

# İnşaat Projeleri İçin Şantiye Şefinin Seçiminde Bir Bulanık Mantık Değerlendirme Modeli

Murat ANBARCI<sup>1</sup>, Burak ÖZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fak. İnşaat Mühendisliği Bölümü, İnşaat Yönetimi Bilim Dalı, İstanbul*  
<sup>2</sup>*Bülent Ecevit Ün. Mühendislik Fak. İnşaat Mühendisliği Bölümü, İnşaat Yönetimi Bilim Dalı, Zonguldak*

## ÖZET

Bir inşaat firması, taahhüdü altındaki bir projeyi, zamanında, bütçesinde ve istenilen kalitede bitirmek ister. Teknik personel de firmanın bu amacını gerçekleştirmede anahtar bir rol oynamaktadır. Teknik personelin seçimi genellikle, firmadaki personel seçiminden sorumlu kişilerin subjektif değerlendirmelerine göre yapılmaktadır. Personel seçiminde subjektif değerlendirme yönteminin uygulanması, proje için en uygun adayın seçilememesine sebebiyet vermektedir. Bu çalışmada, personel seçim probleminin çözümü için bir bulanık mantık değerlendirme modeli geliştirilip, geliştirilen model, gerçek bir inşaat projesi için anahtar teknik personel olan şantiye şefi seçiminde uygulanarak, uygulama ile elde edilen sonuçlar; şantiye şefi seçim problemi için önerilen yöntemin kullanılmasının etkili ve yararlı bir yöntem olabileceğini göstermektedir.

**Anahtar kelimeler:** İnşaat Yönetimi, Bulanık Mantık, İnsan Kaynakları, Personel Seçimi

## A Fuzzy Logic Evaluation Model To Select A Site Chief For Construction Projects

### ABSTRACT

A construction company struggles to deliver the undertaken project within time, budget, and desired quality. Selection of technical personnel is generally made on the basis of a decision maker's subjective evaluation, and includes fuzzy linguistic variables; therefore, the best suitable candidate cannot be seen easily. The aim of this study is to develop a fuzzy logic evaluation model to be able to select appropriate technical personnel. For this purpose, it is determined decision criteria, the evaluation fuzzy set and the affect fuzzy set in a construction project for selecting site chief. Thus, a construction project will be able to be completed in time, within desired quality and budget by using this model.

**Keywords:** Construction Management, Fuzzy Logic, Human Resources, Personnel Selection

## I. GİRİŞ

İnsan kaynakları yönetiminin ilkeleri ve uygulamalarının bir parçası olan personel seçimi, diğer sektörlerde olduğu gibi emeğin yoğun olduğu inşaat sektöründe de önemle durulması gereken bir konudur [1]. İnşaat projeleri için şantiye şefi seçimi, proje için kritik bir karardır. Şantiye şefi seçim süreci, projenin özelliklerine ve şirket politikalarına uygun belirli kriterlere göre yapılmaktadır. Geleneksel olarak, muhtemel adaylar ile görüşülüp ve en kalifiye aday seçimi yapılır [2].

İnşaat sektöründe personel seçim süreci, firmanın girdiği ihalenin kesinleşmesinden sonra başlamaktadır. Bu anlamda

öncelikle iş tanımı ve işe alınacak personelde aranacak özellikler belirlenir. Firma içi ( terfi, transfer vb.) ve firma dışı kaynaklardan (internet, gazete ilanları, kariyer siteleri, meslek odaları, bireysel ilişkiler vb.) sağlanan özgeçmişler bir aday havuzunda toplanır [1].

Personel seçimi, organizasyonlar için önemli bir konu olup, karar verme sürecinde kesin olmayan ve belirsiz verilerin kullanılması gerekmektedir [3]. Personel seçiminde en yaygın teknik olarak kabul edilen mülakat yöntemiyle, adayların sahip oldukları eğitim, beceri ve kişilik özellikleri, mülakata katılan firma yetkilileri tarafından birlikte değerlendirilmektedir. Bu durumda değerlendirme sonuçları

değerlendirmeyi gerçekleştiren firma yetkililerine göre farklılık gösterebilmektedir. Ayrıca değerlendirilecek özellikler için genel kabul görmüş bir skala da mevcut değildir. Dolayısıyla bilinen aritmetik işlemlerle problemin çözümü burada çok sağlıklı olmayabilir. Literatürde personel seçiminde bulanık Ahp, bulanık VIKOR gibi yöntemler uygulanmış olup bu seçimde bulanık mantık yönteminin uygulanmasına ilişkin sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır [4, 5].

Günümüze kadar şantiye şefi alımında genel kabul görmüş bir skalanın olmaması, değerlendirme sonuçlarının firmalar arasında farklılık göstermesi ve en uygun nitelikte personelin seçimi için “Bulanık Mantık” yöntemi kullanımına ilişkin sınırlı sayıda bilgiye ulaşılması nedenleriyle bu çalışma planlanmış ve Bulanık Mantık yöntemi “seçilmiştir.

## II. MATERYAL VE YÖNTEM

### 1.1. Bulanık Mantık

Gerçek dünyadaki olaylar karmaşıktır. Karmaşıklık genellikle anlam belirsizliğinden kaynaklanır [6]. Bulanık mantık, belirsiz ortamda optimum kararlar almak için 1965 tarihinde Zadeh tarafından geliştirilmiş bir teoridir. Bulanık mantık teorisinin amacı, belirsizlik ifade eden, tanımlanması zor kavramlara üyelik atayarak onlara belirli hale getirmektir [7, 8]. Örneğin, hava ne zaman kararmaya başlar, yetenekli ile dahi arasındaki sınır nedir, bir sanat eseri hangi özellikleri taşıdığı zaman güzel, hangisinden yoksun olduğu zaman çirkindir gibi, bunlar, kişiden kişiye ve coğrafyadan coğrafyaya değişebilen kavramlardır [8]. Bir bulanık kümeye olan üyelik tamamen doğrulama ya da ret şeklinde değildir, tersine bir dereceye kadardır [9]. Bulanık küme, evrensel kümenin bir elemanının birden fazla bulanık kümeye belli bir dereceye kadar üye olabilmesidir. Yani bir eleman kısmen bir kümenin üyesi iken, kısmen de diğer bir kümenin üyesi olabilir [8].

### 1.2. Bulanık Mantık Modelleme

Bulanık mantığın amacı girdi uzayını çıktı uzayına haritalandırmaktır ve bunun için en önemli mekanizma, kurallar denilen eğer-ise cümlelerini oluşturmaktır. Tüm kurallar paralel bir şekilde değerlendirildiği için kuralların sıralanması önemli değildir. Kuralları tanımlayan bir sistem kurmadan önce, kullanması düşünülen tüm terimler ve terimleri tanımlayan sıfatlar belirlenmelidir. Örneğin, su kaynar demek için, suyun sıcaklık aralıkları tanımlanmalı ve ayrıca sıcak kelimesinin ne anlama geldiği tanımlanmalıdır. Özetle, bulanık çıkarım girdi vektöründeki değerleri yorumlayan ve ilgili kurallar temelinde çıktı vektörüne değerler atayan bir metottur [10].

### 2.2.1. Bulanık Çıkarım

Bulanık çıkarım, bulanık mantık kullanarak girdi ile çıktı arasındaki ilişkinin haritalanmasıdır. Bulanık çıkarım süreci beş aşamayı kapsar [10, 11].

Adım 1. Girdilerin bulanıklaştırılması

Adım 2. Bulanık operatörlerin kullanılması

Adım 3. Tetiklenen kuralların çıktılarının belirlenmesi

Adım 4. Çıktıların bütünleştirilmesi

Adım 5. Netleştirme

#### *Adım 1. Girdilerin Bulanıklaştırılması*

Modelin girdi değişkenleri, tespit edilen aralıkta sayısal değerdir, örneğin tespit edilen aralık 0 ile 10 arasında ise üyelik fonksiyonu 0 ile 10 arasında dağılır. Bu fonksiyon kullanılarak dilsel değişkenlerin ilgili bulanık kümelerine olan üyelik dereceleri hesaplanır. Üyelik dereceleri sadece 0-1 arasında değer alabilir [10, 11].

#### *Adım 2. Bulanık Operatörlerin Kullanılması*

Girdiler bulanıklaştırıldıktan sonra, tetiklenen her bir kural için kuralı tetikleyen gücün derecesini bilinmiş olur. Tetiklenen kuralın “EĞER” kısmı birden çok parçadan oluşuyor ise her parça bulanık operatörler (“VE”, “VEYA”) kullanılarak bütünleştirilerek kuralı tetikleyen tek bir güç hesaplanır [10].

#### *Adım 3. Tetiklenen Kuralların Çıktılarının Belirlenmesi*

Öncelikle kuralların çıktıya olan etkisi yani ağırlıkları hesaplanır. Her kural 0 ile 1 arasında bir ağırlığa sahip olabilir. Çoğu zaman bu ağırlık, tüm kurallar için eşit yani 1 alınır. Fakat zaman zaman problemin niteliğine bağlı olarak bir kuralın diğer bir kurala göre etkisinin fazla olması istenebilir. Problemin niteliğine uygun ağırlıkları belirlendikten sonra, girdilerin çıktı üzerindeki etkisi hesaplanır. Bu etki yukarıda anlatıldığı gibi, kuralın EĞER kısmındaki dilsel değişkenlerin ilgili bulanık kümelerine olan üyelik dereceleri ile hesaplanır. Buna kuralı tetikleyen güç olarak denir ve crisptir. Kuralı tetikleyen güç, çıktı fonksiyonunu iki türlü etkiler [10].

- 1) Çıktı fonksiyonu kuralı tetikleyen güç tarafından üstten kesilir. Bu işlem kuralı tetikleyen güç ile çıktı fonksiyonunun minimumu alınarak kesilir [12].
- 2) Çıktı fonksiyonu kuralı tetikleyen güç ile ölçeklendirilir. Bu işlem kuralı tetikleyen güç ile çıktı fonksiyonunun çarpılması ile hesaplanır [13, 14].

Çıktı fonksiyonunun kesilmiş hali, orijinal üyelik fonksiyonunu değiştiren bir yapıya sahiptir. Bu şekilde uygulandığında bilgi kaybına sebep olur, ancak sıklıkla kullanılan bir metottur, bunun sebebi, hesap işleminin daha basit olmasındandır. Öte yandan, çıktı fonksiyonunun ölçeklendirilmesi yönteminde, bilgi kaybı daha azdır ve özellikle bulanık uzman sistemlerde kullanışlı olabilmektedir [15].

#### **Adım 4. Çıktıların Bütünleştirilmesi**

Nihai kararı verebilmek için tetiklenen kuralların ürettiği çıktı fonksiyonlarının bir şekilde bir araya getirilmesi gerekir. Çıktıların bütünleştirilmesi süreci, her bir çıktı değişkeni için bir bulanık kümedir. Örneğin tetiklenen 2 kuralın çıktısı “A” ve “B” ile gösterilirse, nihai karar bulanık kümesi aşağıdaki yöntemler kullanılarak tespit edilebilir [10].

- $A \cup B = \text{maksimum} [A, B]$
- $A \cup B = A + B - A * B$
- $A + B$

#### **Adım 5. Netleştirme**

Bir bulanık çıkarımın olası dağılımını ifade edecek en uygun sayısal değeri, başka bir değişle bulanık olmayan değerini tespit edilmesi için yapılan bir işlemdir [10, 16]. Çeşitli netleştirme stratejileri vardır, bunların hangisinin tercih edileceği problemin özelliğine göre değişir ve karar verici uygun yöntemi tercih eder. Fakat unutulmamalıdır ki bu durum bir birleriyle tutarsız hesap sonuçlarının ortaya çıkmasına sebep olabilmektedir [17]. En popüler netleştirme yöntemi ağırlık merkezi yöntemidir [10]. En çok kullanılan netleştirme stratejileri: Alanın ağırlık merkezi, maksimumların en büyüğü, maksimumların ortalaması, ve ağırlıklı ortalama metodlarıdır [16].

#### **2.2.2. Bulanık Kural Tabanı**

Uzmanlara danışılarak ya da yapay sinir ağlarında olduğu gibi bilgiden veya girdi setlerinden denetimsiz öğrenme yöntemleri kullanılarak oluşturulabilirler. Bulanık kümeleme, denetimsiz öğrenme yöntemlerine örnek olarak gösterilebilir. Kurallar, eğer-ise kalıbıyla gösterilir ve bulanık ifadeler ile tablo haline getirilir [18].

#### **2.2.3. Bulanık Çıkarım Sistemleri**

Bulanık çıkarım sistemi, bulanık küme teorisi, bulanık eğer-ise kuralları ve bulanık bilgiyi temel almış popüler bir hesaplama yapısıdır. Otomatik kontrol, veri sınıflandırması, karar-destek sistemleri, uzman sistemler gibi alanlarda başarı ile uygulanabilmektedir. Bulanık çıkarım sistemi, bir çok akademik disiplinde kullanıldığından dolayı, “bulanık

kural tabanlı sistemler”, “bulanık uzman sistemler”, “bulanık model”, “bulanık çağrısimsal bellek”, “ bulanık mantık denetçisi” ve “bulanık sistemler” olarak da bilinmektedir [16, 17, 19, 20, 21, 22]. En çok kullanılan bulanık çıkarım sistemleri, Ebrahim Mamdani ve Michio Sugeno bulanık çıkarımlarıdır [23]. Bu iki çıkarım yöntemi arasındaki fark sadece netleştirme aşamasındadır [10].

#### **2.2.3.1. Mamdani Bulanık Çıkarımı :**

Mamdani çıkarımında, kuralların varsayım (eğer) bölümlerinin bütünleştirilmesinden sonra, kuralların çıktı değişkenleri bulanık kümelerdir ve dolayısıyla her bir çıktı değişkeni netleştirilmesi gerekir. Genel Mamdani yönteminde netleştirme hesabı, nihai çıktı fonksiyonunun kütle ağırlık merkezinin hesaplanması ile yapılır, ancak hesaplamayı kolaylaştırmak için sonraları ağırlıklı ortalama yöntemi tercih edilmiştir [10, 24].

Çıktı üyelik fonksiyonu için, dağıtılmış bulanık kümesi yerine tek bir değer kullanılabilir ve buna bazen singleton çıktı üyelik fonksiyonu denir. Mamdani yöntemine göre daha basit hesap gerektirmesinden dolayı netleştirme aşamasının etkinliği artar ve bir çok durum için daha etkili çıktılar üretebilir. Aşağıda, dört kuralı, iki girdisi ve bir çıktısı olan “Mamdani bulanık modeli” örneği görülmektedir [10].

If  $X$  is small and  $Y$  is small then  $z$  is negative large.

If  $X$  is small and  $Y$  is large then  $z$  is negative small.

If  $X$  is large and  $Y$  is small then  $z$  is positive small.

If  $X$  is large and  $Y$  is large then  $z$  is positive large.

#### **2.2.3.2. Sugeno Bulanık Çıkarımı:**

Sugeno bulanık çıkarımı, singleton çıktı fonksiyonunu destekleyen bir yöntemdir ve bir çok açıdan Mamdani yöntemine benzer. Bulanık çıkarım sürecinin ilk iki aşaması; girdilerin bulanıklaştırılması ve bulanık operatörlerin uygulanması tam olarak iki yöntemde de aynıdır. Mamdani ve Sugeno arasındaki temel fark, Sugeno yönteminde çıktı üyelik fonksiyonları ya lineer ya da sabit bir değer almasıdır [10]. Çıktının lineer olması durumuna, “Birinci-derece Sugeno bulanık çıkarımı”, çıktının sabit olması durumuna, “Sıfır-derece Sugeno bulanık çıkarımı” denilmektedir [25, 26]. En yaygın kullanılan Sugeno modeli, her bir bulanık kuralın çıktısının sabit değer aldığı “Sıfır derece Sugeno bulanık çıkarımı”dır [27]. Daha yüksek dereceden Sugeno bulanık modelleri vardır, ancak diğer Sugeno modelleriyle karşılaştırıldığında ürettiği çıktı, hesap zorluğuna ve karışıklığına katlanmaya değermez. Genel olarak Sugeno çıkarım sistemleri, çıktı üyelik fonksiyonları lineer ve sabit tüm bulanık çıkarım sistemleri için kullanılabilir [10, 16,

28]. Aşağıda Sugeno bulanık modellemede kullanılan örnek bir kural görülmektedir.

If  $x$  is  $A$  and  $y$  is  $B$  then  $z = f(x, y)$

Buradaki  $A$  ve  $B$  bulanık kümelerdir ve  $z = f(x, y)$  ise bir crisp fonksiyondur. Genellikle,  $z = f(x, y)$ ,  $x$  ve  $y$  girdi değişkenlerine bağlı bir polinomdur. Crisp fonksiyon  $z = f(x, y)$ , birinci dereceden bir polinom olduğu zaman buna “birinci dereceden Sugeno bulanık model” [25, 26],  $f$  sabit bir değer olduğu zaman buna “sıfır dereceden Sugeno bulanık model” denir. Aşağıda, dört kurallı, iki girdisi ve bir çıktısı olan “birinci dereceden Sugeno bulanık model” örneği görülmektedir [10].

If  $X$  is small and  $Y$  is small then  $z = -x + y + 1$ .

If  $X$  is small and  $Y$  is large then  $z = -y + 3$ .

If  $X$  is large and  $Y$  is small then  $z = -x + 3$ .

If  $X$  is large and  $Y$  is large then  $z = x + y + 2$ .

Yukarıdaki örnek için çıktı yüzeyi dört düzlemin birleşiminden oluşur ve her bir düzlem, bir bulanık kuralın çıktı denklemi ile belirlenmiştir [10].

### 1.3. Uygulama

Kamu kurumundan ihale alan bir müteahhit, taahhüdü altındaki proje için bir şantiye şefi istihdam etmek istemektedir. Şantiye şefi pozisyonuna başvuran adaylar içinden dört aday mülakata davet edilmiş ve üç kişiden oluşan değerlendirme kurulu tarafından değerlendirilmiştir. Bu kurul; bir genel müdür, bir yönetim kurulu üyesi ve bir proje direktöründen oluşmaktadır. Üç kurul üyesinin de karara olan ağırlıkları eşittir. Değerlendirmede bir eşik değer kullanılmamıştır. Mülakata alınan dört adaydan en yüksek nihai çıktı değerine sahip olan aday, şantiye şefi olarak alınacaktır. Değerlendirmede Aday-1’in vasıfları en uygun görülmüş ve işe alınmıştır. Ancak bu aday, bir şantiye şefinde aranan özellikleri gösterememiş, projenin organizasyonunda problemlere sebebiyet vererek projenin yönetiminde olumsuz etkiler meydana getirip projenin başarısızlığa uğramasına sebebiyet verdiği için beş ay sonra işine son verilmiş, bu durum şirketin yeni bir şantiye şefi aramasını zorunda bırakmıştır. Bu çalışmada, bir inşaat projesi için en uygun şantiye şefininin seçilebilmesi amacı için Sugeno’nun bulanık çıkarımı yöntemi kullanılarak bir model oluşturulacak ve kuralların çıktısı aşağıdaki gibi ifade edilmiştir.

#### 2.3.1. Karar Ölçütleri

Bu çalışmada kullanılacak karar ölçütleri, M. Anbarcı ve E. Manisalı’nın “Konut Projeleri Şantiye Şefi Seçimi”

çalışmasından faydalanarak tespit edilmiştir. Yazarlar çalışmalarında, şantiye şefi adayının seçim kriterlerinin araştırılmasında İstanbul’da önde gelen müteahhitler ile anket çalışması yapılmıştır. Yazarlar karar ölçütlerini: Bilgi ve donanım, yıl bazında iş tecrübesi, referans bilgileri, en az bir yabancı dil bilmesi, dinamik detaylara önem vermesi, sorumluluk sahibi olması, takım çalışmasına uygun iletişim becerileri özelliklerini taşıması ve mezun olunan üniversitenin adı olarak belirlemişlerdir [1].

Biz de çalışmamızda bu kriterleri de göz önünde bulundurup diğer makaleleri de değerlendirerek karar ölçütlerini aşağıdaki gibi belirledik.

Karar ölçütleri:  $K_1$ : Adayın eğitim geçmişi,  $K_2$ : İş tecrübesi,  $K_3$ : Liderliği,  $K_4$ : İnsan ilişkileri,  $K_5$ : Özgüveni,  $K_6$ : İletişim yeteneği,  $K_7$ : Takım çalışması,  $K_8$ : İşe olan istekliği,  $K_9$ : Genel tavır ve davranışı,  $K_{10}$ : Seyahate engel bir durumun olmaması,  $K_{11}$ : İkametgâhı,  $K_{12}$ : Referans durumu. Bu karar ölçütleri: Çok zayıf (ÇZ), zayıf (Z), orta zayıf (OZ), orta (O), orta iyi (Oİ), iyi (İ) ve çok iyi (Çİ) dilsel ifadeler içermektedir. Bunlara ek olarak, adayın cinsiyeti, medeni durumu ve erkek adaylar için askerlik durumu da değerlendirmeye etki etmektedir.

Karar ölçütlerinin değerlendirmeye olan etki ağırlıkları, alımı yapacak olan şirketlerin kendi personel alım politikasına göre belirlenmektedir.

Çalışmamızda, inşaat işi yapan firmalarda yönetici kadrosunda çalışan 46 kişiyle anket yapılmıştır. Bu kişilerin iş pozisyonlarına göre dağılımları Şekil 1’de verilmiştir. Bu kişiler, karar ölçütlerini; etkisi yok (EY), çok düşük etkili (ÇD), düşük etkili (D), orta etkili (O), yüksek etkili (Y) ve çok yüksek etkili (ÇY) olarak sınıflandırmışlardır. Sayılar yüzde (%) cinsinden sayılaştırılmıştır (Tablo 1). Karar ölçütlerinin etki yüzdeleri ve ağırlıkları, Tablo 1’de verilmiştir.

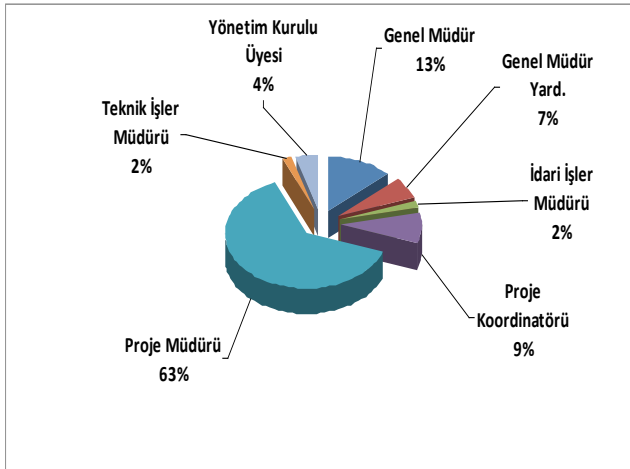
#### 2.3.2. Değerlendirme Bulanık Kümesi

Karar vericisi ya da karar vericiler, dilsel ifadeler ile şantiye şefinin ölçütlerini değerlendirirler. Dilsel ifadelerin bulanık sayıları bilgi ve tecrübeye dayalı olarak belirlenmiştir.  $K_1$  ile  $K_{12}$  numaraları arasındaki karar ölçütleri, bulanık ifadeler içermekte ve değerlendirme bulanık kümesine bir aidiyetlik derecesiyle üyedirler. Cinsiyet, medeni durum ve askerlik durumları, evet ve hayır gibi kesin ifadelerdir ve  $K_{13}$  ile  $K_{18}$  numaralar arasında gösterilmişlerdir. Aşağıdaki Şekil 2’de değerlendirme bulanık kümesi görülmektedir.

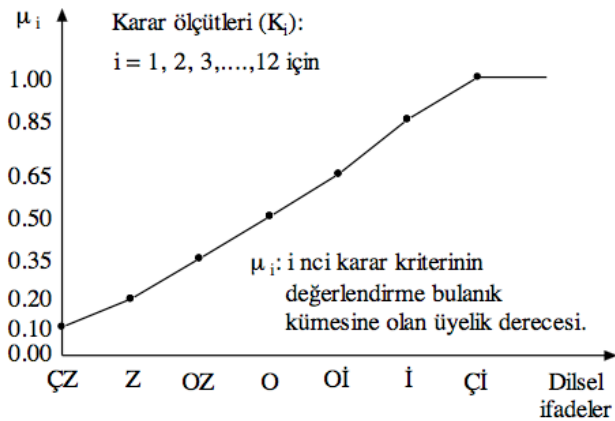
#### 2.3.3. Sugeno Sabitleri, $m$ ve $b$ ’nin Belirlenmesi

Şantiye şefinin değerlendirilmesi için tespit edilen karar

ölçütleri, değerlendirmeye farklı ağırlıklarda etki etmektedir. Örneğin, adayın iş tecrübesi ile askerlik durumu veya medeni durumu değerlendirmede eşit kabul edilmemiştir. Karar ölçütlerinin değerlendirmeye olan etki ağırlıkları, şirketin kendi personel politikasına göre belirlenir. Çalışmamızda, inşaat işi yapan firmalarda yönetici kadrosunda çalışan 46 kişiyle anket yapılmış ve ankete katılan 46 kişiden, karar ölçütlerini; etkisi yok (EY), çok düşük etkili (ÇD), düşük etkili (D), orta etkili (O), yüksek etkili (Y) ve çok yüksek etkili (ÇY) olarak sınıflandırması istenmiş ve bu cevaplar yüzde (%) cinsinden sayılaştırılmıştır. Bu etkilerin ağırlıkları ( ) tarafımızca belirlenmiştir. Şekil 1’de iş pozisyonlarına göre ankete katılanlar ve Tablo 1’ de değerlendirme ölçütlerinin etki yüzdeleri ve ağırlıkları görülmektedir. Değerlendirme, bu karar ölçütlerinin bir kısmı veya tamamı kullanılarak yapılabilmektedir. Karar ölçütlerin her biri, bir kural olarak düşünülmüş ve hangisine yanıt verilmiş ise o kural tetiklenmektedir.



Şekil 1. İş pozisyonuna göre ankete katılanlar



Şekil 2. Değerlendirme bulanık kümesi

Tablo 1. Karar ölçütlerinin etki yüzdeleri ve ağırlıkları

| Karar ölçütlerinin etki yüzdeleri ( E ) ve ağırlıkları ( α ) |                    |                       |                      |                      |                      |                    |
|--|--------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------|
| Karar ölçütleri ( K <sub>i</sub> )                           | Etkisi yok         | Çok düşük             | Düşük                | Orta                 | Yüksek               | Çok yüksek         |
|  | α <sub>EY</sub> =0 | α <sub>ÇD</sub> =0.10 | α <sub>D</sub> =0.30 | α <sub>O</sub> =0.50 | α <sub>Y</sub> =0.80 | α <sub>ÇY</sub> =1 |
| K <sub>1</sub> Eğitim geçmişi                                |                    |                       | 0.0870               | 0.6739               | 0.2391               |                    |
| K <sub>2</sub> İş tecrübesi                                  |                    |                       |                      | 0.1739               | 0.7609               | 0.0652             |
| K <sub>3</sub> Liderlik                                      |                    |                       |                      | 0.0435               | 0.6087               | 0.3478             |
| K <sub>4</sub> İnsan ilişkileri                              |                    |                       |                      | 0.1304               | 0.6957               | 0.1739             |
| K <sub>5</sub> Özgüven                                       |                    |                       |                      | 0.2826               | 0.4565               | 0.2609             |
| K <sub>6</sub> İletişim yeteneği                             |                    |                       |                      | 0.2609               | 0.5435               | 0.1957             |
| K <sub>7</sub> Takım çalışması                               |                    |                       |                      | 0.1087               | 0.8043               | 0.0870             |
| K <sub>8</sub> İşe olan istekliliği                          |                    |                       |                      | 0.1739               | 0.5870               | 0.2391             |
| K <sub>9</sub> Genel tavır ve davranışı                      |                    |                       |                      | 0.2826               | 0.6304               | 0.0870             |
| K <sub>10</sub> Adayın seyahate engelini olmaması            |                    |                       |                      | 0.1304               | 0.7174               | 0.1522             |
| K <sub>11</sub> Adayın ikametgahı                            |                    |                       | 0.0870               | 0.5435               | 0.3696               |                    |
| K <sub>12</sub> Adayın referansı                             |                    |                       |                      |                      | 0.1957               | 0.8043             |
| K <sub>13</sub> Adayın cinsiyeti                             | Erkek              |                       |                      |                      | 0.5652               | 0.4348             |
| K <sub>14</sub> cinsiyeti                                    | Kadın              | 0.4348                | 0.5652               |                      |                      |                    |
| K <sub>15</sub> Medeni durumu                                | Evlü               |                       | 0.1739               | 0.5000               | 0.3261               |                    |
| K <sub>16</sub> durum  | Beakar             |                       | 0.5000               | 0.3261               | 0.1739               |                    |
| K <sub>17</sub> Askerlik durumu                              | Yapmış             |                       |                      | 0.0435               | 0.2826               | 0.6739             |
| K <sub>18</sub> durumu                                       | Yapmamış           |                       | 0.6739               | 0.2826               | 0.0435               |                    |

### 2.3.4. K<sub>1</sub> ile K<sub>12</sub> Arasındaki Karar Ölçütleri için m ve b Sabitlerinin Hesaplanması

K<sub>1</sub> ile K<sub>12</sub> arasındaki karar ölçütleri değerlendirme bulanık kümesinin bir üyesidir. Bu karar ölçütlerinin çıktısı değerleri (z), karar ölçütlerinin dilsel ifadelerinin değerlendirme bulanık kümesine olan üyelik derecelerinin (µ<sub>D</sub>), karar ölçütlerinin etkisi oranında (m) lineer değişim göstermektedir ("Birinci derece Sugeno modeli"). K<sub>1</sub> ile K<sub>12</sub> arasındaki karar ölçütleri için "m" sabit değerleri, denklem (1) kullanılarak hesaplanmıştır. Bunlar için "b" sabit değeri sıfır alınmıştır.

$$m_i = \alpha_{EY_i} * E_{EY_i} + \alpha_{ÇD_i} * E_{ÇD_i} + \alpha_{D_i} * E_{D_i} + \alpha_{O_i} * E_{O_i} + \alpha_{Y_i} * E_{Y_i} + \alpha_{ÇY_i} * E_{ÇY_i} \quad (1)$$

$$z_i = \sum_{j=1}^k m_i * \mu_{D_i} * w_j \quad (2)$$

Burada;

i: Karar ölçütü numarası.

z<sub>i</sub>: i nci karar ölçütünün çıktısı.

w<sub>j</sub>: j nci karar vericinin ağırlığı.

k: Değerlendirmeyi yapan toplam karar verici sayısı.

### 2.3.5. K<sub>13</sub> İle K<sub>18</sub> Arasındaki Karar Ölçütleri için m ve b Sabitlerinin Hesaplanması

K<sub>13</sub> ile K<sub>18</sub> arasındaki karar ölçütleri bulanık ifadeler içermemekte ve değerlendirme bulanık kümesinin bir üyesi değildirler. Dolayısıyla “m” sabiti sıfırdır. Bu karar ölçütleri için çıktı değerleri (z) sabittir (“Sıfır derece Sugeno modeli”). K<sub>13</sub> ile K<sub>18</sub> arasındaki karar ölçütleri için “b” sabitleri, denklem (3) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$b_i = \alpha_{EY_i} * E_{EY_i} + \alpha_{CD_i} * E_{CD_i} + \alpha_{D_i} * E_{D_i} + \alpha_{O_i} * E_{O_i} + \alpha_{Y_i} * E_{Y_i} + \alpha_{CY_i} * E_{CY_i} \quad (3)$$

$$z_i = b_i \quad (4)$$

Burada; i, karar ölçütü numarasını ve z çıktıyı göstermektedir.

Her bir karar ölçütü için “m” ve “b” sabitleri, denklem (1) ve denklem (3) ile hesaplanarak Tablo 2’de gösterilmiştir.

**Tablo 2.** Her bir karar ölçütü için “m” ve “b” sabitleri

| m sabitleri    |                                   |                |                 |                                   |                |
|----------------|-----------------------------------|----------------|-----------------|-----------------------------------|----------------|
| i              | Karar ölçütleri (K <sub>i</sub> ) | m <sub>i</sub> | i               | Karar ölçütleri                   | m <sub>i</sub> |
| K <sub>1</sub> | Eğitim geçmisi                    | 0,55433        | K <sub>7</sub>  | Takım çalışması                   | 0,78479        |
| K <sub>2</sub> | İş tecrübesi                      | 0,76087        | K <sub>8</sub>  | İşe olan istekliliği              | 0,79565        |
| K <sub>3</sub> | Liderlik                          | 0,85651        | K <sub>9</sub>  | Genel tavır ve davranışı          | 0,73262        |
| K <sub>4</sub> | İnsan ilişkileri                  | 0,79566        | K <sub>10</sub> | Adayın seyahata engelini olmaması | 0,79132        |
| K <sub>5</sub> | Özgüven                           | 0,76740        | K <sub>11</sub> | Adayın ikametgahı                 | 0,59353        |
| K <sub>6</sub> | İletişim yeteneği                 | 0,76095        | K <sub>12</sub> | Adayın referansı                  | 0,96086        |

| b sabitleri     |                                   |                |         |
|-----------------|-----------------------------------|----------------|---------|
| i               | Karar ölçütleri (K <sub>i</sub> ) | b <sub>i</sub> |         |
| K <sub>13</sub> | Adayın cinsiyeti                  | Erkek          | 0,88696 |
| K <sub>14</sub> |                                   | Kadın          | 0,05652 |
| K <sub>15</sub> | Medeni durum                      | Evlü           | 0,56305 |
| K <sub>16</sub> |                                   | Bekar          | 0,45217 |
| K <sub>17</sub> | Askerlik durumu                   | Yapmış         | 0,92173 |
| K <sub>18</sub> |                                   | Yapmamış       | 0,17392 |

### 2.3.6. Karar Vericilerin Değerlendirmeye Olan Ağlıkları (w)

Değerlendirme, şirketin kendi arzusu doğrultusunda bir ya da birkaç karar verici tarafından yapılmaktadır. Gerçek hayatta olduğu gibi her bir karar vericinin karara bir ağırlığı olabilecektir. Örneğin şirket genel müdürünün karara olan ağırlığı w=1.00 olabileceği gibi, personel müdürünün karara olan ağırlığı w=0.75 olabilir.

### 2.3.7. Modelin Girdileri

Modelimizin girdileri, karar vericilerin her bir karar ölçütüne vermiş olduğu değerlendirme dilsel ifadeleridir. Örneğin, zayıf, orta, iyi, çok iyi vb. gibi.

### 2.3.8. Bulanıklaştırma

K<sub>1</sub> ile K<sub>12</sub> karar ölçütleri için değerlendirme dilsel ifadeleri (modelin girdileri), değerlendirme bulanık kümesine (D) Şekil 2’de görüldüğü gibi bir üyelik derecesi ile üyedirler (D = {0.10/ÇZ, 0.20/Z, 0.35/OZ, 0.50/O, 0.65/Oİ, 0.85/İ, 1.00/Çİ}).

### 2.3.9. Bulanık Çıkarım

Modelimizde, K<sub>1</sub> ile K<sub>12</sub> arasındaki karar ölçütleri için “Birinci derece Sugeno bulanık çıkarımı”; K<sub>13</sub> ile K<sub>18</sub> arasındaki karar ölçütleri için “Sıfır derece Sugeno bulanık çıkarımı” kullanılmıştır. Bunun sebebi, K<sub>1</sub> ile K<sub>12</sub> arasındaki karar ölçütlerinin, değerlendirme bulanık kümesinin bir üyesi olması ve “m” sabitlerinin tespit edilmesinden dolayıdır. K<sub>13</sub> ile K<sub>18</sub> arasındaki karar ölçütleri, değerlendirme bulanık kümesinin bir üyesi değildir ve “m” sabitleri sıfırdır; bu karar ölçütleri için “b” sabitleri tespit edilmiştir.

K<sub>i</sub> ile K<sub>12</sub> arasındaki karar ölçütleri için;

$$h_i = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{12} \mu_{D_i} * w_j \quad (5)$$

$$y_i = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{12} \mu_{D_i} * w_j * z_i \quad (6)$$

K<sub>13</sub> ile K<sub>18</sub> arasındaki karar ölçütleri için;

$$\text{Eğer cevap “Evet” ise } h_i = 1.00; \text{ “Hayır” ise } h_i = 0.00 \quad (7)$$

Tüm bayan şantiye şefi adayları için, K<sub>17</sub> (askerliğini yapmış) karar ölçütü değerlendirme alınır.

$$y_i = z_i \quad (8)$$

Modelin nihai çıktısı;

$$Y^* = \sum_{i=1}^{18} y_i / \sum_{i=1}^{18} h_i \quad (9)$$

Burada,

$i$  : Karar ölçütü.

$\mu_{D_i}$ :  $i$  nci karar ölçütünün değerlendirme bulanık kümesine olan üyelik derecesi.

$w_j$ :  $j$  nci karar vericinin ağırlığı.

$k$ : Değerlendirmeyi yapan toplam karar verici sayısı.

$Y^*$ : Değerlendirilen adayın nihai çıktı değeri.

**2.3.10. Nihai Çıktının Yorumlanması**

Modelimizin nihai çıktı değeri en yüksek aday, şantiye şefi için en uygun olan adaydır. Elbette değerlendirmede bir eşik değer de kullanılabilir. Örneğin, eğer eşik değer 1.10 belirlenmiş ise  $Y^* = 1.10$  den düşük çıkan adaylar değerlendirmeye alınmaz.

**III. BULGULAR VE TARTIŞMA**

Dört aday için dilsel ifadeler içeren değerlendirme, Tablo 3’de ve dilsel ifadelerin değerlendirme bulanık kümesine olan üyelik dereceleri, Tablo 4’ de görülmektedir. Tablo 3’de ki ‘‘m’’ ve ‘‘b’’ sabitleri ve denklemler (5), (6), (7), (8) ve (9) kullanılarak, dört aday için modelin nihai çıktıları ( $Y^*$ ) hesaplanmıştır. Dört adayın nihai çıktıları ( $Y^*$ ) Tablo 5’de görülmektedir. Bulanık mantık değerlendirmesi yapıldığında, Aday-4’ ün şantiye şefi için en uygun aday olduğu Tablo 5’ da görülmektedir. Eğer Şirket Aday-1 yerine gerçekte en uygun aday olan Aday\_4’ü seçmiş olsaydı, Aday-1’in işten ayrılmasından kaynaklı problemler ile karşılaşılma riski azalabilirdi.

**Tablo 3.** Değerlendirme dilsel ifadeleri tablosu

| Karar ölçütleri ( $K_i$ )                         | Adayların değerlendirilmesi dilsel ifadeleri |       |        |       |        |       |        |       |    |    |    |    |
|---|--|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|----|----|----|----|
|   | GM   | YKÜ   | PK     | GM    | YKÜ    | PK    | GM     | YKÜ   | PK |    |    |    |
|   | Aday_1                                       |       | Aday_2 |       | Aday_3 |       | Aday_4 |       |    |    |    |    |
| K <sub>1</sub> Eğitim geçmisi                     | İ  | 0     | İ      | Çİ    | Çİ     | Çİ    | Z      | 0     | İ  | 0  | OZ | İ  |
| K <sub>2</sub> İş tecrübesi                       | 0  | 0     | Z      | 0     | İ      | Çİ    | İ      | Çİ    | 0  | İ  | Çİ | İ  |
| K <sub>3</sub> Liderlik                           | 0  | Z     | Z      | İ     | Çİ     | İ     | Z      | ÇZ    | Z  | Çİ | İ  | Çİ |
| K <sub>4</sub> İnsan ilişkileri                   | 0  | Z     | ÇZ     | İ     | İ      | Çİ    | 0      | Z     | ÇZ | İ  | Çİ | İ  |
| K <sub>5</sub> Özgüven                            | Z  | 0     | Z      | 0     | İ      | İ     | ÇZ     | Z     | ÇZ | İ  | İ  | Çİ |
| K <sub>6</sub> İletişim yeteneği                  | Z  | Z     | ÇZ     | 0     | İ      | İ     | Z      | 0     | Z  | İ  | İ  | Çİ |
| K <sub>7</sub> Takım çalışması                    | 0  | Z     | Z      | 0     | 0      | Çİ    | 0      | Z     | 0  | 0  | İ  | 0  |
| K <sub>8</sub> İşe olan istekliliği               | Z  | ÇZ    | Z      | İ     | Çİ     | İ     | Çİ     | İ     | 0  | 0  | İ  | Çİ |
| K <sub>9</sub> Genel tavır ve davranışı           | 0  | Z     | ÇZ     | 0     | İ      | Çİ    | Z      | 0     | Z  | İ  | İ  | İ  |
| K <sub>10</sub> Adayın seyahata engelini olmaması | İ  | İ     | OZ     | 0     | İ      | Çİ    | İ      | 0     | İ  | Çİ | İ  | Çİ |
| K <sub>11</sub> Adayın ikametgahı                 | 0  | Z     | ÇZ     | ÇZ    | ÇZ     | ÇZ    | ÇZ     | ÇZ    | Z  | ÇZ | Z  | ÇZ |
| K <sub>12</sub> Adayın referansı                  | Çİ   | İ     | Çİ     | 0     | ÇZ     | Z     | ÇZ     | ÇZ    | ÇZ | Z  | Z  | ÇZ |
| K <sub>13</sub> Adayın cinsiyeti                  | Erkek  | Evet  |        | Evet  |        | Evet  |        | Evet  |    |    |    |    |
| K <sub>14</sub>                                   | Kadın  | Hayır |        | Hayır |        | Hayır |        | Hayır |    |    |    |    |
| K <sub>15</sub> Medeni durumu                     | Evlü   | Evet  |        | Evet  |        | Hayır |        | Hayır |    |    |    |    |
| K <sub>16</sub>                                   | Bekar  | Hayır |        | Hayır |        | Evet  |        | Evet  |    |    |    |    |
| K <sub>17</sub> Askerlik durumu                   | Yapmış                                       | Hayır |        | Evet  |        | Hayır |        | Evet  |    |    |    |    |
| K <sub>18</sub>                                   | Yapmamış                                     | Evet  |        | Hayır |        | Evet  |        | Hayır |    |    |    |    |

**Tablo 4.** Değerlendirme bulanık kümesi

| Karar ölçütleri ( $K_i$ )                         |          | Dilsel ifadelerin, değerlendirme bulanık kümesine (D) olan üyelik dereceleri |      |      |        |      |      |        |      |      |        |      |    |
|---|----------|--|------|------|--------|------|------|--------|------|------|--------|------|----|
|   |          | GM   | YKÜ  | PK   | GM     | YKÜ  | PK   | GM     | YKÜ  | PK   | GM     | YKÜ  | PK |
|   |          | Aday_1   |      |      | Aday_2 |      |      | Aday_3 |      |      | Aday_4 |      |    |
| K <sub>1</sub> Eğitim geçmisi                     | 0.85     | 0.50   | 0.85 | 1.00 | 1.00   | 1.00 | 0.20 | 0.50   | 0.85 | 0.50 | 0.35   | 0.85 |    |
| K <sub>2</sub> İş tecrübesi                       | 0.50     | 0.50   | 0.20 | 0.50 | 0.85   | 1.00 | 0.85 | 1.00   | 0.50 | 0.85 | 1.00   | 0.85 |    |
| K <sub>3</sub> Liderlik                           | 0.50     | 0.20   | 0.20 | 0.85 | 1.00   | 0.85 | 0.20 | 0.10   | 0.20 | 1.00 | 0.85   | 1.00 |    |
| K <sub>4</sub> İnsan ilişkileri                   | 0.50     | 0.20   | 0.10 | 0.85 | 0.85   | 1.00 | 0.50 | 0.20   | 0.10 | 0.85 | 1.00   | 0.85 |    |
| K <sub>5</sub> Özgüven                            | 0.20     | 0.50   | 0.20 | 0.50 | 0.85   | 0.85 | 0.10 | 0.20   | 0.10 | 0.85 | 0.85   | 1.00 |    |
| K <sub>6</sub> İletişim yeteneği                  | 0.20     | 0.20   | 0.10 | 0.50 | 0.85   | 0.85 | 0.20 | 0.50   | 0.20 | 0.85 | 0.85   | 1.00 |    |
| K <sub>7</sub> Takım çalışması                    | 0.50     | 0.20   | 0.20 | 0.50 | 0.50   | 1.00 | 0.50 | 0.20   | 0.50 | 0.50 | 0.85   | 0.50 |    |
| K <sub>8</sub> İşe olan istekliliği               | 0.20     | 0.10   | 0.20 | 0.85 | 1.00   | 0.85 | 1.00 | 0.85   | 0.50 | 0.50 | 0.85   | 1.00 |    |
| K <sub>9</sub> Genel tavır ve davranışı           | 0.50     | 0.20   | 0.10 | 0.50 | 0.85   | 1.00 | 0.20 | 0.50   | 0.20 | 0.85 | 0.85   | 0.85 |    |
| K <sub>10</sub> Adayın seyahata engelini olmaması | 0.85     | 0.85   | 0.35 | 0.50 | 0.85   | 1.00 | 0.85 | 0.50   | 0.85 | 1.00 | 0.85   | 1.00 |    |
| K <sub>11</sub> Adayın ikametgahı                 | 0.50     | 0.20   | 0.10 | 0.10 | 0.10   | 0.10 | 0.10 | 0.10   | 0.20 | 0.10 | 0.20   | 0.10 |    |
| K <sub>12</sub> Adayın referansı                  | 1.00     | 0.85   | 1.00 | 0.50 | 0.10   | 0.20 | 0.10 | 0.10   | 0.10 | 0.20 | 0.10   | 0.10 |    |
| K <sub>13</sub> Adayın cinsiyeti                  | Erkek    | 1.00   |      |      | 1.00   |      |      | 1.00   |      |      | 1.00   |      |    |
| K <sub>14</sub>                                   | Kadın    | 0.00   |      |      | 0.00   |      |      | 0.00   |      |      | 0.00   |      |    |
| K <sub>15</sub> Medeni durumu                     | Evlü     | 1.00   |      |      | 1.00   |      |      | 0.00   |      |      | 0.00   |      |    |
| K <sub>16</sub>                                   | Bekar    | 0.00   |      |      | 0.00   |      |      | 1.00   |      |      | 1.00   |      |    |
| K <sub>17</sub> Askerlik durumu                   | Yapmış   | 0.00   |      |      | 1.00   |      |      | 0.00   |      |      | 1.00   |      |    |
| K <sub>18</sub>                                   | Yapmamış | 1.00   |      |      | 0.00   |      |      | 1.00   |      |      | 0.00   |      |    |

**Tablo 5.** Gerçek olay için modelin nihai çıktıları

| Şantiye şefi adaylarının değerlendirilmesi için modelin nihai çıktıları ( $Y^*$ ) tablosu |                 |
|---|-----------------|
| $K_i$   | $Y^*$           |
| K <sub>1</sub>  | Y <sub>1</sub>  |
| K <sub>2</sub>  | Y <sub>2</sub>  |
| K <sub>3</sub>  | Y <sub>3</sub>  |
| K <sub>4</sub>  | Y <sub>4</sub>  |
| K <sub>5</sub>  | Y <sub>5</sub>  |
| K <sub>6</sub>  | Y <sub>6</sub>  |
| K <sub>7</sub>  | Y <sub>7</sub>  |
| K <sub>8</sub>  | Y <sub>8</sub>  |
| K <sub>9</sub>  | Y <sub>9</sub>  |
| K <sub>10</sub>   | Y <sub>10</sub> |
| K <sub>11</sub>   | Y <sub>11</sub> |
| K <sub>12</sub>   | Y <sub>12</sub> |
| K <sub>13</sub>   | Y <sub>13</sub> |
| K <sub>14</sub>   | Y <sub>14</sub> |
| K <sub>15</sub>   | Y <sub>15</sub> |
| K <sub>16</sub>   | Y <sub>16</sub> |
| K <sub>17</sub>   | Y <sub>17</sub> |
| K <sub>18</sub>   | Y <sub>18</sub> |
| $\sum w_j$  | 14.8257         |
| $Y^*$   | 0.84058         |

$Y^* = \sum_{i=1}^n w_j \cdot Y_j$   
 Çıkış  $Y^*$  en yüksek olan Aday\_4'ü, şantiye şefi için en uygun seçilmiştir.

**3.1. Sonuç ve Değerlendirmeler**

Şantiye şefi, bir inşaat şirketinin misyon ve vizyonuna ulaşmak için anahtar bir rol oynamaktadır. Şantiye şefinin seçimi, personel seçiminden sorumlu şirket yetkililerin (karar vericilerin) subjektif değerlendirmesine göre yapılmaktadır. Bu durum en uygun adayın tespit edilmesinde, karar vericilerin yanlıgıya düşmelerine sebep olabilecektir. Firmalar bu sebepten dolayı, taahhüdü altındaki projelerinde süre, maliyet ve kalite açısından sıkıntılar yaşayabilmekte,

iç ve dış müşteri memnuniyetsizliği ile karşı karşıya kalarak sektördeki yeri zarar görebilmektedir.

Günümüze değin pek çok alanda olduğu gibi emeğin yoğun olduğu inşaat sektöründe de personel seçimi ile ilgili farklı yöntemler kullanılarak pek çok çalışma yapılmıştır.

Özgörmüş ve ark. gıda sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın tedarik planlama mühendisi seçimi için 3 aday eğitim, yabancı dil, bilgisayar bilgisi, referans, deneyim, yetkinlik ve fiziksel özellik kriterleri açısından karar vericiler tarafından bulanık AHP yöntemi kullanılarak değerlendirirken, Dağdeviren (2007), bir işletmede terfi edecek personelin belirlenmesi amacıyla aday personeller üst yönetim tarafından dilsel değişkenler kullanılarak bulanık mantık yöntemi ile en uygun adayı seçilmişlerdir. [3,4]

Huang ve ark. Tayvan’da faaliyet gösteren 7000 çalışanı olan çok uluslu bir firma personel seçimi için 12 kalifiye aday problem çözme yetenekleri, teknik yetenek, insan ilişkileri, geçmiş iş tecrübeleri, kişisel karakterleri gibi 5 kriter altında değerlendirilmiş ve şirket için en uygun aday bulanık mantık ve doğrusal programlama yöntemi ile seçilmiştir [29].

Özkök ve Kozanoğlu, bir şirket içerisinde makine bakım takım lideri ataması için şirket içerisinde çalışmakta olan 6 makine bakım mühendisi fabrika müdürü ve insan kaynakları uzmanı tarafından Sözel Kavrama, Yazılı Kavrama, Sözlü İfade, Yazılı İfade, Aktif Dinleme, Eleştirel düşünme ve karar verme, Karmaşık problemleri çözme, Sistem analizi ve değerlendirmesi, Zaman yönetimi, Malzeme yönetimi, Personel yönetimi, Süt üretimi ve işlenmesi bilgisi, Temel elektrik bilgisi, Pnömatik bilgisi, Hidrolik bilgisi, Otomasyon bilgisi, Bilgisayar becerileri, Liderlik, Uzlaşmacılık, Başarı odaklılık, Arkadaşça yaklaşım, Başkalarının çıkarlarına hassasiyet gösterme, İşbirliği ile çalışma eğilimi, Genel güvenilirlik, İş ahlakına bağlılık, Titizlik ve detaylara önem verme, Duygusal denge, Fikir üretme isteği, Karşılaşılabilecek durumları ve sonuçlarını önceden ve derinlemesine irdeleme kriterlerine göre dilsel değişkenler kullanılarak ağırlıklandırılmış, bulanık aritmetik ve TOPSIS yöntemi ile en uygun aday seçilmiştir [30].

Lin H, elektrik mühendisi işe almak isteyen bir firmaya başvuruda bulunan 8 adayı 2 karar vericinin dilsel değerlendirmeleri ile bulanık veri zarflama analizi ve analitik şebeke prosesi yardımıyla kurulan model kullanarak personel seçim problemine çözüm aramışlar, Kelemenis ve Askounis (2010) ise çok uluslu bir bilgi işlem şirketinin üst düzey bilgi işlem yöneticisi seçimi problemi için 4 aday şirket genel müdürü teknik ve sosyal becerilerine göre dilsel

değişkenler yardımı ile değerlendirmiş ve en uygun adayın seçimi bulanık mantık ve çok ölçütlü karar verme metodu olan TOPSIS yardımıyla yapılmıştır [31, 32].

Dursun ve Karsak, bir imalat şirketinde endüstri mühendisliği işe alım problemi için 3 aday, 4 karar verici tarafından duygusal denge, liderlik, özgüven, sözlü iletişim, kişilik, geçmiş tecrübe, genel kabiliyet, idrak etme gibi 8 kriter altında dilsel değişkenler kullanarak değerlendirmiş, şirket için en uygun aday bulanık mantık metodolojisi yardımıyla seçilmiştir [33].

Rashidi ve ark. inşaat proje müdürü seçimi için petrol, gaz, yol, ulaşım, santral inşaatı, yüksek katlı bina inşaatı alanında faaliyet gösteren 28 farklı firmanın yöneticilerine iyi bir proje müdürü seçimi için hangi kriterlere ağırlık verdikleri 4 kısımdan oluşan (teknik ve profesyonel altyapıları, eğitim altyapısı, demografik özellikler, genel yönetim yetenekleri) 23 sorudan oluşan bir anket ile sorulmuş, ağırlıklar belirlendikten sonra bulanık mantık ile model kurularak 3 adet aday üzerinde numerik bir çalışma yapılmıştır [34].

Kelemenis ve ark. Yunanistan’da telekomünikasyon sektöründe faaliyet gösteren büyük ölçekli bir bilgi işlem firmasında bölüm müdürü seçimi için çok ölçütlü karar yöntemi olan bulanık TOPSIS yöntemini kullanarak 3 aday firma karar vericileri tarafından 10 adet yönetsel yetenek 2 adet teknik yetenek altında değerlendirilmiş ve en uygun aday belirlenmiştir [35].

Anbarcı ve Manisalı’nın 2012 yılında yaptıkları çalışmalarında şirketlerin Şantiye şefi seçiminde özellikle bilgi ve donanıma önem verdikleri ortaya konulmuştur. Ayrıca adayın yıl bazında iş tecrübesinin olması, referans bilgileri, adayın en az bir yabancı dil bilmesi ve dinamik, detaylara önem veren, sorumluluk sahibi bir kişi olmasının yanı sıra gelişmiş iletişim becerileriyle takım çalışmasına uygun davranması özelliğinin üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu vurgulanmıştır. Mezun olunan üniversitenin adının da önemli bir etkiye sahip olduğu belirtilmiştir [1].

Gilan ve ark. inşaat firmasındaki insan kaynaklarını proje müdürleri ve mühendisler olarak iki tipte sınıflandırmıştır. Bu iki tipteki personel için rekabetçi hiyerarşik bir yapı oluşturmuşlardır. Proje müdürleri ve mühendisler için teknik, davranışsal ve bilgi birikimi kriterlerini değerlendirmeleri için 10 inşaat firmasının üst düzey yöneticilerine anket yapılmıştır. Dilsel anket sonuçları bulanık mantık yöntemi ile kurulan modelde değerlendirilmiştir [36].

Yıldız ve Deveci, bulanık VIKOR yöntemini kullanarak bir teknoloji firması mühendis personel işe alımı için 5 aday



iş tecrübesi, eğitim düzeyi, yabancı dil, aldığı eğitimler ve sosyal ilişkiler kriterleri bakımından 3 kişilik karar verici ekip tarafından değerlendirilmiştir [5].

Çalışmamızda, şantiye şefi seçim problemi için bulanık ifadeler içeren subjektif değerlendirmenin, geliştirilen bulanık mantık yöntemi ile en uygun adayın seçilmesi amaçlanmıştır. Seçim aşamasında geliştirilen bulanık mantık yönteminin tercih edilmesi ile firmaların; projelerinde, uygun olmayan adayın seçilip işe alınmasından kaynaklanabilecek olumsuz etkileri minimize edebilecekleri düşünülmektedir.

Personel seçiminden sorumlu firma yetkili veya yetkilileri (Karar vericisi ya da karar vericiler), dilsel ifadeler ile şantiye şefinin vasıflarını değerlendirirler.  $K_1$  ile  $K_{12}$  numaraları arasındaki karar ölçütleri, bulanık ifadeler içerir ve değerlendirme bulanık kümesine bir aidiyetlik derecesiyle üyedirler.  $K_{13}$  ile  $K_{18}$  numaralar arasındaki karar kriterleri kesin ifadeler içermektedir ve değerlendirme bulanık kümesine üye değildirler. Ayrıca karar vericilerin değerlendirmeye olan bir ağırlıkları vardır. Bu ağırlık 0-1 arasında değişir. Firma, karar vericilerin sayısını ve ağırlıklarını belirler.

Modelimizde,  $K_1$  ile  $K_{12}$  arasındaki karar ölçütleri için “Birinci derece Sugeno bulanık çıkarımı”;  $K_{13}$  ile  $K_{18}$  arasındaki karar ölçütleri için “Sıfır derece Sugeno bulanık çıkarımı” kullanılmıştır. Modelin nihai çıktısı, Sugeno ağırlıklı ortalamasıyla hesaplanır. Modelimizde bir eşik değerinin kullanılması önerilmektedir, örneğin, bu eşik değer 1.10 tespit edilmiş ise, modelin nihai çıktı ( $Y^*$ ) değeri 1.10 altında olan hiç bir aday uygun kalıfıyede değildir.

Gerçek bir inşaat projesinde, şantiye şefi seçimi üç karar vericinin subjektif değerlendirmesine göre yapılmış ve Aday-1, şantiye şefi olarak işe alınmıştır. Fakat bu kişi, projenin yönetiminde başarısızlığa uğramış, müteahhidin idare ile sıkıntılar yaşamasına sebebiyet verdiği için işten çıkarılmıştır. Karar vericilerin bu subjektif değerlendirmeleri modelimize uygulandığında, uygun bulunarak seçilen bu adayın, aslında üçüncü iyi aday olduğu görülmektedir.

Bu modelin kusursuz bir seçim ortaya çıkartabileceği düşüncesi elbette mümkün değildir. Gerçek hayatta hiç beklenmedik olayların hayatın gidişatını çok farklı yönde değiştirebilir. Buna karşılık bu modelden beklenen, bilinen bilgiler doğrultusunda potansiyel olarak en uygun adayın belirlenmesine imkan tanınmasıdır.

### 3.2. Teşekkür

Makalenin düzenlenmesi aşamasındaki katkıları için Dr. Zehra SAFİ ÖZ’e teşekkür ederiz.

### KAYNAKLAR

- [1] Anbarcı, M., Manisalı, E., Konut Projeleri Şantiye Şefi Seçimi, Yapı Dünyası Sayı:190, 12-16, 2012.
- [2] Gilan, S.S., Sebt, M.H., Shahhosseini,V., Computing with words for hierarchical competency based selection of personnel in construction companies, Applied Soft Computing, Applied Soft Computing, 12, 860–871, 2012.
- [3] Dağdeviren,M., Bulanık analitik hiyerarşi prosesi ile personel seçimi ve bir uygulama, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., Cilt 22, No 4, 791-799, 2007.
- [4] Özgörmüş, E., Mutlu, Ö., Güner, H., 2005, Bulanık Ahp ile Personel Seçimi, V.Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul Ticaret Üniversitesi, 25-27 Kasım.
- [5] Yıldız, A., Deveci, M., 2013, Bulanık VIKOR Yöntemine Dayalı Personel Seçim Süreci, Ege Akademik Bakış, Cilt 13,427-436.
- [6] Ross, T.J., Fuzzy logic with engineering applications, McGraw-Hill, Singapore, 1997.
- [7] Zadeh, L.A., Fuzzy sets, Informatic and control, Cilt 8, No 3, 338-353, 1965.
- [8] Klir, G.J., Clair, U.H., Yuan, B., Fuzzy Set Theory: Foundations and Applications, Prentice Hall PTR, Upper Saddle River, NJ, ABD, 1997.
- [9] Klir, G.J. and Yuan, B., Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications, Prentice Hall Inc, Englewood Cliffs, NJ, ABD, 1997.
- [10] Reznik, L., Fuzzy controllers, Biddles Ltd., Guildford and King’s Lynn, 1997.
- [11] The Mathworks, Inc., Fuzzy Logic Toolbox, User’s Guide R2014b, 3 Apple Hill Drive Natick, ABD, 2014.
- [12] Kusiak, A., 2011, Fuzzy logic [on line], Intelligent Systems laboratory 2139 Seamans Systems, The University of Iowa, Iowa City, Iowa 52242-1257, ABD, [http://css.engineering.uiowa.edu/~comp/Public/Fuzzy\\_logic\\_2.pdf](http://css.engineering.uiowa.edu/~comp/Public/Fuzzy_logic_2.pdf) [15 Subat 2012].
- [13] Wu, X., 2011, Fuzzy rule based systems [online], Jiangnan University, Jiangsu, Çin, <http://course.cmjnu.com.cn/courses/03014a/content/syjsx/dzja/AppendixChapter5.swf> [15 Şubat 2012].
- [14] El-Sharkawi, M. A., 2011, Fuzzy systems [online], Department of Electrical Engineering, University of Washington, Seattle, WA 98195-2500, USA, [http://cialab.ee.washington.edu/index\\_files/Page598.html](http://cialab.ee.washington.edu/index_files/Page598.html) [01 Haziran 2011].
- [15] Schmidt, S., Steele, R., and Dillon, T., 2012, Towards

- usage policies for fuzzy inference methodologies for trust and QoS assessment [on line], University of Technology, Sydney, PO Box 123 Broadway, NSW 2007 Australia, <http://epress.lib.uts.edu.au/research/bitstream/handle/10453/2397/2006005298.pdf?sequence=1> [15 Subat 2012].
- [16] Jang, J.-S. R. ve C.-T. Sun, *Neuro-Fuzzy and Soft Computing: A Computational Approach to Learning and Machine Intelligence*, Prentice Hall, 1997.
- [17] A. Kandel, editor. *Fuzzy expert systems*. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL, 1992.
- [18] Osofisan, P.B., "Fuzzy logic control of the syrup mixing process in beverage production", *Leonardo journal of sciences*, No 11, 93-108, 2007.
- [19] B. Kosko. *Neural networks and fuzzy systems: A dynamical systems approach*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 1991.
- [20] Lee C.C. *Fuzzy logic in control systems: Fuzzy logic controller-part 1*. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 1990.
- [21] Lee C.C. *Fuzzy logic in control systems: fuzzy logic controller-part 2*. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 1990.
- [22] E. H. Mamdani and S. Assilian. An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller. *International Journal of Man-Machine Studies*, 1975.
- [23] Pant, S.N. and Holbert, K.E., *Fuzzy rules and implication* [online], Fulton, Arizona, ABD, <http://enpub.fulton.asu.edu/PowerZone/FuzzyLogic/chapter%205/frame5.htm> [13 Mart 2012].
- [24] Cook, P.R., 2011, *Fuzzy inference system (Sugeno)* [online], Department of Computer Science, Princeton University, New Jersey 08544, ABD, <http://www.cs.princeton.edu/courses/archive/fall07/cos436/HIDDEN/Knapp/fuzzy004.htm> [15 Şubat 2012].
- [25] M. Sugeno and G. T. Kang. *Structure identification of fuzzy model*. *Fuzzy Sets and Systems*, 1988.
- [26] T. Takagi and M. Sugeno. *Fuzzy identification of systems and its applications to modeling and control*. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 1985.
- [27] Özbayoğlu, M.A., 2011, *Bulanık uzman sistemler* [on line], Bilgisayar Mühendisliği Bölümü TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Ankara, [http://mozbayoglu.etu.edu.tr/Dersler/Bahar\\_2010/bil441/bulanik\\_uzman\\_sistemler.ppt](http://mozbayoglu.etu.edu.tr/Dersler/Bahar_2010/bil441/bulanik_uzman_sistemler.ppt) [15 Subat 2012].
- [28] Jang, J.-S. R. and C.-T. Sun, "Neuro-fuzzy modeling and control, *Proceedings of the IEEE*, 1995.
- [29] Huang, D.K., Chiu, H.N., Yeh, R.H., Chang, J.H., 2009, A fuzzy multi-criteria decision making approach for solving a bi-objective personnel assignment problem, *Computers&Industrial Engineering* 56, 1-10
- [30] Özkök, A.F., Kozanoğlu, O., 2009, Takım Lideri Seçiminde Bulanık Kalite Fonksiyonu Açınımı Modeli Uygulaması, *Journal of Yasar University*, 4(15), 2403-2418
- [31] Lin, H.T., 2010, Personnel selection using analytic network process and fuzzy data envelopment analysis approaches, *Computers&Industrial Engineering*, 59, 937-944.
- [32] Kelemenis, A., Askounis, D., 2010, A new TOPSIS-based multi-criteria approach to personnel selection, *Expert Systems with applications*, 37,4999-5008
- [33] Dursun, M., Karsak, E.E., 2010, A fuzzy MCDM approach for personnel selection, *Expert systems with applications*, 37, 4324-4330
- [34] Rashidi, A., Jazebi, F., Brilakis, I., 2011, Neurofuzzy Genetic System for Selection of Construction Project Managers, *Journal of Construction Engineering and Managemet*, 17-29
- [35] Kelemenis, A., Ergazakis, K., Askounis, D., 2011, Support Managers' selection using an extention of fuzzy TOPSIS, *Expert Systems with Applications*, 38, 2774-2782
- [36] Gilan, S.S., Sebt, M.H., Shahhosseini, V., 2012, Computing with words for hierarchical competency based selection of personnel in construction companies, *Applied Soft Computing*, 12,860-871