili oldukları bulanık sayılara sistematik olarak dönüştürmek için önerilir. Sistem beş dönüşüm ölçütü içerir.

Soyut ve somut faktörler için sayısal yaklaşım sistemi Şekil 3.6 ve Şekil 3.7'de gösterilmiştir.



Şekil 3.6: Soyut faktörler için sayısal yaklaşım sistemi

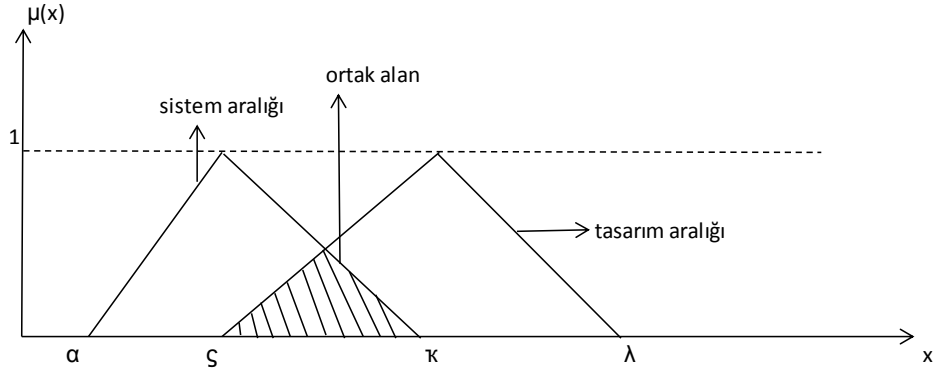


Şekil 3.7: Somut faktörler için sayısal yaklaşım sistemi

Bulanık durumda, sistem ve tasarım aralıkları hakkında yetersiz bilgi vardır. Kesin bir kriter için sistem ve tasarım aralığı ‘bir sayının üstünde’, ‘bir sayının civarında’ ya da ‘iki sayı arasında’ olarak tanımlanabilir. Üçgensel ya da ikizkenar yamuk şeklinde bulanık sayılar bu tür ifadeler olarak sunulur. Kesin durumda olasılık yoğunluk fonksiyonuna sahipken üçgensel ya da ikizkenar yamuk şeklinde bulanık sayıların üyelik fonksiyonuna da sahip olunur. Böylece, ortak alan üçgensel ya da ikizkenar yamuk şeklinde bulanık sayıların kesişim alanıdır. Bu yüzden, bilgi içeriği aşağıdaki denkleme eşittir:

$$I = \log_2 \left(\frac{\text{SistemAralığı}}{\text{OrtakAlan}} \right) \quad (13)$$

Sistem ve tasarım aralıklarının ortak alanı Şekil 3.8’de gösterilmiştir.



Şekil 3.8: Sistem-tasarım aralıklarının ortak alanı (Kulak ve Kahraman 2005)

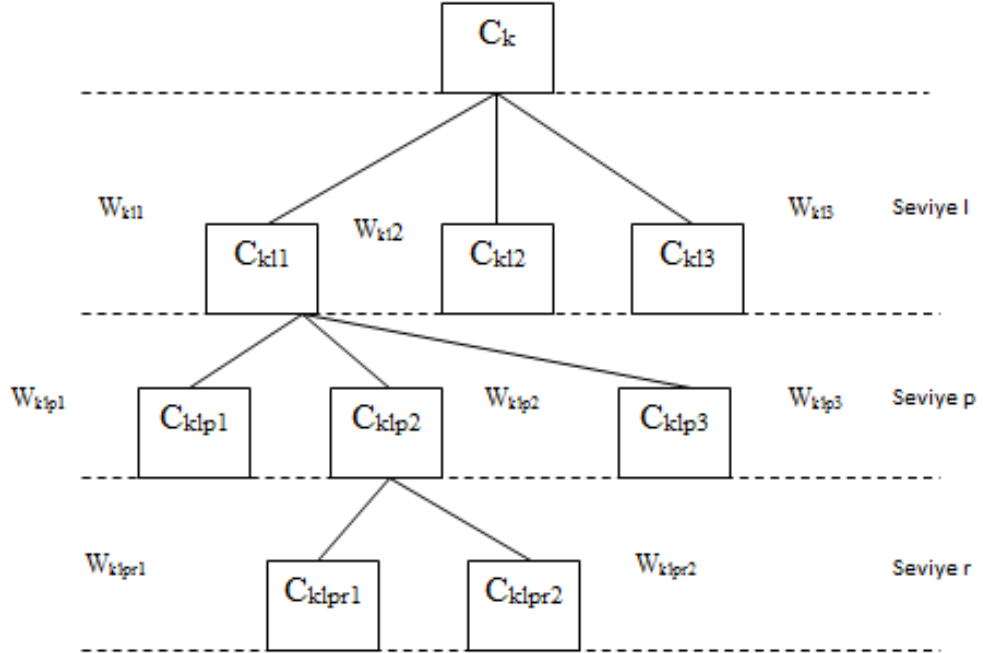
3.6 HFAD (Hiyerarşik Bulanık Aksiyomlarla Tasarım)

Gerçek dünyadaki karar problemlerinde, tüm kriterler problemin amacında aynı etkiye sahip değildir. Bazıları diğerlerinden daha önemli olabilir. Bu sebepten dolayı, bu önem probleme entegre edilmelidir. FAD’de kullanılan formül değiştirilmelidir ve kriterlerin önemi formüle eklenmelidir. Bu yeni yaklaşım Ağırlıklandırılmış Bulanık Aksiyomlarla Tasarım Yaklaşımı olarak adlandırılır (WFAD) (Kulak & Kahraman, 2005). WFAD yaklaşımı için formül 16. denklemden verilmiştir.

$$I_{ij} = \begin{cases} \left[\log_2 \left(\frac{1}{P_{ij}} \right) \right]^{\frac{1}{w_j}} & 0 \leq I_{ij} < 1 \\ \left[\log_2 \left(\frac{1}{P_{ij}} \right) \right]^{w_j} & I_{ij} > 1 \\ w_j, & I_{ij} = 1 \end{cases} \quad (14)$$

w_j karar elementinin ağırlığıdır. Karar elementlerinin ağırlıkları AHP, TOPSIS gibi farklı MCDM yaklaşımlarına karşı karar verici tarafından elde edilebilir. Bununla birlikte, WFAD yaklaşımı hiyerarşik karar verme problemlerinin üstesinden gelemeyebilir. Kahraman ve Cebi (2009), hiyerarşik yapı içeren karar verme problemlerini çözmek için Kulak ve Kahraman (2005) tarafından geliştirilen FAD

metodunu genişletmişlerdir. FAD ve WFAD'ye benzer olarak HFAD yaklaşımı hem kesin hem bulanık sayılarla uğraşır. Bir karar probleminin yapısı Şekil 3.9'da gösterilmiştir.



Şekil 3.9: Karar probleminin yapısı (Kahraman, Cebi 2009)

Ağırlıkları göz önünde bulundurmak için, bilgi içerikleri şöyle hesaplanmalıdır:

$$I_{klpr} = \sum_{i=1}^n w_{klpri} I_{klpri}, \quad (15)$$

$$I_{klp} = \sum_{i=1}^m w_{klpi} I_{klpi}, \quad (16)$$

$$I_{kl} = \sum_{i=1}^t w_{kli} I_{kli}, \quad (17)$$

$$I_k = \sum_{i=1}^z w_{ki} I_{ki}, \quad (18)$$

$$I = \sum_{i=1}^w w_i I_i, \quad (19)$$

w_{klpri} , C_{klpri} kriterinin ağırlığıdır (Kahraman & Cebi, 2009).

3.7 Risk Faktörleri İle Genişletilmiş HFAD

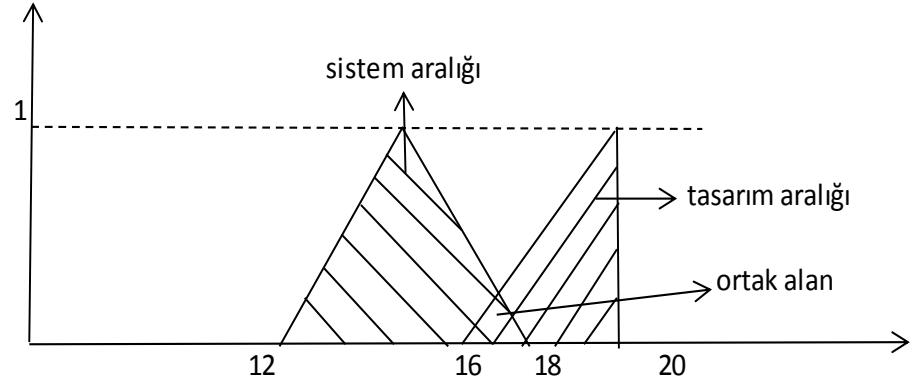
Yazılım seçim süreci bazı riskler içerebilir ve yazılım seçiminde bu risklerin düşünülmesi gereklidir. Risk olasılık ve ters etkinin önemi olarak tanımlanabilir (Ravindran ve diğ. 2012). Risk faktörleri gelecekte olabilecek istenmeyen potansiyel durumları gösterir. Bu yüzden, karar verme sürecinde bu riskleri düşünmek için, HFAD yazılım seçim sürecinde risk faktörlerini içermek için geliştirilmiştir. Son yıllarda risk faktörleri literatürde kullanılmıştır. Bulanık Genişletilmiş AHP maliyet, kalite, hizmet performansı gibi farklı karar kriterlerini çözmek için kullanılmıştır (Chan ve Kumar 2007). AHP kullanılan gerçek dünya tedarikçi seçim probleminde kullanılmıştır (Levary 2008). Risk faktörlerini göz önüne alarak tedarikçi seçimi için bir bulanık çok amaçlı program modeli sunulmuştur (Wu ve diğ. 2010). Ürün kalitesi, hizmet riski, tedarikçi profile riski gibi farklı risk türleri göz önüne alınmıştır (Xiao ve diğ. 2012).

Tüm bu çalışmalarda, risk faktörleri problemin hiyerarşisine entegre edilmiştir. Bu çalışmalardan farklı olarak metodolojinin yapısına risk faktörleri entegre edilmiştir ve yeni bir yaklaşım sunulmuştur. Bu yeni yaklaşım risk faktörleri ile genişletilmiş hiyerarşik bulanık aksiyomlarla tasarım olarak adlandırılmıştır. Amacı, ortak alanı azaltmaktır. Ortak alan azaltılırsa, bilgi içeriği de azaltılmış olur. Azalan bilgi içeriğinin anlamı, AD yaklaşımı tüm süreçte en iyi alternatif olarak minimum bilgi içeriğine sahip alternatifi seçime zorladığı için bu alternatif seçilmek için potansiyele sahiptir.

r bir kriterin risk faktörü olsun, böylece risk faktörleri düşünülerek bilgi içeriği şöyle hesaplanır:

$$I^m = \log_2 \left(\frac{\text{sistem aralığı}}{\text{ortak aralık} (1 - r)} \right) \quad (20)$$

Şekil 3.10'da verilen örneği düşünelim. Örnek bir kriterin tasarım, sistem ve ortak aralıklarını gösterir. Tüm aralıklar üçgensel bulanık sayılardır.

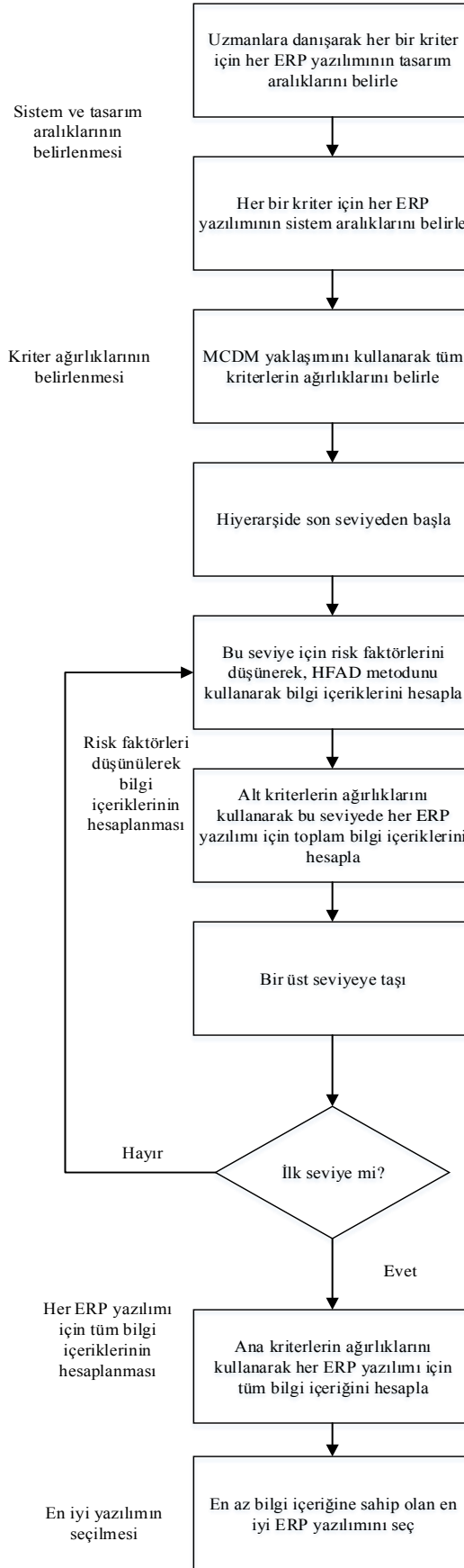


Şekil 3.10: Bir kriter için sistem, tasarım ve ortak aralıklar

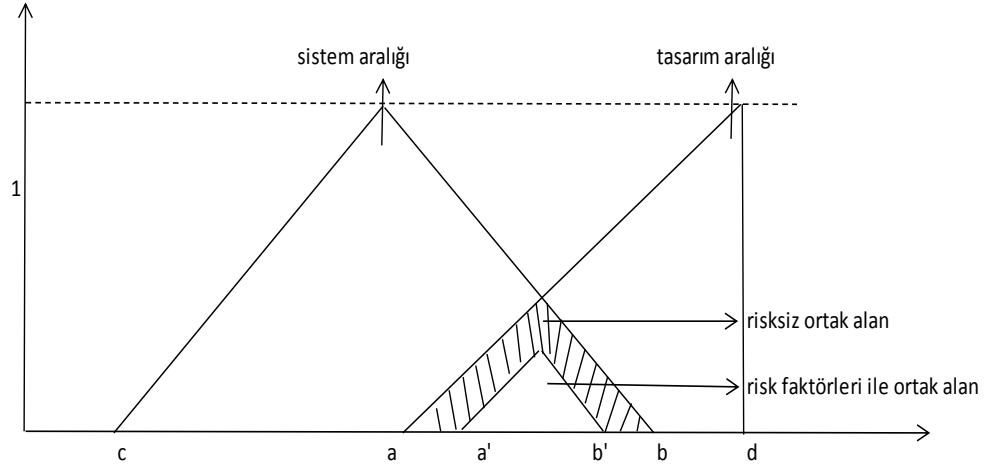
Risk faktörleri 0 ve 1 arasında tanımlanır. Değeri 0 olan risk faktörü hiç risk olmadığını gösterir. Değeri 1 ise risk çok yüksektir.

Artan risk faktörleri ile bilgi içeriği artar. Riskin 1 olduğu durumlarda (en riskli durum), bilgi içeriği hesaplanamaz. Bu seçilmek için iyi bir alternatifin olmaması demektir. Artan risk faktörleri ile ortak alanlar da azalır, bu sistem ve tasarım aralığı arasında kesişim alanının azalması demektir. Beklenen risk faktörü 0 olduğunda, bilgi içeriğinin en düşük değeri almasıdır.

Risk faktörleri düşünülerek genişletilmiş HFAD akış şeması Şekil 3.11'de verilmiştir. Bir kriter için riskin ortak alan üzerine etkisi Şekil 3.12'de gösterilmiştir.



Şekil 3.11: Risk faktörleri düşünülerek HFAD'nin akış şeması



Şekil 3.12: Bir kriter için riskin ortak alan üzerine etkisi

4. LİTERATÜR

Bilgi sistemleri neredeyse her büyüklükteki işletmeyi kapsayan bütünleyici bir parçadır. İşlerin hemen hemen her fonksiyonu işletmenin hem kısa süreli hem de uzun süreli operasyonlarını içeren bazı bilgi sistemleri türleri tarafından desteklenir. Bu sistemler günden güne daha önemli hale gelir ve firmanın başarısını geliştirmeye yardımcı olduğu için stratejik bir öneme sahiptir. (Zeng ve diğ. 2003).

Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) Sistemleri, firmalar tarafından kullanılan en karışık bilgi sistemlerindedir. Bu sistemlerin tedarikçilerden başlayıp müşterilerle sonlanan işin her fonksiyonunu birleştirdiği varsayılır. (Chen 2001).

Pazar rekabetinden dolayı firmalar toplam maliyeti azaltmak, yatırım karlılığını en yüksek düzeye getirmek, tedarik sürelerini kısaltmak, müşteri ihtiyaçlarına daha duyarlı hale gelmek için alternatif iş çevrelerine yönelirler. Kurumsal Kaynak Planlama Sistemi, verimsiz iş süreci için bir çözüm olarak düşünülebilir. Organizasyonlar; firmanın finansal amaçlarını başarmak, firmanın operasyonel süreçlerini yönetmek, kolaylaştırmak, daha iyi tahminleme yapmak ya da veri kopyalamayı azaltarak geliştirilmiş bilgi yönetiminin faydalarını elde etmek gibi karmaşık ve birbiriyle ilişkili iş sıkıntılılarıyla baş etmek için bu sistemleri satın almayı düşünürler (Gurbuz ve Alptekin 2012). ERP yazılımı, iş süreçlerini bütünleştirir, otomatikleştirir ve farklı iş fonksiyonlarının bilgi paylaşımına izin verir. ERP seçimi önemli bir karar verme problemidir ve doğrudan performansı etkiler.

ERP, bir firmanın tüm bilgi akışının (finans, muhasebe, insan kaynakları, tedarik zinciri, müşteri bilgisi) kusursuzca entegrasyonunu vaat eden ticari bir yazılımdan oluşur (Davenport 1998). ERP sistemleri bilgiyi entegre eden ayarlanabilir bilgi sistemleri paketleridir (Kumar ve Van Hilsgersberg 2000).

Piyasada çok fazla ERP alternatifi vardır. Firma için en uygun olan ERP sisteminin seçimi verimlilik artışı, zamanında teslim, daha az hazırlık zamanı, satın alma maliyetlerinin azalması gibi pozitif sonuçlar sağlar. ERP sisteminin uygulanması maliyetli ve zaman alıcı olabilir. Firmalar ayrıntılı ERP yazılım sistemlerini kurmak için sayısız saat ve milyonlarca dolar harcarlar. Bununla birlikte, başarılı bir ERP projesinin faydaları zahmete değerlidir.

ERP yazılım seçimi problemlerinde firmanın ihtiyaçlarını karşılayan doğru yazılımı seçmek çok önemlidir. ERP sistemlerinin birçok fonksiyonu vardır. Firmalar bu fonksiyonların içinden kendileri için öncelikli olarak önemli olanları belirlerler.

Önerilen ERP yazılım paketleri tüm sektörlerde her bir süreç için tüm iş modelini sağlayamayabilir. Firmalar müşterilerin ihtiyaçlarına cevap veren esnek bir ERP sistemi seçmelidir. ERP uygulama hatalarının temel nedeni uygun olmayan sistem seçimi olarak belirtilmiştir. Uygun olmayan bir sistem seçim süreci sadece uygulamayı değil, firmanın performansını da önemli ölçüde etkileyebilir (Gurbuz ve Alptekin 2012). Organizasyonları ERP uygulamalarında büyük yatırımlar yapmaya motive eden potansiyel faydaların başarılı olmadığı bir grup örnek vardır (Davenport 1998). ERP'nin benimsenmesi; bilgi teknolojileri değişiminin önemli ölçüde performansı, kaliteyi, maliyeti, esnekliği ve hızlı yanıt vermeyi artırmasıyla birlikte uygun iş süreci değişikliklerinin başlangıcını içerir (Motwani, Mirehandi, Madan ve Gunasekaran 2002). Verilen dikkate değer finansal yatırımlar, potansiyel riskler ve faydalar, organizasyonel işin nasıl şekilleneceğinin bir kararı olduğu için uygun bir ERP sistemi seçiminin öneminin üzerinde önemle durulmayabilir. ERP sistemlerinin değerlendirilmesi için AHP ve nominal grup tekniği temelli bir metodoloji sunulmuştur (Teltumbde 2000). Bir kuruluşun strateji ve amaçlarının desteklenmesi için, ERP sisteminin amaçlarını sistematik olarak inşa etmek için, uygun özellikleri tanımlamak için, bir grup karar sürecini kolaylaştırmak için, sürekli değerlendirme standartlarını düzenlemek için AHP kullanılır (Wei, Chien ve Wang 2005). ERP uzman seçimi problemi için AHP, bulanık AHP ve ANP kullanılmıştır (Vayvay ve Ozcan 2012). ERP seçim problemi için, bir karışık çok kriterli karar verme metodolojisi uygulanmıştır (Gurbuz ve Alptekin 2012).

Değerlendirme sürecinde birden fazla performans ölçümünü içeren yaklaşımlar çok kriterli ya da çok nitelikli karar metodları olarak adlandırılmıştır (Kulak 2005). Çok nitelikli karar verme (MADM), uyuşmayan birçok potansiyel nitelik tarafından nitelendirilen uygun alternatif yollarının sınırlı bir kümesiyle ilgili karar vericiye karar tercihi yaptıran bir metodolojidir (Chang, Wu, Lin ve Lin 2007). Bu metodlar arasında en popüler olanlar: Skor modelleri, AHP, ANP, TOPSIS'dir. Son yıllarda, AD (Aksiyomlarla Tasarım) prensipleri temelli çok kriterli karar verme problemlerinin çözümünde hedeflenen yeni çalışmalar sunulmuştur.

Aksiyomlar doğru olduğunu kanıtlayamayan fakat karşıt örnekleri de olmayan apaçık gerçek olan genel prensiplerdir. Aksiyomlarla tasarım, mantıksal ve rasyonel

düşünce süreci ve araçları temelli olarak teorik bir temel ile tasarımcı sağlayarak tasarım aktivitelerini geliştirmek için bilimsel bir temelle Suh tarafından sunulmuştur (Suh 1990). AD tasarım uzayı boyunca rastgele araştırma sürecini minimum yapmak için tasarım uzayı boyunca sistematik bir araştırma süreci sağlar ve birçok alternatif arasından en iyi tasarım çözümünü belirler (Suh 2001). Bağımsızlık aksiyomu ve bilgi aksiyomu olarak iki çeşit aksiyom vardır. Bağımsızlık aksiyomu, tasarım amaçlarının tanımlanmasında bağımsız ihtiyaçların en küçük kümesi olarak tanımlanan fonksiyonel ihtiyaçların (FR) her zaman devam etmesi gerektiğini belirler (Kulak, Durmuşoğlu ve Tüfekçi 2005). Bilgi aksiyomu bağımsızlık aksiyomunu karşılayan tasarımlar arasında en az bilgi içeriğine sahip tasarımın en iyi tasarım olduğunu belirtir. Bu, çok seçeneğin olduğu karar vermede bir temel sağlar.

AD metodolojisi çeşitli alanlarda uygulanabilir. Başarılı olduğu bazı alanlar; ürün tasarımı, sistem tasarımı, üretim sistemleri tasarımı, yazılım tasarımı, karar verme, süreç tasarımı, ulaşım, tedarik zincir yönetimi, inşaat mühendisliği problemleri, çevresel problemler, liman tasarım problemleri gibi alanlardır. AD prensipleri ayrıca kalite sistem tasarımı ve genel sistem tasarımında da kullanılabilir.

Herhangi bir bilgisayar için gereken yazılımın güvenilirliğini ve kullanılabilirliğini artırmak için bir konsept model geliştirilmiştir (Kim, Suh ve Kim 1991). Rasyonel tasarımın belgelenmesi boyunca mühendislik CAD çevresini geliştirmek için aksiyomlarla tasarım temelli bir yazılım aracı geliştirilmiştir (Harutunian, Nordlund, Tate ve Suh 1996). Üretim hücrelerinin performansını artırmak için simülasyon metodu kullanılarak bilgi temelli bir sistem geliştirilmiştir (Chen, Chen ve Lin 2001). Aksiyomlarla tasarım prensiplerinin genişletilmesi temelli bir yaklaşım sunulmuştur (Huang 2002). Sunulan bulanık sayı ve bulanık küme işlemlerinin yaygın olarak kullanıldığı bulanık küme teorisi metodolojisi genişletilmiştir (Huang ve Jiang 2002). Periyodik mikro yapılar, element bileşimleri, kalıntı, geometri bilgisi ile birlikte saklı kısımlar gibi materyal bilgileri içeren model inşa etmek ve CAD grafik yazılımının fonksiyonunu uygulamak için bir modelleme sunulmuştur (Chen ve Feng 2004). Bileşen-Oryantasyon Aksiyomlarla Tasarım olarak adlandırılan aksiyomlarla tasarım teorisi temelli bir bileşen-oryantasyon yaklaşımı sunulmuştur (Togay, Dogru ve Tanik 2008).

Bazı problemler hiyerarşik bir yapıda sunulabilir. Genel olarak, bu problemler AHP ile çözülür. AHP hiyerarşik yapıyı kullanarak karmaşık bir problemin sezgisel anlaşımının temel bir biçimlendirmesidir (Kahraman ve Cebi 2009). Bir hiyerarşi en

az üç seviyeye sahiptir: En tepede problemin amacına odaklanma, ortada tanımlanan alternatiflerin çoklu kriterleri, aşağıda ise alternatiflerin hesaplanması. Bulanık AHP yaklaşımları araştırmacılar tarafından hiyerarşik bulanık problemleri çözmek için geliştirilmiştir. Ayrıca, her bir kriterin ağırlığını hesaplamak için bulanık analitik hiyerarşi süreci kullanılır ve sonra alternatiflerin bilgi içeriği FAD kullanılarak hesaplanır (Kahraman ve Cebi 2009). Bu metodun AHP'den farkı alternatifler için ikili karşılaştırmaların kullanılmamasıdır.

AD metodolojisi çok kriterli karar verme problemlerinde hem gerçek hem bulanık değerleri içeren kriterler konusunda tasarım alternatiflerini değerlendirebilen yollardan dolayı diğer yaklaşımlarla karşılaştırıldığında çok büyük bir fark görülür.

Bulanık mantık teorisi düşünme ya da muhakeme gibi insan bilişsel süreci ile birleşmiş belirsizlikleri ele geçirmek için matematiksel bir güç sağlar (Slowinski 1998). Hem kesin hem bulanık kriterleri içeren bir problem kesin ve bulanık AD yaklaşımları birleştirilerek çözülebilir. Bulanıklık, üye olmaktan üye olmamaya kesin bir geçiş olmayan kümelerle birleşebilen bir belirsizlik çeşididir. Bulanık küme teorisinin kullanımı birleşmiş sayılamayan bilgilere, tamamlanmamış bilgilere, elde edilemeyen bilgilere, karar modelinde kısmen göz ardı edilen gerçeklere izin verir. Bulanık küme teorisinin temel katkısı belirsiz bilgiyi sunma yeteneğidir. Bulanık MADM (Çok Nitelikli Karar Verme) metodları tercih edilen alternatiflerin değerlendirilmesinde zorluğa sahiptir çünkü tüm toplanan skorlar bulanık verilerdir. Karar verileri kesin olarak biliniyorsa karar analizinde bulanık bir yapı kullanmaya zorlanmamalıdır. Tüm karar verileri bilindiğinde kesin sayılarla çok nitelikli AD yaklaşımını önerilir. Sayılamayan ya da tamamlanmamış bilgiler olduğunda bulanık çok nitelikli AD yaklaşımı önerilir. Birkaç sayısal verinin olduğu, belirsiz ve kesin olmayan bilginin kullanılabilir olduğu en karmaşık sistemler için, bulanık düşünme, gözlemlenen girdi ve çıktı durumları arasında sistem davranışını anlamak için bir yol sağlar (Ross 1995). Kötü konumlanmış problemlerde sunulan doğal bulanıklığı ölçmek olarak adlandırılan bulanık küme teorisi sunulmuştur (Zadeh 1965, 1968). Bulanık ortamda dağıtım merkezi yerleşim problemini çözmek için yeni bir MCDM yaklaşımı sunulmuştur (Chen 2001). Bulanık ortamda karar verme problemleri için kullanılan yeni metodolojilerden biri olan bulanık aksiyomlarla tasarım (FAD) sunulmuştur (Kulak ve Kahraman 2005). Bulanık çok nitelikli aksiyomlarla tasarım yaklaşımı ve metodu hem belirlenen kriterler altında ulaşım firması seçimi için kullanılmıştır hem de gelişmiş üretim sistemlerinin karşılaştırılması için

geliştirilmiştir (Kulak ve Kahraman 2005). Biçim kriteri geliştirilmiştir (Kulak, Durmuşoğlu ve Kahraman 2005). Yenilenebilir enerji alternatifleri arasından çok nitelikli seçim için bulanık aksiyomlarla tasarım ve bulanık AHP karşılaştırılmıştır (Kahraman, Kaya ve Cebi 2009). Bulanık aksiyomlarla tasarım prensipleri kullanarak gemi yapımı tasarımı projesi uygulanmıştır (Cebi, Celik ve Kahraman 2010). İki bulanık bilgi aksiyomunun aralık türü kavramsal tasarım değerlendirmesi için kullanılmıştır (Akay, Kulak ve Henson 2011). Bulanık karar ağacından bulanıklık kurallarını çıkararak aksiyomlarla bulanık küme yaklaşımı uygulanmıştır (Liu, Feng ve Pedrycz 2013).

AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci) karar vermeye ilişkin neredeyse tüm uygulamalarda kullanılan birçok kriterli bir karar verme aracıdır (Vaidya ve Kumar 2006). AHP metodu 1970'lerde Thomas L. Saaty tarafından geliştirilmiştir. Analitik hiyerarşi süreci (AHP) hem derecelendirme hem de karşılaştırma metotlarını içerir. Rasyonellik, en iyi seçimi yapmak için karar alternatiflerini, paydaşları, çeşitli etkilerin kriterlerini içeren güvenilir bir hiyerarşik yapı ya da geri besleme ağını geliştirmeyi gerektirir. AHP'nin amacı her bir kriter için ulaşım alternatiflerinin önemini ifade eden vektör ağırlıklarını sağlamaktır. AHP dört aşamadan oluşur: 1) değerlendirme için kriterlerin ve alternatiflerin hiyerarşisini oluşturmak, 2) ikili karşılaştırmalarla karar vericinin değerlendirmelerini değerlendirmek, 3) kriter ve alternatifler için önceliklerin sağlanması için öz vektör metodunu kullanmak, 4) alternatifler için derecelendirme gruplarına ulaşmak için bileşik ölçümlerde kriterler tarafından alternatiflerin önceliklerinin sentezi (Kulak ve Kahraman 2005).

Bulanık küme teorisi geleneksel AHP ile birleştirildiği için bulanık AHP gerçek dünyanın MCDM (Çok Kriterli Karar Verme) problemlerini çözmek için uygun bir araç olmuştur. Bulanık AHP yaklaşımı karar verme sürecinin daha doğru tanımlanmasına izin verir. FAHP (Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci) prosedüründe muhakeme matrisindeki ikili karşılaştırmalar tasarımcının vurgulamasıyla değiştirilmiş bulanık sayılardır.

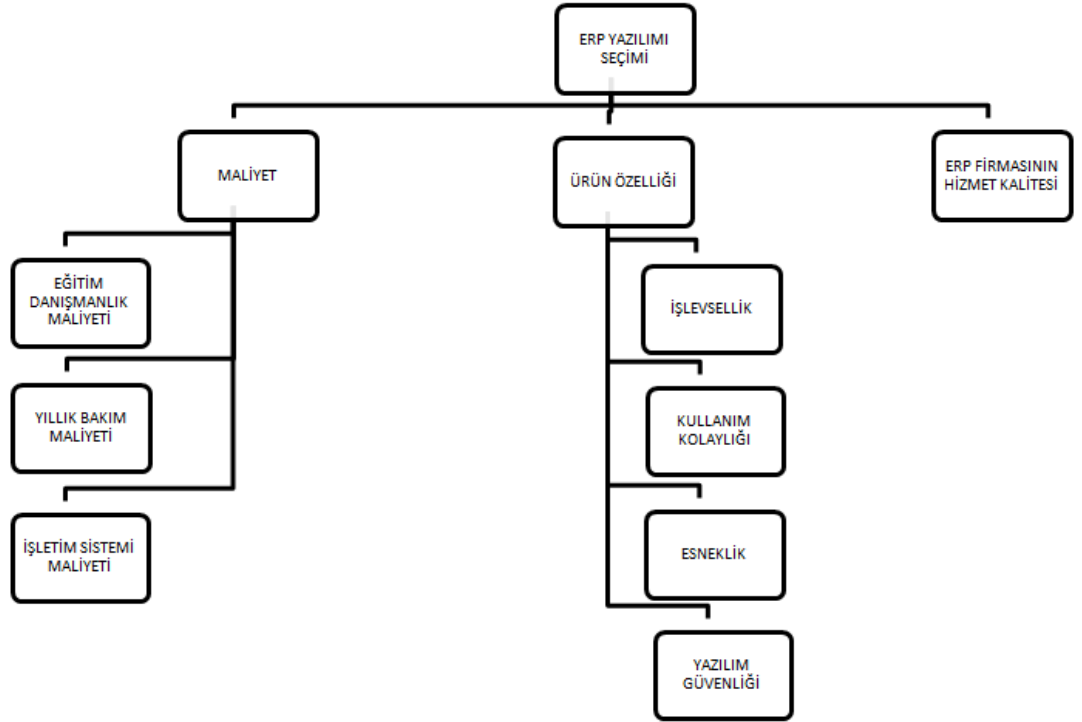
Bu çalışmada, firma için en uygun ERP yazılımının seçimi için farklı çok kriterli karar verme metotları kullanılmıştır. Kullanılan metotlar: AHP, FAHP, HFAD ve risk faktörü ile HFAD'dir. İlk olarak çok kriterli karar verme metotlarından biri olan AHP uygulanmıştır. Daha sonra bulanık AHP metodu uygulanmıştır. Bir diğer MCDM yöntemi olan HFAD metodunu uyguladığımızda bize farklı bir seçeneğin seçilmesi gerektiğini sunmuştur ve önceki metotlardan elde

edilen sonuca göre sececeğimiz yazılımın bu metoda göre seçilemeyeceğini görmekteyiz. HFAD metodunu kullanmanın AHP'ye göre üstünlüğüne bakılacak olursa HFAD metodu hem net hem de bulanık sayılar kullanılarak uygulama yapılmasına imkan sağlar. Bu metotlar uygulanarak literatürde yapılan birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmanın özgünlüğü ise son olarak uygulanan risk faktörlerinin değerlendirmeye eklenmesidir. HFAD metodu uygulanırken risk faktörlerini göz önünde bulundurulduğunda bu durumun sonucu etkilediği ve yapılması gereken seçimin değiştirdiği görülmektedir. Uygulamalar yapılırken alternatifler belirlenmiş ve hesaplamalar yapılmıştır. Fakat belirlenen kriterler uygulamaya konulduğunda gerçekleşmesinde çeşitli riskler taşıyabilir. Bu yüzden bir uzman tarafından kriterlerin gerçekleşmesinde taşıdığı riskler belirlenmiştir ve bu durumun elde edilen sonucu değiştirdiği görülmüştür.

5. UYGULAMALAR

Bu bölümde, en iyi ERP yazılım programını seçmek için AHP, FAHP, HFAD ve risk faktörleri ile HFAD metotları kullanılmıştır.

Firmalar işlerini kolaylaştırmak ve düzenlemek için bir ERP programına ihtiyaç duyarlar. Bu amacı gerçekleştirmek için, firma için doğru olan ERP yazılımının seçimi çok önemlidir. Bu bölümde doğru olan ERP yazılımının seçilmesi için uzmanlar tarafından kriterler ve alternatifler belirlenmiştir. Bu kriterlerin belirlenmesinde birçok karar verici bulunmaktadır. Karar vericilerle görüşülmüştür ve seçim aşamasında hangi kriterlerin göz önünde bulundurulması gerektiğine dair bilgi alınmıştır. Yapılan görüşmelere göre kriterler üç bölümde gruplandırılmıştır. Bu bölümler: maliyet, ürün özelliği ve ERP firmasının hizmet kalitesidir. Maliyet kriteri üç alt kritere sahiptir. Ürün özelliği dört alt kritere sahiptir. Hizmet kalitesinin alt kriteri bulunmamaktadır. Kriterlerin hiyerarşisi Şekil 5.13’de gösterilmiştir.



Şekil 5.13: Kriterlerin hiyerarşisi

İlk ana kriter maliyettir. Maliyetin alt kriterleri: Eğitim ve danışmanlık maliyeti yıllık bakım maliyeti ve işletim sistemi maliyetidir. Maliyet firmalar için önemli bir faktördür. Çünkü firmalar satın alacakları ERP yazılımının düşük maliyetli olmasını isterler. Fakat bu yazılımlar satın alınırken önemli olan tek maliyet satın alma maliyeti değildir. Maliyeti etkileyen başka faktörler de bulunmaktadır. Alt kriterlere bakılacak olursa satın alınan yazılımı kullanmak için bir eğitim ve danışmanlık hizmeti alınması gerekir. Başlangıçta yazılımın nasıl kullanılması gerektiği bilinmemektedir. Daha sonra ise bir zorlukla ya da sıkıntıyla karşılaşırsa yardım alınabilecek bir ekibin bulunması gerekir. Bu hizmetler de belirli bir ücret karşılığında ERP firması tarafından karşılanmaktadır. Bu yüzden eğitim ve danışmanlık maliyeti bu yazılımı satın alan firma için önem taşır. Daha sonra satın aldığımız yazılımın düzenli olarak yıllık bakımlarının yapılması, güncelleştirmeler varsa bu güncelleştirmelerin yüklenmesi gerekir. Bundan dolayı yıllık bakım maliyetleri de firma için önem taşımaktadır. İşletim sistemi maliyeti, satın alınan yazılımın maliyetidir.

Diğer bir ana kriter ürün özelliğidir. Firmalar satın aldıkları ERP yazılımının kendi beklentilerini karşılamasını isterler. Yazılımın firmaya uygunluğu büyük bir önem taşır. Satın alınan yazılım, firmanın beklentilerini karşılayamazsa firmada verimlilik sağlanamaz. Bu yüzden yazılımın işlevselliği, kullanım kolaylığı, esnekliği, yazılım güvenliği gibi alt kriterler firma için önem taşımaktadır. İşlevsellik yazılımın kurumun tüm işlevlerini gerçekleştirmesi anlamına gelir. İşlevsellik özelliği ile işletmenin tüm ihtiyaçlarının karşılanması, tüm fonksiyonları gerçekleştirilmesi gerekir. Kullanım kolaylığı yazılımın tüm çalışanlar tarafından kolay bir şekilde kullanılabilmesi, istenen bilgiye anında ulaşılabilmesidir. Esneklik yazılımda değişiklikler, güncelleştirmeler yapılabilmesidir. Ayrıca yazılıma ek modüller ekleneceği zaman kolayca yazılıma entegre edilebilmesidir. Yazılım güvenliği ise satın alınan yazılıma işletmenin izni olmadan dışarıdan kimsenin erişememesi anlamına gelir.

Son ana kriter ise ERP firmasının hizmet kalitesidir. Yazılımı satın alan firmalara ne kadar iyi hizmet verildiğini, beklentileri ne kadar karşıladığını gösterir.

Bu uygulamada dört farklı ERP yazılım firması bulunmaktadır. Uygulamalardan sonra hangi yazılımın firma için daha uygun olduğuna, hangi yazılımın seçilmesi gerektiğine firma karar verecektir.

5.1 AHP Metodunun Sayısal Olarak Uygulaması

Bu bölümde problem geleneksel AHP metodu ile çözülmüştür. İlk olarak karar verici tarafından ikili karşılaştırmalar gerçekleştirilmiştir. Kesin değerleri içeren skala kullanılmıştır. Skala, hiyerarşideki karar elementlerini karşılaştırırken önem derecesine göre 1 ile 9 arasındaki sayıları içermektedir. AHP için ikili karşılaştırmalar ölçeği Tablo 5.3'de verilmiştir. Ana kriterlerin ve alt kriterlerin birbirleriyle ikili karşılaştırma tabloları Tablo 5.4 - 5.6 arasında verilmiştir. Her bir alt kriter için alternatiflerin ikili karşılaştırmaları ise Tablo 5.7 – 5.14 arasında verilmiştir.

Tablo 5.3: AHP için ikili karşılaştırmalar ölçeği

| DERECE | TANIM |
|--------|---|
| 9 | Aşırı derecede önemli |
| 8 | Çok kuvvetli ile aşırı derece arasında önemli |
| 7 | Çok kuvvetli derecede önemli |
| 6 | Kuvvetli ile çok kuvvetli arasında önemli |
| 5 | Kuvvetli derecede önemli |
| 4 | Kısmen biraz daha fazla önemli |
| 3 | Biraz daha fazla önemli |
| 2 | Kısmen eşit derecede önemli |
| 1 | Eşit önemli |

Tablo 5.4: Kriterlerin karşılaştırılması

| | MALİYET | ÜRÜN ÖZELLİĞİ | HİZMET KALİTESİ |
|-----------------|---------|---------------|-----------------|
| MALİYET | 1 | 3 | 5 |
| ÜRÜN ÖZELLİĞİ | 0,333 | 1 | 3 |
| HİZMET KALİTESİ | 0,2 | 0,333 | 1 |

Tablo 5.5: Maliyetin alt kriterlerinin karşılaştırılması

| MALİYET | EĞİTİM DANIŞMANLIK | YILLIK BAKIM | İŞLETİM SİSTEMİ |
|--------------------|--------------------|--------------|-----------------|
| EĞİTİM DANIŞMANLIK | 1 | 0,333 | 0,111 |
| YILLIK BAKIM | 3 | 1 | 0,143 |
| İŞLETİM SİSTEMİ | 9 | 7 | 1 |

Tablo 5.6: Ürün özelliğinin alt kriterlerinin karşılaştırılması

| ÜRÜN ÖZELLİĞİ | İŞLEVSELLİK | KULLANIM KOLAYLIĞI | ESNEKLİK | YAZILIM GÜVENLİĞİ |
|--------------------|-------------|--------------------|----------|-------------------|
| İŞLEVSELLİK | 1 | 0,333 | 0,333 | 0,333 |
| KULLANIM KOLAYLIĞI | 3 | 1 | 1 | 1 |
| ESNEKLİK | 3 | 1 | 1 | 1 |
| YAZILIM GÜVENLİĞİ | 3 | 1 | 1 | 1 |

Tablo 5.7: Eğitim maliyetlerine göre alternatiflerin karşılaştırılması

| EĞİTİM VE DANIŞMANLIK MALİYETİ | ERP 1 | ERP 2 | ERP 3 | ERP 4 |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| ERP 1 | 1 | 5 | 5 | 3 |
| ERP 2 | 0,2 | 1 | 1 | 0,333 |
| ERP 3 | 0,2 | 1 | 1 | 0,333 |
| ERP 4 | 0,333 | 3 | 3 | 1 |

Tablo 5.8: Yıllık bakım maliyetlerine göre alternatiflerin karşılaştırılması

| YILLIK BAKIM MALİYETİ | ERP 1 | ERP 2 | ERP 3 | ERP 4 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
| ERP 1 | 1 | 0,25 | 0,333 | 1 |
| ERP 2 | 4 | 1 | 2 | 4 |
| ERP 3 | 3 | 0,5 | 1 | 3 |
| ERP 4 | 1 | 0,25 | 0,333 | 1 |

Tablo 5.9: İşletim sistemi maliyetlerine göre alternatiflerin karşılaştırılması

| İŞLETİM SİSTEMİ MALİYETİ | ERP 1 | ERP 2 | ERP 3 | ERP 4 |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|
| ERP 1 | 1 | 0,5 | 0,125 | 0,2 |
| ERP 2 | 2 | 1 | 0,143 | 0,5 |
| ERP 3 | 8 | 7 | 1 | 5 |
| ERP 4 | 5 | 2 | 0,2 | 1 |

Tablo 5.10: İşlevselliğe göre alternatiflerin karşılaştırılması

| İŞLEVSELLİK | ERP 1 | ERP 2 | ERP 3 | ERP 4 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
| ERP 1 | 1 | 0,333 | 0,333 | 0,143 |
| ERP 2 | 3 | 1 | 1 | 0,2 |
| ERP 3 | 3 | 1 | 1 | 0,2 |
| ERP 4 | 7 | 5 | 5 | 1 |

Tablo 5.11: Kullanım kolaylığına göre alternatiflerin karşılaştırılması

| KULLANIM KOLAYLIĞI | ERP 1 | ERP 2 | ERP 3 | ERP 4 |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| ERP 1 | 1 | 5 | 5 | 5 |
| ERP 2 | 0,2 | 1 | 1 | 1 |
| ERP 3 | 0,2 | 1 | 1 | 1 |
| ERP 4 | 0,2 | 1 | 1 | 1 |

Tablo 5.12: Esnekliğe göre alternatiflerin karşılaştırılması

| ESNEKLİK | ERP 1 | ERP 2 | ERP 3 | ERP 4 |
|----------|-------|-------|-------|-------|
| ERP 1 | 1 | 3 | 5 | 3 |
| ERP 2 | 0,333 | 1 | 3 | 1 |
| ERP 3 | 0,2 | 0,333 | 1 | 0,333 |
| ERP 4 | 0,333 | 1 | 3 | 1 |

Tablo 5.13: Yazılım güvenliğine göre alternatiflerin karşılaştırılması

| YAZILIM GÜVENLİĞİ | ERP 1 | ERP 2 | ERP 3 | ERP 4 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| ERP 1 | 1 | 0,333 | 3 | 0,333 |
| ERP 2 | 3 | 1 | 5 | 1 |
| ERP 3 | 0,333 | 0,2 | 1 | 0,2 |
| ERP 4 | 3 | 1 | 5 | 1 |

Tablo 5.14: Hizmet kalitesine göre alternatiflerin karşılaştırılması

| HİZMET KALİTESİ | ERP 1 | ERP 2 | ERP 3 | ERP 4 |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| ERP 1 | 1 | 3 | 3 | 3 |
| ERP 2 | 0,333 | 1 | 1 | 1 |
| ERP 3 | 0,333 | 1 | 1 | 1 |
| ERP 4 | 0,333 | 1 | 1 | 1 |

Tablo 5.15: Geleneksel AHP'nin sonucu

| | MALİYET 0,633 | | | ÜRÜN ÖZELLİĞİ 0,26 | | | | HİZMET KALİTESİ 0,106 | AĞIRLIK |
|-------|------------------|-------|-------|-----------------------|-------|-------|-------|--------------------------|---------|
| | EDM | YBM | İSM | İŞL | KK | ESN | YG | | |
| ERP 1 | 0,069 | 0,155 | 0,777 | 0,1 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,5 | 0,22 |
| ERP 2 | 0,555 | 0,109 | 0,056 | 0,064 | 0,625 | 0,519 | 0,153 | 0,167 | 0,19 |
| ERP 3 | 0,097 | 0,484 | 0,098 | 0,154 | 0,125 | 0,201 | 0,389 | 0,167 | 0,4 |
| ERP 4 | 0,097 | 0,297 | 0,649 | 0,154 | 0,125 | 0,079 | 0,069 | 0,167 | 0,4 |
| ERP 4 | 0,252 | 0,11 | 0,197 | 0,628 | 0,125 | 0,201 | 0,389 | 0,167 | 0,19 |

AHP'nin sonuçları Tablo 5.15'de verilmiştir. Ağırlıklara bakılırsa üçüncü ERP yazılımı en yüksek önceliğe sahiptir (%40). Bu yüzden bu metoda göre yapılacak en iyi seçim 3. yazılımdır.

5.2 FAHP Metodunun Sayısal Olarak Uygulanması

Bulanık AHP ile kriterlerin önem derecelerinin belirlenmesinde ikili karşılaştırmaları yapmak için dilsel (sözel) değişkenler kullanılmıştır. Kriterlerin ağırlıklarını elde etmek için Chang'ın genişletilmiş analiz metodu kullanılmıştır. Üçgensel bulanık sayılar Tablo 5.16'da verilmiştir.

Tablo 5.16: Üçgensel bulanık sayılar

| | |
|------------------------------|---------------|
| Eşit derecede önemli | (1, 1, 1) |
| Kısmen önemli | (1/2, 1, 3/2) |
| Güçlü derecede önemli | (1, 3/2, 2) |
| Çok önemli | (3/2, 2, 5/2) |
| Daha güçlü derecede önemli | (2, 5/2, 3) |
| Çok kuvvetli derecede önemli | (5/2, 3, 7/2) |

Üçgensel bulanık sayılar ile ana kriterlerin, alt kriterlerin ve alternatiflerin ikili karşılaştırmaları Tablo 5.17 – 5.27 arasında gösterilmiştir.

Tablo 5.17: Üçgensel bulanık sayılar ile ikili karşılaştırmalar

| | | | |
|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|
| | MALİYET | ÜRÜN ÖZELLİĞİ | HİZMET KALİTESİ |
| MALİYET | (1, 1, 1) | (3/2, 2, 5/2) | (1/2, 1, 3/2) |
| ÜRÜN ÖZELLİĞİ | (2/5, 1/2, 2/3) | (1, 1, 1) | (2/3, 1, 2) |
| HİZMET KALİTESİ | (2/3, 1, 2) | (1/2, 1, 3/2) | (1, 1, 1) |

Tablo 5.18: Maliyetin alt kriterlerinin karşılaştırılması

| | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|--------------------------|
| MALİYET | EĞİTİM DANIŞMANLIK MALİYETİ | YILLIK BAKIM MALİYETİ | İŞLETİM SİSTEMİ MALİYETİ |
| EĞİTİM DANIŞMANLIK MALİYETİ | (1, 1, 1) | (1/2, 2/3, 1) | (2/7, 1/3, 2/5) |
| YILLIK BAKIM MALİYETİ | (1, 3/2, 2) | (1, 1, 1) | (1/3, 2/5, 1/2) |
| İŞLETİM SİSTEMİ MALİYETİ | (5/2, 3, 7/2) | (2, 5/2, 3) | (1, 1, 1) |

Tablo 5.19: Ürün özelliğinin alt kriterlerinin karşılaştırılması

| | | | | |
|--------------------|-------------|--------------------|---------------|-------------------|
| ÜRÜN ÖZELLİĞİ | İŞLEVSELLİK | KULLANIM KOLAYLIĞI | ESNEKLİK | YAZILIM GÜVENLİĞİ |
| İŞLEVSELLİK | (1, 1, 1) | (1/2, 2/3, 1) | (1/2, 2/3, 1) | (1/2, 2/3, 1) |
| KULLANIM KOLAYLIĞI | (1, 3/2, 2) | (1, 1, 1) | (1, 1, 1) | (1, 1, 1) |
| ESNEKLİK | (1, 3/2, 2) | (1, 1, 1) | (1, 1, 1) | (1, 1, 1) |
| YAZILIM GÜVENLİĞİ | (1, 3/2, 2) | (1, 1, 1) | (1, 1, 1) | (1, 1, 1) |

Tablo 5.20: Eğitim maliyetine göre alternatiflerin karşılaştırılması

| EĞİTİM VE DANIŞMANLIK MALİYETİ | ERP 1 | ERP 2 | ERP 3 | ERP 4 |
|--------------------------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|
| ERP 1 | (1, 1, 1) | (3/2, 2, 5/2) | (3/2, 2, 5/2) | (1, 3/2, 2) |
| ERP 2 | (2/5, 1/2, 2/3) | (1, 1, 1) | (1, 1, 1) | (1/2, 2/3, 1) |
| ERP 3 | (2/5, 1/2, 2/3) | (1, 1, 1) | (1, 1, 1) | (1/2, 2/3, 1) |
| ERP 4 | (1/2, 2/3, 1) | (1, 3/2, 2) | (1, 3/2, 2) | (1, 1, 1) |

Tablo 5.21: Yıllık bakım maliyetine göre alternatiflerin karşılaştırılması

| YILLIK BAKIM MALİYETİ | ERP 1 | ERP 2 | ERP 3 | ERP 4 |
|-----------------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|
| ERP 1 | (1, 1, 1) | (2/5, 1/2, 2/3) | (1/2, 2/3, 1) | (1, 1, 1) |
| ERP 2 | (3/2, 2, 5/2) | (1, 1, 1) | (1/2, 1, 3/2) | (3/2, 2, 5/2) |
| ERP 3 | (1, 3/2, 2) | (2/3, 1, 2) | (1, 1, 1) | (1, 3/2, 2) |
| ERP 4 | (1, 1, 1) | (2/5, 1/2, 2/3) | (1/2, 2/3, 1) | (1, 1, 1) |

Tablo 5.22: İşletim sistemi maliyetine göre alternatiflerin karşılaştırılması

| İŞLETİM SİSTEMİ MALİYETİ | ERP 1 | ERP 2 | ERP 3 | ERP 4 |
|--------------------------|---------------|---------------|-----------------|-----------------|
| ERP 1 | (1, 1, 1) | (2/3, 1, 2) | (2/7, 1/3, 2/5) | (2/5, 1/2, 2/3) |
| ERP 2 | (1/2, 1, 3/2) | (1, 1, 1) | (1/3, 2/5, 1/2) | (2/3, 1, 2) |
| ERP 3 | (5/2, 3, 7/2) | (2, 5/2, 3) | (1, 1, 1) | (3/2, 2, 5/2) |
| ERP 4 | (3/2, 2, 5/2) | (1/2, 1, 3/2) | (2/5, 1/2, 2/3) | (1, 1, 1) |

Tablo 5.23: İşlevselliğe göre alternatiflerin karşılaştırılması

| İŞLEVSELLİK | ERP 1 | ERP 2 | ERP 3 | ERP 4 |
|-------------|-------------|---------------|---------------|-----------------|
| ERP 1 | (1, 1, 1) | (1/2, 2/3, 1) | (1/2, 2/3, 1) | (1/3, 2/5, 1/2) |
| ERP 2 | (1, 3/2, 2) | (1, 1, 1) | (1, 1, 1) | (2/5, 1/2, 2/3) |
| ERP 3 | (1, 3/2, 2) | (1, 1, 1) | (1, 1, 1) | (2/5, 1/2, 2/3) |
| ERP 4 | (2, 5/2, 3) | (3/2, 2, 5/2) | (3/2, 2, 5/2) | (1, 1, 1) |

Tablo 5.24: Kullanım kolaylığına göre alternatiflerin karşılaştırılması

| KULLANIM KOLAYLIĞI | ERP 1 | ERP 2 | ERP 3 | ERP 4 |
|--------------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|
| ERP 1 | (1, 1, 1) | (3/2, 2, 5/2) | (3/2, 2, 5/2) | (3/2, 2, 5/2) |
| ERP 2 | (2/5, 1/2, 2/3) | (1, 1, 1) | (1, 1, 1) | (1, 1, 1) |
| ERP 3 | (2/5, 1/2, 2/3) | (1, 1, 1) | (1, 1, 1) | (1, 1, 1) |
| ERP 4 | (2/5, 1/2, 2/3) | (1, 1, 1) | (1, 1, 1) | (1, 1, 1) |

Tablo 5.25: Esnekliğe göre alternatiflerin karşılaştırılması

| ESNEKLİK | ERP 1 | ERP 2 | ERP 3 | ERP 4 |
|----------|-----------------|---------------|-------------|---------------|
| ERP 1 | (1, 1, 1) | (1, 3/2, 2) | (1, 3/2, 2) | (3/2, 2, 5/2) |
| ERP 2 | (1/2, 2/3, 1) | (1, 1, 1) | (1, 3/2, 2) | (1, 1, 1) |
| ERP 3 | (1/2, 2/3, 1) | (1/2, 2/3, 1) | (1, 1, 1) | (1/2, 2/3, 1) |
| ERP 4 | (2/5, 1/2, 2/3) | (1, 1, 1) | (1, 3/2, 2) | (1, 1, 1) |

Tablo 5.26: Yazılım güvenliğine göre alternatiflerin karşılaştırılması

| YAZILIM GÜVENLİĞİ | ERP 1 | ERP 2 | ERP 3 | ERP 4 |
|-------------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|
| ERP 1 | (1, 1, 1) | (1/2, 2/3, 1) | (1, 3/2, 2) | (1/2, 2/3, 1) |
| ERP 2 | (1, 3/2, 2) | (1, 1, 1) | (3/2, 2, 5/2) | (1, 1, 1) |
| ERP 3 | (1/2, 2/3, 1) | (2/5, 1/2, 2/3) | (1, 1, 1) | (2/5, 1/2, 2/3) |
| ERP 4 | (1, 3/2, 2) | (1, 1, 1) | (3/2, 2, 5/2) | (1, 1, 1) |

Tablo 5.27: Hizmet kalitesine göre alternatiflerin karşılaştırılması

| HİZMET KALİTESİ | ERP 1 | ERP 2 | ERP 3 | ERP 4 |
|-----------------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| ERP 1 | (1, 1, 1) | (1, 3/2, 2) | (1, 3/2, 2) | (1, 3/2, 2) |
| ERP 2 | (1/2, 2/3, 1) | (1, 1, 1) | (1, 1, 1) | (1, 1, 1) |
| ERP 3 | (1/2, 2/3, 1) | (1, 1, 1) | (1, 1, 1) | (1, 1, 1) |
| ERP 4 | (1/2, 2/3, 1) | (1, 1, 1) | (1, 1, 1) | (1, 1, 1) |

Tablo 5.28: Bulanık AHP'nin sonuç tablosu

| | MALİYET 0,575 | | | ÜRÜN ÖZELLİĞİ 0,325 | | | | HİZMET KALİTESİ 0,1 | AĞIRLIK |
|-------|------------------|-------|-------|------------------------|-------|-------|-------|------------------------|---------|
| | EDM | YBM | İSM | İŞL | KK | ESN | YG | | |
| | 0 | 0 | 1 | 0,11 | 0,297 | 0,297 | 0,297 | | |
| ERP 1 | 0,549 | 0,153 | 0 | 0 | 1 | 0,462 | 0,205 | 0,501 | 0,21 |
| ERP 2 | 0,067 | 0,364 | 0 | 0,03 | 0 | 0,259 | 0,385 | 0,23 | 0,09 |
| ERP 3 | 0,066 | 0,331 | 0,855 | 0,03 | 0 | 0,089 | 0,205 | 0,23 | 0,54 |
| ERP 4 | 0,319 | 0,153 | 0,145 | 0,941 | 0 | 0,191 | 0,205 | 0,039 | 0,16 |

FAHP'nin sonuçlarını gösteren Tablo 5.28'e bakılırsa üçüncü ERP yazılım firması en yüksek ağırlığa sahiptir (%54). Bu yüzden 3. ERP yazılımı seçilmelidir.

5.3 HFAD Metodunun Sayısal Olarak Uygulanması

Aynı problem hiyerarşik bulanık aksiyomlarla tasarım metodu ile çözülmüştür. Bu metotta maliyet (eğitim ve danışmanlık maliyeti, yıllık bakım maliyeti, işletim sistemi maliyeti) kesin değerlerle tanımlanmıştır. Ürün özelliği ve ERP yazılım firmasının hizmet kalitesi ise dilsel değişkenlerle tanımlanmıştır. Aksiyomlarla tasarım metodu aynı anda hem kesin değerlerin hem de dilsel değişkenlerin kullanılmasına imkan sağlar. Soyut faktörler için üçgensel bulanık sayılar Şekil 5.14'te gösterilmiştir. Tasarım aralıkları şöyledir:

FR_{EDM} : Eğitim ve danışmanlık maliyeti (EDM) 700-1200 \$ aralığında olmalıdır.

FR_{YBM} : Yıllık bakım maliyeti (YBM) 1500-2500 \$ aralığında olmalıdır.

FR_{ISM} : İşletim sistemi maliyeti (İSM) 50000-120000 \$ aralığında olmalıdır.

FR_{İŞL}: İşlevsellik iyi olmalıdır.

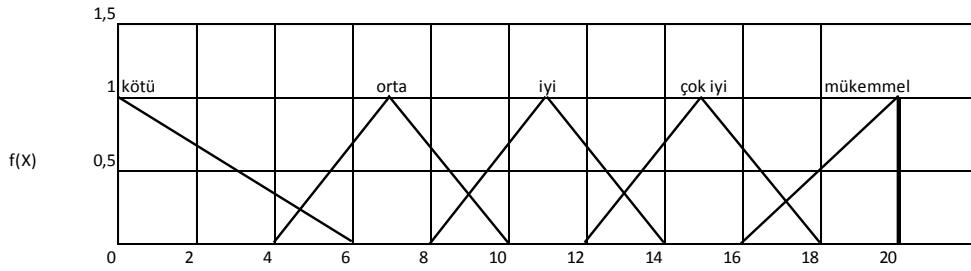
FR_{KK}: Kullanım kolaylığı çok iyi olmalıdır.

FR_{ESN}: Esneklik çok iyi olmalıdır.

FR_{YG}: Yazılım güvenliği çok iyi olmalıdır.

FR_{FHK}: ERP firmasının hizmet kalitesi iyi olmalıdır.

Sistem aralıklarının verileri Tablo 5.29'da verilmiştir.

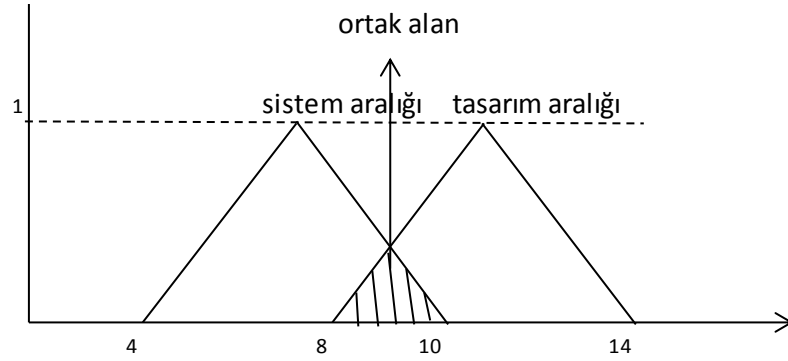


Şekil 5.14: Soyut faktörler için üçgensel bulanık sayılar

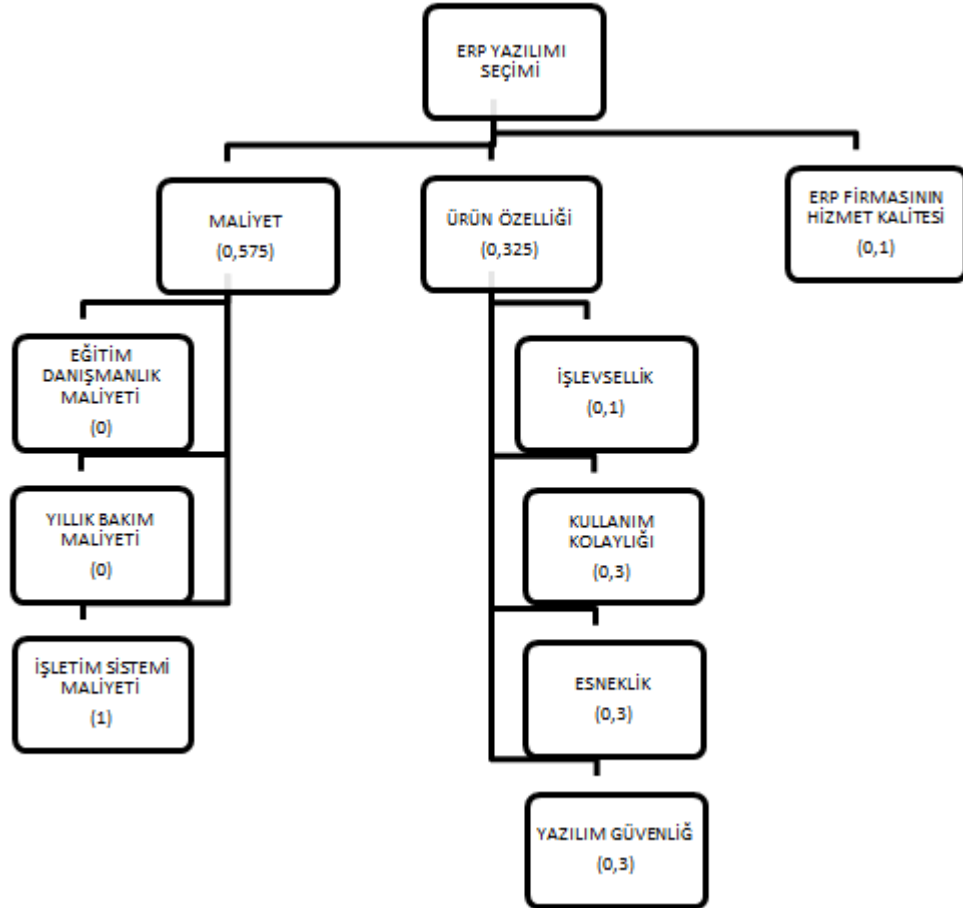
Tablo 5.29: Sistem aralıklarının verileri

| | Birim | Firmanın isteği | ERP 1 | ERP 2 | ERP 3 | ERP 4 |
|------------------------------|-------|-----------------|--------------|--------------|---------------|--------------|
| Maliyet | | | | | | |
| Eğitim danışmanlık | \$ | 700-1200 | 700-1500 | 1000-2000 | 1000-2000 | 1000-1500 |
| Yıllık bakım | \$ | 1500-2500 | 2000-3000 | 1500-2500 | 1500-2700 | 2000-3000 |
| İşletim sistemi | \$ | 50000-120000 | 30000-100000 | 50000-120000 | 100000-250000 | 50000-150000 |
| Ürün özelliği | | | | | | |
| İşlevsellik | | iyi | orta | iyi | iyi | çok iyi |
| Kullanım kolaylığı | | çok iyi | mükemmel | iyi | iyi | iyi |
| Esneklik | | çok iyi | mükemmel | çok iyi | iyi | çok iyi |
| Yazılım güvenliği | | çok iyi | iyi | çok iyi | orta | çok iyi |
| Firma hizmet kalitesi | | iyi | çok iyi | iyi | iyi | iyi |

Denklem 11 her bir FR için bilgi içeriklerinin hesaplanmasında kullanılmıştır. Hesaplamalar için FAHP’de yapılan hesaplamalar sonucu bulunan ağırlıklar alınmıştır. Örnek verilecek olursa, işlevsellik kriteri için birinci alternatif ile firma isteğinin kesişimi Şekil 5.15’te gösterilmiştir. Alt kriterlerin bilgi içerikleri ve kriterlerin ağırlıkları Şekil 5.16’da gösterilmiştir.



Şekil 5.15: İşlevsellik kriteri için birinci alternatif ile firma isteğinin kesişimi



Şekil 5.16: Alt kriterlerin bilgi içerikleri ve kriterlerin ağırlıkları

Bilgi içeriklerinin bulunabilmesi için öncelikle her yazılım alternatifi için her bir ana kriterin alt kriterinin ağırlıkları ile bilgi içerikleri çarpılıp toplanır. Birinci alternatif için bilgi içeriğinin hesaplanmasını örnek verecek olursak:

Maliyet için bilgi içeriği = (Eğitim ve danışmanlık maliyetinin ağırlığı * birinci alternatif için eğitim ve danışmanlık maliyetinin bilgi içeriği) + (yıllık bakım maliyetinin ağırlığı * birinci alternatif için yıllık bakım maliyetinin bilgi içeriği) + (işletim sistemi maliyetinin ağırlığı * birinci alternatif için işletim sistemi maliyetinin bilgi içeriği) = (0*0,678) + (0*0) + (1*0) = 0

Ürün özelliği için bilgi içeriği = (işlevselliğin ağırlığı * birinci alternatif için işlevselliğin bilgi içeriği) + (kullanım kolaylığının ağırlığı * birinci alternatif için kullanım kolaylığının bilgi içeriği) + (esnekliğin ağırlığı * birinci alternatif için esnekliğin bilgi içeriği) + (yazılım güvenliğinin ağırlığı * birinci alternatif için yazılım güvenliğinin bilgi içeriği) = (0,109*2,837) + (0,297*3,094) + (0,297*3,094) + (0,297*2,644) = 2,932

Birinci alternatif için HFAD metoduna göre bilgi içeriğinin hesaplanması = (maliyetin ağırlığı * maliyet için bilgi içeriği) + (ürün özelliğinin ağırlığı * ürün özelliği için bilgi içeriği) + (hizmet kalitesinin ağırlığı * hizmet kalitesi için bilgi içeriği) = (0,575*0) + (0,325*2,932) + (0,01*0,644) = 1,017

Bilgi içerikleri hesaplanırsa:

ERP yazılım firması 1 : 1,017

ERP yazılım firması 2 : 0,273

ERP yazılım firması 3 : ∞

ERP yazılım firması 4 : 0,721

En az bilgi içeriği en iyi seçimi verir. ERP yazılımlarının bilgi içeriklerine bakılırsa ikinci ERP yazılımı bilgi içeriği en az olduğu için seçilmelidir. Ayrıca sonuçlara bakıldığında üçüncü alternatifin sonsuz değerini aldığı görülmektedir. Bunun nedeni, HFAD metoduyla yapılan hesaplamalara göre üçüncü alternatifin işletme tarafından istenen koşulları sağlamadığı görülmektedir. Üçüncü alternatifte yazılım güvenliği alt kriteri işletmenin beklentisini karşılamamaktadır. İşletmenin

isteğiyle alternatifin mevcut durumunun hiçbir ortak kesişim alanı bulunmadığı için bu alternatif yapılan hesaplamalar sonucu sonsuz değerini almıştır. Bundan dolayı bilgi içeriğinin sonsuz çıkması bu alternatifin seçilemeyeceğini göstermektedir.

5.4 Risk Faktörleri ile HFAD Metodunun Sayısal Olarak Uygulanması

Aynı problem risk faktörleri ile HFAD metodu kullanılarak çözülmüştür. Risk içeren kriterler:

İşlevsellik: Yazılımın satın alındıktan sonra işletmenin bazı işlevlerini gerçekleştirilememesi, yazılımın fonksiyon eksikliği, işletmenin ihtiyaçlarını karşılayamaması durumu risk oluşturur.

Kullanım kolaylığı: Yazılım kullanılmaya başlandığında herkes tarafından kolay kullanılabilir olmaması, bilgiye kolay erişememe durumu risk oluşturur.

Esneklik: Yazılımda yapılmak istenen değişikliklerin, güncelleştirmelerin yapılamaması, sonradan eklenmek istenen modüllerin eklenememesi risk oluşturur.

Yazılım güvenliği: İşletme dışından kişilerin işletmenin izni olmadan yazılımda kayıtlı olan bilgilere erişebilmesi risk oluşturur.

Hizmet kalitesi: Yazılımın satın alındığı firmanın satın alma işleminden sonra yeterli hizmet vermemesi, ihtiyaç duyulduğunda ulaşılamaması riske neden olur.

Risk faktörlerinin belirlenmesi için bu yazılımlar konusunda uzman olan kişilerle görüşülmüştür. Risk faktörleri görüşülen uzman tarafından dilsel değişkenler olarak alt kriterler için belirlenmiştir. Tüm risk faktörleri 0 ve 1 arasındadır. Risk faktörünün 0 olması, hiçbir risk bulunmadığını gösterir. Risk faktörü 1 ise, risk en yüksek seviyededir.

Belirlenen risk faktörleri Tablo 5.30'da verilmiştir.

Tablo 5.30: Risk faktörleri

| RİSK FAKTÖRLERİ | İŞL | KK | ESN | YG | HK |
|-----------------|------|-----|------|-----|------|
| ERP 1 | 0,05 | 0,1 | 0,05 | 0,2 | 0,03 |
| ERP 2 | 0,2 | 0,3 | 0,1 | 0,4 | 0,1 |
| ERP 3 | 0,1 | 0,2 | 0,05 | 0,2 | 0,1 |
| ERP 4 | 0,02 | 0,1 | 0,05 | 0,1 | 0,05 |

Risk faktörlerini kullanarak bilgi içerikleri tekrar hesaplanır. Alt kriterlerin bilgi içerikleri Tablo 5.31’de görüldüğü gibidir.

Tablo 5.31: Alt kriterlerin bilgi içerikleri

| | ÜRÜN ÖZELLİĞİ | | | | HİZMET KALİTESİ |
|-------|---------------|-------|-------|-------|-----------------|
| | 0,325 | | | | |
| | İŞL | KK | ESN | YG | 0,1 |
| ERP 1 | 0,1 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | |
| ERP 1 | 2,911 | 3,246 | 3,168 | 2,966 | 2,688 |
| ERP 2 | 0,322 | 3,351 | 0,152 | 0,737 | 0,152 |
| ERP 3 | 0,152 | 3,158 | 2,718 | ∞ | 0,152 |
| ERP 4 | 2,48 | 2,989 | 0,074 | 0,152 | 2,718 |

Risk faktörleri ile bilgi içerikleri hesaplanırsa sonuçlar şöyledir;

ERP yazılım firması 1: 1,667

ERP yazılım firması 2: 1,028

ERP yazılım firması 3: ∞

ERP yazılım firması 4: 0,985

En az bilgi içeriğine sahip olan ERP yazılım firması seçilmelidir. Bilgi içeriklerine bakılırsa en az bilgi içeriğine sahip olan 4. ERP yazılım firması seçilmelidir.

Çalışmada uygulanan her bir metot için alternatiflerin seçim sırası Tablo 5.32’de gösterilmiştir.

Tablo 5.32: Çalışmada uygulanan her metot için alternatiflerin seçim sırası

| | AHP | FAHP | HFAD | Risk Faktörleri ile HFAD |
|-------|-----|------|----------|--------------------------|
| ERP 1 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| ERP 2 | 3 | 4 | 1 | 2 |
| ERP 3 | 1 | 1 | ∞ | ∞ |
| ERP 4 | 3 | 3 | 2 | 1 |

Bu çalışmada dört farklı çok kriterli karar verme metodu kullanılmıştır. AHP metoduna göre üçüncü ERP yazılımının seçilmesi gerekmektedir. FAHP metodunda bulanık sayılar kullanılmıştır ve Chang'ın genişletilmiş analiz metodu uygulanmıştır. Elde edilen sonuca göre AHP'de olduğu gibi tekrar üçüncü yazılımın seçilmesi gerektiği bulunmuştur. Sonraki aşamada farklı bir metot olarak HFAD uygulanmıştır. Bu metodun sağladığı avantaj hem kesin değerlerin hem de bulanık değerlerin bir arada kullanılmasına imkan vermesidir. Uygulama sonucu en iyi seçeneğin ikinci ERP yazılımı olduğu görülmüştür. AHP uygulaması sonucu en iyi seçenek olarak bulunan üçüncü yazılımın, HFAD uygulandığında sonsuz olarak bulunduğu görülmüştür. Yani HFAD metodu, AHP ve FAHP metotlarının sonucunu doğrulamamış ve çürütmüştür.

Bu çalışmanın en önemli kısmı risk faktörlerinin göz önüne alınarak uygulamaların tekrarlanmasıdır. Her bir kriter firma için ne kadar önem arz etse de gerçek hayatta uygulandığında karşılaşılabilecek bazı riskler taşır. Uygulamalar tekrarlandığında görülmüştür ki risk faktörlerinin uygulamaya eklenmesi sonucu değiştirmekte ve daha doğru bir sonuç sağlamaktadır. Bu metoda göre dördüncü ERP yazılımı seçilmelidir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzün rekabet ortamında, firmalar kendilerini sürekli geliştirmek zorundadır. Bu gelişimi sağlamak amacıyla yeni metotlar, uygulamalar, yazılımlar kullanmak için çabalarlar. ERP yazılım paketleri bunlardan biridir ve bu yazılımlar firmalar için büyük önem arz eder. ERP yazılımları bir firmanın tüm bölümlerini birbiri ile bütünleştirir. Bunun sonucu olarak her bir bölüm arasındaki iletişim kuvvetlenir. Ayrıca bu yazılımlar firmaların kurumsallaşması için de önemli bir adımdır.

ERP yazılımları, çok faydalarının olmasının yanı sıra firmalar için önemli bir problemdir. Bu yazılımlar, firmanın beklentilerini ve ihtiyaçlarını karşılamalıdır. Bu yazılım paketlerini satın almak için firmalar büyük yatırımlar yaparlar. Yapılan yatırımların boşa gitmemesi için yazılım seçiminde doğru kararı vermek çok önemlidir. Bu yüzden, firmalar hangi yazılımı satın alacaklarına karar vermeden önce, firma için yazılım seçimi konusunda hangi kriterlerin önemli olduğuna karar vermelidirler. Bu problem, yazılım seçimi problemi olarak adlandırılır ve literatürde çok kriterli karar verme problemi olarak sınıflandırılır.

Bu çalışmada dört farklı çok kriterli karar verme metodu (AHP, bulanık AHP, HFAD, risk faktörleri ile HFAD) kullanılmıştır. Kullanılan bu metotlardan üçü literatürde daha önce kullanılan metotlardandır. Bir tanesi ise bu çalışma ile literatüre sunulmuştur. Problemden dört farklı ERP yazılım seçeneği bulunmaktadır. Bu seçeneklerden firma için en uygun olan bir tanesinin seçilmesi istenmektedir. AHP ve bulanık AHP metotlarıyla aynı yazılımın seçilmesi gerektiği sonucu elde edilmiştir. HFAD metodu uygulandığında, önceki metotlarda elde edilen sonucun değeri sonsuz olarak bulunmuştur ve farklı bir sonuç vermiştir. Bu durum diğer metotlardan elde edilen sonucun doğru olmadığı göstermektedir. HFAD metodu incelendiğinde, kriterlerin gerçek hayattaki uygulamalarda bazı riskler içerebileceği ve daha doğru bir seçim yapılabilmesi için bu risklerin de dikkate alınması gerektiği düşünülmüştür. Bundan dolayı, bu çalışmaya özgün olarak mevcut HFAD metoduna risk faktörleri eklenmiştir. Bu risk faktörleri göz önüne alındığında bu faktörlerin yapılacak seçimi etkilediği, sonucu değiştirdiği ve farklı bir seçim yapılmasını gerektirdiği görülmektedir.

Yapılacak diğer çalışmalarda öneri olarak risk faktörleri diğer çok kriterli karar verme metotları ile bütünleştirilip kullanılabilir. Bu sayede diğer metotlarda da daha iyi sonuçlar verip vermediği gözlemlenmiş olur.

7. KAYNAKLAR

Akay, D., Kulak, O., Henson, “Conceptual design evaluation using interval type-2 fuzzy information axiom”, *Computers in Industry*, 62 (2), 138-146, (2011).

Babic, B., “Axiomatic design of flexible manufacturing systems”, *International Journal of Production Research*, 37 (5), 1159-1173, (1999).

Buckley, J. J., “Fuzzy Hierarchical Analysis”, *Fuzzy Sets and Systems*, 17, 233-247, (1985).

Butler, J., “Risk management skills needed in a packaged software environment”, *Information System Management*, 16 (3), 15-20, (1999).

Buyukozkan, G., Ertay, T., Kahraman, C., Ruan, D., “Determining the importance weights for the design requirements in the house of quality using the fuzzy analytic network approach”, *International Journal of Intelligent Systems*, 19 (5), 443-461, (2004).

Cebi S., Çelik M., Kahraman C., “Structuring ship design project approval mechanism towards installation of operator–system interfaces via fuzzy axiomatic design principles”, *Elsevier, Information Sciences* 180, 886–895, (2010).

Cebi S., Kahraman C., “A group decision support system based on fuzzy information axiom”, *Elsevier, Knowledge-Based Systems* 23, 3–16, (2010).

Cebi S., Kahraman C., “Extension of axiomatic design principles under fuzzy environment”, *Elsevier, Expert Systems with Applications* 37, 2682–2689, (2010).

Celik, M., Kahraman, C., Cebi, S., Er, I.D., “Fuzzy axiomatic design-based performance evaluation model for docking facilities in shipbuilding industry: The case of Turkish shipyards”, *Expert Systems with Applications*, 36 (1), 599-615, (2009).

Chang, D.Y., “Application of the extend analysis method on fuzzy AHP”, *European Journal of Operational Research*, 95, 649-655, (1996).

Chang, C. W., Wu, C. R., Lin, C. T., Lin, H. L., “Evaluating digital video recorder using analytic hierarchy and analytic network processes”, *Information Sciences*, 177 (16), 3383-3396, (2007).

Chen, S. J., Chen, L. C., Lin, L., “Knowledge-based support for simulation analysis of manufacturing cells”, *Computers in Industry*, 44, 33–49, (2001).

Chen, K. Z., Feng, X., A., “CAD modeling for the components made of multi heterogeneous materials and smart materials”, *Computer-Aided Design*, 36 (1), 51-63, (2004).

Cheng, C.H., Yang, K.L., Hwang, C.H., “Evaluating attack helicopters by AHP based on linguistic variable weight”, *European Journal of Operational Research*, 116, 423-435, (1999).

Cochran, D. S., Arinez, J. A., Duda, W. D., Linck, J., “A decomposition approach for manufacturing system design”, *Journal of Manufacturing Systems*, 20 (6), 371-389, (2001).

Davenport, T.H., *Putting the enterprise system*. *Harvard Business Review*, 76 (4), 121-131, (1998).

De Boer, L., Van Der Wegen, L., Jan Telgen, J., “Outranking methods in support of supplier selection”, *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 42 (2-3), 109-118, (1998).

Deng, H., Yeh, C. H., Willis, R. J., “Inter-company comparison using modified TOPSIS with objective weights”, *Computers and Operations Research*, 27, 963-973, (2000).

Durmusoglu, M. B., Kulak, O., “A methodology for the design of office cells using axiomatic design principles”, *Omega*, 36, 633–652, (2008).

El-Haik, B., Yang, K., “The component of complexity in engineering design”, *IEE Transactions*, 31, 925-934, (1999).

Giachetti, A., Santicioli, P., Maggi, C. A., Zagorodnyuk, V., “The possible role of ATP and PACAP as mediators of apamin-sensitive NANC inhibitory junction potentials in circular muscle of guinea-pig colon”, *British Journal of Pharmacology*, 119 (5), 779-786, (1996).

Goczyla, K., Cielatkowski, J., “Optimal routing in a transportation network”, *European Journal of Operational Research*, 87, 214-222, (1995).

Gunasekera, J. S., Ali, A. F., “A three-step approach to designing a metalforming process”, *JOM – Journal of the Minerals Metals and Materials Society*, 47(6),22–25, (1995).

Gurbuz, T., Alptekin, S. E., Alptekin, G. I., “A hybrid MCDM methodology for ERP selection problem with interacting criteria”, *Decision Support Systems*, 54, 206-214, (2012).

Harutunian, V., Nordlund, M., Tate, D., Suh, N. P., “Decision making and software tools for product development based on axiomatic design”, *Annals of the CIRP*, 45(1), 135-139, (1996).

Heizer, J., Render, B., *Principles of Operations Management*, Prentice Hall, Upper Saddle River, (2001).

Huang, G. Q., Jiang, Z., “Web-based design review of fuel pumps using fuzzy set theory”, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 15, 529–539, (2002).

Huang, J., Wu, S., “The Hippo Signaling Pathway Coordinately Regulates Cell Proliferation and Apoptosis by Inactivating Yorkie, the *Drosophila* Homolog of YAP”, *Cell*, 122 (3), 421-434, (2005).

Hwang, C. L., Yoon, K., “Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications”, Springer, Berlin/Hiedelberg, (1981).

Jang, B. B., Yang, Y. S., Song, Y. S., Yeun, Y. S., Do, S. H., “Axiomatic design approach for marine design problems”, *Marine Structures*, 15(35–56), 35–56, (2002).

Kahraman, C., Cebeci, U., Ruan D., “Multi-attribute comparison of catering service companies using fuzzy AHP: The case of Turkey”, *International Journal of Production Economics*, 87, 171-184, (2004).

Kahraman, C., Cebi, S., “A new multi-attribute decision making method: Hierarchical fuzzy axiomatic design”, *Expert Systems with Applications*, 36 (3), 4848-4861, (2009).

Kahraman C., Kaya I., Cebi S., “A comparative analysis for multi attribute selection among renewable energy alternatives using fuzzy axiomatic design and fuzzy analytic hierarchy process”, Elsevier, *Energy* 34, 1603–1616, (2009).

Kahraman, C., Cebi, S., “Extension of axiomatic design principles under fuzzy environment”, *Expert Systems with Applications*, 37, 2682-2689, (2010).

Kar, A. K., “Linking axiomatic design and Taguchi methods via information content in design”, (ed), In first international conference on axiomatic design, Cambridge, (2000).

Kim, S.J., Suh, N.P., Kim, S., “Design of software systems based on AD”, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 8 (4), 243-255, (1991).

Kubal, E., “Endüstriyel işletmelerde işletme kaynakları planlaması (ERP) sisteminin tasarımı, analiz ve uygulanması”, Yüksek Lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, (2001).

Kulak, O., “A complete cellular manufacturing system design methodology based on axiomatic design principles”, PhD Thesis (in Turkish), Institute of Science and Technology, Istanbul Technical University, Istanbul, (2003).

Kulak, O., Durmusoglu, M. B., Kahraman, C., “Fuzzy multi-attribute equipment selection based on information axiom”, Journal of Materials Processing Technology, 169, 337–345, (2005).

Kulak, O., “A decision support system for fuzzy multi-attribute selection of material handling equipments”, Expert Systems with Applications, 29(2), 310–319, (2005).

Kulak, O., Kahraman, C., “Fuzzy multi-attribute selection among transportation companies using axiomatic design and analytic hierarchy process”, Information Sciences, 170, 191-210, (2005).

Kulak, O., Kahraman, C., “Multi-Attribute Comparison of Advanced Manufacturing Systems using Fuzzy vs. Crisp Axiomatic Design”, International Journal of Production Economics, 95, 415-424, (2005).

Kulak, O., Kahraman, C., Oztaysi, B., Tanyas, M., “Multi-Attribute Information Technology Project Selection Using Fuzzy Axiomatic Design”, Journal of Enterprise Information Management, 18 (3), 275-288, (2005).

Kulak, O, Durmusoglu, M.B., Kahraman, C., “Multi-Attribute Equipment Selection Based On Information Axiom”, Journal of Materials Processing Technology, 169, 337-345, (2005).

Kulak, O., “An implementation methodology for transition from traditional manufacturing to cellular manufacturing using axiomatic design”, (eds: B. Durmusoglu ve S. Tufekci), Second International Conference on Axiomatic Design, Cambridge, (2002).

Kulak, O., Durmusoglu B., Tufekci, S., “A complete cellular manufacturing system design methodology based on axiomatic design principles”, Computers and Industrial Engineering 48, 765-787, (2005).

Kulak, O., Durmusoglu B., “A methodology for the design of Office cells using axiomatic design principles”, Omega, 633-652, (2008).

Kulak O., Cebi S., Kahraman C., “Applications of axiomatic design principles: A literature review”, Expert Systems with Applications, 37, 6705-6717 (2010).

Kumar, K., Van Hillsgersberg, J., “ERP experiences and evolution”, Communications of the ACM, 43(4), 23–26, (2000).

Laarhoven, P. J. M., Pedrycz, W., “A fuzzy extension of Saaty’s priority theory”, Fuzzy Sets and Systems, 11, 229-241, (1983).

Matwani, J., Mirchandani, D., Madan, M., Gunasekaran, A., “Successful implementation of ERP projects: Evidence from two case studies”, International Journal of Production Economics, 75, 83-96, (2002).

Nelson, C. A., “A scoring model for flexible manufacturing systems project selection”, European Journal of Operations Research, 24, 346-359, (1986).

Ngai, N. K., Jiao, J., “A domain-based reference model for the conceptualization of factory loading allocation problems in multi-site manufacturing supply chains” Technovation, 24, 631–642, (2004).

Olçer, A. İ., Odabaşı, A. Y., “A new fuzzy multiple attributive group decision making methodology and its application to propulsion/maneuvering system selection problem”, *European Journal of Operational Research*, 166, 93-114, (2005).

Ross, T., *Fuzzy logic with engineering applications*, Michigan: McGraw-Hill, (1995).

Saaty, T. L., *Optimization in integers and related extremal problems*, New York: McGraw-Hill, (1970).

Sloggy, J. E., “How to justify the cost of an FMS”, *Tooling and Production*, 50, 72-75, (1984).

Slowinski, R., *Fuzzy sets in decision analysis, operation and statistics*, Boston: Kluwer Academic Publishers, (1998).

Suh, N. P., “Design of thinking design machine”, *Annals of the CIRP*, 39(1), 145–149, (1990).

Suh, N.P., “Design and operation of large systems”, *Journal of Manufacturing Systems*, 14 (3), 203-213, (1995).

Suh, N.P., “Designing-in of quality through axiomatic design”, *IEEE Transactions on Reliability*, 44 (2), 256-264, 1995.

Suh, N.P., “Design of systems”, *Annals of the CIRP*, 46 (1), 75-80, (1997).

Suh, N. P., “Axiomatic design theory for systems”, *Research in Engineering Design*, 10, 189-209, (1998).

Suh, N. P., *Axiomatic design: Advance and applications*, Oxford: Oxford University Press, (2001).

Şahin, T., “Malzeme ve Üretim Kaynakları Planlamasında Modern Teknikler ve Netaş Uygulaması”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (1997).

Teltumbde, A., “A framework for evaluating ERP projects”, *International Journal of Production Research*, 38, 4507–4520, (2000).

Togay, C., Doğru, A. H., Tanik, J. U., “Systematic Component-Oriented development with Axiomatic Design”, *Journal of Systems and Software*, 81, 1803-1815, (2008).

Wallace, D. R., Suh, N. P., “Information-based design for environmental problem solving”, *CIRP Annals*, 42 (1), 175-180, (1993).

Wei, C., Chien, C., Wang, M., “An AHP-based approach to ERP system selection”, *International Journal of Production Economics*, 96, 47-62, (2005).

Wu, C. C., Chen, Z., Tang, G. R., “Component tolerance design for minimum quality loss and manufacturing cost”, *Computers in Industry*, 35, 223-232, (1998).

Vaidya, O. S., Kumar, S., “Analytic Hierarchy Process: An overview of applications”, *European Journal of Operational Research*, 169 (1), 1-29, (2006).

Zadeh, L., “Fuzzy Sets”, *Information Control* 8, 338-353, (19965).

Zadeh, L.A., “Probability measures of fuzzy events”, *Journal of Mathematical Analysis and Applications*, 23, 421-427, (1968).

Zeleny, M., “Multiple Criteria Decision Making”, McGraw-Hill, New York, (1982).

Zeng, L., “Flexible composition of enterprise web services”, *Electronic Markets*, 13(2), 141-152, (2003).

8. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Selen MERSİN

Doğum Yeri ve Tarihi : DENİZLİ 20.07.1987

Lisans Üniversite : Fatih Üniversitesi

Y. Lisans Üniversite : Pamukkale Üniversitesi

Elektronik posta : selent@pau.edu.tr

İletişim Adresi : Bereketler Mah. Kibele Konutları No:17

