

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PROJE BAZLI ENDÜSTRİLERDE
ERP PAKETİ SEÇİMİNDE BSC DESTEKLİ ANP UYGULAMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mehmet DAYANÇ**

Anabilim Dalı : Endüstri Mühendisliği

Programı : Endüstri Mühendisliği

HAZİRAN 2011

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PROJE BAZLI ENDÜSTRİLERDE
ERP PAKETİ SEÇİMİNDE BSC DESTEKLİ ANP UYGULAMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mehmet DAYANÇ
(507081119)**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 05 Mayıs 2011

Tezin Savunulduğu Tarih : 08 Haziran 2011

**Tez Danışmanı : Y. Doç. Dr. Ufuk CEBECİ (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri: Doç. Dr. İlker TOPÇU (İTÜ)
Doç. Dr. Ali Fuat GÜNERİ (YTÜ)**

HAZİRAN 2011

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın amacı, Türkiye’de hızla büyüyen ERP pazarında, proje tabanlı endüstrilerde faaliyet gösteren firmaların ERP paketi seçim süreçlerine katkıda bulunmaktır. ERP seçim süreci, hem organizasyonel performans ölçülerinin bu sürece etkisi açısından, hem de çok ölçütlü bir karar verme problemi olması açısından ayrıntılı bir biçimde incelenmiştir.

Çalışmalarında desteğini esirgemeyen, tez danışmanım Y. Doç. Dr. Ufuk Cebeci’ye, aileme ve Eray Hasköy’e teşekkürü bir borç bilirim.

Mayıs 2011

Mehmet Dayanç

(Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri
Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMALAR	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	xi
ÖZET.....	xiii
SUMMARY	xv
1. GİRİŞ	1
2. TEMEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	3
2.1 ERP'nin Tanımı.....	3
2.2 ERP'nin Gelişimi	4
2.3 Diğer ERP Bileşenleri	7
2.4 BSC ve ANP.....	8
2.4.1 BSC	9
2.4.2 ANP	12
2.4.2.1 Karar verme	12
2.4.2.2 İkili karşılaştırmalar	14
2.4.2.3 ANP Metodu	18
2.5 Literatür Araştırması	22
3. ERP SEÇİM SÜRECİ ANALİZİ	25
3.1 Analiz Aşamaları.....	25
3.2 Performans Ölçülerinin Belirlenmesi	28
3.3 ANP Modeli ve Analizi.....	31
3.3.1 Modelin geliştirilmesi	31
3.3.2 Kriterlerin yorumlanması	32
3.3.3 Boyutların ikili karşılaştırması	36
3.3.4 Faktörlerin ikili karşılaştırması	36
3.3.5 Alt faktörlerin ikili karşılaştırması	36
3.3.6 Alt faktörlerin içsel bağımlılıklarına göre ikili karşılaştırması	37
3.3.7 Süpermatris formasyonu	37
3.3.8 Alternatiflerin ikili karşılaştırması	38
3.3.9 Normalize tercih indeksi	38
3.3.10 Toplam tercih indeksi	39
4. UYGULAMA.....	41
4.1 Boyutların İkili Karşılaştırma Matrisi	41
4.2 Faktörlerin İkili Karşılaştırma Matrisleri	42
4.3 Alt Faktörlerin İkili Karşılaştırm Matrisleri	44
4.4 Alt Faktörlerin İçsel Bağımlılıklarına Göre Karşılaştırma Matrisleri	46
4.5 Süpermatrislerin Elde Edilmesi ve Limit Süpermatris Hesaplaması	47
4.6 Alternatiflerin İkili Karşılaştırma Matrisleri	51

4.7 Tercih Tablolarının Oluşturulması	53
4.8 Toplam Tercih İndeksinin Hesaplanması	56
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	59
KAYNAKLAR.....	63
EKLER.....	67

KISALTMALAR

ANP	: Analitik Ağ Süreci (Analytic Network Process)
AHP	: Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierarchy Process)
BSC	: Dengeli Puan Kartı (Balanced Scorecard)
ERP	: Kurumsal Kaynak Planlama (Enterprise Resource Planning)
CRP	: Kapasite Planlama İhtiyaçları
DRP	: Dağıtım Kaynakları Planlaması
MRP	: Malzeme İhtiyaçları Planlaması
MRPII	: Üretim Kaynakları Planlaması
RCCP	: Kaba Kapasite Planlama

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : CRP ile RCCP arasındaki farklar..	6
Çizelge 2.2 : Amaç'a göre kriter karşılaştırmaları	14
Çizelge 2.3 : İkili Karşılaştırma Ölçeği.	15
Çizelge 2.4 : RI Değerleri.	17
Çizelge 3.1 : Modüler ve Fonksiyonel Gereklilikler	26
Çizelge 3.2 : Performans Ölçüleri.	28
Çizelge 3.3 : Performans Ölçüsü – Alt Faktör	30
Çizelge 3.4 : Boyut, Faktör ve Alt Faktörler.	34
Çizelge 4.1 : Boyut karşılaştırmaları	42
Çizelge 4.2 : C_a tablosu	42
Çizelge 4.3 : KA boyutuna göre görece faktör önceliği karşılaştırmaları	42
Çizelge 4.4 : RA boyutuna göre görece faktör önceliği karşılaştırmaları	43
Çizelge 4.5 : ÜR boyutuna göre görece faktör önceliği karşılaştırmaları.	43
Çizelge 4.6 : P_{ja} değerleri.	43
Çizelge 4.7 : KA/YM'ye göre alt faktör önceliği karşılaştırmaları	44
Çizelge 4.8 : RA/FSİ'ye göre alt faktör önceliği karşılaştırmaları	44
Çizelge 4.9 : ÜR/MSİ'ye göre alt faktör önceliği karşılaştırmaları	44
Çizelge 4.10 : A^D_{kja} değerleri	45
Çizelge 4.11 : RA/SM/LB ye göre içsel bağımlı alk faktör önceliği karşılaştırmaları.	46
Çizelge 4.12 : RA/MSİ/PP ye göre içsel bağımlı alt faktör önceliği karşılaştırmaları	46
Çizelge 4.13 : RA/CSİ/ÇSYye göre içsel bağımlı alt faktör önceliği karşılaştırmaları	46
Çizelge 4.14 : E_{RA} Süpermatrisi.	48
Çizelge 4.15 : F_{RA} Limit Süpermatrisi	59
Çizelge 4.16 : A^I_{kja} Değerleri.	50
Çizelge 4.17 : KA/SM/LB açısından alternatiflerin öncelik karşılaştırması.	51
Çizelge 4.18 : RA/VE/SU açısından alternatiflerin öncelik karşılaştırması.	51
Çizelge 4.19 : RA/YM/Gİ açısından alternatiflerin öncelik karşılaştırması.	51
Çizelge 4.20 : ÜR/MSİ/CAD açısından alternatiflerin öncelik karşılaştırması.	51
Çizelge 4.21 : ÜR/FSİ/BAK açısından alternatiflerin öncelik karşılaştırması	52
Çizelge 4.22 : Alternatif Öncelikleri	52
Çizelge 4.23 : D_{ia} ve D_{iaN} değerleri	53
Çizelge 4.24 : M_{KA} ve $D_{ia} - D_{iaN}$ değerleri	54
Çizelge 4.25 : M_{RA} ve $D_{ia} - D_{iaN}$ değerleri	55
Çizelge 4.26 : $M_{ÜR}$ ve $D_{ia} - D_{iaN}$ değerleri	56
Çizelge 4.27 : TTTi değerleri	57
Çizelge 5.1 : Alternatif Öncelikleri	59
Çizelge 5.2 : Boyut Kriteri Öncelikleri	59
Çizelge 5.3 : Faktör Kriterleri Sentezi	60
Çizelge 5.4 : Faktör Kriteri Toplam Öncelikleri	60

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 : Müşteri boyutunda çekirdek performans ölçüleri.	11
Şekil 2.2 : Bir karar verme diagramı.	15
Şekil 2.3 : Ağ ve Hiyerarşi Arasındaki Farklar.	19
Şekil 2.4 : Bir ağ modeli.	20
Şekil 2.5 : Süpermatris ve bir elemanın detayı (Saaty, 2004)	21
Şekil 3.1 : Akış Şeması, Cebeci (2009) ‘den uyarlanmıştır.	27
Şekil 3.2 : ANP Modeli.	35
Şekil A.1 : E_{KA} Süpermatrisi.....	70
Şekil A.2 : F_{KA} Limit Süpermatrisi	71
Şekil A.3 : E_{RA} Süpermatrisi	72
Şekil A.4 : F_{RA} Limit Süpermatrisi	73
Şekil A.5 : $E_{\bar{U}R}$ Süpermatrisi.....	74
Şekil A.6 : $F_{\bar{U}R}$ Limit Süpermatrisi	75

PROJE BAZLI ENDÜSTRİLERDE ERP PAKETİ SEÇİMİNDE BSC DESTEKLİ ANP UYGULAMASI

ÖZET

Bilgi çağını yaşadığımız bu günlerde, dünyanın büyük bir bölümünde ekonomi küresel bir hal almıştır. Küresel ekonomi küresel rekabeti beraberinde getirmiştir. Rekabetçi olmak isteyen işletmeler herşeyden önce bireysel yaklaşımdan uzak, nesnel bilgiye ihtiyaç duyarlar. Bilgi çağının en önemli özelliği verilerin, bilgisayar ortamında saklanması ve yorumlanabilir hale getirilmesidir. ERP sistemleri temel olarak işletmedeki her türlü bilgiyi tek bir kaynakta (veritabanı) depolar ve kullanımına yardımcı olur.

Türkiye’de, son yıllarda rekabetin bir hayli arttığı ERP pazarı sürekli bir gelişim göstermektedir. Bu ortamda, işletmelerin alternatifler arasından kendilerine en uygun ERP paketini nasıl seçeceği önemli bir sorudur. İşletmelerin organizasyonel ölçüde belirlediği iş hedefleri ile, ERP paketinin niteliklerinin uyuşması bu anlamda büyük önem arz eder. Bu çalışmada, proje bazlı endüstrilerde faaliyet gösteren işletmelerin, ERP seçim sürecinde izleyebilecekleri bir metod ortaya konmaya çalışılmıştır.

İş hedeflerinin, ortak bir vizyon ve stratejiler bütünü altında ifade edilebilmesi ve çeşitli performans ölçüleriyle somutlaştırılması, ERP seçim sürecindeki ilk aşama olarak ele alınmıştır. Bu bağlamda organizasyonel çapta bir BSC uygulaması kullanılmıştır. Elde edilecek performans kriterleri, bir çok ölçütlü karar verme metodu olan ANP modelinin oluşturulmasında temel teşkil edecektir. ANP modelleri, özellikle kriter kümeleri içindeki içsel bağımlılıkları ve kümeler arasındaki dışsal bağımlılıkları, bir ağ yapısında kurgulayarak göz önünde bulundurmasından ötürü, alternatifler arasından en uygun tedarikçiyi belirleme problemlerinde sıklıkla kullanılmaktadır. Metodun ikinci aşamasında performans ölçüleri baz alınarak bir ANP modeli kurgulanmıştır.

Çalışma, kurgulanan ANP modelinin çözümüyle ve ileride, çalışmanın genişletilmesi açısından değerlendirilebilecek tavsiyelerle sonlanmaktadır. En uygun alternatifin belirlenmesinin yanı sıra, proje tabanlı endüstrilerde ERP paketi seçimlerinde sektörel tercih kriterlerinin genel geçer tercih kriterlerine nazaran önemi hakkında somut veriler elde edilmiştir.

SELECTON of an ERP VENDOR by USING BSC SUPPORTED ANP APPROACH in PROJECT BASED INDUSTRIES

SUMMARY

In the information age that we are going through, contantly growing global economy, brings global competition along with it. To be competitive, enterprises need objective information, which is free from individual attitudes. The most important feature of the information age is that the data is stored and compiled within an electronic, computer environment. ERP systems, basically stores and compiles any data within the organization in a single source called database.

In Turkey, ERP market shows a constant increase and brings a great competition along with it. In these circumstances, it is an important question that, which ERP systems must be chosen that mostly suits the organization. The integration of enterprise's business objectives and ERP system objectives has a great deal of importance. In this study, a methodology is presented for ERP selection process in project based industries.

It is the first phase in ERP selection process that, enterprise's business objectives that are expressed as a vision statement and organizational strategies, are embodied by performance indicators. With regard to this, a BSC application is used within the organizational scale. Performance indicators that are obtained as a result of BSC application process, provide a basis for forming an ANP model, a multi criteria decision making method. ANP method is widely used in supplier selection cases, because of the network formation that includes inner depencedences between criteria in a cluster and outer dependences between clusters. In the second phase, an ANP model is formed that is particularly based on performance indicators.

The study comes to an end with a solution of the ANP model and recommendations for a further study. Besides the determination of the most suitable alternative, substantial data is provided about how important the sectoral criteria are in proportion to common criteria with respect to goal of selecting the most suitable alternative in project based industries.

1. GİRİŞ

Tarihçiler, yazının icadından sonraki devirleri tarihsel çağlar olarak adlandırmaktadırlar. Yazının ilk olarak M.Ö. 3. binin başlarında keşfedildiği günden beri insanlık, gelişimini devamlı artan bir ivmeyle sürdürmektedir. Kuşkusuz yazının icad edilmesinden önce de dünyadaki siyasi, toplumsal ve ekonomik gelişmeler süreklilik arz ediyordu. Fakat bundan sonraki süreç, bilginin kayıt altında tutulduğu ve paylaşılarak geliştirildiği bir süreçtir. Bu sürecin insanlığı getirdiği nokta 1990'lı yıllarının başından itibaren olmak üzere bilgi çağı olarak adlandırılmaktadır. Bilgi çağını yaşadığımız bu günlerde, dünyanın büyük bir bölümünde ekonomi küresel bir hal almıştır. Küresel ekonomi küresel rekabeti beraberinde getirmiştir. Rekabetçi olmak isteyen işletmeler herşeyden önce bireysel yaklaşımdan uzak, nesnel bilgiye ihtiyaç duyarlar. Bilgi çağının en önemli özelliği verilerin, bilgisayar ortamında saklanması ve yorumlanabilir hale getirilmesidir. ERP sistemleri temel olarak işletmedeki her türlü bilgiyi tek bir kaynakta (veritabanı) depolar ve kullanımına yardımcı olur. Planlama, üretim, satınalma, satış, kalite, insan kaynakları, finans, muhasebe, maliyet ve diğer tüm bölümlerin ürettiği bilgi bu kaynakta anlamlı bir bütün oluşturacak şekilde depolanır. Mükerrer ve gereksiz bilgi miktarını en aza indirir. Bilgileri sınıflar ve kullanımını kolaylaştırır (raporlar). Geriye doğru izlenebilirliği sağlar. Tek kaynakta toplanan bilgi, tüm işletmenin ortak hafızası gibidir. Bu anlamda ERP paketleri, firmaların finansal ve finansal olmayan performans göstergelerine; işletmenin yönetim kontrol sistemlerine (MCS) büyük oranda etki eder (Kallunki, Laitinen ve Silvola, 2011).

Proje tabanlı endüstrilerde üretim, ki örnek vermek gerekirse, inşaat sektörü, gemi inşaatı sektörü vb., literatürde ayrı bir üretim sistemi olarak kabul edilir. Kendine özgü uygulamaları ile diğer üretim sistemlerinden farklılaşır (stoğa üretim, siparişe üretim vb.). Bu kendine özgülük, ERP sistemi seçerken göz önüne alınacak kriterleri de farklılaştırır. Performans ölçüm kriterlerini de özelleştirir.

Bu çalışmada ele alınan konu, proje tabanlı endüstrilerde ERP seçimini etkileyecek faktör ve alt faktörler ışığında, ANP (Analytic Network Process) metodunu

kullanarak karar verme sürecinin incelenmesi ve uygulanmasıdır. Bu metod, ERP tedarikçisi seçiminin geliştirilmiş bir durumu olarak kabul edilebilecek tedarikçi seçimi problemlerinde çok kez kullanılmıştır (Vinodh, Ramiya ve Gautham, 2011)

Bunun yanı sıra hem ANP'ye temel oluşturması açısından hem de ERP performansını değerlendirme açısından, bir stratejik yönetim uygulması olan BSC'den yararlanılmıştır. Literatürde ERP seçimi için BSC uygulamasından yararlanmanın yanı sıra (Cebeci, 2009), ERP performansının analizi için de BSC uygulaması kullanılmıştır (Velcu, 2010).

Çalışma öncelikle ERP'nin tanımı ve gelişimi üzerine detaylı bilgi vermekte, ANP ile BSC hakkında temel bilgilerden sonra literatür araştırmasının sonuçlarını ortaya koymaktadır. Daha sonrasında ERP seçimi analizinde kullanılacak, BSC ile performans ölçülerini belirleme ve ANP ile karar verme aşamaları detaylı olarak incelenmektedir. Çalışma bir ANP uygulaması ile sonlanmaktadır.

2. TEMEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

2.1 ERP'nin Tanımı

Mal ya da hizmet üreten tüm işletmeler günümüzde bir takım bilgi sistemleri kullanırlar. Bunun temel nedeni yanıt verilmesi gereken bir çok soru olmasıdır. Soruyu yönelten, kimi zaman müşteri, kimi zaman devlet birimleri ya da benzer bir otorite, kimi zaman da bir yönetici olabilir. Sorular esasen çözülmesi gereken problemlerden kaynaklanır. Talep tahmininde bulunmak isteyen planlama departmanı, geçmişteki dönemsel satış bilgilerine ihtiyaç duyar. Üretim departmanı, montaj hattı dengelemek için iş merkezlerinin kapasiteleri ve yükleme oranları bilgisine ulaşmak zorundadır. Bu gibi örnekler çoğaltılabilir ve işletmedeki tüm departmanlar günümüzde bu tip soruları yanıtlamak için bir bilgi sisteminden yararlanırlar. Temel anlamda bu bilgi sistemlerinin kurumsal anlamda entegre olmuş ve tek merkezde toplanmış haline ERP (Kurumsal Kaynak Planlama, KKP) Sistemi denir. Bu bilgi sistemlerinin entegre olması çok önemlidir, zira tekrar bir örnek vermek gerekirse maliyet departmanı maliyet hesaplamak için, satın alınan malzeme bedellerini satınalma ya da muhasebe departmanından temin etmeli, genel giderleri dağıtmak için iş merkezlerinin çalışma saatlerini de (böyle bir dağıtım anahtarı kullanıyorsa) üretim departmanından temin etmelidir. ERP sistemlerinin en temel özelliği, bir bölümün ihtiyaç duyduğu bilgiyi kaynağı neresi olursa olsun tek bir depoda saklamasıdır.

ERP sistemi, muhasebe, finans, lojistik, üretim planlama, stok yönetimi, satınalma, üretim, pazarlama, kalite yönetimi, bakım/onarım, insan kaynakları, müşteri ilişkileri yönetimi gibi çok geniş planlama, işleyiş ve muhasebe fonksiyonlarını bütünleşmiş bir yapıda toplamaktadır (Levine, 1999).

ERP sistemleri hakkında bir çok yanlış kanı vardır. Bu yanlış kanılar genellikle çalışanların ya da yöneticilerin karşılaştıkları tüm sıkıntıları ERP sistemini kullanarak gidereceklerini düşünmelerinden kaynaklanır.

Bu yanlış kanılara bir miktar değinmek gerekirse:

Öncelikle ERP sistemleri üretim otomasyon sistemleri değildir. Otomasyon sistemleri elbette ki ERP sistemleri ile entegre olarak çalışıp ERP sistemlerinin bir girdisi olabilir. Buna benzer şekilde ERP sistemlerini bir muhasebe programı, envanter takip programı olarak düşünmek sıkça karşılaşılan yanlış kanılardandır. ERP sistemleri, eskiye nazaran çok az bir efor sarfederek tüm işlemlerin tek tuşla gerçekleştirildiği yazılımlar da değildirler. ERP sistemlerinin kurulumu, çok ciddi bir kurumsal kültür değişimi gerektirir. Bu yanlış kanılar, varsa, kurulum sürecinde öncelikli olarak giderilmelidir. Eğer bir ERP sistemi başarısız oluyorsa bunu yazılımın yetersizliğinden çok kurumsal kültür eksikliklerine, danışmanlık vs. hizmetlerinden, maliyeti yüzünden yüksek oranda kaçınmaya bağlamak daha doğru olur. SAP (Pennsylvania, ABD kökenli bir ERP yazılımı firması) yöneticilerinden Pat Begley, genellikle hatalı ve eksik teknolojinin suçlandığından ama esasen başarısız olan 9 implementasyondan 8'inin performansla ilişkili olduğunu belirtir (Gale, 2002). Özellikle ERP sistemlerinin seçim kriterleri belirlenirken, kurumsal olarak bu sistemler konusunda bir farkındalık yaratılması çok önemlidir. Unutulmamalıdır ki, çok ölçütlü karar verme matematiksel bir metoddur. Esas olan bu matematiksel modelin girdilerinin akıllıca seçilmesidir.

2.2 ERP'nin Gelişimi

ERP sistemleri bir açıdan 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren sürekli gelişen stok/lojistik/üretim planlama olgusunun ulaştığı son noktadır. Kendinden önceki planlanma araçlarının toplamını içermekle birlikte daha önce de belirtildiği üzere bununla sınırlı kalmaz. İşletmedeki tüm süreçlerin takip edilebildiği, global bir sistemdir. Bu kısımda ERP'nin stok/lojistik/üretim planlama açısından gelişimi ele alınacaktır. Diğer bileşenleri bir sonraki başlıkta aktarılmaya çalışılacaktır.

BOM (Ürün Ağacı) kavramı tüm üretim planlama sistemleri için bir temel teşkil etmektedir. Ürün ağacında bir mamul, yarı mamulleri ve hammaddeleri ile birlikte bir ağaç mantığı içinde yer alır. Her bir ürünün bir ağacı vardır. Ürün ağacında gerekli yarı mamul, malzeme miktarları, değişiklik yönetimi verisi, alternatif malzeme ve yedek parça bilgisi gibi bilgiler tutulur. Ürün çeşidi arttıkça sistem karışık bir hale gelir. Stok miktarı ve temin süresi bilgisini de içermediği için bir üretim planlama aracına ihtiyaç duyulmuştur. Böylelikle MRP (Malzeme İhtiyaçları Planlaması) doğmuştur (Baki, 2000).

1960'lı yıllarda ortaya atılan MRP (Malzeme İhtiyaçları Planlaması) stok ve temin süresi bilgilerini de kullanarak, ana üretim çizelgesinden ya da sistemdeki diğer talep kaynaklarından aldığı bilgiyi girdi kabul ederek tedarik emirlerinin miktar ve zamanlarını belirler. Detaylı açıklamak gerekirse, bir ürün için kümülatif bir temin süresi bilgisi vardır. Bu süre bu ürünün hiç bir komponentinin henüz stokta olmadığı düşünüldüğünde üretilip stoğa alınması için gerekli olan süredir. Güncel tarihten, kümülatif temin süresi kadar sonraki bir tarih itibariyle bu ürünün üretimi planlanabilir. Bu ürüne olan talep tahmin ediliyor, ya da kesinleşmiş müşteri siparişlerinden kaynaklanıyor olabilir. MRP, bu ürünün ürün ağacı, ağacın elemanlarının temin süreleri ve stok miktarlarını göz önüne alarak iş emri talepleri ve satınalma talepleri üretir. Bunu yaparken öncelikle ürünün istenen teslimat tarihinde talebi karşılayacak stok miktarı olup olmadığını kontrol eder. Talebi karşılayamadığı miktar için vade tarihinden temin süresi kadar geriye bir iş emri çıkartır. Bu ürünün komponentleri için artık bu tarihte (iş emrinde bu komponentlere ihtiyaç duyulacağı tarih) bir talep oluşmuştur. Bu komponentler satın alınıyor ya da üretiliyor olabilir. MRP tekrar stok miktarlarını kontrol ederek bu komponentler için temin süreleri kadar geriye iş emri / satınalma talebi çıkartır. Bu böylelikle ürün ağacının en alt seviyesine kadar devam eder. Bu şekilde MRP, işletmelerde stok seviyesini düşürmede önemli bir başarı elde etmiştir. Fakat iş merkezi, üretim hattı vb. kavramları ihtiva etmediğinden yükleme/kapasite oranı hakkında herhangi bir bilgi vermez. Bunun sonucunda, Kapasite İhtiyaç Planlaması (CRP) ve Kapalı Çevrimli Malzeme İhtiyaç Planlaması kavramı doğmuştur. 1970'li yıllarda ortaya atılan CRP (Kapasite İhtiyaç Planlaması) iş merkezi ve üretim hatlarının yükleme durumlarını, ana üretim çizelgesinden aldığı talep miktarları ve tarihleri çerçevesinde niceliksel olarak belirler. APICS tarafından “Toplu üretim planının uygulanabilmesi için kapasite düzeylerini/sınırlarını oluşturma, ölçme ve ayarlama işlevidir.” şeklinde tanımlanır. Buradan da anlaşılacağı üzere MRP hesaplamasından sonra çalıştırılacak bir araçtır. İş merkezi ve üretim hatlarının yükleme/kapasite oranlarını tarihsel bazda ortaya koyar. Kapasitenin eksik kalması durumunda rota geliştirme, fason üretim ya da fazla mesai gibi opsiyonlar değerlendirilmelidir. Buna rağmen talep karşılanamıyorsa ana üretim çizelgesinde değişikliğe ya da kapasite artırımına gidilebilir. Burada detaylı olarak aktarılmayan RCCP (Kaba Kapasite Planlama) kavramına değinmek gerekirse, APICS tarafından şu şekilde değerlendirilmektedir: “Toplu üretim planını veya ana üretim çizelgesini; işgücü, makine saati, enerji,

depolama, hammadde ve finansman gibi kritik kaynaklara olan gereksinime çevirme sürecidir. CRP ile RCCP arasındaki farklar Çizelge 2.1’de gösterilmiştir (Baskak ve Tanyaş, 2003).

Çizelge 2.1 : CRP ile RCCP arasındaki farklar.

RCCP	CRP
MPS’den sonra yapılır. Kaynak profili kullanılır.	MRP’den sonra yapılır. İş rotaları kullanılır.
Ayrıntısız, genel ve ortak birimlere dayanan bir planlama şeklidir.	Ayrıntılı, iş merkezleri esas alınarak yapılan bir planlama şeklidir.
Fabrika kapasitesi yeterli görülebilir. Salt kritik kaynaklar gözönüne alınmıştır.	Tüm kaynaklar dikkate alınır.
İş öncelikleri dikkate alınmaz.	İş öncelikleri dikkate alınır.

Kapalı çevrimli MRP terimi, ana planlama, MRP ve kapasite ihtiyaç planlamasının planlama fonksiyonlarını üretim, aktivite, kontrol ve satın alma fonksiyonlarını birleştiren gelişmiş bir MRP sistemini ifade etmektedir. Kapalı çevrim, sadece uygulamalı fonksiyonlar ile sınırlı kalmamakta, aynı zamanda planların her zaman geçerli olmasını sağlamak üzere fonksiyonlar arasında bir geri beslemeyi de içermektedir (Erarslan, 2009).

1980’li yılların başında bilgi işleme teknolojileri eskiye nazaran büyük bir aşama kaydetmiştir. Bu şekilde Üretim Kaynakları Planlaması (MRPII) denen sisten ortaya çıkmıştır. Bu sistem, imalat işletmelerinde, üretime tahsis edilen tüm kaynakların etkin bir şekilde planlanmasını ve izlenmesini sağlayan bir araç olarak uygulamada kabul görmeye başlamıştır (Chung ve Snyder, 2000). Belli bir ana üretim programını gerçekleştirmek üzere malzeme ihtiyaçlarının yanı sıra, üretimde kullanılan diğer kaynak ihtiyaçlarının da belirlenmesi amaçlanmıştır. İmalat kaynakları planlaması, diğer işletme fonksiyonlarına ilişkin planlama özelliklerini de içerecek şekilde işletmenin tüm fonksiyonlarının birlikte hareket etmelerini sağlayan bir veri tabanı uygulamasıdır (Kobu, 2003). İşletmeler malzeme kaynağının yanı sıra işgücü, makine ve para kaynaklarını da en etkin bir şekilde planlamak ve kontrol etmek zorundadır. İmalat kaynakları planlaması MRP sistematğine bağlı olarak söz konusu kaynakların da eşgüdümlü olarak planlaması ve kontrolünü gerçekleştiren bir yaklaşımdır (Ağayev, 2007).

Gene 1980'lerde ortaya atılan başka bir araç DRP'dir. (Dağıtım Kaynakları Planlaması). Bir işletmenin dağıtım depolarındaki stokların tedarik gereksinimini tanımlama fonksiyonudur. Zaman fazlı sipariş noktası yaklaşımı kullanılır. Burada depolardaki planlanmış siparişler MRP mantığı doğrultusunda aşağı doğru yayılır ve tedarik kaynağının kaba gereksinimini oluşturur. Çok katmanlı dağıtım ağı durumunda, bölgesel depoların (ana depo, fabrika deposu vs.) değişik katmanlarında aşağıya doğru ilerlenir ve toplu üretim planına girdi oluşur. Tedarik kaynaklarına olan talep bağımlı olarak tanımlanır ve standart MRP mantığı uygulanır. Durumuna göre, zaman fazlı sipariş noktası yerine kullanılan kadar tedarik et ya da periyodik sipariş miktarı gibi yöntemler de kullanılır (Baskak ve Tanyaş, 2003).

Yukarıda anılanların temel araçların yanı sıra, diğer çeşitli üretim planlama ve kontrol araçları da ERP sistemleri bünyesinde entegre bir biçimde kullanılırlar. Bunların dışında kalan ERP bileşenlerine bir sonraki başlıkta değinilmiştir.

2.3 Diğer ERP Bileşenleri

Yukarıda anlatılanların dışında hemen hemen tüm ERP paketlerinde bulunan diğer sistem bileşenleri şu şekilde sıralanabilir:

Dağıtım modülü, genel olarak sistemdeki lojistik hareketlerin tümünün yönetildiği bir modüldür. Satın alma (satınalma siparişleri), satış (satış siparişleri), dağıtım (dağıtım emirleri) gibi araçları barındırır. Etkin ve ayrıntılı bir depo yönetimi mevcuttur. Seri numaralı malzeme takibi, lot numaralı malzeme takibi, garanti takibi, son kullanım tarihi takibi, ABC analizi gibi opsiyonları mevcuttur. Ambarların detaylı biçimde adreslendirilmesi sağlanabilir. Bu sayede sistem, barkodlama, el terminalleri ve RFID ile malzeme hareketi gibi faaliyetlerin gerçekleştirilebilmesi açısından elverişli hale gelir.

Üretim modülü, bir önceki konuda anlatılan araçların entegre bir şekilde kullanıldığı ve en önemli girdisini oluşturduğu bir modüldür. Üretim faaliyetlerinin takip edildiği iş emirleri; siparişe üretim, stoğa üretim, konfigüratif üretim gibi üretim tarzları bazında özelleşebilirler. Kanban çevrimlerinin takip edilebildiği ERP paketleri mevcuttur. Ayrıca kısıt bazlı çizelgeleme de bir çok ERP paketinde yer alan çizelgeleme unsurlarındandır. İş emirleri üzerinden malzeme sarfiyatı ve adam saat raporlama olanakları sayesinde, maliyet modülü için çok önemli bir girdi teşkil eder.

Atölye raporlaması için bir çok ERP paketinin özelleşmiş raporlama araçları bulunmaktadır.

Bakım modülü, işletmede bulunan ya da müşteriye satışı gerçekleştirilen ekipmanların yönetiminde ve takibinde kullanılır. Çoğunlukla, işletmedeki çalışan ya da atıl durumdaki ekipmanların özelliklerini, işletmedeki konumlarını ve performans bilgilerini takip eder. Üretim modülüyle entegrasyonu sayesinde daha gerçekçi yükleme/kapasite oranlarının hesaplanmasını sağlar. Bu modül, temelde bakım emirlerini kullanır. Bakım emirleri arızı ya da önleyici bakım emirleri olabilir. Arızı bakım emirlerinin bildirimi için arıza tespit raporları vb. araçlar içerebilir, diğer yandan periyodik bakımlar tarihsel ya da benzer diğer kriterler bazında oluşturulabilir. Kaynak kullanımı söz konusu olduğundan, bakım operasyonlarını çizelgeleme opsiyonları mevcuttur. Müşteri hizmetleri ve garanti yönetimi araçları da bu module entegre çalışabilirler.

Finans – muhasebe modülü en temelde muhasebesel hesapların yönetimini içerir. Genel muhasebe, cari hesap takibi, sabit kıymet yönetimi, nakit akışı, çek yönetimi gibi araçları bulundurur.

Maliyet modülü, direkt ve endirekt maliyetlerin, birim maliyetlere dönüşebildiği, standart maliyet, fiili maliyet hesaplama opsiyonlarını içeren, aktivite bazlı maliyetleme vs. çeşitli maliyet muhasebesi metodlarını barındıran bir modüldür. Proje bazlı üretim yapan işletmelerde proje bileşenleri bazında maliyetleme yapan maliyetleme modelleri mevcuttur. Maliyet modülünü, neredeyse sistemdeki her modül besler ve onun için girdi üretir.

2.4 BSC ve ANP

Daha önceden de belirtildiği gibi, bu çalışmada ERP implementasyon sürecinde stratejik yönetim açısından bir yaklaşım oluşturmak, çok ölçütlü karar verme sürecine temel oluşturmak ve ileriki safhalarda performans ölçümü yapmak açısından BSC önerilmiştir. Çok ölçütlü karar verme süreci ANP metoduyla ele alınacaktır. Bu bölümde BSC ve ANP hakkında içerik ve gelişimleri açısından bilgi verilmeye çalışılacaktır.

2.4.1 BSC

BSC'nin (Balanced Scorecard) orijini 1990 yılında yapılan “Geleceğin Organizasyonunda Performans Ölçümü” adlı birçok şirketin katılımcı olduğu bir çalışmada bulunabilir. Kişileri bu çalışmaya iten temel olgu, artık organizasyonların performans ölçümlerinde klasik finans muhasebesi kriterlerini temel alan değerlendirmelerin demode olmaya başlamasıdır. David Norton ve Robert Kaplan öncülüğündeki bir çalışma grubu yeni bir performans ölçüm modeli geliştirmek adına aylık çalışmalara başlamışlardır. Çalışmanın sonuçları Norton ve Kaplan (1992) tarafından “The Balanced Scorecard – Measures That Drive Performance” adlı makalede özetlenmiştir. BSC üzerine bu tarihten itibaren bir çok çalışma yürütülmüştür.

BSC teorik anlamda, küresel rekabetçi bir ortamda yöneticilerin, organizasyonlarının geleceğe dair amaçlarını net bir şekilde ortaya koymasına ve bu amaçlara ulaşmada kullanacakları metodları belirlemesine yardımcı olan bir araçtır.

BSC bir organizasyonun misyon ve stratejilerini, organizasyona temel bir stratejik ölçüm ve yönetim sistemi sağlayan, kapsamlı bir performans ölçüm kümesine dönüştürür. BSC finansal amaçların gerçekleştirilmesine dair vurguyu temel alır ama bunun yanı sıra bu finansal amaçların performans anahtarlarını da içerir. (Kaplan ve Norton, 1996)

Klasik finans muhasebesi ölçüm kriterleri hızla gelişen ve boyutlanan dünya ekonomisinde, uzun vadeli ve detaylı değerlendirmelerde bulunmaktan ve özellikle müşteri ilişkilerinin bu değerlendirmelere etkisini hesap etmek açısından hayli yetersiz kalır. Organizasyonlar başarılı olmak için müşteri, tedarikçi, çalışan, iş süreçleri, teknolojik yenilikler, inovasyon vb. gibi çok boyutlu bir düşünce yapısına sahip olmalıdır.

Böylelikle işletme yöneticileri (karar vericiler) iş birimlerinin mevcut ve potansiyel müşterilerine nasıl değer kattığını ölçebilir, gelecekteki performanslarını arttırmaya yönelik olarak, var olan imkanlarını ve insana, teknolojiye, inovasyona olan yatırımlarını nasıl daha verimli kılabileceğini araştırır (Kaplan ve Norton, 1996).

BSC organizasyonel performansı 4 boyutta inceler: “finansal boyut”, “müşteri boyutu”, “şirket içi süreçler boyutu” ve “öğrenme ve gelişme boyutu”. Finansal boyut firmanın hissedarlarına ve sahiplerine nasıl görüldüğünü gösteren göstergelerden, müşteri boyutu firmanın müşterilerine nasıl görüldüğünü gösteren göstergelerden, şirket içi süreçler boyutu firmanın sahip olduğu değerlerin sürekliliğini ortaya koyan büyüme ile ilgili göstergelerden, öğrenme ve gelişme boyutu ise kurumsal öğrenme ve çalışanların tatmini gibi göstergelerden oluşur. Bu göstergeler performans ölçüleri olarak adlandırılmaktadır.

Daha detaylı açıklamak gerekirse:

Finansal boyut, geçmiş dönemlerde firmaların ekonomik durumlarını değerlemede kullanılan finansal bakış açısı olarak BSC’nin içerisinde yer almaktadır. Finansal performans ölçüleri, bir firmanın stratejisinin ve bu stratejiye yönelik uygulamaların firma gelişimine katkıda bulunup bulunmadığını belirtmektedir (Kaplan ve Norton, 1996). İşletmenin geliri, sermayenin karlılık oranı, maliyet kısıntıları, ekonomik katma değer gibi performans ölçülerini içermektedir. Bu amaçlara ulaşma derecesi firmanın hissedarları ve sahipleri tarafından nasıl görüldüğünü göstermektedir (Koçel, 2003).

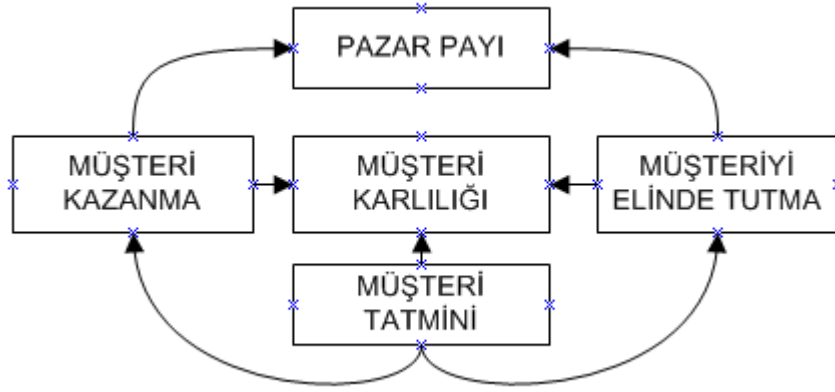
Daha önceden de belirtildiği gibi bu performans ölçüleri BSC’deki diğer boyutların altındaki performans ölçüleri için odak noktası niteliğindedir ve esastır. Performans ölçüleri belirlenirken, bu ölçülerin işletmenin finansal başarısını artırmaya yönelik amaç ve eylemlerin bir parçası olması gerektiğine dikkat edilmelidir. Aynı zamanda işletme yöneticileri ve ortaklarının soru ve düşünceleri bu performans ölçüleri belirlenirken anahtar nitelik taşımaktadır.

Müşteri boyutunda, işletmenin hitap ettiği pazardaki müşteriler baz alınarak oluşturulan performans ölçüleri yer almaktadır. Çekirdek performans ölçüleri: pazar payı, müşteri kazanma, müşteriye elinde tutma, müşteri tatmini ve müşteri karlılığı olarak sıralabilir. Bunların birbirleriyle olan ilişkileri Şekil 2.1’de görülmektedir.

Şekilden de anlaşılabileceği gibi müşteri tatmini, müşteriye elinde tutma ve yeni müşteriler kazanma oranını artırır. Bu üç kriter de müşteri karlılığını artırmaktadır. Aynı zamanda müşteriye elinde tutma ve yeni müşteriler kazanma işletmenin Pazar payını artıran bir etki yaratacaktır.

Şirket içi süreçler boyutu, BSC’de müşteri boyutu ele alındıktan sonra üzerine

alışılması gereken bir boyuttur. Müşteriyi tatmin unsurları ortaya konduktan sonra işletme bu unsurları gerçekleştirme yolunda oluşturacağı ve geliştireceği iş süreçlerine yoğunlaşmalıdır. Bunun için üç temel iş sürecinin oluşturduğu bir değer akışı önerilmektedir. Buna gore müşteri ihtiyaçları belirlenmeli, piyasa analizi yapılmalı, buna uygun ürün/servis üretimi yapıldıktan sonra müşteriye sunularak müşteri ihtiyaçları tatmin edilmelidir (Kaplan ve Norton, 1996).



şekil 2.1 : Müşteri boyutunda çekirdek performans ölçüleri

ğrenme ve gelişme boyutunda dikkat edilmesi gereken üç temel kavram vardır. Bunlar alışan yararlılığı, bilgi sistemleri yararlılığı, motivasyon/yetkilendirme ve yönlendirme olarak sıralanabilir (Kaplan ve Norton, 1996). alışan yararlılığı, çalışanların tatmini, firmaya bağlılığı (uzun çalışma süreleri) ve üretkenliği açısından değerlendirilmelidir. alışan yararlılığı günümüz bilgi çağında yalnız başına çok şey ifade etmeyecektir. Çalışanların işletmenin i süreçlerine ve piyasa, müşteri vs. gibi dış süreçlere hakimiyeti açısından etkin bir bilgi sistemine ihtiyaç duyulur. Burada ERP sistemleri hayli gelişmiş bilgi sistemleri olarak ön plana çıkmaktadır. Son olarak çalışanların bireysel olarak başarılı ve üretken kimseler olduğu ve gelişkin bir bilgi sisteminden yararlandıkları düşünülse bile tam bir verim alabilmek adına çalışanların motivasyonu st düzeyde tutulmalı, yetki paylaşımı yoluyla özgüvenleri ve çalışma istekleri artırılmalı ve planlı bir çalışma ortamı içerisinde düzgün bir görev paylaşımı ve yönlendirme yapılmalıdır. Bahsedilen noktalar performs ölçüleri için anahtar noktalardır.

Özetle, BSC bu dört temel boyutu kullanarak, işletmenin gelecek vizyonunu tüm bireylere ilan eder. Yapılması gereken BSC'nin organizasyon stratejisi ile uyumlu hale getirilmesi, işletme stratejisinin etkin bir biçimde yönetilmesi, organizasyonda

bu yönde bir görev paylaşımı ve bütçe/kaynak planlaması yapılmasıdır. Bu süreç geri beslemeler ile sürekli canlı ve güncel bir biçimde idare edilmelidir.

BSC'nin sunacağı performans ölçülerinin bir kısmı direk, bir kısmı endirek olarak ERP sistemi ya da implementasyon süreci ile ilişkilendirilebilir.

2.4.2 ANP

Bu başlık altında, karar verme kavramı, ANP'nin temelinde yatan ikili karşılaştırma kavramı ve ANP modeli hakkında bilgi verilecektir.

Öncelikle “karar verme” olgusu açıklanacaktır. Ardından ANP'nin de temeli olan AHP modelinden başlayarak bu karar verme konseptinin tarihsel olarak kısa bir gelişimi sunulacaktır. Bunun yanı sıra ANP'nin ve öncülü olan AHP'nin temel enstrümanı olan ikili karşılaştırma kavramı açıklanacak, oluşturulan ikili karşılaştırma matrislerinin elemanlarının önceliklerinin hesaplanmasında izlenen matematiksel metod açıklanacaktır. Son olarak geniş bir konu olan ANP modellemesinin incelemesi sunulacaktır.

2.4.2.1 Karar verme

Karar verme gündelik hayatta çoğu insanın günde binlerce kez gerçekleştirdiği bir eylemdir. Karar verirken iki önemli olgu vardır. İlki karar verirken yapacağımız değerlendirmeyi şekillendiren kriterler, diğeri de içlerinden biri seçeceğimiz alternatifler. İnsan beyni gündelik hayatta karşılaştığı çoğu alternatif seçimi için mevcut kriterleri hemen yorumlayarak anında karar verir. Ortada tek bir alternatif varsa karar verme süreci yoktur. Birden fazla alternatif olması durumunda kriterleri yorumlamak ve en doğru alternatifi belirlemek gerekecektir.

Basit bir örnek vermek gerekirse, bir öğrenciye birkaç firmadan iş teklifi gelmiş olsun. Bu öğrencinin firmalardan birinde işe başlamaya karar verdiğini düşünelim. Bu bile her ne kadar basit görünse de bir karar verme işlemidir. Kişi için iki alternatif vardır. İşe başlamak ve başlamamak. Bu alternatiflerden birini seçmek açısından kriter olarak, kişinin mali durumu, sosyal hayatı ve öğrenimi belirlenebilir. İşe başlamazsa sosyal hayatı ve öğrenimi daha iyi, mali durumu daha kötü olacaktır. Diğer yandan mali durumu kötü olursa, sosyal hayatı kötüleşebilir; sosyal hayatının kötüleşmesi öğrenimi açısından daha faydalı olabilir... Beznere bir durum değerlendirmesi işe başlama alternatifi altında da yapılabilir.

Öğrencinin sonuç olarak işe başlamaya karar verdiğini düşünelim. Kendisine iş teklif eden üç firma, alternatifler olsun. Seçimine etki edecek kriterler, faktörler ve onların alt faktörleri olarak seviyelendirilsin. Faktör olarak “İşin Özellikleri” ve “Ekonomik” seçilsin. “İşin özellikleri” faktörünün alt faktörleri olarak “Branşına Uygunluk”, “Pozisyon” ve “Tatmin Duygusu”; “Ekonomik” faktörünün alt faktörleri olarak “Uzaklık” ve “Ücret” seçilsin. Bu karar verme sürecinde, öğrencinin kendine soracağı sorular şu şekilde örneklendirilebilir:

“İşin özellikleri mi, ekonomik boyutu mu daha önemli?”

“Branşıma uygunluğu mu, teklif edilen pozisyon mu daha önemli?”

“Tatmin duygusu mu, teklif edilen pozisyon mu daha önemli?”

“İş yerinin uzaklığı mı, ücreti mi daha önemli?”

“İşten aldığım tatmin duygusuna, branşıma uygunluğu, teklif edilen pozisyon, uzaklık ve tatmin faktörlerinden hangisi daha çok etki eder?”

“Ücret açısından kıyaslarsam en uygun alternatif hangisidir?”

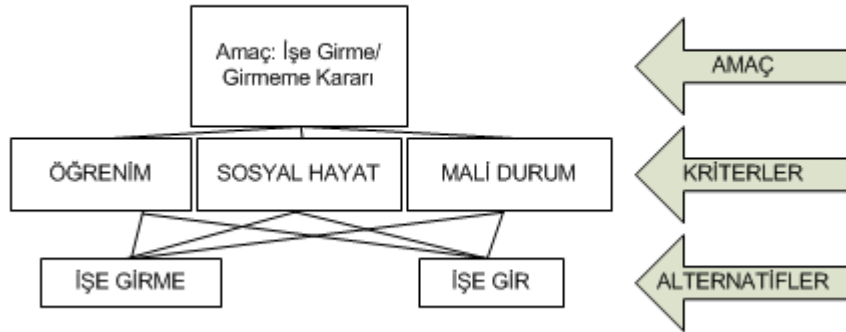
“Teklif edilen pozisyon açısından kıyaslarsam en uygun alternatif hangisidir?”

Bu örneklerin sayısı artırılabilir. Bu gibi karar verme süreçlerini matematiksel olarak modelleme açısından, Thomas L. Saaty’nin 1970’li yıllarda ortaya attığı AHP çok kullanılan ve başarı sağlamış bir methodur.

ANP ise yine Saaty tarafından 1996 yılında ortaya konmuş bir methodur. ANP, Saaty (2004) tarafından AHP’nin genelleştirilmiş hali olarak ifade edilir Bu şekilde ifade edilmesinin sebebi AHP’de hiyerarşik kalıplar içerisinde kriter, alternatif karşılaştırmaları yapılırken; ANP’de böyle bir hiyerarşinin bulunmayışıdır. Örneğin yukarıda ifade edilen sorulardan biri ile örnek vermek gerekirse: “İşten aldığım tatmin duygusuna, branşıma uygunluğu, teklif edilen pozisyon, uzaklık ve tatmin faktörlerinden hangisi daha çok etki eder?” karşılaştırması AHP metodu ile yapılamaz. Çünkü bu alt kriterler oluşturulan hiyerarşik yapıda birbirinden bağımsız olarak durur. ANP ise bu tip karşılaştırmaların da yapılmasıyla AHP’nin genelleşmiş hali olarak ifade edilir. Bu olguya aşağıda daha detaylı olarak değinilecektir.

2.4.2.2 İkili karşılaştırmalar

Karar verme sürecinde karşılaştırma yapmanın gerekli olduğu açıktır. Bu durumda yanıtlanması gereken bir takım sorular vardır. Bu karşılaştırmalar nasıl bir bilimsel yol izlenerek yapılmalı ve karşılaştırma ölçeği ne olmalıdır? Ortaya çıkan bir çok karşılaştırmaların öncelik hesaplamaları ve sentezi ne şekilde yapılmalıdır? Karşılaştırmada verilen yanıtların geçerliliği konusunda nasıl güven duyulabilir? (Saaty, 2004). Bu soruların yanıtı basit bir karar verme şeması üzerinden verilebilir. Bunun için işe, basit bir karar verme diagram oluşturarak başlanabilir. Şekil 2.2’ de bir karar verme diagramı görülebilir.



Şekil 2.2 : Bir karar verme diagramı

Bu modelde ifade edilen amaca yönelik olarak kriterlerin ikili karşılaştırmaları yapılırsa ortaya bir karşılaştırma çizelgesi çıkar (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.2 : Amaç’a göre kriter karşılaştırmaları

AMAÇ	Öğrenim	Sosyal Hayat	Mali Durum
Öğrenim			
Sosyal Hayat			
Mali Durum			

Yukarıdaki karşılaştırma çizelgesini bir martis formunda $A = (a_{ij})$ matrisi olarak genelleştirelim.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

Bu matriste $a_{ji} = 1/a_{ij}$ ve $a_{ii} = 1$ olacağı açıktır. N elemanlı bir matriste $n(n-1)/2$ adet karşılaştırma yapılır.

Doğal olarak bu matristeki elemanların nümerik değerleri olmalıdır. Bu değerler aynı zamanda sözel yorumların nümerik olarak karşılığı olmalıdır. Fakat bu nümerik değerler nasıl bir ölçek ile ifade edilmelidir? Bu, literatürde üzerinde sıkça tartışılmış ve üzerinde anlaşmaya varılmış bir sorudur (Saaty, 2004). İkili karşılaştırma ölçeği Çizelge 2.2’de gösterilmiştir.. Burada karşılaştırılan birinci elemanın (matrisin satırı) ikinci elemana (matrisin sütunu) göre önem dereceleri ifade edilmiştir.

Çizelge 2.3 : İkili Karşılaştırma Ölçeği

Önem Derecesi	Tanımı
1	Eşit Önemde
3	Daha Önemli
5	Çok Önemli
7	Çok Güçlü Biçimde Daha Önemli
9	Mutlak Üstün Bir Öneme Sahip
2,4,6,8	Ara Değerler

Karşılaştırma matrisi, elemanların birbirlerine göre önem seviyelerini belirli bir mantık içerisinde gösterir. Ancak bu elemanların bütün içerisindeki ağırlıklarını, diğer bir deyişle yüzde önem dağılımlarını belirlemek için, karşılaştırma matrisini oluşturan sütun vektörlerinden yararlanılır ve n adet ve n bileşenli B sütun vektörü oluşturulur.

$$B_i = \begin{bmatrix} b_{11} \\ b_{21} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ b_{n1} \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (2.3)$$

n adet B sütun vektörü, bir matris formunda bir araya getirildiğinde ise aşağıda gösterilen C matrisi oluşturulacaktır.

Anlaşılabacağı üzere $b_{ij} = c_{ij}$ dir.

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ c_{n1} & c_{n2} & \dots & c_{nn} \end{bmatrix} \quad (2.4)$$

C matrisinden yararlanarak, elemanların birbirlerine göre önem derecelerini ifade eden öncelik vektörü elde edilebilir. Bunun için C matrisini oluşturan satır elemanlarının aritmetik ortalaması alınır ve Öncelik Vektörü olarak adlandırılan W sütun vektörü elde edilir.

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} \quad (2.5)$$

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} \quad (2.6)$$

AHP/ANP kendi içinde ne kadar tutarlı bir matematiksel model olsa da, elde edilecek sonuçlar karar vericinin tutarlı ikili karşılaştırmalarına bağlıdır. Çok basitçe ifade etmek gerekirse; x, y ve z elemanlarının bir matriste ikili karşılaştırmaya tabi tutulsun. “x, y’den 5 kat önemli”, “y, z’den 4 kat önemli” karşılaştırmalarından sonra “z x’den 5 kat daha önemli” gibi bir yorum mantıksız gözüktür. Bu durumda karar verici ya tutarsız ya da hatalı bir yorumda bulunmuştur. AHP/ANP, karşılaştırmalarındaki tutarlılığın ölçülebilmesi için bir yöntem önerir. Bu yöntem sonucunda elde edilen “Tutarlılık Oranı” (CR), bulunan öncelik vektörünün ve dolayısıyla elemanlar arasında yapılan ikili karşılaştırmaların tutarlılığının test edilebilmesi imkanını sağlamaktadır. AHP/ANP, CR hesaplamasını , matristeki eleman sayısı ile özdeğer (λ) katsayısının karşılaştırılmasına dayandırmaktadır. λ ’nın hesaplanması için öncelikle A karşılaştırma matrisi ile W öncelik vektörünün matris çarpımından D sütun vektörü elde edilir.

$$D = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} \quad (2.7)$$

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

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad (i=1,2,\dots,n) \quad (2.8)$$

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (2.9)$$

λ hesaplandıktan sonra Tutarlılık İndeksi (CI), şu şekilde hesaplanır:

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (2.10)$$

Son olarak CI, Random İndex (RI) olarak adlandırılan ve Çizelge 2.3'te gösterilen standart düzeltme değerine bölünerek CR elde edilir. Çizelge 2.3'ten faktör sayısına karşılık gelen değer seçilir.

Çizelge 2.4 : RI Değerleri

n	RI
1	0.00
2	0.00
3	0.52
4	0.89
5	1.11
6	1.25
7	1.35
8	1.40
9	1.45
10	1.49

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2.11)$$

Tutarlı bir karşılaştırma matrisinin Tutarlılık Oranı (CI) 0.1'den küçük olmalıdır. Aksi durumda matristeki ikili karşılaştırma değerleri gözden geçirilmelidir.

Yukarıda bahsedilen ikili karşılaştırma metodu, karşılaştırma matrisi ve tutarlılık oranı hesabı ANP ve AHP metodu için aynıdır ve bahsedilen çok ölçütlü karar verme sürecinin en önemli unsurlarındandır.

2.4.2.3 ANP metodu

AHP metodunda kriterler, hiyerarşide bir üst seviyedeki bağlı oldukları kritere, en üst seviyedeki kriterler amaca göre, en alt seviyedeki alternatifler ise en alt seviyedeki kriterlere göre karşılaştırılır. Bu model hiyerarşinin farklı seviyelerindeki faktörlerin birbirleriyle kıyaslanmasına izin vermediği gibi, aynı seviyedeki faktörlerin de birbirleri nazarınca kıyaslanmasına izin vermez.

ANP seviye barındırmayan bir ağ yapısından oluşur. Yukarıda bahsedilen ikili karşılaştırmalar yine bu metodun en önemli aracıdır. ANP'de iki temel soru sorularak karşılaştırmalar gerçekleştirilir (Saaty, 2004).

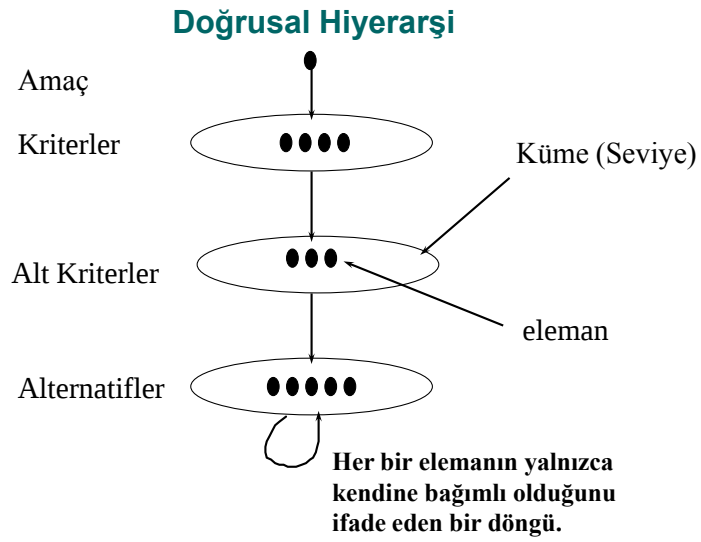
Verilen bir kritere göre, bu kriter baz alınarak bu iki elemandan hangisi, diğerine göre ne kadar daha önemlidir?

Verilen bir kritere göre, bu kriter baz alınarak bu iki elemandan hangisi diğer üçüncü bir elemanı daha çok etkiler?

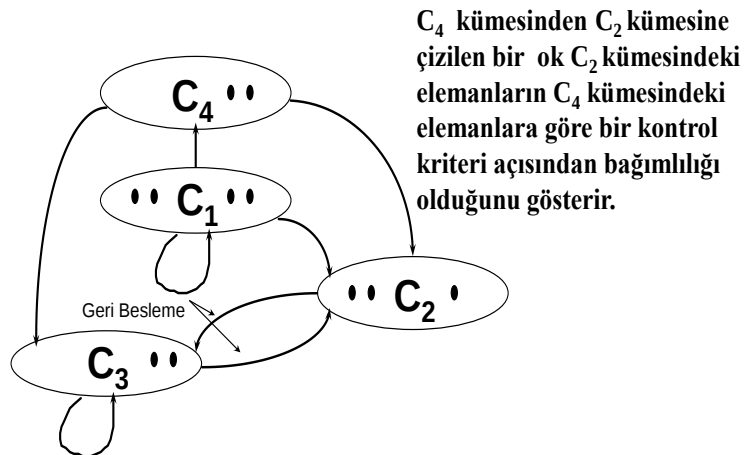
Anlaşılaacağı üzere ANP, AHP'yi sistemdeki bağımlılıklar ve geri beslemeler açısından genişletir. AHP'deki hiyerarşiyi bir ağ yapısı ile değiştirerek, daha kompleks ilişkilendirmeleri mümkün kılar (Lee vd., 2009). Geri besleme sayesinde alternatifler, kriterlere bağlı olarak değerlendirebilecekleri gibi birbirlerine bağımlı olarak da değerlendirilebilirler. Bunun yanı sıra kriterler de birbirlerine bağlı olabilecekleri gibi alternatiflere de bağlı olarak değerlendirilebilirler. Geri beslemelerin olmadığı varsayımı altında bir AHP modeli ANP modeli ile aynı sonucu verir. Bu bağlamda AHP, ANP'nin özel bir hali olarak tanımlanabilir (Azis, 2003). Geri besleme aynı zamanda ikili karşılaştırmalardan elde edilen önceliklerin daha net ve gerçekçi olarak elde edilmesini sağlar. Bir hiyerarşi ve ağ yapısı arasındaki farklar Şekil 2.3'te gösterilmiştir.

Hiyerarşik bir yapının ağ yapısında modellenip modellenmeyeceğini test etmek için basit bir yöntem kullanılabilir. Buna göre bir düzeydeki ögeyi, hiyerarşinin tersine, bir üst düzeydeki öge ile karşılaştırmak için tersine bir soru sorulur. Eğer soru mantıklı olursa sistem geri bildirimine sahip demektir ve ağ modeli kullanılmalıdır (Erkiletlioğlu, 2000)

Hiyerarşide bir amaç noktası/kümesi bulunmaktadır. Bu noktaya aynı zamanda kaynak noktası da denir. Bununla ifade edilen, bu nokta/kümenin başka hiçbir elemana nazaran kıyaslanamayacağıdır. Benzer şekilde alternatif noktaları/kümesi havuz olarak ifade edilir. Bu elemanlara nazaran hiçbir ikili karşılaştırma yapılamaz.



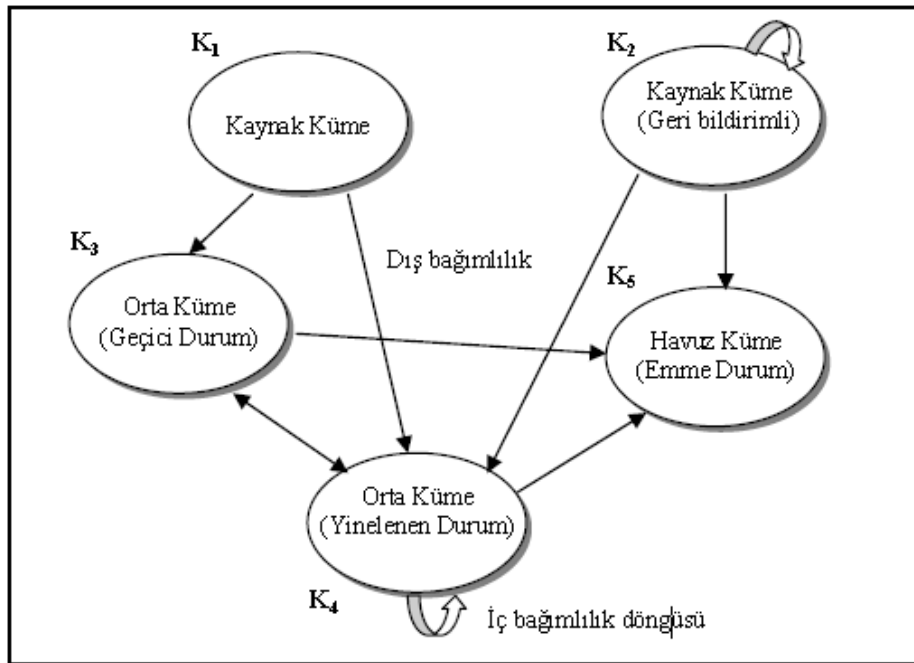
Elemanları arasında içsel ve dışsal bağımlılıklar içeren kümelere sahip “Geri Beslemeli Ağ”



Bir kümedeki ok, bu kümedeki elemların bir kontrol kriteri açısından içsel bağımlılığı olduğunu gösterir.

Şekil 2.3 : Ağ ve Hiyerarşi Arasındaki Farklar

Hiyerarşinin aksine bir ağ yapısında kümelerin hiyerarşik bir dizilimi yoktur. ANP’de eğer bir kümedeki elemanların diğer bir kümedeki elemanlara etkisi varsa buna dışsal bağımlılık denir. Bir kümedeki elemanların aynı kümedeki diğer elemanlara etkisi olması durumuna ise içsel bağımlılık denir. Şekil 2.4’de farklı sayıda ölçütlerden oluşan kümeler arasındaki ilişkiyi gösteren örnek bir ağ yapısı gösterilmiştir.



Şekil 2.4 : Bir ağ modeli

Yukarıdaki şekilde kümelerin içindeki öğeler, ağ yapısındaki ilişkiler açısından, başka bir kümedeki elemanların bir kısmıyla ya da hepsi ile karşılıklı etkileşim halinde ya da sadece etkilemede ya da sadece etkilenmektedir. Sadece diğer elemanları etkileyen elemanlara sahip K_1 kümesi kaynak küme; elemanlarından biri ya da daha fazlası diğer kümelerdeki elemanlardan etkilenen, ama elemanlarının hiçbirinin başka bir kümedeki elemanları etkilemediği K_5 kümesi havuz küme; hem etkileyen hem de etkilenen elemanlara sahip K_3 kümesi ise orta küme olarak gösterilmektedir. K_2 ve K_4 kümeleri geri bildirimde sahip kümelerdir. İçsel bağımlılıkları vardır. ANP’de, bir ağ yapısındaki öğeler (kümeler, elemanlar) arasındaki doğrudan veya dolaylı bütün ilişkiler (baskınlıklar) bir matriste toplu halde gösterilirler. Bu matrise süpermatris adı verilir.

Bir süpermatriste tüm elemanlar dikey olarak matrisin sol tarafında ve yatay olarak matrisin üst tarafında gösterilirler. N sayıda küme olduğu varsayılın ve bu kümenin

elemanları, birbirleriyle veya diğer kümelerdeki elemanlarla ya da bir kontrol kriterine nazaran ilişki içerisinde olsun. Modelin kümelerinden biri C_h olsun ($h=1,2,\dots, N$). C_h kümesinin n_h ögesi olsun ve bunlar $e_{h1}, e_{h2}, \dots, e_{hn_h}$ ile gösterilsin.

Ağ yapısındaki bir kümeye ait her bir elemanın yapıdaki diğer elemanlar üzerindeki etkisi, ikili karşılaştırma matrislerinden elde edilen öncelik vektörleri ile bulunur. Kümelerden biri havuz kümse ise, yani elemanlarının hiçbirisi başka bir küme elemanlarını etkilemiyorsa, bunlara ait öncelik değerleri süpermatriste sıfır değerleri verilerek gösterilir. Öncelik vektörleri Şekil 2.5'te gösterilen, $n \times n$ bir kare matris olan, süpermatrisin uygun bir yerine kolon olarak yerleştirilirler. Şekil 2.5'te aynı zamanda ilk matristeki bir elemanın detay matrisi görülmektedir.

$$W = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_1 & C_2 & \dots & C_N \end{matrix} \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ \vdots \\ C_N \end{matrix} & \begin{bmatrix} e_{11}e_{12} \dots e_{1n_1} & e_{21}e_{22} \dots e_{2n_2} & \dots & e_{N1}e_{N2} \dots e_{Nn_N} \\ W_{11} & W_{12} & \dots & W_{1N} \\ W_{21} & W_{22} & \dots & W_{2N} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ W_{N1} & W_{N2} & \dots & W_{NN} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$W_{ij} = \begin{bmatrix} W_{i1}^{(j_1)} & W_{i1}^{(j_2)} & \dots & W_{i1}^{(j_{n_j})} \\ W_{i2}^{(j_1)} & W_{i2}^{(j_2)} & \dots & W_{i2}^{(j_{n_j})} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ W_{in_i}^{(j_1)} & W_{in_i}^{(j_2)} & \dots & W_{in_i}^{(j_{n_j})} \end{bmatrix}$$

Şekil 2.5 : Süpermatris ve bir elemanın detayı (Saaty, 2004)

Yukarıdaki şekilde W_{ij} matrisindeki kolonlar i . kümedeki her bir elemanın j . kümedeki ögeleri üzerindeki etkilerini gösteren öncelik vektörleridir.

Süpermatrislerdeki etkileşim birbirinden farklı kontrol kriterlerine göre ölçülebilir. Bunun için kontrol kriterlerini öncelikleriyle birlikte barındıran bir kontrol hiyerarşisi oluşturulmalıdır. Her bir kontrol kriteri için ayrı bir süpermatris oluşacaktır. Süpermatriste yer alan etkileşimler kontrol kriterleri baz alınarak hesaplanır. Kontrol kriterlerinin öncelikleri süpermatrislerdeki ilgili kolonları ağırlıklandırmada kullanılır. Böylece ağırlıklandırılmış süpermatrisler elde edilir.

Kümeleri karşılaştırmada kullanılan kontrol hiyerarşisindeki kontrol kriterleri genelde kümelerdeki elemanları karşılaştırmada kullanılan kriterlerden oluşan kontrol kriterleridir. Kümelerin muhtemel karmaşıklığından ve detay ilişkilerinden dolayı kümelerin karşılaştırılmasında kullanılan ölçütler kriterlerin karşılaştırmasında kullanılanlardan daha genel olmalıdır. Bazen kolaylık açısından küme ve kriterlerin ilişkisi, kontrol hiyerarşisindeki aynı kriterler kullanılarak incelenir.(İlter, 2006)

Bir süpermatrisin stokastik olması gerekir (Saaty, 2004). Yani süpermatrisin sütunlarındaki bir kriterin üzerindeki etkileri gösteren kolonlardaki ilgili öncelik değerlerinin toplamının 1 olması gerekir. Stokastik bir süpermatris elde etmek için bir bloktaki tüm kolon vektörleri, sol tarafta o bloğa karşılık gelen kümenin öncelik değeri ile çarpılarak ağırlıklandırılır. Bu ağırlıklandırma işlemi alt matrislerin tümünü kapsayacak şekilde uygulanır. Böylelikle tüm kolonların toplamaları 1'e eşit olur ve sonuçta elde edilen matris stokastiktir. (İlter, 2006)

Son olarak her bir satır vektöründeki değerler eşitleninceye kadar süpermatrisin kuvveti alınır. Değerlerin eşitlendiği yerde işleme son verilir. Bu durumda limit süpermatris elde edilmiş olur. Literatürde limit süpermatris hesaplamak için geliştirilmiş çeşitli algoritmalar mevcuttur.

2.5 Literatür Araştırması

Literatürde ANP ve BSC modelleri ve ERP konsepti ayrı ayrı her açıdan çokça çalışılmıştır. Bu makalede Türkiye'de inşaat sektörü bazında özelleşen ERP tedarikçisi belirleme çalışması, FANP (Bulanık ANP) metoduyla Kaur ve Mahanti (2008) ve Ayağ ve Özdemir (2007) tarafından ve genel olarak incelenmiştir. ERP tedarikçisi seçimi aslında literatürde sıkça işlenen tedarikçi seçimi problemlerinin özelleşmiş bir halidir. Lin (2009), tedarikçi seçiminde ANP ve çok amaçlı lineer programlamayı kullanmıştır. Demirtaş ve Üstün (2008) yine ANP'yi karma tamsayılı lineer programlama modeli ile beraber tedarikçi seçiminde kullanmıştır. Gencer ve Günpınar (2007) tarafından ANP tedarikçi seçiminde geri besleme kavramı ön plana çıkartılarak kullanılmıştır. Karpak ve Topçu (2008), Türkiye'de Kobiler için başarıya etki eden faktörlerin önceliklendirmesinde ANP metodunu kullanmışlardır. Öztayşi, Kaya ve Kahraman (2011), müşteri ilişkileri bazlı performans karşılaştırmasında ANO metodunu kullanmışlardır. Kahraman, Ertay ve Büyükozkcan (2006), FANP metoduyla kalite fonksiyonu açınım sürecini incelemişlerdir. Thakkar, Deshmukh,

Grupta ve Shankar (2007) da ANP metodunu kullanarak BSC modellemesi yapmıştır. Leungi Lam ve Cao'nun (2006) da AHP/ANP modellemesi ile BSC implantasyon sürecini irdelediği bir çalışma mevcuttur. Görüldüğü üzere ANPi bulanık mantık uygulamaları ile de beraber bir çok alanda karar verme problemlerinde kullanılmıştır. Saaty'nin (1996) eseri ANP konusunda temel kaynak niteliğindedir. BSC konusunda da Kaplan ve Norton'un (1996) çalışması çok kapsamlı ve temel eser niteliğindedir.

3. ERP SEÇİM SÜRECİ ANALİZİ

3.1 Analiz Aşamaları

ERP seçimi, sadece tedarikçilerden en uygun olanını seçmekten ibaret değildir. Daha önceden de bahsedildiği gibi ERP'nin implementasyonunun başarılı olması aynı zamanda çok ciddi bir kültürel değişikliği zorunlu tutar. Bu kültürel değişikliğin en önemli aşamalarından biri işletmedeki insan kaynaklarının ERP konseptine hazır olmasıdır. ERP seçilirken göz önünde bulundurulacak kriterlerin, firmada organizasyonel ölçekteki performans ölçüleriyle uyumlu olması önemlidir. Performans ölçüleri hem seçim sürecindeki kriterlerin belirlenmesinde, hem de ileriki aşamalarda ERP verimliliğinin ölçülmesinde yardımcı olur. ERP paketi seçilirken, organizasyonel performans ölçülerinde iyileşme sağlamaya yardımcı olması gerektiği göz önünde bulundurulmalıdır. Bununla birlikte ERP paketlerini, performans ölçülerini tek başına iyileştirecek sistemler olarak görmek daha önce de belirtildiği gibi yanlıştır. ERP paketlerinin işletmelere sağlayacağı yarar, performans ölçülerini iyileştirme yolunda, süreçlerini, bilgi akışını verimli hale getirerek disipline etmek olarak özetlenebilir.

Bu bağlamda ERP seçim sürecine BSC uygulamasıyla beraber başlamak yerinde olacaktır. ERP paketi amaçlarının, organizasyonel amaçlarla bağdaşması büyük önem teşkil eder; bu bağlamda yapılması gereken ilk şey organizasyonun stratejilerinin belirlenmesidir. Üst yönetimin bu stratejilere bağlılığının yanında, bu stratejiler tüm organizasyonca paylaşılmalı ve anlaşılmalıdır. Stratejilerin belirlenmesinden önce bir vizyon oluşturmak gereklidir, bunun yanı sıra SWOT analizi yapmak çok yerinde olacaktır (Cebeci, 2009). BSC, organizasyonel performans ölçülerinin tanımlanmasını sağlayacaktır. Performans ölçüleri ERP seçim kriterlerinin oluşturulmasına yardımcı olacaktır. Daha önceden de bahsedildiği gibi: finansal, müşteri, iç süreçler, öğrenme ve gelişme boyutlarında tanımlanacak performans ölçüleri bir çok ERP seçim kriterine kaynaklık edecektir. Bunun yanı sıra performans ölçüleri ERP tedarikçilerine yönelik teklif taleplerinin hazırlanmasında yardımcı olur (Cebeci, 2009).

Sonraki aşamada performans ölçüleri baz alınarak, ANP ile karar verme sürecine başlanır. ANP yapısındaki boyutlar, faktörler ve alt faktörler performans ölçülerine göre şekillenir fakat tek başına performans ölçüleri yeterli olmaz. ANP’de kullanılacak kriterlerin belirlenmesi adına organizasyondaki bölümler bir araya gelerek, kendi uzmanlıklarına dair teknik konularda detaylı tercih kriteri analizi yapmalıdır. Bu süreç de BSC yardımı ile gerçekleştirilebilir. Departman bazında BSC yardımı ile performans değerlendirmesi yapılarak da ANP için detay bazda tercih kriteri seçimi yapmak mümkündür. Lee vd. (2008), BSC ile IT departmanı performansı değerlendirme çalışması gerçekleştirmiştir.

ANP modelinde değerlendirilecek alternatiflerin sayısını 3 ya da 4 olarak belirlemek mantıklı olacaktır. Zira ANP modelinde alternatif sayısının artması, analiz sürelerinin de ciddi biçimde artışı sonucunu doğuracaktır.

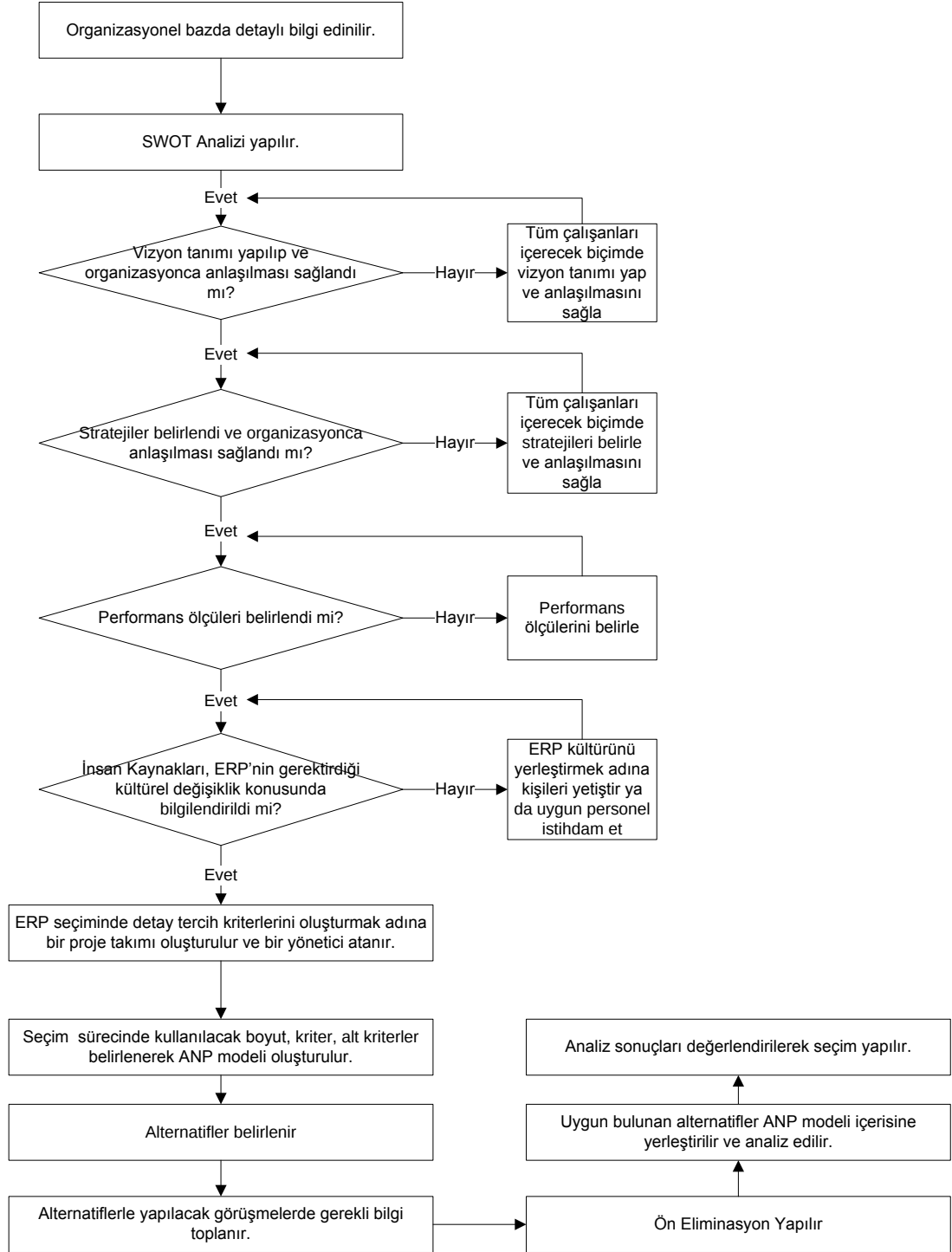
Çok sayıda alternatif sayısını azaltarak modele sokulacak alternatifleri belirleme adına, modüler bazda majör eksiklikler bazı alternatiflerin eliminasyonunda kullanılabilir. Proje bazlı üretim yapan sektörlerde proje planlaması, arıza ve bakım, kazanılmış değer analizi, proje bütçeleme unsurları, kaynak planlaması, proje bazlı üretim, özellikle gemi inşaa sektöründe PDM (Ürün Bilgi Yönetimi) ve revizyon takibi; inşaat sektöründe kontrat yönetimi ve hakediş uygulamaları anahtar öneme sahiptir (Çizelge 3.1).

Bir karar verici, büyük öneme sahip görülen fonksiyonel ve modüler özellikleri barındırmayan alternatifleri kolayca ön elemeye tabi tutabilir.

Ön eliminasyon açısından “alternatif vs. alternatif sıralı eleme metodu” da önerilen ve çok basit bir biçimde uygulanabilecek metodlardandır (Ayağ ve Özdemir, 2007).

Çizelge 3.1 : Modüler ve Fonksiyonel Gereklilikler

Proje Bazlı Endüstrilerde Sık Raslanan Modüler ve Fonksiyonel Gereklilikler
Proje Planlama
Kazanılmış Değer Analizi
Kaynak Planlaması
Bakım Yönetimi
Proje Bütçeleme
Kontrat Yönetimi ve Hakediş Uygulamaları
PDM
Proje Bazlı Üretim



Şekil 3.1 : Akış Şeması, Cebeci (2009) ‘den uyarlanmıştır.

ERP seçim süreci analizi akış diagram Şekil 3.1’de görülmektedir. Bu bölümdeki diğer iki başlıkta bu akış diagramının aşamalarının kısmen analizi yer almaktadır.

Öncelikle BSC prensipleri baz alınarak performans ölçütleri belirlenmiştir. Ardından detaylı bir ANP modeli açıklaması yapılmaktadır. Boyut, kriter ve alt kriterler, ve bunların birbirleriyle olan ilişkileri açıklanmış; modelin çözümünde izlenecek yol belirtilmiştir.

3.2 Performans Ölçülerinin Belirlenmesi

Türkiye’de ve yutrduşında inşaat/taahhüt sektöründe faaliyet gösteren bir firmada performans ölçüleri 4 boyut altında şu şekilde belirlenmiştir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2 : Performans Ölçüleri

Boyut	Performans Ölçüsü	Ölçüm Frekansı
Finansal	Çizelge Sapması	3 aylık
	Maliyet Sapması	3 aylık
	Bütçe Sapması	3 aylık
Müşteri	Uygunsuzluk Sayısı	6 aylık
	Davet Edilen İhale Sayısı	yıllık
	Biten Satış Sözleşmeleri	yıllık
	Pazar Payı	yıllık
İç Süreçler	Kaçırılan milestonelar (%)	3 aylık
	Proje Planı Sapması	aylık
	Zamanında Başlayan Aktivite Sayısı	haftalık
	Değişiklik Emri Sayısı	aylık
	Risk Analizine Tabi Tutulmayan Risk Sayısı	3 aylık
	Planlı Bakım Maliyeti Oranı (%)	6 aylık
	Arızı Bakım Maliyeti Oranı (%)	6 aylık
	Kaynak Utilizasyonu(%)	3 aylık
Öğrenme ve Gelişme	Hayata Geçen Çalışan Önerisi Sayısı	3 aylık
	Anahtar Personelin Firmaya Bağlılığı	yıllık
	Çalışan Tatmini	yıllık
	Kritik Görev İcra Eden Personel Verimi	6 aylık

Bu performans ölçülerine kısaca değinmek gerekirse:

Çizelge sapması, tamamlanan bir iş yüzdesi için kazanılmış değerden planlanan bütçenin çıkarılmasıyla elde edilir. 3 ayda bir proje bazlı hesaplanması uygundur. ERP paketinin kazanılmış değer analizi uygulaması, proje planlama ve bütçeleme uygulamalarıyla ilişkilidir.

Maliyet sapması, tamamlanan bir iş yüzdesi için kazanılmış değerden gerçekleşen değer çıkarılmasıyla elde edilir. 3 ayda bir proje bazlı hesaplanması uygundur. ERP paketinin kazanılmış değer analizi uygulaması, proje planlama ve bütçeleme uygulamalarıyla ilişkilidir.

Bütçe sapması, planlı bütçe ile gerçekleşen bütçe arasındaki farktır. 3 ayda bir proje ya da program bazlı hesaplanması uygundur. ERP paketinin proje bütçeleme uygulamasıyla ilişkilidir.

Uygunsuzluk sayısı, doğrudan müşterinin ya da klaslama otoritesinin (Türk Loydu,

BV vs.) iş teslimatından önce bulunduğu uygunsuzluk adedidir. 6 aylık hesaplanması uygundur. ERP paketinin PDM ve proje bazlı üretim uygulamalarıyla ilişkilidir.

Davet edilen ihale sayısı, firmanın belli bir dönemde davet aldığı, hükümetin ya da özel sektörün açtığı ihalelerdir. Yıllık takip edilmesi uygundur. ERP paketinin kontrat yönetimi uygulamalarıyla ilişkilidir.

Biten satış sözleşmeleri, başarıyla teslim edilerek kapatılmış kontratlardır. Yıllık takip edilmesi uygundur. ERP paketinin kontrat yönetimi uygulamalarıyla ilişkilidir.

Pazar payı, yıllık olarak ölçülecek klasik bir performans ölçüsüdür.

Kaçırılan milestone'lar, bir projede tanımlanan milestone aktivitelerin, gerçek başlama tarihinin, en geç başlama tarihini geçmesi durumudur. 3 aylık hesaplanması uygundur. Çok projeli programlara sahip işletmelerde ölçüm frekansı aylık olarak da belirlenebilir. ERP paketinin proje planlama uygulamalarıyla ilişkilidir.

Zamanında başlayan aktivite sayısı, bir program ya da proje kapsamında, gerçek başlama tarihi en erken ve en geç başlama tarihleri arasında kalan aktivitelerin sayısıdır. Haftalık olarak ölçülmesi uygundur.

Değişiklik emri sayısı, proje tipi üretim gerçekleştiren firmalarda bir ürün ağacına getirilen tasarım revizyonlarının kaynağı olarak ifade edilebilir. Değişiklik emirleri müşteri talebi neticesinde doğabileceği gibi, hatalı ilk tasarımlar neticesinde de gerçekleşebilir. Fonksiyonel tasarımın ayrı olarak yapıldığı tasarım süreçlerinde (örneğin elektrik devresini ayrı, kanalizasyon devresini ayrı grupların tasarlanması durumu), verilerin ortak bir ortamda derlenememesi sonucu olarak sık sık gözlenir. ERP paketinin PDM, proje üretimi ve CAD entegrasyonu uygulamalarıyla ilişkilidir. Aylık olarak ölçülmesi uygundur.

Risk analizine tabi tutulmayan risk sayısının 3 aylık olarak ölçülmesi uygundur. ERP paketinin risk analizi uygulamalarıyla ilişkilidir.

Planlanmış bakım maliyeti oranı, planlı bakım maliyetinin toplam bakım maliyetine oranıdır. 6 aylık olarak ölçülmesi uygundur. Şantiye ortamlarında en yüksek önem derecesine sahip kaynak gruplarından birini teşkil eden iş makinelerinin, planlanmış bakım süreçlerinin iyi kurgulanmış olması önemlidir. ERP paketinin bakım uygulamalarıyla ilişkilidir.

Arıza bakım maliyeti oranı, arıza bakım maliyetinin toplam bakım maliyetine

oranıdır. 6 aylık olarak ölçülmesi uygundur. Yüksek olması, planlanmış bakım faaliyetlerinin iyi kurgulanmadığı anlamına gelebileceği gibi, kötü yakıt kullanımı, operator hataları, olumsuz çevre koşulları gibi bir dizi olgunun analiz edilmesini gerektirir. ERP paketinin bakım uygulamalarıyla ilişkilidir.

Kaynak utilizasyonu, kaynak veriminin ölçümüdür. Kaynak atamaları ve görev paylaşımlarının derecesi konusunda yöneticileri bilgilendirir. 3 ayda bir ölçülmesi uygundur. ERP paketinin kaynak planlama uygulamalarıyla ilişkilidir.

Hayata geçen çalışan önerisi sayısı, organizasyonel boyutta bir çalışan entegrasyonu ölçüsüdür. 3 aylık olarak ölçülmesi uygundur.

Anahtar personelin firmaya bağlılığı, projenin ilerlemesinin kişiye bağlı olduğu süreçlerde, ki bu istenmeyen ama Türkiye’de yaygın ve önemli bir olgudur, mühendis, formen ve operatörlerin firmadan kolaylıkla ayrılmayacağını ifade eder. Yıllık olarak ölçülmesi uygundur.

Çalışan tatmini anket vb. uygulamalarla yıllık olarak ölçülmelidir.

Kritik görev icre eden personelin verimi 6 aylık periyodlarla ölçülür. ERP implementasyonu aşamasında ERP operatörü olarak çalışanların bu kapsamda değerlendirilmesi uygun olur.

Performans ölçülerinden, ERP paketinin seçiminde kullanılacak kriterlere kaynaklık edenleri ve ilişkili oldukları kriterler Çizelge 3.3’te verilmiştir.

Çizelge 3.3 : Performans Ölçüsü – Alt Faktör

Performans Ölçüsü	ANP Modeli Alt Faktörü
Çizelge Sapması	EVM,PP,PB
Maliyet Sapması	EVM,PP,PB
Bütçe Sapması	PB
Uygunsuzluk Sayısı	PÜ,ARGE
Davet Edilen İhale Sayısı	KY
Biten Satış Sözleşmeleri	KY
Kaçırılan milestonelar	PP
Proje Planı Sapması	PP
Zamanında Başlayan Aktivite Sayısı	PP
Değişiklik Emri Sayısı	PÜ,ARGE
Risk Analizine Tabi Tutulmayan Risk Sayısı	RY
Planlı Bakım Maliyeti Oranı	BAK
Arızı Bakım Maliyeti Oranı	BAK
Kaynak Utilizasyonu(%)	KAP

Alt kriter kodlarının açıklamaları bir sonraki başlıkta açıklanmıştır. Performans ölçütlerinin dolaylı olarak ilişkili olduğu alt kriterler de vardır. Bu tabloda sadece doğrudan ilgili alt kriterler yer almıştır. Örnek vermek gerekirse kaynak planlamasıyla ilgili bir performans ölçütü, ERP paketinin kaynak planlama uygulamalarıyla ilgili olduğu kadar dolaylı olarak proje planı uygulaması ve (eğer kullanılıyor ise) ERP paketinin proje planı uygulamasının üçüncü parti bir proje planlama yazılımı (örneğin MS Office, Primavera) ile entegrasyonu ile de ilişkilidir.

3.3 ANP Modeli ve Analizi

3.3.1 Modelin geliştirilmesi

Bu çalışmada geliştirilen ANP modeli aynı zamanda bir hiyerarşiyi de bünyesinde içermektedir. ERP seçiminin aslen, tedarikçi seçimi problemlerinin özelleşmiş bir hali olduğu daha önceden ifade edilmişti. Literatürde bu tip problemlere karşı geliştirilen modellemeler üç farklı kategoriye barındırmaktadır. Jharkaria ve Shankar (2007), bu konuda detaylı bir literatür araştırması gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada yer alan hiyerarşik kategoriler, yukarıdan aşağıya, boyut, faktör ve alt faktör olarak adlandırılmıştır. Her bir kategorideki elemanlar kriter olarak adlandırılmaktadır. Alt faktör kategorisinden, boyut kategorisine gidildikçe kategorideki kriterler daha geniş kapsamlı ve daha stratejik içerikli olmaktadır. Bu yüzden hiyerarşinin en üst tepesindeki kriterlerin kategorisi boyut olarak adlandırılmıştır. Anlaşılabacağı üzere de, faktör kategorisi, içerdiği kriterler bakımından alt faktör kategorisine nazaran daha geniş anlamlı ve onları kapsayıcıdır.

Bahsedilen üç seviyeli yapı aslında Saaty (1996)'nin önerdiği Fayda-Maliyet-Risk-Fırsat boyut kriterleri bazında oluşturduğu ağ yapısının benzeridir. Fayda-Maliyet-Risk-Fırsat kriterlerinin yerine boyut kategorisinde Rekabet Avantajı, Üretkenlik ve Karlılık kriterleri bulunmaktadır. Ayağ ve Özdemir (2007) de bu kriterleri boyut kriteri olarak, ERP tedarikçisi seçiminde daha önce kullanmışlardır.

Kısaca boyut kategorisinde 3 kriter yer almaktadır. Rekabet avantajı (RA), üretkenlik (ÜR) ve karlılık (KA).

Bu boyut kriterlerini destekleyen kriterler de faktör kategorisinde yer alırlar. Faktör kategorisindeki kriterlerin hepsi, boyut kategorisindeki her bir kriteri desteklerler. (Şekil 3.2).

Faktör kriterleri, sistem maliyeti (SM), tedarikçi (TE), arayüz (AR), veritabanı (VE), yazılım mimarisi (YM), modüler sektör ihtiyaçları (MSİ), fonksiyonel sektör ihtiyaçları (FSİ), coğrafi sektör ihtiyaçları (CSİ) olarak belirlenmiştir.

Alt faktör kategorisinde, faktör kriterlerini destekleyen ve detaylandıran kriterler yer almaktadır. Alt faktör kriterleri kümeler oluşturur. Aynı faktör kriterini destekleyen alt faktör kriterleri aynı kümede toplanmıştır. Aynı kümedeki alt faktörler, sadece destekledikleri faktör açısından kıyaslanmazlar; aynı zamanda içsel bağımlılıkları da mevcuttur. Bu durumun kriter kümesinden çıkıp aynı kümeye giren bir ark şeklinde şematize edildiği daha önceden açıklanmıştır.

Bu ANP modelinin benzeri, literatürde daha önceden Meade ve Sarkis (1999), Jharkaria ve Shankar (2007), Ayağ ve Özdemir (2007) tarafından kullanılmıştır.

ANP modelinin şeması Şekil 3.2’de, boyut, faktör ve alt faktörlerin listesi Çizelge 3.4’de gösterilmiştir.

3.3.2 Kriterlerin yorumlanması

Daha önceden belirtildiği gibi faktör ve alt faktör bazında kriterler Türkiye’de ve uluslararası çapta faaliyet gösteren bir inşaat firması için hem performans ölçütleri baz alınarak, hem de departmanlar bazında teknik uzmanlıklara göre oluşturulmuştur.

Boyut kategorisinde yer alan rekabet avantajı (RA) işletmenin piyasadaki rakiplerine nazaran üstünlüğünü ifade eder. Üretkenlik (ÜR) birim zamanda yapılan işi ifade eder. Karlılık (KA) ise klasik tanımıyla işletmenin bir dönemde sağladığı karın aynı dönemde işletmede kullanılan sermayeye oranıdır.

Faktörlerden, sistem maliyeti (SM), ERP paketinin getireceği maliyet yüküyle ilgilidir. Tedarikçi (TE), ERP danışmanlığı alınabilecek tedarikçilerin performansı ile alakalıdır. Arayüz (AR), seçilecek ERP paketinin grafik arayüzünün genel anlamda kullanım kolaylığı ve esnekliği açısından değerlendirilmesidir. Veritabanı (VE), ERP paketinin gerektirdiği veritabanının (farklı ERP paketleri farklı veritabanı gerektirebilirler, Oracle, MySQL gibi) özelliklerini ifade eder. Yazılım mimarisi (YM), ERP yazılımının geliştirilmesi ve güncellenmesi ile ilgili konularla ilgilidir. BI araçlarının kullanım imkanları da bu başlık altında incelenecektir. Modüler sektör ihtiyaçları (MSİ), sektörlerin, PDM ve revizyon takibi, kazanılmış değer analizi, proje planlama gibi modüler bazda duyduğu ERP uygulaması ihtiyacıdır.

Fonksiyonel sektör ihtiyaçları (FSİ), standart olarak ERP paketlerinde yer alan ama proje/program yönetimi bazında kullanılması gereken ve bu açıdan özelleşmiş uygulamaları ifade eder. Proje tipi üretim, proje bütçeleme gibi. Coğrafi sektör ihtiyaçları (CSİ) özellikle yurtdışında farklı farklı kültürlerle ve çok şantiyetli hatta şirketli iş yapan organizasyonlar açısından önemlidir.

Alt faktörlerin çoğunun ne ifade ettiği adından da kolaylıkla anlaşılabilir. Açıklama ihtiyacı görülenler şöyle sıralanabilir: Lisans bedeli (LB) ve veritabanı lisans bedeli (VLB) arasındaki fark birinin ERP yazılım firmasına diğerinin ise veritabanı firmasına ödenmesidir. Altyapı maliyeti (AM), iyi bir server ihtiyacının karşılanması güncel makine ve yazılımlar ve buna benzer diğer maliyetlerdir. Hızlı yanıt verme (HYV) özellikle implantasyon sürecinde ERP danışmanlık şirketinin ne hızda reaksiyon gösterdiğidir. Ulaşım kolaylığı (UK), fiziksel uzaklığı ifade eder. Bir danışmanlık şirketinin tek şubesi İstanbul'da bulunuyorsa, Antep'teki bir firmayla iş yapması ciddi maliyetler doğurur. Kişisel son kullanıcı profili (KSKP), yazılım arayüzünün son kullanıcı bazında özelleşmesi ve veritabanında saklanmasıdır. Arama opsiyonu (AO), veritabanı sorgulamasının, temel ERP işlemlerinden biridir, işlevselliğini ve kolaylığını ifade eder. Sistemsel uyum (SU) özellikle yurtdışında iş yapan firmalar açısından önemlidir. Özellikle, farklı farklı alfabeler ERP arayüzünde karakter kodu sıkıntısı yaratabilmektedir. ERP yazılımının çok çeşitli işletim sistemlerinde de çalışabilmesi sistemsel uyumunun bir göstergesidir. BI araçları (BI), ERP paketinin bünyesinde bulundurduğu BI araçları ve diğer BI araçları ile enterasyonunu gösteren bir tercih kriteridir.

CAD entegrasyonu (CAD), üçüncü parti CAD yazılımlarının, sistemin PDM ve ürün revizyon takibi uygulamaları ile entegrasyon özelliğinin; üçüncü parti proje planlama araçları ile entegrasyon (3RD), üçüncü parti proje planlama yazılımlarının sistemin proje planı ve kaynak planlama uygulamaları ile entegrasyon özelliğinin; PDM ve revizyon takibi (ARGE), PDM modülünün etkinliği açısından tercih kriterleridir.

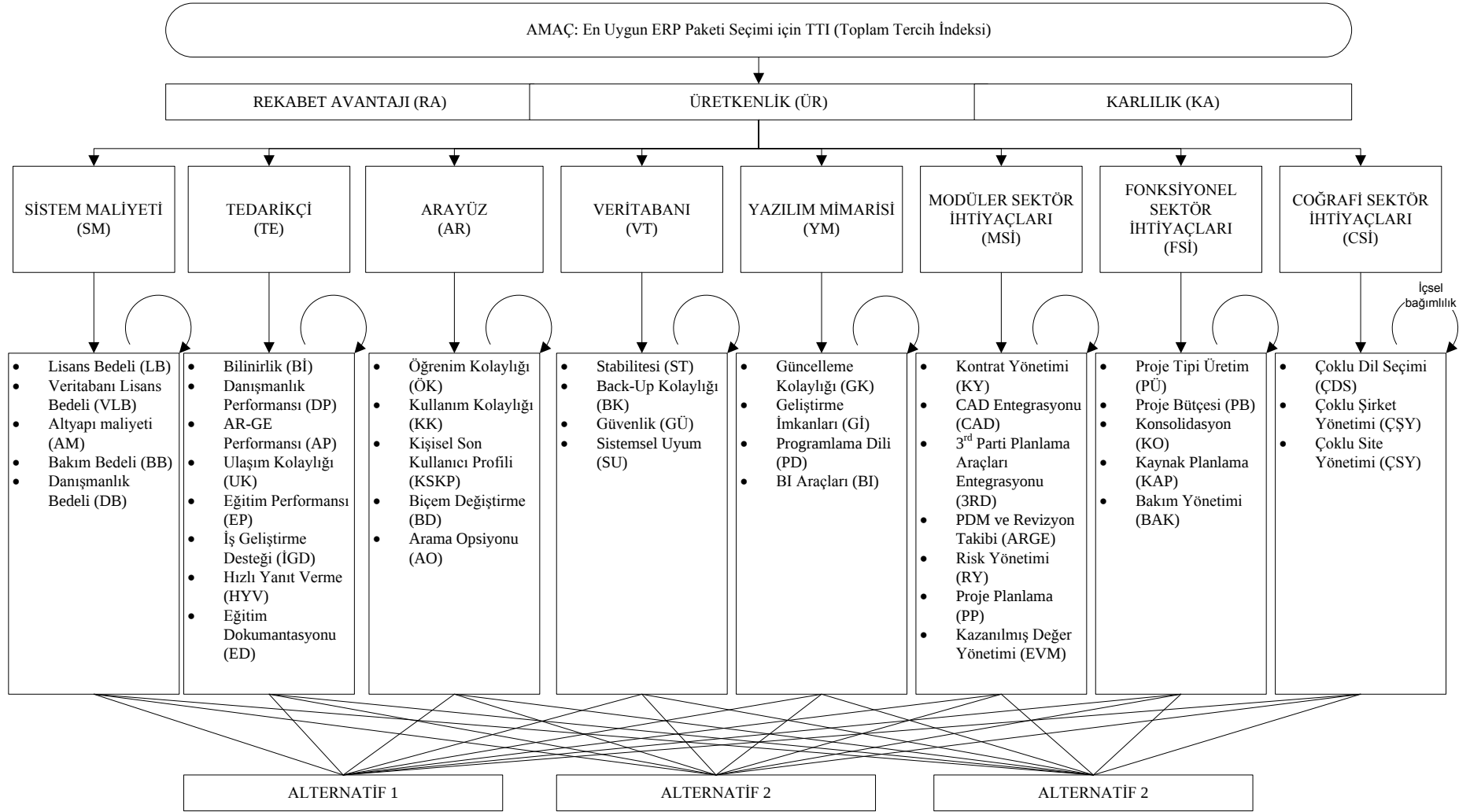
Proje tipi üretim (PÜ), sistemde çıkacak iş emirlerinin proje planı ve PDM ile ilişkilendirilmesi; proje bütçesi (PB) bütçenin proje bazlı oluşturulması ve proje planı ile ilişkilendirilmesi; konsolidasyon (KO) çok şirketli ve projeli yapılarda mali tabloların konsolide edilmesi, kaynak planlama (KAP), proje bazlı kaynak atama ve verimlilik ölçümü; bakım (BAK), şantiye bazlı ekipman yönetimi ve bakım planlaması ile ilgili tercih kriterleridir.

Çoklu dil seçimi (ÇDS), çok uluslu ortamlarda iş yapıldığı takdirde ERP paketinin dil çeşitliliği; çoklu site yönetimi (ÇSY), çok şantiyeli yapılarda stok, iş emri ve satınalma emirlerinin site bazında ayrılması, bir projenin bir çok sitede takip edilmesi; çoklu şirket yönetimi bir çok şirketin muhasebesel, finansal açıdan ve bordro açısından idare edilmesi ve mali tablolarının konsolide edilmesi ile ilgili tercih kriterleridir.

Çizelge 3.4 : Boyut, Faktör ve Alt Faktörler

Boyut	Faktör	Kodu	Alt Faktör	Kodu
Rekabet Avantajı (RA) Üretkenlik (ÜR) Karlılık (KA)	Sistem maliyeti	SM	Lisans Bedeli	LB
			VT Lisans Bedeli	VLB
			Altyapı Maliyeti	AM
	Tedarikçi	TE	Bakım Bedeli	BB
			Danışmanlık Bedeli	DB
			Bilinirlik	BI
	Arayüz	AR	Danışmanlık Performansı	DP
			AR-GE Performansı	AP
			Ulaşım Kolaylığı	UK
	Veritabanı	VE	Eğitim Performansı	EP
			İş Geliştirme Desteği	İGD
			Hızlı Yanıt Verme	HYV
	Yazılım Mimarisi	YM	Eğitim Dokümantasyonu	ED
			Öğrenim Kolaylığı	ÖK
			Kullanım Kolaylığı	KK
	Modüler Sektör İhtiyaçları	MSİ	Kişisel Son Kullanıcı Profili	KSKP
			Biçim Değiştirme	BD
			Arama Opsiyonu	AO
	Fonksiyonel Sektör İhtiyaçları	FSİ	Stabilitesi	ST
			Back-Up Kolaylığı	BK
			Güvenlik	GÜ
	Coğrafi Sektör İhtiyaçları	CSİ	Sistemsel Uyum	SU
			Güncelleme Kolaylığı	GK
			Geliştirme İmkanları	Gİ
			Programlama Dili	PD
			BI Araçları	BI
			Kontrat Yönetimi	KY
			CAD Entegrasyonu	CAD
			3 rd Parti Planlama Araçları Entegrasyonu	3 RD
			PDM ve Revizyon Takibi	ARGE
			Risk Yönetimi	RY
			Proje Planlama	PP
			Kazanılmış Değer Yönetimi	EVM
			Proje Tipi Üretim	PÜ
			Proje Bütçesi	PB
			Konsolidasyon	KO
			Kaynak Planlama	KAP
			Bakım Yönetimi	BAK
			Çoklu Dil Seçimi	ÇDS
			Çoklu Şirket Yönetimi	ÇŞY
			Çoklu Site Yönetimi	ÇSY

Yukarıdaki tabloda boyut faktör ve alt faktörlerin kodları da verilmiştir. İkili karşılaştırma sonuçlarının elde edilmesi ve süpermatris hesaplamalarının yapılması adına “Superdecisions” adlı yazılım kullanılmıştır. Bu yazılımda kriterler ve kriter kümeleri tanımlanırken, kodlandırılmaları ve mümkünse istenen sıraya göre dizilmelerini sağlayacak şekilde alfabetik olarak kodlandırılmaları tavsiye edilir. Bu durum sonuçları yorumlamayı kolaylaştıracaktır



Şekil 3.2 : ANP Modeli

3.3.3 Boyutların ikili karşılaştırması

Öncelikle hiyerarşik olarak en üst kategorideki boyut kriterleri bir dizi ikili karşılaştırmaya tabi tutulacaklardır. Bu ikili karşılaştırmalar bir adet karşılaştırma matrisinde gerçekleştirilerek, boyut kriterlerinin öncelikleri elde edilecektir.

İkili karşılaştırma matrisinde sorulan soru şudur: “Başarılı bir ERP paketi seçimi, bu iki boyuttan hangisi açısından daha önemlidir?”

a boyutunun önceliği C_a olarak ifade edilir.

3.3.4 Faktörlerin ikili karşılaştırması

Faktör kriterlerinin birbirlerine görece önceliklerini değerlendirmek için faktör kümesindeki 8 eleman ikili karşılaştırmaya tabi tutulacaktır. Burada önemli olan nokta, bu karşılaştırmaların her bir boyut kriteri için tekrarlanacak olmasıdır. Bu bağlamda 3 adet karşılaştırma matrisi ve 3 öncelik vektörü elde edilecektir.

İkili karşılaştırma matrisinde sorulan soru şudur: “ a boyutu göz önünde bulundurulduğunda bu iki faktörden hangisi daha önemlidir?”

a boyutu ve j faktörü ifade etmek üzere, a boyutuna göre bir j faktörünün önceliği P_{ja} olarak ifade edilir.

3.3.5 Alt faktörlerin ikili karşılaştırması

Alt faktör kriterlerinin de birbirlerine görece önceliklerini değerlendirerek için ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulacaktır. 8 adet alt faktör kriter kümesi olduğu Şekil 3.2’de görülmektedir. Her bir kümedeki kriterler, her bir boyut altında, bağlı oldukları faktör kriterini dikkate alınarak ikili karşılaştırmaya tabi tutulacaklardır. 3 adet boyut kriterinden her biri için, her bir faktör baz alınarak 8 adet karşılaştırma matrisi oluşturulacaktır. Böylelikle bu aşamada toplam 24 adet karşılaştırma matrisi elde edilecektir.

İkili karşılaştırma matrisinde sorulan soru şudur: “ a boyutu göz önünde bulundurulduğunda, j faktörüne bağlı bu iki alt faktörden hangisi daha önemlidir?”

a boyutu; k alt faktörü; j , k alt faktörünün bağlı bulunduğu faktörü ifade etmek üzere, a boyutuna ve bağlı bulunduğu j faktörüne göre bir k alt faktörünün önceliği A_{kja}^D olarak ifade edilir.

3.3.6 Alt faktörlerin içsel bağımlılıklarına göre ikili karşılaştırması

Daha önceden de belirtildiği gibi, ANP'nin içsel ve dışsal bağılıkları göz önünde bulundurarak bu tip karşılaştırmalara imkan tanınması geri besleme olarak nitelendirilir. Bu bağlamda alt faktörlerin içsel bağımlılıkları olduğu görülerek, alt faktörler kendi kriter kümelerindeki bir alt faktöre göre (kontrol kriteri) ikili karşılaştırmaya tabi tutulurlar. Bir örnekle açıklamak gerekirse, bir ERP paketindeki proje planlama (PP) kriterine atfedilen önem, aynı alt faktör kümesinde yer alan kazanılmış değer uygulaması (EVM), kontrat yönetimi uygulaması (KY), risk yönetimi (RY) vd.'ne atfedilen önemle doğrudan ilişkilidir.

Bu sebeple her bir faktöre ait her bir alt faktöre göre, aynı kümede bulunan diğer alt faktörler, bahsedilen önemlilik ilişkisi açısından ve bir boyut kriteri göz önüne alınarak ikili karşılaştırmaya tabi tutulacaktır.

İkili karşılaştırma matrisinde sorulan soru şudur: “ a boyutu göz önünde bulundurulduğunda, j faktörüne bağlı k alt faktörü açısından, bu iki alt faktörden hangisi daha önemlidir?”

Bir boyut kriteri için, 41 adet alt faktörün herbirine göre karşılaştırma matrisi oluşturulacağı düşünülürse bu aşamada 123 adet ikili karşılaştırma matrisi oluşacaktır. Bu matrislerden elde edilecek öncelik vektörleri süpermatrislerin oluşturulmasında kullanılır. Bu aşamada süpermatris formasyonuna değinmek gerekir.

3.3.7 Süpermatris formasyonu

3 boyut kriterinin her biri için bir süpermatris oluşturulacaktır. Bir süpermatriste satır ve sütun olarak 41 alt faktörün hepsi yer alacaktır. Dolayısıyla 3 adet 41x41 kare matris elde edilecektir. Süpermatrisler, içsel bağımlılıklarına göre karşılaştırılan alt faktörlerin karşılaştırma matrislerinden elde edilen öncelik vektörleri ile doldurulacaktır.

Daha detaylı açıklamak gerekirse, a boyutu için süpermatris E_a olsun. E_a matrisinin k (alt faktörü) sütununa, bu k alt faktörüne göre ve a boyutu göz önüne alınarak hazırlanmış ikili karşılaştırma matrisinden elde edilen öncelik vektörü, E_a matrisinde ilgili satıra ilgili alt kriterin önceliği konacak şekilde yerleştirilir. Matrisin bu sütunundaki diğer tüm değerler 0 olacaktır.

Bu şekilde her bir sütundaki değerlerin toplamı 1'e eşit olan 3 adet stokastik süpermatris elde edilmiş olacaktır.

Daha sonra bu stokastik süpermatrisler önceliklerin uzun vadede stabil bir durumda kalabilmesi için yakınsak bir hale getirilmelidir. Bu matrise limit matris adı verildiği daha önceden ifade edilmiştir. Sonuç olarak 0'a eşit olmayan her bir satır değerinin birbirine eşit olduğu, 41x41, 3 adet yakınsak limit matris elde edilecektir. Bu matrisler, a bir boyutu ifade etmek üzere, F_a olarak adlandırılacaktır. Bu matristeki öncelik değerleri stabil öncelik değeri olarak adlandırılır.

a boyutunda, j faktörüne bağlı k alt faktörüne ait stabil öncelik değeri, F_a matrisinin k satırından okunan değerdir ve A^I_{kja} olarak ifade edilir. (k satırında sadece iki farklı değer okunur. Bunlardan biri 0, diğeri k alt faktörüyle aynı kümede yer alan her bir alt faktör sütunu için 0'a eşit olmayan aynı değerdir. 0'a eşit olmayan bu değer okunur, zira bu değer k alt faktörünün stabil öncelik değeridir.)

3.3.8 Alternatiflerin ikili karşılaştırması

Son olarak alternatiflerin ikili karşılaştırmalarını yapmak üzere karşılaştırma matrisleri oluşturulacaktır. Alternatifler her bir alt kriter için, boyut kriterleri göz önünde bulundurularak karşılaştırılacaktır. 123 adet ikili karşılaştırma matrisi elde edilecektir.

İkili karşılaştırma matrisinde sorulan soru şudur: “ a boyutu göz önünde bulundurulduğunda, j faktörüne bağlı k alt faktörü açısından bu iki alternatiften hangisi daha uygundur?”

a boyutunda, j faktörüne bağlı k alt faktörü göz önünde bulundurulduğunda i alternatifinin öncelik değeri S_{ikja} olarak hesaplanır.

3.3.9 Tercih indeksinin ve normalize değerlerinin hesaplanması

En uygun tedarikçinin seçilmesi için bu modelde, her bir boyut için, tüm alt faktörler bazında tercih indeksi hesaplaması yapılmalıdır. a boyutu için, i alternatifinin tercih indeksi şu şekilde hesaplanır (Meade ve Sarkis, 1999):

$$D_{ia} = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^{K_{ja}} P_{ja} \cdot A^D_{kja} \cdot A^I_{kja} \cdot S_{ikja} \quad (3.1)$$

Bu formulasyondaki çarpanların açıklamasının hepsi daha önceki 5 başlıkta yapılmıştır. Özetle bu indeks, tercih tablosu olarak adlandırılan tablolardaki bir alternatife bağlı faktör önceliği, alt faktör önceliği, alf faktörün stabil önceliği ve alternatif önceliği değerinin çarpımının tüm alt faktörler için yapıp toplanmasıyla elde edilir. Tercih tabloları ve bahsedilen hesaplama dördüncü bölümde detaylı olarak gösterilmiştir.

Bahsedilen tercih tabloları her bir boyut için yaratılacaktır. Tercih tablosu M harfi ile ifade edilirse, rekabet avantajı için M_{RA} , üretkenlik için M_{UR} , karlılık için M_{KA} tercih tabloları yaratılacaktır.

Böylelikle her bir tercih tablosunda her bir alternatifin bir tercih indeksi hesaplanacaktır. Farklı alternatiflerin tercih indekslerinin normalize edilmesiyle normalize tercih indeksi değerleri elde edilir. Bu değerler D_{iaN} notasyonu ile ifade edilir.

3.3.10 Toplam tercih indeksinin hesaplanması

Bir i alternatifi için toplam tercih indeksi (TTI_i), her bir a boyutu için normalize tercih indeksi D_{iaN} ile boyut kriterinin öncelik değeri C_a çarpımlarının toplamıdır:

$$TTI_i = \sum D_{iaN} . C_a \quad (3.2)$$

i alternatifi için tercih edilen bu değer, alternatifin tercih edirliliğinin yüzde olarak ölçüsüdür. Toplam tercih indeksinin en büyük olduğu alternatifin seçilmesi uygun olacaktır.

4. ANP UYGULAMASI

Bu bölümde ANP modelinin uygulaması gerçekleştirilecektir. İnşaat/taahhüt sektöründe uluslararası çapta faaliyet gösteren bir firmada performans ölçüleri ve ANP modelinin geliştirildiği belirtilmişti. Mevcut alternatifler arasında bir ön elemeye gerek kalmadan modele üç adet alternatif sokulmuştur. ANP modelinde karar verici olarak ERP paketlerinin üçünde de yetkin derecede bilgili olan sektörel bazda bir bilirkişinin desteği alınmıştır. Diğer yandan grup karar verme süreçlerinin ikili karşılaştırmalarda kullanılması önerilen bir metoddur.

Üçüncü bölümde açıklanan ANP model analizi çözümünün uygulanması aşama aşama gerçekleştirilecektir.

Bütün ikili karşılaştırmalarda klasik 1-9 ölçekli önem ölçeği kullanılmıştır. Tüm karşılaştırma bilgileri “Superdecisions” adlı bir yazılıma girilmiş, tüm öncelik değerleri, CR değerleri ve limit süpermatrisler bu yazılım kullanılarak hesaplanmıştır.

İkili karşılaştırma verileri Superdecisions yazılımına anında girilmiş, çok kriterli karşılaştırma matrislerinde karar vericinin zorlandığı karşılaştırmalarda, önceden girilen ikili karşılaştırma bilgileri hatırlatılarak karar vericiye yardımcı olunmaya çalışılmıştır. Bir kümede en çok 7-9 arasında kriter bulunması karşılaştırmanın sağlığı açısından önerilmektedir (Saaty, 1996)

Tercih tablolarındaki hesaplamalar MS Excel ortamında gerçekleştirilmiştir.

4.1 Boyutların İkili Karşılaştırılma Matrisi

Bu aşamda bir adet karşılaştırma matrisi vardır.

İkili karşılaştırma matrisinde sorulan soru şudur: “Başarılı bir ERP paketi seçimi, bu iki boyuttan hangisi açısından daha önemlidir?”

Karşılaştırma matrisinden elde edilen öncelik değerleri ve tutarlılık oranı (CR) değeri Çizelge 4.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1 : Boyut karşılaştırmaları

	KA	RA	ÜR	Öncelik	CR
KA	0	7	6	0.758	0.031
RA		0		0.091	
ÜR		2	0	0.151	

Boş bırakılan alanlar daha önceden de ifade edildiği gibi, tablodaki simetrik alandaki değer 1'e bölünüşü ile bulunur. Örneğin KA RA'ya göre 7 değerini alır; RA da KA'ya göre 1/7 değerini alır. Bu simetrik değerlerin, çalışmada karşılaştırma matrislerini gösteren tablolara eklenmesi gerekli görülmemiştir.

Görüldüğü üzere karlılık 0.758 ile en öncelikli boyut kriteridir. Onu 0.151 ile üretkenlik, 0.091 ile rekabet avantajı izlemektedir. C_a tablosu Çizelge 4.2'de görülmektedir.

Çizelge 4.2 : C_a tablosu

a	C_a
KA	0.758
RA	0.151
ÜR	0.091

4.2 Faktörlerin İkili Karşılaştırma Matrisleri

3 boyut için faktörlerin görece karşılaştırmasından 3 adet karşılaştırma matrisi elde edilecektir. KA boyutuna göre karşılaştırma matrisi Çizelge 4.3'de; RA boyutuna göre karşılaştırma Çizelge 4.4'de ve ÜR boyutuna göre karşılaştırma Çizelge 4.5'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3 : KA boyutuna göre görece faktör önceliği karşılaştırmaları

	SM	TE	AR	VE	YM	MSİ	FSİ	CSİ	Öncelik	CR
SM	1		2						0.053	0.081
TE	2	1	2	3					0.069	
AR			1	3	2				0.057	
VE				1					0.031	
YM	2	2		3	1				0.074	
MSİ	4	4	5	5	3	1		5	0.244	
FSİ	5	4	7	7	4	3	1	4	0.345	
CSİ	2	3	3	4	3			1	0.128	

Çizelge 4.4 : RA boyutuna göre görece faktör önceliği karşılaştırmaları

	SM	TE	AR	VE	YM	MSİ	FSİ	CSİ	Öncelik	CR
SM	1			1					0.041	0.075
TE	2	1							0.045	
AR	3	2	1	3					0.064	
VE		2		1					0.046	
YM	3	3	4	3	1				0.111	
MSİ	5	5	7	4	4	1	2	3	0.317	
FSİ	3	3	5	4	3		1		0.186	
CSİ	3	4	5	5	3		1	1	0.191	

Çizelge 4.5 : ÜR boyutuna göre görece faktör önceliği karşılaştırmaları

	SM	TE	AR	VE	YM	MSİ	FSİ	CSİ	Öncelik	CR
SM	1			1					0.031	0.027
TE	2	1	2	3					0.064	
AR	2		1	2					0.048	
VE				1					0.029	
YM	3	2	3	4	1			2	0.112	
MSİ	7	5	5	7	4	1		3	0.261	
FSİ	8	6	6	8	5	2	1	4	0.360	
CSİ	4	2	2	4				1	0.096	

P_{ja} değerleri Çizelge 4.6’da görülmektedir.

Çizelge 4.6 : P_{ja} değerleri

a	j	P_{ja}
KA	SM	0.053
	TE	0.069
	AR	0.057
	VE	0.031
	YM	0.074
	MSİ	0.244
	FSİ	0.345
	CSİ	0.128
RA	SM	0.041
	TE	0.045
	AR	0.064
	VE	0.046
	YM	0.111
	MSİ	0.317
	FSİ	0.186
	CSİ	0.191
ÜR	SM	0.031
	TE	0.064
	AR	0.048
	VE	0.029
	YM	0.112
	MSİ	0.261
	FSİ	0.360
	CSİ	0.096

4.3 Alt Faktörlerin İkili Karşılaştırma Matrisleri

Her bir boyut kriteri için, 8 alt faktör kümesinin kriterleri birbirleri arasında görece önceliklerini belirlemek adına ikili karşılaştırmaya tabi tutulacaktır. Bu kısımda 24 adet karşılaştırma matrisi oluşur. Örnek olarak bu 24 matristen 3 tanesi gösterilmiştir.

KA boyut kriteri göz önüne alınarak, YM faktör kümesinin alt faktörlerinin ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 4.7’de; RA boyut kriteri göz önüne alınarak, FSİ faktör kümesinin alt faktörlerinin ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 4.8’de; ÜR boyut kriteri göz önüne alınarak, MSİ faktör kümesinin alt faktörlerinin ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 4.9’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.7 : KA/YM’ye göre alt faktör önceliği karşılaştırmaları

	GK	Gİ	PD	BI	Öncelik	CR
GK	1				0.080	0.049
Gİ	3	1	4		0.288	
PD	2		1		0.099	
BI	5	2	7	1	0.533	

Çizelge 4.8 : RA/FSİ’ye göre alt faktör önceliği karşılaştırmaları

	PÜ	PB	KO	KAP	BAK	Öncelik	CR
PÜ	1		3	3	3	0.236	0.001
PB	3	1	5	5	5	0.181	
KO			1	1	1	0.122	
KAP				1	1	0.256	
BAK					1	0.161	

Çizelge 4.9 : ÜR/MSİ’ye göre alt faktör önceliği karşılaştırmaları

	KY	CAD	3RD	ARGE	RY	PP	EVM	Öncelik	CR
KY	1				1			0.040	0.042
CAD	5	1	3		5		1	0.145	
3RD	3		1		3			0.071	
ARGE	7	3	7	1	7	2	6	0.379	
RY					1			0.036	
PP	6	2	5		6	1	5	0.259	
EVM	1		1		2		1	0.070	

Bu şekilde 24 matrisiten hesaplanan öncelik değerleri A^D_{kja} değerlerini oluşturur.

3 boyut kriteri için de A^D_{kja} değerleri Çizelge 4.10’da gösterilmektedir.

Çizelge 4.10 : A^D_{kja} değerleri

j	k	A^D_{kjKA}	A^D_{kjRA}	$A^D_{kjÜR}$
SM	LB	0.167	0.167	0.107
	VLB	0.167	0.167	0.107
	AM	0.167	0.333	0.577
	BB	0.333	0.167	0.107
	DB	0.167	0.167	0.107
TE	Bİ	0.087	0.215	0.027
	DP	0.132	0.053	0.126
	AP	0.220	0.082	0.366
	UK	0.068	0.087	0.052
	EP	0.065	0.050	0.098
	İGD	0.289	0.335	0.229
	HYV	0.068	0.111	0.051
	ED	0.072	0.067	0.051
	ÖK	0.294	0.263	0.243
	KK	0.294	0.220	0.243
AR	KSKP	0.294	0.263	0.399
	BD	0.059	0.142	0.034
	AO	0.059	0.111	0.081
VE	ST	0.500	0.128	0.569
	BK	0.167	0.060	0.133
	GÜ	0.167	0.274	0.074
YM	SU	0.167	0.538	0.224
	GK	0.080	0.121	0.088
	Gİ	0.288	0.121	0.279
	PD	0.099	0.220	0.053
MSİ	BI	0.533	0.538	0.580
	KY	0.358	0.050	0.040
	CAD	0.073	0.051	0.145
	3RD	0.073	0.065	0.071
	ARGE	0.171	0.316	0.379
	RY	0.135	0.118	0.036
	PP	0.088	0.060	0.259
	EVM	0.103	0.341	0.070
FSİ	PÜ	0.313	0.236	0.453
	PB	0.313	0.501	0.060
	KO	0.099	0.088	0.052
	KAP	0.176	0.088	0.326
	BAK	0.099	0.088	0.109
CSİ	ÇDS	0.122	0.540	0.067
	ÇŞY	0.320	0.297	0.272
	ÇSY	0.558	0.163	0.661

Bu değerler, 3 boyut kriteri için alt faktörlerin öncelik değerleridir.

Bir sonraki aşamada alt faktörlerin stabil öncelik değerleri, limit süpermatris yoluyla elde edilecektir.

4.4 Alt Faktörlerin İçsel Bağımlılıklarına Göre Karşılaştırma Matrisleri

Bu aşamada, alt faktörler içsel bağımlılıklarına göre kıyaslanacaktır. Her bir faktöre ait her bir alt faktöre göre, aynı kümede bulunan diğer alt faktörler, bahsedilen önemlilik ilişkisi açısından ve bir boyut kriteri göz önüne alınarak ikili karşılaştırmaya tabi tutulacaktır. Bu bağlamda 123 adet karşılaştırma matrisi oluşturulacaktır.

Karşılaştırma matrislerinden 3 tanesi örnek olarak verilmiştir. Çizelge 4.11’de RA boyutunda, SM faktörüne bağlı LB alt faktörüne göre; Çizelge 4.12’de RA boyutunda, MSİ faktörüne bağlı PP alt faktörüne göre; Çizelge 4.13’de RA boyutunda, CSİ faktörüne bağlı ÇSY alt faktörüne göre, alt faktör kümelerindeki diğer alt faktörlerin içsel bağımlılık ikili karşılaştırmaları görülebilir

Çizelge 4.11 : RA/SM/LB ye göre içsel bağımlı alt faktör önceliği karşılaştırmaları

	VLB	AM	BB	DB	Öncelik	CR
VLB	1	1	1	1	0.250	0.000
AM		1	1	1	0.250	
BB			1	1	0.250	
DB				1	0.250	

Çizelge 4.12 : RA/MSİ/PP ye göre içsel bağımlı alt faktör önceliği karşılaştırmaları

	KY	CAD	3RD	ARGE	RY	EVM	Öncelik	CR
KY	1	3	3	3			0.214	0.0568
CAD		1	1	1			0.090	
3RD			1	1			0.090	
ARGE				1			0.090	
RY	1	1	1	1	1		0.157	
EVM	2	5	5	5	1	1	0.360	

Çizelge 4.13 : RA/CSİ/ÇSYye göre içsel bağımlı alt faktör önceliği karşılaştırmaları.

	ÇDS	ÇSY	Öncelik	CR
ÇDS	1		0.100	0.000
ÇSY	9	1	0.900	

Bu şekilde her bir boyut kriteri için 41 adet, toplamda 123 adet öncelik vektörü elde edilir. Bu vektörler her bir a boyutu için E_a süpermatrisine yerleştirilecektir.

4.5 Süpermatrislerin Elde Eldilmesi ve Limit Süpermatris Hesaplaması

Bir önceki başlıkta elde edilen öncelik vektörleri her bir boyut için E_a süpermatrisine yerleştirilecektir. E_a matrisinin k (alt faktörü) sütununa, bu k alt faktörüne göre ve a boyutu göz önüne alınarak hazırlanmış ikili karşılaştırma matrisinden elde edilen öncelik vektörü, E_a matrisinde ilgili satıra ilgili alt kriterin önceliği konacak şekilde yerleştirilir. Matrisin bu sütundaki diğer tüm değerler 0 olacaktır. Üç adet süpermatris elde edilecektir. Her biri 41×41 kare matristir. Bu boyutta bir matrisin tamamını göstermek açısından bu sayfa boyutları yeterli olmayacaktır. Çizelge 4.14'te, E_{RA} süpermatrisinin bir kısmı görülmektedir. Bir önceki başlıkta elde edilen öncelik vektörleri bu matrise yerleştirilmiştir.

Bu matrisin nasıl doldurulacağı örneklerle açıklanırsa :

Çizelge 4.11'de elde edilen, LB alt faktörüne göre aynı kümedeki diğer alt faktörlerin öncelik vektörü, E_{RA} süpermatrisinin LB kolonuna yerleştirilmiştir. LB kolonunda LB satırının değeri 0 olacaktır.

Çizelge 4.12'de elde edilen, PP alt faktörüne göre aynı kümedeki diğer alt faktörlerin öncelik vektörü, E_{RA} süpermatrisinin PP kolonuna yerleştirilmiştir. PP kolonunda PP satırının değeri 0 olacaktır.

Çizelge 4.13'de elde edilen, ÇSY alt faktörüne göre aynı kümedeki diğer alt faktörlerin öncelik vektörü, E_{RA} süpermatrisinin ÇSY kolonuna yerleştirilmiştir. ÇSY kolonunda ÇSY satırının değeri 0 olacaktır.

Çizelge 4.14'de SM, MSİ ve CSİ faktörlerine bağlı diğer alt faktörler için yapılan karşılaştırma matrislerinden elde edilen öncelik vektörleri de ilgili sütunlara yerleştirilmiştir. Bu şekilde 123 adet öncelik vektörü olduğunu ve hepsinin toplamda 3 adet süpermatrise yerleştirildiğini bir daha hatırlatmak uygun olacaktır. SM, MSİ ve CSİ dışındaki faktörlere bağlı alt faktörler baz alınarak yapılan diğer karşılaştırma matrislerinden elde edilen öncelik vektörleri alan darlığından ötürü Çizelge 4.14'de yer almamıştır. EK-1'de üç süpermatris de tamamı ile yer almaktadır.

Ardından bu süpermatrisi yakınsak hale getirmek için limit matrisi hesaplanmıştır.

Çizelge 4.15'te RA boyutu için limit süpermatris F_{RA} görülmektedir.

Çizelge 4.14 : E_{RA} Süpermatrisi

	LB	VLB	AM	BB	DB	...	...	...	KY	CA D	3RD	AR GE	RY	PP	EV M	...	...	...	ÇDS	ÇŞY	ÇSY
LB	0	.250	.250	.250	.250																
VLB	.250	0	.250	.250	.250																
AM	.250	.250	0	.250	.250																
BB	.250	.250	.250	0	.250																
DB	.250	.250	.250	.250	0																
.						0															
.							0														
.								0													
KY									0	.077	.159	.071	.222	.214	.279						
CAD									.070	0	.077	.643	.108	.090	.075						
3RD									.122	.077	0	.071	.108	.090	.075						
ARGE									.070	.615	.077	0	.108	.090	.075						
RY									.070	.077	.065	.071	0	.157	.073						
PP									.419	.077	.393	.071	.097	0	.422						
EVM									.249	.077	.229	.071	.358	.360	0						
.																0					
.																	0				
.																		0			
ÇDS																			0	.100	.100
ÇŞY																			.500	0	.900
ÇSY																			.500	.900	0

Çizelge 4.15 : F_{RA} Limit Süpermatrisi

	LB	VLB	AM	BB	DB	...	...	...	KY	CA D	3RD	AR GE	RY	PP	EV M	...	...	...	ÇDS	ÇŞY	ÇSY
LB	.200	.200	.200	.200	.200																
VLB	.200	.200	.200	.200	.200																
AM	.200	.200	.200	.200	.200																
BB	.200	.200	.200	.200	.200																
DB	.200	.200	.200	.200	.200																
.																					
.																					
.																					
KY									.147	.147	.147	.147	.147	.147	.147						
CAD									.155	.155	.155	.155	.155	.155	.155						
3RD									.081	.081	.081	.081	.081	.081	.081						
ARGE									.153	.153	.153	.153	.153	.153	.153						
RY									.083	.083	.083	.083	.083	.083	.083						
PP									.201	.201	.201	.201	.201	.201	.201						
EVM									.180	.180	.180	.180	.180	.180	.180						
.																					
.																					
.																					
ÇDS																			.091	.091	.091
ÇŞY																			.455	.455	.455
ÇSY																			.455	.455	.455

Bu şekilde stabil öncelik değeri A^I_{kja} tüm alt faktörler için hesaplanır. Stabil öncelik değerinin limit süpermatristen nasıl okunacağı Bölüm 3.3.7’de açıklanmıştır. Örneğin RA boyutu baz alınarak, MSİ faktörüne bağlı KY alt faktörünün stabil öncelik değeri $A^I_{KYMSİRA}$ 0.147; RA boyutu baz alınarak, CSİ faktörüne bağlı ÇŞY alt faktörünün stabil öncelik değeri $A^I_{ÇŞYCSİRA}$ 0.455 olarak bulunmuştur. Çizelge 4.16’da tüm stabil öncelik değerleri görülmektedir.

Çizelge 4.16 : A^I_{kja} Değerleri

j	k	A^I_{kjKA}	A^I_{kjRA}	$A^I_{kjÜR}$
SM	LB	0.200	0.200	0.200
	VLB	0.200	0.200	0.200
	AM	0.200	0.200	0.200
	BB	0.200	0.200	0.200
	DB	0.200	0.200	0.200
TE	Bİ	0.177	0.109	0.217
	DP	0.138	0.191	0.212
	AP	0.122	0.108	0.095
	UK	0.103	0.120	0.048
	EP	0.116	0.109	0.130
	İGD	0.132	0.112	0.158
	HYV	0.098	0.083	0.069
	ED	0.113	0.169	0.071
	ÖK	0.136	0.200	0.113
	KK	0.176	0.200	0.222
AR	KSKP	0.239	0.200	0.206
	BD	0.261	0.200	0.223
	AO	0.188	0.200	0.237
	ST	0.388	0.374	0.313
	BK	0.121	0.195	0.219
VE	GÜ	0.122	0.246	0.250
	SU	0.369	0.186	0.219
YM	GK	0.183	0.218	0.169
	Gİ	0.192	0.243	0.254
	PD	0.402	0.289	0.328
	BI	0.222	0.250	0.249
MSİ	KY	0.067	0.147	0.161
	CAD	0.142	0.155	0.111
	3RD	0.130	0.081	0.059
	ARGE	0.142	0.153	0.113
	RY	0.061	0.083	0.101
	PP	0.250	0.201	0.238
FSİ	EVM	0.207	0.180	0.217
	PÜ	0.284	0.279	0.343
	PB	0.160	0.181	0.162
	KO	0.105	0.122	0.056
	KAP	0.267	0.256	0.283
	BAK	0.184	0.161	0.155
CSİ	ÇDS	0.385	0.091	0.091
	ÇŞY	0.431	0.455	0.455
	ÇSY	0.185	0.455	0.455

4.6 Alternatiflerin İkili Karşılaştırma Matrisleri

Son olarak, 3 boyut altında alternatiflerin her bir faktöre bağlı her bir alt faktör açısından ikili karşılaştırması yapılmıştır. Modele sokulan alternatifler ALT1, ALT2, ALT3 olarak isimlendirilmiştir. 123 adet ikili karşılaştırma matrisi çözülerek alternatiflerin öncelik değerleri hesaplanmıştır. Örnek olarak, KA boyutu altında SM faktörüne bağlı LB alt faktörü açısından; RA boyutu altında VE faktörüne bağlı SU alt faktörü açısından; RA boyutu altında YM faktörüne bağlı Gİ alt faktörü açısından; ÜR boyutu altında MSİ faktörüne bağlı CAD alt faktörü açısından; ÜR boyutu altında FSİ faktörüne bağlı BAK alt faktörü açısından ikili karşılaştırma faktörleri sırasıyla Çizelge 4.17, Çizelge 4.18, Çizelge 4.19, Çizelge 4.20 ve Çizelge 4.21’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.17 : KA/SM/LB açısından alternatiflerin öncelik karşılaştırması

	ALT1	ALT2	ALT3	Öncelik	CR
ALT1	1		2	0.230	0.004
ALT2	3	1	5	0.648	
ALT3			1	0.122	

Çizelge 4.18 : RA/VE/SU açısından alternatiflerin öncelik karşılaştırması

	ALT1	ALT2	ALT3	Öncelik	CR
ALT1	1	5		0.265	0.028
ALT2		1		0.063	
ALT3	3	9	1	0.672	

Çizelge 4.19 : RA/YM/Gİ açısından alternatiflerin öncelik karşılaştırması

	ALT1	ALT2	ALT3	Öncelik	CR
ALT1	1	9	4	0.709	0.069
ALT2		1		0.060	
ALT3		5	1	0.231	

Çizelge 4.20 : ÜR/MSİ/CAD açısından alternatiflerin öncelik karşılaştırması.

	ALT1	ALT2	ALT3	Öncelik	CR
ALT1	1	7		0.346	0.021
ALT2		1		0.057	
ALT3	2	9	1	0.597	

Çizelge 4.21 : ÜR/FSİ/BAK açısından alternatiflerin öncelik karşılaştırması

	ALT1	ALT2	ALT3	Öncelik	CR
ALT1	1	9	3	0.663	0.052
ALT2		1		0.058	
ALT3		6	1	0.278	

Özetle faktör önceliği S_{ikja} değerleri hesaplanmıştır. Örneğin, $S_{ALT2LBSMKA}$ önceliği Çizelge 4.17’de 0.648 olarak hesaplanmıştır. Alternatif öncelikleri tablosu Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.22 : Alternatif Öncelikleri

<i>a</i>		KA			RA			ÜR		
<i>j</i>	<i>k</i>	$S_{ALT1kja}$	$S_{ALT2kja}$	$S_{ALT3kja}$	$S_{ALT1kja}$	$S_{ALT2kja}$	$S_{ALT3kja}$	$S_{ALT1kja}$	$S_{ALT2kja}$	$S_{ALT3kja}$
SM	LB	0.230	0.648	0.122	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333
	VLB	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333
	AM	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333
	BB	0.230	0.648	0.122	0.230	0.648	0.122	0.333	0.333	0.333
	DB	0.230	0.648	0.122	0.230	0.648	0.122	0.333	0.333	0.333
TE	Bİ	0.079	0.263	0.659	0.066	0.217	0.717	0.333	0.333	0.333
	DP	0.571	0.286	0.143	0.540	0.163	0.297	0.558	0.122	0.320
	AP	0.740	0.094	0.167	0.709	0.060	0.231	0.471	0.059	0.471
	UK	0.063	0.743	0.194	0.163	0.540	0.297	0.200	0.600	0.200
	EP	0.571	0.286	0.143	0.540	0.163	0.297	0.648	0.122	0.230
	İGD	0.663	0.058	0.278	0.444	0.111	0.444	0.659	0.079	0.263
	HYV	0.362	0.261	0.377	0.122	0.320	0.558	0.200	0.600	0.200
	ED	0.143	0.143	0.714	0.333	0.333	0.333	0.286	0.143	0.571
AR	ÖK	0.183	0.742	0.075	0.352	0.089	0.559	0.333	0.333	0.333
	KK	0.286	0.571	0.143	0.524	0.342	0.134	0.167	0.094	0.740
	KSKP	0.309	0.109	0.582	0.178	0.070	0.751	0.333	0.333	0.333
	BD	0.333	0.333	0.333	0.342	0.081	0.577	0.429	0.143	0.429
	AO	0.333	0.333	0.333	0.230	0.648	0.122	0.429	0.143	0.429
VE	ST	0.200	0.200	0.600	0.309	0.109	0.582	0.429	0.143	0.429
	BK	0.238	0.625	0.137	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333
	GÜ	0.474	0.053	0.474	0.176	0.061	0.763	0.333	0.333	0.333
	SU	0.143	0.143	0.714	0.265	0.063	0.672	0.309	0.109	0.582
YM	GK	0.137	0.625	0.238	0.333	0.333	0.333	0.400	0.200	0.400
	Gİ	0.709	0.060	0.231	0.709	0.060	0.231	0.663	0.058	0.278
	PD	0.109	0.309	0.582	0.309	0.109	0.582	0.429	0.143	0.429
	BI	0.290	0.055	0.655	0.149	0.066	0.785	0.290	0.055	0.655
MSİ	KY	0.300	0.052	0.648	0.223	0.070	0.707	0.263	0.079	0.659
	CAD	0.346	0.057	0.597	0.346	0.057	0.597	0.346	0.057	0.597
	3RD	0.290	0.055	0.655	0.143	0.079	0.779	0.253	0.053	0.694
	ARGE	0.577	0.081	0.342	0.429	0.143	0.429	0.353	0.061	0.586
	RY	0.345	0.109	0.547	0.250	0.095	0.655	0.309	0.109	0.582
	PP	0.342	0.081	0.577	0.455	0.091	0.455	0.462	0.077	0.462
	EVM	0.655	0.055	0.290	0.663	0.058	0.278	0.661	0.067	0.272
FSİ	PÜ	0.490	0.059	0.451	0.597	0.057	0.346	0.253	0.053	0.694
	PB	0.597	0.057	0.346	0.597	0.057	0.346	0.592	0.075	0.333
	KO	0.751	0.070	0.178	0.644	0.222	0.134	0.333	0.333	0.333
	KAP	0.429	0.143	0.429	0.455	0.091	0.455	0.462	0.077	0.462
	BAK	0.663	0.058	0.278	0.743	0.063	0.194	0.663	0.058	0.278
CSİ	ÇDS	0.455	0.091	0.455	0.194	0.063	0.743	0.400	0.200	0.400
	ÇŞY	0.333	0.333	0.333	0.200	0.200	0.600	0.429	0.143	0.429
	ÇSY	0.649	0.072	0.028	0.694	0.053	0.253	0.588	0.089	0.323

4.7 Tercih Tablolarının Oluşturulması

Bu bölümde her bir boyut kriteri için tercih tabloları oluşturulacaktır. Tercih tabloları oluşturmaktaki amaç normalize tercih indekslerinin hesaplanmasıdır. Tercih indekslerinin, tercih tablolarında yer alan, bir alternatife bağlı faktör önceliği, alt faktör önceliği, alt faktörün stabil önceliği ve alternatif önceliği değerinin çarpımının tüm alt faktörler için elde edilip toplanmasıyla bulunduğu belirtilmiştir. Tercih indeksinin (D_{ia}) hesaplanması için 3.2 formülüne bakılabilir. D_{ia} değerlerinin normalize edilmesiyle D_{iaN} normalize tercih indeksleri hesaplanacaktır.

KA boyut kriteri için tercih tablosu M_{KA} , D_{ia} ve D_{iaN} değerleri ile birlikte Çizelge 4.24’de; RA boyut kriteri için tercih tablosu M_{RA} , D_{ia} ve D_{iaN} değerleri ile birlikte Çizelge 4.25’de; ÜR boyut kriteri için tercih tablosu $M_{ÜR}$, D_{ia} ve D_{iaN} değerleri ile birlikte Çizelge 4.26’de gösterilmiştir.

D_{ia} ve D_{iaN} ‘nin hesaplanışını bir örnekle açıklamak gerekirse, Çizelge 4.20’de LB alt faktörü için ALT1 değeri, o satırdaki $P_{ja} A_{kja}^D A_{kja}^I S_{ALT1kja}$ değerlerinin çarpımıyla 0.0004 bulunmuştur. ALT1’in her bir alt faktör için bu değeri bulunduktan sonra hepsi toplanarak D_{ia} değeri 0.087 elde edilmiştir. Her bir alternatifin D_{ia} değeri normalize edilerek D_{iaN} değeri bulunmuştur.

Her bir boyut kriteri için D_{ia} ve D_{iaN} değerleri Çizelge 4.23’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.23 : D_{ia} ve D_{iaN} değerleri

a	i	D_{ia}	D_{iaN}
KA	ALT1	0.087	0.451
	ALT2	0.031	0.161
	ALT3	0.075	0.388
RA	ALT1	0.082	0.408
	ALT2	0.025	0.123
	ALT3	0.094	0.469
ÜR	ALT1	0.098	0.411
	ALT2	0.022	0.093
	ALT3	0.119	0.496

Çizelge 4.24 : M_{KA} ve D_{ia} - D_{iaN} değerleri

j	k	P_{ja}	A^D_{kja}	A^I_{kja}	$S_{ALT1kja}$	$S_{ALT2kja}$	$S_{ALT3kja}$	ALT1	ALT2	ALT3
SM	LB	0.053	0.167	0.200	0.230	0.648	0.122	0.0004	0.0011	0.0002
	VLB	0.053	0.167	0.200	0.333	0.333	0.333	0.0006	0.0006	0.0006
	AM	0.053	0.167	0.200	0.333	0.333	0.333	0.0006	0.0006	0.0006
	BB	0.053	0.333	0.200	0.230	0.648	0.122	0.0008	0.0023	0.0004
	DB	0.053	0.167	0.200	0.230	0.648	0.122	0.0004	0.0011	0.0002
TE	Bİ	0.069	0.087	0.177	0.079	0.263	0.659	0.0001	0.0003	0.0007
	DP	0.069	0.132	0.138	0.571	0.286	0.143	0.0007	0.0004	0.0002
	AP	0.069	0.220	0.122	0.740	0.094	0.167	0.0014	0.0002	0.0003
	UK	0.069	0.068	0.103	0.063	0.743	0.194	0.0000	0.0004	0.0001
	EP	0.069	0.065	0.116	0.571	0.286	0.143	0.0003	0.0001	0.0001
	İGD	0.069	0.289	0.132	0.663	0.058	0.278	0.0017	0.0002	0.0007
	HYV	0.069	0.068	0.098	0.362	0.261	0.377	0.0002	0.0001	0.0002
	ED	0.069	0.072	0.113	0.143	0.143	0.714	0.0001	0.0001	0.0004
	ÖK	0.057	0.294	0.136	0.183	0.742	0.075	0.0004	0.0017	0.0002
	KK	0.057	0.294	0.176	0.286	0.571	0.143	0.0008	0.0017	0.0004
AR	KSKP	0.057	0.294	0.239	0.309	0.109	0.582	0.0012	0.0004	0.0023
	BD	0.057	0.059	0.261	0.333	0.333	0.333	0.0003	0.0003	0.0003
	AO	0.057	0.059	0.188	0.333	0.333	0.333	0.0002	0.0002	0.0002
	ST	0.031	0.500	0.388	0.200	0.200	0.600	0.0012	0.0012	0.0036
	BK	0.031	0.167	0.121	0.238	0.625	0.137	0.0002	0.0004	0.0001
VE	GÜ	0.031	0.167	0.122	0.474	0.053	0.474	0.0003	0.0000	0.0003
	SU	0.031	0.167	0.369	0.143	0.143	0.714	0.0003	0.0003	0.0014
	GK	0.074	0.080	0.183	0.137	0.625	0.238	0.0001	0.0007	0.0003
	Ğİ	0.074	0.288	0.192	0.709	0.060	0.231	0.0029	0.0002	0.0009
YM	PD	0.074	0.099	0.402	0.109	0.309	0.582	0.0003	0.0009	0.0017
	BI	0.074	0.533	0.222	0.290	0.055	0.655	0.0025	0.0005	0.0057
	KY	0.244	0.358	0.067	0.300	0.052	0.648	0.0018	0.0003	0.0038
MSİ	CAD	0.244	0.073	0.142	0.346	0.057	0.597	0.0009	0.0001	0.0015
	3RD	0.244	0.073	0.130	0.290	0.055	0.655	0.0007	0.0001	0.0015
	ARGE	0.244	0.171	0.142	0.577	0.081	0.342	0.0034	0.0005	0.0020
	RY	0.244	0.135	0.061	0.345	0.109	0.547	0.0007	0.0002	0.0011
	PP	0.244	0.088	0.250	0.342	0.081	0.577	0.0018	0.0004	0.0031
FSİ	EVM	0.244	0.103	0.207	0.655	0.055	0.290	0.0034	0.0003	0.0015
	PÜ	0.345	0.313	0.284	0.490	0.059	0.451	0.0150	0.0018	0.0138
	PB	0.345	0.313	0.160	0.597	0.057	0.346	0.0104	0.0010	0.0060
	KO	0.345	0.099	0.105	0.751	0.070	0.178	0.0027	0.0003	0.0006
	KAP	0.345	0.176	0.267	0.429	0.143	0.429	0.0070	0.0023	0.0070
CSİ	BAK	0.345	0.099	0.184	0.663	0.058	0.278	0.0042	0.0004	0.0017
	ÇDS	0.128	0.122	0.385	0.455	0.091	0.455	0.0027	0.0005	0.0027
	ÇŞY	0.128	0.320	0.431	0.333	0.333	0.333	0.0059	0.0059	0.0059
	ÇSY	0.128	0.558	0.185	0.649	0.072	0.028	0.0085	0.0009	0.0004
D_{ia}								0.087	0.031	0.075
D_{iaN}								0.451	0.161	0.388

Çizelge 4.25 : M_{RA} ve D_{ia} - D_{iaN} değerleri

j	k	P_{ja}	A^D_{kja}	A^I_{kja}	$S_{ALT1kja}$	$S_{ALT2kja}$	$S_{ALT3kja}$	ALT1	ALT2	ALT3	
SM	LB	0.041	0.167	0.200	0.333	0.333	0.333	0.0005	0.0005	0.0005	
	VLB	0.041	0.167	0.200	0.333	0.333	0.333	0.0005	0.0005	0.0005	
	AM	0.041	0.333	0.200	0.333	0.333	0.333	0.0009	0.0009	0.0009	
	BB	0.041	0.167	0.200	0.230	0.648	0.122	0.0003	0.0009	0.0002	
	DB	0.041	0.167	0.200	0.230	0.648	0.122	0.0003	0.0009	0.0002	
TE	Bİ	0.045	0.215	0.109	0.066	0.217	0.717	0.0001	0.0002	0.0008	
	DP	0.045	0.053	0.191	0.540	0.163	0.297	0.0002	0.0001	0.0001	
	AP	0.045	0.082	0.108	0.709	0.060	0.231	0.0003	0.0000	0.0001	
	UK	0.045	0.087	0.120	0.163	0.540	0.297	0.0001	0.0003	0.0001	
	EP	0.045	0.050	0.109	0.540	0.163	0.297	0.0001	0.0000	0.0001	
	İGD	0.045	0.335	0.112	0.444	0.111	0.444	0.0007	0.0002	0.0007	
	HYV	0.045	0.111	0.083	0.122	0.320	0.558	0.0001	0.0001	0.0002	
	ED	0.045	0.067	0.169	0.333	0.333	0.333	0.0002	0.0002	0.0002	
	AR	ÖK	0.064	0.263	0.200	0.352	0.089	0.559	0.0012	0.0003	0.0019
		KK	0.064	0.220	0.200	0.524	0.342	0.134	0.0015	0.0010	0.0004
KSKP		0.064	0.263	0.200	0.178	0.070	0.751	0.0006	0.0002	0.0025	
BD		0.064	0.142	0.200	0.342	0.081	0.577	0.0006	0.0001	0.0011	
AO		0.064	0.111	0.200	0.230	0.648	0.122	0.0003	0.0009	0.0002	
VE	ST	0.046	0.128	0.374	0.309	0.109	0.582	0.0007	0.0002	0.0013	
	BK	0.046	0.060	0.195	0.333	0.333	0.333	0.0002	0.0002	0.0002	
	GÜ	0.046	0.274	0.246	0.176	0.061	0.763	0.0005	0.0002	0.0023	
	SU	0.046	0.538	0.186	0.265	0.063	0.672	0.0012	0.0003	0.0031	
YM	GK	0.111	0.121	0.218	0.333	0.333	0.333	0.0010	0.0010	0.0010	
	Gİ	0.111	0.121	0.243	0.709	0.060	0.231	0.0023	0.0002	0.0008	
	PD	0.111	0.220	0.289	0.309	0.109	0.582	0.0022	0.0008	0.0041	
MSİ	BI	0.111	0.538	0.250	0.149	0.066	0.785	0.0022	0.0010	0.0117	
	KY	0.317	0.050	0.147	0.223	0.070	0.707	0.0005	0.0002	0.0016	
	CAD	0.317	0.051	0.155	0.346	0.057	0.597	0.0009	0.0001	0.0015	
	3RD	0.317	0.065	0.081	0.143	0.079	0.779	0.0002	0.0001	0.0013	
	ARGE	0.317	0.316	0.153	0.429	0.143	0.429	0.0065	0.0022	0.0065	
	RY	0.317	0.118	0.083	0.250	0.095	0.655	0.0008	0.0003	0.0020	
	PP	0.317	0.060	0.201	0.455	0.091	0.455	0.0017	0.0003	0.0017	
	EVM	0.317	0.341	0.180	0.663	0.058	0.278	0.0129	0.0011	0.0054	
FSİ	PÜ	0.186	0.236	0.279	0.597	0.057	0.346	0.0073	0.0007	0.0043	
	PB	0.186	0.501	0.181	0.597	0.057	0.346	0.0101	0.0010	0.0059	
	KO	0.186	0.088	0.122	0.644	0.222	0.134	0.0013	0.0004	0.0003	
	KAP	0.186	0.088	0.256	0.455	0.091	0.455	0.0019	0.0004	0.0019	
CSİ	BAK	0.186	0.088	0.161	0.743	0.063	0.194	0.0020	0.0002	0.0005	
	ÇDS	0.191	0.540	0.091	0.194	0.063	0.743	0.0018	0.0006	0.0070	
	ÇŞY	0.191	0.297	0.455	0.200	0.200	0.600	0.0051	0.0051	0.0155	
	ÇSY	0.191	0.163	0.455	0.694	0.053	0.253	0.0098	0.0007	0.0036	
D_{ia}								0.082	0.025	0.094	
D_{iaN}								0.408	0.123	0.469	

Çizelge 4.26 : $M_{ÜR}$ ve D_{ia} - D_{iaN} değerleri

j	k	P_{ja}	A^D_{kja}	A^I_{kja}	$S_{ALT1kja}$	$S_{ALT2kja}$	$S_{ALT3kja}$	ALT1	ALT2	ALT3
SM	LB	0.031	0.107	0.200	0.333	0.333	0.333	0.0002	0.0002	0.0002
	VLB	0.031	0.107	0.200	0.333	0.333	0.333	0.0002	0.0002	0.0002
	AM	0.031	0.577	0.200	0.333	0.333	0.333	0.0012	0.0012	0.0012
	BB	0.031	0.107	0.200	0.333	0.333	0.333	0.0002	0.0002	0.0002
	DB	0.031	0.107	0.200	0.333	0.333	0.333	0.0002	0.0002	0.0002
TE	Bİ	0.064	0.027	0.217	0.333	0.333	0.333	0.0001	0.0001	0.0001
	DP	0.064	0.126	0.212	0.558	0.122	0.320	0.0009	0.0002	0.0005
	AP	0.064	0.366	0.095	0.471	0.059	0.471	0.0010	0.0001	0.0010
	UK	0.064	0.052	0.048	0.200	0.600	0.200	0.0000	0.0001	0.0000
	EP	0.064	0.098	0.130	0.648	0.122	0.230	0.0005	0.0001	0.0002
	İGD	0.064	0.229	0.158	0.659	0.079	0.263	0.0015	0.0002	0.0006
	HYV	0.064	0.051	0.069	0.200	0.600	0.200	0.0000	0.0001	0.0000
	ED	0.064	0.051	0.071	0.286	0.143	0.571	0.0001	0.0000	0.0001
	ÖK	0.048	0.243	0.113	0.333	0.333	0.333	0.0004	0.0004	0.0004
	KK	0.048	0.243	0.222	0.167	0.094	0.740	0.0004	0.0002	0.0019
AR	KSKP	0.048	0.399	0.206	0.333	0.333	0.333	0.0013	0.0013	0.0013
	BD	0.048	0.034	0.223	0.429	0.143	0.429	0.0002	0.0001	0.0002
	AO	0.048	0.081	0.237	0.429	0.143	0.429	0.0004	0.0001	0.0004
	ST	0.029	0.569	0.313	0.429	0.143	0.429	0.0022	0.0007	0.0022
	BK	0.029	0.133	0.219	0.333	0.333	0.333	0.0003	0.0003	0.0003
VE	GÜ	0.029	0.074	0.250	0.333	0.333	0.333	0.0002	0.0002	0.0002
	SU	0.029	0.224	0.219	0.309	0.109	0.582	0.0004	0.0002	0.0008
	GK	0.112	0.088	0.169	0.400	0.200	0.400	0.0007	0.0003	0.0007
	Ğİ	0.112	0.279	0.254	0.663	0.058	0.278	0.0052	0.0005	0.0022
YM	PD	0.112	0.053	0.328	0.429	0.143	0.429	0.0008	0.0003	0.0008
	BI	0.112	0.580	0.249	0.290	0.055	0.655	0.0047	0.0009	0.0105
	KY	0.261	0.040	0.161	0.263	0.079	0.659	0.0004	0.0001	0.0011
	CAD	0.261	0.145	0.111	0.346	0.057	0.597	0.0015	0.0002	0.0025
MSİ	3RD	0.261	0.071	0.059	0.253	0.053	0.694	0.0003	0.0001	0.0008
	ARGE	0.261	0.379	0.113	0.353	0.061	0.586	0.0040	0.0007	0.0066
	RY	0.261	0.036	0.101	0.309	0.109	0.582	0.0003	0.0001	0.0005
	PP	0.261	0.259	0.238	0.462	0.077	0.462	0.0074	0.0012	0.0074
	EVM	0.261	0.070	0.217	0.661	0.067	0.272	0.0026	0.0003	0.0011
FSİ	PÜ	0.360	0.453	0.343	0.253	0.053	0.694	0.0142	0.0030	0.0389
	PB	0.360	0.060	0.162	0.592	0.075	0.333	0.0021	0.0003	0.0012
	KO	0.360	0.052	0.056	0.333	0.333	0.333	0.0003	0.0003	0.0003
	KAP	0.360	0.326	0.283	0.462	0.077	0.462	0.0154	0.0026	0.0154
CSİ	BAK	0.360	0.109	0.155	0.663	0.058	0.278	0.0040	0.0004	0.0017
	ÇDS	0.096	0.067	0.091	0.400	0.200	0.400	0.0002	0.0001	0.0002
	ÇŞY	0.096	0.272	0.455	0.429	0.143	0.429	0.0051	0.0017	0.0051
	ÇSY	0.096	0.661	0.455	0.588	0.089	0.323	0.0169	0.0026	0.0093
D_{ia}								0.098	0.022	0.119
D_{iaN}								0.411	0.093	0.496

4.8 Toplam Tercih İndeksinin Hesaplanması

Bir alternatif için toplam tercih indeksi, her bir boyut altındaki normalize tercih indeksinin sentezlenmesiyle elde edilir. 3.2 formülü kullanılarak bulunan toplam tercih indekslerinin (TTI_i) listesi Çizelge 4.23’de verilmiştir.

Çizelge 4.27 : TTTi değerleri

<i>a</i>	<i>Ca</i>	<i>i</i>	D_{iaN}	$Ca \cdot D_{iaN}$
KA	0.758	ALT1	0.451	0.342
RA	0.091	ALT1	0.408	0.037
ÜR	0.151	ALT1	0.411	0.062
			TTI_{ALT1}	0.441
KA	0.758	ALT2	0.161	0.122
RA	0.091	ALT2	0.123	0.011
ÜR	0.151	ALT2	0.093	0.014
			TTI_{ALT2}	0.147
KA	0.758	ALT3	0.388	0.294
RA	0.091	ALT3	0.469	0.043
ÜR	0.151	ALT3	0.496	0.075
			TTI_{ALT3}	0.412

Görüldüğü gibi ALT1 alternatifi 0.441’lik bir yüzde ile en yüksek öncelikli alternatif olmuştur. Onu 0.412 öncelikle ALT3 alternatifi izlemiştir. En düşük öncelikli alternatif, ALT2 olmuştur.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bölüm 4'deki uygulamada görüldüğü gibi en yüksek öncelikli alternatif ALT1 olmuştur. Alternatiflerin öncelik değerleri Çizelge 5.1'de verilmiştir.

Çizelge 5.1 : Alternatif Öncelikleri

Alternatif	Öncelik
ALT1	0.441
ALT2	0.147
ALT3	0.412

Boyut kriterlerinden en önemlisi karlılık avantajı (KA) olarak önceliklendirilmiştir. Boyut kriteri öncelikleri Çizelge 5.2'de verilmiştir. Bu durum ERP paketini seçerken karlılığın ciddi biçimde öncelikli olduğunu göstermektedir.

Çizelge 5.2 : Boyut Kriteri Öncelikleri

Kriter	Öncelik
KA	0.758
RA	0.091
ÜR	0.151

3 boyut kriteri için, faktör kriterlerinin her boyut kriteri altındaki önceliğini boyut kriteri önceliği ile çarpılırsa ve bu çarpımlar toplanırsa ilgili faktör kriteri için bir total öncelik elde edilir. Bu değerlerin toplamı bu modelde her zaman 1'e eşittir.

Faktör kriterlerinin sentezi Çizelge 5.3'te yer almaktadır.

Faktör kriterlerinin total öncelikleri Çizelge 5.4'te yer almaktadır.

Buna göre faktörler arasında en önceliklisi 0.333 yüzdesi ile fonksiyonel sektör ihtiyaçlarıdır. Bu faktörü 0.253 ile modüler sektör ihtiyaçları ve 0.129 ile coğrafi sektör ihtiyaçları izlemektedir. Bu durum ERP seçimi yaparken sektörel olmayan ve genel geçer diğer faktörlere göre, sektörel bazlı faktör ve tercihlerin ne denli etkili olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda ANP modeli, ERP seçiminde sektörel ihtiyaçlar göz ardı edilmeden ve detaylandırılarak kurgulanmalıdır. Sektörel bazlı

yapılmayan ANP kurgulamaları istenen sonucu tam anlamıyla vermeyebilir.

Çizelge 5.3 : Faktör Kriterleri Sentezi

a	Ca	k	P_{ja}	$Ca. P_{ja}$
KA	0.758	SM	0.053	0.040
RA	0.091	SM	0.041	0.004
ÜR	0.151	SM	0.031	0.005
			$\sum_j$	0.049
KA	0.758	TE	0.069	0.523
RA	0.091	TE	0.045	0.004
ÜR	0.151	TE	0.064	0.010
			$\sum_j$	0.066
KA	0.758	AR	0.057	0.043
RA	0.091	AR	0.064	0.006
ÜR	0.151	AR	0.048	0.007
			$\sum_j$	0.056
KA	0.758	VE	0.031	0.023
RA	0.091	VE	0.046	0.004
ÜR	0.151	VE	0.029	0.004
			$\sum_j$	0.032
KA	0.758	YM	0.074	0.056
RA	0.091	YM	0.111	0.010
ÜR	0.151	YM	0.112	0.017
			$\sum_j$	0.083
KA	0.758	MSİ	0.244	0.185
RA	0.091	MSİ	0.317	0.029
ÜR	0.151	MSİ	0.261	0.039
			$\sum_j$	0.253
KA	0.758	FSİ	0.345	0.262
RA	0.091	FSİ	0.186	0.017
ÜR	0.151	FSİ	0.360	0.054
			$\sum_j$	0.333
KA	0.758	CSİ	0.128	0.097
RA	0.091	CSİ	0.191	0.017
ÜR	0.151	CSİ	0.096	0.014
			$\sum_j$	0.129

Çizelge 5.4 : Faktör Kriteri Toplam Öncelikleri

j	$\sum_j$
SM	0.049
TE	0.066
AR	0.056
VE	0.032
YM	0.083
MSİ	0.253
FSİ	0.333
CSİ	0.129

Gözlemlenen bir diğer önemli durum ANP modelinin kurgusunun, sonuçlar üzerinde büyük etki yarattığıdır. Bu çalışmada organizasyonel bazda BSC performans ölçüleri baz alınarak ANP modeli kurgulanmaya çalışılmıştır. Modeli detaylandırmak için departmanların teknik uzmanlıklarından yararlanılmıştır. Tüm modeli departmanlar bazında yapılacak BSC çalışmaları neticesinde elde edilen performans ölçüleri ile oluşturmak önerilebilir. Literatürde bu konuda yararlanılacak çalışmalar olduğu daha önceden ifade edilmişti.

Buna ek olarak, BSC analizi sonucunda oluşturulan ve ANP modeline kriter/alt kriter seviyesinde katılacak performans ölçülerinin seçiminde; performans ölçüleri belirlendikten sonra bu ölçülerin alternatif olarak ELECTRE, TOPSIS, AHP gibi görece kolay bir çok ölçütlü karar verme modeline sokulması ve en uygun performans ölçülerinin belirlenmesi tavsiye edilebilir. Sonrasında yapılması gereken, bu çalışmada olduğu gibi organizasyonel amaçların, ERP paketinden beklentilerle eşleştirilmesidir.

Çalışmada toplamda 274 adet karşılaştırma matrisi elde edilmiş ve bu matrisler çözülerek öncelik vektörleri elde edilmiştir. Bu süreç hayli zorlu ve kapsamlıdır. Karar vericinin dikkatinin zaman zaman dağıldığı gözlenmiştir. Bununla birlikte aynı zamanda ön yargılı ve taraflı ikili karşılaştırmaların önüne geçmek adına da, grup karar verme sürecinin ikili karşılaştırma aşamalarında uygulanması yararlı olabilir.

Diğer önerilere ek olarak, bu çalışmanın sonunda bir hassasiyet analizi yapılarak çalışmanın genişletilmesi önerilebilir. Bu çalışmadaki model Türkiye’de proje bazlı endüstriler için kurgulanmıştır. Konfigüratif üretim, siparişe üretim, stoğa üretim, çekme sistemli üretim sistemleri bazında bu modelin sektörel faktörleri ve alt faktörleri farklılaştırılarak benzer çalışmalar yapılabilir. Son olarak, performans ölçülerinin coğrafi olarak büyük farklılıklar gösterebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Bu çalışmadaki ANP modeli üretim sistemleri açısından geliştirilebileceği gibi; BSC kurgusu ve performans ölçüleri Avrupa, Amerika vb. bazlı faaliyet gösteren işletmelerde farklılık gösterecektir çünkü coğrafi bölgeler değiştikçe organizasyonel kültür ve alışkanlıklar ciddi biçimde değişebilir.

KAYNAKLAR

- Ağayev, S.**, 2007. Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) Sisteminin Seçimi, Kurulumu ve ERP Kullanıcı Firmaların Sistemden Beklentilerinin Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi SBE, Ankara.
- Ayağ, Z., Özdemir, G.**, 2007. An Intelligent approach to ERP software selection through Fuzzy ANP. *International Journal of Production Research*. Vol. 45, No. 10, s. 2169-2194
- Azis, I.J.**, 2003. Analytic Network Process With Feedback Influence: A New Approach to Impact Study. *Prepared for a seminar organized by the Department of Urban and Regional Planning*
- Baki, B.**, 2000. İşetme Kaynakları Planlamasının Dünü, Bugünü ve Yarını. *Uludağ Üniversitesi IIBF Dergisi*. Cilt. 18, Sayı: 1
- Baskak, M., Tanyaş, M.**, 2003. Üretim Planlama ve Kontrol. İrfan Yayıncılık, İstanbul, s. 310
- Cebeci, U.**, 2009. Fuzzy AHP-based decision support system for selecting ERP systems in textile industry by using balanced scorecard. *Expert Systems with Applications*. Vol. 36, s. 8900–8909
- Chung, S. H., Snyder, C. A.**, 2000. EPR Adoption: A Technological Evolution Approach. *International Journal of Agile Management System*. s. 24-32
- Erarslan, E.**, 2009. Üretim Yönetimi Sistemleri. 2 Şubat 2011 tarihinde <http://www.baskent.edu.tr/~eraslan/PSM.doc>. adresinden alınmıştır.
- Erkiletlioğlu, A.**, 2000. Askeri Lojistik Politikaların Belirlenmesinde Analitik Şebeke Yönetimi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Gale, S.**, 2002. For ERP success, create a culture chance. *Workforce*, 81 (9) s.88-92.
- Gencer, C., Gürpınar, D.**, 2007. Analytic network process in supplier selection: A case study in an electronic firm. *Mathematical Modelling*. Vol. 31, s. 2475-2486
- İlter, O.C.**, 2006. Analitik Ağ Süreci ile Ticari Kredi Taleplerinin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi İstatistik Anabilim Dalı, Ankara.
- Jharkaria, S., Shankar, R.**, 2007. Selection of logistics service provider: An analytic network process (ANP) approach. *Omega*. Vol. 35, s. 274-289
- Kahraman, C., Ertay, T., Büyüközkan, G.**, 2006. A fuzzy optimization model for QFD planning process using analytic network approach. *European Journal of Operational Research*. Vol. 171, s. 390–411

- Kallunki, J., Laitinen, E., K.,** 2011. Impact of enterprise resource planning systems on management control systems and firm performance. *International Journal of Accounting Information Systems*. Vol.12, s. 20-39
- Kaplan, R., Norton, D.,** 1992. The balanced scorecard-measures that drive performance. *Harvard Business Review*. Cilt. 70(1), s. 71–79.
- Kaplan, R., Norton, D.,** 1996. Translating Strategy into Action, The Balanced Scorecard. Harvard Business School Press. Boston, Massachusetts
- Karpak, B., Topçu, İ.,** 2010. Small medium manufacturing enterprises in Turkey: An analytic network process framework for prioritizing factors affecting success. *International Journal of Production Economics*. Vol. 125, s. 60-70
- Kaur, P., Mahanti, N.C.,** 2008. A Fuzzy ANP Based Approach for Selectin ERP Vendors. *International Journal of Soft Computing*. Vol. 4, No 1, s. 24-32
- Kobu, B.,** 2003. Üretim Yönetimi. 9. basım. Avcıol Basım Yayın, İstanbul.
- Koçel, T.,** 2003. İşletme Yöneticiliği. Beta Yayınları, İstanbul. s. 456-457
- Lee, H., Lee, S., Park, Y.,** 2009. Selection of technology acquisition mode using the analytic network process. *Mathematical and Computer Modelling*. Vol. 49, s. 1274-1282
- Lee, A.H.I., Chen, W., Chang, C.,** 2008. A fuzzy AHP and BSC approach for evaluating performance of IT department in the manufacturing industry in Taiwan. *Expert Systems with Applications*. Vol. 34, s. 96-107
- Leung, L.C., Lam, K.C., Cao, D.,** 2006. Implementing the balanced scorecard using the analytic hierarchy process & the analytic network process. *Journal of Operations Research*. Vol. 57, No. 6, s. 682-691
- Levnice, S.,** 1999. The ABCs of ERP. *America's Network*, **103**(13), s.54.
- Lin, R.H.,** 2009. An integrated FANP-MOLP for supplier evaluation and order allocation. *Applied Mathematical Modelling*. Vol. 33, s. 2730-2736
- Meade, L.M., Sarkis, F.,** 1999. Analyzing organizational project alternatives for agile manufacturing processes: an analytic network approach. *International Journal of Production Research*. Vol. 37, No. 2, s. 241-261
- Öztayşi, B., Kaya, T., Kahraman, C.,** 2011. Performance comparison based on customer relationship management using analytic network process. *Expert Systems with Applications*. Vol. 38., s. 9788–9798
- Saaty, T.L.,** 1996. Decision making with dependence and feedback: the analytic network process. RWS Publications, Pittsburgh.
- Saaty, T.L.,** 2004. Decision Making – The Analytic Hierarchy and Network Process (AHP/ANP). *Journal of Systems Science and System Engineering*. Vol. 13, No. 1, s. 1-34

- Thakkar, J., Deshmukh, S.G., Gupta, A.D., Shankar, R.,** 2007. Development of a balanced scorecard - an integrated approach of interpretive structural modeling (ISM) and analytic network process (ANP). *International Journal of Productivity and Performance Management*. Vol. 56, s. 25-59
- Üstün, O., Demirtaş, E.A.,** 2009. Analytic network process and multi-period goal programming integration in purchasing decisions. *Computers & Industrial Engineering*. Vol. 56, s. 677-690
- Vinodh, S., Ramiya, R., A., Gautham, S., G.,** 2011. Application of fuzzy analytic network process for supplier selection in a manufacturing organization. *Expert Systems with Applications*. Vol.38, s. 272-280
- Velcu, O.,**2010. Strategic alignment of ERP implementation stages: An empirical investigation. *Information & Management*. Vol.47, s. 158-166

EKLER

EK A.1 : E_{KA} Süpermatrisi

EK A.2 : F_{KA} Limit Süpermatrisi

EK A.3 : E_{RA} Süpermatrisi

EK A.4 : F_{RA} Limit Süpermatrisi

EK A.5 : E_{UR} Süpermatrisi

EK A.6 : F_{UR} Limit Süpermatrisi

EK A.1 : E_{KA} Süpermatrisi

[illegible]

Şekil A.1 : E_{KA} Süpermatrisi

EK A.2 : F_{KA} Limit Süpermatrisi

[illegible]

Şekil A.2 : F_{KA} Limit Süpermatrisi

EK A.3 : E_{RA} Süpermatrisi

[illegible]

Şekil A.3 : E_{RA} Süpermatrisi

EK A.4 : F_{RA} Limit Süpermatrisi

[illegible]

Şekil A.4 : F_{RA} Limit Süpermatrisi

EK A.5 : E_{ÜR} Süpermatrisi

[illegible]

Şekil A.5 : E_{ÜR} Süpermatrisi

EK A.6 : $F_{\ddot{U}R}$ Limit Süpermatrisi

[illegible]

Şekil A.6 : $F_{ÜR}$ Limit Süpermatrisi

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Mehmet Dayanç

Doğum Yeri ve Tarihi: İstanbul 23.04.1986

Adres: Terazidere Mah. Akpınar Cad. No:7 Bayrampaşa /
İstanbul

Lisans Üniversitesi: İstanbul Teknik Üniversitesi