



Research Article / Araştırma Makalesi
A FUZZY-ANALYTIC NETWORK PROCESS BASED APPROACH FOR
ENTERPRISE INFORMATION SYSTEM SELECTION

Alev TAŞKIN GÜMÜŞ*¹, Atay ÇETİN², Emre KAPLAN²

¹*Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yıldız-İSTANBUL*

²*Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya-Metalurji Fakültesi, Matematik Mühendisliği Bölümü, Esenler-İSTANBUL*

Received/Geliş: 25.02.2009 Revised/Düzeltilme: 11.05.2010 Accepted/Kabul: 13.05.2010

ABSTRACT

In this paper, Enterprise Resources Planning (ERP) software package selection problem is handled, that is very important for companies, and a fuzzy-analytic network process based approach is proposed to solve this selection problem. First, the proposed approach is detailed, and then its applicability is shown via a numerical example by determining the specifications of an ERP package to correspond the requirements of automotive industry and selecting the most appropriate package.

Keywords: Enterprise resources planning, fuzzy logic, analytic network process.

KURUMSAL BİLGİ SİSTEMİ SEÇİMİNDE BULANIK-ANALİTİK AĞ SÜRECİ TABANLI BİR YAKLAŞIM

ÖZET

Bu çalışmada, işletmeler için büyük önem taşıyan Kurumsal Kaynak Planlama (KKP) yazılım paketi seçimi problemi ele alınmakta ve bu problemin çözümüne yönelik olarak bulanık-analitik ağ süreci tabanlı bir yaklaşım önerilmektedir. Önerilen yaklaşım, otomotiv sektörünün ihtiyaçlarını karşılayacak KKP yazılım paketinin özelliklerinin belirlenmesi ve en uygun paketin seçilmesine yönelik olarak sayısal bir uygulama örneği üzerinde açıklanmakta ve uygulanabilirliği gösterilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Kurumsal kaynak planlaması, bulanık mantık, analitik ağ süreci.

1. GİRİŞ

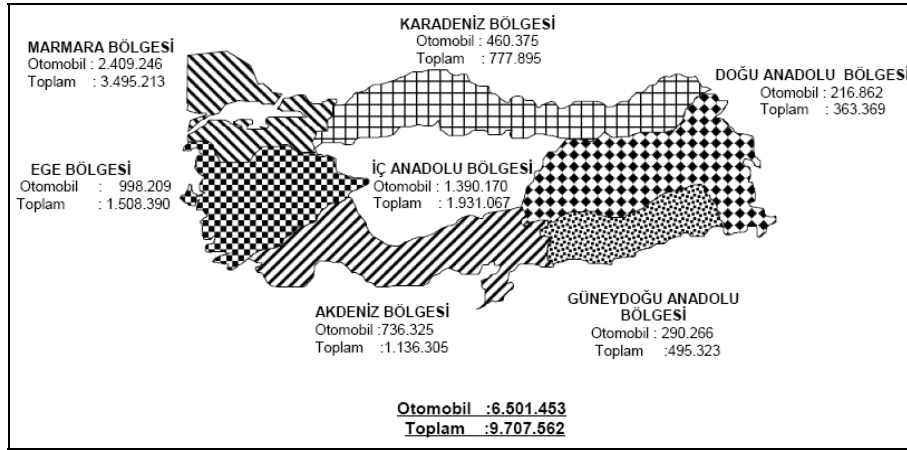
Kurumsal Kaynak Planlaması (KKP) kavramı en genel şekilde, bir şirkette süregelen tüm bilgi akışının entegrasyonunu sağlayan ticari yazılım paketleri olarak tanımlanabilir [1]. KKP, organizasyonlar için ayrıntılı bir bilgi yönetim sistemidir. KKP, bir organizasyonun bilgi sistemini standart hale getirerek omurgasını oluşturur. Geniş çaplı bir çözüm sistemidir, böylece doğru bilgiyi, doğru insanlara, doğru zamanda iletir.

1990'ların ortalarından itibaren KKP yazılım pazarı, bilişim teknolojisi endüstrisinin yıllık %30-40'lık ortalama büyüme oranıyla en hızlı büyüyen dilimi olmuştur [2,3]. Bu nedenle pazara sürekli yeni yazılım alternatifleri girmekte, bu çeşitlilik karşısında işletmeler kendilerine en uygun yazılımın belirlenmesi problemiyle karşı karşıya kalmaktadırlar. KKP paketleri yüz

*Corresponding Author/Sorumlu Yazar: e-mail/e-ileti: ataskin@yildiz.edu.tr, tel: (212) 383 28 98

binlerce hatta milyonlarca dolar maliyete sahip olduğu için bir KKP çözümünün satın alınması, firmaların sermaye bütçelerinin önemli bir kısmını kapsayan yüksek maliyetli bir faaliyettir [4]. İşletmeler için en uygun KKP paketinin seçimi çok zor ve yorucu bir süreçtir [5]. Bu nedenle gereksinimleri karşılayan bir yazılım paketi seçimi, birbiriyle çatışan birçok faktörün tüm boyutlarıyla incelenmesini gerektirmektedir. Bu da araştırmacıları, KKP yazılım paketlerini değerlendirirken ve seçerken daha iyi yollar ve yöntemler araştırmaya sevk etmektedir [6].

Bu çalışmada otomotiv sektörünün ihtiyaçları baz alınarak incelenen firmalar çerçevesinde sektöre en uygun KKP yazılım paketinin belirlenmesine çalışılmaktadır. Motorlu taşıt aracı üreten otomotiv sektörü, sanayisi gelişmiş dünya ülkelerinin ekonomilerinde ilk sırada yer almakta ve ekonominin lokomotifleri olarak kabul edilmektedir. Çünkü otomotiv sanayii demir-çelik, petro-kimya, lastik gibi temel sanayi dallarında başlıca alıcı ve bu sektörlerdeki teknolojik gelişmenin de sürükleyicisi konumundadır. Turizm, altyapı ve inşaat ile ulaştırma ve tarım sektörlerinin gerek duyduğu her çeşit motorlu araçlar sektör ürünleri ile sağlanmakta, dolayısıyla bu sektördeki değişimler, ekonominin tümünü yakından etkilemektedir [7].



Şekil 1. Türkiye'de Motorlu Taşıtlar Parkının Bölgesel Dağılımı

2007 yılında Türkiye'de 6,5 milyonu otomobil olmak üzere toplam motorlu taşıt parkı 9,8 milyon adede ulaşmıştır. Araç parkının %36 gibi önemli bir bölümü Marmara Bölgesinde bulunmaktadır. Bu bölgeyi %20 ile İç Anadolu ve %16 ile Ege Bölgesi, %12 ile Akdeniz, %9 ile Karadeniz, %4 ile Güney Doğu Anadolu ve %4 ile Doğu Anadolu Bölgesi izlemektedir. 2007 yılı araç parkının bölgesel dağılımı Şekil 1'de gösterilmektedir. Bu denli büyük bir pazarda rekabet edebilmek için firmalar özellikle elektronik veri transferi, kalite yönetimi, ürün tasarımı, proje yönetimi ve üretim yönetimi gibi konularda tüm bu bölümlere hitap eden modülleri içerisinde barındıran, tam bütünleşik çalışabilen bir KKP yazılımına ihtiyaç duyar [8].

Bu çalışmada, işletmeler için büyük önem taşıyan KKP yazılım paketi seçimi problemi ele alınmakta ve bu problemin çözümüne yönelik olarak bulanık-analitik ağ süreci tabanlı bir yaklaşım önerilmektedir. Önerilen yaklaşım, otomotiv sektörünün ihtiyaçlarını karşılayacak KKP yazılım paketinin özelliklerinin belirlenmesi ve en uygun paketin seçilmesine yönelik olarak sayısal bir uygulama örneği üzerinde açıklanmakta ve işlerliği gösterilmektedir.

2. BULANIK MANTIK VE ANALİTİK AĞ SÜRECİ ENTEGRASYONU

Burada, analitik ağ süreci metodolojisi ve bu metodun bulanık mantıkla nasıl bütünleştirilebileceği formülasyon ve uygulama adımları temelinde açıklanmaktadır.

2.1. Analitik Ağ Süreci

Analitik Ağ Süreci (AAS) metodu Saaty [9] tarafından 1975'te geliştirilmiştir. Bu metod, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) metodunun bir genişlemesidir. Gerçekte, çeşitli kuralların hiyerarşisindeki elemanlar genelde bağımsızdır. Alt-düzye elemanlar ayrıca üst-düzye elemanlar üzerinde etkilidirler. Burada bir geri besleme ilişkisi vardır. Bu gibi durumlarda sistemin yapısı bir ağa benzemektedir. AAS modeli bu tip ağ sistemi yapısından ortaya çıkmaktadır [10,11].

AAS iyi bilinen bir uygulama olduğu için burada detaylandırılmamıştır (AAS'nin detayları ve matematiksel eşitlikleri için Saaty'ye [9,12,13] bakınız). AAS karar verme adımları aşağıdaki gibi özetlenebilir [11,14,15]:

Adım 1. Problemin tanımlanması ve modelin kurulması: Bu aşamada karar verme problemi açık bir şekilde tanımlanmalı ve ağ şeklinde rasyonel bir biçimde ayrıştırılmalıdır. Bu yapı beyin fırtınası ya da diğer ayırma metodları vasıtasıyla karar vericilerin fikirlerinden yararlanılarak elde edilebilir [15]. Karar verici grubu çok geniş olmamalıdır, örneğin minimum 5, maksimum 50 kişi olmalıdır [16,17].

Adım 2. İkili karşılaştırma matrisleri ve öncelik vektörleri: AAS'de AHS'de olduğu gibi her kararı etkileyen faktörler ikili karşılaştırmalara tabi tutulur, böylelikle faktörlerin önem ağırlıkları belirlenir. Karar vericiler ikili karşılaştırmalarda seri şekilde bir takım sorulara cevap vererek iki faktörü aynı zamanda karşılaştırır ve bunların hedefe olan katkılarının nasıl olduğunu belirler. AAS'de ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması ve nispi önem ağırlıklarının belirlenmesinde AHS' de olduğu gibi Saaty tarafından önerilen 1-9 önem skalası kullanılır. AHS'de olduğu gibi AAS'de de ikili karşılaştırmalar bir matris çarısı altında yapılır ve lokal öncelik vektörü ($Aw = \lambda_{\max} \times w$) denkleminin çözülmesi ile elde edilen öz vektör ile belirlenir.

Burada A ikili karşılaştırma matrisi, w öz vektör, λ_{\max} ise A'nın en büyük özdeğeridir. Saaty, w'nin yaklaşık çözüm için normalleştirme algoritmasını önermiştir.

Adım 3. Süper-matris oluşumu: Süper-matrisin genel yapısı Markov zinciri prosesine benzerdir. Birbirine bağımlı etkilerin bulunduğu bir sistemde global önceliklerin elde edilmesi için, lokal öncelik vektörleri süper-matris olarak bilinen bir matrisin kolonlarına tahsis edilerek yazılır. Sonuç olarak bir süper-matris gerçekte parçalı bir matristir ve buradaki her bir matris bölümü bir sistem içindeki iki faktör arasındaki ilişkiyi gösterir. Bir karar sistemindeki bileşenlerin C_k , $k=1,2, \dots, n$ olduğu, her k bileşenin m_k tane elemanın bulunduğu ve elemanların $e_{k1}, e_{k2}, \dots, e_{km_k}$ olduğu düşünülür. 2. adımda bulunan yerel öncelik vektörleri süper-matris içinde elemanlar arasındaki etki akışına göre süper-matris içinde uygun yerlere yerleştirilirler.

Elemanların birbiri üzerindeki uzun dönemli nispi etkileri süper-matrisin kuvveti alınarak belirlenir. Önem ağırlıklarının bir noktada eşitlenmesini sağlamak için süper-matrisin $(2k+1)$. kuvveti alınır, burada k rasgele seçilmiş büyük bir sayıdır ve elde edilen yeni matris limit süper-matris olarak isimlendirilir. Limit süper-matris de, ağırlıklandırılmış süper matrisle aynı formdadır; yalnız limit süper matriste, bütün kolon değerleri aynıdır. Süper-matris oluşturulmasına örnek olarak üç seviyeli amacı, kriterleri ve alternatifleri olan bir hiyerarşi ele alınır ve bu hiyerarşide kriterlerin kendi üzerinde bağımlılıkları olduğu belirtilirse bu ifadenin süper-matristeki gösterimi aşağıdaki gibi olur [18].

$$W = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ X & Y & 0 \\ 0 & Z & I \end{pmatrix} \quad (1)$$

Bu matriste X amaca göre kriterlerin öncelik vektörleridir, Y kriterler arasındaki bağımlılıkların öz vektör matrisidir, Z ise kriterlere göre alternatiflerin öz vektör matrisidir [18].

Adım 4. En iyi alternatifin seçilmesi: Limit süper-matris ile alternatiflere veya karşılaştırılan faktörlere ilişkin önem ağırlıkları belirlenmiş olur. Seçim probleminde en yüksek önem ağırlığına sahip olan alternatif en iyi alternatif, ağırlıklandırma probleminde ise en yüksek önem ağırlığına sahip olan faktör karar sürecini etkileyen en önemli faktördür [15].

2.2. Bulanık-Analitik Ağ Süreci

AAS adımlarının bulanık mantık yaklaşımı esas alınarak işletilebilmesi için gerekli kriterlere, alt kriterlere ve birbirini etkileyen alt kriterlere ait ağırlık değerlerinin elde edilmesi gerekmektedir. Bunun için bu çalışmada Chang'ın [19] merite prensibi tercih edilmektedir, çünkü bu yaklaşımın adımlarının uygulanması diğer yaklaşımlardan daha kolaydır. Chang'ın [19] merite analizi yaklaşımının adımları aşağıdaki gibidir:

$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ amaç kümesi ve $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$ hedef kümesi olsun. Chang'ın [17] merite analizi metoduna göre, her bir amaç için merite analizi, g_i sırasıyla gerçekleştirilir. Bunun için, her bir amaç için m merite analizi değerleri aşağıdaki simgelerle elde edilmelidir [17,20]:

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

burada tüm $M_{g_i}^j$ 'ler ($j = 1, 2, \dots, m$) üçgensel bulanık sayılardır.

Adım 1: i 'nci amaçla ilgili bulanık sentetik merite değeri şu şekilde tanımlanır,

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} \quad (3)$$

$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j$ 'nin elde edilmesi için, özel bir matris için m merite analizi değerlerinin

bulanık toplama işlemi aşağıdaki şekilde gerçekleştirilir,

$$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = \left(\sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right) \quad (4)$$

ve $\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1}$ değerinin elde edilmesi için, özel bir matris için m merite analizi

değerlerinin bulanık çıkarım işlemi aşağıdaki şekilde gerçekleştirilir,

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = \left(\sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i \right) \quad (5)$$

ve ardından, Denklem (4)'teki vektörün tersi şu şekilde hesaplanır,

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) \quad (6)$$

Adım 2: $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ olarak gerçekleşme derecesi şu şekilde tanımlanır,

$$V(M_2 \geq M_1) = \sup[\min(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y))] \quad (7)$$

ve eşdeğer olarak aşağıdaki gibi yazılabilir:

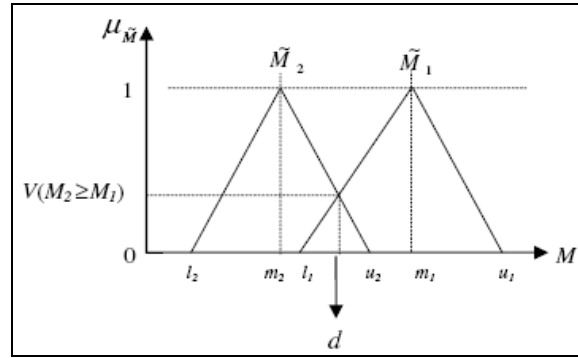
$$V(M_2 \geq M_1) = hgt(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_2}(d) = \begin{cases} 1, & \text{eğer } m_2 \geq m_1, \\ 0, & \text{eğer } l_2 \geq u_2, \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}, & \text{aksi halde} \end{cases} \quad (8)$$

burada d , μ_{M_1} ve μ_{M_2} arasındaki en yüksek kesişim noktası D 'nin ordinatıdır (bakınız Şekil 2).

M_1 ve M_2 'yi karşılaştırmak için, hem $V(M_1 \geq M_2)$ ve hem de $V(M_2 \geq M_1)$ değerlerine ihtiyaç vardır.

Adım 3: Bir konveks bulanık sayının gerçekleşme derecesi, k konveks bulanık sayı M_i 'nin ($i=1, 2, \dots, k$) gerçekleşme derecesinden daha büyüktür ve aşağıdaki gibi tanımlanabilir,

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = V[(M \geq M_1) \vee (M \geq M_2) \vee \dots \vee (M \geq M_k)] \\ \min V(M \geq M_i), \quad i=1, 2, \dots, k \quad (9)$$



Şekil 2. M_1 ve M_2 arasındaki kesişim

$k = 1, 2, \dots, n; k \neq i$ için aşağıdaki kabul yapılır,

$$d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k) \quad (10)$$

Bu durumda ağırlık katsayısı şu şekilde verilir

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T, \quad (11)$$

burada $A_i (i = 1, 2, \dots, n)$ n elemandır.

Adım 4: Normalizasyon ile, normalize edilmiş ağırlık vektörleri

$$W' = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \quad (12)$$

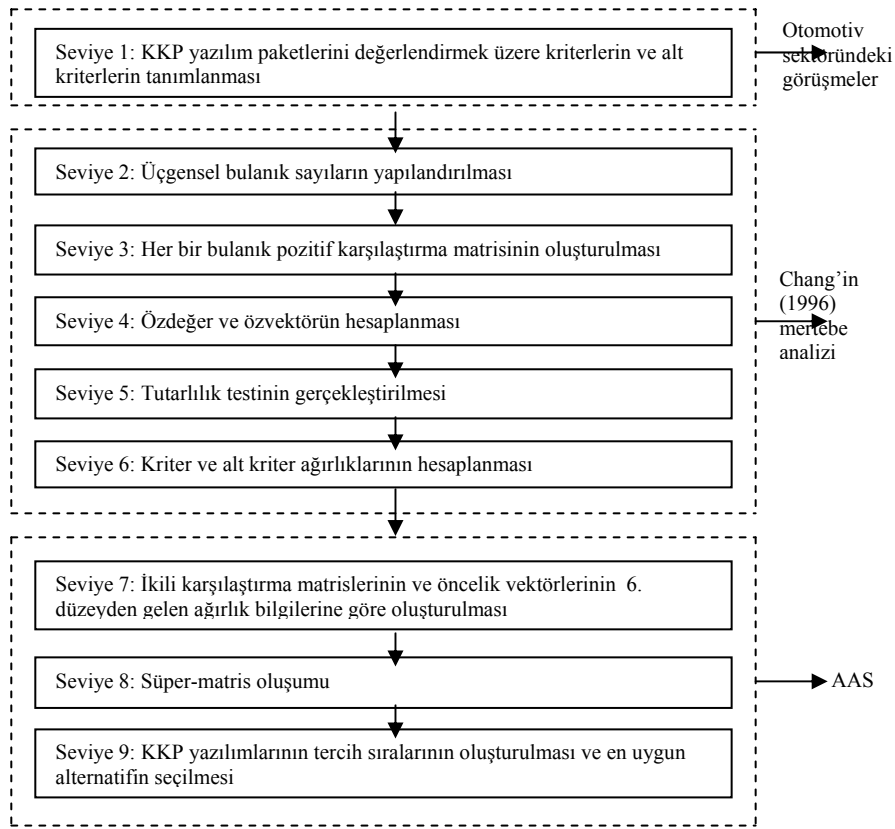
Burada W bulanık olmayan bir sayıdır.

Burada, karar verici tarafından yapılan değerlendirmelerin tutarlılığının ölçülmesi gereklidir. Eğer karar verici değerlendirmelerde tutarsız davranmıősa yaptığı değerlendirmeleri yeniden gözden geçirmek zorundadır. Chang'ın mertbe analizi yöntemindeki değerlendirmelerin tutarlılığının ölçülmesi için öncelikle $M=(l,m,u)$ şeklinde bulanık sayılara atanan değerlendirmeler (13) eőitlięi ile durulaőtırılmakta, daha sonra da klasik AHP'deki tutarlılık testi uygulanmaktadır (bkz. [12] ve 13)) [21, 22].

$$M=(l+4m+u)/6 \quad (13)$$

3. ÖNERİLEN YAKLAŞIM İLE KKP YAZILIM PAKETİ SEÇİMİ

Bulanık çok ölçütlü karar verme metotları, ölçütlerin ve ölçütlere göre alternatiflerin performans derecelerinin görelü önemlerinin değerlendirilmesindeki belirsizliğe yönelik olarak geliştirilmiőlerdir. Konvansiyonel çok ölçütlü karar verme metotları kesin olmayan bilgi karşısında problemleri etkili bir şekilde ele alamaz. Bu olumsuzluğu gidermek için bulanık küme teorisi kullanılmakta ve adapte edilmektedir. Bulanık küme teorisi, önceden belirlenmiş bir kriter grubunu değerlendirerek fiilin sonlu sayıdaki rotasını seçmek, önceliklendirmek veya derecelendirmek için katkıda bulunur.

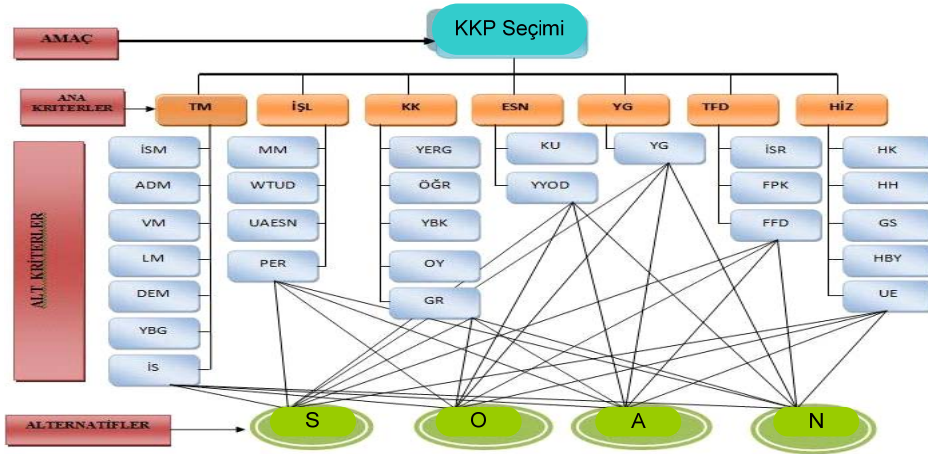


Şekil 3. Bulanık-AAS yaklaşımı seviyeleri

Burada bulanık mantıkla beraber, bir çok ölçütlü karar verme tekniği olarak AAS kullanılmaktadır. Bulanık-AAS bünyesinde kullanılan ağırlıklar, Türkiye’de faaliyet gösteren 5 Türk otomotiv firmasından toplam 32 kişiyle görüşülerek elde edilmiştir. Ardından sektörde en çok kullanılan dört alternatif KKP yazılımı belirlenmiş, ve bulanık-AAS algoritması işletilerek belirlenen kriterler doğrultusunda bu alternatifler için tercih sıralaması gerçekleştirilmiştir. Burada önerilen bulanık-AAS yaklaşımının seviyeleri Şekil 3’ten görülmektedir. Bu seviyeler izlenerek, bundan sonraki alt bölümlerde sunulan uygulama örneği gerçekleştirilmektedir.

3.1. Kriterler ve Hiyerarşi

Bu çalışma kapsamında ana kriterler ve alt kriterler belirlenirken otomotiv firmalarının bir KKP sistem kurulumu ile ilgili olarak dikkate alınmaları gereken ortak noktalar dikkate alınmıştır. Bu kriterler firmaların bir KKP sistemi ile ilgili olabilecek genel özelliklerini yansıtmaktadır [23]. KKP seçimi için kurulan hiyerarşi Şekil 4’te görüldüğü gibidir. Ayrıca, sözkonusu şekildeki kriter ve alt kriter isimlerindeki kısaltmaların karşılıkları Çizelge 1’de sunulmaktadır.



Şekil 4. KKP yazılım seçimi için kurulan hiyerarşi

Çizelge 1. Kriter ve alt kriter isimlerindeki kısaltmalar ve karşılıkları

Ana Kriterler		Alt Kriterler	
TM	Toplam Maliyet	İSM	İşletim sistemi maliyeti
		ADM	Altyapı-Donanım maliyeti
		VM	Veritabanı maliyeti
		LM	Lisans maliyeti
		DEM	Danışmanlık ve eğitim maliyeti
		YBG	Yıllık bakım gideri
İŞL	İşlevsellik	İS	İmplementasyon süresi
		MM	Modüler mimari
		WTUD	Web tabanlı uygulama desteği
		UAESN	Uluslararası esneklik
		PER	Performans
		YERG	Yazılımın ergonomikliği
KK	Kullanım Kolaylığı	ÖĞR	Öğrenilebilirlik
		YBK	Yardım bölümünün kullanılabilirliği
		OY	Online yardım
		GR	Gelişmiş raporlama
ESN	Esneklik	KU	Kolay Uyarlanabilme
YG	Yazılımın Güvenilirliği	YYOD	Yeni yaklaşımlara olan destek
TFD	Tedarikçi Firmanın Durumu	İSR	İlgili sektördeki referanslar
		FPK	Firmanın pazardaki konumu
		FFD	Firmanın finansal durumu
		HK	Hizmet kalitesi
HİZ	Hizmet	HH	Hizmet hızı
		GS	Garanti süresi
		HBV	Hizmet birim yeterliliği
		UE	Uzaktan erişilebilirlik

3.2. Otomotiv Sektöründe KKP Yazılım Seçimine Yönelik Örnek Uygulama Çalışması

Daha önce de belirtildiği gibi burada kullanılacak olan karşılaştırma matrisleri tamamen uzman görüşleri doğrultusunda oluşturulmuştur ve bunun için 5 Türk otomotiv firmasından toplam 32 kişiyle görüşülmüştür. Burada, öncelikle amaca göre ana kriterler birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Daha sonra her bir ana kriter için belirlenmiş olan alt kriterler birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Ardından, her bir alt kriterine göre alternatifler kendi aralarında karşılaştırılmıştır. Son olarak her bir alt kriterine göre, bu alt kriteri etkileyen tüm alt kriterlerin kendi aralarında karşılaştırmaları yapılmış, bulunan değerler AAS modellemesi ve çözümünde başarılı bir program olan Super Decisions'a girilerek AAS sonuçları elde edilmiştir.

Burada, S_i bulanık yapay büyüklük değerleri ve $V(M \geq M_1)$ olabilirlik dereceleri Excel'de gerekli formülasyonlar yapılarak ve C# ile küçük bir program hazırlanarak tespit edilmiştir. Yapılan işlemlerin tümü burada gösterilmemekte, yalnızca ana kriter karşılaştırmaları Çizelge 2'de, ve bu temelde gerçekleştirilen hesaplamalar aşağıda sunulmaktadır. Diğer tüm kıyaslamalar ve AAS'de kullanılacak ağırlık hesaplamaları da aynı şekilde gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 2. Ana kriterlerin karşılaştırılması

	TM	İŞL	KK	ESN	YG	TFD	HİZ
TM	(1,1,1)	(1/2,1,3/2)	(1/2,1,3/2)	(1/2,1,3/2)	(1/2,1,3/2)	(1,3/2,2)	(1/2,1,3/2)
İŞL	(2/3,1,2)	(1,1,1)	(1/2,1,3/2)	(1/2,1,3/2)	(1,1,1)	(1,3/2,2)	(1/2,1,3/2)
KK	(2/3,1,2)	(2/3,1,2)	(1,1,1)	(2/3,1,2)	(2/3,1,2)	(1/2,1,3/2)	(2/3,1,2)
ESN	(2/3,1,2)	(2/3,1,2)	(1/2,1,3/2)	(1,1,1)	(1/2,1,3/2)	(1,3/2,2)	(1/2,1,3/2)
YG	(2/3,1,2)	(1,1,1)	(1/2,1,3/2)	(2/3,1,2)	(1,1,1)	(1,3/2,2)	(1/2,1,3/2)
TFD	(1/2,2/3,1)	(1/2,2/3,1)	(2/3,1,2)	(1/2,2/3,1)	(1/2,2/3,1)	(1,1,1)	(1/2,2/3,1)
HİZ	(2/3,1,2)	(2/3,1,2)	(1/2,1,3/2)	(2/3,1,2)	(2/3,1,2)	(1,3/2,2)	(1,1,1)

$$S_{TM} = (4.500, 7.500, 10.500) \otimes (1/76.500, 1/49.833, 1/34.663) = (0.059, 0.151, 0.303)$$

$$S_{İŞL} = (5.167, 7.500, 10.500) \otimes (1/76.500, 1/49.833, 1/34.663) = (0.068, 0.151, 0.303)$$

$$S_{KK} = (4.833, 7.000, 12.500) \otimes (1/76.500, 1/49.833, 1/34.663) = (0.063, 0.141, 0.361)$$

$$S_{ESN} = (4.833, 7.500, 11.500) \otimes (1/76.500, 1/49.833, 1/34.663) = (0.063, 0.151, 0.331)$$

$$S_{YG} = (5.333, 7.500, 11.000) \otimes (1/76.500, 1/49.833, 1/34.663) = (0.070, 0.151, 0.317)$$

$$S_{TFD} = (4.830, 5.333, 8.000) \otimes (1/76.500, 1/49.833, 1/34.663) = (0.063, 0.107, 0.231)$$

$$S_{HİZ} = (5.167, 7.500, 12.500) \otimes (1/76.500, 1/49.833, 1/34.663) = (0.068, 0.151, 0.361)$$

$$V(S_{TM} \geq S_{İŞL}) = 1.000, V(S_{TM} \geq S_{KK}) = 1.000, V(S_{TM} \geq S_{ESN}) = 1.000, V(S_{TM} \geq S_{YG}) = 1.000$$

$$V(S_{TM} \geq S_{TFD}) = 1.000, V(S_{TM} \geq S_{HİZ}) = 1.000$$

$$V(S_{İŞL} \geq S_{TM}) = 1.000, V(S_{İŞL} \geq S_{KK}) = 1.000, V(S_{İŞL} \geq S_{ESN}) = 1.000, V(S_{İŞL} \geq S_{YG}) = 1.000$$

$$V(S_{İŞL} \geq S_{TFD}) = 1.000, V(S_{İŞL} \geq S_{HİZ}) = 1.000$$

$$V(S_{KK} \geq S_{TM}) = 0.968, V(S_{KK} \geq S_{İŞL}) = 0.967, V(S_{KK} \geq S_{ESN}) = 0.968, V(S_{KK} \geq S_{YG}) = 0.967$$

$$V(S_{KK} \geq S_{TFD}) = 1.000, V(S_{KK} \geq S_{HİZ}) = 0.967$$

$$V(S_{ESN} \geq S_{TM}) = 1.000, V(S_{ESN} \geq S_{İŞL}) = 1.000, V(S_{ESN} \geq S_{KK}) = 1.000, V(S_{ESN} \geq S_{YG}) = 1.000$$

$$V(S_{ESN} \geq S_{TFD}) = 1.000, V(S_{ESN} \geq S_{HİZ}) = 1.000$$

$$V(S_{YG} \geq S_{TM}) = 1.000, V(S_{YG} \geq S_{İŞL}) = 1.000, V(S_{YG} \geq S_{KK}) = 1.000, V(S_{YG} \geq S_{ESN}) = 1.000$$

$$V(S_{YG} \geq S_{TFD}) = 1.000, V(S_{YG} \geq S_{HİZ}) = 1.000$$

$$V(S_{TFD} \geq S_{TM}) = 0.798, V(S_{TFD} \geq S_{İŞL}) = 0.789, V(S_{TFD} \geq S_{KK}) = 0.834, V(S_{TFD} \geq S_{ESN}) = 0.794$$

$$V(S_{TFD} \geq S_{YG}) = 0.787, V(S_{TFD} \geq S_{HİZ}) = 0.789$$

$$V(S_{HİZ} \geq S_{TM}) = 1.000, V(S_{HİZ} \geq S_{İŞL}) = 1.000, V(S_{HİZ} \geq S_{KK}) = 1.000, V(S_{HİZ} \geq S_{ESN}) = 1.000$$

$$V(S_{HİZ} \geq S_{YG}) = 1.000, V(S_{HİZ} \geq S_{TFD}) = 1.000$$

Algoritmanın son adımında da (9), (10), (11) ve (12) denklemleri kullanılarak, amaca göre karşılaştırılan ana kriterler için ağırlık vektörü (W_{GK}) şu şekilde elde edilir:

$$W_{GK} = (0.148, 0.148, 0.143, 0.148, 0.148, 0.113, 0.148)^T$$

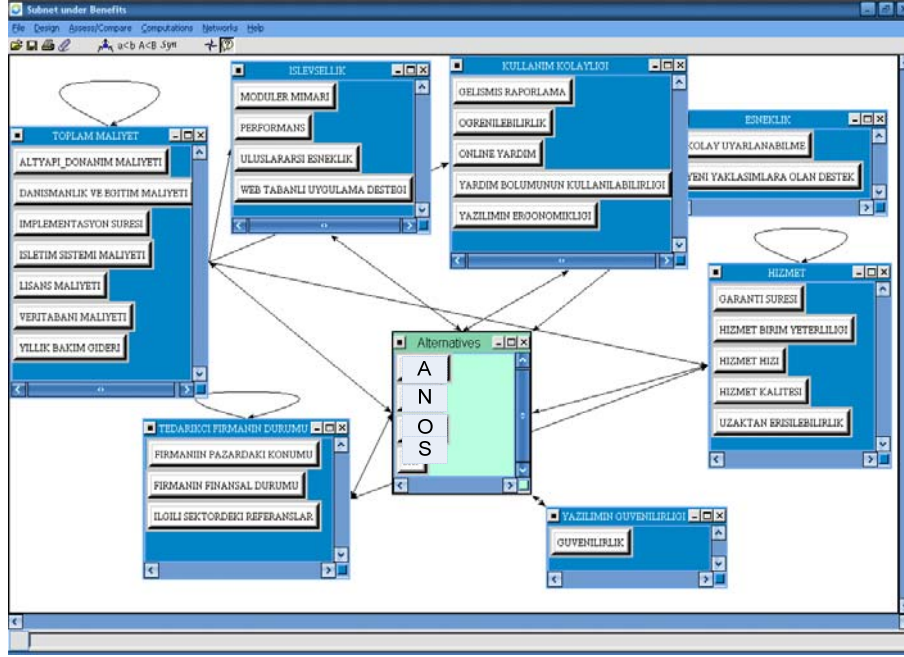
Yukarıda belirtilen ana kriter ve diğer tüm alt kriter karşılaştırmaları için tutarlılık analizi de yapılmaktadır. Tüm seviyelerin tutarlılık analizleri C# ile hazırlanan bilgisayar programı ile yapılmıştır. Yapılan tutarlılık analizleri sonunda analizlerin hiçbirinin 0,10'dan büyük olmadığı, yani tüm matrislerin tutarlı olduğu görülmüştür.

Tüm bu işlemler benzer şekilde alt kriter karşılaştırmaları için ve kriterler ile alt kriterler bazında alternatiflerin karşılaştırılması için uygulanır. Ayrıca AAS gereği birbiriyle ilişkili alt kriterler de aşağıdaki gibi belirlenmektedir ve bunlar da kendi aralarında karşılaştırılmaktadır. Birbirini etkileyen alt kriterler aşağıdaki gibi belirlenmiştir;

MM, PER → IS
 ÖĞR, YBK, YE → IS
 ADM, DEM → IS

YBK, YE → ÖĞR
 FFD, İSR → FPK
 HK, HH → FPK

FPK, FFD → HK
 ÖĞR, YBK → DEM
 HBY, HH → HK



Şekil 5. Super Decisions programında kurulan AAS modeli

Tüm bu hesaplamalar yapıldıktan sonra AAS için yaygın olarak kullanılan bir paket program olan “Super Decisions” programında ağ yapısı oluşturulur ve burada elde edilen ağırlık vektörleri programa girilir. Super Decisions programında kurulan AAS modeli Şekil 5’te gösterilmektedir. Ayrıca, bu modelin sonuçları ve yazılımların elde edilen sıralamaları Şekil 6’da sunulmaktadır. Bulanık AAS algoritmasına göre yapılan tüm hesaplamalar sonucunda, belirlenen kriterlere göre karşılaştırılan KKP yazılımları arasında “A” yazılımının en iyi olduğu görülmüştür.

Çizelge 3. AAS model sonuçları

Yazılım	İdeal	Normal	Satır
A	1.000000	0.263481	0.124737
N	0.814158	0.214515	0.101556
O	0.995415	0.262273	0.124166
S	0.985765	0.259731	0.122962

Sonuçlara bakıldığında KKP yazılımlarından A, O ve S'nin puanlarının birbirlerine çok yakın olduğu görülmektedir. N ise rakiplerinin oldukça gerisinde kalmıştır. Kriterler için alternatiflerin karşılaştırılma matrisleri incelendiğinde ortalama puanlara bakılarak yorumlama yapılırsa, S'nin maliyetler kısmında oldukça puan kaybettiği, işlevsellik ve tedarikçi firmanın durumu bölümlerinde de bu puan kaybını telafi ettiği söylenebilir. O ve A ise ne çok yüksek ne de çok düşük puanlar almış, genelde ortalama puanlar almışlardır. N ise maliyet bölümünde artı puan kazanmış; ancak diğer bölümlerde rakipleri gibi ortalama puanlar elde edememiş, daha düşük puanlar sebebiyle rakiplerinin gerisine düşmüştür.

4. SONUÇ

Bu çalışmada AAS kullanılarak otomotiv sektörü için en iyi KKP yazılımı seçilmeye çalışılmıştır. AAS yöntemi, faktörlerin ve alternatiflerin aynı ağ üzerinde bulunmasını sağlamanın yanı sıra bunların sayısal olarak değerlendirilebilmesine ve kendi aralarında önceliklendirilmesine olanak sağlamış ve literatürdeki en iyi karar verme yöntemlerinden biri olduğu görülmüştür. Ancak bu yöntem, karar vericinin kararları ile ilgili belirsizliğin açıklanmasında yetersizdir. Bunu ortadan kaldırmak amacıyla, klasik AAS yerine Bulanık AAS yöntemi uygulanmıştır.

Sonuç olarak bu çalışmayla günümüzün zorlu ekonomik koşullarında kurumlar için daha da önem kazanan KKP yazılımı kullanımı açısından otomotiv sektörüne yönelik olarak hangi yazılımın seçilebileceğine karar verilmiştir. Burada alınan karar içinde bulunduğumuz dönem koşullarında verilmiştir, ileride değişen koşullarla birlikte farklı sonuçlar elde etmek gayet doğaldır. Hatta bu çalışmanın, içinde bulunduğumuz küresel ekonomik krizin bu denli ortaya çıkmadan önce gerçekleştirildiği düşünülürse belki de maliyet kriterinin şu an daha da önem kazanmış olduğu ve uygulama sonucunu değiştirebileceği düşünülebilir. Ayrıca ileriye dönük olarak, incelenen firma sayısı ve bu firmalarda görüşülen kişi sayısı artırılarak ve hatta yalnızca kullanıcı tarafından bakılmayıp KKP yazılım danışmanlığı veren firmalar da incelemeye dahil edilerek bu çalışma genişletilebilir.

REFERENCES / KAYNAKLAR

- [1] Davenport T., "Putting the enterprise into the enterprise system", Harvard Business Review, 76(4), 121-132, 1998.
- [2] Eckhouse J., "ERP vendors plot a comeback", Information Week," 718, 126-128, 1999.
- [3] Verville J., Halington A., "A six-stage model of the buying process for ERP software", Industrial Marketing Management, 32, 585-594, 2003.
- [4] Verville J., Hallington A., "An investigation of the decision process for selecting an ERP software: the case of ESC", Management Decision, 40(3), 206-216, 2002.
- [5] Hecht B., "Choose the right ERP software", Datamation, 43(3), 56-58, 1997.
- [6] Jadhav A.S., Sonar R.M., "Evaluating and selecting software packages: A review", Information and Software Technology, 51, 555-563, 2009.
- [7] Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği [İnternet], www.tobb.org.tr [Erişim Tarihi: 29.01.2009].
- [8] IAS (Industrial Application Software) [İnternet], www.ias.com.tr [Erişim Tarihi: 27.01.2009].
- [9] Saaty T.L., "Decision making with dependence and feedback: The analytic network process", RWS Publications, 1996.
- [10] Wang Z., "Business intelligence", DrMaster Culture Limited Company," Taiwan, 2005.
- [11] Lin Y.-H., Tsai K.-M., Shiang W.-J., Kuo T.-C., Tsai C.-H., "Research on using ANP to establish a performance assessment model for business intelligence systems", Expert Systems with Applications, 36(2), 4135-4146, 2009.
- [12] Saaty T.L., "The analytic hierarchical process", McGraw-Hill, New York, 1980.

- [13] Saaty T.L., "Theory and applications of the analytic network process: Decision making with benefits, opportunities, costs, and risks", RWS Publications, PA, USA, 2005.
- [14] Meade L.M., Sarkis J., "Analyzing organizational project alternatives for agile manufacturing processes: an analytical network approach", *International Journal of Production Research*, 37, 241–261, 1999.
- [15] Chung S.H., Lee A.H.I., Pearn W.L., "Analytic Network Process Approach For Product Mix Planning in Semiconductor Fabricator", *International Journal of Production Economics*, 96,15-36, 2005.
- [16] Robbins S.P., "Management", Prentice Hall, New Jersey, 1994.
- [17] Taskin Gumus A., "Evaluation of hazardous waste transportation firms by using a two step fuzzy-AHP and TOPSIS methodology", *Expert Systems with Applications*, 36(2), 4067-4074, 2009.
- [18] Saaty T.L., "The analytic network process: decision making with dependence and feedback", RWS Publ., Pittsburg, 2001.
- [19] Chang D.Y., "Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP", *European Journal of Operational Research*, 95(3), 649–655, 1996.
- [20] Kahraman C., Cebeci U., Ruan D., "Multi-attribute comparison of catering service companies using fuzzy AHP: The case of Turkey", *International Journal of Production Economics*, 87, 171–184, 2004.
- [21] Kwong C.K., Bai H., "Determining the importance weights for the customer requirements in QFD using a fuzzy AHP with an extent analysis approach", *IIE Transactions*, 35, 619-626, 2003.
- [22] Özgörmüş E., Mutlu Ö., Güner H., "Bulanık AHP ile personel seçimi", *V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul Ticaret Üniversitesi*, 111-115, 25-27 Kasım 2005.
- [23] Abas Software-Partner Türkiye [İnternet], www.abasturk.com [Erişim Tarihi: 06.02.2009]