

**HAVA HARP OKULU
HAVACILIK VE UZAY TEKNOLOJİLERİ
ENSTİTÜSÜ**

**ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE
ERP YAZILIMI SEÇİMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Murat UÇAR

Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı Başkanlığı

Endüstri Mühendisliği Programı

HAZİRAN 2012

HAVA HARP OKULU
HAVACILIK VE UZAY TEKNOLOJİLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE
ERP YAZILIMI SEÇİMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Murat UÇAR
(310101)

Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı Başkanlığı

Endüstri Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Özalp VAYVAY

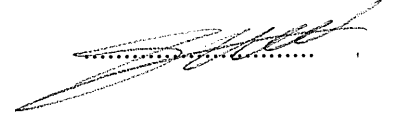
HAZİRAN 2012

Hava Harp Okulu Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsünün 310101 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Murat UÇAR**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE ERP YAZILIMI SEÇİMİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

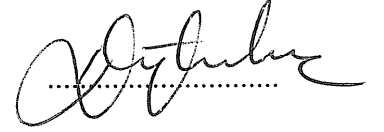
Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Özalp VAYVAY**
Marmara Üniversitesi



Jüri Üyeleri : **Yrd.Doç. Dr. Hakan TOZAN**
Deniz Harp Okulu



Yrd.Doç.Dr.S.Kerem AYTULUN
Hava Harp Okulu



Teslim Tarihi : **15 Haziran 2012**
Savunma Tarihi : **28 Haziran 2012**

Bu tez çalışmasında belirtilen görüş ve yorumlar yazara aittir. Türk Silahlı Kuvvetleri'nin ya da diğerk kamu kuruluşlarının görüşlerini yansıtmaz. Ayrıca bu tez çalışması bilimsel ahlak ve etik değerklere uygun olarak yazılmış olup, yararlanılan tüm eserler kaynaklarda gösterilmiştir.

Haziran 2012

Murat UÇAR

Eşime ve kızıma,

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın amacı, işletmelerin ERP yazılımı seçimini çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanarak yapmalarına katkı sağlamaktır.

Tez çalışmam süresince desteği ve yönlendirmeleriyle bana yardımcı olan tez danışmanım Doç.Dr. Özalp VAYVAY'a teşekkür ederim. Son teşekkürü ise benden emeklerini esirgemeyen ve bugünlere getiren anneme ve babama bir borç bilirim.

Haziran 2012

Murat UÇAR

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	ix
İÇİNDEKİLER	xi
KISALTMALAR	xiii
SEMBOL LİSTESİ.....	xv
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xvii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xix
ÖZET.....	xxi
1. GİRİŞ	1
2. ERP (KURUMSAL KAYNAK PLANLAMASI)	3
2.1 ERP'nin Tanımı.....	3
2.2 ERP'nin Tarihsel Gelişimi	4
2.3 Temel ERP Bileşenleri	5
2.3.1 Satış ve dağıtım yönetimi.....	6
2.3.2 Üretim yönetimi	6
2.3.3 Satınalma yönetimi	7
2.3.4 Envanter yönetimi	7
2.3.5 Kalite yönetimi.....	7
2.3.6 İnsan kaynakları yönetimi	7
2.3.7 Finans yönetimi	7
2.3.8 Müşteri ilişkileri yönetimi.....	8
2.3.9 Tedarik zinciri yönetimi.....	8
2.3.10 Proje yönetimi	8
2.4 İşletmeleri ERP Kullanmaya İten Faktörler ve Beklenen Faydalar	8
2.5 ERP Yazılım Seçimi.....	10
3. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	13
4. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME	17
4.1 Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP).....	18
4.1.1 AHP'nin aksiyomları	18
4.1.1.1 Terslik koşulu.....	19
4.1.1.2 Homojenlik koşulu	19
4.1.1.3 Bağımsızlık koşulu.....	19
4.1.1.4 Beklenti koşulu	19
4.1.2 AHP'nin adımları	19
4.1.2.1 Hiyerarşik yapının oluşturulması	20
4.1.2.2 İkili karşılaştırma matrisi	20
4.1.2.3 Öncelik vektörünün oluşturulması	21
4.1.2.4 Tutarlılık oranının hesaplanması.....	22
4.1.2.5 Nihai sıranın belirlenmesi	23
4.2 Analitik Ağ Prosesi (ANP).....	23
4.3 Bulanık Küme Teorisi	25
4.4 Bulanık Sayılarda Aritmetik İşlemler	27

4.5 Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi.....	28
4.6 Bulanık Analitik Ağ Prosesi.....	29
4.7 Chang’ın Mertebe Analizi Yöntemi.....	30
5. UYGULAMA.....	33
5.1 Problemin Tanımlanması	33
5.2 Kriterlerin Belirlenmesi.....	33
5.2.1 Maliyet (MAL).....	33
5.2.1.1 Lisans maliyeti (LSM)	33
5.2.1.2 Altyapı maliyeti (ALM)	34
5.2.1.3 Danışmanlık, eğitim ve uyarılama maliyeti (DEM).....	34
5.2.1.4 Yıllık bakım maliyeti (YBM).....	34
5.2.2 Tedarikçi firma (TED)	34
5.2.2.1 Firmanın durumu (FİD)	34
5.2.2.2 Referanslar (REF)	34
5.2.2.3 Servis ve destek (SED).....	35
5.2.3 Fonksiyonellik (FON).....	35
5.2.3.1 Fonksiyonel uygunluk (FOU)	35
5.2.3.2 Yerel mevzuata uygunluk (YMU)	35
5.2.3.3 Güvenlik yönetimi (GÜY)	35
5.2.4 Teknolojik özellikler (TEK).....	35
5.2.4.1 Güncelleme olanağı (GÜN)	36
5.2.4.2 Diğer yazılım ve uygulamalarla entegrasyon (DYE).....	36
5.2.4.3 Web tabanlı çalışma (WEB).....	36
5.2.4.4 Çalıştığı işletim sistemi ve veritabanı (ÇİS)	36
5.2.4.5 Güvenilirlik (GÜV).....	36
5.2.5 Kullanım kolaylığı (KUL)	37
5.2.5.1 Arayüz (ARA).....	37
5.2.5.2 Öğrenilebilirlik (ÖĞR).....	37
5.2.5.3 Yardım bölümü (YAR)	37
5.2.5.4 Raporlama olanakları (RAP).....	37
5.3 Alternatiflerin Belirlenmesi.....	38
5.4 Hiyerarşik Yapının Oluşturulması	38
5.5 Ağ Yapısının Oluşturulması.....	41
5.6 İkili Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması	44
5.7 En İyi Alternatifin Belirlenmesi	52
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	53
KAYNAKLAR	55
EKLER.....	61
ÖZGEÇMİŞ.....	65

KISALTMALAR

ERP	: Enterprise Resource Planning
AHP	: Analitik Hiyerarşı Prosesi
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
ANP	: Analytic Network Process
CRM	: Customer Relationship Management
SCM	: Supply Chain Management
MRP	: Material Requirements Planning
MRP II	: Manufacturing Resource Planning
TFN	: Triangular Fuzzy Number
AR-GE	: Araştırma Geliştirme
KOBİ	: Küçük ve Orta Büyüklükte İşletme
EDI	: Electronic Data Interchange
ISO	: International Organization for Standardization
APICS	: American Production and Inventory Control Society

SEMBOL LİSTESİ

a_{ij}	: A matrisinin i . satır, j . sütun elemanı
$\lambda_{\max}$	: En büyük özdeğer
$\tilde{M}$	: Bulanık sayı
$\mu(x)$	: Bulanık kümenin üyelik fonksiyonu
w'	: Normalize edilmemiş ağırlık vektörü
w	: Normalize edilmiş ağırlık vektörü
Si	: Bulanık sentetik derece değeri
U	: Hedef kümesi
X	: Nesne kümesi
$\otimes$	: Bulanık sayılarda çarpma işlemi
$\oplus$	: Bulanık sayılarda toplama işlemi

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 4.1 : Önem skala değerleri ve tanımları (Saaty, 1996).	20
Çizelge 4.2 : A ikili karşılaştırmalar matrisi (Göztepe, 2010).	21
Çizelge 4.3 : Rassallık indeksi.	23
Çizelge 4.4 : Üçgensel bulanık sayılar (<i>TFNs</i>) (Chen, 1996).	27
Çizelge 4.5 : Bulanık AHP tekniklerinin karşılaştırılması (Kaplan, 2007).	29
Çizelge 6.1 : ERP yazılımlarının sıralanması.	54

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : ERP'nin tarihsel gelişimi (Hossain ve diğ, 2002)	5
Şekil 2.2 : Temel ERP bileşenleri (Keçek ve Yıldırım, 2010).	6
Şekil 4.1 : Örnek bir hiyerarşi yapısı (Göztepe, 2010).	20
Şekil 4.2 : Örnek bir ağ yapısı (Dağdeviren ve diğ, 2005).	24
Şekil 4.3 : Üçgensel bulanık sayı (l, m, u) (Çanlı ve Kandakoğlu, 2007).	26
Şekil 4.4 : (M_1 ve M_2) arasındaki kesişme (d) (Boran ve Göztepe, 2010).	32
Şekil 5.1 : Oluşturulan hiyerarşik yapı.	39
Şekil 5.2 : Kriter giriş sayfası.	40
Şekil 5.3 : Kriterler ve alternatifler arasındaki ilişkiler.	42
Şekil 5.4 : Oluşturulan ağ yapısı.	43
Şekil 5.5 : İkili karşılaştırma matrisleri.	44
Şekil 5.6 : DESTEC 1.0 programı sonuç ekranı.	52

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE ERP YAZILIMI SEÇİMİ

ÖZET

İşletmelerin günümüz rekabet ortamında ayakta kalabilmeleri, işletme bünyesinde yer alan fonksiyonlarını eksiksiz yönetebilmeleri ve gelişen bilgi teknolojilerine ayak uydurmaları ile mümkün olmaktadır. Son yıllarda ortaya çıkan ve dünya çapında yaygın olarak kullanılmaya başlanan önemli bilgi teknolojisi sistemlerinden biri de Kurumsal Kaynak Planlaması (Enterprise Resource Planning-ERP)'dir. ERP, bir işletmenin her fonksiyonel alanını kapsayarak geniş çaplı entegrasyon sağlama özelliği ile bu alanların en fazla rekabet avantajı elde etmesini sağlayan, tümüyle entegre edilmiş bilgisayar destekli bir bilgi sistemidir.

Seçilecek ERP yazılımı işletmelerin gelecekteki rekabet gücünü ve kârlılığını büyük oranda etkileyeceğinden ERP yazılımı seçimi karar vericiler için karar verilmesi zor bir problemdir. ERP yazılımı seçim problemi, çok sayıda nitel ve nicel kriteri bünyesinde barındırdığından çok kriterli karar verme problemi olarak ele alınmaktadır. Bu tez çalışmasında, imalat sektöründe faaliyet gösteren orta ölçekli bir KOBİ (Küçük ve Orta Büyüklükte İşletme) için işletme bünyesine en uygun ERP yazılımının seçimi gerçekleştirilmiştir. ERP yazılımı seçim problemine çok kriterli karar verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), Bulanık AHP, Analitik Ağ Prosesi (ANP) ve Bulanık ANP uygulanmış ve yöntemlerin sonuçları kıyaslanmıştır.

AHP ve ANP yöntemlerinde kullanılan 1-9 arasında numaralandırılmış ölçeklendirme sisteminin kullanımı basit olmasına rağmen, bu yöntemler insanın düşünce şeklini tam olarak yansıtamamaktadır. Karar vericiler, genel olarak aralıklı karar vermeyi, sabit değerli karar vermeye göre daha rahat bulmaktadırlar. Bu nedenle bu yöntemler belirsizliğin açıklanması ve sayılara dökülmesi konusunda yetersiz kalmaktadır. Chang (1996), insanın düşünme şeklini daha iyi yansıtmak amacıyla Mertebe Analiz Yöntemi'ni geliştirmiştir. Bu tezde, Bulanık AHP ve Bulanık ANP hesaplamalarında ikili karşılaştırma yargılarındaki sözel belirsizliği daha iyi ifade etmek amacıyla, üçgensel bulanık sayıları temel alan Chang'ın Mertebe Analiz Yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem, diğer tekniklere kıyasla, kullanımı yaygın, basit olduğu ve adımları AHP yöntemiyle benzerlik gösterdiği için tercih edilmiştir.

Bu tez çalışması kapsamında, 3 ERP yazılım alternatifi 5 ana kriter altında yer alan toplam 19 adet alt kriter üzerinden değerlendirilmiştir. AHP, Bulanık AHP, ANP ve Bulanık ANP hesaplamalarına imkân veren DESTEC 1.0 karar destek yazılımı kullanılarak yapılan hesaplamalarda her bir yazılım alternatifi için nihai önem ağırlıklarına ulaşılmış ve uygulama yapılan işletme bünyesine en uygun ERP yazılımı seçimi gerçekleştirilmiştir.

ERP SOFTWARE SELECTION USING MULTI-CRITERIA DECISION MAKING METHODS

SUMMARY

Surviving of the organizations in today's competitive environment is possible by managing their functions completely and integrating to the developing information technology. One of the major information technology systems which has been emerged recently and used worldwide intensively is Enterprise Resource Planning (ERP). Covering every functional area of an organization feature, ERP, with its integration of providing a wide range are a completely integrated, computer-aided business management system that allows obtaining the most competitive advantage of these areas.

The ERP software which needs to be selected is a difficult problem for decision makers to decide due to significant influence on competitiveness and profitability of the businesses for future. The problem of selecting the ERP software is considered as a multi-criteria decision making problem because of containing a number of qualitative and quantitative criteria within its structure. In this study, the most suitable ERP software selection has been carried out for a small and medium sized enterprise (SME) trading on the field of manufacturing sector. Some of the multi-criteria decision making techniques such as The Analytic Hierarchy Process (AHP), Fuzzy AHP, Analytic Network Process (ANP) and Fuzzy ANP have been applied and obtaining results have been compared with each others.

Although the use of the scaling system ranging from 1 to 9 which is used in the methods of AHP and ANP is simple, these methods can not reflect the structure of human thought completely. Decision makers, in general find easier making intermittent decisions than making constant decisions. Thus, these methods are inadequate for explaining the uncertainty and stating the datas with numbers. In order to reflect the way of human thought better, Chang (1996) developed the Extent Analysis Method. In this study, Chang's Extent Analysis Method based on triangular fuzzy numbers has been used in order to express the linguistic uncertainty of binary comparison judgements better in Fuzzy ANP and Fuzzy AHP calculations. When this method is compared with the other methods, this method is preferred thanks to its common usage, simplicity and similarities of the steps to AHP method.

In this study, three ERP software alternatives which are under 5 main criterias over a total of 19 sub-criterias were evaluated. DESTEC 1.0 decision support software that allows calculations of AHP, Fuzzy AHP, ANP and Fuzzy ANP has been used for the implementation. After the calculations, the final importance weights of each software alternatives have been reached and the most appropriate ERP software selection has been carried out throughout the organization.

1. GİRİŞ

Bilginin önemi rekabet ve küreselleşme ile daha da artmıştır. Karar vericiler, kararlarındaki etkinliği arttırabilmek için daha fazla ve daha hızlı bilgiye ihtiyaç duymaktadırlar. Bilgiye hızlı ve doğru ulaşan işletmeler, verimlilik ve kârlılıklarını artıracaklar ve rekabet avantajı kazanacaklardır. Bilginin hızlı olması bilgi teknolojilerinin kullanılması sayesinde, bilginin doğru olması işletmelerin etkileşimli entegre bir bilgi sistemi kurması ile sağlanabilir.

İleri bilgi teknolojileri, günümüzün rekabet ve hız ortamında işletmelerin vazgeçilmez bir parçası olmuştur. Yeni bilgi teknolojilerinin ortaya çıkması ise çok hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir. Son yıllarda ortaya çıkan ve dünya çapında yaygın olarak kullanılmaya başlanan önemli bilgi teknolojisi sistemlerinden biri de Kurumsal Kaynak Planlaması (Enterprise Resource Planning - ERP)'dir. ERP bir organizasyonun her fonksiyonel alanını kapsayarak geniş çaplı entegrasyon sağlama özelliği ile bu alanların en fazla rekabet avantajı elde etmesini sağlayan, tümüyle entegre edilmiş bilgisayar destekli bir bilgi sistemidir (Erdil ve Başlıgil, 2011).

İşletmeler; çeşitli birimlerindeki bilgi akışını bütünlük bir şekilde koordine etmek, ürün ve / veya hizmet üretimi için gereken kaynakların (iş gücü, makine, malzeme, hammadde vb.) verimli kullanılmasını sağlamak amacıyla, ERP yazılımlarını tercih etmektedirler. İşletmelerdeki süreçlerin ortak bir platformda bir araya getirildiği ERP yazılımları, firma ölçeğine ve faaliyet sektörlerine göre değişmekle birlikte oldukça maliyetli, kurulumu ve istenen şekilde çalışması belirli süreler alan uygulamalardır. Bu yazılımların seçimi, işletmeler için hayati kararlardan birisidir (Görener, 2011).

Günümüzde kararların hızlı ve etkin bir şekilde verilmesi rekabet ortamında işletmelerin vazgeçilmez hedeflerinden biri olmuştur. İşletmelerin değişen çevresel şartlara karşı hızla uyum sağlamaları ve bu değişime paralel olarak etkin kararlar alabilmeleri, karar sürecinde çok sayıda nitel ve nicel faktörü bir arada değerlendirebilen bilimsel yöntemleri kullanmaları ile mümkündür (Dağdeviren ve diğ., 2005).

ERP yazılımı seçimi çok sayıda nitel ve nicel faktörü bir arada barındıran çok kriterli bir karar verme problemidir. Çok kriterli karar verme problemleri karar vericiler tarafından günlük hayatta çok karşılaşılan problem tipidir. Bu tip karar problemlerinde amaç belirli sayıdaki alternatiflerden, karar vericinin belirlediği kriterleri en iyi sağlayan alternatifin seçilmesidir.

Bu tez çalışmasında, orta ölçekli bir imalat firmasında ERP yazılımı seçimi için gerekli kriterler ve alt kriterler belirlendikten sonra bu kriterlere bağlı olarak belirlenen alternatif yazılımlar arasından en uygun olan yazılımın seçilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla aynı modele çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP, Bulanık AHP, ANP ve Bulanık ANP uygulanmış ve sonuçlar kıyaslanmıştır.

Tezin ikinci bölümünde; ERP'nin tanımı, tarihsel gelişimi, temel bileşenleri açıklanmış, işletmeleri bu sistemlerini kullanmaya iten faktörler ve beklenen faydalardan bahsedilmiş ve ERP yazılım seçimi konusu ele alınmıştır. Üçüncü bölümde; ERP yazılımı seçimi konusunda yapılmış ve çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanan bazı çalışmalar özetlenmiş, çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP, ANP, Bulanık AHP ve Bulanık ANP yöntemlerinin kullanıldığı farklı alanlardan örnekler verilmiştir. Dördüncü bölümde; çok kriterli karar vermenin tanımı yapılmış, AHP, ANP, Bulanık AHP ve Bulanık ANP yöntemleri açıklanmış, bulanık kümeler teorisi, üçgensel bulanık sayılar ve Chang'ın Mertebe Analizi Yönteminden bahsedilmiştir. Beşinci bölümde, çok kriterli karar verme yöntemleri ile ERP yazılımı seçimi uygulaması gerçekleştirilmiş ve altıncı ve son bölümde ise sonuç ve öneriler sunulmuştur.

2. ERP (KURUMSAL KAYNAK PLANLAMASI)

2.1 ERP'nin Tanımı

Uluslararası literatürde, uygulamalarda ve iş dünyasında ERP (Enterprise Resource Planning) terimi ile ifade edilen Kurumsal Kaynak Planlaması, iş süreçlerinin entegre edilerek tek bir çatı altında toplanmasını sağlar (Keçek ve Yıldırım, 2010).

Bu sistemler adlandırılırken genellikle “kurumsal” sözcüğü kullanılmaktadır. Bunun nedeni ERP sistemlerinin, herhangi bir hizmet veya ürün üretmeye yönelik faaliyet gösteren işletmelerin bütün işlevlerini içermesidir. ERP sistemleri; bütünün, bu bütünü oluşturan parçalardan daha büyük olduğu felsefesi üzerine kurulmuştur. Bu felsefeden yola çıkılarak oluşturulan ERP sistemleri; işletmelerde daha önceleri ayrı ayrı ele alınan işlevleri birbirine bağlı bir şekilde yine işletmelerin amaçlarını yerine getirmek için çalışan parçalar olarak ele alır ve bundan yararlanarak, her türlü kaynağın verimliliğini en üst düzeye ulaştırmayı amaçlar. Başka bir bakış açısıyla, ERP sistemleri işletmelerin ortak bir yerde saklanan verilerinden elde edilen bilgilerin doğru olarak ve doğru makamlara iletilmesini sağlar. ERP tanımını Amerikan Üretim ve Stok Kontrol Topluluğu (American Production and Inventory Control Society-APICS) yapmıştır. APICS'e göre ERP; müşteri siparişlerini karşılamak için kurum ve işletme genelindeki gereken kaynakları almak, imal etmek, sevk etmek ve hesaplamak üzere belirleyen ve planlayan muhasebe odaklı bir bilişim sistemidir. Bir ERP sistemi, tipik bir İmalat Kaynakları Planlaması (Manufacturing Resource Planning-MRP II) sisteminden grafik kullanıcı ara yüzü, ilişkisel veri tabanı, dördüncü kuşak programlama dilinin kullanımı, geliştirmede bilgisayar destekli yazılım mühendisliği, istemci sunucu mimarisi ve açık sistem uyumluluğu gibi teknik gereksinimlerle ayrılır. Bir başka deyişle ERP; müşteri odaklı imalat yönetim sistemidir (Postacı ve diğ, 2012).

ERP, işletmelerin iş süreçlerinin otomatikleştirilmesine ve entegre edilmesine, ortak veri tabanının kullanılmasına ve işletme içerisinde paylaşılabilmesine, eşzamanlı

olarak bilginin üretilmesine ve üretilen bu bilgiye ulaşılabilmesine imkân veren yazılım sistemleri paketi olarak tanımlanmaktadır (Heizer ve Render, 2005).

İşletmeler için geniş kapsamlı bir bilgi yönetim sistemi sunan ERP'nin yaptığı iş, bir yandan gereksiz unsurları elimine ederken diğer yandan da işletme fonksiyonları arasında veri paylaşımı imkânı vererek işletmenin farklı işlemlerini bütünleştirmektedir. Bir organizasyonun küresel ve coğrafi olarak dağıtılmış tüm planlama ve denetim faaliyetlerinin koordinasyonu ve üst düzey bilgi entegrasyonu, ERP ile sağlanabilmektedir. ERP, tüm bu bahsedilen gereksinimlere cevap veren en gelişmiş bilişim tekniklerini kullanan bir sistemdir (Beşkese, 2004).

En genel şekliyle ERP; işletmelerde süregelen tüm bilgi akışının bütünleştirilmesini sağlayan ticari yazılım paketi olarak tanımlanabilir (Rajagopal, 2002).

2.2 ERP'nin Tarihsel Gelişimi

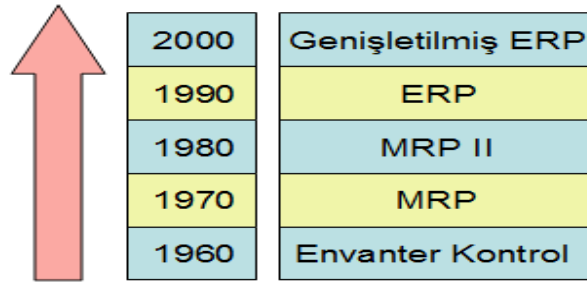
ERP sistemleri, bilgisayar, donanım ve yazılım sistemlerinin büyük çapta gelişimini yakından takip etmiştir. ERP sisteminin tarihsel gelişimine bakıldığında bu sistemin temelini 1960'lı yıllara dayandığı görülür (Postacı ve diğ, 2012).

1960'lı yıllarda üretim sistemleri envanter kontrolüne odaklanırken, genelde kuruma özgü geliştirilen çoğu yazılım paketi, geleneksel envanter kavramlarına dayanarak envanter kayıtlarının tutulmasını sağlamıştır. Bu yazılım paketleri COBOL, ALGOL ve FORTRAN gibi eski programlama dillerine dayalı sistemlerdir. (Hossain ve diğ, 2002).

1970'li yıllarda ise, malzeme gereksinimlerini hesaplayan Malzeme İhtiyaç Planlaması (Material Requirements Planning-MRP) kavramı gündeme gelmiştir. MRP, hammadde ve malzeme gereksinimini daha etkin bir şekilde hesaplamak amacı ile geliştirilmiş bir sistemdir. Bu sistem, nihai ürünler için hazırlanan ana üretim çizelgesini ve ürün ağacı bilgisini kullanarak gerekli olan hammadde ve yardımcı malzemelerin miktarlarını belirleyerek satın alma ve iş emirlerini hazırlayan bir envanter yönetim tekniği olarak tanımlanabilir. 1980'li yıllarda MRP'e finans, satınalma ve üretim planlama gibi fonksiyonların eklenmesi ile MRP II yaklaşımına geçilmiştir. MRP II yazılımları, MRP sistemlerine; satış planlama, kapasite yönetimi ve çizelgeleme gibi işlevlerin de katılmasıyla geliştirilmiştir. Etkin bir üretim planlama aracı olarak görülen MRP II; firmaların, kârlılık ve müşteri memnuniyeti

gibi amaçların sadece üretimi değil, tüm kurumu ilgilendiren kavramlar olduğunu anlamasını sağlayıp finans, satış, dağıtım ve insan kaynakları işlevlerinin de dâhil olduğu entegre sistemlere gereksinim duymalarına neden olmuştur. 1990'lı yılların başından günümüze, bu kavramların tamamını kapsayan bütünlüklük bir kurumsal çözüm olarak, yalnız üretim değil aynı zamanda hizmet sektörüne de hizmet verebilen ERP sistemleri ortaya çıkmıştır (Bayraktar ve Efe, 2006).

Günümüzde ERP sistemleri, bir işletmenin fonksiyonları arasında, çalışmaları başarıyla yöneten, her türlü raporlama, karar destek altyapılarını oluşturan bütünlüklük bir sistem olarak pazardaki yerini bulmuştur. İnternet ve çağrı merkezleriyle bütünlük ERP sistemleri, Müşteri İlişkileri Yönetimi (Customer Relationship Management-CRM), Tedarik Zinciri Yönetimi (Supply Chain Management-SCM) ve İşletme Zekâsı (Business Intelligent-BI) kavramlarının da eklenmesiyle genişletilmiştir (Keçek ve Yıldırım, 2010). ERP'nin tarihsel gelişimi Şekil 2.1'de özetlenmiştir.

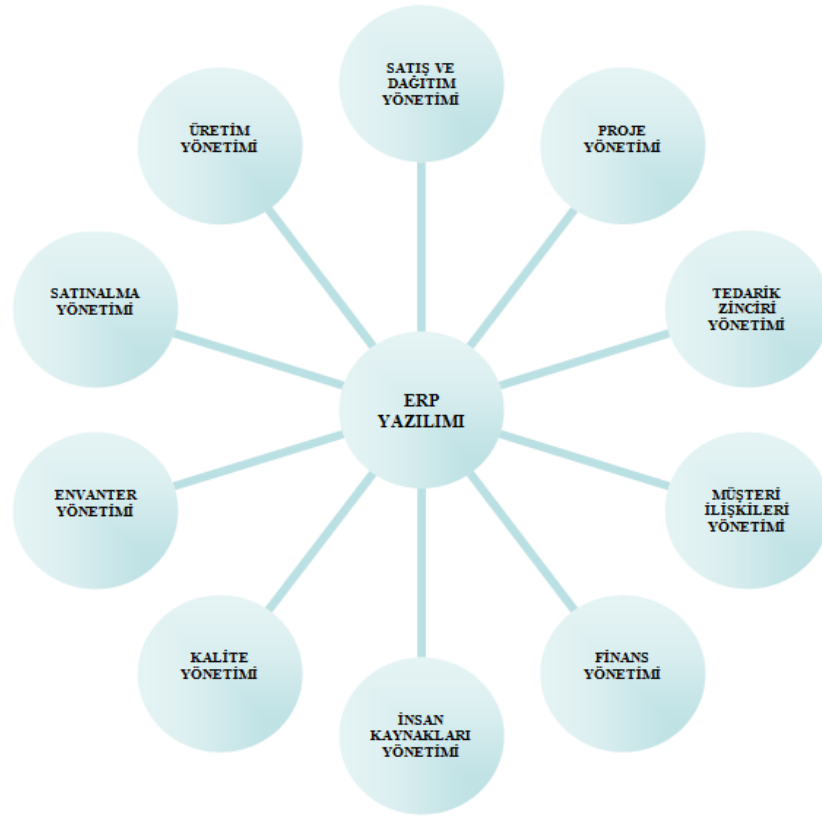


Şekil 2.1 : ERP'nin tarihsel gelişimi (Hossain ve diğ., 2002).

2.3 Temel ERP Bileşenleri

ERP yazılımları, işletmelerin çeşitli faaliyetlerini ele alan birçok yazılım bileşenini (modülünü) tek bir veritabanı altında çalıştırmaktadır. ERP yazılımlarının en önemli özelliği de modüler yapıya sahip olmalarıdır. ERP bileşenleri, işletme fonksiyonlarına önemli katkılarda bulunan sistem elemanlarıdır (Keçek ve Yıldırım, 2010).

ERP yazılımlarında çok çeşitli bileşenler bulunmakla beraber temel bileşenler Şekil 2.2'de görülmektedir. Bu bileşenlere ait açıklamalar aşağıda verilmiştir.



Şekil 2.2 : Temel ERP bileşenleri (Keçek ve Yıldırım, 2010).

2.3.1 Satış ve dağıtım yönetimi

Satış ve dağıtım yönetimi bileşeni, müşteriden mamul siparişlerinin alınıp üretimden teslimine kadar olan süreci kapsar. Satış dağıtım bilgi sisteminin yapısı, şirketlerin iş alanları, bulundukları coğrafi dağılım, ürün çeşitleri vb. kriterlere göre değişiklik gösterebilir. Bu bileşen siparişleri tam zamanında karşılayabilmek, dağıtım gereksinimlerini önceden belirlemek, karar mekanizmalarını etkin bir biçimde çalıştırabilmek, elde bulundurma maliyetlerini en aza indirgeyip kârlılık analizlerini doğru bir şekilde yapabilme amacına hizmet eder (Yıldırım, 2008).

2.3.2 Üretim yönetimi

Üretim yönetimi bileşeni, ana üretim planlamasından gelen veriler yardımı ile malzeme ve kapasite planlaması ve optimizasyonu sağlar. Alınmış ya da alınacak siparişlere ilişkin malzeme ve operasyon planlaması, talep ve tedarik planlaması, iş emirleri yönetimi, üretim kontrolü gibi faaliyetleri yönetir (Özdemir, 2010).

2.3.3 Satınalma yönetimi

Satınalma yönetimi bileşeni, işletmeye bölümlerden gelen malzeme gereksinim taleplerinin belirlenip, satıcı firmaya bildirilmesi, takip edilmesi ve teslim alınması sürecini kapsar. İşletmenin yapacağı tüm envanter, hizmet alımları ile yapılacak giderleri ve bunların sonuçlarını takip eden bileşendir. Bu bileşen sipariş, finansman ve genel muhasebe bileşenleri ile gerçek eş zamanlı çalışır (Yıldırım, 2008).

2.3.4 Envanter yönetimi

Envanter yönetimi bileşeni, diğer bileşenler ile bütünleşik bir biçimde, işletme içerisindeki envanterin fiziksel hareketlerinin finans muhasebe ile entegre bir biçimde yönetilmesini sağlamaktadır. Bu bileşen, kurum bünyesinde bulunan tüm stoklara ait bilgileri toplayan, işleyen ve raporlayan bir sistemdir (Özdemir, 2010).

2.3.5 Kalite yönetimi

Kalite yönetim bileşeni, kalite sertifikasyonunun gereksinim duyabileceği tüm takip adımlarının izlenmesini ve yönetilmesini kapsar. Üretim, AR-GE, depo yönetimi, stok kontrol operasyonları ve sevkiyat işlemlerinin gereken adımlarında kalite sisteminin devreye girmesiyle, kalite standartlarına aykırı tüm kalemlerin sistem tarafından takip altına alınması ve gereken durumlarda red edilmesi ve ardından hata düzeltici çalışma formlarının hazırlanması mümkün olmaktadır (Yıldırım, 2008).

2.3.6 İnsan kaynakları yönetimi

İnsan kaynakları yönetimi bileşeni, çalışanları işe alınmalarından kariyer planlamasına ve eğitim çizelgelemesine kadar, modern insan kaynakları yaklaşımlarının tüm stratejik noktalarını kapsar (Özgül, 2006).

2.3.7 Finans yönetimi

Finans yönetimi bileşeni, finansal hareketlerinin, borç ve alacak takibinin, vadeli işlemlerinin takip ve kayıt edildiği bileşendir. Bu bileşen genel muhasebeden bütçelendirmeye, sabit kıymetlerden maliyet muhasebesine kadar tüm finansal operasyonları kapsar. Finans bileşeninde yapılan diğer işlemler; fatura vade düzeltme fişleri, fatura kapanış raporları, müşteri ve satıcı dönemsel mutabakat mektupları, pazarlamacı ve satıcıların faaliyetlerinden oluşan risk analizleri vb. dir (Yıldırım, 2008).

2.3.8 Müşteri ilişkileri yönetimi

Müşteri ilişkileri yönetimi bileşeni, müşterilere yönelik teklif ve kararların, büyük bir esneklik ve müşterilerle etkileşimli ilişki içinde yönetilmesine olanak sağlar. Müşteri ilişkilerini ilgilendiren faaliyetlerin tek elden planlanmasını ve organize edilmesini sağlayarak planlama ve organizasyon hatalarından kaynaklanan müşteri memnuniyetsizliklerini en aza indirmeyi mümkün kılar (Yıldırım, 2008).

2.3.9 Tedarik zinciri yönetimi

Tedarik zinciri yönetimi bileşeni, şirket içi, şirket dışı ve şirketler arası minimum stokla zincir içindeki bütün katılımcıların arasında anında bilgi akışı, lojistik zinciri, uygulamaya hızlı geçiş, kapasitelerden en iyi şekilde yararlanma ve çabuk reaksiyon olanaklarını sağlar (Yıldırım, 2008).

2.3.10 Proje yönetimi

Proje yönetimi bileşeni, projenin başlangıç adımlarından başlayarak, projelendirme çalışmalarının takibi, proje planının oluşturulması, projenin tekliflendirilmesi, proje bazlı tedarik planlamasının oluşturulması, iç ve dış kaynak kullanımlarının planlanması, projenin ilerleme aşamalarının takip edilmesi, maliyetlendirilmesi ve projenin tamamlanarak teslim edilmesi süreçlerinin takibini sağlar. Müşteri odaklı yapılan projelerin yanı sıra şirketlerin yürüttükleri ürün geliştirme, AR-GE ve mühendislik faaliyetlerinin takip edilmesinde kullanılmaktadır (Özdemir, 2010).

2.4 İşletmeleri ERP Kullanmaya İten Faktörler ve Beklenen Faydalar

Demirhan ve Aracıoğlu (2010), işletmeleri ERP sistemlerini kullanmaya iten bir çok farklı neden bulunduğunu belirtmiş ve literatürdeki araştırmalara da dayanarak bu nedenlerin en önemlilerini aşağıdaki şekilde özetlemiştir.

- Verilerin gerçek zamanlı olarak kullanıma sunulmasını sağlayarak bilgi işlenmesini merkezde toplamayıp işletme içine yaymak,
- Yönetim raporlarının oluşturulmasını basitleştiren teknolojik araçlar sağlamak,
- Tekrarlamalardan kaçınmak, sinerji sağlamak ve performans göstergelerini yönetebilmek üzere fonksiyonlar arasında entegrasyon sağlayabilmek,

- Maliyetleri azaltmak üzere belli başlı müşteriler ile elektronik olarak bilgi değişimi ve sipariş alımını gerçekleştirebilmek,
- Rakipleri yakalamak veya onları geçmek üzere yeni teknolojileri uygulamak,
- İş süreçlerinin standardizasyonunu ve yeniden yapılandırılmasını sağlamak,
- Faaliyetleri ve verileri entegre etmek,
- Tedarik zincirini ve stokları optimal hale getirmek,
- Esnekliği arttırmak,
- Çalışan sayısını azaltarak verimliliği arttırmak,
- Küreselleşme stratejisini desteklemek,

Demirhan ve Aracıoğlu (2010), genel olarak ERP sistemlerini başarı ile kuran işletmelerde aşağıdaki faydaların elde edildiğini belirtmiştir.

- Stok düzeylerinde azalma,
- Gereksiz veri ve prosedürlerin azaltılarak verilere daha doğru ve hızlı ulaşım,
- Veri girişi ve ulaşımında sağlanan hız ve kolaylık nedeniyle kırtasiye masraflarında azalma,
- Müşteri hizmetlerinin kalitesinin artırılması ve dolayısıyla müşteri tatmini düzeyinde artış,
- İş süreçlerinin yeniden yapılandırılması ile rekabet gücünde artış sağlanması,
- Çevresel koşullara kolay uyum sağlanması,
- Karar verme sürecinin verilere anında ve doğru şekilde ulaşılması yoluyla desteklenmesi,
- Sipariş, alacak ve borç yönetiminin etkinleştirilmesi,
- Farklı vergi, faturalama, para cinsi, muhasebe yöntemleri ve dilleri destekleyerek uluslar arası entegrasyonunu kuvvetlendirmesi,
- Verimlilik artışı,
- İletişim, lojistik, sistem bakım ve onarım giderlerinde azalma,
- Gelirlerde artış.

ERP sistemlerini kuran birçok işletme ortak veri tabanı sayesinde kurumsal bilgi bankası yaratarak fonksiyonlar arası bilgi tutarsızlığını azaltmayı amaçlamaktadır. ERP sistemleri sayesinde, veri kaydetme ve veri işleme sürecindeki hatalar azalmakta; çalışanlar karar alma süreçlerinde kullanacakları bilgilere anında ulaşabilmektedirler. ERP sistemleri, aynı zamanda işletme içindeki bilginin

paylaşılmasına imkân vererek fonksiyonlar arası entegrasyonu kolaylaştırmakta ve güncellemeleri otomatik olarak gerçekleştirmektedir. Bu özellikleriyle ERP, maliyetlerde azalışı sağlamakta ve karar alma faaliyetlerini iyileştirmektedir (Demir ve Bahadır, 2006).

2.5 ERP Yazılım Seçimi

ERP kullanımının gittikçe arttığı günümüzde, doğru ERP yazılımını seçmek oldukça önemlidir. ERP sistemlerinin kurulum maliyetinin genellikle çok yüksek olması özellikle küçük ve orta ölçekli işletmelerin ihtiyaç duymalarına rağmen bu tür bir uygulamaya gitmemelerine sebep olmaktadır. Çünkü maliyetli olmasının yanında ERP kurulum süreci oldukça uzun ve zorlu bir süreçtir ve işletmelerin ihtiyaçlarına uygun bir şekilde tamamlanmadığında da geri dönüşü yoktur. Bu nedenle ERP yazılımı seçimi ve kurulumu oldukça önemli bir süreçtir (Demirhan ve Aracıoğlu, 2010).

Görünüşü hoşta giden ya da popüler bir ERP yazılımını seçmek, işletmeyi hem maliyet açısından hem de zaman açısından büyük zarara uğratabilir. Bu nedenle doğru kararı vermek için işletme gereksinimlerini çok iyi belirlemeli ve bunlara en iyi cevabı veren yazılım seçilmelidir ki bu bir ERP projesinin ilk adımıdır. İlk adımda yapılacak bir hata ilerleyen süreçleri de etkileyeceğinden yanlış karar başarısızlığı getirecektir (Altay, 2007).

Diğer geliştirme projeleriyle kıyaslandığında, ERP sistemlerinin kurulumlarının gerçekleştirilmesi ve tamamlanması daha zor projeler olarak kabul edilmektedir. Bu zorluğun bir bölümü işletme fonksiyonlarının yeniden tasarlanması ve ERP yazılımına uyumlaştırılması gibi sistemin kendisinin gerektirdiği değişimlerden; bir bölümü ise bu projelerin yönetsel karmaşıklığından kaynaklanmaktadır. ERP sistemleri paket yazılım programları olmasına karşın, proje maliyetinin büyük bir bölümü (yaklaşık %60'ı) yazılımın kurulması ve firmaya uyumunun sağlanması gibi konularda dışarıdan alınan danışmanlık hizmetlerinin maliyetinden oluşmaktadır. Dolayısıyla, kurulum başarısı işletme içindeki uzmanlarla danışmanlık hizmeti sunan uzmanların becerisine bağlı kalmaktadır (Demir ve Bahadır, 2006).

ERP yazılımının seçimi işletmelerin geleceği için önemli bir karar olduğundan; maliyet, kurulum zorluğu ve üretim kaybı dikkate alındığında geri dönüşü olmayan

bir yatırımdır. Bu nedenle, ERP yazılımını seçerken işletmeler çok dikkatli davranmalıdır. ERP sistemi kurmaya karar veren bir işletmenin, doğru seçimi yapabilmesi için bir takım kriterlere dikkat edilmesi gerekir. Bu tezde uygulama yapılan firma ve piyasadaki mevcut ERP yazılımları dikkate alınarak ERP yazılımı seçim kriterleri oluşturulmuştur. Oluşturulan kriterler uygulama bölümünde açıklanacaktır.

3. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

ERP yazılımı seçim probleminde, karar vericiler için seçim kararını etkileyen bir çok kriter bulunmaktadır. ERP yazılımı seçiminde ölçülebilen yapıdaki sayısal kriterler ile ölçülemeyen yapıdaki sayısal olmayan çok sayıdaki kriter birlikte kullanılmaktadır. En uygun ERP yazılımının alternatifler arasından seçiminde çok sayıda kriterden yararlanıldığından, ERP yazılımı seçim problemi çok kriterli karar verme problemi olarak ele alınmaktadır.

Literatürde çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanan birçok çalışma bulunmaktadır. Bu nedenle, öncelikle ERP yazılımı seçimi konusunda yapılmış ve çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanan bazı çalışmalar özetlenecektir. Daha sonra çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP, ANP, Bulanık AHP ve Bulanık ANP yöntemlerinin kullanıldığı farklı alanlardan örnekler verilecektir.

Gürbüz ve diğ. (2012), yapmış oldukları çalışmada bir işletmede 16 kriter kullanarak 4 farklı ERP yazılımı alternatifini bütünselik ANP, Choquet İntegrali ve MACBETH yöntemini kullanarak değerlendirmişlerdir.

Görener (2011), yapmış olduğu çalışmada orta ölçekli bir imalat işletmesinde 26 kriter kullanarak 4 farklı ERP yazılımı alternatifini bütünselik ANP-VIKOR yöntemini kullanarak değerlendirmiştir. Yapmış olduğu çalışma, ANP modeliyle elde edilen kriter ağırlıklarının, VIKOR metodu ile analizine dayanmaktadır.

Keçek ve Yıldırım (2010), yapmış oldukları çalışmada otomotiv sektöründe faaliyet gösteren iki ayrı üretim işletmesinde ERP yazılım seçimi sürecini incelenmişlerdir. 12 kriter kullanarak 3 farklı ERP yazılımı alternatifini AHP yöntemi kullanarak değerlendirmişlerdir. İki ayrı işletme için AHP tekniği ile yapılan değerlendirmeler sonucunda en etkin ERP yazılımları belirlenmeye çalışılmıştır.

Cebeci (2009), yapmış olduğu çalışmada tekstil sektöründe faaliyet gösteren bir işletme için 13 adet kriter kullanarak 3 farklı ERP yazılımı alternatifini Bulanık AHP yöntemini kullanarak değerlendirmiştir.

Kaur ve Mahanti (2008), yapmış olduğu çalışmada bir nakliye işletmesinde 14 kriter kullanarak 3 farklı ERP yazılımı alternatifini Bulanık ANP yöntemini kullanarak değerlendirmiştir.

Liang ve Lien (2007), yapmış oldukları çalışmada elektronik ve perakende mağazacılık işletmeleri için ISO 9126 yazılım kalite standardı kriterlerini de dahil ederek, 32 kriter kullanarak 4 farklı ERP yazılımı alternatifini Bulanık AHP yöntemini kullanarak değerlendirmiştir.

Ayağ ve Özdemir (2007), yapmış oldukları çalışmada bir elektronik işletmesi için 22 değerlendirme kriteri kullanarak 3 farklı ERP yazılımı alternatifini Bulanık ANP yöntemini kullanarak değerlendirmişlerdir. Bulanık ANP yönteminin ANP yöntemine kıyasla daha gerçekçi sonuçlar verdiği sonucuna varmışlardır.

Özgöl (2006), yapmış olduğu çalışmada iplik üretimi gerçekleştiren bir işletmede 10 değerlendirme kriteri kullanarak 5 farklı yazılım alternatifini TOPSIS ve AHP yöntemleriyle değerlendirmiştir. Her iki yöntemde de en uygun yazılım olarak aynı yazılım belirlenmiştir.

Alanbay (2005), yapmış olduğu çalışmada 250 ve daha fazla çalışanı bulunan büyük ölçekli bir işletme için 15 kriter kullanarak 2 farklı ERP yazılımı alternatifini AHP yöntemini kullanarak değerlendirmiştir.

Wei ve diğ. (2005), yapmış oldukları çalışmada bir elektronik işletmesi için 24 değerlendirme kriteri kullanarak 3 farklı ERP yazılımı alternatifini AHP yöntemi ile değerlendirmişlerdir.

Literatüre bakıldığında, ERP yazılımı seçimi konusunda çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP, ANP, Bulanık AHP ve Bulanık ANP'nin bir arada kullanıldığı ve sonuçlarının karşılaştırıldığı bir çalışmaya rastlanamamıştır.

ERP yazılımı seçimi problemleri haricinde çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP, ANP, Bulanık AHP ve Bulanık ANP'nin kullanıldığı bazı alanlar aşağıda özetlenmiştir.

AHP'nin kullanıldığı alanlara örnek olarak; makine ve aparat seçimi (Duran ve Aguiloa, 2008), tedarikçi seçimi (Şevkli ve diğ, 2008), bakım yöntemi seçimi (Bertolini ve Bevilacqua, 2006), otomobil satın alma karar süreci (Terzi ve diğ, 2006), imalat süreçleri yönetimi (Beyazid 2005), bankacılık (Albayrak ve Erkut,

2005), kalite yönetimi (Tsaur ve diğ, 2002), proje yönetimi (Al-Harbi, 2001) alanları verilebilir.

ANP'nin kullanıldığı alanlara örnek olarak; lojistik ortaklık stratejisinin belirlenmesi (Çelebi ve diğ, 2010), AR-GE projesi seçimi (Jung ve Seo, 2010), tedarik zinciri yönetimi (Lang ve diğ, 2009), tedarikçi seçimi (Gencer ve Gürpınar, 2007), pazar paylarının tahminlenmesi (Yuluğkural ve diğ, 2005) alanları verilebilir.

Bulanık AHP'nin kullanıldığı alanlara örnek olarak; tezgah alternatiflerinin önceliklendirilmesi (Kaplan ve Arıkan, 2012), üretim planlama performans ölçütlerinin belirlenmesi (Şen ve Cenkçi, 2009), tedarikçi performansı ölçümü (Akman ve Alkan, 2006), yazılım geliştirme stratejisi seçimi (Büyüközkan ve diğ, 2004), müşteri taleplerinin önceliklendirilmesi (Kwong ve Bai, 2003), tedarikçi seçimi (Kahraman ve diğ, 2003) alanları verilebilir.

Bulanık ANP'nin kullanıldığı alanlara örnek olarak; tersane yeri seçimi (Güneri ve diğ, 2009), telekomünikasyon sektörü için tedarikçi seçimi (Önüt ve diğ, 2009), iş sistemlerinde hatalı davranış riskini saptama (Dağdeviren ve diğ, 2008), performans ölçümü (Yellepeddi, 2006), kalite fonksiyonu dağılımı uygulaması (Ertay ve diğ, 2005), AR-GE projesi seçimi (Mohanty ve diğ, 2005) alanları verilebilir.

4. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV), karar vericinin sayılabilir sonlu sayıda veya sayılamayan sayıda seçenekten oluşan bir küme içerisinde en az iki kriter kullanarak yaptığı seçim işlemi diğer bir deyişle, iki veya daha fazla kritere dayalı bir değerlendirme yaparak seçim yapması olarak tanımlanabilmektedir. ÇKKV probleminin oluşabilmesi için birden fazla kriter olması ve bu kriterlerin çelişiyor olması gerekmektedir. Başka bir ifade ile karar verme problemi en az iki çelişen kritere sahipse ve karar yönelik en az iki alternatif çözüm mevcut ise karar problemi ÇKKV problemidir (Kaplan, 2007).

Günümüzde bilimin ve teknolojinin gelişmesine paralel olarak karmaşık yapıdaki problemlerin çözümünde tek kriterli analizlerin yeterli olmadığı bilinmektedir. Tek kriterli analizlerde en önemli varsayım, modeldeki diğer ölçütlerin etkileri sabit kabul edilerek ve her yinelemede sadece bir ölçütün incelenmesidir. Ancak, gerçekte olaylar ve objeler sadece tek bir faktörün etkisi ile değil, çok sayıda iç ve dış faktörün ortak etkisi ile oluşmakta ve karmaşık bir yapı göstermektedir. Bu nedenle olaylar ve objeler çok değişkenli yorumların ortaklaşa etkilerine göre tanımlanmalıdır. ÇKKV’de, kararı veren karar vericiler, izlenen bir amaçlar kümesi ve içlerinden seçim yapılacak bir alternatifler kümesi bulunmaktadır (Aydın ve diğ, 2009).

ÇKKV problemlerinin çözümü öncesinde, karar vericinin tercihlerinin belirlenmesi ve gereksiz ayrıntıların göz ardı edilmesi hesaplama yükünü büyük ölçüde azaltmaktadır. Tercihlerin belirlenmesinde amaçlar ağırlıklandırılmakta, çok kriterli fayda fonksiyonu ya da amaçlara ilişkin hedefler ve önceliklerden yararlanılmaktadır. ÇKKV problemlerinde en iyi çözüm genellikle karar vericilerin değerlendirmelerine göre değişmektedir. Bu nedenle bu tür problemlerde “en iyi” çözüm yerine “baskın” çözüm araştırılmaktadır (Aydın ve diğ, 2009).

ÇKKV sürecinde en iyi alternatifin seçiminde yalnızca nicel modellerin yerine, nicel ve nitel verileri birleştiren derecelendirme modelleri kullanılmaktadır. AHP ve ANP ÇKKV sürecindeki nitel ve nicel faktörleri birleştirme olanağı veren yöntemlerdendir.

4.1 Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

1977 yılında Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen AHP en çok kullanılan ÇKKV yöntemlerinden biridir. AHP'nin temel avantajlarından biri, çok sayıda kriterle başa çıkabilmenin diğer metotlara göre daha kolay olmasıdır. Buna ek olarak, anlaşılması kolay bir metottur ve hem kalitatif hem de kantitatif kriterlerin değerlendirilmesinde uygundur. Metodun uygulanması, ağır ve sıkıcı matematiksel hesaplamalar içermemektedir. Bu özelliklerinden dolayı AHP seçim ve değerlendirme problemlerinde sıklıkla kullanılmıştır (Şen ve Cenkçi, 2009).

Yöntem temel olarak ikili karşılaştırmalardan elde edilen önceliklere dayalı bir ölçüm teorisidir. AHP ile karar vermede sorunun olabildiğince ayrıntılı olarak ortaya konması ve hiyerarşi olarak adlandırılan kademelerin incelenmesi gerekmektedir. AHP tekniğinde en üst düzeyde bir ana hedef ve bu hedefin altında sırasıyla kriterler, alt-kriterler ve alternatiflerden oluşan hiyerarşik bir model kullanılmaktadır. AHP, hiyerarşilerin oluşturulması, üstünlüklerin belirlenmesi, mantıksal ve sayısal tutarlılığın sağlanması şeklinde üç temel prensibe dayanmaktadır (Aydın ve diğ., 2009).

AHP, çok kriterli karar verme problemlerinin; ana hedef, kriterler, alt kriterler ve alternatifler arasındaki ilişkiyi gösteren, hiyerarşik bir yapıda modellenebilmesine olanak veren bir yöntemdir. Bu yöntemle, birçok değerlendirme kriterin rol oynadığı karar problemlerinde, kriterlerin amaca katkısının belirlenebilmesi için kriter ağırlıkları hesaplanabilir ve uygun karar alternatifi seçilebilir (Dinçer ve Görener, 2011).

4.1.1 AHP'nin aksiyomları

Saaty tarafından geliştirilen Analitik Hiyerarşi Prosesi, dört basit aksiyomdan oluşmaktadır (Keçek ve Yıldırım, 2010).

4.1.1.1 Terslik koşulu

Karar verici, karşılaştırmalar yaparken ve tercihlerinin derecesini belirlerken terslik koşulunu yerine getirmelidir.

A kümesi, karar hiyerarşisinde aralarında seçim yapılacak alternatifler kümesi olmak üzere, bu kümedeki önem dereceleri w_i ve w_j olan herhangi iki i ve j alternatiflerinin C kriterler kümesindeki herhangi bir c kriteri altında ikili karşılaştırmaları;

$$\frac{w_i}{w_j} = a_{ij} \text{ şeklinde olur. } (a_{ij} = i \text{ alternatifinin } j \text{ alternatifine göre üstünlüğü})$$

Terslik koşulu için karşılaştırmalar;

$$a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}} \text{ (tüm } i, j \in A \text{ için) } (A: \text{ Alternatif kümesi})$$

olacak şekilde yapılabilmelidir. Karşılaştırma matrisinin bir elemanı bilindiğinde buna karşılık gelen elemanın bu aksiyom ile bulunmasından dolayı terslik aksiyomu karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasına yardımcı olur.

4.1.1.2 Homojenlik koşulu

İkili karşılaştırmalarda iki kriterden biri diğerine göre sonsuz kez üstün kabul edilemez. Yani $a_{ij} \neq \infty$ ($\forall i$ ve j 'ler için) dir. Kullanılan temel ölçek Çizelge 4.1.'deki gibi 1-9 aralığında olduğu için a_{ij} değerleri de 1/9, 1/8, 1/7...,1,...,7,8,9 aralığında bir değer alacaktır.

4.1.1.3 Bağımsızlık koşulu

Hiyerarşide elemanlar hakkındaki yargılar alt seviyedeki elemanlara bağlı değildir. Hiyerarşik yapının oluşturulmasında bu aksiyom temel alınır.

4.1.1.4 Beklenti koşulu

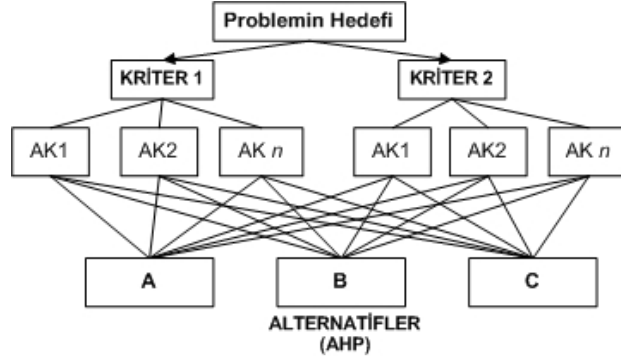
Mevcut karar problemini etkileyen her bir kriter ve alternatif hiyerarşide gösterilmek zorundadır. Diğer bir deyişle, karar vericilerin tüm sezgileri kriter veya alternatif olarak yansıtılmalıdır.

4.1.2 AHP'nin adımları

Analitik Hiyerarşi Prosesinin uygulaması aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır.

4.1.2.1 Hiyerarşik yapının oluşturulması

Hiyerarşinin en üstünde açıkça ifade edilen bir hedef, hedefin altında hedefe doğrudan etki edecek kriterler ve alt kriterler (AK), en altta da seçim yapılacak olan alternatifler bulunmalıdır. Şekil 4.1.'de problemin hedefi, kriterler, alt kriterler ve alternatiflerden oluşan örnek bir hiyerarşi yapısı görülmektedir.



Şekil 4.1 : Örnek bir hiyerarşik yapısı (Göztepe, 2010).

4.1.2.2 İkili karşılaştırma matrisi

Alternatifler, kriter ve alt kriterler tespit edildikten sonra kriterlerin ve alt kriterlerin kendi aralarındaki önem derecelerinin belirlenmesi için, ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmalıdır. Bu aşamada temel amaç, kriterlerin ve alt kriterlerin göreceli önemlerinin tespiti ve bu önemlerin, alternatiflerin seçimine olan etkisinin belirlenmesidir. Karşılaştırmaların yapılmasında Saaty tarafından önerilen 1-9 skalası kullanılır. Bu skala Çizelge 4.1'de görülmektedir. Problem için elde edilen veriler sayısal değilse, problemi sayısal hale getirebilmek için yine aynı skala kullanılır (Göztepe, 2010).

Çizelge 4.1 : Önem skala değerleri ve tanımları (Saaty, 1996).

Değeri	Tanım	Açıklama
1	Eşit önemli	İki seçenekte eşit derecede öneme sahip
3	Biraz önemli	Bir kriterin diğerine karşı biraz daha üstün olduğu durum
5	Fazla önemli	Bir kriter diğerine göre üstün sayılmıştır
7	Çok fazla önemli	Bir kriterin diğerine karşı oldukça üstün sayılmıştır.
9	Aşırı derece önemli	Bir kriterin diğerinden üstün olduğunu çok nettir.
2,4,6,8	Ara değerler	Ardışık iki değerlendirme arasında ki ara değerleri belirtir.

Karar almada grup veya bireyin önceliklerini dikkate alıp nicel ve nitel kriterleri bir arada değerlendiren AHP, oluşturulan hiyerarşideki elemanları ikişer ikişer ele alıp onları bir kritere göre karşılaştırmak ve bu işlemi yaparken diğer kriterleri işleme katmadan tüm elemanlar hakkında ayrı ayrı yargı sahibi olunmasını sağlayan bir tekniktir. AHP'nin önemli bir aşaması olan ikili karşılaştırmalar sonucu oluşturulan

karşılaştırma matrisinde, söz konusu kriter açısından satırlar sütunlarla karşılaştırılarak “satırdaki eleman sütundaki elemana göre ne kadar daha önemli?” sorusunun cevabı her bir hücre için “temel ölçek” çizelge 4.1.’de yer alan sayılar cinsinden ifade edilir. Temel ölçeğe göre elemanlara verilen ağırlıklar veya önem dereceleri olan w_i ve w_j büyüklüklerinin sırasıyla birbirlerine oranlanması sonucu A ikili karşılaştırmalar matrisi elde edilir (Keçek ve Yıldırım, 2010).

Matematiksel olarak bu ilişki;

$$\frac{w_i}{w_j} = a_{ij} \quad (i,j=1,2,\dots,n) \quad (4.1)$$

(w_i : i nci alternatifin ağırlığı w_j : j nci alternatifin ağırlığı) ile ifade edilir. A ikili karşılaştırmalar matrisi, Çizelge 4.2’deki gibi gösterilebilir.

Çizelge 4.2 : A ikili karşılaştırmalar matrisi (Göztepe, 2010).

	Eleman 1	Eleman 2	Eleman 3		Eleman n
Eleman 1	1	a_{12}	a_{13}		a_{1n}
Eleman 2	$a_{21} = 1/a_{12}$	1	a_{23}		a_{2n}
Eleman 3	$a_{31} = 1/a_{13}$	$a_{32} = 1/a_{23}$	1		a_{3n}
...	...	...	...	...	...
Eleman n	$a_{n1} = 1/a_{1n}$	$a_{n2} = 1/a_{n2}$	$a_{n3} = 1/a_{n3}$		1

4.1.2.3 Öncelik vektörünün oluşturulması

Sentezleme aşaması olarak da adlandırılan bu aşamada, öncelik veya ağırlık vektörlerinin hesaplanması için öncelikle ilişki matrisleri normalleştirilir. Normalleştirilmiş matris, her bir sütun değerinin ayrı ayrı ilgili sütun toplamına bölünmesi ile elde edilir. Daha sonra normalleştirilmiş matrisin satır değerlerinin ortalamasının alınması ile her bir kriter, alt kriter ve alternatifin ağırlıkları veya öncelik vektörü elde edilir. Öncelik vektörü karar vermede, ikili karşılaştırma matrislerinden önceliklerin elde edilmesinde kullanılan önemli bir kavramdır. Her bir kriter için bir alt seviyesini oluşturan alternatiflerin ikili karşılaştırmalar matrisinden ilgili kriterin öncelik vektörü elde edilir. Bu öncelik vektörleri, bir üst seviyede yer alan kriterlerin ağırlık vektörleri ile çarpılarak en üst seviyede olan hedef için genel öncelik vektörü bulunur (Keçek ve Yıldırım, 2010).

Matematiksel olarak;

$a_{ij} = w_i / w_j$ değerlerinden oluşan $n \times n$ boyutlu bir A matrisi;

a_{ij} ve $a_{ji} > 0$

$a_{ij} = 1/a_{ji}$

Rank (A)=1 ve $a_{ij}=1$ (i=j olduğu durumlarda)

özelliklerine sahiptir. $W = [w_1, w_2, \dots, w_n]^T$ ile ifade edilen öncelik vektörünü elde etmek için;

$$Aw = \lambda w \quad \text{veya} \quad Aw = n w \quad (4.2)$$

eşitlikleri kullanılır. Bu eşitlikten bulunan λ 'lar A matrisinin özdeğerleri ve w vektörleri de bu λ 'ya karşılık gelen öz vektörlerdir.

AHP'de yapılan hesaplamalarda sadece özdeğerlerin en büyük değerlerini ($\lambda_{\max}$ 'ı) içeren vektör, özvektör olarak alınır. Bir ideal karşılaştırma matrisinde bağımsız vektör sayısı yani rank 1 olacağından, özdeğer, dolayısıyla da özvektör bir tane olacaktır. Yargılardaki bozulma durumunda ise birden fazla özdeğer ortaya çıkacak ve en büyüğünün değeri, matrisin derecesi olan n'ye yakın olacaktır (Keçek ve Yıldırım, 2010).

4.1.2.4 Tutarlılık oranının hesaplanması

Karar vericinin kriterler arasında karşılaştırmaları yaparken tutarlı olup olmadığını görmek üzere her bir matris için “tutarlılık oranı” bulunur. Bulunan bu tutarlılık oranının 0,10 veya daha düşük olması yeterli görülmektedir. Tutarlılığın kontrolü aşamaları aşağıda verilmiştir (Göztepe, 2010).

- İkili karşılaştırmalar matrisi ile bu matrise ait öncelik vektörü çarpıldıktan sonra elde edilen vektöre, ağırlıklandırılmış toplam vektörü denir.
- Elde edilen ağırlıklandırılmış toplam vektörünün her bir elemanı buna karşılık gelen öncelik vektörüne bölünür.
- Elde edilen değerlerin ortalaması alınır ve buna en büyük özdeğer denir. Bu değer $\lambda_{\max}$ simgesi ile gösterilir.

- Tutarlılık İndeksi (T.İ) = $\frac{(\lambda_{\max} - n)}{n - 1}$ (4.3)

- n burada karşılaştırılan eleman sayısını ifade eder.

- Tutarlılık Oranı = Tutarlılık İndeksi (Tİ)/ Rassallık İndeksi (Rİ)

Çizelge 4.3 : Rassallık indeksi.

Matris Boyutu (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Rassallık indeksi (Rİ)	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51

4.1.2.5 Nihai sıranın belirlenmesi

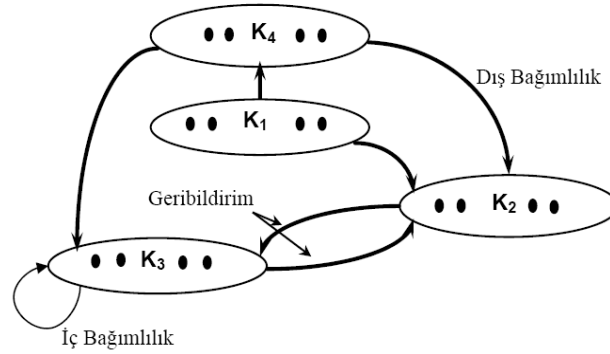
Ana hedefe göre alternatiflerin sıralamalarının belirlendiği bu aşamada; ikili karşılaştırma matrislerinden elde edilen öncelikler birleştirilerek en alt seviyede bulunan alternatifler için sonuç ağırlıkları elde edilir. Elde edilen sonuçlar ile karar vericiler alternatifleri sıralayıp en iyi alternatifi belirleyebilir (Keçek ve Yıldırım, 2010).

4.2 Analitik Ağ Prosesi (ANP)

Gündelik hayatta karşılaşılan pek çok karar problemi karmaşık bir yapıdadır. Ulaşılmak istenen hedefi etkileyen kriter, alt kriter ve alternatifler arasında karşılıklı etkileşimler ve geri bildirimler var olabilir. Bu tür durumlarda problemi hiyerarşik olarak modellemek, problemin çözümü için yeterli değildir. Problemin çözümü için modelin ağ halinde yapılandırılması gerekecektir. Ağ temelli modellerde sadece kriterlerin önemi, alternatiflerin önemini belirlemez; alternatiflerin önemi de kriterlerin önemini belirleyebilir. Modeli oluşturan tüm kriterler arasında karşılıklı yatay veya dikey etkileşimler olduğundan, problemin çözümü için Saaty tarafından Analitik Ağ Prosesi (ANP) olarak adlandırılan yöntem geliştirilmiştir (Göztepe, 2010).

ANP'nin problem çözüm algoritması AHP'den çok farklı değildir, AHP'nin çok genel bir formudur. AHP'de kullanılan genel esaslar, ANP için de kullanılmaktadır. AHP'de kriterlerin birbirinden etkilenmediği varsayılır ve kriterler yukarıdan aşağıya doğru olacak şekilde hiyerarşik olarak seviyelendirilmektedir. ANP yatay ve dikey karşılıklı etkileşime izin verdiğinden herhangi bir seviyelendirme yapmak zorunlu değildir. Ağ yapısının bir örneği Şekil 4.2'de görülmektedir. ANP, bünyesinde küme, kriter, alt kriter ve bunların etkileşim yapısını barındırmaktadır. Aynı kategoride değerlendirilen kriterler ise kümeyi oluştururlar. Kümeler arasındaki oklar iki küme arasındaki etkileşimi göstermektedir. Şekil 4.2'deki okların yönü, etkileşimin yönünü

belirtmektedir. Kümelerin arasındaki okların ifade ettiği anlam “dış bağımlılık” olarak adlandırılırken, kümenin içindeki kriterler arasındaki etkileşimde “iç bağımlılık” olarak adlandırılır. İç bağımlılık, grubun kendisinden çıkıp tekrar kendisine dönen bir okla gösterilir. Kriterler arasında karşılıklı etkileşim varsa “geri bildirim” olarak adlandırılır ve bu etkileşim çift yönlü okla gösterilir. Bir gruptaki öğelerin tümünün bir başka gruptaki öğeyi etkilemesi zorunlu değildir. Kriterler veya alt kriterlerin kendi aralarında bir etkileşim yok ise etkileşim olmayan öğelerin değeri sıfır kabul edilir (Göztepe, 2010).



Şekil 4.2 : Örnek bir ağ yapısı (Dağdeviren ve diğ., 2005).

ANP yöntemi aşağıda anlatılan aşamalardan oluşmaktadır (Göztepe, 2010).

Problemin ayrıştırılarak ANP ağ yapısının oluşturulması yöntemin ilk aşamasıdır. Bu aşamada karar vericiyi sonuca götürecek kriterler, alt kriterler ve alternatifler belirlenir. Bu kriterler arasında hiyerarşik bir yapı yerine karşılıklı etkileşim vardır. Kriterler, alt kriterler ve alternatiflerin belirlenmesinden sonra, modeli oluşturan tüm unsurların birbirleriyle etkileşimini gösteren ağ yapısının oluşturulması gerekmektedir. Ağ yapısı, uzman grubu fikirleri alınarak oluşturulur. Uzman grubu, konu hakkında değerlendirmeler yapabilecek farklı uzmanlık alanlarındaki personelden teşkil edilir.

Kriterlere göre ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması, matrislerin öncelik vektörlerinin hesaplanması ve tutarlılığın kontrolü aşamaları AHP’de olduğu gibidir.

Limit süpermatrisi oluşturulması aşamasının ilk basamağı, ağırlıklandırılmamış süpermatrisin oluşturulması işlemidir. Birbirine bağımlı etkilerin bulunduğu bir sistemde global önceliklerin elde edilmesi için lokal öncelik vektörleri ağırlıklandırılmamış süpermatris olarak bilinen matrisin sütunlarına tahsis edilerek yazılır. Süpermatris, yapısı nedeniyle parçalı bir matristir ve yapıdaki her bir matris bölümü, sistem içindeki iki faktör arasındaki ilişkiyi gösterir. İkinci basamakta

ağırlıklandırılmış süpermatris oluşturulur. Ancak oluşturulan bu süpermatris, stokastik değildir. Sütun toplamaları birden büyüktür. Süpermatrisin stokastik olmasını sağlamak için bileşenler, her bir bloklar sütunu üzerindeki etkilerine göre ağırlıklandırılırlar. Bunu sağlamak için, bir sütunun bloğunda sıfırdan farklı elemanlara sahip satır bileşenleri, o sütundaki bileşen üzerindeki etkilerine göre karşılaştırılırlar. Daha sonra her bir blok, o satırdaki bileşenlere karşılık gelen özvektör katsayısı ile çarpılarak, ağırlıklandırılmış süpermatris elde edilir. Bu şekilde elde edilen süpermatrisin kolonlarının her birinin toplamı bir olur. Son basamak limit süpermatrisin elde edilmesidir. Önem ağırlıklarının bir noktada eşitlenmesini sağlamak için süpermatrisin $(2k+1)$. kuvveti alınmaktadır, burada k rasgele seçilmiş büyük bir sayıdır ve elde edilen yeni matris limit süpermatris olarak adlandırılmaktadır.

Son aşama olan en iyi alternatifin seçilmesi aşamasında oluşturulan limit süpermatris ile, alternatiflere ve kriterlere ilişkin önem ağırlıkları belirlenir. Seçim probleminde en yüksek önem ağırlığına sahip olan alternatif, en iyi alternatiftir. Kriterlerin değerlendirildiği bir ağırlıklandırma probleminde ise en yüksek önem ağırlığına sahip olan kriter, karar sürecini etkileyen en önemli faktördür.

4.3 Bulanık Küme Teorisi

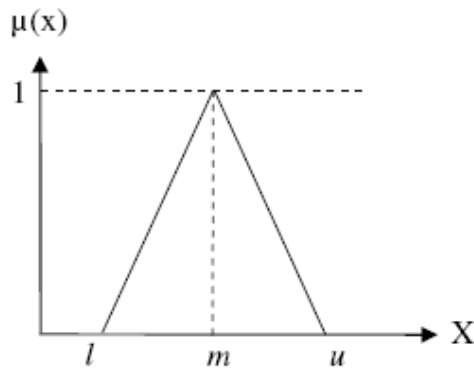
L.A. Zadeh (1965) insanın kesin olmayan bilgiyi anlama ve analiz etme becerisinden yola çıkarak, kesinlik içermeyen problemleri çözmek ve insan düşüncesinin anahtar elemanlarının sayılar değil dilsel ifadeler olduğu fikrine dayanarak bulanık küme teorisini geliştirmiştir (Ecer, 2007). Bu teori, kesin olmayan ve şüpheli kaynaklar ışığında insanların tutarlı ve doğru kararlar vermelerini sağlayan düşünme ve karar verme mekanizmalarının modellenmesi ile ilgilenmektedir (Kaplan, 2007).

Bulanık küme teorisi ilkeleri belirsizliği açıklama kabiliyeti açısından üstünlüğü ile öne çıkmaktadır. Bir bulanık küme, her bir elemanı 0 ile 1 arasında değişen üyelik derecesine sahip bir fonksiyon ile tanımlanır. Bu üyelik dereceleri, bir bulanık küme için süreklilik arz eder (Akman ve Alkan, 2006).

Küme üyeliğinin belirlendiği sınır koşulu, bulanık kümelerde esnek bir yapıda ifade edilmektedir. Diğer bir deyişle, bulanık kümelerde, küme üyeliğinin kısmi üyeliğe geçişi sağlanarak, geleneksel küme teorisi geliştirilmektedir. Böylece, bulanık küme

teorisinde kümeye tam olarak üye olan nesnelerden, kümeye tamamen üye olmayan nesnelere doğru esnek ve dereceli bir geçişe izin verilmektedir. Geleneksel kümeler ile bulanık kümeler arasındaki en temel fark üyelik fonksiyonlarıdır. Geleneksel bir küme sadece bir üyelik fonksiyonuyla nitelenebilirken, bulanık bir küme teorik olarak sonsuz sayıda üyelik fonksiyonu ile nitelenebilmektedir. Üyelik fonksiyonlarının uygulama ile örtüşen ve doğru bir şekilde belirlenmesi, bulanık küme teorisinin esasını oluşturmaktadır. Bu nedenle, üyelik fonksiyonları bir kez belirlendikten sonra, bulanık küme teorisinde bulanık olan herhangi bir şey kalmadığı söylenmektedir. Bulanık bir kümenin üyelik fonksiyonunu belirleme süreci, kavramların uygulamadaki anlamına dayanarak sezgisel olarak da yapılmaktadır. Bulanık kümelerin üyelik fonksiyonlarındaki çeşitlilik, yöneticilerin karar almadaki belirsizliklerini azaltmaktadır. Karar vericiler genellikle, sabit değer atamalarındansa, aralıklar ile çalışmayı daha güvenilir bulmaktadır (Şen ve Cenkçi, 2009).

Gerek işlem kolaylığı sağlaması gerekse de sezgisel olarak oluşturulabilmesi nedeniyle en çok kullanılan bulanık sayı türünün üçgensel bulanık sayılar olduğu ifade edilmektedir (Ecer, 2007). Bir bulanık kümenin temsili sembolün üstünün çizilmesi ile ifade edilmektedir. Üçgensel bir bulanık sayı Şekil 4.3.'de gösterilmektedir. Bir bulanık üçgensel sayının gösterimi, $(l/m, m/u)$ veya (l,m,u) şeklindedir. l , m , u ifadeleri sırasıyla bulanık bir olayda en düşük olasılığı, net değeri ve en yüksek olasılığı ifade eder (Akman ve Alkan, 2006).



Şekil 4.3 : Üçgensel bulanık sayı (l, m, u) (Çanlı ve Kandakoğlu, 2007).

Bir üçgensel bulanık sayının lineer gösterimi sol ve sağ taraf şeklinde aşağıdaki üyelik fonksiyonu ile tanımlanabilir (Kaplan, 2007).

$$\mu(x / \tilde{M}) = \begin{cases} 0, & x < l, \\ (x-l)/(m-l), & l \leq x \leq m, \\ (u-x)/(u-m), & m \leq x \leq u, \\ 0, & x > u. \end{cases} \quad (4.4)$$

Bu tezde, Chen'in (1996) Çizelge 4.4'deki üçgensel bulanık sayıları kullanılmıştır.

Çizelge 4.4 : Üçgensel bulanık sayılar (TFNs) (Chen, 1996).

	TFN	TFN Ters
Eşit önemli	(1, 1, 2)	(1/2, 1, 1)
Zayıf yada hafif	(1, 2, 3)	(1/3, 1/2, 1)
Orta önemli	(2, 3, 4)	(1/4, 1/3, 1/2)
Orta artı	(3, 4, 5)	(1/5, 1/4, 1/3)
Güçlü önemli	(4, 5, 6)	(1/6, 1/5, 1/4)
Güçlü artı	(5, 6, 7)	(1/7, 1/6, 1/5)
Çok güçlü	(6, 7, 8)	(1/8, 1/7, 1/6)
Çok, çok güçlü	(7, 8, 9)	(1/9, 1/8, 1/7)
Aşırı önemli	(8, 9, 9)	(1/9, 1/9, 1/8)

4.4 Bulanık Sayılarda Aritmetik İşlemler

Bulanık hesaplamalarda üçgensel bulanık sayılar için temel aritmetik işlemlere gerek duyulmaktadır. $\tilde{M}_1 = (l_1, m_1, u_1)$ ve $\tilde{M}_2 = (l_2, m_2, u_2)$ bulanık üçgensel sayıları için temel aritmetik işlemler aşağıdaki gibidir (Kaplan ve Arıkan, 2012).

Toplama: $\tilde{M}_1 \oplus \tilde{M}_2 = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2)$

Çarpma: $\tilde{M}_1 \otimes \tilde{M}_2 = (l_1 * l_2, m_1 * m_2, u_1 * u_2)$

Negatif: $-\tilde{M}_1 = (-l_1, -m_1, -u_1)$

Ters alma: $\frac{1}{\tilde{M}_1} = (1/u_1, 1/m_1, 1/l_1)$

4.5 Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi

Bulanık AHP yöntemi sosyal, ekonomik ve yönetim bilimleri gibi çeşitli alanlardaki yapılandırılmamış problemleri modellemede kullanılan iyi bilinen bir analitik araç olan Saaty'nin AHP yönteminden geliştirilen ileri bir analitik teknik olarak düşünülebilir. Çok kriterli karar verme problemlerinde hem niceliksel hem de niteliksel ölçütleri ele almada AHP'nin tutarlılığına rağmen, karar vericinin yargıları, bulanıklığı ve belirsizliği, geleneksel AHP yöntemlerinde karar vericinin kesin olmayan yargılarını değerlendirmeye katmaktadır. AHP'nin amacı uzmanların bilgisini ortaya çıkarmak olmasına rağmen, geleneksel AHP yöntemleri insan düşünce tarzını hala yansıtamamaktadır. AHP'de önceliklerin temeli, karar vericinin algıya dayalı yargıları olduğundan dolayı, Bulanık AHP daha başarılı sonuçlar üretmektedir. Bu yüzden, pek çok araştırmacı, geleneksel AHP teknikleri ile karşılaştırmalı olarak karar verme prosesinde daha kesin tanımlamalar sağlayan Bulanık AHP olarak ifade edilen Saaty'nin geliştirdiği AHP teorisinin bulanık uzantısı ile ilgilenmişlerdir (Özdağoğlu, 2008).

AHP yönteminde, 1 ile 9 arasında numaralandırılmış ölçeklerin kullanımının basit olmasına rağmen bir takım tutarsızlıkları bulunmaktadır. Ayrıca, karar vericiler genel olarak aralıklı karar vermeyi sabit değerli karar vermeye göre tercih etmektedirler. Dolayısıyla, bu yöntem, karar vericinin kararları ile belirsizliğin açıklanması ve sayılara dökülmesi konusunda yetersiz kalmaktadır. Bu yüzden, insani düşünme şeklini yansıtmak amacıyla Bulanık AHP yöntemi geliştirilmiştir (Çanlı ve Kandakoğlu, 2007).

Bazı bulanık AHP tekniklerinin avantaj ve dezavantajları Çizelge 4.5'de belirtilerek karşılaştırmaları yapılmıştır.

Çizelge 4.5 : Bulanık AHP tekniklerinin karşılaştırılması (Kaplan, 2007).

KAYNAK	ANA KARAKTERİSTİK	AVANTAJ-DEZAVANTAJ
Van Laarhoven ve Pedrycz (1983)	• Üçgensel bulanık sayılar içermektedir. • Lootsma'nın logaritmik en küçük kareler tekniği kullanılmıştır.	• Çoklu karar verici görüşleri matriste modellenebilmektedir (A). • Doğrusal denklemlere her zaman çözüm bulunmayabilmektedir (D). • Küçük problemler için bile çok fazla hesaplama gerektirmektedir (D). • Sadece üçgensel bulanık sayılar için kullanılabilir (D).
Buckley (1985)	• Dörtgensel bulanık sayılar içermektedir. • Bulanık ağırlıklar ve performans skorları için geometrik ortalama kullanılmaktadır.	• Bulanık duruma genişletmek kolaydır (A). • Karşılaştırma matrisi için bir tek çözümü garantilemektedir (A). • Çok fazla hesaplama gerektirmektedir (D).
Boender ve diğ, (1980)	• Van Laarhoven ve Pedrycz tekniğinin modifiye edilmiş hali. • Yerel önceliklerin normalize edilmesi için daha sağlam bir yaklaşım sunmaktadır.	• Çoklu karar verici görüşleri modellenebilmektedir (A). • Çok fazla hesaplama gerektirmektedir (D).
Chang (1996)	• Sentetik derece değerleri.	• Hesaplama ihtiyacı nispeten azdır (A). • Klasik AHP safhalarını takip eder, ilave bir işlem gerektirmemektedir (A). • Sadece üçgensel bulanık sayılarla kullanılabilir (D). • Önem ağırlıklarına sıfır değerler atanması bazı kriterlerin göz ardı edilmesine ve karşılaştırma bilgilerinin kullanılamamasına neden olmaktadır (D)
Cheng (1996)	• Bulanık standartlar oluşturmaktadır. • Performans skorlarını üyelik fonksiyonları ile ifade etmektedir. • Nihai ağırlıkları hesaplamak için entropi kavramını kullanmaktadır.	• Hesaplama ihtiyacı çok fazla değildir (A). • Olasılık dağılımı bilindiğinde entropi kullanılmaktadır. Teknik hem olasılık hem de olabilirlik ölçütlerine dayanmaktadır (D).

4.6 Bulanık Analitik Ağ Prosesi

ANP yönteminde karar vericiler, olası alternatifler kümesini değerlendirirken belirsizlik ve anlam çokluklarıyla karşılaşabilirler. Ayrıca, nitel özellikler üzerine insanların yaptığı değerlendirmeler, her zaman için öznel ve bu değerlendirmelerde bir kesinlik söz konusu değildir. Karar vericilerin

düşüncelerindeki bu belirsizlik ve kesinsizlikten dolayı, ANP’de yapılan ikili karşılaştırmalar, karar vericilerin gerçek düşüncelerini yansıtmakta yetersiz kalmaktadır. ANP yönteminin bu eksikliğini gidermek için, ikili karşılaştırmalar yapılırken bulanık mantık yaklaşımı esas alınabilir. İşte bulanık mantık ve ANP’nin bir entegrasyonu olan bu yöntem Bulanık ANP olarak adlandırılır (Muşdal, 2007).

Bulanık ANP’nin ANP yöntemine göre sağladığı bazı avantajlar aşağıda açıklanmıştır: (Muşdal, 2007)

- Bulanık ANP, ikili karşılaştırma prosesindeki belirsizlik ve kesinsizliği daha iyi modeller.
- Bulanık ANP, hem tutarlı hem de tutarsız düşüncelerden öncelikleri elde etmede başarılı bir yöntemdir.
- Bulanık ANP’de, karar vericilerin kavramaya yönelik olarak göstermesi gereken çaba daha azdır.
- Bulanık ANP, yapılan öznel değerlendirmelerde karar vericilerin riske karşı tutumlarını daha iyi yansıtır.

4.7 Chang’ın Mertebe Analizi Yöntemi

Bu tezde, Bulanık AHP ve Bulanık ANP hesaplamaları için Chang tarafından geliştirilen Mertebe Analizi Yöntemi kullanılmıştır. Bu metodun seçilmesinin en önemli sebebi metodun adımlarının diğer Bulanık AHP yöntemlerine kıyasla daha kolay olmasıdır.

Chang’ın (1992, 1996) mertebe analizi yöntemi aşağıda açıklanmıştır. (Boran ve Göztepe, 2010)

$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ nesneler kümesi ve $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$ de bir amaç kümesi olsun. Chang'ın mertebe analizi yöntemine göre, her bir nesne alınır ve her bir amaç için mertebe analizi sırasıyla uygulanır. Bu yüzden her bir nesne için aşağıda gösterildiği gibi “m” adet genişletilmiş analiz değeri elde edilir.

$$M_{g_i}^1, M_{g_i}^2, \dots, M_{g_i}^m, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (4.5)$$

Burada, tüm $M_{g_i}^j$ ($j = 1, 2, \dots, m$) değerleri parametreleri “l”, “m” ve “u” olan üçgensel bulanık sayıdır.

Chang'in Mertebe Analiz Yöntemi aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır;

Adım1: Bulanık yapay büyüklük değeri, “i.” nesneye göre aşağıda olduğu gibi tanımlanır;

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} \quad (4.6)$$

$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j$ ifadesini elde etmek için, “m” değerleri üzerinde bulanık toplama işleminin belirli bir matris için aşağıdaki gibi yapılması,

$$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = \left(\sum_j l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right) \quad (4.7)$$

$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]$ ifadesini elde etmek için $M_{g_i}^j$ ($j=1,2,...,m$) değerler üzerinde bulanık toplama işleminin yapılması,

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right] = \left(\sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i \right) \quad (4.8)$$

ardından Eşitlik 4.8 denklemindeki vektörün tersini hesaplamak gerekir.

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) \quad (4.9)$$

Adım 2: $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ ifadesinin olasılık derecesi;

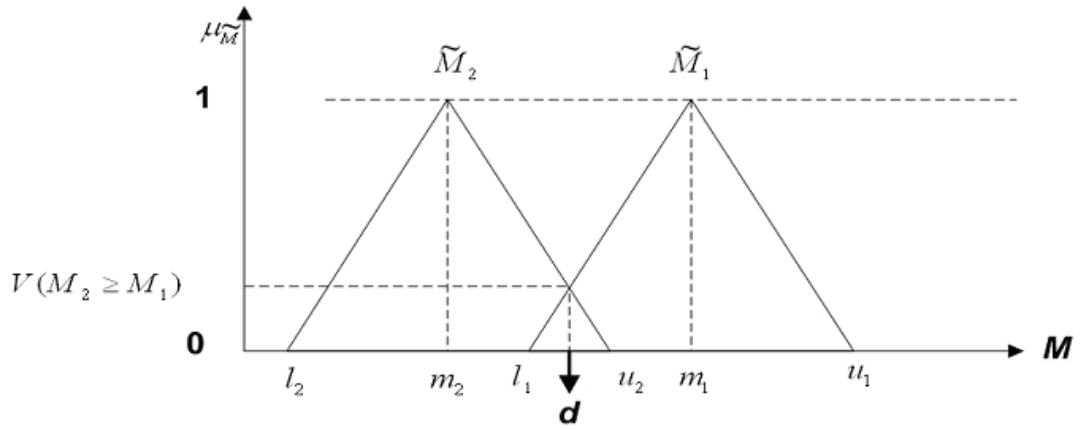
$$V(M_2 \geq M_1) = \sup_{y \geq x} [\min(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y))] \quad (4.10)$$

$x \geq y$ ve $\mu_{M_1} = \mu_{M_2}$ olacak şekilde bir (x,y) çifti olduğunda $V(M_2 \geq M_1) = 1$ 'dir.

M_1 ve M_2 konveks bulanık sayılardır. Bir diğer ifade ile;

$$V(M_2 \geq M_1) = hgt(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_2}(d) = \begin{cases} 1, & \text{eğer } m_2 \geq m_1, \\ 0 & \text{eğer } l_1 \geq u_2, \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & \text{diğer hallerde,} \end{cases} \quad (4.11)$$

şeklinde tanımlanır. Burada d, μ_{M_1} ve μ_{M_2} arasındaki en yüksek kesişim noktası olan “d”nin ordinatıdır (Şekil 4.4).



Şekil 4.4 : (M_1 ve M_2) arasındaki kesişme (d) (Boran ve Göztepe, 2010).

M_1 ve M_2 'yi karşılaştırmak için $V = (M_1 \geq M_2)$ ve $V = (M_2 \geq M_1)$ değerlerinin her ikisi de gereklidir.

Adım 3: Konveks bir bulanık sayının olasılık derecesinin “k” konveks bulanık sayıdan $M_i (i=1,2,...,k)$ daha büyük olması şu şekilde tanımlanabilir:

$$\begin{aligned} V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) &= V[(M \geq M_1) \text{ ve } (M \geq M_2) \text{ ve } \dots \text{ve } (M \geq M_k)] \\ &= \min V(M \geq M_i), \quad i=1,2,\dots,k \end{aligned} \quad (4.12)$$

Burada $k=1,\dots,n; \quad k \neq i$ için;

$$d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k) \quad (4.13)$$

olduğu düşünülürse ağırlık vektörü şu şekilde bulunur:

$$w' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (4.14)$$

Burada $A_i (i=1,2,\dots,n)$ elemandan oluşur.

Adım 4: Normalize edilmiş ağırlık vektörleri;

$$w = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \quad (4.15)$$

olarak bulunur. Burada, “w” ağırlık vektörü bulanık bir sayı değildir.

5. UYGULAMA

5.1 Problemin Tanımlanması

Uygulama yapılan ABC firması imalat sektöründe faaliyet gösteren orta ölçekli bir KOBİ olup ekstrüzyon yöntemiyle alüminyum profil üretimi gerçekleştirmektedir. ABC firması halihazırda işletme fonksiyonlarının yürütülmesinde birbirinden bağımsız yazılımlar kullanmaktadır. Bu nedenle, veri tekrarları yaşanmakta ve farklı birimlerden tutarsız bilgi ve raporlar gelmektedir. İşletmenin kârlılığını ve verimliliğini arttırması amacıyla, bütünleşik çalışan, tek bir veri tabanına sahip, işletme fonksiyonlarının tümünü barındıran, kullanımı kolay ve güvenilir bir ERP yazılımına ihtiyacı bulunmaktadır. Bu nedenlerle işletmeye en uygun ERP yazılımı seçim kararı verilmek istenmektedir.

5.2 Kriterlerin Belirlenmesi

ERP yazılımı seçimi amacıyla firmanın farklı departmanlarından uzmanların ve bağımsız bir ERP danışmanının bulunduğu bir proje ekibi oluşturulmuş, literatürde yer alan ve kaynaklar kısmında detayları verilen akademik çalışmalar ışığında bir ERP seçim modeli geliştirilmiştir. Bu model 5 ana kriter ve 19 alt kriter altında toplanmıştır. Ana kriter ve alt kriterlerin açıklamaları aşağıda verilmiştir.

5.2.1 Maliyet (MAL)

Lisans maliyeti, altyapı maliyeti, danışmanlık, eğitim ve uyarlama maliyeti, yıllık bakım maliyeti başlıklarından oluşmaktadır.

5.2.1.1 Lisans maliyeti (LSM)

ERP yazılımının kullanımı için tedarikçi firmaya yazılımın lisans hakkı için ödenecek olan tutarı ifade etmektedir (El, 2006).

5.2.1.2 Altyapı maliyeti (ALM)

Sunucu ihtiyaçları, işletim sistemi ve veritabanı, güncel yazılımlar, kablolama ihtiyaçları ve buna benzer diğer maliyetlerdir.

5.2.1.3 Danışmanlık, eğitim ve uyarlama maliyeti (DEM)

İşletmenin ERP yazılımı ile etkin olarak çalışabilmesi için öncelikle işletmeyi analiz edip sonrasında gerekli görülen yerlerde iyileştirmeler/özellemeler yapan ve işletmeyi ERP ile çalışmaya hazır hale getiren ve personele gerekli olan eğitimleri veren firmaya ödenen tutarı ifade etmektedir (El, 2006).

5.2.1.4 Yıllık bakım maliyeti (YBM)

Garanti süresi (genellikle lisans sözleşme tarihinden itibaren bir yıllık süre) sonrasında ve her yıl kendiliğinden yenilenen, tedarikçi firmadan alınan her türlü teknik destek, güncelleme ve sorun giderme karşılığında ödenen yıllık ücrettir. Genellikle uygulamada geçerli sürümler için lisans bedelinin %17-%18 i ve eski sürümler için bunlara %2-%4 ilave ile oluşan rakamlardır. Yazılım firmaları, sürüm çıkarma sıklığına bağlı olarak eski sürümleri tamamen destek kapsamından çıkarıp, müşterilerinin ücretsiz olarak üst sürümlere geçmesini teşvik edebilmektedir (Bayraktar ve Efe, 2006).

5.2.2 Tedarikçi firma (TED)

Firmanın durumu, referanslar, servis ve destek başlıklarından oluşmaktadır.

5.2.2.1 Firmanın durumu (FİD)

ERP yazılımının tedarik edildiği firmanın vizyonu, güvenilirliği, finansal durumu, geleceğe yönelik stratejileri, pazar payı, yerel çözüm ortakları vb. özelliklerdir (Yıldırım, 2008).

5.2.2.2 Referanslar (REF)

ERP yazılımının tedarik edildiği firmanın daha önce benzer sektörlerdeki yapmış olduğu çalışmalar ve çalışılan bu firmaların yorumları, satınalma sürecinde dikkate alınması gereken bir kriter olmaktadır. ERP yazılımının daha önce hangi işletmelerde ve hangi sektörlerde kullanıldığı, toplam yüklenme sayısı, kurulum öncesi

canlandırmaları, ERP seçimi açısından yararlı referanslar olabilmektedir (Altay, 2007).

5.2.2.3 Servis ve destek (SED)

ERP yazılımının kullanım sürecinde, yazılımın tedarik edildiği firmanın desteğinin yeterliliği, hızı, kalitesi, uzaktan erişilebilirliği, online yardım gibi özellikleridir (Yıldırım, 2008).

5.2.3 Fonksiyonellik (FON)

Fonksiyonel uygunluk, yerel mevzuata uygunluk, güvenlik yönetimi başlıklarından oluşmaktadır.

5.2.3.1 Fonksiyonel uygunluk (FOU)

İşletmenin gereksinim duyduğu ve kullanılması gerekli fonksiyonların ERP yazılımı tarafından gerçekleştirilebilmesidir. ERP yazılımını kullanacak işletmenin bulunduğu sektöre ve işletmeye özgü iş süreçleri iyi değerlendirilmeli, yazılımın mevcut modülleri ile özelleştirme yapılacak kısımları dikkate alınmalıdır. ERP yazılımının envanter yönetimi, üretim yönetimi, satış yönetimi, finans yönetimi, insan kaynakları yönetimi, CRM, SCM vb. gibi tüm modülleri ve bu modüller dahilinde işletmenin gereksinim duyduğu özel işlevleri sağlayabilmesi gerekmektedir.

5.2.3.2 Yerel mevzuata uygunluk (YMU)

Yazılımın yerel mevzuatı desteklemesi önemli bir seçim kriteridir.

5.2.3.3 Güvenlik yönetimi (GÜY)

ERP sisteminin genel sistem güvenliği, yetkilendirme, şifre işlemleri, loglama vb. güvenlik özellikleri önemlidir (Görener, 2011).

5.2.4 Teknolojik özellikler (TEK)

Güncelleme olanağı, diğer yazılım ve uygulamalarla entegrasyon, web tabanlı çalışma, çalıştığı işletim sistemi ve veritabanı, güvenilirlik başlıklarından oluşmaktadır.

5.2.4.1 Güncelleme olanağı (GÜN)

Bilişim sistemleri sürekli bir değişim ve gelişme içindedir. Zamanla yeni versiyonlara geçilmesi gerekmektedir. Şirket içinde sürekli büyümeyle beraber sürekli yeni ihtiyaçlar doğmaktadır. ERP sisteminin büyüme ve genişleme ihtiyacına cevap verebiliyor olması gerekir. ERP sistemlerinde, veri kaybına uğramadan ve kurulu sisteme zarar vermeden geliştirilebilme ve yeni modüller ekleyebilme önemli bir özelliktir (Yücekaya, 2004).

5.2.4.2 Diğer yazılım ve uygulamalarla entegrasyon (DYE)

ERP yazılımı gerek duyulduğu takdirde ERP modüllerinin barındırmadığı diğer yazılım ve uygulamalarla (MS Office, EDI, barkod okuyucular vb.) birlikte çalışabilirliği sağlamalıdır.

5.2.4.3 Web tabanlı çalışma (WEB)

Yazılımın, bayiler, yan sanayiler ve müşteriler gibi işletme dışı kesimleri de sistemin kullanıcısı olacak şekilde internet tabanlı olması işletme için rekabet avantajı sağlayan bir kriterdir. ERP yazılımı, e-posta, elektronik ticaret ve müşteri memnuniyetini destekleyen çeşitli web tabanlı uygulamaları desteklemelidir (El, 2006).

5.2.4.4 Çalıştığı işletim sistemi ve veritabanı (ÇİS)

ERP yazılımının çalışabildiği işletim sistemi (Linux, Unix, Office vb.) ve veritabanı seçim aşamasında dikkate alınacak önemli kriterlerdendir.

5.2.4.5 Güvenilirlik (GÜV)

Sistemin güvenilirliği, ERP yazılımının kararlı bir yapıda çalışabilmesi, verilerin otomatik olarak yedeklenebilmesi ve kurtarılabilmesi ile ilgili bir özelliktir. ERP sistemi kendi bünyesinde veriyi işlemekte, kaydetme ve raporlar oluşturmaktadır ve bu çıktılar sonucunda kararlar verilmektedir. ERP sisteminin çıktılarının doğru ve güvenilir olması şarttır. Ayrıca bilişim sisteminin çökmesi gibi durumlarda verilerin tekrar elde edilebilir olması gibi durumlar güvenilirliğin başka bir boyutudur (Şahin, 2007).

5.2.5 Kullanım kolaylığı (KUL)

Arayüz, öğrenilebilirlik, yardım bölümü ve raporlama olanağı başlıklarından oluşmaktadır.

5.2.5.1 Arayüz (ARA)

Genellikle ERP yazılımı kullanıcıları bilgisayar konusunda uzman değildirler. Ancak yazılım hakkındaki düşünceleri son derece değerlidir. Yazılımın kullanıcı açısından karmaşık olmaması gerekir. Çünkü kullanıcının performansı işletmenin verimliliğini direkt olarak etkilemektedir. Satın alınan ERP yazılımının kullanımının kolay olması istenir. Programda kullanılan arayüzlerin anlaşılır olması, yapılan işlemlerin adım adım yapılması ve kullanıcı tarafından beğenilmesi önemli bir faktördür (Alanbay, 2005).

5.2.5.2 Öğrenilebilirlik (ÖĞR)

Yazılımın kullanımının kullanıcı tarafından hızlı ve kolay bir şekilde öğrenilebilmesi önemlidir. ERP yazılımının kullanıcı tarafından öğrenilebilmesi için harcanması gereken çaba ile ilgilenen kriterdir. Öğrenilebilirliğin yüksek olması, kullanım sürecinde daha hızlı ve sağlıklı yol alınmasını sağlayacaktır (El, 2006).

5.2.5.3 Yardım bölümü (YAR)

Kullanıcıların ihtiyaç duyması halinde başvurabilecekleri etkin bir yardım bölümü ERP yazılımında mevcut olmalıdır. Ayrıca çalışanların web üzerinde oluşturulmuş etkin bir öğrenme portalı ile belirli eğitimleri alabilmesi büyük kolaylık sağlayacaktır (El, 2006).

5.2.5.4 Raporlama olanakları (RAP)

Raporlama olanakları en önemli kriterlerin başında gelmektedir. Firma yöneticileriyle yapılan görüşmelerde yazılımın raporlama olanaklarının önemli bir faktör olarak ele alınması gerektiği belirtilmiştir. ERP yazılımında bulunacak olan standart raporların yanında, yöneticilerin karar almasında kullanılacak ilave raporların oluşturulmasına imkân tanıyan bir yapının da bulunması gereklidir. Böylelikle, yöneticilerin istedikleri verilere daha hızlı ulaşabilmeleri ve kolay karar alabilmeleri sağlanabilecektir.

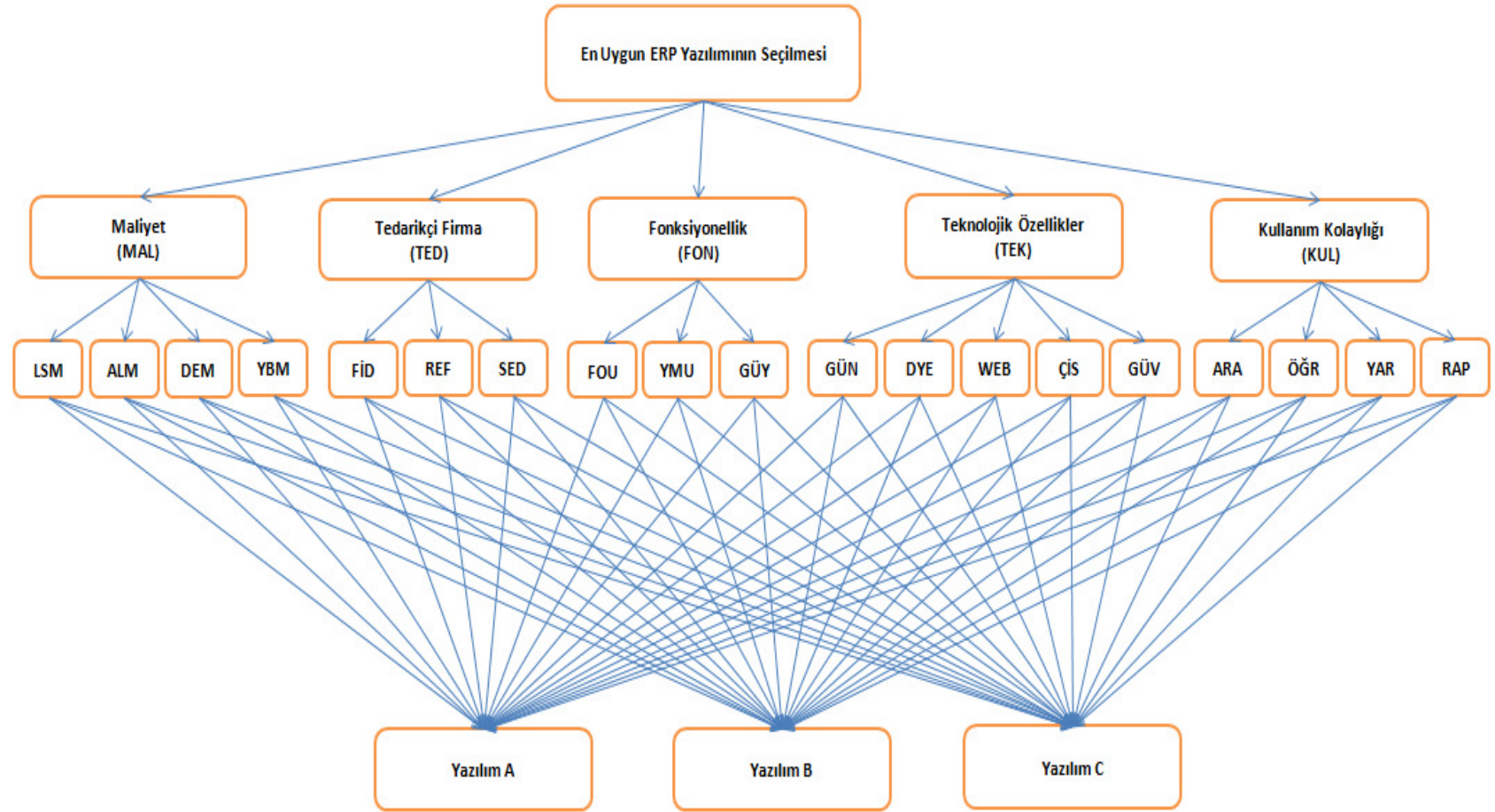
5.3 Alternatiflerin Belirlenmesi

Değerlendirilmesi yapılan alternatifler yazılımların ismini vermemek adına Yazılım A, Yazılım B ve Yazılım C olarak belirtilmiştir. Yazılım alternatifleri, Panorama Consulting Group tarafından yayımlanan 2011 yılı ERP Raporu'na göre firmalarda ERP yazılımı seçimlerinde son aşamaya kalan ilk 10 yazılım arasından uzmanların belirlediği 3 yazılımdır (Url-1, 2012).

5.4 Hiyerarşik Yapının Oluşturulması

Kriterler ve alternatifler belirlendikten sonra hiyerarşik yapının oluşturulması aşamasına geçilmiştir. Oluşturulan hiyerarşik yapı Şekil 5.1'de gösterilmiştir.

Hiyerarşik yapı oluşturulduktan sonra problemin çözümü için bu yapının bilgisayar programına aktarılması aşamasına geçilmiştir. Bu amaçla, DESTEC 1.0 karar destek yazılımı kullanılmıştır. DESTEC 1.0 karar destek yazılımı, Yanar ve Tozan (2011, 2012) tarafından Microsoft Visual C Sharp programlama diliyle geliştirilmiştir. Program veri girişinde Microsoft Excel programını kullanmaktadır. DESTEC 1.0 programına veri girişi sağlayan Şekil 5.2'deki Excel sayfasına kriterler ve alternatifler tanıtılmıştır.



Şekil 5.1 : Oluşturulan hiyerarşik yapı.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1																		
2	GOAL		ERP SEÇİMİ															
3	CRITERIA		100 MAL			sub-sub-criteria												
4	sub-criteria		110 LSM		111	112		113		114		115		116		117		118
5			120 ALM		121	122		123		124		125		126		127		128
6			130 DEM		131	132		133		134		135		136		137		138
7			140 YBM		141	142		143		144		145		146		147		148
8			150		151	152		153		154		155		156		157		158
9			160		161	162		163		164		165		166		167		168
10			170		171	172		173		174		175		176		177		178
11			180		181	182		183		184		185		186		187		188
12			190		191	192		193		194		195		196		197		198
13	CRITERIA		200 TED			sub-sub-criteria												
14	sub-criteria		210 FID		211	212		213		214		215		216		217		218
15			220 REF		221	222		223		224		225		226		227		228
16			230 SED		231	232		233		234		235		236		237		238
17			240		241	242		243		244		245		246		247		248
18			250		251	252		253		254		255		256		257		258
19			260		261	262		263		264		265		266		267		268
20			270		271	272		273		274		275		276		277		278
21			280		281	282		283		284		285		286		287		288
22			290		291	292		293		294		295		296		297		298
23	CRITERIA		300 FON			sub-sub-criteria												
24	sub-criteria		310 FOU		311	312		313		314		315		316		317		318
25			320 YMU		321	322		323		324		325		326		327		328
26			330 GÜY		331	332		333		334		335		336		337		338
27			340		341	342		343		344		345		346		347		348

Şekil 5.2 : Kriter giriş sayfası.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
33	CRITERIA		400 TEK			sub-sub-criteria												
34	sub-criteria		410 GÜN		411	412		413		414		415		416		417		418
35			420 DYE		421	422		423		424		425		426		427		428
36			430 WEB		431	432		433		434		435		436		437		438
37			440 ÇİS		441	442		443		444		445		446		447		448
38			450 GÜV		451	452		453		454		455		456		457		458
39			460		461	462		463		464		465		466		467		468
40			470		471	472		473		474		475		476		477		478
41			480		481	482		483		484		485		486		487		488
42			490		491	492		493		494		495		496		497		498
43	CRITERIA		500 KUL			sub-sub-criteria												
44	sub-criteria		510 ARA		511	512		513		514		515		516		517		518
45			520 ÖĞR		521	522		523		524		525		526		527		528
46			530 YAR		531	532		533		534		535		536		537		538
47			540 RAP		541	542		543		544		545		546		547		548
48			550		551	552		553		554		555		556		557		558
49			560		561	562		563		564		565		566		567		568
50			570		571	572		573		574		575		576		577		578
51			580		581	582		583		584		585		586		587		588
52			590		591	592		593		594		595		596		597		598
53	CRITERIA		600			sub-sub-criteria												
54	sub-criteria		610		611	612		613		614		615		616		617		618
55			620		621	622		623		624		625		626		627		628
56			630		631	632		633		634		635		636		637		638
57			640		641	642		643		644		645		646		647		648
58			650		651	652		653		654		655		656		657		658
59			660		661	662		663		664		665		666		667		668

Şekil 5.2 (devam): Kriter giriş sayfası.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
82		890		891		892		893		894		895		896		897		898
83	CRITERIA	900		sub-sub-criteria														
84	sub-criteria	910		911		912		913		914		915		916		917		918
85		920		921		922		923		924		925		926		927		928
86		930		931		932		933		934		935		936		937		938
87		940		941		942		943		944		945		946		947		948
88		950		951		952		953		954		955		956		957		958
89		960		961		962		963		964		965		966		967		968
90		970		971		972		973		974		975		976		977		978
91		980		981		982		983		984		985		986		987		988
92		990		991		992		993		994		995		996		997		998
93	ALTERNATIVES	1000 Alternatives																
94		1001 YAZILIM A																
95		1002 YAZILIM B																
96		1003 YAZILIM C																
97		1004																
98		1005																
99		1006																
100		1007																
101		1008																
102		1009																
103																		
104																		
105																		
106																		
107																		
108																		

Şekil 5.2 (devam): Kriter giriş sayfası.

5.5 Ağ Yapısının Oluşturulması

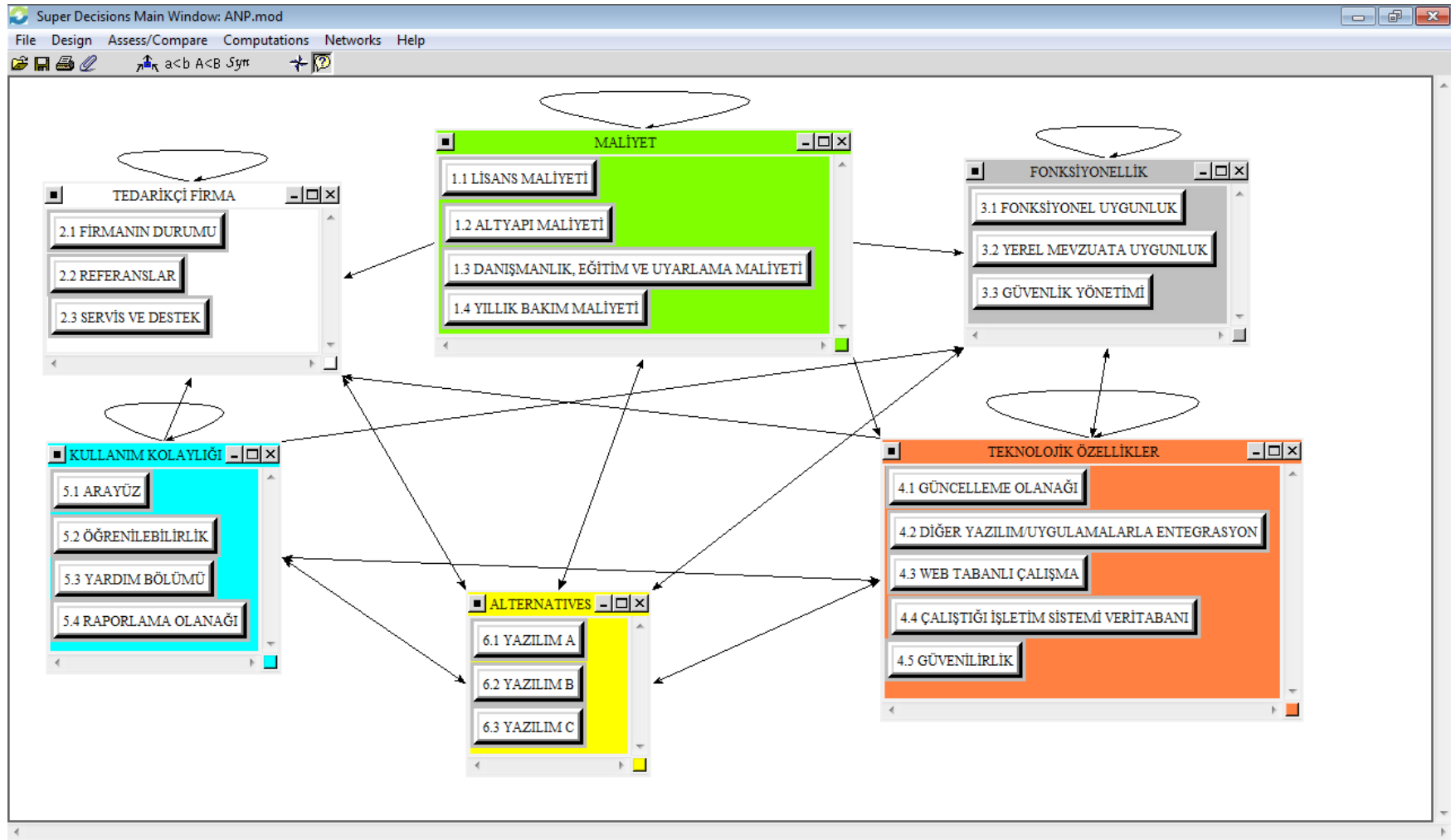
Hiyerarşik yapı DESTEC 1.0 programına tanıtıldıktan sonra ANP ve Bulanık ANP hesaplamaları için kriterler ve alternatifler arasındaki etkileşimlerinin yer aldığı ağ yapısının oluşturulması gerekmektedir.

Ağ yapısı oluşturulurken kriterler ve alternatifler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi gerekir. Hiyerarşik yapı bilgisayara tanıtıldıktan sonra DESTEC 1.0 programı tarafından kriter ve alternatiflerin tümünün bulunduğu Şekil 5.3'deki Excel'de oluşturulmuş matris sayfası oluşturulmaktadır. Excel sayfasında, uzman görüşleri doğrultusunda aralarında ilişki bulunan kriterlere ait hücelere "1" değeri girilmiş, aralarında ilişki bulunmayan kriterlere ait hücelere herhangi bir değer atanmamış ve boş bırakılmıştır. Satırdaki kriterler "etkileyen kriter", sütundaki kriterlere ise "etkilenen kriter" yaklaşımıyla uzmanların görüşleri doğrultusunda matrisler doldurulmuştur.

	LSM	ALM	DEM	YBM	FID	REF	SED	FOU	YMU	GÜY	GÜN	DYE	WEB	ÇİS	GÜV	ARA	ÖGR	YAR	RAP	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C
LSM				1																1	1	1
ALM																				1	1	1
DEM																				1	1	1
YBM																				1	1	1
FID						1				1										1	1	1
REF																				1	1	1
SED			1	1		1					1							1		1	1	1
FOU			1									1	1		1	1	1	1	1	1	1	1
YMU								1												1	1	1
GÜY															1					1	1	1
GÜN				1				1			1									1	1	1
DYE		1							1											1	1	1
WEB							1	1								1				1	1	1
ÇİS		1						1		1										1	1	1
GÜV										1		1								1	1	1
ARA													1				1	1	1	1	1	1
ÖGR																				1	1	1
YAR																1				1	1	1
RAP																				1	1	1
YAZILIM A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
YAZILIM B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
YAZILIM C	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			

Şekil 5.3 : Kriterler ve alternatifler arasındaki ilişkiler.

ANP hesaplamalarının yapılabilirdiği Superdecisions paket programına (Url-2, 2012) Şekil 5.3’de bahsedilen etkileşimlerin aktarılması sonucu oluşturulan ağ yapısı Şekil 5.4’de gösterilmiştir.



Şekil 5.4 : Oluşturulan ağ yapısı.

5.6 İkili Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması

Kriterler ve alternatifler arasındaki ilişkiler girildikten sonra DESTEC 1.0 programı tarafından ikili karşılaştırma matrisleri otomatik olarak oluşturulmaktadır. Oluşturulan ikili karşılaştırma matrisleri Şekil 5.5’de verilmiştir. İkili karşılaştırma matrisleri uzmanlara uygulanan ve EK’te örneği verilen ankete göre doldurulmuştur. Değerlendirmesine başvuru uzmanlar arasında uzlaşma sağlamak amacıyla yapılan anket değerlendirmelerinin geometrik ortalamaları alınmıştır.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	PLEASE COMPARE THE ELEMENTS.																
2	ERP SEÇİMİ	MAL	TED	FON	TEK	KUL	W	Fuzzy W									
3	MAL		4,183	3,446	2,569	4,163	0,416622	0,388975									
4	TED			0,239	1,332	2,569	0,113289	0,101797									
5	FON				3,436	4,782	0,284359	0,352282									
6	TEK					3,554	0,129023	0,156946									
7	KUL						0,056707	0	CR: 0,09								
8																	
9	MAL	LSM	ALM	DEM	YBM	W	Fuzzy W										
10	LSM		3,265	3,324	2,297	0,474203	0,394312										
11	ALM			1,565	1,246	0,18808	0,210102										
12	DEM				0,301	0,107492	0,103792										
13	YBM					0,230226	0,291795	CR: 0,05									
14																	
15	TED	FID	REF	SED	W	Fuzzy W											
16	FID		0,401	0,284	0,138437	0,087945											
17	REF			0,421	0,289075	0,355406											
18	SED				0,572487	0,556649	CR: 0,03										
19																	
20	FON	FOU	YMU	GÜY	W	Fuzzy W											
21	FOU		3,448	1,783	0,546781	0,440276											
22	YMU				1,217	0,216903	0,245869										
23	GÜY					0,236316	0,313855	CR: 0,08									
24																	
25	TEK	GÜN	DYE	WEB	ÇİS	GÜV	W	Fuzzy W									
26	GÜN		2,438	2,121	3,862	4,043	0,39689	0,374806									
27	DYE			3,366	2,169	2,352	0,246421	0,284573									

Şekil 5.5 : İkili karşılaştırma matrisleri.

TEZMATRİSSON - Microsoft Excel																
ERP SEÇİMİ																
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
25 TEK	GÜN	DYE	WEB	ÇİS	GÜV	W	Fuzzy W									
26 GÜN		2,438	2,121	3,862	4,043	0,39689	0,374806									
27 DYE			3,366	2,169	2,352	0,246421	0,284573									
28 WEB				2,931	0,546	0,135254	0,154564									
29 ÇİS					0,386	0,074723	0									
30 GÜV						0,146711	0,186057	CR: 0,08								
31																
32 KUL	ARA	ÖĞR	YAR	RAP	W	Fuzzy W										
33 ARA		2,491	3,064	0,425	0,26307	0,313303										
34 ÖĞR			3,178	0,265	0,158527	0,169206										
35 YAR				0,209	0,078675	0										
36 RAP					0,499728	0,517491	CR: 0,05									
37																
PLEASE COMPARE ALTERNATIVES WITH RESPECT TO THE CRITERION ON THE UPPER LEFT CORNER																
38 LSM	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W											
39 YAZILIM A		2,091	3,519	0,552133	0,528106											
40 YAZILIM B			2,759	0,313336	0,380102											
41 YAZILIM C				0,134531	0,091792	CR: 0,03										
42																
43 ALM	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W											
44 YAZILIM A		2,952	3,323	0,586217	0,593574											
45 YAZILIM B			2,862	0,279136	0,365844											
46 YAZILIM C				0,134647	0,040583	CR: 0,09										
47																
48 DEM	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W											
49 YAZILIM A		1,246	3,064	0,458502	0,424503											
50 YAZILIM B			3,277	0,405119	0,416973											
51																

Şekil 5.5 (devam): İkili karşılaştırma matrisleri.

TEZMATRİSSON - Microsoft Excel																
ERP SEÇİMİ																
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
49 DEM	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W											
50 YAZILIM A		1,246	3,064	0,458502	0,424503											
51 YAZILIM B			3,277	0,405119	0,416973											
52 YAZILIM C				0,136379	0,158524	CR: 0,01										
53																
54 YBM	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W											
55 YAZILIM A		2,491	3,764	0,589112	0,590852											
56 YAZILIM B			2,297	0,2736	0,334466											
57 YAZILIM C				0,137288	0,074681	CR: 0,02										
58																
59 FID	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W											
60 YAZILIM A		1,149	0,266	0,193277	0,203974											
61 YAZILIM B			0,381	0,198469	0,320247											
62 YAZILIM C				0,608255	0,475779	CR: 0,03										
63																
64 REF	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W											
65 YAZILIM A		0,326	0,256	0,120968	0											
66 YAZILIM B			0,353	0,281513	0,3702											
67 YAZILIM C				0,597519	0,6298	CR: 0,07										
68																
69 SED	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W											
70 YAZILIM A		1,136	0,321	0,204922	0,216155											
71 YAZILIM B			0,331	0,190161	0,323561											
72 YAZILIM C				0,604918	0,460283	CR: 0										
73																
74 FOU	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W											
75 YAZILIM A		2,324	3,125	0,55151	0,516049											
76																

Şekil 5.5 (devam): İkili karşılaştırma matrisleri.

ERP SEÇİMİ																
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
74 FOU	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W											
75 YAZILIM A		2,324	3,125	0,55151	0,516049											
76 YAZILIM B			2,786	0,306829	0,376816											
77 YAZILIM C				0,141661	0,107135	CR: 0,06										
78																
79 YMU	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W											
80 YAZILIM A		1,823	1,861	0,469183	0,396646											
81 YAZILIM B			2,088	0,329245	0,350959											
82 YAZILIM C				0,201572	0,252395	CR: 0,06										
83																
84 GUY	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W											
85 YAZILIM A		3,213	3,087	0,611208	0,461894											
86 YAZILIM B			1,124	0,20067	0,209436											
87 YAZILIM C				0,188121	0,32867	CR: 0										
88																
89 GÜN	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W											
90 YAZILIM A		2,324	3,125	0,55151	0,516049											
91 YAZILIM B			2,786	0,306829	0,376816											
92 YAZILIM C				0,141661	0,107135	CR: 0,06										
93																
94 DYE	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W											
95 YAZILIM A		2,027	2,326	0,51009	0,436315											
96 YAZILIM B			2,027	0,306414	0,343932											
97 YAZILIM C				0,183496	0,219753	CR: 0,03										
98																
99 WEB	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W											
100 YAZILIM A		2,086	2,678	0,526957	0,464775											

Şekil 5.5 (devam): İkili karşılaştırma matrisleri.

ERP SEÇİMİ																
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
99 WEB	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W											
100 YAZILIM A		2,086	2,678	0,526957	0,464775											
101 YAZILIM B			2,284	0,308537	0,355707											
102 YAZILIM C				0,164506	0,179518	CR: 0,04										
103																
104 ÇİS	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W											
105 YAZILIM A		3,213	3,087	0,611208	0,461894											
106 YAZILIM B			1,124	0,20067	0,209436											
107 YAZILIM C				0,188121	0,32867	CR: 0										
108																
109 GÜV	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W											
110 YAZILIM A		1,861	2,413	0,503465	0,43148											
111 YAZILIM B			2,035	0,315713	0,349094											
112 YAZILIM C				0,180822	0,219426	CR: 0,02										
113																
114 ARA	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W											
115 YAZILIM A		1,149	3,764	0,463242	0,4425											
116 YAZILIM B			3,65	0,417991	0,432095											
117 YAZILIM C				0,118767	0,125405	CR: 0										
118																
119 DÖR	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W											
120 YAZILIM A		3,213	3,764	0,62179	0,673152											
121 YAZILIM B			2,15	0,240698	0,293195											
122 YAZILIM C				0,137512	0,033653	CR: 0,04										
123																
124 YAR	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W											
125 YAZILIM A		1,921	2,04	0,483238	0,412273											

Şekil 5.5 (devam): İkili karşılaştırma matrisleri.

TEZMATRİSSON - Microsoft Excel																
K141																
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
124 YAR	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W											
125 YAZILIM A		1,921	2,04	0,483238	0,412273											
126 YAZILIM B			2,353	0,331353	0,361511											
127 YAZILIM C				0,185409	0,226216	CR: 0,07										
128																
129 RAP	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W											
130 YAZILIM A		3,519	3,064	0,618971	0,540224											
131 YAZILIM B			1,32	0,203711	0,215339											
132 YAZILIM C				0,177318	0,244437	CR: 0,02										
133																
134	PLEASE COMPARE THE CLUSTERS WITH RESPECT TO THE CLUSTER AT THE UPPER LEFT CORNER (FOR CLUSTER MATRIX)															
135 MAL	Alternatives	TEK	TED	FON	MAL	W	Fuzzy W									
136 Alternatives		1,997	1,694	1,437	1,428	0,267912	0,224351									
137 TEK			1,942	1,942	0,405	0,185326	0,199973									
138 TED				1,694	0,425	0,144275	0,174587									
139 FON					1,331	0,158652	0,179552									
140 MAL						0,243835	0,221538	CR: 0,09								
141																
142 TED	Alternatives	TED	W	Fuzzy W												
143 Alternatives		1,987	0,665178218	0,600214												
144 TED			0,334821782	0,399786	CR: 0											
145																
146 FON	FON	TEK	Alternatives	W	Fuzzy W											
147 FON		2,035	0,287	0,232942	0,280396											
148 TEK			0,293	0,146577	0,063015											
149 Alternatives				0,620481	0,656589	CR: 0,06										
150																

Şekil 5.5 (devam): İkili karşılaştırma matrisleri.

TEZMATRİSSON - Microsoft Excel																
R176																
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
151 TEK	TED	TEK	Alternatives	FON	KUL	W	Fuzzy W									
152 TED		0,402	0,349	0,313	1,407	0,10228	0,128916									
153 TEK			1,503	0,285	1,415	0,204355	0,208809									
154 Alternatives				1,053	2,825	0,257941	0,238086									
155 FON					1,629	0,320267	0,261777									
156 KUL						0,115158	0,162412	CR: 0,08								
157																
158 KUL	FON	TEK	Alternatives	KUL	TED	W	Fuzzy W									
159 FON		0,380	0,332	1,640	2,029	0,165216	0,182034									
160 TEK			0,437	1,285	1,428	0,211792	0,211688									
161 Alternatives				1,680	1,826	0,332125	0,254448									
162 KUL					0,431	0,124935	0,165914									
163 TED						0,165933	0,185916	CR: 0,09								
164																
165 Alternatives	MAL	TED	FON	TEK	KUL	W	Fuzzy W									
166 MAL		0,399	0,313	1,987	3,407	0,164381	0,210519									
167 TED			0,287	2,490	3,415	0,235288	0,288419									
168 FON				3,053	2,825	0,408766	0,374204									
169 TEK					2,629	0,118599	0,126858									
170 KUL						0,072966	0	CR: 0,09								
171																
172	PLEASE COMPARE THE INFLUENCING CRITERIA WITH RESPECT TO THE INFLUENCED CRITERION AT THE UPPER LEFT CORNER.															
173 LSM	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W											
174 YAZILIM A		2,091	3,519	0,552133	0,528106											
175 YAZILIM B			2,759	0,313336	0,380102											
176 YAZILIM C				0,134531	0,091792	CR: 0,03										
177																

Şekil 5.5 (devam): İkili karşılaştırma matrisleri.

TEZMATRİSSON - Microsoft Excel																
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
178	ALM	DYE	ÇİS	W	Fuzzy W											
179	DYE		3,295	0,767176439	0,812343											
180	ÇİS			0,232823561	0,187657	CR: 0										
181																
182	ALM	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W										
183	YAZILIM A		2,952	3,323	0,586217	0,593574										
184	YAZILIM B			2,862	0,279136	0,365844										
185	YAZILIM C				0,134647	0,040583	CR: 0,09									
186																
187	DEM	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W										
188	YAZILIM A		1,246	3,064	0,458502	0,424503										
189	YAZILIM B			3,277	0,405119	0,416973										
190	YAZILIM C				0,136379	0,158524	CR: 0,01									
191																
192	YBM	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W										
193	YAZILIM A		2,491	3,764	0,589112	0,590852										
194	YAZILIM B			2,297	0,2736	0,334466										
195	YAZILIM C				0,137288	0,074681	CR: 0,02									
196																
197	FİD	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W										
198	YAZILIM A		1,149	0,266	0,193277	0,203974										
199	YAZILIM B			0,381	0,198469	0,320247										
200	YAZILIM C				0,608255	0,475779	CR: 0,03									
201																
202	REF	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W										
203	YAZILIM A		0,326	0,256	0,120968	0										
204	YAZILIM B			0,353	0,281513	0,3702										

Şekil 5.5 (devam): İkili karşılaştırma matrisleri.

TEZMATRİSSON - Microsoft Excel																
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
202	REF	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W										
203	YAZILIM A		0,326	0,256	0,120968	0										
204	YAZILIM B			0,353	0,281513	0,3702										
205	YAZILIM C				0,597519	0,6298	CR: 0,07									
206																
207	SED	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W										
208	YAZILIM A		1,136	0,321	0,204922	0,216155										
209	YAZILIM B			0,331	0,190161	0,323561										
210	YAZILIM C				0,604918	0,460283	CR: 0									
211																
212	FOU	GÜN	DYE	WEB	ÇİS	W	Fuzzy W									
213	GÜN		0,306	3,34	3,723	0,283045	0,394542									
214	DYE			3,65	3,618	0,50016	0,524208									
215	WEB				1,68	0,123406	0,08125									
216	ÇİS					0,093389	0	CR: 0,07								
217																
218	FOU	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W										
219	YAZILIM A		2,324	3,125	0,55151	0,516049										
220	YAZILIM B			2,786	0,306829	0,376816										
221	YAZILIM C				0,141661	0,107135	CR: 0,06									
222																
223	YMU	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W										
224	YAZILIM A		1,823	1,861	0,469183	0,396646										
225	YAZILIM B			2,088	0,329245	0,350959										
226	YAZILIM C				0,201572	0,252395	CR: 0,06									
227																
228	GÜY	GÜN	WEB	GÜV	W	Fuzzy W										

Şekil 5.5 (devam): İkili karşılaştırma matrisleri.

TEZMATRISSON - Microsoft Excel																
R176																
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
228 GÜY	GÜN	WEB	GÜV	W	Fuzzy W											
229 GÜN			3,392	1,92	0,531129	0,499092										
230 WEB				0,317	0,130938	0,095966										
231 GÜV					0,337934	0,404942	CR: 0,04									
232																
233 GÜY	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W											
234 YAZILIM A			3,213	3,087	0,611208	0,461894										
235 YAZILIM B				1,124	0,20067	0,209436										
236 YAZILIM C					0,188121	0,32867	CR: 0									
237																
238 GÜN	FID	SED	W	Fuzzy W												
239 FID			0,354	0,261457209	0,272706											
240 SED				0,738542791	0,727294	CR: 0										
241																
242 GÜN	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W											
243 YAZILIM A			2,324	3,125	0,55151	0,516049										
244 YAZILIM B				2,786	0,306829	0,376816										
245 YAZILIM C					0,141661	0,107135	CR: 0,06									
246																
247 DYE	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W											
248 YAZILIM A			2,027	2,326	0,51009	0,436315										
249 YAZILIM B				2,027	0,306414	0,343932										
250 YAZILIM C					0,183496	0,219753	CR: 0,03									
251																
252 WEB	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W											
253 YAZILIM A			2,086	2,678	0,526957	0,464775										
254 YAZILIM B				2,284	0,308537	0,355707										

Şekil 5.5 (devam): İkili karşılaştırma matrisleri.

TEZMATRISSON - Microsoft Excel																
R176																
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
252 WEB	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W											
253 YAZILIM A			2,086	2,678	0,526957	0,464775										
254 YAZILIM B				2,284	0,308537	0,355707										
255 YAZILIM C					0,164506	0,179518	CR: 0,04									
256																
257 ÇİS	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W											
258 YAZILIM A			3,213	3,087	0,611208	0,461894										
259 YAZILIM B				1,124	0,20067	0,209436										
260 YAZILIM C					0,188121	0,32867	CR: 0									
261																
262 GÜV	FOU	GÜY	W	Fuzzy W												
263 FOU			2,632	0,724680824	0,69569											
264 GÜY				0,275319176	0,30431	CR: 0										
265																
266 GÜV	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W											
267 YAZILIM A			1,861	2,413	0,503465	0,43148										
268 YAZILIM B				2,035	0,315713	0,349094										
269 YAZILIM C					0,180822	0,219426	CR: 0,02									
270																
271 ARA	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W											
272 YAZILIM A			1,149	3,764	0,463242	0,4425										
273 YAZILIM B				3,65	0,417991	0,432095										
274 YAZILIM C					0,118767	0,125405	CR: 0									
275																
276 DGR	ARA	YAR	W	Fuzzy W												
277 ARA			1,694	0,62885971	0,561789											
278 YAR				0,37114029	0,438211	CR: 0										

Şekil 5.5 (devam): İkili karşılaştırma matrisleri.

TEZMATRISSON - Microsoft Excel																
R176																
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
280	ÖĞR	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W										
281	YAZILIM A		3,213	3,764	0,61697	0,679101										
282	YAZILIM B			2,456	0,251326	0,320899										
283	YAZILIM C				0,131703	0	CR: 0,06									
284																
285	YAR	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W										
286	YAZILIM A		1,921	2,04	0,483238	0,412273										
287	YAZILIM B			2,353	0,331353	0,361511										
288	YAZILIM C				0,185409	0,226216	CR: 0,07									
289																
290	RAP	YAZILIM A	YAZILIM B	YAZILIM C	W	Fuzzy W										
291	YAZILIM A		3,519	3,064	0,618971	0,540224										
292	YAZILIM B			1,32	0,203711	0,215339										
293	YAZILIM C				0,177318	0,244437	CR: 0,02									
294																
295	YAZILIM A	LSM	ALM	DEM	YBM	W	Fuzzy W									
296	LSM		2,97	2,495	2,756	0,450169	0,401684									
297	ALM			0,359	0,306	0,098264	0,042423									
298	DEM				1,986	0,256647	0,30218									
299	YBM					0,194921	0,253713	CR: 0,07								
300																
301	YAZILIM A	FID	REF	SED	W	Fuzzy W										
302	FID		0,312	0,202	0,103836	0										
303	REF			0,309	0,258146	0,294052										
304	SED				0,638019	0,705948	CR: 0,06									
305																
306	YAZILIM A	FOU	YMU	GÜY	W	Fuzzy W										

Şekil 5.5 (devam): İkili karşılaştırma matrisleri.

TEZMATRISSON - Microsoft Excel																
R176																
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
306	YAZILIM A	FOU	YMU	GÜY	W	Fuzzy W										
307	FOU		3,23	2,652	0,568184	0,552532										
308	YMU			0,332	0,13499	0,064934										
309	GÜY				0,296825	0,382534	CR: 0,09									
310																
311	YAZILIM A	GÜN	DYE	WEB	ÇİS	GÜV	W	Fuzzy W								
312	GÜN		2,611	2,185	1,504	1,284	0,300463	0,238236								
313	DYE			2,199	1,52	1,539	0,214867	0,21164								
314	WEB				1,427	0,374	0,118187	0,1518								
315	ÇİS					0,342	0,119927	0,165915								
316	GÜV						0,246555	0,232408	CR: 0,06							
317																
318	YAZILIM A	ARA	ÖĞR	YAR	RAP	W	Fuzzy W									
319	ARA		1,993	2,335	0,267	0,215706	0,281866									
320	ÖĞR			2,154	0,244	0,152398	0,161883									
321	YAR				0,348	0,110921	0									
322	RAP					0,520975	0,556251	CR: 0,08								
323																
324	YAZILIM B	LSM	ALM	DEM	YBM	W	Fuzzy W									
325	LSM		2,64	1,482	2,33	0,375767	0,327605									
326	ALM			0,317	0,276	0,098244	0,081907									
327	DEM				2,449	0,322709	0,323578									
328	YBM					0,20328	0,266909	CR: 0,07								
329																
330	YAZILIM B	FID	REF	SED	W	Fuzzy W										
331	FID		0,309	0,289	0,12952	0,091191										
332	REF			2,016	0,528159	0,491708										

Şekil 5.5 (devam): İkili karşılaştırma matrisleri.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
330 YAZILIM B	FID	REF	SED	W	Fuzzy W												
331 FID			0,309	0,289	0,12952	0,091191											
332 REF				2,016	0,528159	0,491708											
333 SED					0,342321	0,417101	CR: 0,06										
334																	
335 YAZILIM B	FOU	YMU	GÜY	W	Fuzzy W												
336 FOU			2,783	1,624	0,490275	0,437343											
337 YMU				0,348	0,14975	0,167855											
338 GÜY					0,359976	0,394802	CR: 0,03										
339																	
340 YAZILIM B	GÜN	DYE	WEB	ÇİS	GÜV	W	Fuzzy W										
341 GÜN			2,336	2,493	2,399	2,498	0,35444	0,291857									
342 DYE				2,029	2,789	2,208	0,242478	0,253202									
343 WEB					2,362	2,245	0,177511	0,211318									
344 ÇİS						2,850	0,135449	0,165918									
345 GÜV							0,090121	0,077706	CR: 0,08								
346																	
347 YAZILIM B	ARA	ÖĞR	YAR	RAP	W	Fuzzy W											
348 ARA			1,698	2,353	0,294	0,217212	0,269852										
349 ÖĞR				2,578	0,283	0,177148	0,224444										
350 YAR					0,399	0,114381	0,044968										
351 RAP						0,49126	0,460737	CR: 0,09									
352																	
353 YAZILIM C	LSM	ALM	DEM	YBM	W	Fuzzy W											
354 LSM			2,192	1,658	2,14	0,369943	0,309302										
355 ALM				0,375	0,264	0,109708	0,119158										
356 DEM					2,213	0,299022	0,297497										
357 YBM						0,221328	0,274043	CR: 0,09									
358																	
359 YAZILIM C	FID	REF	SED	W	Fuzzy W												
360 FID			3,933	2,165	0,561707	0,566607											
361 REF				0,304	0,119136	0,025358											
362 SED					0,319157	0,408035	CR: 0,04										
363																	
364 YAZILIM C	FOU	YMU	GÜY	W	Fuzzy W												
365 FOU			2,878	1,477	0,486451	0,433327											
366 YMU				0,403	0,156269	0,184249											
367 GÜY					0,35728	0,382424	CR: 0,01										
368																	
369 YAZILIM C	GÜN	DYE	WEB	ÇİS	GÜV	W	Fuzzy W										
370 GÜN			2,493	2,789	2,503	2,029	0,358261	0,291759									
371 DYE				1,987	2,719	2,108	0,233652	0,247361									
372 WEB					2,352	2,235	0,174516	0,2087									
373 ÇİS						2,810	0,135709	0,163338									
374 GÜV							0,097861	0,088842	CR: 0,09								
375																	
376 YAZILIM C	ARA	ÖĞR	YAR	RAP	W	Fuzzy W											
377 ARA			2,116	2,046	0,316	0,222637	0,276428										
378 ÖĞR				2,777	0,275	0,17337	0,211101										
379 YAR					0,346	0,109844	0,030964										
380 RAP						0,494149	0,481507	CR: 0,09									

Şekil 5.5 (devam): İkili karşılaştırma matrisleri.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
353 YAZILIM C	LSM	ALM	DEM	YBM	W	Fuzzy W											
354 LSM			2,192	1,658	2,14	0,369943	0,309302										
355 ALM				0,375	0,264	0,109708	0,119158										
356 DEM					2,213	0,299022	0,297497										
357 YBM						0,221328	0,274043	CR: 0,09									
358																	
359 YAZILIM C	FID	REF	SED	W	Fuzzy W												
360 FID			3,933	2,165	0,561707	0,566607											
361 REF				0,304	0,119136	0,025358											
362 SED					0,319157	0,408035	CR: 0,04										
363																	
364 YAZILIM C	FOU	YMU	GÜY	W	Fuzzy W												
365 FOU			2,878	1,477	0,486451	0,433327											
366 YMU				0,403	0,156269	0,184249											
367 GÜY					0,35728	0,382424	CR: 0,01										
368																	
369 YAZILIM C	GÜN	DYE	WEB	ÇİS	GÜV	W	Fuzzy W										
370 GÜN			2,493	2,789	2,503	2,029	0,358261	0,291759									
371 DYE				1,987	2,719	2,108	0,233652	0,247361									
372 WEB					2,352	2,235	0,174516	0,2087									
373 ÇİS						2,810	0,135709	0,163338									
374 GÜV							0,097861	0,088842	CR: 0,09								
375																	
376 YAZILIM C	ARA	ÖĞR	YAR	RAP	W	Fuzzy W											
377 ARA			2,116	2,046	0,316	0,222637	0,276428										
378 ÖĞR				2,777	0,275	0,17337	0,211101										
379 YAR					0,346	0,109844	0,030964										
380 RAP						0,494149	0,481507	CR: 0,09									

Şekil 5.5 (devam): İkili karşılaştırma matrisleri.

İkili karşılaştırma matrislerine geometrik ortalama değerleri girildikten sonra matrislerin tutarlılık oranları, normal ağırlık ve bulanık ağırlık değerleri DESTEC 1.0 programı tarafından hesaplanmakta ve ikili karşılaştırma matrislerinin bulunduğu Excel dosyasına işlenmektedir. DESTEC 1.0 programı Bulanık AHP ve Bulanık ANP

hesaplamalarını Chang'ın Mertebe Analizi Yöntemini kullanarak gerçekleştirmektedir.

5.7 En İyi Alternatifin Belirlenmesi

Son olarak DESTEC 1.0 programında hesaplama butonuna basıldığında program AHP, Bulanık AHP, ANP ve Bulanık ANP yöntemlerine göre alternatiflerin sıralamasını vermektedir. DESTEC 1.0 programı sonuç ekranı Şekil 5.6'da gösterilmiştir.

Sonuçlara bakıldığında her dört yöntemde de alternatiflerden YAZILIM A birinci sırada yer almaktadır. İşletme için en uygun yazılımın YAZILIM A olduğu sonucuna varılmıştır.

	AHP	FAHP	ANP	FANP
YAZILIM A	0.509	0.467	0.449	0.377
YAZILIM B	0.289	0.346	0.268	0.327
YAZILIM C	0.202	0.187	0.283	0.296

Şekil 5.6 : DESTEC 1.0 programı sonuç ekranı.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

İşletmelerin günümüz rekabet ortamında ayakta kalabilmeleri, işletme bünyesinde yer alan fonksiyonlarını eksiksiz yönetebilmeleri ve gelişen ileri bilgi teknolojilerine ayak uydurmaları ile mümkün olmaktadır. İşletmeler gelecekte var olmak için ERP yazılımlarına yönelmektedirler. İş dünyası ve akademisyenler için ERP yazılımları günümüzün popüler konularının başında gelmektedir. Türkiye ERP pazarında uluslararası büyük yazılım firmalarının yanı sıra ulusal yazılım firmaları da gün geçtikçe artmaktadır. Bu kadar çeşitli alternatiflerin bulunduğu piyasa ortamında, hangi ERP yazılımının seçileceği işletmeler için hayati kararlardan birisidir.

ERP yazılımı seçim kararı veren bir işletmenin, doğru seçimi yapabilmesi için bir takım kriterlere dikkat edilmesi gerekir. Bu tez çalışması kapsamında uygulama yapılan işletme için tespit edilen kriterler, 5 ana kriter (Maliyet, Tedarikçi firma, Fonksiyonellik, Teknolojik özellikler ve Kullanım kolaylığı) ve 19 alt kriter (Lisans maliyeti, Altyapı maliyeti, Danışmanlık, eğitim ve uyarlama maliyeti, Yıllık bakım maliyeti, Firmanın durumu, Referanslar, Servis ve destek, Fonksiyonel uygunluk, Yerel mevzuata uygunluk, Güvenlik yönetimi, Güncelleme olanağı, Diğer yazılım ve uygulamalarla entegrasyon, Web tabanlı çalışma, Çalıştığı işletim sistemi ve veritabanı, Güvenilirlik, Arayüz, Öğrenilebilirlik, Yardım bölümü ve Raporlama olanağı) altında toplanmıştır. Uzman görüşleri doğrultusunda belirlenen 3 farklı ERP yazılımı alternatifi, 5 ana kriter altında yer alan toplam 19 alt kriter üzerinden değerlendirilmiştir.

Bu tez çalışmasında kullanılan kriterler ve alternatifler ile bunlar arasındaki ilişkiler konuyla ilgili uzmanların bilgi ve tecrübeleri ile literatürde yer alan ve kaynaklar kısmında detayları verilen çalışmalardan faydalanılarak belirlenmiştir. İkili karşılaştırma matrisleri, uzmanlara uygulanan ve EK’te örneği verilen ankete göre doldurulmuştur. Değerlendirmesine başvuru alan uzmanlar arasında uzlaşma sağlamak amacıyla, yapılan anket değerlendirmelerinin geometrik ortalamaları alınmıştır.

Sonuçlar, Çizelge 6.1'e bakılarak kıyaslandığında tercih edilen yazılımın değişmediği, ancak yazılımların yüzdelik dilimlerinde ve sıralamalarında değişiklikler olduğu görülmüştür. Bu değişiklikler, AHP yönteminde kriterler birbirinden etkilenmediğinden ve hiyerarşik olarak yapılandırıldığından, ANP yönteminde kriterlerin yatay ve dikey olarak karşılıklı etkileşiminden kaynaklanmaktadır. Bulanık AHP ve Bulanık ANP yöntemleri için, Chang'ın Mertebe Analizi Yöntemi'nin doğal bir sonucu olarak bazı kriterler için bulanık ağırlık değerlerinin sıfır çıkmasından ve hesaplamaların bulanık sayıların kesişimi yöntemiyle yapılmasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 6.1 : ERP yazılımlarının sıralanması.

ERP YAZILIMI	Kullanılan Yöntemlere Göre Seçim Sonuçları			
	AHP	Bulanık AHP	ANP	Bulanık ANP
YAZILIM A	% 50,9	% 46.7	% 44.9	% 37.7
YAZILIM B	% 28,9	% 34.6	% 26.8	% 32.7
YAZILIM C	% 20,2	% 18.7	% 28.3	% 29.6

Bundan sonra yapılacak çalışmalarda, ERP yazılımı seçim problemine Bulanık ELECTRE, Bulanık TOPSIS ve Bulanık PROMETHEE yöntemlerinin uygulanmasının uygun olacağı değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

- Akman, G. ve Alkan, A.** (2006). Tedarik Zinciri Yönetiminde Bulanık AHP Yöntemi Kullanılarak Tedarikçilerin Performansının Ölçülmesi: Otomotiv Yan Sanayinde Bir Uygulama, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, Yıl: 5 Sayı: 9, 23-46.
- Alanbay, O.** (2005). ERP Selection Using Expert Choice Software, 8th International Symposium on Analytic Hierarchy Process (ISAHP). Honolulu, Hawaii.
- Albayrak, Y.E. ve Erkut, H.** 2005. Banka Performans Değerlendirmede Analitik Hiyerarşi Süreç Yaklaşımı, İTÜ dergisi, 4(6), 47-58.
- Al Harbi, K.M.** (2001). Application of AHP in Project Management, International Journal of Project Management, 19(1), 19-27.
- Altay, U.** (2007). Kurumsal Kaynak Planlaması ve Uygulamaları Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Ayağ, Z. ve Özdemir, R.G.** (2007). An Intelligent Approach to ERP software Selection Through Fuzzy ANP, Int. Journal of Production Research, Vol.45, No.10, 2169-2194.
- Aydın, Ö. Öznehir, S. Akçalı, E.** (2009). Ankara İçin Optimal Hastane Yeri Seçiminin Analitik Hiyerarşi Süreci ile Modellenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. Vol.14, No.2, 69-86.
- Bayraktar, E. ve Efe M.** (2006). Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP) ve Yazılım Seçim Süreci. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Sayı 15, Konya.
- Bertolini, M. ve Bevilacqua, M.** (2006). A Combined Goal Programming-AHP Approach to Maintenance Selection Problem, Reliability Engineering and System Safety, 91, 839-848.
- Beşkese, B.** (2004). Bilişim Teknolojisi Yatırımlarının Değerlendirilmesine Yönelik Uygun Yöntemin Seçilmesi Modeli-ERP Yazılımı Seçimi Uygulaması, Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Beyazid, O.** (2005). Use of AHP in Decision-Making For Flexible Manufacturing Systems, Journal of Manufacturing Technology Management, 16(7), 808-819.
- Boender, C.G.E. Grann, J.G. Lootsma, F.A.** (1980). Multi criteria Decision Analysis With Fuzzy Pairwise Comparison, Fuzzy Sets and Systems, 133-143.
- Boran, S. ve Göztepe, K.** (2010). Development of A Fuzzy Decision Support System For Commodity Acquisition Using Fuzzy Analytic Network Process, Expert Systems with Applications, 37, 1939-1945.
- Buckley, J.J.** (1985). Fuzzy hierarchical analysis. Fuzzy Sets and Systems 17, 233-247.
- Büyüközkan, G. Kahraman, C. Ruan, D.** (2004). A Fuzzy Multi-Criteria Decision Approach For Software Development Strategy Selection, International Journal of General Systems, 259-280.

- Cebeci, U.** (2009). Fuzzy AHP-based Decision Support System For Selecting ERP Systems İn Textile İndustry By Using Balanced Scorecard. Expert systems with applications, 36. 8900–8909.
- Chang, D.Y.** (1992). Extent Analysis and Synthetic Decision, Optimization Techniques and Applications, Vol. 1. World Scientific, Singapore, p. 352.
- Chang, D.Y.** (1996). Applications Of The Extent Analysis Method On Fuzzy AHP. European Journal of Operational Research 95, 649-655.
- Chen, S.** (1996). Evaluating Weapon Systems using Fuzzy Arithmetic Operations. Fuzzy Sets , 77.
- Cheng, C.H.** (1996). Evaluating Naval Tactical Missile Systems By Fuzzy AHP Based On The Grade Value Of Membership Function, European journal of operational research, 343–350.
- Çanlı, H. ve Kandakoğlu, A.** (2007). Hava Gücü Mukayesesi için Bulanık AHP Modeli, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, Cilt 3 Sayı 1, 71–82.
- Çelebi, D. Bayraktar, D. Bingöl, L.** (2010). Analytical Network Process For Logistics Management: A Case Study İn A Small Electronic Appliances Manufacturer, Computers & Industrial Engineering. 58, 432-441.
- Dağdeviren, M., Yüksel, I., Kurt, M.** (2008). A Fuzzy Analytic Network Process Model To Identify Faulty Behavior Risk İn Work System, Safety Science. 46, 771-783.
- Dağdeviren, M. Eraslan, E. Kurt, M. Dizdar, E.N.** (2005). Tedarikçi Seçimi Problemine Analitik Ağ Süreci ile Alternatif Bir Yaklaşım. Teknoloji, Cilt 8, Sayı 2, 115-122.
- Demir, V. ve Bahadır, O.** (2006). ERP Sistemlerinin Maliyetlere ve İşletme Performansına Etkileri, Muhasebe-Bilim Dünyası Dergisi, Cilt:8, Sayı:3, 57-70.
- Demirhan, D. ve Aracıoğlu, B.** (2010). İşletmelerde Kurumsal Kaynak Planlama Sistemlerinin Kullanımı ve Finansal Performans Üzerine Etkileri, Celal Bayar Üniversitesi S.B.E Dergisi, Cilt:8, Sayı:1, 77-96, Manisa.
- Dinçer, H. ve Görener, A.** (2011). Analitik Hiyerarşi Süreci ve VIKOR Tekniği ile Dinamik Performans Analizi: Bankacılık Sektöründe Bir Uygulama. İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Yıl:10 Sayı:19 Bahar s.109-127.
- Duran, O. ve Aguiloa, J.** (2008). Computer-Aided Machine-Tool Selection Based on a Fuzzy-AHP Approach, Expert Systems with Applications, 34(3), 1787-1794.
- Ecer, F.** (2007). Üyelik Fonksiyonu Olarak Üçgen Bulanık Sayılar Mı Yamuk Bulanık Sayılar Mı, Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. 9/2.161 – 180.
- El, A.C.** (2006). ERP Yazılımının KOBİ'lere Uyarlanabilirliği, Yüksek Lisans Tezi. Balıkesir Üniversitesi. Balıkesir.
- Erdil, A. ve Başlıgil, H.** (2011). Kurumsal Kaynak Planlamanın Endüstriyel İşletme Bünyesinde Kurulması, Kurulumunda Karşılaşılan Sorunlar ve Çözümleri. Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi. Sigma 29.196-230.
- Ertay, T. Büyüközkan, G. Kahraman, C. Ruan, D.** (2005). Quality Function Deployment Implementation Based On Analytic Network Process With Linguistic Data: An Application in Automotive Industry, Journal of Intelligent & Fuzzy Systems 16, 221-232.

- Gencer, C. ve Gürpınar, D.** (2007). Analytic Network Process In Supplier Selection: A Case Study In An Electronic Firm, *Applied Mathematical Modelling* 31, 2475-2486.
- Görener, A.** (2011). Bütünleşik ANP-VIKOR Yaklaşımı ile ERP Yazılımı Seçimi, *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi* Cilt 5 Sayı 1, 97-110.
- Göztepe, K.** (2010). Yapay Sinir Ağı Temelli Bulanık Analitik Ağ Prosesi Yaklaşımı ile Tedarikçi Seçimi. Doktora tezi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya.
- Güneri, A.F. Cengiz, M. Şeker S.** (2009). A Fuzzy ANP Approach To Shipyard Location Selection, *Expert Systems With Applications* 36, 7992-7999.
- Gürbüz, T. Alptekin, S. E. Işıklar Alptekin, G.** (2012). A Hybrid MCDM Methodology for ERP Selection Problem with Interacting Criteria, *Decision Support Systems*, doi: 10.1016/j.dss.2012.05.006
- Heizer, J. ve Render, B.** (2005). *Principles of Operations Management*, Prentice Hall, New York.
- Hossain L., Patrick J.D., Rashid M.A.** (2002). *Enterprise Resource Planning: Global Opportunities & Challenges*. Idea Group Publishing. USA. 295 sayfa.
- Jung, U. ve Seo, D.W.** (2010). An ANP Approach For R&D Project Evaluation Based On Interdependencies Between Research Objectives And Evaluation Criteria, *Decision Support System* 49, 335-342.
- Kahraman, C. Cebeci, U. Ulukan, Z.** (2003). Multi-Criteria Supplier Selection Using Fuzzy AHP, *Logistics Information Management*, 16(6), 382-394.
- Kaplan, S.** (2007). Hava Savunma Sektörü Tezgah Yatırım Projelerinin Bulanık AHP ile Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi. Ankara.
- Kaplan, S. ve Arıkan, F.** (2012). Hava Savunma Sektörü Tezgah Yatırım Projelerinin Bulanık AHP ile Değerlendirilmesi, *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*.Cilt 5 Sayı 3, 23–33.
- Keçek, G. ve Yıldırım, E.** (2010). Kurumsal Kaynak Planlama Sisteminin Analitik Hiyerarşi Süreci ile Seçimi: Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama, *Süleyman Demirel Üniversitesi, İ.İ.B.F Dergisi*, Cilt:15, Sayı:1, 193-211, Isparta.
- Kaur, P. ve Mahanti N.C.** (2008). A Fuzzy ANP Based Approach For Selecting ERP Vendors. *International Journal of soft computing* 3(1), 24-32.
- Kwong, C.K. ve Bai, H.** (2003). Determining The Importance Weights For The Customer Requirements In QFD Using A Fuzzy AHP With An Extent Analysis Approach, *IIE Transactions*, 35, 619-626,
- Laarhoven, P.J.M. ve Pedrycz, W.** (1983). A fuzzy extension of saaty's priority theory, *fuzzy Sets and Systems*, 229–241.
- Lang, T.M., Chiang, J.H., Lan, L.W.** (2009). Selection Of Optimal Supplier In Supply Chain Management Strategy With Analytic Network Process And Choquet Integral, *Computers & Industrial Engineering*. 57, 330-340.
- Liang, S. ve Lien, C.** (2007).Selecting the Optimal ERP Software by Combining the ISO 9126 Standard and Fuzzy AHP Approach. *Contemporary Management Research*. Vol:3, No:1, 23-44.

- Mohanty, R.P. Agarwal, R. Choudhury, A.K. Tiwari, M.K.** (2005). A Fuzzy ANP-based Approach to R&D Project Selection: A Case Study, International Journal of Production Research.Vol. 43 No. 24, 5199–5216.
- Muşdal H.** (2007). Tıbbi Atıkları İşleme Ve Bertaraf Etme Teknolojisi Seçme Problemine Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Bulanık Analitik Ağ Prosesi Yaklaşımı. Yüksek Lisans tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Postacı, T. Belgin, Ö. Erkan, T.E.** (2012). KOBİ’lerde ERP Uygulamaları. T.C. Sanayi, Bilim ve Teknoloji Bakanlığı Verimlilik Genel Müdürlüğü Yayın no: 723, Ankara.
- Rajagopal, R.** (2002). An Innovation Diffusion View Of Implementation Of Enterprise Resource Planning (ERP) Systems And Development Of A Research Models, Information & Management 40, ss. 87–114.
- Saaty, T.L.** (1996). Decision Making With Dependence And Feedback: The Analytic Network Process, RWS Publications, Pittsburgh, PA.
- Şahin, U.** (2007). Tekstil sektöründe ERP Sistemi Seçimine Uzman Sistem Yaklaşımı. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi. İstanbul.
- Şen, C.G. ve Cenkçi, D.** (2009). Üretim Planlama Performans Ölçütlerinin Belirlenmesi Ve Değerlendirilmesine Entegre Bir Yaklaşım. Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi. Sigma 27,1-17.
- Şevkli, M., Koh, S.C.L., Zaim, S., Demirbağ, M., Tatoğlu, E.** (2008). Hybrid Analytical Hierarchy Process Model for Supplier Selection. Industrial Management & Data Systems, 108(1), 122-142.
- Terzi, Ü. Hacaloğlu, S.E. Aladağ, Z.** (2006). Otomobil Satın Alma Problemi İçin Bir Karar Destek Modeli, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 5(10), 43-49.
- Tsaur, S.H. Chang, T.Y. Yen, C.H.** (2002). The Evaluation of Airline Service Quality by Fuzzy MCDM, Tourism Management, 23, 107-115.
- Önüt, S. Kara, S. Işık, E.** (2009). Long Term Supplier Selection Using A Combined Fuzzy MCDM Approach: A case study for a telecommunication company. Expert Systems with Applications , 36. 3887-3895.
- Özdağoğlu, A.** (2008). Bulanık AHP Yaklaşımında Duyarlılık Analizleri: Yeni Bir Hammadde Tedarikçisinin Çözümüne Eklenmesi. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, Yıl:7, Sayı:13, 51-72.
- Özdemir, A.** (2010). Üretim Yönetiminde ERP Süreci ve Altın Sektörü Üzerine Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi. İstanbul.
- Özgül, Ö.** (2006). Bir İşletme için TOPSİS ve AHP İle ERP Yazılımın Seçimi, Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi, Sakarya.
- Wei, C.C., Chien, C.F., Wang, M.J.** (2005). An AHP-based Approach to ERP System Selection, International Journal of Production Economics, 96. 47-62.
- Yanar, L.** (2011). A Fuzzy Hybrid Decision Support Software Development For Multi Criteria Decision Making Problems and An Application To Abrasive Water Jet . A master thesis. Turkish naval academy. İstanbul.
- Yanar, L. ve Tozan, H.** (2012). A Fuzzy Hibrid Decision Support System For Interceptor Baywatch Boat Propulsion System Selection, Tehnicki Vjesnik/Technical Gazette, Vol:19. No:2.

- Yücekaya, D. A.** (2004). ERP Sistemleri ve Proje Tarzı Üretim Yapılan Bir Şirkette ERP Sisteminin Seçimi, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi. İstanbul.
- Yıldırım, E.** (2008). Kurumsal Kaynak Planlama Sisteminin Analitik Hiyerarşi Süreci İle Seçimi: Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama, Yüksek lisans tezi. Dumlupınar Üniversitesi. Kütahya.
- Yellepeddi, S.S.** (2006). A Methodology For Evaluating The Performance Of Reverse Supply Chains In Consumer Electronics Industry, Degree Of Doctor Of Philosophy, The University Of Texas At Arlington.
- Yuluğkural, Y. Felek, S. Aladağ, Z.** (2005). Mobil İletişim Sektöründe Pazar Paylaşımının ANP Yöntemi ile Tahminlenmesi, V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul Ticaret Üniversitesi. 89-93
- Zadeh, L.A.** (1965). Fuzzy sets. Information Control 8, 338-353.
- Url-1** <<http://www.panorama-consulting.com>>, alındığı tarih: 02.03.2012.
- Url-2** <<http://www.superdecisions.com>>, alındığı tarih: 18.04.2012.

EKLER

EK A: Anket örneği

EK A

ANKET ÖRNEĞİ

Bu anket “Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile ERP Yazılımı Seçimi” isimli tez çalışması kapsamında yapılmaktadır. Sizin yanıtlarınız doğrultusunda en uygun ERP yazılımını seçmek amaçlanmaktadır. Soruları genel bilginize ve deneyiminize dayanarak yanıtlamanız yeterli olacaktır. Yardımlarınız ve cevaplarınız için şimdiden teşekkür ederim.

Sorularınız için aşağıdaki bilgilerden bana ulaşabilirsiniz.

Murat UÇAR, Tel:(05324806982),

email: murat75li@gmail.com,

Anketimizde aşağıdaki skala kullanılacaktır ve anket aşağıdaki örneğe uygun olarak doldurulacaktır.

Değeri	Tanım	Açıklama
1	Eşit önemli	İki seçenekte eşit derecede öneme sahip
3	Biraz önemli	Bir kriterin diğerine karşı biraz daha üstün olduğu durum
5	Fazla önemli	Bir kriter diğerine göre üstün sayılmıştır
7	Çok fazla önemli	Bir kriterin diğerine karşı oldukça üstün sayılmıştır.
9	Aşırı derece önemli	Bir kriterin diğerinden üstün olduğunu çok nettir.
2,4,6,8	Ara değerler	Ardışık iki değerlendirme arasında ki ara değerleri belirtir.

Örneğin; A kriteri, B kriterinden biraz önemli olarak değerlendiriliyorsa A kriterinin bulunduğu taraf “3” olarak işaretlenmelidir. Aksi durumda, B kriteri A kriterinden biraz önemli olarak değerlendiriliyorsa B kriterinin bulunduğu taraf “3” olarak işaretlenmelidir.

A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B

SORU 1. ERP YAZILIMI SEÇİMİ amacı için ana kriterler birbirlerine göre ne kadar önemlidirler?

Maliyet	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tedarikçi Firma
Maliyet	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Fonksiyonellik
Maliyet	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknolojik Özellikler
Maliyet	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kullanım Kolaylığı
Tedarikçi Firma	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Fonksiyonellik
Tedarikçi Firma	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknolojik Özellikler
Tedarikçi Firma	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kullanım Kolaylığı
Fonksiyonellik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknolojik Özellikler
Fonksiyonellik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kullanım Kolaylığı
Teknolojik Özellikler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kullanım Kolaylığı

SORU 2. MALİYET kriteri için alt kriterler birbirlerine göre ne kadar önemlidirler?

Lisans Maliyeti	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Altyapı Maliyeti
Lisans Maliyeti	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Danışmanlık, Eğitim ve Uyarlama Maliyeti
Lisans Maliyeti	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yıllık Bakım Maliyeti
Altyapı Maliyeti	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Danışmanlık, Eğitim ve Uyarlama Maliyeti
Altyapı Maliyeti	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yıllık Bakım Maliyeti
Danışmanlık, Eğitim ve Uyarlama Maliyeti	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yıllık Bakım Maliyeti

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Murat UÇAR

Doğum Yeri ve Tarihi: Ankara, 20.10.1975

Adres:

E-Posta: murat75li@gmail.com

Lisans: Selçuk Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği

Yüksek Lisans : Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü

Mesleki Deneyim ve Ödüller:

Yayın ve Patent Listesi:

TEZDEN TÜRETİLEN YAYINLAR/SUNUMLAR