Süleyman Demirel Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler
Fakültesi Dergisi
Y.2008, C.13, S.3 s.1-26.

Suleyman Demirel University
The Journal of Faculty of Economics
and Administrative Sciences
Y.2008, Vol.13, No.3 pp.1-26.

BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİK PROSES VE ÜNİVERSİTE TERCİH SIRALAMASINDA UYGULANMASI

FUZZY ANALYTIC HIERARCHY PROCESS AND ITS APPLICATION OF UNIVERSITY PREFERENCE RANKING

Dr.Ali GÖKSU*
Prof.Dr.İbrahim GÜNGÖR**

ÖZET

Bu çalışmada, bulanık analitik hiyerarşik proses araştırılarak üniversite tercih sıralamasında uygulanması yapılmıştır. Ayrıca, uygulamada üç farklı metot (Chang, Liou-Wang, Kareli Ortalama) kullanılarak bunların karşılaştırmaları yapılmıştır.

Chang'ın metodunda tutarlılık oranının hesaplanabilmesi mümkün olmamaktadır. Bu nedenle çalışmada Chang'ın metodunun yanında Liou ve Wang'ın yöntemi de kullanılmış ve tutarlılık oranı hesaplanarak tutarlılık test edilebilmiştir. Ayrıca bu çalışmada Kareli Ortalama Yöntemi ismiyle yeni bir yöntem önerisi yapılmış ve bu yöntemle yapılan uygulama sonucunda bulunan tutarlılık oranının, Liou ve Wang'ın yöntemine göre bulunan değere çok yakın olduğu görülmüştür.

ABSTRACT

In this study, fuzzy analytic hierarchy process has been studied and an application of it in university preference rankings has been performed. Furthermore, three different methods (Chang, Liou-Wang, Quadratic Mean) in application were used and compared with each other.

In Chang's method, calculation of consistency rate was not applicable. Thus, beside the method, Liou-Wang's method was also used in order to calculate and test the consistency rate. Also another method, quadratic mean method, has been introduced and the consistency rate values calculated via the method were found very similar to that of Liou-Wang's method.

AHP, Bulanık Mantık, Bulanık AHP, Tutarlılık Oranı, Üniversite Tercihi
AHP, Fuzzy Logic, Fuzzy AHP, Consistency Rate, University Preference

* Burçh Üniversitesi, Saray Bosna , Bosna Hersek.
** Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü, İşletme Bölümü

1. GİRİŞ

İnsanlık tarihi boyunca insanlar, olaylar karşısında hep bir karar verme durumuyla karşı karşıya kalmışlardır. Bu durum bazen kişisel kararlar olarak, bazen kurumsal kararlar olarak, bazen de toplumsal vb. kararlar olarak ortaya çıkmaktadır.

Karar verme, karşılaşılan bir durum karşısında en iyi olanı belirleme olarak tanımlanabilir. Karar vermeyi Güner (2005) "seçenekler arasından seçim yapmak" şeklinde, Alkan (2006) "mevcut verileri değerlendirerek durumu kavrama ve alternatif seçeneklerin getireceği sonuçları gözden geçirerek en uygun seçimi yapmak" şeklinde, Yetim (2003) "bir seçenek kümesinden en az bir amaç veya ölçüte göre en uygunun seçimi" şeklinde tanımlamışlardır.

Bir karar verme probleminde somut veriler olduğunda karar vermenin daha kolay olacağı, ama soyut verilerin arttığı durumlarda ise karar vermenin zorlaşacağı bilinmektedir. Ayrıca karar vermede eğer tek bir kriter varsa alternatif olarak buna rahatlıkla karar verilebilir. Fakat karar problemindeki kriter sayısı birden çok ise bu durumda karar verme de zorlaşmaktadır.

Karar verme problemlerinde değişken (kriter) sayısı çok olduğu durumlarda bu problemlere çözüm bulabilmek amacıyla çeşitli bilimsel metotlar ortaya konmuştur. Bu çözüm metotlarına çok kriterli karar verme metotları adı verilmekte ve duruma göre değişik yaklaşımlar kullanılmaktadır.

Bu çalışmada çok kriterli karar verme metotlarından analitik hiyerarşik proses belirsizlik durumları da göz önüne alınarak bulanık mantıkla birleştirilmiş ve bulanık analitik hiyerarşik proses ele alınmıştır. Bireysel kararlarda kişinin kendisi hakkında vereceği kararlar özellikle kişinin yararına olacak kararlarda çok önem arz etmektedir. Bu durum göz önüne alınarak üniversite okuyacak bir öğrencinin üniversite tercihlerinde en iyi sıralamanın nasıl olması gerektiği ele alınmıştır.

Bu çalışma çok kriterli karar verme metotlarından biri olan bulanık analitik hiyerarşik proses metodunun incelenmesi ve üniversite tercih sıralamasında uygulamasını amaçlamaktadır.

Bu amaçla çalışmada öncelikle bulanık analitik hiyerarşik proses metodunun incelenmesi, literatürde bulunan bulanık analitik hiyerarşik proses metotlarının ele alınması ve farklı bir alana uygulanabilirliğinin araştırılması hedeflenmiştir. Ayrıca çalışmada ele alınan bulanık sayıda sıfır ya da negatif değerler yer alması durumunda kareli ortalama yönteminin de kullanılabileceğinin gösterilmesi amaçlanmıştır.

Uygulama kısmında ise amaçlanan, üniversite tercihi yapacak olan bir öğrencinin puan sıralamasının yanında diğer kriterlerde düşünüldüğünde tercihinde en iyi sıralamanın nasıl olması gerektiğidir.

2. BULANIK MANTIK

Bulanıklık bilimsel olarak belirsizlik olarak tanımlanmış ve bu belirsizlikleri ifade edebilmek amacıyla bulanık mantık geliştirilmiştir. Klasik mantıkta bir şey ya doğrudur ya da yanlıştır. Yani ikili bir mantık vardır. Bulanık mantıkta ise doğru ile yanlışın arasında birçok durum bulunmaktadır.

Belirsizlik ve karmaşıklığın arttığı bir dünyada, insanlar bu belirsizlik ve karmaşıklığa çözüm bulmak amacıyla bilgisayarları geliştirmişler. Ancak bu da bu belirsizlikleri gidermede bir çare olmamıştır (Tekeş, 2002: 86). 1965 yılında Azerbaycan asıllı olan Prof. Lotfi A. Zadeh belirsizliği ifade edebilmek için bulanık kümeleri (fuzzy sets) geliştirmiştir (Çitli, 2006: 3). Bulanık mantık, günümüze kadar gelişerek birçok alanda kullanım imkânı bulmuştur. Bunlar arasında çamaşır makineleri, elektrikli süpürgeler, cıvatalama sistemleri, fren sistemleri vb. alanlarda kullanılmıştır.

Bulanık mantıkta artık sadece siyah ve beyaz renkler değil bu iki renk arasında bulunan gri tonlarda dikkate alınmaktadır. Bu ise insan düşünme sistemine uygunluk açısından çok yakınlık göstermektedir.

Üçgensel bulanık sayılar reel sayılarda sıralı üçlü gibi düşünülebilir. Ancak bulanık sayının sıralı üçlüden farkı elemanlar küçükten büyüğe doğru yazılır. Her bir sayı üç bileşenden oluşur. Bu bileşenlerden birinci bileşen en alt değeri, ikinci bileşen yani ortadaki değer olabilecek optimum değeri ve üçüncü bileşende en üst değeri gösterir. Matematikte 3'ün 2 komşuluğu dendiğinde (1,3,5) olarak alınır. Üçgensel bulanık sayılar bir sayının komşuluğu olarak ta düşünülebilir. Ama bu durumda sayının alt ve üst değerleri, en olası değere eşit uzaklıkta olur, hâlbuki böyle olma zorunluluğu yoktur.

Bulanık mantıkla karar almada, kriterler ve alternatiflerin aldıkları son değerler bulanık sayı olarak ortaya çıkmaktadır. Karar verebilmek için bu bulanık sayıların sıralanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu amaçla bulanık sayıların sıralanması üzerine birçok araştırma yapılmış ve değişik yöntemler ortaya konmuştur. Bu yöntemlerinin her birinin avantajlarının yanında dezavantajları da bulunmaktadır. Literatürde yer alan sıralama metotlarından bazıları sezgisel sıralama, bulanık ortalama değer ve sapma, $\alpha-$kesme metodu ile sıralama metodu olarak sayılabilir (Tekeş, 2002: 101).

Liou ve Wang tarafından 1992 yılında ortaya konulan sıralama metodu toplam entegral değer yöntemiyle yapılmaktadır (Kaptanoğlu, 2005: 44). Yöntemin algoritması aşağıdaki gibidir:

$\alpha \in [0,1]$ İyimserlik indeksi olmak üzere;

$\tilde{A} = (m,n,u)$ Üçgensel bulanık sayısı için, toplam entegral değer şöyle hesaplanır:

$$I_T^{\alpha}\left(\tilde{A}\right)=\frac{1}{2}.\alpha(n+u)+\frac{1}{2}.\left(1-\alpha\right).\left(m+n\right)$$
$$=\frac{1}{2}.\left[\alpha.u+n+\left(1-\alpha\right).m\right] \tag{2.1}$$

Burada iyimserlik indeksi olarak tanımlanan α, [0,1] kapalı aralığında değer almaktadır. α Büyüdükçe iyimser bir karar verici, küçüldükçe ise karamsar bir karar verici söz konusudur.

Literatürde ortalama değer yöntemiyle sıralama yapılan çalışmalarda geometrik ortalama ve ağırlıklı aritmetik ortalama yöntemleri kullanılmıştır. Bu çalışmada literatürde kullanılmayan kareli ortalama yöntemi ile bulanık sayıların sıralamasına yer verilecektir. Kareli ortalama sıfır ya da negatif sayıların bulunduğu durumlarda kullanılmaktadır. Burada bulanık sayının sınırlarından biri sıfır ya da negatif olma durumunda sıralamaya imkân verebilmektedir.

Kareli ortalamanın algoritması:

$\tilde{A}=\left[a_{ij}\right]$, i=1,2,….,n ve j=1,2,…,m bulanık sayısı için,

$$K\left(A\right)=\sqrt{\frac{\sum\left(a_{ij}\right)^2}{n}} \tag{2.2}$$

$\tilde{A}=\left(m,n,u\right)$ Üçgensel bulanık sayısı için,

$$K\left(A\right)=\sqrt{\frac{m^2+n^2+u^2}{3}} \tag{2.3}$$

Şeklinde hesaplanmakta ve bulunan $K\left(A\right)$ değerleri sıralanmaktadır.

Kwong ve Bai (2003) üçgensel bulanık sayıların aşağıdaki formülle durulaştırılabileceğini ortaya koymuşlardır (Kwong ve Bai, 2003: 622; Yong, 2006: 841).

Bir üçgensel bulanık sayı $M=\left(l,m,u\right)$ şeklinde verildiğinde durulaştırma işlemi;

$$M_d=\frac{l+4.m+u}{6} \tag{2.4}$$

şeklinde yapılır.

3. ANALİTİK HİYERARŞİK PROSES (AHP)

1965 yılında L. Thomas Saaty tarafından ortaya konan AHP ilk olarak 1971 yılında ABD Savunma Bakanlığı'nda olasılık planlama problemlerinde kullanılmıştır. Daha sonra çeşitli alanlarda uygulanmış ve 1973 yılında Sudan ulaşım projesinde kullanılmasıyla tam olgunluğa ulaşmış ve teorik olarak tam olarak gelişimini 1974-1978 yıllarında tamamlamıştır (Ayyıldız, 2003: 110).

AHP, çok sayıda alternatif arasında seçim ya da sıralama yaparken, çok sayıda karar vericinin bulunabildiği, çok kriterli, çok amaçlı, belirlilik ya da belirsizlik durumunda karar vermede kullanılır (Yılmaz, 2000: 13).

İnsanlar var olduğu günden bu yana bir problemle karşılaştığında içgüdüsel olarak karar verme durumunda kalmıştır. İçgüdüsel verilen kararlarda ise soyut kavramlar hakkında da karar verilebilmektedir. Soyut kavramlar hakkında verilen kararlar ise sezgisel kararlar olmakta ve kişiden kişiye değişiklik gösterebilmektedir. Bu nedenle birçok yaklaşımla ele alınması zor ya da mümkün olmayan; ama kararları etkileyen bu soyut kavramlar AHP yardımıyla ele alınabilmekte ve bir çözüm yaklaşımı sunulabilmektedir (Güngör ve İşler, 2005: 22).

AHP, objektif ve sübjektif tüm kriterleri ikili karşılaştırma yaparak ölçen ve bu kriterlerin birbirlerine göre önceliklerini bularak önem sıralarını belirleyen bir karar verme tekniğidir (Byun, 2001: 290). Bu ikili karşılaştırmalarda bu iki durumdan hangisi daha önemli ya da hangisi diğerine göre daha çok tercih edilir. Bunlar belirlenerek bunların sayısal olarak değerlendirilmesi esasına dayanır. AHP karar verme durumunda olan insan için en iyi seçeneği belirlemenin yanında, seçenekler arasında sıralama yapmaya da imkân verir. Bu yöntem hem nicel hem de nitel faktörleri dikkate alması, kolay kullanılır olması ve basit uygulanabilir olması nedeniyle çok karmaşık problemlerde bile kolaylıkla uygulanabilmektedir. AHP esnek ve kolay uygulanabilir olması yönüyle karar vericiye çok büyük bir kolaylık sağlar (Güner, 2005: 18). AHP'de tecrübe ve bilgi de en az kullanılan veriler kadar önemlidir.

AHP çok değişkenli karar verme metotlarından biridir. AHP'de öncelikle problem belirlenir ve probleme ait kriterler alt kriterler ve alternatifler ortaya konur. Bu şekilde bir hiyerarşi oluşturulur. Hiyerarşi oluşturulduktan sonra ikili karşılaştırmalar yapılarak karşılaştırma matrisi elde edilir ve bu verilerden her kriterin önem derecesi belirlenir. En son olarak tüm kriterler birlikte değerlendirilerek en iyi seçenek ya da en iyi sıralama ortaya konmuş olur.

AHP'de çözüm adımları şu şekilde sıralanır:

- Problem ortaya konur, hiyerarşide en üstte yer alacak hedef belirlenir.
- Daha sonra hiyerarşi oluşturulur. Oluşturulan hiyerarşide; en üstte amaç olmak üzere kriterler, alt kriterler ve alternatifler belirlenir.
- İkili karşılaştırma matrisi oluşturulur.
- Oluşturulan ikili karşılaştırma matrisinden yararlanarak göreli önem vektörü (ağırlık vektörü) bulunur.
- Tutarlılık oranı hesaplanır. Tutarlılık durumunda karar verilir. Tutarlı olmama durumunda ikili karşılaştırmalar tekrar gözden geçirilerek işlemler tekrarlanır.

Hiyerarşi, her seviyede üst sıralara çıkıldıkça azalma eğilimi gösteren ve bir üst sırada yer alanın amacına uygun birçok karşılaştırmadan meydana gelen, derecelendirme vazifesini gören yapıya hiyerarşi denir (Ayyıldız, 2003: 114).

Hiyerarşide en üst basamakta yer alan amaç, çok kriterli, objektif kararların yanında sübjektif karar vermeyi de gerektiren, kriterleri, alt kriterleri ve alternatifleri bulunan bir yapıya sahip olmalıdır.

Burada eğer ele alınacak n tane eleman varsa ikili karşılaştırma yapılacağından n elemanın ikili kombinasyonu kadar karşılaştırma yapılması gerekir. Bu ise şu formülle hesaplanabilir:

$$C(n,2)=\frac{n!}{(n-2)!.2!} \quad ,(n\geq 2)$$ Bu formül düzenlenirse

$\frac{n.(n-1)}{2}$ ifadesi elde edilir.

İkili karşılaştırma matrisinde $A_1, A_2, ..., A_n$ kriterler olsun. $A=(a_{ij})$, $ij=1,2,...,n$, nxn boyutunda bir matriste kriterlerin önem dereceleri $A_1, A_2, ..., A_n$ olarak tanımlansın. Matrisin elemanları olan a_{ij} aşağıdaki iki özelliğe sahip olmalıdır. (Saaty ve Özdemir, 2003: 236)

1- Eğer $a_{ij}=k$ ise $a_{ji}=\frac{1}{k}$ olmalıdır. $(k\neq 0)$

2- Eğer A_i ile A_j eşit öneme sahip ise, a_{ij}=1 ve a_{ji}=1 olmalı ve hepsi $a_{ii}=1$ olarak alınmalıdır.

Bu özellikleri sağlayan A matrisi:

$$A=\begin{bmatrix} 1 & a_{12} & ... & a_{1n} \\ \frac{1}{a_{12}} & 1 & ... & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \frac{1}{a_{n1}} & \frac{1}{a_{n2}} & ... & 1 \end{bmatrix}$$ Şeklinde olur.

Burada $a_{ij}=\frac{w_i}{w_j}$ alındığında bunun anlamı A_i kriterinin A_j kriterine göre önemi olarak düşünülür. Yani, $a_{12}=\frac{w_1}{w_2}$ ifadesinden 1. kriterle 2. kriterin karşılaştırıldığı görülmektedir. Örneğin; $w_1=24$ br, $w_2=8$ br ise w_1 in w_2 ye göre önemi $a_{12}=\frac{24}{8}=3$ olur. Buradan 1. kriterin 2. kritere göre 3 kat daha önemli olduğu görülür. Buna göre, ikili karşılaştırma matrisi,

$$A = \begin{array}{c|c} & \begin{array}{cccc} A_1 & A_2 & \cdots & A_n \end{array} \\ \begin{array}{c} A_1 \\ \\ A_2 \\ \vdots \\ A_n \end{array} & \begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \cdots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \cdots & \frac{w_2}{w_n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \cdots & \frac{w_n}{w_n} \end{bmatrix} \end{array}$$

Şeklinde de ifade edilebilir (Saaty ve Özdemir, 2003: 236).

Tutarlılık, ikili karşılaştırmalar sonucunda bulunan değerlerin yani önceliklerin birbirleriyle olan mantıksal ve matematiksel ilişkisi olarak tanımlanabilir.

İkili karşılaştırma matrisinin göreli önem vektörü bulunduktan sonra, bulunan bu değerlerin tutarlı olup olmadığını belirlemek amacıyla tutarlılık oranı hesaplanır. Bunun için, elde edilen göreli önem vektörü ile ikili karşılaştırma matrisi çarpılarak yeni bir vektör elde edilir. Bu son elde edilen vektörün birinci elemanı, dört metottan her hangi birisiyle bulunan göreli önem vektörünün birinci elemanına, ikinci elemanı ikinciye ve n. elemanı n.'ye bölünerek üçüncü bir vektör elde edilir. Bu üçüncü vektörün elemanları toplanır ve eleman sayısına bölünürse, en büyük öz değer λ_{max} için yaklaşık bir değer elde edilir. Bu λ_{max} değeri n değerine ne kadar çok yakınsa bulunan sonuçlar da o kadar tutarlı olur (Tekeş, 2002: 78).

λ_{max} Değeri bulunduktan sonra tutarlılık oranını bulmak için, tutarlılık göstergesi, tesadüfîlik göstergesine bölünür. Elde edilen oran 0,10'dan daha küçük ise yapılan işlemlerin tutarlı olduğuna karar verilir.

$$\text{Tutarlılık Göstergesi} = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1}, \qquad \text{Tutarlılık Oranı} = \frac{\text{Tutarlılık Göstergesi}}{\text{Tesadüfilik Göstergesi}}$$

Tutarlılık göstergesi ve tutarlılık oranı yukarıda verilen formüller yardımıyla bulunur. Burada tesadüfilik göstergesi, aşağıda çizelge 3.1'de görüldüğü gibi 10 boyutlu matrisler için hesaplanan değerler (Saaty ve Tran, 2007: 966).

Çizelge 3.1: Tesadüfilik Göstergesi

Matris Boyutu	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Tesadüfilik Göstergesi	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

Tutarlılık oranının 0,10'dan daha büyük çıkması durumunda ikili karşılaştırma değerleri tekrar gözden geçirilerek hesaplamalar yeniden yapılır ve tutarlı sonuç elde edilinceye kadar devam edilir.

4. BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİK PROSES (BAHP)

İnsanların günlük hayatlarında verecekleri kararlarda çoğu zaman somut kavramların yanında soyut kavramlar da etkili olmakta ve ortaya bir belirsizlik çıkmaktadır. Bu belirsizlik durumunda karar vermek zorunda olan insan çeşitli çözüm yolları aramış ve bulanık mantığı ortaya koymuştur. Bulanık mantık insanın düşünme mantığına çok yakın olmasından dolayı, bu mantığı dikkate alan teknikler kullanılarak alınan kararlar daha isabetli olmaktadır.

Çok kriterli karar verme metotlarından biri olan analitik hiyerarşik proses belirsizlik durumunda karar vermeye tam uygun olmadığından, bulanık mantıkla AHP birleştirilerek bulanık analitik hiyerarşik proses ortaya konmuştur. Karar verici genellikle kesin değerler içeren değerlendirme yapmak yerine, aralıklı değerlendirme yapmayı daha güvenilir bulacaktır. Literatürde yer alan çeşitli yazarlar tarafından ortaya konmuş olan bir çok bulanık analitik hiyerarşik proses metodu bulunmaktadır. Bunlardan biri Chang tarafından ortaya konmuştur.

4.1. Genişletilmiş Bulanık AHP Yöntemi (Chang 1996)

Bulanık AHP'nin uygulandığı birçok problemde Chang (1996) tarafından önerilen genişletilmiş bulanık AHP yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde α kesim seviyelerine ihtiyaç duyulmamaktadır (Güner, 2006: 38). Bu yöntem yapay derece değerlerini kullanmasının yanında basit seviye sıralaması ve karma toplam sıralaması ile öne çıkmaktadır.

Bu yöntemin en avantajlı yanı hesap gereksiniminin az olması ve klasik AHP'nin adımlarını izleyerek ilave işlem gerektirmemesidir. Dezavantajı ise sadece bulanık üçgensel sayıları kullanmasıdır (Durdudiller, 2006: 42).

Genişletilmiş Bulanık AHP Yöntemi Algoritması

$X = (x_1, x_2, ..., x_n)$ Nesneler kümesi ve $U = (u_1, u_2, ..., u_n)$ bir hedef kümesi olsun. Chang'ın genişletilmiş analiz yöntemine göre, her bir nesne ele alınarak her hedef için g_i değerleri oluşturulur. Böylece, her bir nesne için m genişletilmiş analiz değerleri;

$$M^{1}_{g_i}, M^{2}_{g_i}, ..., M^{m}_{g_i} \quad , \quad i = 1,2,...,n \tag{4.1}$$

Şeklinde elde edilebilir. Burada verilen tüm $M^{j}_{g_i}$ $(j = 1,2,...,m)$ değerleri üçgensel bulanık sayıdır. Chang'in genişletilmiş analiz yönteminin adımları aşağıda tek tek gösterilmiştir (Kahraman, vd., 2004: 176;Wang, Y,M ve vd., 2008: 736; Ertuğrul, İ ve Nakkaşoğlu, N, 2006: 197; Felix, T, vd., 2007: 15).

1.Adım: Bulanık yapay büyüklük değeri, i. nesneye göre şöyle tanımlanır:

$$S_i = \sum_{j=1}^{m} M^{j}_{g_i} \otimes \left[\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} M^{j}_{g_i} \right]^{-1} \tag{4.2}$$

$\sum_{j=1}^{m} M^{j}_{g_i}$ İfadesini elde etmek için, m değerleri üzerinde bulanık sayılarda toplama işlemini belirli bir matris için şu şekilde gerçekleştiririz:

$$\sum_{j=1}^{m} M^{j}_{g_i} = \left(\sum_{j=1}^{m} l_j , \sum_{j=1}^{m} m_j , \sum_{j=1}^{m} u_j \right) \tag{4.3}$$

ve $\left[\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} M^{j}_{g_i} \right]^{-1}$ ifadesini elde etmek için, $M^{j}_{g_i}$ $(j = 1,2,...,m)$ değerleri üzerinde bulanık toplama işlemi yapılır.

$$\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} M^{j}_{g_i} = \left(\sum_{i=1}^{n} l_j , \sum_{i=1}^{n} m_j , \sum_{i=1}^{n} u_j \right) \tag{4.4}$$

ve bu adımın en son aşaması olarak (4.22)'deki denklemdeki vektörün tersi hesaplanır.

$$\left[\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} M^{j}_{g_i} \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^{n} u_j} , \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} m_j} , \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} l_j} \right) \tag{4.5}$$

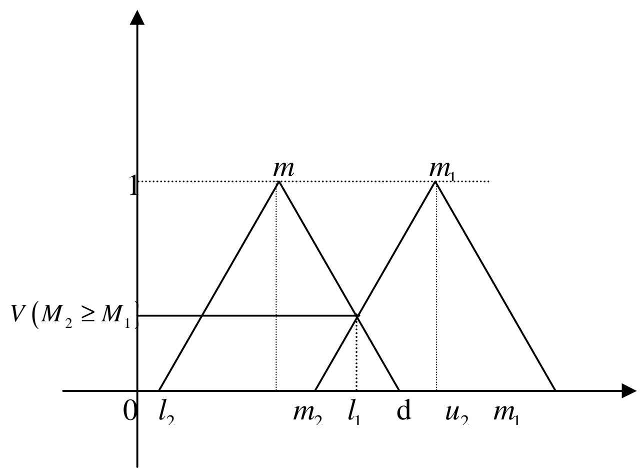
2.Adım: $M_1 = (l_1, m_1, u_1) \leq M_2 = (l_2, m_2, u_2)$ ifadesinin olasılık derecesi aşağıdaki şekilde tanımlanır.

$$V(M_2 \geq M_1) = \sup_{y \geq x} \left[\min\left(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y) \right) \right] \tag{4.6}$$

$M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ ve $M_2 = (l_2, m_2, u_2)$ Üçgensel (konveks) bulanık sayılar olmak üzere:

$$V\left(M_2 \geq M_1\right) = hgt\left(M_1 \cap M_2\right) = \mu_{M_2}\left(d\right) = \begin{cases} 1 & , m_2 \geq m_1 \\ 0 & , l_1 \geq u_2 \\ \dfrac{l_1 - u_2}{\left(m_2 - u_2\right) - \left(m_1 - l_1\right)} & , diğer\ durumlarda \end{cases}$$

Şekil 4.1: M_2 Ve M_1 Üçgen Bulanık Sayılarının Kesişimi



İfadesi elde edilir. Aşağıda şekil 4,1'de görüldüğü gibi $V\left(M_2 \geq M_1\right)$ ifadesi $M_1 = \left(l_1, m_1, u_1\right)$ *ve* $M_2 = \left(l_2, m_2, u_2\right)$ üçgensel bulanık sayılarının kesişim noktasının ordinatıdır. Diğer bir ifadeyle üyelik fonksiyonunun değeridir.

M_1 ve M_2 yi karşılaştırmak için, $V\left(M_2 \geq M_1\right)$ ve $V\left(M_1 \geq M_2\right)$ değerlerinin her ikisinin de bulunması gerekir.

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

$$\begin{aligned} V\left(M \geq M_1, M_2, ..., M_k\right) &= V\left[\left(M \geq M_1\right), \left(M \geq M_2\right), ..., \left(M \geq M_k\right)\right] \\ &= \min V\left(M \geq M_i\right) \quad , \quad i = 1, 2, ..., k \end{aligned} \tag{4.7}$$

k=1,2,…,n ; $k \neq j$ için $d^{'}\left(A_i\right) = \min V\left(S_i \geq S_k\right)$ olarak alınırsa, ağırlık vektörü aşağıdaki şekilde elde edilmiş olur.

$$W' = \left(d'\left(A_1\right), d'\left(A_2\right), ..., d'\left(A_n\right)\right)^T \tag{4.8}$$

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

4.Adım: Yukarıda (4.8)'de verilen ağırlık vektörü normalize edildiğinde:

$$W = \left(d\left(A_1\right), d\left(A_2\right), \ldots, d\left(A_n\right)\right)^T \quad (4.9)$$

Vektörü bulunur. Artık bu W ağırlık vektörü bulanık bir sayı değildir.

Bulanık AHP'de Kullanılan Ölçekler

Bulanık AHP'de uygulanan yönteme göre ölçek çeşitleri değişmektedir. Yaygın olarak kullanılan ölçek çeşidi bulanık üçgensel sayılardan (Triangular Fuzzy Numbers-TFN) oluşan çizelge 4,2'de verilen ölçek olarak görülmektedir (Başlıgil, 2005: 27-33, Kahraman, vd, 2004: 177-183, Felix, vd, 2007: 20-25)

Çizelge 4.1: Bulanık Analitik Hiyerarşik Proses Önem Ölçeği

Açıklama	**Önem Derecesi**	**Önem Derecesi Eşleniği**
Eşit Önemli	$(1,1,1)$	$(1,1,1)$
Daha Önemli	$\left(\frac{2}{3},1,\frac{3}{2}\right)$	$\left(\frac{2}{3},1,\frac{3}{2}\right)$
Çok Daha Önemli	$\left(\frac{3}{2},2,\frac{5}{2}\right)$	$\left(\frac{2}{5},\frac{1}{2},\frac{2}{3}\right)$
Çok Fazla Önemli	$\left(\frac{5}{2},3,\frac{7}{2}\right)$	$\left(\frac{2}{7},\frac{1}{3},\frac{2}{5}\right)$
Kesin Önemli	$\left(\frac{7}{2},4,\frac{9}{2}\right)$	$\left(\frac{2}{9},\frac{1}{4},\frac{2}{7}\right)$

Kaynak: Felix, vd, 2007: 20-25.

Dilsel (Sözel) Değerlendirmede Kullanılan Ölçek

Karşılaştırma matrisinin boyutu büyüdükçe karar vericinin ikili karşılaştırma yapması güçleşmektedir. Literatürde en fazla 15x15 boyutlu bir karşılaştırmaya yer verilmiştir. Bu nedenle alternatif sayısı fazla olduğunda dilsel değerlendirmeye ihtiyaç duyulmaktadır. Dilsel değerlendirme sonucunda alternatiflerin toplam ağırlığı bulunur, daha sonra normalizasyon işlemi yapılarak her alternatifin göreli önem derecesi bulunmuş olur.

Literatürde dilsel değerlendirmeler farklı şekillerde ele alınmıştır. Bu dilsel ifadeler "çok zayıf, zayıf, orta, iyi ve çok iyi" şeklinde alınabilir. Daha sonra bu her bir ifadeye karşılık gelecek şekilde bir değer atanır. Çizelge 4.3'te dilsel ifadeler ve atanan değerler görülmektedir (Çanlı ve Kandakoğlu, 2007: 75)

Çizelge 4.2: Dilsel İfadeler ve Ölçeği

Dilsel İfade	Değer	Değer
Çok Zayıf	1	0
Zayıf	2	0,25
Orta	3	0,50
İyi	4	0,75
Çok İyi	5	1

Kaynak: Çanlı ve Kandakoğlu, 2007: 75.

Yukarıda çizelge 4.3'te verilen dilsel ifadeleri üçgen bulanık sayı olarak alan kaynaklarda bulunmaktadır.

4.5. Bulanık AHP'de Tutarlılık

Literatür taraması sonucu bulanık analitik hiyerarşik proseste tutarlılık oranı ile ilgili çok fazla bir bilgiye ulaşılamamıştır. Ancak Kwong ve Bai (2003: 622)"de tutarlılığın hesaplanması için bulanık sayıların durulaştırıldıktan sonra AHP'de olduğu gibi hesaplanacağından bahsetmiştir. Ancak literatürde değerlendirme sonucunda, çalışmalarda tutarlılığın kontrol edilmediği görülmüştür

Chang tarafından önerilen genişletilmiş analiz yönteminde tutarlılığın hesaplanması bazı durumlarda mümkün görülmemektedir. Bulanık AHP sonucunda toplam ağırlık vektöründe bazı kriterlerin ağılıkları sıfır çıkmaktadır. Tutarlılık indeksi hesaplarken, durulaştırılmış ikili karşılaştırma matrisi ile ağırlık vektörü çarpılıp, bulunan vektörün ağırlık vektörünün her bir elemanına tek tek bölünmesi gerekmektedir. Ağırlık vektörünün elemanlarından birisi sıfır olduğu durumlarda sayının sıfıra bölünmesi söz konusu olmaktadır. Bu durum ise matematikte tanımsızlık belirtmektedir.

5. UYGULAMADA KULLANILAN YÖNTEM VE TEKNİKLER

Liseyi bitiren bir öğrenci için en zor karar üniversite tercihi olmaktadır. Öğrenci belki de hayatı boyunca yanlış bir tercih durumunda pişmanlık duyacak ya da doğru tercih yaparak mutlu bir hayat sürdürecektir. İşte böyle kritik bir karar sürecine bilimsel bir çalışma ile katkıda bulunmak amacıyla bu uygulama çalışması yapılmıştır.

Uygulama için öncelikle ÖSS ve ÖSYM sistemi araştırıldı. Daha sonra ana kriterler ve alt kriterler belirlenmeye çalışıldı ve üniversite sınavına giren bir öğrencinin tercihleri dikkate alınarak uygulama yapıldı.

Burada yapılan uygulamada veriler tercih yapacak olan öğrencilere anket uygulayarak elde edilmiştir. Öncelikle tercihlerde öğrenciler tarafından göz önünde bulundurulan ana kriterler ve bu ana kriterlere ait alt kriterler belirlenmiştir. Belirlenen bu kriterlerin, tercih yapacak olan öğrenci ile yapılan görüşme ve anket sonucunda, değerlendirmeleri yapılmış ve göreli önemleri tespit edilmiştir.

Elde edilen göreli önem değerlerinin bulunmasından sonra ÖSS tercihlerinde öğrencilere yardımcı olan okulların PDR (Rehberlik ve Psikolojik Danışman) servisleri ile görüşülerek alternatiflere ait veriler elde edilmiş ve son olarak elde edilen tüm veriler değerlendirilerek öğrencinin yapacağı tercih öğrencinin istek ve talepleri de düşünülerek bir sıraya konulmuştur.

Bu sıralama analitik hiyerarşik proses kullanılarak bulanık mantıkla birleştirilmiş ve bulanık AHP yardımıyla üçgensel bulanık sayılar kullanılarak genişletilmiş analiz yöntemi (Chang Yöntemi), Liou ve Wang yöntemi ve kareli ortalama yöntemleri kullanılarak sıralama yapılmıştır.

Uygulamada kullanılan yöntemlerle ilgili bilgiler önceki bölümlerde ele alınmış ve anlatılmıştır. Uygulamanın son kısmında ise ele alınan yöntemler karşılaştırılmıştır.

5.1.Üniversite Tercihinde Hiyerarşik Yapı

Üniversite tercihinde en iyi sıralamanın ortaya konulabilmesi probleminde, hiyerarşinin oluşturulması için bir özel okulda okuyan 76 öğrenciye bir anket uygulanmış ve bu anketin sonucundan yararlanılmıştır. Öğrencilere burada üniversite tercihinde bulunurken hangi ana kriterleri ve alt kriterleri kullandıkları sorulmuş ve verilen cevaplardan hiyerarşik yapı oluşturulmuştur. Buna göre, öğrencilerin genel olarak üniversite tercihlerinde şehir, üniversite ve bölüm ana kriterlerini göz önüne aldıkları tespit edilmiştir. Hiyerarşide son basamakta yer alan üniversiteler ve bölümler üniversite tercihi yapacak olan öğrenci tarafından belirlenmiştir. Buna göre, hiyerarşik yapı şekil 5,1'deki gibi oluşturulmuştur.

5.2. Genişletilmiş Analiz Yöntemine Göre Değerlendirme

Burada, Chang (1996) tarafından önerilen genişletilmiş analiz yöntemiyle üniversite tercihinde en iyi sıralama yapılmaya çalışılmıştır.

Uygulamada karşılaştırma matrisindeki değerler bir öğrenci ile yapılan anket sonucunda elde edilmiştir. Bu anketten ana kriterlere ait elde edilen değerler çizelge 5,1'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.1: Üniversite Tercihinde Ana Kriterlere Göre İkili Karşılaştırma Matrisi

Kriterler	**Şehir**	**Üniversite**	**Bölüm**
Şehir	(1, 1, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/7, 1/3, 2/5)
Üniversite	(3/2, 2, 5/2)	(1, 1, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)
Bölüm	(5/2, 3, 7/2)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 1, 1)

Çizelge 5.1 ye göre elde edilen yapay değerler:

$S_{Şehir}$ = (1.69, 1.83, 2.07) x (0.08, 0.09, 0.10) = (0.13, 0.16, 0.22)

$S_{Üniversite}$= (2.90, 3.50, 4.17) x (0.08, 0.09, 0.10) = (0.22, 0.31, 0.43)

$S_{Bölüm}$ = (5.00, 6.00, 7.00) x (0.08, 0.09, 0.10) = (0.38, 0.53, 0.73)

Elde edilen bu vektörler kullanılarak karşılaştırma işlemleri yapılırsa:

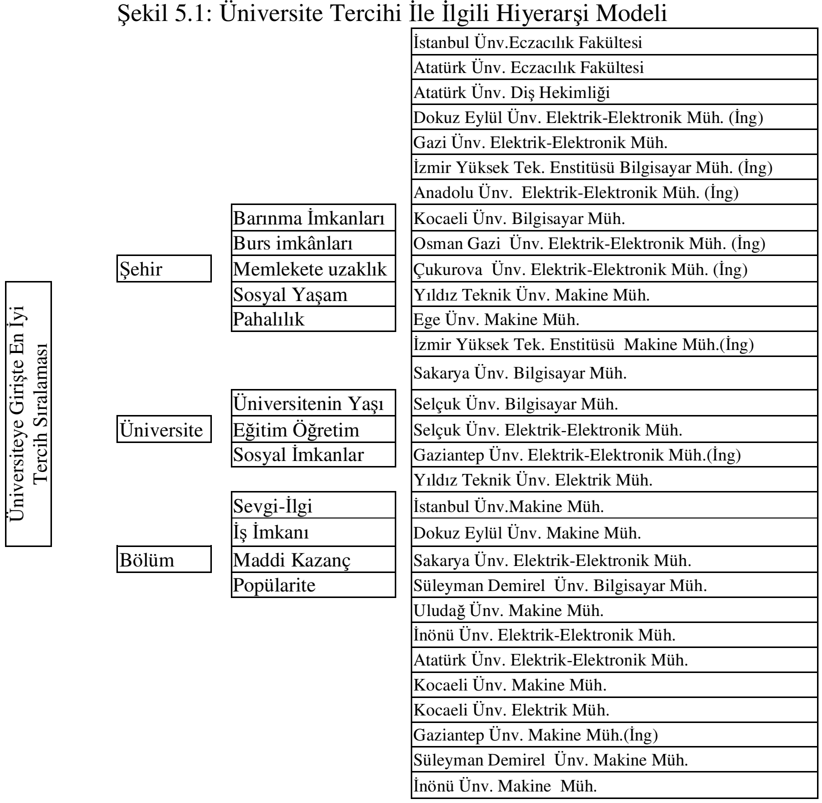
$V(S_{Şehir} > S_{Üniversite}) = 0$ $V(S_{Üniversite} > S_{Şehir}) = 1.00$ $V(S_{Bölüm} > S_{Şehir}) = 1.00$

$V(S_{Şehir} > S_{Bölüm}) = 0$ $V(S_{Üniversite} > S_{Bölüm}) = 0.20$ $V(S_{Bölüm} > S_{Üniversite}) = 1.00$

Değerleri elde edilir Elde edilen bu değerlere göre ağırlık vektörü;

W' = (0.00, 0.20, 1.00)^T olarak bulunur bu vektör normalize edildiğinde ise kriterlerin ağırlıkları, W = (0.00, 0.17, 0.83)^T olur. Buna göre, ana kriterlerden çıkan sonuç, kriterlerin önem dereceleri yüzde olarak ifade edilirse; bu öğrenci için şehir %0, üniversite %17 ve bölüm ise %83 öneme sahiptir.

Şekil 5.1: Üniversite Tercihi İle İlgili Hiyerarşi Modeli



Çizelge 5.2'te hang'ın yöntemine göre tercihlerin toplam ağırlıkları hesaplanmış ve sıralama yapılmıştır.

Çizelge 5.2: Chang'ın Yöntemine Göre En İyi Tercih Sıralaması

Sıra No	ÜNİVERSEİT	Toplam Ağırlık Vektörü	BAHP Değerlendirmesi Sonucu Elde Edilen Sıralama	En İyi Tercih Sıralaması
1	**İstanbul Ünv.Eczacılık Fakültesi**	**0,0428**	**1**	1
2	**Atatürk Ünv. Eczacılık Fakültesi**	**0,0420**	**2**	2
3	**Atatürk Ünv. Diş Hekimliği**	**0,0420**	**3**	3
4	Dokuz Eylül Ünv. Elektrik-Elektronik Müh. (İng)	0,0389	8	
5	Gazi Ünv. Elektrik-Elektronik Müh.	0,0370	14	
6	**İzmir Yüksek Tek. Enstitüsü Bilgisayar Müh. (İng)**	**0,0409**	**4**	4
7	Anadolu Ünv. Elektrik-Elektronik Müh. (İng)	0,0381	10	
8	**Kocaeli Ünv. Bilgisayar Müh.**	**0,0390**	**5**	5
9	Osman Gazi Ünv. Elektrik-Elektronik Müh. (İng)	0,0381	11	
10	Çukurova Ünv. Elektrik-Elektronik Müh. (İng)	0,0376	12	
11	Yıldız Teknik Ünv. Makine Müh.	0,0239	23	
12	Ege Ünv. Makine Müh.	0,0239	24	
13	İzmir Yüksek Tek. Enstitüsü Makine Müh.(İng)	0,0258	21	
14	**Sakarya Ünv. Bilgisayar Müh.**	**0,0390**	**6**	6
15	**Selçuk Ünv. Bilgisayar Müh.**	**0,0390**	**7**	7
16	Selçuk Ünv. Elektrik-Elektronik Müh.	0,0366	15	
17	Gaziantep Ünv. Elektrik-Elektronik Müh.(İng)	0,0376	13	
18	Yıldız Teknik Ünv. Elektrik Müh.	0,0341	19	
19	İstanbul Ünv.Makine Müh.	0,0239	25	
20	Dokuz Eylül Ünv. Makine Müh.	0,0239	26	
21	Sakarya Ünv. Elektrik-Elektronik Müh.	0,0366	16	
22	**Süleyman Demirel Ünv. Bilgisayar Müh.**	**0,0386**	**9**	8
23	Uludağ Ünv. Makine Müh.	0,0226	27	
24	İnönü Ünv. Elektrik-Elektronik Müh.	0,0362	18	
25	**Atatürk Ünv. Elektrik-Elektronik Müh.**	**0,0366**	**17**	9
26	Kocaeli Ünv. Makine Müh.	0,0226	28	
27	**Kocaeli Ünv. Elektrik Müh.**	**0,0328**	**20**	10
28	**Gaziantep Ünv. Makine Müh.(İng)**	**0,0250**	**22**	11
29	**Süleyman Demirel Ünv. Makine Müh.**	**0,0226**	**29**	12
30	**İnönü Ünv. Makine Müh.**	**0,0226**	**30**	13

Genişletilmiş analiz yöntemine (Chang'ın Yöntemi) göre, Yapılan değerlendirme sonucunda öğrencinin seçmiş olduğu 30 tercihten 13 tanesini tercih etmesinin uygun olduğu görülmüştür. Öğrencinin tercihlerini aşağıda çizelge 5.3'de görüldüğü gibi yapmasının en iyi sıralama şekli olacağı anlaşılmaktadır.

Çizelge 5.3: Üniversiteye Girişte En İyi Tercih Sıralaması

Sıra No	Üniversite
1	İstanbul Ünv.Eczacılık Fakültesi
2	Atatürk Ünv. Eczacılık Fakültesi
3	Atatürk Ünv. Diş Hekimliği
4	İzmir Yüksek Tek. Enstitüsü Bilgisayar Müh. (İng).
5	Kocaeli Ünv. Bilgisayar Müh.
6	Sakarya Ünv. Bilgisayar Müh.
7	Selçuk Ünv. Bilgisayar Müh.
8	Süleyman Demirel Ünv. Bilgisayar Müh.
9	Atatürk Ünv. Elektrik-Elektronik Müh.
10	Kocaeli Ünv. Elektrik Müh.
11	Gaziantep Ünv. Makine Müh.(İng)
12	Süleyman Demirel Ünv. Makine Müh.
13	İnönü Ünv. Makine Müh.

5.6. Bulanık Sayıların Sıralamasını Esas Alarak Değerlendirme

Burada iki farklı sıralama metodu ile uygulama yapılmıştır. Birincisi Liou ve Wang tarafından ortaya konan toplam entegral değer yöntemiyle sıralama, ikincisi ise kareli ortalama kullanılarak yapılan sıralamadır.

5.6.1. Liou ve Wang Yöntemine Göre Değerlendirme

Liou ve Wang tarafından önerilen yöntem genişletilmiş analiz yönteminin 2. adımından sonra bulanık sayıların sıralanması esasına dayanmaktadır. Bu yöntemle hem ana kriterlerin göreli önemleri hem de alt kriterlere ait göreli önem vektörleri bulunmuştur ve göreli önem vektörünün her biri için tutarlılık oranı hesaplanarak tutarlılığına bakılmıştır.

Burada ikili karşılaştırma matrisi daha önceden oluşturmuş olduğumuz matris olup, uygulamanın 1. adımında genişletilmiş analiz yönteminde hesaplanan yapay değerler aynen alınmıştır.

Çizelge 5.4: Üniversite Tercihinde Ana Kriterlere Göre İkili Karşılaştırma Matrisi

Kriterler	Şehir	Üniversite	Bölüm
Şehir	(1, 1, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/7, 1/3, 2/5)
Üniversite	(3/2, 2, 5/2)	(1, 1, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)
Bölüm	(5/2, 3, 7/2)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 1, 1)

Çizelge 5.4'e göre elde edilen yapay değerler:

$S_{Şehir}$ = (0.13, 0.16, 0.22)

$S_{Üniversite}$= (0.22, 0.31, 0.43)

$S_{Bölüm}$ = (0.38, 0.53, 0.73)

Elde edilen bu vektörler denklem (2.13) kullanılarak iyimserlik indeksi $\alpha = 0,8$ olmak üzere Liou ve Wang'ın toplam entegral yöntemine göre;

$$I_T^{\alpha}(S_A) = \frac{1}{2}.\left[\alpha.u + n + (1-\alpha).m\right]$$

$$I_T^{\alpha}(S_{Şehir}) = \frac{1}{2}.\left[0,8.0,22 + 0,16 + (1-0,8).0,13\right]$$
$$= 0,18$$

$$I_T^{\alpha}(S_{Üniversite}) = \frac{1}{2}.\left[0,8.0,43 + 0,31 + (1-0,8).0,22\right]$$
$$= 0,35$$

$$I_T^{\alpha}(S_{Bölüm}) = \frac{1}{2}.\left[0,8.0,73 + 0,53 + (1-0,8).0,38\right]$$
$$= 0,59$$

Değerleri elde edilir Elde edilen bu değerlere göre ağırlık vektörü;

W' = (0.18, 0.35, 0.59)^T olarak bulunur bu vektör normalize edildiğinde ise kriterlerin ağırlıkları, W = (0.16, 0.31, 0.53)^T olur.

Bulunan değerlerin tutarlı olup olmadığını görebilmek için tutarlılık oranının bulunması gerekmektedir. Bunun için öncelikle ikili karşılaştırma matrisini oluşturan bulanık sayıların durulaştırılması gerekmektedir. Çizelge 5.12 matrisi denklem (2.4) kullanılarak durulaştırılırsa;

$$\begin{bmatrix} 1,00 & 0,51 & 0,34 \\ 2,00 & 1,00 & 0,51 \\ 3,00 & 2,00 & 1,00 \end{bmatrix}$$

matrisi elde edilir. Elde edilen bu matris ile ağırlık vektörü çarpılırsa;

$$\begin{bmatrix} 1,00 & 0,51 & 0,34 \\ 2,00 & 1,00 & 0,51 \\ 3,00 & 2,00 & 1,00 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,16 \\ 0,31 \\ 0,53 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,50 \\ 0,90 \\ 1,63 \end{bmatrix}$$

Olur. En son çarpım sonucu elde edilen vektör ağırlık vektörünün elemanlarına bölünüp elde edilen değerler toplanırsa,

$$\lambda_{\max} = \frac{0,50}{0,16} + \frac{0,90}{0,31} + \frac{1,63}{0,53} = 3,03$$

Olarak bulunur. n matris boyutunu göstermek üzere, tutarlılık indeksi;

$T.\dot{I} = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1}$ Formülü kullanılarak hesaplandığında, $T.\dot{I} = \frac{3,03-3}{3-1} = 0,01$ bulunur ve bu değer tesadüfîlik göstergesine bölünmesiyle tutarlılık oranı;

$T.O = \frac{0,01}{0,52} = 0,028$ Olarak hesaplanır. Tutarlılık oranı %10'dan daha küçük olduğu için yapılan işlemlerin tutarlı olduğu anlaşılmıştır.

Buna göre, ana kriterlerden çıkan sonuç, kriterlerin önem dereceleri yüzde olarak ifade edilirse; bu öğrenci için şehir %16, üniversite %31 ve bölüm ise %53 öneme sahiptir.

Çizelge 5.5'te Liou ve Wang'ın toplam entegral yöntemine göre iyimserlik indeksi 0,8 alınarak tercihlerin toplam ağırlıkları hesaplanmış ve sıralama yapılmıştır.

Çizelge 5.5: Liou ve Wang'ın Yöntemine Göre En İyi Tercih Sıralaması

Sıra No	ÜNİVERSİTE	Toplam Ağırlık Vektörü	Değerlendirmesi Sonucu Elde Edilen	En İyi Tercih Sıralaması
1	**İstanbul Ünv.Eczacılık Fakültesi**	**0,0406**	**1**	1
2	Atatürk Ünv. Eczacılık Fakültesi	0,0371	8	
3	Atatürk Ünv. Diş Hekimliği	0,0371	9	
4	Dokuz Eylül Ünv. Elektrik-Elektronik Müh. (İng)	0,0387	4	
5	Gazi Ünv. Elektrik-Elektronik Müh.	0,0378	7	
6	**İzmir Yüksek Tek. Enstitüsü Bilgisayar Müh. (İng)**	**0,0393**	**2**	2
7	**Anadolu Ünv. Elektrik-Elektronik Müh. (İng)**	**0,0387**	**3**	3
8	**Kocaeli Ünv. Bilgisayar Müh.**	**0,0380**	**5**	4
9	**Osman Gazi Ünv. Elektrik-Elektronik Müh. (İng)**	**0,0378**	**6**	5
10	Çukurova Ünv. Elektrik-Elektronik Müh. (İng)	0,0328	17	
11	Yıldız Teknik Ünv. Makine Müh.	0,0309	21	
12	Ege Ünv. Makine Müh.	0,0307	22	
13	İzmir Yüksek Tek. Enstitüsü Makine Müh.(İng)	0,0303	23	
14	**Sakarya Ünv. Bilgisayar Müh.**	**0,0370**	**10**	6
15	**Selçuk Ünv. Bilgisayar Müh.**	**0,0359**	**11**	7
16	Selçuk Ünv. Elektrik-Elektronik Müh.	0,0333	16	
17	Gaziantep Ünv. Elektrik-Elektronik Müh.(İng)	0,0335	15	
18	**Yıldız Teknik Ünv. Elektrik Müh.**	**0,0355**	**12**	8
19	İstanbul Ünv.Makine Müh.	0,0292	25	
20	Dokuz Eylül Ünv. Makine Müh.	0,0302	24	
21	**Sakarya Ünv. Elektrik-Elektronik Müh.**	**0,0353**	**13**	9
22	**Süleyman Demirel Ünv. Bilgisayar Müh.**	**0,0342**	**14**	10
23	Uludağ Ünv. Makine Müh.	0,0274	26	
24	**İnönü Ünv. Elektrik-Elektronik Müh.**	**0,0321**	**18**	11
25	**Atatürk Ünv. Elektrik-Elektronik Müh.**	**0,0320**	**19**	12
26	Kocaeli Ünv. Makine Müh.	0,0257	28	
27	**Kocaeli Ünv. Elektrik Müh.**	**0,0320**	**20**	13
28	**Gaziantep Ünv. Makine Müh.(İng)**	**0,0271**	**27**	14
29	**Süleyman Demirel Ünv. Makine Müh.**	**0,0249**	**29**	15
30	**İnönü Ünv. Makine Müh.**	**0,0249**	**30**	16

5.6.2. Kareli Ortalama Yöntemine Göre değerlendirme

Burada ikili karşılaştırma matrisi, daha önceden oluşturmuş olduğumuz matris olup, uygulamanın 1. adımında genişletilmiş analiz yönteminde hesaplanan yapay değerler aynen alınmıştır.

Uygulamada karşılaştırma matrisindeki değerler, bir öğrenci ile yapılan anket sonucunda elde edilmiştir. Bu anketten ana kriterlere ait elde edilen değerler çizelge 5.6'de verilmiştir.

Çizelge 5.6: Üniversite Tercihinde Ana Kriterlere Göre İkili Karşılaştırma Matrisi

Kriterler	Şehir	Üniversite	Bölüm
Şehir	(1, 1, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/7, 1/3, 2/5)
Üniversite	(3/2, 2, 5/2)	(1, 1, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)
Bölüm	(5/2, 3, 7/2)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 1, 1)

Çizelge 5.14'e göre elde edilen yapay değerler:

$S_{Şehir}$ = (0.13, 0.16, 0.22) $S_{Üniversite}$= (0.22, 0.31, 0.43) $S_{Bölüm}$ = (0.38, 0.53, 0.73)

Elde edilen bu vektörler denklem (2.18) kullanılarak kareli ortalama yöntemiyle sıralamaya göre,

$$K(S_A) = \sqrt{\frac{l^2 + m^2 + u^2}{3}} \qquad K(S_{Şehir}) = \sqrt{\frac{(0,13)^2 + (0,16)^2 + (0,22)^2}{3}} = 0,17$$

$$K(S_{Üniversite}) = \sqrt{\frac{(0,22)^2 + (0,31)^2 + (0,43)^2}{3}} = 0,33 \qquad K(S_{Bölüm}) = \sqrt{\frac{(0,38)^2 + (0,53)^2 + (0,73)^2}{3}} = 0,56$$

Değerleri elde edilir Elde edilen bu değerlere göre ağırlık vektörü; W' = (0.17, 0.33, 0.56)^T olarak bulunur. Bu vektör normalize edildiğinde ise kriterlerin ağırlıkları, W = (0.16, 0.31, 0.53)^T olur.

Bulunan değerlerin tutarlı olup olmadığını görebilmek için tutarlılık oranının bulunması gerekmektedir. Bunun için öncelikle ikili karşılaştırma matrisini oluşturan bulanık sayıların durulaştırılması gerekmektedir. Çizelge 5.6 matrisi denklem (2.4) kullanılarak durulaştırılırsa;

$$\begin{bmatrix} 1,00 & 0,51 & 0,34 \\ 2,00 & 1,00 & 0,51 \\ 3,00 & 2,00 & 1,00 \end{bmatrix}$$ Matrisi elde edilir. Elde edilen bu matris ile ağırlık vektörü çarpılırsa;

$$\begin{bmatrix} 1,00 & 0,51 & 0,34 \\ 2,00 & 1,00 & 0,51 \\ 3,00 & 2,00 & 1,00 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,16 \\ 0,31 \\ 0,53 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,50 \\ 0,90 \\ 1,63 \end{bmatrix}$$

Olur. En son çarpım sonucu elde edilen vektör ağırlık vektörünün elemanlarına bölünüp elde edilen değerler toplanırsa,

$\lambda_{\max} = \dfrac{0,50}{0,16} + \dfrac{0,90}{0,31} + \dfrac{1,63}{0,53} = 3,03$ olarak bulunur. n matris boyutunu göstermek üzere, tutarlılık indeksi; $T.\dot{I} = \dfrac{\lambda_{\max} - n}{n-1}$ Formülü kullanılarak hesaplandığında, $T.\dot{I} = \dfrac{3,03-3}{3-1} = 0,01$ bulunur ve bu değer tesadüfîlik göstergesine bölünmesiyle tutarlılık oranı; $T.O = \dfrac{0,01}{0,52} = 0,027$ Olarak hesaplanır. Tutarlılık oranı %10'dan daha küçük olduğu için yapılan işlemlerin tutarlı olduğu görülür.

Buna göre, ana kriterlerden çıkan sonuç, kriterlerin önem dereceleri yüzde olarak ifade edilirse; bu öğrenci için şehir %16, üniversite %31 ve bölüm ise %53 öneme sahiptir.

Kareli ortalama ile yapılan hesaplamalar sonucunda yine çizelge 5.5'teki değerler elde edilmiştir.

Hem Liou ve Wang'ın yöntemine göre, hem de kareli ortalama yöntemine göre üniversite tercihinde en iyi sıralama şekli aynı çıkmaktadır. Bu yöntemlere göre öğrencinin tercihlerini çizelge 5.8'deki gibi yapmasının uygun olduğu görülmüştür.

Çizelge 5.8: Kareli Yöntem, Liou ve Wang'a Göre En İyi Tercih Sıralaması

Sıra No	ÜNİVERSİTE	En İyi Tercih Sıralaması
1	İstanbul Ünv.Eczacılık Fakültesi	1
2	İzmir Yüksek Tek. Enstitüsü Bilgisayar Müh. (İng)	2
3	Anadolu Ünv. Elektrik-Elektronik Müh. (İng)	3
4	Kocaeli Ünv. Bilgisayar Müh.	4
5	Osman Gazi Ünv. Elektrik-Elektronik Müh. (İng)	5
6	Sakarya Ünv. Bilgisayar Müh.	6
7	Selçuk Ünv. Bilgisayar Müh.	7
8	Yıldız Teknik Ünv. Elektrik Müh.	8
9	Sakarya Ünv. Elektrik-Elektronik Müh.	9
10	Süleyman Demirel Ünv. Bilgisayar Müh.	10
11	İnönü Ünv. Elektrik-Elektronik Müh.	11
12	Atatürk Ünv. Elektrik-Elektronik Müh.	12
13	Kocaeli Ünv. Elektrik Müh.	13
14	Gaziantep Ünv. Makine Müh.(İng)	14
15	Süleyman Demirel Ünv. Makine Müh.	15
16	İnönü Ünv. Makine Müh.	16

5.7. Uygulanan Yöntemlerin Karşılaştırılması

Uygulama üç farklı yöntem kullanılarak yapılmıştır. Ancak bu yöntemlerden, genişletilmiş analiz yönteminde tutarlılık oranı hesaplanamamış diğer iki yöntemde de tutarlılık oranları hesaplanmıştır.

Ana kriterlere ait göreli öncelik vektörlerinin karşılaştırılmasında çizelge 5.9'daki sonuçlar elde edilmiştir

Çizelge 5.9: Ana Kriterler İçin Yöntemlerin Karşılaştırılması

	Şehir	**Üniversite**	**Bölüm**	**Tutarlılık Oranı**
Chang'ın Yöntemine Göre	0	0,17	0,83	-
Liou ve Wang'a Göre	0,16	0,31	0,53	%2,8
Kareli Ortalamaya Göre	0,16	0,31	0,53	%2,6

Çizelgeden de görüldüğü gibi Chang'ın genişletilmiş analiz yöntemine göre bazı kriterlerin ağırlıkları 0 olarak çıkabilmektedir. Burada dikkat çeken nokta Liou ve Wang'ın yöntemi ile kareli ortalama yönteminin birbirine çok yakın değerler almasıdır.

Şehirle ilgili alt kriterlere ait göreli öncelik vektörlerinin karşılaştırılmasında çizelge 5.10'daki sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 5.10: İlgili Alt Kriterler İçin Yöntemlerin Karşılaştırılması

	Barınma	**Burs**	**Uzaklık**	**S. Yaşam**	**Pahalılık**	**Tutarlılık Oranı**
Chang'ın Yöntemine Göre	0,28	0,23	0,08	0,20	0,21	---
Liou ve Wang'a Göre	0,25	0,22	0,13	0,20	0,20	%6,3
Kareli Ortalamaya Göre	0,25	0,22	0,13	0,20	0,20	%6,3

Şehir ile ilgili alt kriterlerin ağırlıkları da incelendiğinde Liou ve Wang'ın yöntemi ile kareli ortalama yönteminin aynı çıktığı görülmektedir.

Üniversite ile ilgili alt kriterlere ait göreli öncelik vektörlerinin karşılaştırılmasında çizelge 5.11'deki sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 5.11: Üniversiteyle İlgili Alt Kriterler İçin Yöntemlerin Karşılaştırılması

	Yaş	**Eğt-Öğrt**	**S. İmkan**	**Tutarlılık Oranı**
Chang'ın Yöntemine Göre	0	1,00	0	-
Liou ve Wang'a Göre	0,13	0,61	0,26	%3,5
Kareli Ortalamaya Göre	0,13	0,61	0,26	%3,1

Üniversite ile ilgili alt kriterlerin ağırlıkları incelendiğinde, Chang'ın yönteminde üniversitenin yaşı ile sosyal imkânlarının bir öneme sahip olmadığı görülmekle birlikte, Liou ve Wang'ın yöntemi ile kareli ortalama yönteminde bu kriterlerinde az dahi olsa bir öneme sahip oldukları görülmektedir.

Bölüm-meslek ile ilgili alt kriterlere ait göreli öncelik vektörlerinin karşılaştırılmasında çizelge 5.12'deki sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 5.12: Bölümle İlgili Alt Kriterler İçin Yöntemlerin Karşılaştırılması

	Sevgi	**İş İmkânı**	**Maddi Kazanç**	**Popülarite**	**Tutarlılık Oranı**
Chang'ın Yöntemine Göre	0	0,57	0,43	0	---
Liou ve Wang'a Göre	0,13	0,39	0,34	0,14	%1,8
Kareli Ortalamaya Göre	0,13	0,39	0,34	0,14	%1,8

Bölüm-meslek ile ilgili alt kriterlerin ağırlıkları incelendiğinde, Chang'ın yönteminde bölüme olan sevgi-ilgi ile bölümün popülaritesinin bir öneme sahip olmadığı görülmekle birlikte, Liou ve Wang'ın yöntemi ile kareli ortalama yönteminde bu kriterlerin de az dahi olsa bir öneme sahip oldukları görülmektedir.

Üç yöntemde incelendiğinde Liou ve Wang'ın yöntemi ile Kareli ortalama yöntemlerinin daha çok gerçeği yansıttığı, ayrıca tutarlılığında test edilebilmesi sebebiyle Chang'ın yöntemine tercih edilebilir olduğu ortaya çıkmaktadır.

6. SONUÇ

Karşımıza çıkan bir karar verme problemine, kullanılan kriterlerden bazıları subjektif olduğunda, çok değişkenli karar verme metotlarını kullanarak çözüm bulmak kolaylık sağlamaktadır.

Bulanık analitik hiyerarşik proses metodu ile ilgili farklı çözüm yaklaşımları ortaya konmuştur. Bu çalışmada bu çözüm metotlarından Chang'in genişletilmiş analiz yöntemi ve Liou ve Wang tarafından ortaya konan toplam entegral değer yöntemleri ele alınarak çözüm bulunmuştur.

Ayrıca bulanık sayıyı oluşturan elemanlardan bir kısmı sıfır ya da negatif olduğunda bulanık sayıların sıralamasının kareli ortalama kullanılarakda yapılabileceği önerilmiş ve bulunan değerler diğer iki metotla karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda, Chang'ın metodunda bazı kriterlere ait ağırlıkların sıfır olarak çıktığı görülmüştür. Liou ve Wang tarafından ortaya konan yöntemle kareli ortalama kullanılarak yapılan değerlendirmelerin sonuçlarının aynı olduğu gözlenmiştir.

Analitik hiyerarşik proses ile çözülen problemlerde yapılan işlemlerin tutarlı olup olmadığını ölçmek için tutarlılık testi yapılması gerekmektedir. Bunun için tutarlılık oranı hesaplanmakta ve bulunan değer 0,1 den daha küçükse yapılan işlemlerin tutarlı olduğu, aksi durumda tutarlı olmadığı söylenmektedir. Literatür taraması sonucunda bulanık AHP'de tutarlılık oranı hesaplanan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak birkaç kaynakta nasıl yapılacağına dair bilgiler yer almaktadır. Chang'ın metodunda tutarlılık oranının hesaplanabilmesi matematik mantığı açısından çoğu durumlarda zor görünmektedir. Bunun sebebi ise, bazı kriterlerin ağırlıkları sıfır çıkabildiğinden ve tutarlılık oranı hesaplanırken matrislerin çarpımı sonucu elde edilen matrisin her bir elemanının ayrı ayrı bu ağırlıklara bölünmesi gerektiğinden ifade tanımsız olmaktadır.

Bu nedenle çalışmada Chang'ın metodunun yanında iki ayrı metot daha kullanılmış ve burada tutarlılık oranları hesaplanarak tutarlılık test edilebilmiştir. Tutarlılık oranlarının, Liou ve Wang'ın yöntemi ile kareli ortalama yönteminde birbirine çok yakın olduğu görülmüştür.

Bireyin yaklaşık 30-40 yıllık hayatını etkileyebilecek bir konuda karar vermesi oldukça önemlidir. Öğrenciler için üniversite, ülkemizde çok fazla önem arz etmektedir. Bazen yanlış bir tercih, öğrencinin ömür boyu üzülmesine ve mesleğini istemeden yapmasına neden olmaktadır. Eğer öğrenci kendi istek ve hayallerine göre tercihlerini yapar, sevdiği bir bölümü kazanırsa bu durumda mutlu bir hayat geçirebilmektedir. Bu nedenle bu işin bilimsel olarak ele alınması ve öğrencilere rehberlik edilmesi önemlidir.

Burada bir öğrencinin tercihleri ele alınmış, bu tercihler puan ya da başarı sıralamasına göre bir sıraya konulmuştur. Daha sonra öğrencinin istekleri ve şartlar değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda, Chang'a göre, öğrencinin belirttiği 30 tercih arasından 13 tanesini tercih etmesinin uygun olduğu ortaya çıkmıştır. Fakat diğer metotlara göre öğrencinin 16 tercih yapması daha uygun olarak ortaya çıkmıştır. Aradaki fark ise Chang'ın metodunda bazı kriterlere ait göreli önemlerin sıfır olarak çıkmasından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

6.1. Öneriler

Bulanık AHP karar vermede insana daha rahat hareket etme olanağı sağlamaktadır. Bu yöntemin uygulanması işletmeler için, bireyler için ve her konuda daha doğru kararlar verilmesini sağlayabilir.

Ayrıca bulanık AHP çalışmalarında da tutarlılık oranı hesaplanmalı ve tutarlılık test edildikten sonra bir karar verilmelidir.

Üniversite tercihlerinde metot sistemleştirilir ve bununla ilgili bir bilgisayar programı geliştirilirse öğrenciler, okullar ve dershaneler için çok yararlı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

1. ALKAN, A., **AHP'de Dilsel Karşılaştırma Sürecinin Bulanık Mantıkla Gerçekleştirilmesi**, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri enstitüsü, Kocaeli, 2006.
2. AYYILDIZ, G., **CIM Yatırımlarının Bulanık AHP Yöntemi İle değerlendirilmesi**, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri enstitüsü, İstanbul, 2003.
3. BAŞLIGİL, H. "The Fuzzy Analytic Hıerarchy Process For Software Selection Problems", **Yıldız teknik üniversitesi, Mühendislik ve Fen Bilimleri dergisi**, 2005/3.
4. CHANG, C-H, "Evaluating Weapon Systems Using Ranking Fuzzy Numbers", **Fuzzy Sets And Systems 107**, 25-35, 1999.
5. CHANG, C-W. vd, "Evaluating And Controlling Silicon Wafer Slicing Quality using Fuzzy Analytic Hierarchy And Sensitivity Analysis", **İnternational Journal Adv. Manuf. Tecnol. 36**, 322-333, 2008.
6. CHANG, K-F., CHİANG, C-M. ve CHOU, P-C., " Adapting Aspects Of GBTool 2005-Searching For Suitability İn Taiwan", **Building And environment 42**, 310-316, 2007.
7. CHANG, N-B. CHANG, Y-H. and CHEN, H-W. "Fair Fund Distrubition For A Municipal İncinerator Using GIS-Based Fuzzy Analytic Hierarchy Process", **Journal Of Environmental Management**, 1-14, 2007.
8. ÇANLI, H. ve KANDAKOĞLU, A., " Hava Gücü Mukayesesi İçin Bulanık AHP Modeli", **Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi**, Cilt 3, sayı 1, 71-82, 2007.
9. ÇİTLİ, N., **Bulanık Çok Kriterli Karar Verme**, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2006.
10. DURDUDİLLER, M., **Perakende Sektöründe Tedarikçi Performans değerlemesinde AHP ve Bulanık AHP uygulaması**, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2006.
11. ERTUĞRUL,İ. ve KARAKAŞOĞLU, N.,"The Fuzzy Abnalytic Hierarchy Process For Supplier Selection And An Application İn a Textile Company", **Proceedings of 5th İnternational Symposium on İntelligent Manufacturing Systems**, 195-207, 2006.
12. FELİX, T, S. vd, "Global Supplier Selection: A Fuzzy-AHP Approach", İnternational **Journal of Production Research, i First**, 1-33, 2007.
13. GÖKSU, A, "Bulanık Analitik Hiyerarşik Proses ve Üniversite Tercih Sıralamasında Uygulanması", Yayımlanmamış Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler enstitüsü, Isparta, 2008

14. GÜNER, H., **Bulanık AHP Ve Bir İşletme İçin Tedarikçi Seçimi Problemine Uygulanması**, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Denizli, 2005.
15. GÜNGÖR, İ. ve İŞLER, D., "Analitik Hiyerarşi Yaklaşımı İle Otomobil seçimi", **ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi**, Cilt 1, Sayı 2, s.21-33, 2005.
16. KAHRAMAN, C., CEBECİ, U. ve RUAN, D.,"Multi Attribute Comparison of Catering Service Companies Using Fuzzy AHP: The Case of turkey", **International Journal of Economics**, 171-184, 2004.
17. KAPTANOĞLU, D., **Akademik Performans değerlendirmesi İçin Bir Çok Ölçütlü Bulanık Karar Verme Modeli**, Yayımlanmamış Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2005.
18. KGM, Karayolları Genel Müdürlüğü, 2007, http://www.kgm.gov.tr/il1.asp, (25.12.2007).
19. KWONG, C.K. and BAİ, H., " Determining the İmportance Weights Fort he Customer Requirements in QFD Using a Fuzzy AHP With an Extent Analysis Approach", **Department of İndustrial and Systems Engineering, The Hong Kong Polytechnic University**, 2003.
20. ÖSYM, Öğrenci Seçme ve Yerleştirme Merkezi, 2007, http://www.osym.gov.tr/BelgeGoster.aspx?F6E10F8892433CFF1A9547B61DAFFE2AEE3D5606F4BDF7C8, (28.07.2007).
21. SAATY, L.T. and TRAN, L.T., " On The İnvalidity Of Fuzzifying Numerical Judgetments İn The Analytic Hierarchy Process", **Mathematical And Computer Modelling 46**, 962-975, 2007.
22. SAATY, T.L. ve ÖZDEMİR, M.S., "Why The Magic Number Seven Plus Or Minus Two", **Mathematical And Computer Modelling 38**, 233-244, 2003.
23. TEKEŞ, M., **Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ve Türk Silahlı Kuvvetlerinde Kullanılan Tabancaların Bulanık Uygunluk İndeksli Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Karşılaştırılması**, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2002.
24. TÜRKŞEN, İ.B., **Bulanık Mantık ve Kontroldeki uygulamaları (Fuzzy Lojik)**, 2007 http://www.odevsel.com/bilim/1870/bulanik-mantik-ve- kontroldeki-uygulamalari-fuzzy-lojik.html, (12.07.2007).
25. YARALIOĞLU, K, **Bulanık Mantık,** Dokuz Eylül Üniversitesi, 2007 http://www.deu.edu.tr/userweb/k.yaralioğlu/dosyalar/bul_man.doc, (14.11.2007).
26. YETİM, S., **Sporcuları Sakatlanmaya İten Bazı Sebeplerin Analitik Hiyerarşik Proses İle Analizi**, Yayımlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2003.

27. YILMAZ, N., **Analitik Hiyerarşi Yaklaşımı**, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2000.

28. YÖK, Yükseköğretim Kurulu, 2007, http://www.yok.gov.tr, (11.12.2007).

29. WANG, Y-M., ELHAG, T. and HUA, Z., " a Modified Fuzzy Logarithmic Least Squares Method For Fuzzy Analytic Hierarchy Process", **Fuzzy Sets And Systems 157**, 3055-3071, 2006.

30. WANG, Y-M., LUO, Y. and HUA, Z., "On The Extent Analysis Method For Fuzzy AHP And İts Applications", **European Journal Of Operational Research 186**, 735-747, 2008.

31. SAATY, L.T., **How To Make A Decision: The Analytic Hierarchy Process**, Mervis Hill, pp.19-43, 1994.

32. ZADEH, A.L., **Fuzzy Sets, Fuzzy Logic And Fuzzy Systems**, World Scientific, Vol 6, t.y.