

## An Approximation to Multisource Supplier Selection Problem using Extended Fuzzy AHP and GA

Baris Yuce<sup>1</sup>, Ibrahim Dokuzer<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sakarya University, Industry Engineering Department, Esentepe Campus

<sup>2</sup> Sakarya University, Computer Engineering Department, Esentepe Campus

---

**Abstract:** Nowadays, within new important strategies for production price and quality, supplier plays a key role in the corporate competition. Because of this reason, supplier selection must be considerate for all corporate. Supplier selection may include a multi criteria problem which includes both qualitative and quantitative factors for example purchase cost, quality level, supplier risk etc... Selecting best supplier is necessary to make a trade off between tangible and intangible factors. In this work we suggested to integrate Analytic Hierarchy Process (AHP), Fuzzy AHP and Genetic Algorithm (GA) to determine best suppliers. Fuzzy set will be utilized linguistic factor to organize criteria and sub criteria weight, with pairwise compare with fuzzy AHP; it will be utilized to organize all factors and which assigned weighting for related factor. Finally, a hypothetical supplier selection problem will be solved by proposed (GA) algorithm.

Keywords: Fuzzy Logic; Analytic Hierarchy Process; Genetic Algorithms

---

## Çoklu Tedarikçi Seçimi Problemine Genisletilmiş Bulanik AHP ve GA

### Yaklaşımı

**Özet:** Günümüzde işletmelerin arasındaki rekabette üretim maliyeti ve kalite stratejileri kilit rol oynar. Bu sebepten dolayı tedarikçi seçimi tüm işletmeler için göz önünde bulundurulmalıdır. Tedarikçi seçimi satın alma maliyeti, kalite durumu, tedarikçi riski gibi kalite ve miktar a dayalı bir çok kriterle bağlı problemleri içerebilir. En iyi tedarikçiyi seçmek için soyut ve somut faktörler arasında ilişki kurmak gereklidir. Bu çalışmada en iyi tedarikçiyi belirlemek için AHP (Analytic Hierarchy Process), Bulanik-AHP (Fuzzy-AHP) ve Genetik Algoritma (GA) nin birlikte kullanılması önerilmiştir. Alakali faktörlere atanan ağırlıklar faktörlerin kendi aralarında sınıflandırılmasına yardımcı olacaktır. Sonuç olarak kuramsal tedarikçi seçim problemi önerilen genetik algoritma tarafından çözülmüş olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Bulanik Mantık, Analitik Hiyerarşi İşlemleri, Genetik Algoritmalar

---

Reference to this paper should be made as follows (bu makaleye aşağıdaki şekilde atıfta bulunulmalı):

B. Yuce-I. Dokuzer, 'An Approximation to Multisource Supplier Selection Problem using Extended Fuzzy AHP and GA', Elec Lett Sci Eng, vol. 2(1), (2006), 1-15

---

### 1. Giriş

Hemen hemen tüm endüstrilerde ham madde ve ürünü oluşturan parçaların maliyeti ürünün ana maliyetini oluşturur. Değişik fabrikaların tedarikçi seçiminde toplam maliyet, servis durumu, kalite oranı, zamanında teslim gibi değişik kriterlere göre seçim yapması talebin karşılanmasını zor bir problem haline getirir. Bu manada işletmenin satın alma bölümü anahtar rol oynar. Bu nedenden dolayı bu model çok değişkenli karar verme problemi olarak adlandırılır. [2]. Stamm and Golhar [3], Ellram [4], Roa ve Kiser [5] sırasıyla 13, 18 ve 60 adet tedarikçi seçimi kriteri belirlemiştir. En iyi tedarikçiyi bulmak için soyut ve somut kriterler arasında iyi bir seçim yapılmalıdır.

Bu makalede dilsel degimler den olusan kesin olmayan agirliklar için rough set metodu kullanilmis daha sonra belirlenen faktörlerin agirliklari kullanilarak her tedarikçinin agirliklari belirlenmistir.Son olarak genetic algoritma kullanilarak her siparis kisimi için en iyi tedarikçi belirlenmistir.

## 2.1.Bulanik(Fuzzy)AHP yaklasim Modeli

Bulanik küme teorisi kesin olamayan belirsiz durumlar için üstünlüğünü kanitlamistir. Bulanik küme teorisi insanlari karar verirken kullandiklari yaklasik bilgilere ve dilsel degiskenlere benzer bir yaklasimla belirsizlikleri çözer.tedarikçi seçimi isleminde tedarikçilerin agirliklari bulanik numaralar olarak verilir. Biz bulanik küme kurallarini bulanik olan bu agirliklari kesinlestirmek için kullanabiliriz.

Genel olarak tedarikçi seçim probleminde Felix T.S. Chan ve Niraj Kumar[6] gibi arastirmacilar bulanik küme teorisi ile AHP yi kullanir veya A.Amid, S.H.Ghodsypour ve C.O'Brien[2] gibi arastirmacilar bulanik mantik ile çoklu amaç problemi çözümünü arastirir.

## 2.2.Analitik hiyerarsik islemler(AHP)

AHP Saaty[8] tarafından gelistirilmistir. Bu yöntem kendisini bir çok özellige göre karar verme metodolojisi olarak kanitlamistir.özellikle birbirleriyle iliskili faktörlerin birlesmesiyle olusan karmasik problemlerin çözümünde güçlüdür.AHP tekniği 2 kriter çifti arasindaki önem derecesini karsilastirir ve belirler.eger problemde bir kisitlama yoksa AHP makalede soz edilen tek kaynak problemlerinde karar vermek için yeterlidir.Figür 3 te tedarikçi seçim faktörlerinin hiyerarsik yapisini görebiliriz. Eger alternatif 1 ve j nin degeri sirasiyla  $W_i$  ve  $W_j$  ise I den j ye olan alternative lerin üstünlüğü  $w_i/w_j$  ye esittir.bundan dolayi çiftler arasikarsilastirma matris'I

$$w_1/w_1 \quad w_1/w_2 \quad \dots \quad w_1/w_n,$$

$$w_2/w_1 \quad w_2/w_2 \quad \dots \quad w_2/w_n,$$

$$w_n/w_1 \quad w_n/w_2 \quad \dots \quad w_n/w_n,$$

Bu matris deki her elementin normallestirilmis miktarlari gerçek agirliklariyla tutarlilik gösterir.[11]

$$I \text{ inci elemanın ağırlığı} = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

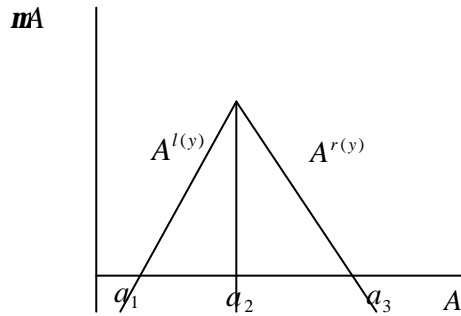
i den j ye kadar maliyet gibi negative kriterler için alternatiflerin önceligi  $w_j/w_i$  ye esittir.eslestirilmis karsilastirma matrisi ;

Bu matris alternatiflerin normalize edilmis tersleri ne esit olan tüm normalize edilmis sutun degerleri ile normalize edilmis elementlerin agirliklariylada tutarlilik sergiler.

$$i \text{ inci elemanın ağırlığı(negatif kriter için)} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{w_i}} \quad [12]$$

## 3.Bulanik(Fuzzy) AHP

Bulanik küme teorisi yaklaşık ve tam olarak belirli olmayan durumlarda insanın muhakeme yeteneğine benzer bir şekilde karar verdiği için avantajlıdır. bulanik küme verileri sınırları çok belirgin olmayan bir şekilde sınıflara ayırır. Genelde AHP birebir karşılaştırmada eşit, ilimli, güçlü, daha güçlü mükemmel gibi 9 ayrı kademede insan davranışına benzeyen bir sistem kullanır. Ayrı AHP tablosunun kullanım kolaylığı ve basitlik gibi avantajları olmasına rağmen bulanik durumları çözmede yeterli değildir. İnsan his ve davranışlarının dilsel değerlerini kesin sayılarla temsil etmek tam olarak mümkün değildir. belli bir aralık dahilinde karar vermek sabit bir sayı ile karar vermeye göre daha iyi sonuç verir. bu sebepten dolayı bir karar değişkeninin diğerine göre üstünlüğüne karar verirken üçgensel bulanik numaralar kullanılır. Yapay alan analizi metodu üçgensel bulanik numaraları temel alarak ağırlıkların en son önceliklerinin karar verilmesinde kullanılır ve bu teknik bulanik kapsamlı AHP (fuzzy extended AHP) olarak adlandırılır. (FEAHP)[6]. FEAHP en iyi tedarikçinin seçiminde kullanılan verilerin netleştirilmesi görevini başarıyla üstlenir. Bu teknik kalitesel ve miktarsal verileri olan çoklu özelliğe bağlı karar problemlerinde etkin olarak kullanılır. bu makalede biz şekil-1 gözüktüğü gibi üçgensel bulanik numaraları kullandık.



Şekil-1. Üçgensel üyelik fonksiyonu

Her nesne için 0 ile 1 değeri arasında bir üyelik derecesi atanmış olan üyelik fonksiyonu tarafından bulanik küme tanımlanır. [14,15]. Bu kümede sayısal değerlerin aralığını belirlemek için “büyük”, “orta”, “küçük” gibi dilsel değişkenler vardır. aşağıda tanımlandığı gibi bulanik numaralar bulanik kümedir.

$M = \{x, m_M(x), x \in R\} \times R_1$  in elemanıdır.  $-\infty \leq x \leq \infty$  ve  $m_M(x)$   $R_1$  den  $[0,1]$  aralığına yaklaşıyor devam eder ve  $m_M(x)$  her bulanik küme üyelik fonksiyonunda eşitlik. 1 de gösterildiği gibi tanımlanır. [6]

$$m_M(x) = \begin{cases} (x - a_1)/(a_2 - a_1) & a_1 \leq x \leq a_2 \\ (a_3 - x)/(a_3 - a_2) & a_2 \leq x \leq a_3 \\ 0 & \text{diğer} \end{cases} \quad (1)$$

### 3.1 Her bir AHP değerinin Fuzzy-AHP Modeliyle hesaplanması

Eğer nesne kümesi  $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$  ile ifade edilirse hedef kümesi  $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_n\}$  ile ifade edilir. daha sonra kapsamlı kavram analizine göre [16] tüm nesnelere sırasıyla alınır ve kavram analizi  $O_i$  gerçekleştirilir

Her nesne için gözlenen analiz değerleri  $A^1_{oi}, A^2_{oi}, \dots, A^m_{oi}$   $i=1,2, \dots, n$ , işaretleri ile ifade edilir.  $A^k_{oi}$   $k=(1,2, \dots, m)$

Üçgensel bulanik numaralardır. I inci nesne için bulanik yapay kapsam değerleri eşitlik(2) de tanımlanmıştır.

$$F_i = \sum_{k=1}^m A^k_{oi} \otimes \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m A^k_{oi} \right]^{-1} \quad (2)$$

$\sum_{k=1}^m A^k_{oi}$  değeri m kapsam analizi değeri ile kısmi matrisden delen kapsam analizi değerinin çarpımıyla denklem.3 deki gibi bulunabilir.

$$\sum_{k=1}^m A^k_{oi} = \left( \sum_{k=1}^m a_{1k}, \sum_{k=1}^m a_{2k}, \sum_{k=1}^m a_{3k} \right) \quad (3)$$

$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m A^k_{oi}$  nin değeri eşitlik.4 de görüldüğü gibidir;

$$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m A^k_{oi} = \left( \sum_{i=1}^n a_{1k}, \sum_{i=1}^n a_{2k}, \sum_{i=1}^n a_{3k} \right) \quad (4)$$

Eşitlik.2 nedeniyle eşitlik.4 ü eşitlik.5 e dönüştürmeliyiz.

$$\left( \frac{1}{\sum_{i=1}^n a_{3k}}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n a_{2k}}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n a_{1k}} \right) \quad (5)$$

$A_1 = \{a_{11}, a_{12}, a_{13}\} \geq A_2 = \{a_{21}, a_{22}, a_{23}\}$  nin olasılık derecesi  $P(x,y)$  çiftinde  $x \geq y$  olduğu zaman  $V(A_1 \geq A_2) = \sup_{x \geq y} [\min(\mathbf{m}_{A_1}(x), \mathbf{m}_{A_2}(x))]$  şeklinde tanımlanır.

$\mathbf{m}_{A_1}(x) = \mathbf{m}_{A_2}(y) = 1$  daha sonra  $V(A_1 \geq A_2) = 1$  elde edilir. (6)

$A_1$  ve  $A_2$  convex numaralar olduklarında eğer  $a_{11} \geq a_{22}$  ise  $V(A_1 \geq A_2) = 1$  ve eğer  $V(A_2 \geq A_1)$  ise  $V(A_2 \geq A_1) = hgt(A_1 \cap A_2) = \mathbf{m}_{A_1}(d)$  olur ve d y eksenini kesen en yüksek kesim noktasıdır.

$A_1 = (a_{11}, a_{12}, a_{13})$  and  $A_2 = (a_{21}, a_{22}, a_{23})$  olduğunda D  $\mathbf{m}_{A_1}$  ve  $\mathbf{m}_{A_2}$  nin arasındadır. Biz olasılığın derecesini aşağıdaki eşitlikteki gibi hesaplayabiliriz.

$$V(A_2 \geq A_1) = hgt(A_1 \cap A_2) = \frac{a_{11} - a_{23}}{(a_{22} - a_{23}) - (a_{12} - a_{11})} \quad (7)$$

$A_1$  ve  $A_2$  nin karşılaştırılması için  $V(A_1 \geq A_2)$  ve  $V(A_2 \geq A_1)$  değerlerine ihtiyaç vardır. Convex bulanik sayıların olasılık derecesi j convex bulanik sayıdan daha büyük olmalıdır  $A_i$  ( $i = 1, 2, \dots, j$ ) şöyle tanımlanabilir;

$$V(A \geq A_1, A_2, \dots, A_j) = V[(A \geq A_1) \text{ and } (A \geq A_2) \text{ and } \dots \text{ and } (A \geq A_j)] \\ = \min(A \geq A_i), i = 1, 2, \dots, k. \quad (8)$$

$$\text{if } m(P_i) = \min V(F_i \geq F_j), \quad (9)$$

$j = 1, 2, \dots, n$ ;  $j \neq i$  için  $P_i = (i = 1, 2, \dots, n)$  de ağırlık vektörü  $W_p = (m(P_1), m(P_2), \dots, m(P_n))^T$  olarak tanımlanır.  $W_p$  normalize edildikten sonra bulanık olmayan alternatifler arasındaki öncelik ağırlıklarını veren  $(W = (m(P_1), m(P_2), \dots, m(P_n))^T)$  normalize edilmiş ağırlık vektörlerini elde ederiz.[6].

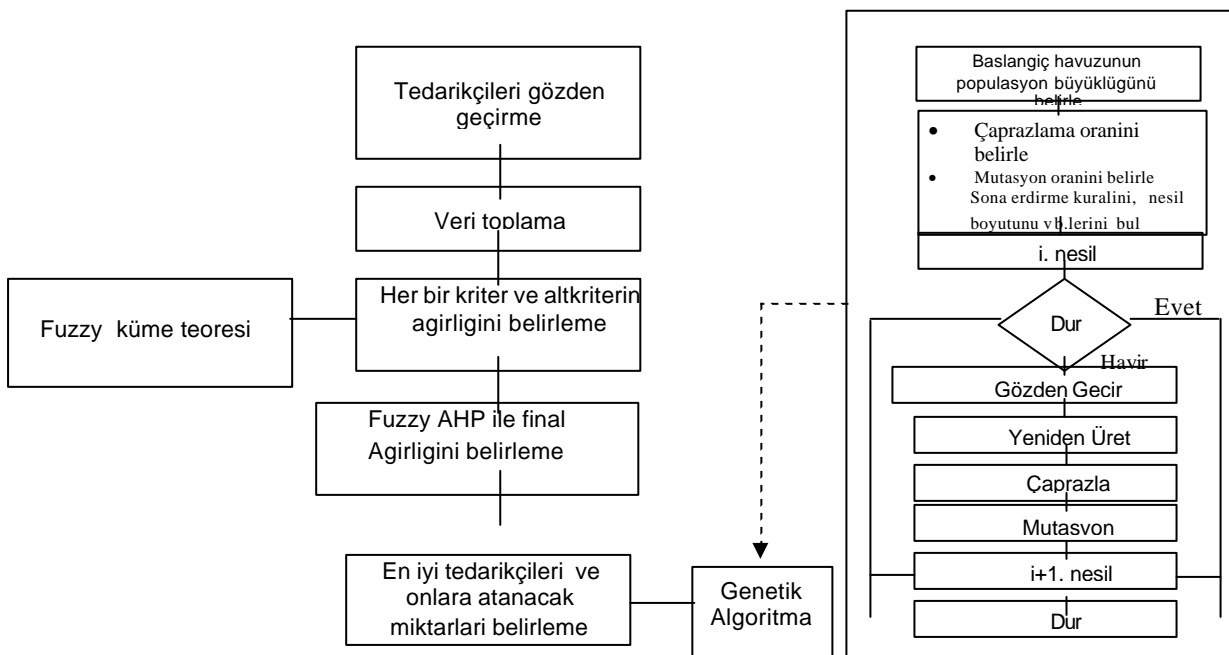
#### 4.Genetik Algoritma

Genetik algoritma bir çok problem çözümünde kullanılan karşılaştırmaya dayalı modern bir tekniktir. GA John Holland tarafından 1960 yılında geliştirilmiştir. GA özelleşmiş seritlerin sayısal sayısal (kromozom) değerleriyle çalışır. Her kromozoma ayrı ayrı uygunluk değerleri uygunluk fonksiyonun sonuçlarına göre atanır. Diğerlerine göre iyi kromozomlar diğer kromozomlara göre daha uzun süre hayatta kalacak ve böylece yeniden üretilme ve yavru olarak ana kromozomlardan gelen özellikleri alma avantajı daha çok bulacaktır. Bu karşılaştırma optimizasyonu algoritması doğal genetik mekanizmayı taklit etmektedir. Eğer bir problemin çözüm uzayı çok büyük ise GA yi problem çözümünde kullanabiliriz. GA da ilk öce çözüm havuzu belirlenir her çözüm bir kromozom olarak adlandırılır ve her kromozom problemin bir özelliği olarak gen halini alır. Genel de başlangıç havuzu rastgele oluşturulur.[17]

#### 5. Problem Tanımı

Bu makalede biz çok faktörlü bir tedarikçi seçimi problemi için bir model geliştirdik. Modelimize bitmiş bir ürünün bir çok alt kompleleri mevcut, bu alt komplekslerinde birden fazla tedarikçiden sağladığımızı düşünürsek bunların herbiri farklı bölgelerde olabileceklerinden dolayı modelimiz çoklu kaynak tedarikçi seçimi problemi haline dönüşür. Ayrıca problemi oluşturan faktörler sayılabilir ve sayılamayan faktörlerin bulunmasından dolayı problem kompleksleşmektedir. Bunun için geliştirdiğimiz algoritmanın adımları şöyledir.

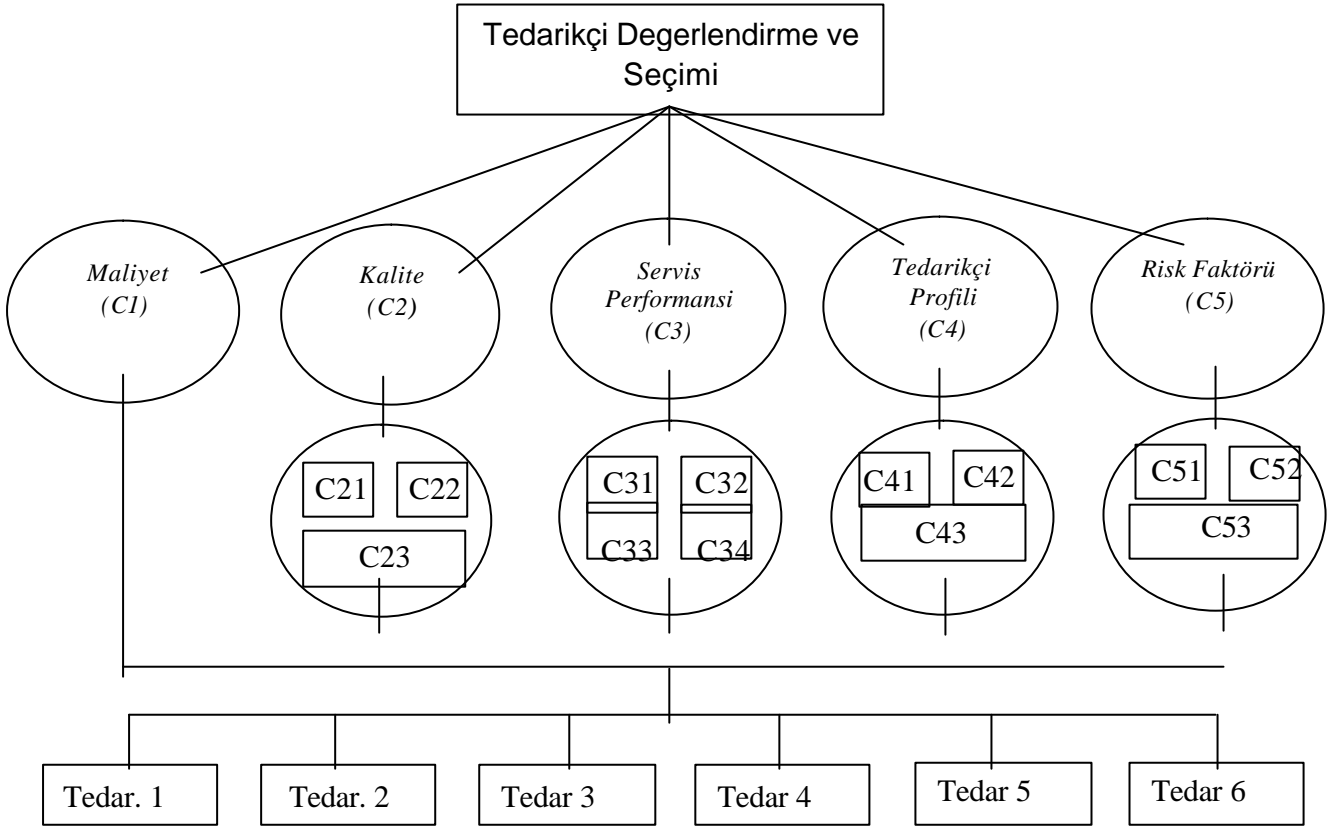
1. Fuzzy AHP kullanılarak dilsel olan kriter ağırlıkları net hale getirilerek her bir kriterin problem içindeki ağırlıklarını belirledik.
2. GA en iyi tedarikçiler ve bunlara atanacak optimummu yakın sipariş miktarları belirlenir. Mevcut makalede uygulanan modelin algoritması Şekil-2'de görülmektedir.



Sekil-2. Mevcut modelin algoritması

## 6. GA ve Fuzzy AHP ile bir model gelistirme

Öncelikle , Sekil-3 de görülen ve tedarikçi seçimi islemini etkileyen kriter ve alt kriterlerini ve bunların ağırlıklarını belirlemeliyiz.



Sekil-3. Tedarikçi seçimi hiyerarsisi

Sekil-3'te olan kriterler ve o kriterlere ait kriterler görülmektedir. Öncelikle, her bir kriterin ağırlığını belirlemek için belirsiz ve dilsel verilerden oluşan ikili karşılaştırma matrisini fuzzy set teorisini kullanarak net değerlere indirgedik ve bu değerleride kriter üstünlüğünü göstermek için AHP yöntemi ile belirleriz. Modelimizde fuzzy değerler tablo 1,2,3,4,5'te görülmektedir. Amacımız bu değerlerden net değerler elde edip bunları da AHP yöntemiyle ikili kıyaslama yaparak her bir kriterine ait ağırlıkları bulmak. Son adımda AHP'den elde edilen verileri Genetik Algoritmada kullanarak en iyi tedarikçi ve ona ait sipariş miktarını belirlemektir.

Satınalma sorumlumuz bütün aday tedarikçileri inceliyor ve incelemeden sonra bu tedarikçilere her bir kriterler açısından sahip olduğu durumu göre puan veriyor. Bu ağırlıklandırmalar bazen dilsel bazende net deger olabiliyor. Dilsel degerler için üçgensel fuzzy üyelik fonksiyonları kullanılmış ve tedarikçinin sahip olduğu durum eger dilsel veya fuzzy bir ifade ise tablo 1 .deki, gözüken Saaty'nin 1-9 skalasını fuzzy olarak kullanarak puanlama yapacak.

Tablo .1 Saaty'in 1-9 skalasının fuzzy sistemde gösterimi

Dilsel Ifadeler	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>
Esit	1	1	2
Esit -Az	1	2	3
Az	2	3	4
Az – Az üstün	3	4	5
Az üstün	4	5	6
Az üstün – Çok üstün	5	6	7
Çok üstün	6	7	8
Çok üstün – Kesinlikle üstün	7	8	9
Kesinlikle üstün	8	9	9

Tablo.2 Ana kriterler için Fuzzy puanlama

Kriter	AK <sub>1</sub>	AK <sub>2</sub>	AK <sub>3</sub>	AK <sub>4</sub>	AK <sub>5</sub>	Ağırlık
AK <sub>1</sub>	(1,1,1)	(2,3,4)	(2,3,4)	(3,4,5)	(3,4,5)	0.416
AK <sub>2</sub>	(1/4,1/3,1/2)	(1,1,1)	(2,3,4)	(3,4,5)	(3,4,5)	0.341
AK <sub>3</sub>	(1/4,1/3,1/2)	(1/5,1/4,1/3)	(1,1,1)	(2,3,4)	(2,3,4)	0.162
AK <sub>4</sub>	(1/5,1/4,1/3)	(1/5,1/4,1/3)	(1/4,1/3,1/2)	(1,1,1)	(2,3,4)	0.017
AK <sub>5</sub>	(1/5,1/4,1/3)	(1/5,1/4,1/3)	(1/4,1/3,1/2)	(1/4,1/3,1/2)	(1,1,1)	0.064

Her bir kriter fuzzy küme ile sırasıyla şöyle tanımlanır ; F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>4</sub>, F<sub>5</sub>

$$F_1 = (11, 15, 19) \otimes (1/53.347, 1/41.927, 1/31.4) = (0.206, 0.357, 0.605)$$

$$F_2 = (9.25, 12.34, 15.5) \otimes (1/53.347, 1/41.927, 1/31.4) = (0.1734, 0.294, 0.4936)$$

$$F_3 = (5.45, 7.58, 10.01) \otimes (1/53.347, 1/41.927, 1/31.4) = (0.102, 0.18, 0.318)$$

$$F_4 = (3.65, 4.84, 6.167) \otimes (1/53.347, 1/41.927, 1/31.4) = (0.068, 0.1154, 0.1964)$$

$$F_5 = (1.9, 2.167, 2.67) \otimes (1/53.347, 1/41.927, 1/31.4) = (0.0356, 0.051, 0.085)$$

F<sub>i</sub>'nin F<sub>k</sub>'ya göre k ≠ i. mümküniyet derecesi; esitlik 6 -8'deki gibidir.

$$V(F_1 \geq F_2) = 1, V(F_1 \geq F_3) = 1, V(F_1 \geq F_4) = 1, V(F_1 \geq F_5) = 1;$$

$$V(F_2 \geq F_1) = \left( \frac{0.206 - 0.4936}{(0.294 - 0.4936) - (0.357 - 0.206)} \right) = 0.82 ; V(F_2 \geq F_3) = 1 \quad V(F_2 \geq F_4) = 1 ;$$

$$V(F_2 \geq F_5) = 1, V(F_3 \geq F_1) = 0.39 ; V(F_3 \geq F_2) = 0.56 ; V(F_3 \geq F_4) = 1 ; V(F_3 \geq F_5) = 1$$

$$V(F_4 \geq F_1) = 0.041 ; V(F_4 \geq F_2) = 0.07255 ; V(F_4 \geq F_3) = 0.594 ; V(F_4 \geq F_5) = 1$$

$$V(F_5 \geq F_1) = 0.65 ; V(F_5 \geq F_2) = 0.57 ; V(F_5 \geq F_3) = 0.151 ; V(F_5 \geq F_4) = 0.509$$

$$M(C_1) = \min \{ V(F_1 \geq F_2), V(F_1 \geq F_3), V(F_1 \geq F_4), V(F_1 \geq F_5) \} = \min \{ 1, 1, 1, 1 \} = 1 \text{ Benzer yolla}$$

$$M(C_2) = 0.82 ; M(C_3) = 0.39 ; M(C_4) = 0.041 ; M(C_5) = 0.151 \text{ olarak bulunur.}$$

Böylece riter ağırlık vektörü  $W_c = \{1, 0.82, 0.39, 0.041, 0.151\}^T$  'dir. Şimdi bu değerleri normalize etmeliyiz, çünkü kriter ağırlıkları toplamının 1 olmasını istiyoruz. Eğer onları normalize edersek kriter ağırlıklarımız sırasıyla  $W_c = \{0.416, 0.341, 0.162, 0.017, 0.064\}^T$  olarak bulunur. Benzer yöntemi alt kriterlerde uygularsak tablo 3,4,5,6'daki değerleri buluruz.

Tablo.3 Kalite faktörünün alt faktörleri için fuzzy değerler.

Alt Kriter	SC <sub>31</sub>	SC <sub>32</sub>	SC <sub>33</sub>	SC <sub>34</sub>	Ağırlık
SC <sub>31</sub>	(1,1,1)	(1/4,1/3,1/2)	(4,5,6)	(2,3,4)	0.520
SC <sub>32</sub>	(2,3,4)	(1,1,1)	(1/3,1/2,1)	(1,2,3)	0.198
SC <sub>33</sub>	(1/6,1/5,1/4)	(1,2,3)	(1,1,1)	(1/3,1/2,1)	0.125
SC <sub>34</sub>	(1/4,1/3,1/2)	(1/3,1/2,1)	(1,2,3)	(1,1,1)	0.157

Tablo.4 Servis performansının alt faktörleri için fuzzy değerler.

Alt Kriter	SC <sub>21</sub>	SC <sub>22</sub>	SC <sub>23</sub>	Ağırlık
SC <sub>21</sub>	(1,1,1)	(4,5,6)	(1/4,1/3,1/2)	0.512
SC <sub>22</sub>	(1/6,1/5,1/4)	(1,1,1)	(1,2,3)	0.150
SC <sub>23</sub>	(2,3,4)	(1/3,1/2,1)	(1,1,1)	0.338

Tablo.5 Tedarikçi profili kriterinin alt kriterleri için fuzzy değerler.

Alt Kriter	SC <sub>41</sub>	SC <sub>42</sub>	SC <sub>43</sub>	Ağırlık
SC <sub>41</sub>	(1,1,1)	(2,3,4)	(1,1,2)	0.686
SC <sub>42</sub>	(1/4,1/3,1/2)	(1,1,1)	(2,3,4)	0.157



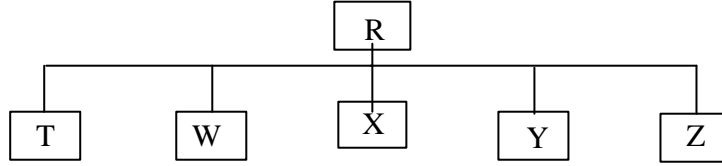
SC <sub>43</sub>	(1/2,1,1)	(1/4,1/3,1/2)	(1,1,1)	0.157
------------------	-----------	---------------	---------	-------

Tablo.6 Risk faktörünün alt faktörleri için fuzzy degerler

Alt Kriter	SC <sub>51</sub>	SC <sub>52</sub>	SC <sub>53</sub>	Ağırlık
SC <sub>51</sub>	(1,1,1)	(4,5,6)	(1/4,1/3,1/2)	0.512
SC <sub>52</sub>	(1/6,1/5,1/4)	(1,1,1)	(1,2,3)	0.150
SC <sub>53</sub>	(2,3,4)	(1/3,1/2,1)	(1,1,1)	0.338

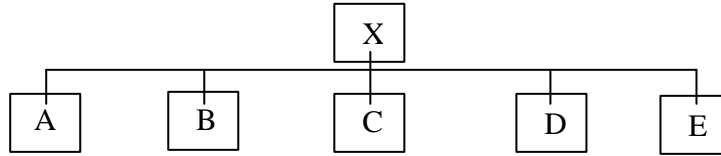
### 7. Çoklu kaynak tedarikçi seçimi işlemi için örnek bir model

Bu makaledeki amacımız H.S Wang and Z.H.Che.[19]. Gibi bazı araştırmacılardan ilham aldığımız fuzzy AHP metodunu çoklu kaynak modeline uygulayarak tedarikçilerin ağırlıklarını bu yöntemle belirleyerek bulduğumuz bu ağırlıklarında GA’da uygunluk fonksiyonunda kullandık daha sonra en iyi tedarikçi ve bunlara verilecek sipariş miktarlarını belirledik. Bunu yaparken Şekil-4’te görülen örnek model üzerinde bir çalışma yaptık ve bu ürün ağacından hareketle modelimizi ilerlettik. (Ürün ağacındaki her bir ürün 1 parçadan oluşmaktadır.)



Şekil-4. R ürününe ait ürün ağacı

Biz bu çalışmada özellikle R bitmiş ürününün alt parçası olan ve Şekil-5.’te görülen X ürünü ve onu oluşturan hammalzemelerle ilgilendik.



Şekil-5. X yarı mamulünün ürün ağacı

Tablo.7’de X yarımamulünü oluşturan komponentlerin tedarikçileri gözükmektedir.

Tablo7. Her bir hammadde ve bunları sağlayan tedarikçiler

A	B	C	D	E
Tedarikçi 1,2,3	Tedarikçi 1,2,4	Tedarikçi 5	Tedarikçi 3,5	Tedarikçi 4,5

Tablo8. Tedarikçilerle ilgili kalitatif ve kantitatif bilgi

Tedar.	Maliyet (\$)	Teknik Seviye (Bulanik) Ölçek (*)	Kusur Oranı (%) (*)	Güvenirlilik Oranı (%) (**)	Esneklik Oranı (%) (**)	Zamanında Teslim Oranı (%) (**)	Yanıt Oranı (%) (**)
S1 A	5	Orta	0.05	0.85	0.60	0.90	0.70
B	3	Üstün	0.02	0.90	0.50	0.85	0.60
S2 A	3.5	Olduk. Üstün	0.02	0.95	0.50	0.90	0.90
B	2.5	Üstün	0.03	0.95	0.40	0.90	0.80
S3 A	4	Üstün	0.03 0.06	0.90	0.60	0.80	0.80
D	6	Çok Üstün		0.75	0.70	0.87	0.80
S4 B	4	Orta	0.04 0.03	0.90	0.80	0.85	0.85
E	5	Olduk. Üstün		0.90	0.40	0.90	0.80
S5 C	5	Kesinlikle	0.02	0.95	0.30	0.98	0.825
D	5	Üstün	0.03	0.95	0.30	0.90	0.65
E	6	Olduk. Üstün	0.04	0.85	0.45	0.80	0.75

Tedar.	İlet isim Durumu (Bulanik) (**)	Finansal Durum (Bulanik) (**)	Tedarikçi Kapasitesi (Bölüm) (**)	Tedarikçi Tecrübesi (Yıl) (**)	Cografik Durum (Bulanik) (*)	Mekanik Durum (Bulanik) (*)	Çalışan Durumu (Bulanik) (*)
S1 A	Kesinlikle	Orta	800	5	Çok Üstün	Kesinlikle	Orta
B	Üstün	Üstün	500	5	Orta	Olduk. Üstün - Çok Üstün	Üstün
S2 A	Üstün	Çok Üstün Çok	400	10	Üstün	Kesinlikle	Üstün
B	Üstün	Üstün	1000	7	Kesinlikle	Olduk. Üstün - Çok Üstün	Çok Üstün
S3 A	Çok Üstün	Üstün	1000	6	Olduk. Üstün	Olduk. Üstün	Çok Üstün
D	Üstün	Kesinlikle	1200	3	Çok Üstün	Orta	Üstün
S4 B	Çok Üstün	Çok Üstün	400	2	Çok Üstün	Üstün	Orta
E	Kesinlikle	Kesinlikle	600	1	Üstün	Orta	Üstün
S5 C	Çok Üstün	Kesinlikle	1500	1	Kesinlikle	Kesinlikle	Kesinlikle
D	Orta	Orta	500	10	Orta	Orta	Kesinlikle

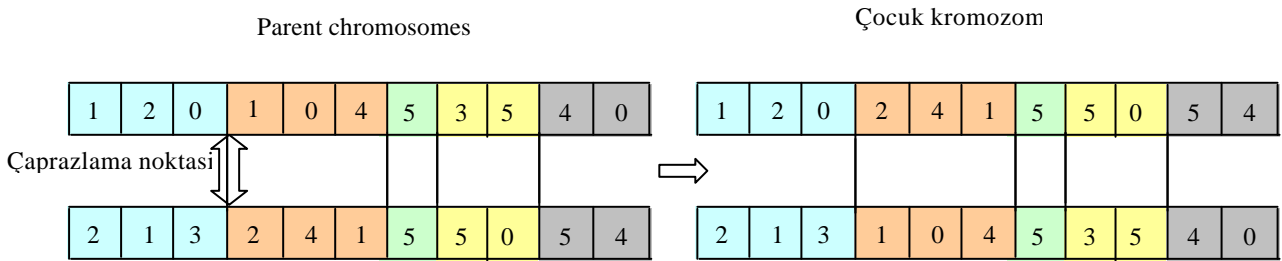
E Orta Orta 1000 4 Olduk. Üstün - Çok Üstün Olduk. Üstün - Çok Üstün Kesinlikle

$$(*) \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{w_i}}, (**) \frac{w_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

Tablo.9 Final tedarikçi ağırlıkları

Tedarikçiler	A ürünü	B ürünü	C ürünü	D ürünü	E ürünü
Tedarikçi 1	0.420	0.499	-	-	-
Tedarikçi 2	0.340	0.317	-	-	-
Tedarikçi 3	0.140	-	-	0.080	-
Tedarikçi 4	-	0.331	-	-	0.061
Tedarikçi 5	-	-	1	0.076	0.101

Tedarikçi ağırlıklarının bulunduğu sonuç tablosu tablo.9’da görülmektedir. Bu çalışmada tedarikçi seçimi problemi için bir örnek uygulama kullandık. Modelimizde kapasite, talep, zamanında teslimat, kilitli kısıtı göz önüne alınarak hazırlandı ve ürün ağacımız bu örnektekinden çok büyük olursa bunun içinde bir temel ve örnek çalışma olması açısından kullanıldı. Esitlik.10.’da GA için uygunluk fonksiyonumuz görülmektedir. Bu çalışma için düşündüğümüz GA için kromozom yapısı Şekil-6’daki gibidir. En baştan birinci oka kadar A hammaddesi, devamında B hammaddesi ikinci oktan sonra C, üçüncü oktan sonrası D, dördüncü oktan sonra E hammaddesi göstermektedir. Ayrıca dikkat edersek her bir gende bir veya daha fazla sıradan oluşan bir dizi yapısı vardır bu da siparisi verilen bir hammaddenin eğer siparisi en iyi tedarikçi tarafından karşılanamıyorsa sırasıyla daha az iyi olan tedarikçiden toplamları karşılanıncaya kadar diziyi dolduruyor eğer sipariş bu tedarikçi toplamı tarafından karşılanamazsa sipariş reddedilir. Karşılanamıyorsa en tedarikçi ve onu sağlayan tedarikçileri eniyiden en kötüye doğru sıralanmaktadır; örneğin Şekil-6’da görülen görülmektedir. GA için uygunluk fonksiyonu esitlik.10’da görülmektedir.



Şekil-6. Çaprazlama işlemi

**Uygunluk Fonksiyonu:**

Talep, kapasite, zaman ve teslimat kısıtları altında Kabul edilebilir bir uygunluk fonksiyonu toplam karın maximizasyonu sağlanır.

$S_i$  i. Parçanın tedarikçi kümesi

$K_j$  j.tedarikçi tarafından sunulan miktar

$w_{ij}$  i. Ürün için j tedarikçinin ağırlığı

$q_{ij}$  j. Tedarikçi tarafından i. Ürün için önerilen hatalı ürün oranı.

$Q_i$  i. Parçanın kabul edilebilir kusurlu ürün oranı

$t_{ij}$  j. Tedarikçinin i. ürün için önerdiği zamanında teslimat oranı.

$T_{ij}$  i.parça için satın almacının kabul ettiği minimum zamanında teslimat oranı

$C_{ij}$  j tedarikçinin i. ürün için önerdiği maximum tedarikçi kapasitesi.

$D_{ij}$  i. ürün toplam talebi

$X_{ij}$  j.tedarikçiden alınacak i.ürün miktarı

$N_{ij}$  j. tedarikçiden sipariş edilme oranı

$$\text{Maximum} \sum_{i=1}^n \sum_{j=i}^m w_{ij} X_{ij} N_{ij} \quad (10)$$

Kısıt:

j. tedarikçinin i. ürün için sağladığı Kapasite miktarı  $C_{ij}$

$X_{ij}$  kapasite miktarından az olmalıdır.

$$\sum_{i \in K_j} X_{ij} N_{ij} \leq \sum_{i \in K_j} C_{ij} \quad j \in S_i$$

Talep kısıtı:

Her bir parçanın toplam siparisi i. satılmacının toplam talebi;

$$\sum_{j \in S_i} X_{ij} = \sum_{j \in S_i} D_{ij} N_{ij} \quad i \in K_j$$

Kalite kısıtı:

$Q_i$  Satılmacının i.ürün için Kabul edilebilir kusurlu ürün oranı ve  $q_{ij}$  j. ürünün kusurlu ürün oranı, kalite kısıtı aşağıdaki gibidir.

$$\sum_{j \in S_j} q_{ij} X_{ij} N_{ij} \leq \sum_{j \in S_i} Q_{ij} D_{ij}$$

Teslimat kısıtı:  $T_i$  satinalmacının minimum zamanında kabul edilebilir ürün oranı ve  $j$ . tedarikçinin  $i$ . ürün için zamanında teslim edilen ürün oranı bu aşağıda görülmektedir.

$$\sum_{j \in S_j} (1-t_{ij}) X_{ij} \leq \sum_{j \in S_i} (1-T_{ij}) D_{ij}$$

$$N_{ij} = X_{ij} / \sum_{j \in S_i} X_{ij} \quad i \in K_j, j \in S_i$$

Amacımız elimizde geçerli bir modelin olmasını sağlamak. Bundan dolayı numerik bir örnek kullandık ve bunun çalışması performe etmektir.

### 7.1. Sayısal bir örnek

Bu problemin sonucunda satinalmacı en iyi tedarikçiyi ona atanacak sipariş miktarını belirlemek istiyor. Örnek olarak A,B,C,D,E ve 1500 adet sipariş verilmiş olsun. Her bir hammadde için sırasıyla kabul edilebilir zamanında teslim edilen ürün oranı 0.85, 0.75, 0.90, 0.85, 0.80, maksimum kabul edilebilir kusurlu ürün oranı 0.05, 0.02, 0.03, 0.05, 0.04. Her bir parça için final ağırlığı tablo.92'de görülmektedir. Uygunluk fonksiyonumuz şöyle bulunur;

Uygunluk fonksiyonu

$$\begin{aligned} \text{Max } Z = & 0.42 N_{11} X_{11} + 0.34 N_{12} X_{12} + 0.140 N_{13} X_{13} + 0.499 N_{21} X_{21} + 0.317 N_{22} X_{22} + 0.331 \\ & N_{24} X_{24} + N_{35} X_{35} + 0.454 N_{43} X_{43} + 0.546 N_{45} X_{45} + 0.404 N_{54} X_{54} + 0.596 N_{55} X_{55} \\ N_{11} X_{11} + N_{12} X_{12} + N_{13} X_{13} & = 1500 \\ N_{21} X_{21} + N_{22} X_{22} + N_{24} X_{24} & = 1500 \\ N_{35} X_{35} & = 1500 \\ N_{43} X_{43} + N_{45} X_{45} & = 1500 \\ N_{54} X_{54} + N_{55} X_{55} & = 1500 \\ X_{11} + X_{12} + X_{13} & \leq 800 N_{11} + 400 N_{12} + 1000 N_{13} \\ X_{21} + X_{22} + X_{24} & \leq 500 N_{21} + 1000 N_{22} + 400 N_{24} \\ X_{35} & \leq 1500 N_{35} \\ X_{43} + X_{45} & \leq 1200 N_{43} + 500 N_{45} \\ X_{54} + X_{55} & \leq 600 N_{54} + 1000 N_{55} \\ 0.05 N_{11} X_{11} + 0.02 N_{12} X_{12} + 0.03 N_{13} X_{13} & \leq 75 \\ 0.02 N_{21} X_{21} + 0.03 N_{22} X_{22} + 0.04 N_{24} X_{24} & \leq 30 \\ 0.02 N_{35} X_{35} & \leq 45 \\ 0.06 N_{43} X_{43} + 0.03 N_{45} X_{45} & \leq 75 \\ 0.03 N_{54} X_{54} + 0.04 N_{55} X_{55} & \leq 75 \\ 0.15 N_{11} X_{11} + 0.05 N_{12} X_{12} + 0.10 N_{13} X_{13} & \leq 225 \\ 0.10 N_{21} X_{21} + 0.05 N_{22} X_{22} + 0.10 N_{24} X_{24} & \leq 375 \end{aligned}$$

$$0.05 N_{35} X_{35} \leq 150$$

$$0.25 N_{43} X_{43} + 0.05 N_{45} X_{45} \leq 225$$

$$0.10 N_{54} X_{54} + 0.15 N_{55} X_{55} \leq 300$$

$$N_{1j} = X_{1j} / \sum_{j \in S_1} X_{1j} \quad (j=1,2,3) ; N_{2j} = X_{2j} / \sum_{j \in S_2} X_{2j} \quad (j=1,2,4) ; N_{3j} = X_{3j} / \sum_{j \in S_3} X_{3j} \quad (j=5) ; N_{4j} =$$

$$X_{4j} / \sum_{j \in S_4} X_{4j} \quad (j=2,5) ; N_{5j} = X_{5j} / \sum_{j \in S_5} X_{5j} \quad (j=4,5)$$

$$X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{21}, X_{22}, X_{24}, X_{35}, X_{43}, X_{45}, X_{54}, X_{55} \geq 0$$

$$0 \leq N_{11}, N_{12}, N_{13}, N_{21}, N_{22}, N_{24}, N_{35}, N_{43}, N_{45}, N_{54}, N_{55} \leq 1$$

GA'nin sonucubir genetik programi yardimiyla mutasyon orani 0.1 çaprazlama orani 0.9 ve populasyon büyüklüğü 40 ve 267140 itearsyon 8 dakika sürdükten sonra final deger söyle bulunmstur;

X11: 799,990; X12: 397,890; X13: 302,122; X21: 498,792; X22: 778,477; X24: 222,730;

X35: 1499,977; X43: 1106,914; X45: 393,080; X54: 500,592; X55: 999,404; N<sub>11</sub>=0.534,

N<sub>12</sub>=0.265, N<sub>13</sub>=0.201, N<sub>21</sub>=0.332, N<sub>22</sub>=0.519, N<sub>24</sub>=0.149, N<sub>35</sub>=1, N<sub>43</sub>=0.738, N<sub>45</sub>=0.262;

N<sub>54</sub>=0.333; N<sub>55</sub>=0.667



Sekil-7. Sonuç kromozomu

## 8. Tartisma ve Sonuç

Bu makalede bütünlesik bir model tartisilmistir ve amacimiz çoklu kaynak bir tedarikçi seçim problemine etkili bir model üretmektir. Ve burda belirsiz tedarikçi faktörlerini fuzzy küme ve AHP'nin bütünlesmesini saglayarak bu belirsiz degerleri, dilsel degerleri islem yapılacak hale getirip ardindan bunlari ikili karsilastirmayla birbirlerine gore kiyaslamasini yaptik . Son olarak buldugumuz bu agirliklari genetik algoritmanin uygunluk fonksiyonunda katsayi olarak kullanarak en iyi tedarikçileri ve onlardan siparis edilecek miktarlari genetik algoritma ile belirledik.

Bu güne kadar bir çok makalede tedarikçi seçimi islemi yapilmis ancak bir çoğu çoklu kaynak konusuna egeilmemistir bu makalede hem bu konu düşünölmüs hemde belirsiz veya dilsel olan degerlere karsi etkin bir çözüm gelistirmeye çalisilmistir

## References (Referanslar)

[1] A. Ghobadian, A. Stainer, T. Kiss, A computerised vendor rating system. Proc. 1st Internat. Symp. Logistics. 1993. pp. 321-328.

[2] A. Amid, S.H. Ghodsypour, C. O'Brien, Fuzzy multiobjective linear model for supplier selection in a supplier chain Int. Journ. of Production economics. 2004. 1-14.

- [3] C.L. Stamm, D.Y. Golhar, JIT purchasing: Attribute classification and literature review. *Prod. Planning Control*. 1993.4(3), 273-282.
- [4] L.M. Ellram, The supplier selection decision in strategic partnerships. *J. Purchasing Mater. Mgmt.* 1990. 26(4). 8-14.
- [5] C.P. Roa, G.E. Kiser, Educational buyers' perceptions of vendor attributes. *J. Purchasing Mater. Mgmt.* 1980.16,25-30.
- [6] F. T. S Chan, N.Kumar, Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP based approach. 2004.
- [7] W. Xia, Z.Wu Supplier selection with multiple criteria in volume discount environments, *The Journal of Management Science*, 2004.1-11.
- [8] T.L. Saaty. *The analytic hierarchy process*. New York: McGraw-Hill; 1980.
- [9] A. Teltumbe. A framework for evaluation ERP projects. *Int. journal of production research* 2000;38(17):4507-20.
- [10] L.R Winkler Decision modeling and rational choice: AHP and utility theory . *Management Science* . 1990. 36(3):247-75
- [11] T. L. Saaty, J. M Alexander, *Thinking With Models: Mathematical Models in the Physical Biological and Social Sciences*. 1981. Chapter 8, Pergamon Press, London
- [12] S.H Ghodsypour, C. O'Brien A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming. 1998. *Int. Production Economics* 199-212
- [13] Kwong CK, Bai H. Determining the importance weights for the customer requirements in QFD using a fuzzy AHP with an extent analysis approach *IIET Transactions* 2003;35(7):619-6.
- [14] Ross TJ. *Fuzzy logic with engineering applications*. New York: McGraw-Hill Book Co; 1997.
- [15] Zadeh LA. Fuzzy sets. *Information and Control* 1965;8:338-53.
- [16] Chang DY. Extent analysis and synthetic decision. *Optimization techniques and applications*. vol. 1. Singapore: World Scientific; 1992. p. 352.
- [17] F.T.S Chan, S.H Chung Multicriterion genetic optimization for due date assigned distribution network problems, *Decision Support Systems*.39(2005) 661-675
- [18] H. Ding, L. Denyoucef , X. Xie A simulation optimization approach using genetic search for supplier selection 2003 Winter simulation conference.1260-1267
- [19] H.S. Wang , Z.H. Che An integrated model for supplier selection decisions in configuration changes. 2006