

## Bulanık SWARA ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi ile İş Değerlemesi

### *Fuzzy SWARA and Fuzzy Analytic Hierarchy Process Application In Job Evaluation Process*

Deniz ŞENGÜL<sup>\*1</sup>, Gültekin ÇAĞIL<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sakarya Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Sakarya, denizsengul20@gmail.com

<sup>2</sup> Sakarya Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Sakarya, cagil@sakarya.edu.tr

#### MAKALE BİLGİLERİ

*Makale geçmişi:*

Geliş: 6 Nisan 2020  
Revizyon: 10 Eylül 2020  
Kabul: 17 Eylül 2020

*Anahtar kelimeler:*

İş değerlendirme, Bulanık SWARA, Bulanık AHP

#### ÖZET

İş değerlendirme, bir kuruluştaki bir işin görelî değerini sistematik olarak belirleme sürecidir. İşletmede yapılmakta olan tüm işlerin değerleri belirlenerek adil ve güvenilir bir ücret sisteminin kurulması amaçlanır. Ücret yönetimi, işletmelerin üretimini ve üretkenliğini artıran önemli bir araç olmasının yanında çalışanı işletmeye bağlayan ekonomik bir teşvik yöntemidir. Hem işletmeleri hem de personeli yakından ilgilendiren ücret sisteminin doğru şekilde kurulması, işletmedeki iş değerlendirme çalışmasının ne kadar efektif kullanıldığına bağlıdır. İş değerlendirme çalışmasında işlerin görelî değerleri, işletme içinde yürütülen tüm işler için belirli faktörler ışığında önem dereceleri açısından karşılaştırılarak belirlenir. Önem derecesi en fazla çıkan iş diğer anlamda işletme amaçlarının gerçekleştirilmesine en fazla katkıyı sağlayan iş diğer işlerden daha önemli kabul edilir ve daha fazla ücretle çalışmasının uygun olduğu kabul edilir. İş değerlendirme çalışması ısıtma ve soğutma sektöründe uzun yıllardır faaliyet göstermekte olan bir işletmede uygulanmıştır. İşletmede yeni kurulacak montaj hattında görev alacak üç görev tanımlı örneklem grubu seçilerek iş değerlendirme çalışması uygulanmıştır. Uygulamada kullanılacak kriterler iş değerlendirme metodu ile belirlenmiş ve kriterlerin birbirleri ile karşılaştırılması Bulanık SWARA ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi ile sağlanmıştır. Böylelikle personeller sadece yaptıkları işin dikkate alındığı ve bilimsel verilere dayanan iş değerlendirme çalışması sonuçlarına göre oluşturulan ücret skalalarına yerleştirilecek; doğru işe doğru ücret politikası hayata geçirilecektir.

Doi: 10.24012/dumf.715363

#### ARTICLE INFO

*Article history:*

Received: 6 April 2020  
Revised: 10 September 2020  
Accepted: 17 September 2020

*Keywords:*

Job evaluation, Fuzzy SWARA, Fuzzy AHP

#### ABSTRACT

Job evaluation is the process of systematically determining the relative value of jobs in an organization. It's aimed to establish a fair and reliable wage system by determining the values of the works. Wage management is an important tool that increases productivity of businesses, as well as an economic incentive method that connects the employee to the business. The correct establishment of the wage system depends on how effectively the job valuation in the enterprise is used. The relative values of the works are determined by comparing them in terms of their importance by using certain factors. The job with the highest degree of importance is considered to be more important than other jobs and it is considered appropriate to work with higher wages. Job valuation has been applied in a company that has been operating in the climating sector for many years. This study was applied by selecting three job definition sample groups to take part in the assembly line in the enterprise. These criterias were determined by job evaluation and the comparison of these criterias with each other was provided by Fuzzy SWARA and Fuzzy AHP. Thus, the staff will be placed on the wage scales created according to the results of the job valuation based on scientific data, the right wage policy for the right job will be implemented.

\* Sorumlu yazar / Correspondence  
Deniz ŞENGÜL  
✉ denizsengul20@gmail.com

## Giriş

İşletmelerde istihdam edilmekte olan işgücünün verimli şekilde çalışabilmesi güçlü ve adil bir ücret sistemi ile yönetilmelerine bağlıdır. Ücret yönetimi personellerin performanslarına direkt etki eden önemli bir unsurdur. İşletmeler doğru ücret politikalarını oluşturabilmek için çeşitli uğraşlar vermektedirler. Doğru ücret sisteminin kurulmasının temel taşlarından biri işletmede yapılan işlerin doğru tanımlanmasından geçmektedir. Bu sebeple işletmede öncelikle iş analizinin doğru yapılmış olması gerekmektedir. Yapılan iş analizlerinin ücret sistemine entegre edilmesi ise iş değerlendirme sisteminin doğru şekilde çalıştırılması ile mümkün olmaktadır.

İş değerlemenin amacı, işletmedeki her işin birbirleri ile kıyas edilerek, yapılan tüm işler arasındaki önemini belirlemektir. Böylece bir işin işletmedeki diğer işler arasında ne kadar önemli olduğu sonucu ortaya çıkacak ve ücret skalaları da bu önem dereceleri göz önünde bulundurularak doğru ve adil şekilde oluşturulabilecektir.

İşletmelerde en önemli unsur olan ücret sisteminin herkes tarafından kabul görmüş olarak güvenilir, objektif ve bilimsel standartlara uygun şekilde yapılmasını sağlayan bir yöntem olduğunu söyleyen Ergül [1], uygulamanın ne kadar önemli ve hassas olduğuna dikkat çekmektedir.

İş değerlendirmede kullanılan yöntemler nicel ve nitel yöntemler olarak iki ayrı kolda incelenir. Nitel yöntemlerden ilki olan sıralama yönteminde; iş değerlemesi yapılacak olan işi, işletme içindeki yapılan tüm işlerle karşılaştırarak değerlendirme yapmaktadır. Bu yöntemde dört faktör göz önüne alınır. Kurgun ve Yemişçi [2] çalışmalarında bu dört faktörü iş değerlendirme çalışması yapılacak olan bölümün yapısal büyüklüğü, yapılan işlerdeki sorumluluk ve karmaşıklıklar, gerekli hüner ve nitelik olarak belirtmişlerdir.

İkinci sırada bulunan sınıflandırma yönteminde Acar [3], işlerin daha önceden belirlenmiş sınıflar dahilinde değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Bu yöntemde ilk olarak sınıflar ve iş gruplarına karar verilir. İşlerin tanımları, ilgili işin ait olduğu sınıf tanımları ile karşılaştırılarak, işlerin hangi sınıfa ait olduğunu belirler.

Değerlendirmelerin tarafsız olmasını sağlayan, değerlendirilecek işlerin ve işçi sayılarının fazla olduğu durumlarda tercih sebebi olan nicel yöntemlerden birincisi faktör karşılaştırma yönteminde, değerlendirme sonuçlarını ifade ederken sayısal veriler kullanır. Bu metotta dört faktör kullanılır. Akyıldız [4], bunlardan ilki beceri, ikincisi zihinsel ve bedensel çaba, üçüncüsü sorumluluk ve dördüncüsü iş koşulları olmak üzere 4 grupta ele almıştır. Başlangıçta diğer işleri de temsil edebilecek kritik işler seçilir, dört faktör üzerinden analizi yapılır. Sonraki aşamada diğer işlerle, seçilen kritik işler karşılaştırılarak ücret skalasındaki yerleri ve ücretleri belirlenir.

Acar [3] çalışmasında; nicel yöntemlerin ikinci sırasında bulunan puan yönteminin ayrıntılı incelemeye dayanması ve nicel değerlendirmelere daha fazla olanak vermesi, sade ve anlaşılır olması sebebiyle en çok tercih edilen yöntem olduğunu belirtmiştir. Bu yöntemde ana faktörler bilgi-beceri, sorumluluk, çaba ve iş koşulları şeklinde gruplandırılır. Ana faktörler çoğunlukla benzer olup farklılıklar alt faktörlere göre değişmektedir.

Metal Sanayicileri Sendikası (MESS) [5], üniversite-sanayi iş birliği çerçevesinde Metal sanayi sektöründe yaptığı çalışmada, puan yöntemini kullanarak 395 görev tanımını iş değerlendirme çalışması kapsamında değerlendirmiştir. Yapılan bu çalışma Türkiye’de yapılan pek çok iş değerlendirme çalışmasında referans olarak alınmıştır.

Literatürde iş değerlendirme ile ilgili çalışmalar da yer almaktadır. Kahya [6], metal sanayiinde uygulamaya aldığı çalışmada puan yöntemini kullanmıştır. Yaptığı çalışmada 41 görev tanımını iş değerlendirme çalışmasında kullanmıştır. Faktör ve alt faktör belirlenmesinde MESS [5]’in çalışmasını referans kullanmıştır. Ayrıca; Kahya [7], Charnes ve ark. [8], Gupta ve Ahmed [9], ve Ahmed [10] faktörlerin ağırlıklandırılmasında lineer programlama tekniğini kullanmışlardır.

Bu çalışmada Türkiye Metal Sanayicileri Sendikası (MESS) [5] tarafından belirlenen iş değerlendirme faktör ve alt faktörleri baz alınmış ve işletme ihtiyacına göre faktörlere gerekli görülen eklemeler yapılmıştır. MESS [5]’in

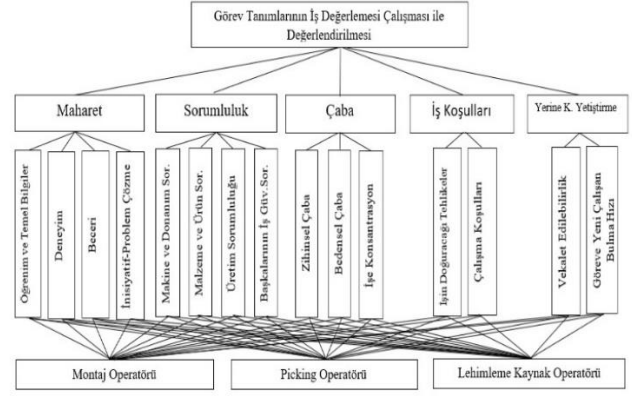
belirlediği faktörler; maharet, sorumluluk, çaba, işin koşulları ana faktörleridir. Fakat bu yapı incelendiğinde, işten ayrılma sebebiyle boş kalan görev tanımı için işe alınan yeni personellerin işe alışma süreleri farklılık göstermektedir. Örneğin montaj operatörlüğü yapan personelin işten ayrılması durumunda yeni başlayan personel işe kolayca adapte olurken, lehimleme kaynak operatörlüğü yapan personelin yerini alacak yeni personel yetiştirmek uzun zaman almaktadır. Ayrıca montaj operatörlüğü görev tanımı işini yapmak üzere tecrübeli/tecrübesiz yeni adaylar rahatça seçilebilirken, lehimleme kaynak operatörü için adaylar belirli dikkat testlerinden geçmektedirler. İşler değerlendirilirken bu faktörlerin de kıymetli olduğu görüşüne varılmış ve yerine koyma-yetiştirme ana faktörü MESS [5] yapısına eklenmiştir.

Kullanılacak ana faktör ve alt faktörlerin nihai durumu Tablo 1’de gösterilmiştir. Faktörlerin hiyerarşik yapısı ise Şekil 1 ‘de gösterilmektedir. Yapılacak işlemlerde kolaylık sağlaması açısından kullanılacak kısaltmalarda aynı tablonun sağ tarafında belirtilmiştir.

Tablo 1. Çalışmada kullanılacak ana faktör ve alt faktörler

Table 1. Key factors and sub-factors that use for application

Faktör Adı	Kısaltma Karşılığı
1. Maharet Ana Faktörü	C1
1.1. Öğrenim ve Temel Bilgiler Alt Fakt.	C11
1.2. Deneyim Alt Faktörü	C12
1.3. Beceri Alt Faktörü	C13
1.4. İnisiyatif ve Problem Çöz. Alt Fakt.	C14
2. Sorumluluk Ana Faktörü	C2
2.1. Mak. ve Donanım Sorumluluğu Alt Fakt.	C21
2.2. Malz. ve Ürün Sorumluluğu Alt Fakt.	C22
2.3. Üretim Sorumluluğu Alt Fakt.	C23
2.4. Başkalarının İş Güvenliği Sor. Alt Fakt.	C24
3. Çaba Ana Faktörü	C3
3.1. Zihinsel Çaba Alt Faktörü	C31
3.2. Bedensel Çaba Alt Faktörü	C32
3.3. İşe Konsantrasyon (Dikkat) Alt Fakt.	C33
4. İşin Koşulları Ana Faktörü	C4
4.1. İşin Doğurabileceği Tehlikeler Alt Fakt.	C41
4.2. Çalışma Koşulları Alt Faktörü	C42
5. Yerine Koyma-Yetiştirme Ana Faktörü	C5
5.1. Vekalet Edilebilirlik Alt Faktörü	C51
5.2. Göreve Yeni Çalışan Bulma Hızı Alt Fakt.	C52



Şekil 1. Ana faktör ve alt faktörlerin hiyerarşik yapısı

Figure 1. Hierarchical structure of key factors and sub-factors

## Metodoloji

Günümüz şartlarında iş hayatında yaşanan belirsizlikler, seçeneklerin fazla ve karmaşık oluşu, karar sürecini etkileyebilecek iç ve dış etkenlerin fazlalığı değerlendirme süreçlerini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle bu belirsizlikleri de dikkate alarak sonuca ulaşan bulanık mantık ile çok kriterli karar verme tekniklerinin uygulanmasına karar verilmiştir.

## Bulanık Mantık

Bulanık mantık, günümüz koşullarında net kararlar veremediğimiz durumları matematiksel modele dökerek doğru karara ulaşmamıza yardımcı olacak algoritmalar için kullanılmaktadır. Tarihsel verilere baktığımızda, bulanık mantık alanında yapılan ilk çalışmanın Azeri asıllı bilim adamı Lotfi A. Zadeh [11] tarafından 1965 yılında Bulanık Kümeler (Fuzzy Sets) adlı makalesini yayınlamasıyla literatüre kazandırılmıştır. Zadeh [11] bu çalışmada insan düşüncesindeki bulanıklık ve gerçek hayatta karşımıza çıkan durumlar değerlendirildiğinde 0 ve 1 değerlerinden oluşan ikili mantık sisteminin problemlerin çözümündeki yetersizliğini konu almıştır. İnsanlar çevresel etkiler ya da içsel nedenlerden de kaynaklanan durumlarından dolayı karar verirken çeşitli zorluklarla karşılaşılır. Bulanık mantık, belirsizliği konu olduğundan problem ile ilgili kriterlerin değerlendirilmesi aşamasında dilsel ifadeler kullanılmaktadır. Geleneksel yöntemlerde kullanılan sayısal ifadeler yerine daha hassas değerlendirme yapabileceğimiz dilsel ifadeler

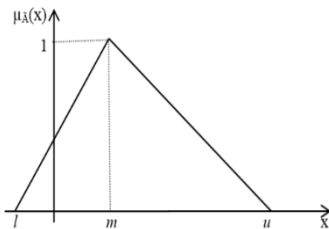
kullanarak bulanık mantık ile en doğru sonuca ulaşmak kolaylaşacaktır.

Geleneksel küme teorisine bakıldığında bir eleman o kümeye aitse 1, ait değilse 0 olarak belirtilmektedir. Bulanık küme kavramına baktığımızda ise üyeler 0 ve 1 değerleri arasında değişen esnek değerler alabilmektedirler. Bu esneklik bulanık mantık bakış açısını daha cazip hale getirmektedir. Günden ve Miran [12] bu esnek yapının bulanık kümelerin keskin olmayan sınırlara sahip olmasından kaynaklandığını çalışmalarında yer vermişlerdir.

Bulanık kümede yaygın olarak kullanılmakta olan üyelik fonksiyonları Tekil, Üçgen, Yamuk, Gaussian, Çan Şekli, Sigmoidal, Başkaya [13]'nın çalışmasında bahsetmiş olduğu S ve Baykal ve Beyan [14]'in çalışmasında bahsetmiş olduğu  $\Pi$  olarak belirlenmişlerdir. Baykal ve Beyan [14]'in bahsettiği üzere bulanık küme teorisi çeşitli üyelik fonksiyonları ile tanımlandıklarından dolayı bulanık sayı çeşitleri de fazlaca bulunmaktadır. Bu çalışmada üçgen üyelik fonksiyonu kullanılmıştır.

Üçgen üyelik fonksiyonlarının problem çözmedeki işlem kolaylığı ve sezgisel olarak oluşturulabilmeleri nedeniyle Sanchez ve Gomez [15]'in de çalışmalarında belirttiği şekilde en çok kullanılan bulanık sayı türü olduğundan bahsedilmiştir. Literatürde üçgen üyelik fonksiyonu üç parametre ile tanımlanmaktadır. Üçgen üyelik fonksiyonun bileşenleri l, m, u olarak alınır;

$$\mu_{\tilde{A}}(x; l, m, u) = \begin{cases} l \leq x \leq m & \text{ise} & \frac{(x-l)}{(m-l)} \\ m \leq x \leq u & \text{ise} & \frac{(u-x)}{(u-m)} \\ x > u \text{ veya } x < l & \text{ise} & 0 \end{cases} \quad (1)$$



Şekil 2. Baykal ve Beyan [14]'in hazırladığı üçgen üyelik fonksiyonu

Figure 2. Triangle membership function created by Baykal and Beyan [14]

$\mu_{\tilde{A}}(x)=1$  olmak üzere Baykal ve Beyan [14]'in çalışmasında ele aldığı Şekil 2'deki grafikte görüldüğü gibi m üçgen bulanık sayının tepesi adını alır ve m'nin l ve u'nun orta noktası olma zorunluluğu bulunmamaktadır.

### Bulanık SWARA

Bulanık SWARA, SWARA metodunda karşılaştırmaların yapılması esnasında bulanık ifadelerin kullanıldığı bir yöntemdir. Bulanık mantık üzerine kurgulanmış olan Bulanık SWARA metodu, karar verirken yaşanan zorlukların ve etkenler nedeniyle karmaşıklaşan değerlendirme sürecinin daha etkin ve gerçeğe yakın şekilde yapılmasına olanak sağlamaktadır.

Bu yöntem ile çevresel ve ekonomik duyarlılığı olan değerlendiricilerin kendi önceliklerini seçme hakkı vermektedir. Zolfani ve Sapauskas [16] SWARA'da diğer yöntemlere nazaran değerlendiricilerin öneminin daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Literatüre baktığımızda, Perçin [17] Bulanık SWARA ve aksiyomatik tasarım yöntemlerini entegre ederek dış tedarikçi seçimi problemi için çalışma gerçekleştirmiştir. Kiani ve ark. [18] plastik endüstrisinde üçüncü parti lojistik tedarikçisinin seçiminde Bulanık SWARA ve Bulanık MOORA yöntemlerini kullanmıştır. Zarbakhshnia ve ark. [19] ise üçüncü parti lojistik firmaları değerlendirmeleri ve seçimi için Bulanık SWARA ve Bulanık COPRAS yöntemlerini entegre etmiştir.

Literatür araştırmalarında da görüldüğü üzere Bulanık SWARA ağırlıklı olarak çok kriterli karar verme problemleri üzerinde kullanılmıştır. Ancak iş değerlendirme uygulaması ile ilgili literatüre bakıldığında Bulanık SWARA metodu kullanılan çalışma yok denecek kadar azdır. Bu sebeple Bulanık SWARA yönteminin kullanılmasının literatüre katkı sağlayacağı düşünülmüştür.

*Adım 1:* En önemli görülen kriterden başlanmak üzere sıralama yapılır.

*Adım 2:* İkinci kriterden başlayarak, her bir kriterle ilgili önem düzeyi Tablo 2'ye göre belirlenir. Bunun için, j kriteri ile bir önceki kriter (j-1) karşılaştırılır. Keršulienė ve ark. [20] bu orantıyı "ortalama değer karşılaştırmalı önemi" diye adlandırmış ve sj simgesi ile göstermiştir.

Tablo 2. Yazdani [21] ve Chang [22]'in kullanmış olduğu bulanık üye fonksiyonu değerleri

Table 2. Values of fuzzy member function used by Yazdani [21] and Chang [22]

Önem Değeri	Bulanık Sayılar	Sıralama
Çok Düşük	(0,0,0.25)	1
Düşük	(0,0.25, 0,5)	2
Orta	(0.25,0.5,0.75)	3
Yüksek	(0.5,0.75,1)	4
Çok Yüksek	(0.75,1,1)	5

Adım 3: Katsayı ( $k_j$ ) aşağıdaki eşitlikle (Denklem 2) belirlenir:

$$\tilde{k}_j = \begin{cases} \tilde{1} & j = 1 \\ \tilde{s}_j + \tilde{1} & j > 1 \end{cases} \quad (2)$$

Adım 4: Önem vektörü olan  $q_j$ , aşağıdaki eşitlikle (Denklem 3) hesaplanmaktadır:

$$\tilde{q}_j = \begin{cases} \tilde{1} & j = 1 \\ \frac{\tilde{x}_{j-1}}{\tilde{k}_j} & j > 1 \end{cases} \quad (3)$$

Burada,  $x_{j-1}$  notasyonu  $q_{j-1}$ 'e işaret etmektedir.

Adım 5: Problemdaki kriterlerin bulanık ağırlık değerlerinin ( $w_j$ ) hesaplanması aşağıdaki eşitlikle (Denklem 4) sağlanır:

$$\tilde{w}_j = \frac{\tilde{q}_j}{\sum_{k=1}^n \tilde{q}_k} \quad (4)$$

$\tilde{w}_j$ ,  $j$ . inci kriterin bulanık ifade ile önemini göstermektedir. Hesaplamalar süresince ifadeler üçgensel bulanık sayılar ile  $l_1 \leq m_1 \leq u_1$  olacak şekilde  $A_1 = (l_1, m_1, u_1)$  şeklinde gösterilecektir.

Adım 6: Hesaplanan kriter ağırlıkları bulanık yapıda olduğundan durulaştırma işlemi Kiani ve ark. [18]'nin da çalışmalarında bahsetmiş olduğu aşağıdaki eşitlikle yapılır:

$$w_j = \frac{(w_j^u - w_j^l) + (w_j^m - w_j^l)}{3} + w_j^l \quad (5)$$

### Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (BAHP)

AHP uzun yıllardır çok kriterli karar verme yöntemi olarak çeşitli çalışmalarda

kullanılmaktadır. Fakat gerek kriter değerlendirilmede kullanılan metodu gerekse değerlendirilmede kullanılan sayısal ifadeler nedeniyle nihai doğru karara varılmasını güçleştirilmektedir. İnsan psikolojisi ve tüm iç-dış etkenler düşünüldüğünde yapılan tüm değerlendirmelerin net sayılarla ifade edilmesi güçtür. Bu yüzden Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Bulanık Mantık birleştirilerek Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi ortaya konulmuştur.

Literatüre bakıldığında; Büyüközkan ve ark. [23], yazılım geliştirme stratejisinin seçimi için bulanık çok kriterli karar verme yaklaşımı sunmaktadırlar. Bulanık nakit akışı ve bulanık AHP'yi kullanarak ekonomiklik ve kalite faktörlerine göre yazılım geliştirme projesi için alternatif stratejiler değerlendirilmekte ve içlerinden bir tanesi seçilmektedir. Kahraman ve ark. [24], müşteri istek ve beklentileri doğrultusunda ve bunlara uzman görüşlerini de dahil ederek yaptıkları anket çalışması ile İstanbul'da faaliyet gösteren 3 adet Catering firması arasında bir belirleme yapmışlardır. Cheng ve ark [25], telekom şirketlerinin metropollerdeki internet şebeke alanlarının alt yapı sistemlerinin belirlenmesi ve geleceğe dair bunların planlanmasında bulanık AHP kullanmışlardır.

Kriter ağırlıklarını belirlemek için Buckley [26]'in bulanık AHP yöntemi kullanılmıştır. Göksoy ve Güngör [27]'ün çalışmasında bahsettiği üzere Buckley [26]'in yaklaşımının avantajı, yapılan işlemlerin sonucunda tek bir sonucu garanti eder ve bulanık duruma genişletilmesinin daha kolay olmasıdır. Yöntem içerisinde çok fazla işlem olması da dezavantajı olarak görülmektedir.

Gül ve ark. [28]'nin çalışmasında da belirtildiği üzere, Bulanık AHP yönteminde uygulanacak Buckley [26]'in adımları aşağıdaki gibidir:

Adım 1: Hiyerarşideki tüm kriterler arasında ikili karşılaştırma matrisleri tanımlanır. Karşılaştırılan iki kriterin birbiri ile önem derecesi sorgulanır ve ifade ettiği dilsel karşılıklar Denklem 6 ve Denklem 7'de gösterildiği şekilde belirtilir.

$$\tilde{A} = \begin{pmatrix} 1 & \tilde{a}_{12} & \dots & \dots & \tilde{a}_{1n} \\ \tilde{a}_{21} & 1 & \dots & \dots & \tilde{a}_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{a}_{m1} & \tilde{a}_{m2} & \dots & \dots & 1 \end{pmatrix} \quad (6)$$

$$\tilde{a}_{ij} = \begin{cases} i > j, & (1,1,3), (1,3,5), (3,5,7), (5,7,9), (7,9,9) \\ i = j, & (1,1,1) \\ i < j, & (1/3, 1,1), (1/5, 1/3,1), (1/7,1/5, 1/3), (1/9,1/7,1/5), (1/9,1/9,1/7) \end{cases} \quad (7)$$

İkili karşılaştırmalar yapılırken Akyüz [29]’ün çalışmasında kullandığı Tablo 3’de gösterilen bulanık ölçekler kullanılır.

Tablo 3: Akyüz [29]’ün çalışmasında kullandığı bulanık önem dereceleri

Table 3: Fuzzy importance degrees used by Akyüz [29] in his work

Matris İfadesi	Bulanık Ölçek	Karşılık Ölçek
Eşit Önem Değeri	(1,1,1)	(1,1,1)
Biraz Daha Önemli	(2/3,1,3/2)	(2/3,1,3/2)
Daha Fazla Önemli	(3/2,2,5/2)	(2/5,1/2,2/3)
Çok Önemli	(5/2,3,7/2)	(2/7,1/3,2/5)
Kesin Önemli	(7/2,4,9/2)	(2/9,1/4,2/7)

Adım 2: Geometrik ortalama tekniği ile Denklem 8’de gösterildiği gibi bulanık geometrik ortalama bulunur:

$$\tilde{r}_i = \sqrt[n]{\tilde{a}_{i1} \otimes \tilde{a}_{i2} \dots \otimes \tilde{a}_{in}} \quad (8)$$

Adım 3: Denklem 9 kullanılarak kriterlerin bulanık ağırlıkları bulunur.

$$\tilde{w}_i = \tilde{r}_i \otimes (\tilde{r}_1 \oplus \tilde{r}_2 \otimes \dots \oplus \tilde{r}_n)^{-1} \quad (9)$$

Burada,  $\tilde{w}_i$ , i. kriterin bulanık ağırlığıdır. Gösterimi  $\tilde{w}_i = (lwi, mwi, uwi)$  şeklindedir. Burada kullanılan  $lwi, mwi, uwi$ , i.kriterin bulanık ağırlığının sırasıyla alt, orta ve üst değerlere karşılık gelen ifadesinde kullanılır.

Adım 4: Kullanılan tüm kriterlerin en iyi bulanık olmayan performans (the best non-fuzzy performance–BNP) değerini bulmak için COA (centre of area) yöntemi aşağıdaki Denklem 10 ile kullanılır.

$$w_r = \frac{\tilde{w}_r}{\sum_{i=1}^n \tilde{w}_i} = \frac{w_{rl} + w_{rm} + w_{ru}}{\sum_{i=1}^n \tilde{w}_i} \quad (10)$$

Alternatiflerin sıralarını belirlemek için, bulunan BNP değerleri kullanılır, sıralama yapılır.

### Uygulama

Bu çalışmada iki farklı yöntem olan Bulanık SWARA ve Bulanık AHP ele alınmıştır.

### Bulanık SWARA Yöntemi

Bulanık SWARA uygulaması yapı gereği karar vericilerin görüşlerini diğer yöntemlerden daha fazla öne çıkan bir uygulamadır. Bu çalışmada 4 adet uzman karar vericinin görüşü alınarak hesaplamalar yapılmıştır. Karar vericiler; işletmede 3 yıldır görev yapmakta olan insan kaynakları şefi, 12 yıldır görev yapmakta olan montaj müdürü, 10 yıldır görev yapmakta olan montaj şefi ve 8 yıldır görev yapmakta olan montaj formeni olarak belirlenmiştir.

Adım 1: Değerlendiriciler en önemli gördükleri kriterden başlayarak ilgili sıralamayı yapar.

Çalışmada ana kriterler üzerinden adımlar Tablo 4’te gösterilmiş olup, aynı işlemler her bir alt kriter için de uygulanmıştır.

Tablo 4. Ana faktörlerin karar vericiler tarafından önem sırasına göre sıralanması

Table 4. Ranking of the main factors in the order of importance by the decision makers

Faktörler	KV1	KV2	KV3	KV4
C1	1	1	2	1
C2	2	3	1	2
C3	4	2	3	4
C4	3	4	4	3
C5	5	5	5	5

Adım 2: Faktörler karar vericiler tarafından sıralandıktan sonra, j kriteri ile bir önceki kriter (j-1) karşılaştırılır. İkinci kriterden başlayarak her bir kritere göreli önem düzeyi Tablo 2’ ye göre belirlenir.

Tablo 5. Karar vericilerin alt kriter bulanık değerlendirmelerin ortalaması

Table 5. Average of sub criteria fuzzy assessments of decision makers

	C1	C2	C3	C4	C5
kv1l	0,75	0,5	0	0,25	0
kv1m	1	0,75	0,25	0,5	0,25
kv1u	1	1	0,5	0,75	0,5
kv2l	0,75	0,25	0,25	0	0
kv2m	1	0,5	0,5	0,25	0
kv2u	1	0,75	0,75	0,5	0,25

kv3l	0,5	0,5	0,25	0,25	0
kv3m	0,75	0,75	0,5	0,5	0,25
kv3u	1	1	0,75	0,75	0,5
kv4l	0,75	0,5	0,25	0,25	0
kv4m	1	0,75	0,5	0,5	0
kv4u	1	1	0,75	0,75	0,25
pjl	0,69	0,44	0,19	0,19	0
pjm	0,94	0,69	0,44	0,44	0,13
pju	1	0,94	0,69	0,69	0,38

*Adım 3-4-5:* Adım 3,4 ve 5'te gösterilen işlemler sırasıyla uygulanarak Tablo 6'da gösterildiği üzere bulanık SWARA değerleri elde edilmiştir.

*Tablo 6. Ana faktörlerin bulanık SWARA sonuçları*

*Table 6. Fuzzy SWARA results of main factors*

	wj1'	wjm'	wju'
C1	0,249	0,28	0,276
C2	0,199	0,224	0,26
C4	0,159	0,179	0,208
C3	0,159	0,179	0,208
C5	0,134	0,137	0,159

*Adım 6:* Ağırlıklar bulanık yapıda olduğundan durulaştırma işlemi aşağıdaki Tablo 7'de gösterildiği gibidir.

*Tablo 7. Ana faktörlerin durulaştırılmış SWARA ağırlıkları*

*Table 7. Defuzzification SWARA results of main factors*

Ana Faktörlerin Ağırlıkları	Ana faktörler	Durulaştırılmış Ağırlıklar
C1	Maharet	0,267
C2	Sorumluluk	0,227
C3	Çaba	0,182
C4	İş Koşulları	0,182
C5	Yerine K-Yetiştirme	0,143

Diğer alt faktörlerin de aynı işlem adımları takip edilerek durulaştırılmış ağırlıkları hesaplanmıştır.

İş değerlendirme çalışmasının başarısı kullanılacak faktörlerin doğru belirlenmesine bağlıdır. Faktörler gerçeği yansıtır ise çalışma da o kadar verimli sonuçlar verecektir.

Maharet faktörünün alt faktörü olan beceri, yapılan işin hangi derecede beceri-yetenek

gerektirdiğini ölçmek için kullanılır. Tablo 8'de beceri alt faktörünü dereceleri ayrıntılı şekilde gösterilmiştir.

*Tablo 8. Beceri alt faktörünün dereceleri*

*Table 8. Factor degrees of experience sub-factor*

Derece Tanımları	Faktör Dereceleri
Herhangi bir özel beceri gerektirmeyen işler	1
El becerisi (basit el aleti, donanım ve tezgahlar ile çalışmak)	2
Düşünsel beceri (Talimatları uygulayarak karar alabilen, karmaşık yapıli alet donanım ve tezgahların koordinasyonunu sağlayan)	3
Yönetsel beceri (Makine ekipman ve insan yönetimi)	4
Programlanabilir çok özel makine ve donanım kullanırken veya çok hassas parçalar üzerinde çalışırken birkaç uzvun en yüksek düzeyde koordinasyonunu gerektiren işler	5

Aynı şekilde tüm alt faktörler için benzer değerlendirilmeler yapılmıştır.

Tüm ana faktör ve alt faktörlere puanlar dağıtılırken en yüksek puanın 1000 olabileceği varsayımıyla işlemlere devam edilmiştir.

Örneğin maharet ana faktörünün bulanık SWARA ağırlığı 0,267 iken bu faktöre verilen puan, 1000 toplam üzerinden 267 puan olarak belirlenmiştir. Maharet faktörünün ortaya çıkan puanın alt faktörlerine paylaşılması yine SWARA yönteminden çıkan ağırlıklar ile belirlenmiş, beceri alt faktörünün puanı ( $267 \times 0,263 = 70$ ) şeklinde belirlenmiş olup aynı işlemler tüm alt faktörlere uygulanmıştır.

Her bir alt faktör puanının faktör derecelerine dağıtılmasında Liberatore [30]'un geliştirmiş olduğu beş noktalı değer skalası Tablo 9'da gösterilmiştir.

*Tablo 9. Liberatore [30] tarafından geliştirilen beş noktalı değer skalası karşılaştırma matrisi*

*Table 9. Comparison matrix for five-point value scale developed by Liberatore [30]*

	M	İ	O	V	Z
M	1	3	5	7	9
İ	1/3	1	3	5	7

O	1/5	1/3	1	3	5
V	1/7	1/5	1/3	1	3
Z	1/9	1/7	1/5	1/3	1

İkili karşılaştırma matrisi dikkate alınarak yapılan hesaplamalar sonucunda mükemmel 0,513, iyi 0,261, orta 0,129, vasat 0,063 ve zayıf için 0,034 önem ağırlıkları olarak belirlenmiştir.

Alt faktör puanlarının faktör derecelerine dağıtılmasında Dağdeviren ve ark. [31] çalışmalarında bahsettiği üzere, alt faktörün puanı en büyük derecenin puanı olarak kabul edilmiş ve diğer derecelerın puanları Liberatore [30] skalası değerlerinin en büyük değere oranlanmasıyla bulunmuştur. Örneğin beceri alt faktörünün sahip olduğu 70 puan, en yüksek derecenin puanı olarak kabul edilmiştir. Üçüncü derecenin puanı  $(0,129 \times 70) / (0,513) = 18$  olarak hesaplanmıştır.

Faktör derecelendirme metodu diğer tüm alt kriterlere de aynı şekilde uygulanmış ve elde edilen puan planı Tablo 10'da gösterilmiştir.

Tablo 10. Bulanık SWARA faktör derece puan tablosu

Table 10. Fuzzy SWARA factor rating table

Ana Faktör/Alt Faktör	Puan	Faktör Derece Puanları				
		1	2	3	4	5
1.Maharet	267					
1.1. Öğrenim ve Temel B.	78	5	10	20	40	78
1.2. Deneyim	64	4	8	16	32	64
1.3. Beceri	70	5	9	18	36	70
1.4. İnsiyatif-Problem Ç.	54	4	7	14	28	54
2.Sorumluluk	227					
2.1. Mak. ve Donanım Sor.	43	3	5	11	22	43
2.2. Malzeme ve Ürün Sor.	70	5	9	18	36	70
2.3. Üretim Sor.	63	4	8	16	32	63
2.4. Başk. İş Güv.Sor.	50	3	6	13	26	50
3.Çaba	182					
3.1. Zihinsel Çaba	48	3	6	12	25	48
3.2. Bedensel Çaba	74	5	9	19	38	74
3.3.İşe Konsantrasyon	60	4	7	15	30	60
4.İş Koşulları	182					
4.1.İşin Doğ.Tehlikeler	84	6	10	21	43	84

4.2.Çalışma Koşulları	98	7	12	25	50	98
5. Yerine Koyma	143					
5.1.Vekalet Edilebilirlik	75	5	9	19	38	75
5.2.Gör.Yeni Çal.Bulma H.	68	5	8	17	35	68

Gerekli değerlendirmeler için personeller, beyin fırtınası tekniğini kullanarak görüşlerini belirtmişlerdir.

Öncelikle Tablo 11'de montaj operatörü için yapılan faktör derece puanlama değerleri yer almaktadır. Aynı değerlendirmeler picking operatörü ve lehimleme kaynak operatörü için de yapılmıştır.

Tablo 11. Bulanık SWARA ile Montaj Op. Faktör Derecelendirme Puan Tablosu

Table 11. Assembly operator factor rating score table with Fuzzy SWARA

Ana Faktör/Alt Faktör	Puan	Faktör Derece Puanları				
		1	2	3	4	5
1.Maharet	267					
1.1.Öğrenim ve Temel B.	78	5	10	20	40	78
1.2.Deneyim	64	4	8	16	32	64
1.3.Beceri	70	5	9	18	36	70
1.4.İnsiyatif-Problem Ç.	54	4	7	14	28	54
2. Sorumluluk	227					
2.1.Mak. ve Donanım Sor.	43	3	5	11	22	43
2.2.Malzeme ve Ürün Sor.	70	5	9	18	36	70
2.3.Üretim Sor.	63	4	8	16	32	63
2.4.Başk. İş Güv.Sor.	50	3	6	13	26	50
3.Çaba	182					
3.1.Zihinsel Çaba	48	3	6	12	25	48
3.2.Bedensel Çaba	74	5	9	19	38	74
3.3.İşe Konsantrasyon	60	4	7	15	30	60
4.İş Koşulları	182					
4.1.İşin Doğ.Tehlikeler	84	6	10	21	43	84
4.2.Çalışma Koşulları	98	7	12	25	50	98
5. Yerine Koyma	143					
5.1.Vekalet Edilebilirlik	75	5	9	19	38	75
5.2.Gör.Yeni Çal.Bulma H.	68	5	8	17	35	68



Bulanık SWARA uygulaması değerlendirme sonucunda montaj operatörü 216 puan, picking operatörü 196, lehimleme kaynak operatörü ise 291 puan almıştır. Bulanık SWARA yönteminden çıkan sonuçlara göre 3 görev tanımı arasında önem düzeyi bakımından en yüksek puanı lehimleme kaynak operatörü, sonrasında montaj operatörü ve son sırada da picking operatörü almıştır.

**Bulanık AHP Yöntemi**

Çok kriterli karar verme problemlerinde sıklıkla kullanılan AHP yönteminin geliştirilmiş versiyonu olan bulanık AHP metodu, bulanık değerler kullanılarak uygulanmıştır. Bulanık verilerin esnek şekilde karşılaştırma sağlaması ve literatürde iş değerlemesi çalışmasında bulanık AHP uygulaması az sayıda olduğundan, bu yöntemle karar verilmiştir.

*Adım 1:* Ağırlıkların belirlenmesi için öncelikle ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması gerekmektedir. Karşılaştırmalar ana faktörler kendi aralarında ve alt faktörler de kendi aralarında olacak şekilde yapılmıştır. Buckley [26] yöntemi esas alınarak yapılan ikili karşılaştırma ve hesaplamalardan sadece ana faktörlere ait olan hesaplamalar aşağıda yer almaktadır.

*Tablo 12. Ana faktörlerin ikili karşılaştırılması*

*Table 12. Binary comparison of the main factors*

Faktör/Alt Faktör	Maharet	Sorumluluk	Çaba	İş Koşulları	Yerine K.-Yetiştirme
Maharet	(1,1)	(2/3, 1,3/2)	(3/2, 2,5/2)	(2/3, 1,3/2)	(3/2, 2,5/2)
Sorumluluk	(2/3, 1,3/2)	(1,1)	(3/2, 2,5/2)	(3/2, 2,5/2)	(2/3, 1,3/2)
Çaba	(2/5, 1/2,2/3)	(2/5, 1/2,2/3)	(1,1)	(2/3, 1,3/2)	(2/3, 1,3/2)
İş Koşulları	(2/3, 1,3/2)	(2/5, 1/2,2/3)	(2/3, 1,3/2)	(1,1)	(3/2, 2,5/2)
Yerine K.-Yetiştirme	(2/5, 1/2,2/3)	(2/3, 1,3/2)	(2/3, 1,3/2)	(2/5, 1/2,2/3)	(1,1)

*Adım 2:* İkili karşılaştırma sonrasında Denklem 8’de belirtildiği üzere geometrik ortalamalar aşağıdaki Tablo 13’de gösterildiği gibi hesaplanmıştır:

*Tablo 13. Ana kriterlerin bulanık geometrik ortalamaları*

*Table 13. Fuzzy geometric average of the main criteria*

	l	m	u
$\tilde{r}_1$	1,0000	1,3195	1,6967
$\tilde{r}_2$	0,2000	1,3195	1,6967
$\tilde{r}_3$	0,5894	0,7579	1,0000
$\tilde{r}_4$	0,7677	1,0000	1,3026
$\tilde{r}_5$	0,5894	0,7579	1,0000

*Adım 3:* Geometrik ortalamalar hesaplandıktan sonra Denklem 9’da gösterildiği üzere ana kriterleri bulanık ağırlıkları Tablo 14’ de gösterildiği şekilde hesaplanmıştır:

*Tablo 14. Ana kriterlerin bulanık ağırlıkları*

*Table 14. Fuzzy average of main factors*

	l	m	u
$\tilde{w}_1$	0,1493	0,2560	0,5393
$\tilde{w}_2$	0,0299	0,2560	0,5393
$\tilde{w}_3$	0,0880	0,1470	0,3178
$\tilde{w}_4$	0,1147	0,1940	0,4140
$\tilde{w}_5$	0,0880	0,1470	0,3178

*Adım 4:* Daha sonra bulanık ağırlıklar Denklem 10’daki formül kullanılarak Tablo 15 ’de gösterildiği üzere durulaştırılarak aşağıdaki nihai faktör ağırlıkları elde edilir.

*Tablo 15. Ana kriterlerin durulaştırılmış ağırlıkları*

*Table 15. Defuzzification weights of the main criteria*

Ana Faktör Ağırlıkları	Ana faktörler	Durulaştırılmış Ağırlıklar
w1	Maharet	0,263
w2	Sorumluluk	0,229

w3	Çaba	0,154
w4	İş Koşulları	0,201
w5	Yerine K-Yetiş.	0,154

SWARA yönteminde kullanıldığı üzere Liberatore [30] tarafından geliştirilen skala Bulanık AHP yönteminde de kullanılmış ve faktör derece puanları Tablo 16’da gösterilmiştir.

Tablo 16. Bulanık AHP ile elde edilmiş faktör puan planı

Table 16. Factor score plan obtained with fuzzy AHP

Ana Faktör/Alt Faktör	Puan	Faktör Derece Puanları				
		1	2	3	4	5
1.Maharet	263					
1.1.Öğrenim ve Temel B.	94	6	12	24	48	94
1.2.Deneyim	53	4	7	13	27	53
1.3.Beceri	81	5	10	20	41	81
1.4.İnsiyatif-Problem Ç.	35	2	4	9	18	35
2. Sorumluluk	229					
2.1.Mak. ve Donanım Sor.	26	2	3	7	13	26
2.2.Malzeme ve Ürün Sor.	82	5	10	21	42	82
2.3.Üretim Sor.	68	4	8	17	34	68
2.4.Başk. İş Güv.Sor.	53	4	7	13	27	53
3.Çaba	154					
3.1.Zihinsel Çaba	24	2	3	6	12	24
3.2.Bedensel Çaba	70	5	9	18	36	70
3.3.İşe Konsantrasyon	57	4	7	14	29	57
4.İş Koşulları	201					
4.1.İşin Doğ.Tehlikeler	68	5	8	17	35	68
4.2.Çalışma Koşulları	133	9	16	33	68	133
5. Yerine Koyma	154					
5.1.Vekalet Edilebilirlik	104	7	13	26	52	102
5.2.Gör.Yeni Çal. Bulm.H.	52	3	6	13	26	52

Ortaya çıkan tablodan sırasıyla üç görev tanımı için değerlendirmeler yapılmıştır. Montaj operatörü için yapılan değerlendirme Tablo 17’deki gibidir.

Tablo 17. Montaj operatörü bulanık AHP iş değerlendirme puan tablosu

Table 17. Fuzzy AHP job evaluation score table of assembly operator

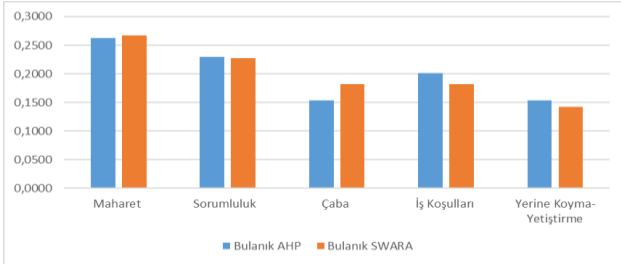
Ana Faktör/Alt Faktör	Puan	Faktör Derece Puanları				
		1	2	3	4	5
1.Maharet	263					
1.1.Öğrenim ve Temel B.	94	6	12	24	48	94
1.2.Deneyim	53	4	7	13	27	53
1.3.Beceri	81	5	10	20	41	81
1.4.İnsiyatif-Problem Ç.	35	2	4	9	18	35
2. Sorumluluk	229					
2.1.Mak. ve Donanım Sor.	26	2	3	7	13	26
2.2.Malz. ve Ürün Sor.	82	5	10	21	42	82
2.3.Üretim Sor.	68	4	8	17	34	68
2.4.Başk. İş Güv.Sor.	53	4	7	13	27	53
3.Çaba	154					
3.1.Zihinsel Çaba	24	2	3	6	12	24
3.2.Bedensel Çaba	70	5	9	18	36	70
3.3.İşe Kons.	57	4	7	14	29	57
4.İş Koşulları	201					
4.1.İşin Doğ.Tehlikeler	68	5	8	17	35	68
4.2.Çalışma Koşulları	133	9	16	33	68	133
5. Yerine Koyma	154					
5.1.Vekalet Edilebilirlik	104	7	13	26	52	102
5.2.Gör.Yeni Çal. Bulma H.	52	3	6	13	26	52

Yapılan değerlendirme sonucunda montaj hattında çalışacak olan montaj operatörünün Bulanık AHP iş değerlendirme puanından 215, picking operatörünün Bulanık AHP iş değerlendirme puanından 193, lehimleme

kaynak operatörü Bulanık AHP iş değerleme plan puanından 286 puan almıştır. Bulanık AHP yönteminin sonuçlarına bakıldığında ısıtma soğutma sektöründe faaliyet gösteren montaj fabrikasında sadece üç görev tanımı düşünüldüğünde, yapılan en kıymetli iş lehimleme kaynak operatörü, sonrasında montaj operatörü ve picking operatörü şeklinde sonuçlanmıştır.

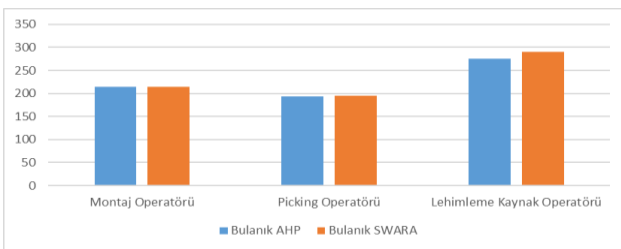
### Değerlendirme ve Sonuç

İşletmelerdeki en değerli süreç olan ücret sisteminin alt yapısı niteliğindeki iş değerlendirme yönteminde Bulanık SWARA ve Bulanık AHP metodlarının kullanımı gösterilmiştir. Uygulanan yöntemler sonucunda yeni kurulacak montaj hattında çalışacak 3 farklı görev tanımının ana faktör ve alt faktörler ışığında karar vericiler tarafından adil bir şekilde değerlendirilmesi sağlanmıştır. İki farklı yöntem sonucunda elde edilen ana faktör ve alt faktörlerin ağırlıkları karşılaştırıldığında; ana faktörlerin karşılaştırılması Şekil 3’de gösterilmiştir.



Şekil 3. İş değerlendirme ana faktörlerin karşılaştırılması

Figure 3. Compare of job evaluation main factors



Şekil 4. Görev tanımlarının toplam puanlarının karşılaştırılması

Figure 4. Compare of job descriptions total scores

Şekil 4’de gösterildiği üzere Bulanık AHP ve Bulanık SWARA yöntemlerinin her ikisinin sonucunda da önem ağırlığı en yüksek görev tanımı lehimleme kaynak operatörü olarak belirlenmiştir. Yaptığı iş yoğun dikkat gerektiren

bir iştir. Ayrıca kaynak dumanına maruz kalan çalışma ortamları mevcuttur.

Montaj operatörü ise çalışma saatleri boyunca ayakta çalışmak ve günlük üretim hedeflerinin tutturulabilmesi için belirli bir hız ile çalışmak zorundadırlar. Bu sebeple ikinci önemli görev olarak puanlanmıştır. Picking operatörü dediğimiz yani hatta malzeme toplayıcı olarak görev yapan çalışanlar da montaj hatlarına destek verici olarak hat besleme alanlarında çalıştıklarından daha az zihinsel konsantrasyon gerektirdiği ve çalışma hızlarının hat beslemeye yetecek kadar normal seviyede olmasından dolayı diğer görevler arasında üçüncü sıraya yerleşmektedirler.

İşletmedeki sadece yapılan işin değerlendirildiği ve güvenilir verilerle yapılan işlemlerden sonra elde edilen sistem yapısının ücret skalasına yansımaya, çalışanlar arasında da güvenilir bir ücret politikası oluşturulacaktır. Çalışanın değil yapılan işin değerlendirildiği, karar vericilerin görüşlerinin alınıp ortak noktada buluşulması sistemin doğruluğuna olan güveni arttırmaktadır.

İşletmeler kendilerine has ücret skalalarına iş değerlendirme çalışması sonucu görev tanımlarının aldıkları puanları skalalara yerleştirilerek, çalışandan bağımsız sadece yapılan işin niteliklerinin ve çevresel koşulların değerlendirildiği adil ve doğru bir ücret sistemi kurulmuş olacaktır.

İş değerlendirme çalışması esnasında gerek hat çalışma koşulları gerekse tüm personellerin yaptıkları işler ayrı ayrı incelendiği için çalışanların görev ve yetkisi dışında yapılan işlemler kolayca fark edilip müdahale edilebilir, iş akışları yenilenebilir, İSG kurallarına aykırı durumların tespiti kolaylaşabilir, süreçlerdeki aksaklıklar tespit edilip KAIZEN uygulamaları başlatılabilir.

### Kaynaklar

- [1] Ergül, Hüseyin Fazlı (2006), “Kurumlarda Ücret, Ücret Sistemleri Ve Ücret-Başarı İlişkisi”, Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt 5, Sayı 18, 92-105, [Http://www.E-Sosder.Com](http://www.E-Sosder.Com) (Erişim Tarihi 22.05.2010).
- [2] Kurgun, Osman Avşar ve Derya Alımanoğlu Yemişçi (2007), “İş Değerlemede Puanlama Yöntemi ve Büyük Ölçekli Bir Otel İşletmesinde Uygulama” Çimento İşveren Dergisi, Temmuz Sayısı, 4-15. Gemalmaz, O., Analitik İş Değerlendirme Puan Yöntemi, Ankara, MPM Yayınları, No: 318, 1995.

- [3] Acar, Ahmet (2007), Ücret Yapısının Oluşturulması, Literatür Yayınları, İstanbul.
- [4] Akyıldız, Hüseyin (2001), Ücret Yapısının Oluşumu, Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları, Yayın No:11, Isparta.
- [5] MESS, Metal Sanayii İş Gruplandırma Sistemi, İstanbul, 1996.
- [6] Kahya, E., 2002. İş Değerlemesi ve Ücret Sistemi. Eskişehir, 70s. (Yayınlanmamış)
- [7] Kahya, Emin (2006), “Metal İş Kolunda Bir İşletme İçin İş Değerleme Sistemi Geliştirilmesi”, Endüstri Mühendisliği Dergisi, Cilt 17, Sayı 4, 2-21.
- [8] A. Charnes, W.W. Cooper and R.O. Ferguson, Optimal estimation of executive compensation by linear programming, Management Science 1(1) (1955), 138–151.
- [9] J.N.D. Gupta and N.U. Ahmed, A goal programming approach to job evaluation, Computers and Engineering 14 (1988), 147–152.
- [10] N.U. Ahmed, An analytic technique to develop factor weights in job evaluation, The Mid-Atlantic Journal of Business 25(5) (1989), 1–6.
- [11] Zadeh, Lotfi A. (1965), “Fuzzy Sets.” Information And Control, 8, Pp. 338-353.
- [12] Günden, Cihat Ve Bülent Miran; (2008), “Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanarak Çiftçi Kararlarının Analizi”, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 45(3), Ss. 195-204.
- [13] Başkaya, Zehra; (2011), Bulanık Doğrusal Programlama, Birinci Baskı, Bursa: Ekin Yayınevi.
- [14] Baykal, Nazife Ve Timur Beyan; (2004), Bulanık Mantık İlke Ve Temelleri, Birinci Baskı, Ankara: Bıçaklar Kitabevi.
- [15] Sanchez, J. and Gomez, A. T. (2003), “Applications of Fuzzy Regression in Actuarial Analysis”, The Journal of Risk and Insurance, Vol. 70, No : 4, pp. 665-699.
- [16] Zolfani, S. H. ve Saparaukas, J. 2013. New Application of SWARA Method in Prioritizing Sustainability Assessment Indicators of Energy System. Engineering Economics, 24(5), 408–414.
- [17] Perçin, S. 2019. An integrated fuzzy SWARA and fuzzy AD approach for outsourcing provider selection, Journal of Manufacturing Technology Management, doi: 10.1108/JMTM-08-2018-0247.
- [18] Kiani, R.M., Goh, M. and Zarbakhshnia, N. 2017. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Heidelberg Vol. 91, Iss. 5-8, 2017: 2401-2418 doi:10.1007/s00170-016-9880-x.
- [19] Zarbakhshnia N., Soleimani H., Ghaderi H. 2018. Sustainable third-party reverse logistics provider evaluation and selection using fuzzy SWARA and developed fuzzy COPRAS in the presence of risk criteria Applied Soft Computing Vol.65, 307-319, doi: 10.1016/j.asoc.2018.01.023.
- [20] Keršuliene, V., Zavadskas, E. K., Turskis, Z. 2010. Selection of Rational Dispute Resolution Method by Applying New Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis (Swara). Journal of Business Economics and Management, 11(2), 243–258.
- [21] Yazdani, M., Alidoosti, A., & Zavadskas, E. K. (2011). Risk analysis of critical infrastructures using fuzzy COPRAS. Economic Research-Ekonomska İstraživanja, 24(4), 27-40.
- [22] Chang, Y. F., Watada, J., & Ishii, H. (2012). A fuzzy MCDM approach to building a model of high performance project team a case study. International Journal of Innovative Computing, Information & Control, 8, 7393-7404.
- [23] Büyüközkan, G., Kahraman, C. ve Ruan, D., (2004), “A Fuzzy Multi-Criteria Decision Approach for Software Development Strategy Selection”, International Journal of General Systems, 33 (2-3), pp. 259-280.
- [24] Kahraman, C., Cebeci, U. ve Ruan, D., (2004), “Multi-Attribute Comparison of Catering Service Companies Using Fuzzy AHP: The Case of Turkey” International Journal of Production Economics, 87 , 171-184.
- [25] Cheng, J. Z., Chen, P. T. ve Yu, H. C. D., (2004), “Establishing A MAN Access Strategy for Future Broadband Service: a Fuzzy MCDM Analysis of SONET/SDH and Gigabit Ethernet”, Science Direct.
- [26] Buckley, James J.; (1985), "Fuzzy Hierarchical Analysis", Fuzzy Sets And Systems, 17(3), Pp. 233-247.
- [27] Göksu, Ali Ve İbrahim Güngör; (2008), “Bulanık Analitik Hiyerarşik Proses Ve Üniversite Tercih Sıralamasında Uygulanması” Süleyman Demirel Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 13(3), Ss. 1-25.
- [28] Gül, M., Çelik, E., Güneri, A. F., Gümüş, A. T., 2012. Simülasyon İle Bütünleşik Çokkriterli Karar Verme: Bir Hastane Acil Departmanı İçin Senaryo Seçimi Uygulanması. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi. 11 (22), Ss. 1-18.
- [29] Akyüz, G., 2012. Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Fabrika İmalat Performansının Ölçümü. Ege Akademik Bakış Dergisi. 12(3), ss. 323-338.
- [30] Liberatore, Matthew J., Robert L. NYDICK and Peter M. SANCHEZ (1992), “The Evaluation of Research Papers”, Interfaces, 1992, Vol. 22, No. 2, 92-100.
- [31] Dağdeviren, Metin, Diyar Akay ve Mustafa Kurt (2004b), İş Değerlendirme, Faktör Derece Puanlarının belirlenmesinde Hedef Programlama Yönteminin Kullanılması \*\*\*\* Gazi Üniversitesi Müh. Mim. Fakültesi Dergisi, Cilt 19, No 1, 89-95.