

Bulanık SWARA ve Aralık Değerli Sezgisel Bulanık AHP Yöntemi ile İş Değerlemesi

Deniz ŞENGÜL*

Gültekin ÇAĞIL**

Zeynep ARDALI***

ÖZ

Günümüz rekabet ortamında işletmeler adil ve uygulanabilir bir ücret sistemi ile çalışabilmek için oldukça fazla zaman ve emek harcamaktadırlar. Adil ve uygulanabilir bir ücret sisteminin kurulabilmesi, işletmede yapılan iş değerlendirme uygulamasının doğru şekilde uygulanmasına bağlıdır. İş değerlendirme, herhangi bir işin diğer işlere göre önem derecesinin ve ücretinin belirlenmesi adına yapılan sistematik karşılaştırmaları ifade eder. İşletme içerisinde gerçekleştirilen tüm işler için belirli faktörler kullanılarak, işlerin önem dereceleri bakımından karşılaştırılmasıyla işlerin göreceli değerleri belirlenir. Önem derecesi en fazla olan iş, işletmedeki diğer işlere göre daha önemli sayılır ve daha fazla ücret ile çalışması uygun görülür. İşletme amaçlarının gerçekleştirilmesine en fazla katkıyı sağlayan işe, en fazla ücretin ödenmesi, doğru işe doğru ücret politikasının hayata geçirilmesi olarak kabul edilir. Bu çalışmada; işletmede yeni kurulan montaj hattında görev alan personeller örneklem grubu seçilerek, iş değerlendirme çalışmasının bu gruba uygulanması hedeflenmiştir. Uygulamada Bulanık SWARA ve Aralık Değerli Sezgisel Bulanık AHP yöntemleri kullanılmıştır. İki yöntemin kullanılmasıyla ortaya çıkan değerlendirme sonuçları karşılaştırılmış ve ilgili personellerin sorumlu oldukları iş tanımlarına uygun olarak ücret skalasında en doğru yere yerleştirilmesini sağlamanın mümkün olabileceği düşünülmüştür.

Anahtar Kelimeler: İş değerlendirme, Bulanık SWARA, Aralık Değerli Sezgisel Bulanık AHP
JEL Sınıflandırması: O15

Fuzzy SWARA and Interval-Valued Intuitionistic Fuzzy Analytic Hierarchy Process Application in Job Evaluation Process

ABSTRACT

In today's competition environment, businesses spend a lot of time and effort for the purpose of working with a fair and applicable wage system. The establishment of a fair and feasible wage payment system depends on the correct implementation of job evaluation in the enterprise. Job valuation refers to systematic comparisons made to determine the importance and salary of any job over other jobs. The relative values of the jobs are determined by comparing the works in terms of some factors for all the works carried out within the enterprise. The job that have more important than others, considered more valuable than other jobs in the business and it is deemed appropriate to have more wages. Paying the highest salary for the job that most contributes to the realization of organizational goals is considered as the implementation of the right wage policy for the right job. In this study; It is aimed to apply the job valuation study to this group by selecting the sample group of the staff working in the newly established assembly line. In practice, Fuzzy SWARA and Interval Value Intuitionistic Fuzzy AHP methods are used. The results of the evaluation, which were created by using

* Sakarya Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, denizensengul20@gmail.com, ORCID Bilgisi: 0000-0002-2461-984X

** Sakarya Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, cagil@sakarya.edu.tr, ORCID Bilgisi: 0000-0001-8609-6178

*** Sakarya Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, zcagil@sakarya.edu.tr, ORCID Bilgisi: 0000-0002-2897-3010

the two methods, were compared and a basis was established to ensure that the relevant personnel were placed in the most accurate place on the wage scale in accordance with the job descriptions they were responsible for.

Key Words: Job evaluation, Fuzzy SWARA, Interval-Valued Intuitionistic Fuzzy AHP

JEL Classification: O15

GİRİŞ

Günümüz koşullarının önemli rekabet unsurlarından biri çalışanların aldıkları ücret olarak karşımıza çıkmaktadır. İşletmeler doğru ücret politikasına sahip olamadıkları sürece personellerinin ücret adaletsizliği problemleri ile karşılaşmakta ve bu problemle karşılaşan çalışanların iş değiştirme oranları gün geçtikçe artmaktadır. Düzgün ve Marşap (2018)'a göre ücret, işletmelerin amaçlarına ulaşabilmeleri için ihtiyaç duydukları iş gücünü istihdam edebilmek, devamlılığını sağlamak ve personel motivasyonunu arttıran bir aracı olarak kullanırlar. Personel sirkülasyonlarının yüksek olması işletmelere ayrıca ek maliyet olarak geri dönmektedir. İşletmelerde doğru ücret sisteminin kurulmasıyla, ücretler arasındaki adaletsizlikler yok edilecek ve ücret sistemi bilimsel verilere dayandırılarak personellerin işletmeye olan bağlılıkları ve güvenleri yükselecektir. Ülkede faaliyet göstermekte olan işletmelerde doğru ücret politikalarının uygulanması ile ülke çapında refahın artması ve adaletli ücret politikasının oluşturulması sağlanacaktır. Sadece işletmeler açısından değil sosyal refah açısından da ücretlerin doğru belirlenmiş olması toplumsal kalkınmayı hızlandıracak önemli faktörler arasındadır.

Ücret politikalarının oluşturulabilmesi için devlet tarafından alt ve üst limitler belirlenmektedir. Asgari ücret, ülkemizde alt limit olarak belirlenmiş ücrettir. Üst limit belirlenirken de ülkenin mali durumu, iç/dış çeşitli faktörler göz önünde bulundurulmaktadır. Firmalar da ücret politikalarını belirlerken alt ve üst limitleri esas almaktadırlar. Bu iki limit arasındaki ücretlerin adil ve doğru şekilde yönetilebilmesi için, yapılan işin niteliğini doğru tespit eden ve ona uygun bir ücret belirleyen sistemin doğru çalışması gerekmektedir. Bahsedilen adil ve doğru ücretlerin belirlenebilmesi ancak iş değerlendirme çalışmasıyla mümkün olabilecektir.

İş değerlendirme; bir işletmede gerçekleştirilen tüm işler için maharet, sorumluluk, çaba, işin koşulları, yerine koyma-yetiştirme gibi faktörler kullanılarak birbirleri arasında değerlendirme yapmaya imkan tanıyan bir uygulamadır. İşin değeri, işletmenin amaçlarına ve değerlerine yapılan katkının ölçüsüdür. Bu sebeple, işletme amacına ve değerlerine en çok katkıyı sağlayan iş, daha fazla önemlidir ve daha fazla ücrete layıktır. Böylelikle iş değerlendirme çalışması doğru işe doğru ücret politikasına uygun dayanak oluşturur.

Ergül (2006), iş değerlendirme çalışmasını; işletmelerde en önemli unsur olan ücret sisteminin adil, objektif ve bilimsel standartlara uygun şekilde yapılmasını sağlayan bir yöntem olarak tanımlamıştır. Uygulama aşamasında kullanılan adımları Benligiray (2003) şöyle tanımlamaktadır: Öncelikle işletmelerdeki iş değerlemesine olan ihtiyaç belirlenmelidir. İlk olarak planlamanın yapılması, sonrasında ön hazırlıkların tamamlanıp amaç belirlenmesi, iş analizlerinin

hazırlanması ve iş analizi verileriyle iş değerlemesi çalışmasının uygulanması sonrasında iş değerlendirme çalışmasının sonucu olarak ücret yapısının oluşturulması aşamalarından oluşmaktadır.

İş değerlendirmenin amacı personeli değil, personelin yaptığı işi değerlendirmektir. İş değerlendirmenin özünde işlerin tanım ve içeriği bakımından karşılaştırılması yer almaktadır.

Karşılaştırma, kök olarak nitelendirilen net ücreti ve net ücretler arasındaki farkları dengeli şekilde belirleyebilmek adına yapılmaktadır.

İş değerlendirme çalışmasında işlerin göreceli önemlerini belirlemeye yönelik iki yaklaşım bulunmaktadır: Kurt (1993) ve Gemalmaz (1995)'in çalışmalarında da değindiği üzere, birinci yaklaşım işi bir bütün olarak ele almaktadır. Analitik olmayan iş değerlendirme yöntemleri, bu yaklaşıma dayanmaktadır. İkinci yaklaşım ise işi öğelerine veya faktörlerine ayırmaktadır. Analitik iş değerlendirme yöntemleri de bu yaklaşıma dayanmaktadır. Sıralama yöntemi ve sınıflandırma yöntemi analitik olmayan iş değerlendirme yöntemleridir.

Sıralama yönteminde, değerlendirilen işler, ilgili işletme ve işler için belirlenen faktörler baz alınarak öncelik sırasına yerleştirilir ve öncelik numaraları toplanarak işler derecelendirilir.

Sınıflama yöntemi, işlerin maharet, sorumluluk gibi özelliklerini baz alarak iş sınıflarının veya iş derecelerinin belirlenmesine olanak sağlamaktadır. İşlerin tanımları, ilgili işin ait olduğu sınıf tanımları ile karşılaştırılarak, işlerin hangi sınıfa ait olduğunu belirler.

Kurt (1993) ve Gemalmaz (1995)'in aynı çalışmalarında değindiği üzere iş değerlendirmede kullanılan analitik yöntemler ise puanlama ve faktör karşılaştırma yöntemidir. Puanlama yöntemi, iş değerlendirme çalışmalarında en sık rastlanan yöntemdir. Puanlama yönteminde işin önem derecesi, belirlenen faktörler yardımıyla ve her bir faktöre belli bir sistematik dahilinde sayısal puan değeri verilmesiyle belirlenir.

Faktör karşılaştırma yöntemi, puanlama yönteminde olduğu gibi işler bütün olarak ele alınmamakta, belirli faktörlere göre değerlendirilmektedir. Değerlendirme yaparken kilit işleri kullanması, işleri karşılaştırma şekli ve faktörlere parasal değerler vermesi ise puanlama yönteminden ayrıldığı noktalardır.

Türkiye Metal Sanayicileri Sendikası (MESS) (1981), Üniversite-sanayi iş birliği çerçevesinde Metal sanayi sektöründe yaptığı çalışmada, puan yöntemini kullanarak 395 görev tanımını iş değerlendirme çalışması kapsamında değerlendirmiştir. Faktör derece puanlarının belirlenmesinde aritmetik dizi yöntemini kullanmıştır. Yapılan bu çalışma Türkiye'de yapılan pek çok iş değerlendirme çalışmasında referans olarak alınmıştır.

Literatürde iş değerlendirme uygulamasına örnek olacak çalışmalar yer almaktadır. Atalay (2000), iş değerlendirme sonucunda elde edilen puanları göz önünde bulundurarak her bir iş grubuna bir alt ve üst ücret tespit etmiş daha sonra çalışanların performans değerlendirmesini de içeren bir ücretlendirme sistematığı geliştirmiştir. Bu geliştirdiği sistematığı Borland 4.0 Client/Server programlama dilini kullanarak bir yazılıma aktarmıştır. Öztürk (2001:201), elektrik sanayiinde

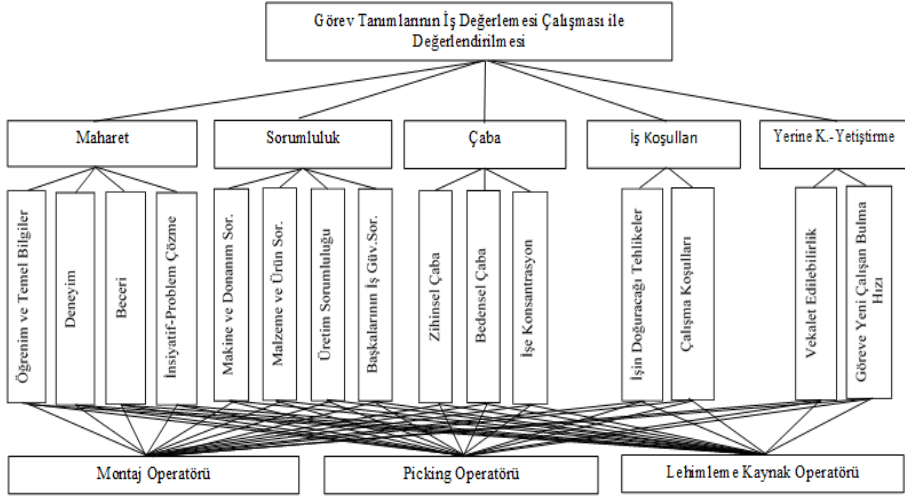
yaptığı uygulama çalışmasında puan yöntemini kullanmıştır. Bu çalışmasında 57 görev tanımı iş değerlendirme çalışması kapsamına alınmıştır. Elde ettiği iş değerlendirme sonuçlarını göz önünde bulundurarak iki ayrı ücret sistematiği geliştirmiştir. En küçük kareler metodunu kullanarak doğrusal ve parabolik ücret eğrilerini elde etmiştir. Kahya (2002), metal sanayiinde yaptığı uygulama çalışmasında puan yöntemini kullanmıştır. Yaptığı çalışmada 41 görev tanımını iş değerlendirme çalışması kapsamına almıştır. Faktör ve alt faktör belirlenmesinde MESS (1981)'in çalışmasını referans olarak almıştır. Faktör derece puanlarını belirlerken geometrik dizi yöntemini kullanmıştır. Elde ettiği iş değerlendirme sonuçları ile ücreti ilişkilendirirken regresyon analizini kullanmıştır.

Bu çalışmada Türkiye Metal Sanayicileri Sendikası (MESS) (1981) tarafından belirlenen iş değerlendirme faktör ve alt faktörleri baz alınmıştır. MESS (1981)'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 (1981) yapısına eklenmiştir. Kullanılacak ana faktör ve alt faktörler Tablo 1'de gösterilmiştir. İşlemlerde kolaylık sağlaması açısından kullanılacak kısaltmalar da aynı tablonun sağ tarafında belirtilmiştir. Faktörlerin hiyerarşik yapısı ise Şekil 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1. İş Değerleme Ana Faktör ve Alt Faktörler

Faktör Adı	Kısaltma Karşılığı
1. Maharet Ana Faktörü	C1
1.1. Öğrenim ve Temel Bilgiler Alt Faktörü	C11
1.2. Deneyim Alt Faktörü	C12
1.3. Beceri Alt Faktörü	C13
1.4. İnsiyatif ve Problem Çözme Alt Faktörü	C14
2. Sorumluluk Ana Faktörü	C2
2.1. Makine ve Donanım Sorumluluğu Alt Fak.	C21
2.2. Malzeme ve Ürün Sorumluluğu Alt Fak.	C22
2.3. Üretim Sorumluluğu Alt Fak.	C23
2.4. Başkalarının İş Güv. Sorumluluğu Alt Fak.	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 Fak.	C33
4. İşin Koşulları Ana Faktörü	C4
4.1. İşin Doğurabileceği Tehlikeler Alt Fak.	C41
4.2. Çalışma Koşulları Alt Faktörü	C42
5. Yerine Koyma-Yetiştirme Ana Fak.	C5
5.1. Vekalet Edilebilirlik Alt Faktörü	C51
5.2. Göreve Yeni Çalışan Bulma Hızı Alt Fak.	C52

Şekil 1. İş Değerleme Faktörlerinin Hiyerarşik Yapısı



I. METODOLOJİ

Günümüz şartlarında bahsedilen faktörleri doğru şekilde değerlendirebilmek kolay olmamaktadır. İş dünyasında yaşanan belirsizlikler, alternatiflerin fazla oluşu ve güvenilirliklerinin doğru tespit edilememesi, dikkate alınan kriterlerin fazla olması, iç ve dış etkenlerin fazlalığı değerlendirme süreçlerini olumsuz etkilemektedir. Literatüre bakıldığında bu olumsuzlukların etkilerini en aza indirebilmek amacıyla çeşitli teoriler ortaya konulmuştur.

Zadeh (1965) çalışmasında insan düşüncesindeki bulanıklık ve gerçek hayatta karşımıza çıkan durumlar sisteminin değerlendirilmesinde 0 ve 1 değerlerinden oluşan geleneksel ikili mantık sisteminin yetersizliğinden bahsetmiştir. İnsanlar karar vermede birtakım zorluklar yaşamaktadırlar. Bunlar çevresel etkilerden ya da içsel nedenlerden de kaynaklanabilmektedir. Tüm bu faktörler düşünüldüğünde karar vermede yaşanan tüm bu belirsizlikler bulanık mantık ve sezgisellik ile modellenenmektedir. Bu kümeler, belirsizliği konu aldığından kriter puanlamalarda dilsel ifadelerle yer vermektedir. Geleneksel yöntemlerde sıklıkla kullanılan sayısal ifadelerden ziyade dilsel olarak ifade edilebilen tüm değişkenler, bulanık mantık ve sezgisel kümeler ile kullanıldığında en doğru sonuca ulaşmaya olanak sağlayabilecektir.

Yukarıdaki bulgular ışığında bu çalışma yapı gereği belirsizlik içerdiğinden ve karar vericilerin kesin olmayan dilsel ifadelerinden dolayı tereddüt içerdiğinden, yöntemler uygulanırken bulanık mantık ve sezgisel bulanık mantık kullanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan yöntemlerden ilki olan SWARA yöntemi bulanık mantık kümesiyle birleştirilerek uygulanmıştır. Uygulanan diğer yöntem olan AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi) ise sezgisel bulanık küme ile birleştirilerek uygulanmıştır.

A. Bulanık Mantık

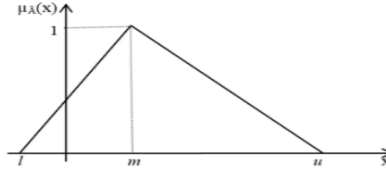
Bulanık mantık alanında yapılan ilk çalışma 1965 yılında Bulanık Kümeler (Fuzzy Sets) adlı makalesini yayımlayan Azeri asıllı bilim insanı Lotfi A. Zadeh (1965) tarafından yapılmıştır.

Tabar ve Şişman (2020)'ın çalışmasında bulanık mantık kavramı; insanlara özel olan düşünme, öğrenme, öğrenerek fikir yürütme gibi spesifik niteliklerin bilgisayarlar tarafından kullanılmasıdır. Bulanık mantıkta oluşturulan bir kümenin sınırları esnek olarak belirlenmektedir. Geleneksel küme teorisinde eğer bir eleman o kümeye aitse 1, ait değilse 0 'a eşit sayılmıştır. Bulanık küme kavramında ise üyeler 0 ve 1 arasında değişen farklı değerler alabilmektedirler. Günden ve Miran (2008) bu durumu bulanık kümelerin keskin olamayan sınırlara sahip olmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Bulanık kümede kullanılmakta olan üyelik fonksiyonları olarak Başkaya (2011)'nın bahsetmiş olduğu; Tekil, Üçgen, Yamuk, Gaussian, Çan Şekilli, Sigmoidal, S fonksiyonu ve Baykal ve Beyan (2004)'ın bahsetmiş olduğu Π gibi isimler verilerek belirlenmişlerdir. Baykal ve Beyan (2004)'ün aynı çalışmada bahsettiği üzere bulanık küme, çeşitli üyelik fonksiyonları ile tanımlandıklarından aynı şekilde bulanık sayı çeşitleri de bulunmaktadır.

Sanchez ve Gomez (2003)'ün çalışmalarında da bahsettiği üzere üçgen üyelik fonksiyonlarının hem işlem kolaylığı sağlaması hem de sezgisel olarak oluşturulabilmesi nedeniyle en çok kullanılan bulanık sayı türü olduğunu belirtmiş ve bu çalışmada da üçgen üyelik fonksiyonu kullanılmıştır. Üçgen üyelik fonksiyonu üç parametre ile tanımlanmaktadır. Üçgen üyelik fonksiyonun bileşenleri l, m, u olarak alınır;

Şekil 2. Baykal ve Beyan (2004)'ün Hazırladığı Üçgen Üyelik Fonksiyonu



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

$\mu_{\tilde{A}}(x)=1$ olmak üzere Baykal ve Beyan (2004)'ün 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.

B. Bulanık SWARA

SWARA "Step Wise Weight Assessment Ratio Analysis"ın kısaltılmış halidir ve "Adım Adım Ağırlık Değerlendirme Oran Analizi" olarak Türkçeye çevrilebilir.

Bulanık SWARA metodunda kriterleri değerlendirmek üzere geleneksel yöntemde kullanılan net ifadeler yerine, bulanık sayılar kullanılmaktadır. 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 ve Katrancı ve Kundakçı (2020) 'nın çalışmalarında da değindiği üzere karar vericilere kendi önceliklerini belirlemelerine olanak sağlamaktadır. Bu yöntem ile çevresel ve ekonomik duyarlılığı olan değerlendiricilerin kendi önceliklerini seçme hakkı vermektedir. Zolfani ve Sapauskas (2013) SWARA'da diğer yöntemlere nazaran değerlendiricilerin öneminin daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Bulanık SWARA ise SWARA yönteminin adımlarının bulanık sayılar ile hesaplanması yöntemiyle gerçekleşir, bu şekilde gerçekleşen çalışmalar normal çalışmalardan çok daha az sayıdadır.

Literatüre baktığımızda, Perçin (2019) Bulanık SWARA ve aksiyomatik tasarım yöntemlerini entegre ederek dış tedarikçi seçimi problemi için çalışma gerçekleştirmiştir. Kiani ve ark. (2017) plastik endüstrisinde üçüncü parti lojistik tedarikçisinin seçiminde Bulanık SWARA ve Bulanık MOORA yöntemlerini kullanmıştır. ZARBAKHSHNIA ve ark. (2018) ise üçüncü parti lojistik firmaları değerlendirmeleri ve seçimi için Bulanık SWARA ve Bulanık COPRAS yöntemlerini entegre etmiştir.

Görüldüğü üzere Bulanık SWARA çoğunlukla 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.

Bu çalışmada kullanılacak bulanık sayılar Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Bulanık Üye Fonksiyonu Değerleri

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

Bulanık SWARA uygulaması aşağıdaki adımlar izlenerek tamamlanmıştır.

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

Adım 2: İkinci kriterden başlayarak, her bir kritere göreli önem düzeyi Tablo 2' ye göre belirlenir. Bunun için, j kriteri ile bir önceki kriter (j-1) karşılaştırılır. Keršulienė ve ark. (2010) bu orantıyı "ortalama değerlerin karşılaştırmalı önemi" diye adlandırmış ve s_j simgesi ile göstermiştir.

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

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

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

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

Burada, x_j-1 notasyonu q_j-1 'e işaret etmektedir. (3)

Adım 5: Kriterlere ait bulanık ağırlık değerlerinin (w_j) hesaplama işlemi ise, 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 $l_j \leq m_j \leq u_j$ olacak şekilde $A_j = (l_j, m_j, u_j)$ şeklinde gösterilecektir.

Adım 6: Hesaplanan ağırlıklar bulanık yapıda olduğundan durulaştırma işlemi Kiani ve ark. (2017)'nin da çalışmalarında bahsetmiş olduğu aşağıdaki eşitlikle (Denklem 5) yapılmaktadır:

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

C. Aralık Değerli Sezgisel Bulanık Küme

Atanassov (1986), karar vermede yaşanan belirsizlikleri modelleyebilmek için üyelik derecesi, üyelik derecesine sahip olmama ve tereddüt endeksini kullanarak sezgisel bulanık küme (IFS) kavramını ortaya koymuştur. Daha sonra Atanassov ve Gargov (1998), sezgisel bulanık kümelerin bir genellemesi olarak aralıklı sezgisel bulanık kümeler kavramını ortaya çıkarmışlar ve aralık değerli sezgisel bulanık küme için belirsizlik ile başa çıkmakta diğer tip sezgisel bulanık kümelerden daha iyi performans sergilediğini belirtmişlerdir. Xu ve Chen (2007) öncelik bilgilerinin birleştirilmesi için sıralı ağırlıklı birleştirme operatörü ile melez birleştirme operatörünü kullanılmışlardır. Aralık değerli sezgisel değerlendirme matrisi ile grup karar verme için bir yaklaşım önermişlerdir. Xu (2010) aralık değerli sezgisel bulanık matrisi tanıtarak çok kriterli karar verme için bir metod önermiştir. Chen ve ark. (2011) çok kriterli karar verme problemleri için aralık değerli sezgisel bulanık küme kullanan bir yöntem önermişlerdir. Yöntemde doğrusal programlama sayesinde aralık değerli yerine kesin değerler kullanılmıştır. Chen ve diğ. (2012) alternatifleri göz önünde bulundurarak uzmanların görüşlerini bulanık değerler üzerinden yansıtan ve çok kriterli karar vermede kullanılan aralık değerli sezgisel bulanık küme ile bir metod önermişlerdir. Zhang ve ark. (2012) geliştirdikleri optimizasyon modeli ile aralık değerli sezgisel bulanık küme kullanan çok kriterli karar verme problemleri için ölçüt ağırlıklarının belirlenmesini sağlamışlardır. Jin ve ark. (2014) geliştirdikleri programlama modeliyle kriterlerin ağırlıklarının optimal olarak belirlenmesini sağlayarak aralık değerli sezgisel bulanık küme kullanan çok kriterli karar vermede uygulamışlardır. Tong ve Yu (2015) yeni birçok ölçütlü karar verme metodu geliştirerek bilinmeyen ölçüt ağırlıklarını aralık değerli sezgisel bulanık küme çerçevesinde belirlemişlerdir. Kahraman ve diğ. (2017) ortalama çözüm değerinden uzaklığı esas alarak aralık değerli sezgisel bulanık küme üzerine geliştirdikleri metodu katı atık dönüşümü için yer seçim probleminde kullanmışlardır.

Belirsizlik içeren karar verme problemlerinde, karar vericilerin tercihlerini sezgisel bulanık sayılarla (IFN'ler) veya aralık değerli sezgisel bulanık sayılarla (IVIFN'ler) ifade etmek uygun olacaktır. Bu nedenle, belirsizlik içeren karar verme

durumlarında seçilebilecek olan, sezgisel bulanık tercih ilişkileri ve aralık-değerli sezgisel bulanık tercih ilişkileri için tercih yapılması gerekmektedir.

Aralık sayıları ve sezgisel bulanık sayıları özel aralık-değerli sezgisel bulanık rakamların bir parçasıdır. Bu nedenle sonuca ulaşmak için aralık-değerli sezgisel bulanık tercih ilişkilerine uygulanabilmektedir.

Literatüre bakıldığında da aralık-değerli sezgisel bulanık tercih ilişkilerinin kullanıldığı iş değerlendirme çalışması alanında boşluk bulunmaktadır. Çalışma, bu konudaki boşluğu doldurabilecektir.

D. Aralık Değerli Sezgisel Bulanık AHP

Çınar ve Uygun (2019)’un çalışmasında belirttiği üzere sezgisel bulanık AHP yöntemi kesinlik içermeyen belirsiz durumlarda karar alternatiflerinin seçimi yapılırken kriterlere bağlı olarak karar hiyerarşisinin kurulmasına olanak veren çok kriterli bir karar verme yöntemidir.

Uygulanacak olan aralık değerli sezgisel bulanık AHP metodu, Onar ve ark. (2015) çalışmasında kullanmış oldukları yöntemden uyarlanmıştır.

Adım 1: Karar verici her bir alternatif çifti için aralık değerli sezgisel tercihlerini Tablo 3’ den karşılık gelen terimleri kullanarak ikili karşılaştırma matrislerini oluşturur.

Tablo 2. Sözel Terimler

Kesinlikle Düşük(KD)	[(0,1-0,25],[0,65-0,75])
Çok Düşük (ÇD)	[(0,15-0,30],[0,60-0,70])
Düşük (D)	[(0,20-0,35],[0,55-0,65])
Orta Düşük (OD)	[(0,25-0,4],[0,50-0,60])
Yaklaşık Olarak Eşit	[(0,45-0,55],[0,30-0,45])
Orta Yüksek (OY)	[(0,50-0,60],[0,25-0,40])
Yüksek (Y)	[(0,55-0,65],[0,20-0,35])
Çok Yüksek (ÇY)	[(0,60-0,70],[0,15-0,30])
Kesinlikle Yüksek (KY)	[(0,65-0,75],[0,10-0,25])

Adım 2: Denklem 6 kullanılarak aralık değerli ikili karşılaştırma matrislerinin ağırlıklı ortalaması alınır. (Aralık değerli sezgisel bulanık ortalama)

$$ADSBO = \left(\left[1 - \left(\prod_{i=1}^n (1 - a_i) \right)^{\frac{1}{n}} - \left(\prod_{i=1}^n (1 - b_i) \right)^{\frac{1}{n}} \right] \times \left[\left(\prod_{i=1}^n c_i \right)^{\frac{1}{n}}, \left(\prod_{i=1}^n d_i \right)^{\frac{1}{n}} \right] \right) \quad (4)$$

Adım 3: $\tilde{a}_{ij}=10^{\tilde{s}_{ij}}$ olduğu yerde $\tilde{S}=(\tilde{s}_{ij})_{n \times n}$ skor değerlendirme matrisi ve aralık çarpımsal matrisi $\tilde{A}=(\tilde{a}_{ij})_{n \times n}$ hesaplanır.

Adım 4: $\tilde{A}=(\tilde{a}_{ij})_{n \times n}$ aralık çarpımsal matrisinin önceliklendirme vektörüne karar verilir.

$$\frac{\sum_{j=1}^n \tilde{a}_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \tilde{a}_{ij}} = \left[\frac{\sum_{j=1}^n \tilde{a}_{ij}^-}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \tilde{a}_{ij}^+}, \frac{\sum_{j=1}^n \tilde{a}_{ij}^+}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \tilde{a}_{ij}^-} \right] \quad (5)$$

Adım 5: \tilde{w}_i ($i \in N$) aralık sayılardır ve her \tilde{w}_i tüm \tilde{w}_i ’ler Denklem (6) kullanılır ve $p_{ij} = p(\tilde{w}_i \geq \tilde{w}_j)$ ile karşılaştırılır, sonra ise $p_{ij} \geq 0, p_{ij} + p_{ji} = 1, p_{ii} = 12; i, j \in N$ olduğu yerde, $P=(p_{ij})_{n \times n}$ olasılık derece matrisi oluşturulur. Olasılık derece matrisi oluşturmada Denklem 8 esas alınır.

$a = [a^-, a^+]$ ve $b = [b^-, b^+]$ aralık sayılar olmak üzere,

$$p(a \geq b) = \frac{\min \{L_a + L_b, \max (a^+ - b^-, 0)\}}{L_a + L_b} \quad (6)$$

$L_a = a^+ - a^-$ ve $L_b = b^+ - b^-$ olduğunda Denklem 8, $a \geq b$ 'nin olasılık derecesidir.

Adım 6: Aşağıdaki Denklem 9 kullanılarak alternatiflerin ağırlıkları hesaplanır.

$$w_i = \frac{1}{n} \left[\sum_{j=1}^n p_{ij} + \frac{n}{2} - 1 \right] \quad (7)$$

Adım 7: Denklem 10 kullanarak alternatiflerin normalize edilmiş ağırlıkları hesaplanır.

$$w_i^T = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (7)$$

Adım 8: Her alternatif için Adım (1)-(7) arası uygulanır ve alternatif j ($j=1,2,\dots,m$) ve kriter i ($i=1,2,\dots,n$) için skor değerleri φ_{ij} hesaplanır.

Adım 9: Denklem 11 kullanarak her alternatifin öncelik değerleri hesaplanır ve en yüksek ağırlığa sahip alternatif seçilir.

$$p_j = \sum_{i=1}^n w_i \varphi_{ij} \quad (8)$$

II. UYGULAMA

Bu çalışmada, çalışmaya konu olan işletmenin doğru işe doğru ücret politikasını hayata geçirilebilmesi için iş değerlendirme çalışması, çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan Bulanık SWARA ve Aralık Değerli Sezgisel Bulanık AHP olarak iki farklı yöntemle ele alınmıştır. Türkiye Metal Sanayicileri Sendikası (MESS) (1981) tarafından belirlenen iş değerlendirme faktör ve alt faktörleri temel alınmış ve işletme ihtiyacına göre faktörlere eklemeler yapılmıştır. Faktörlerin nihai durumu Tablo 1'de gösterilmiştir.

A. Bulanık SWARA Yöntemi

Bulanık SWARA çalışması için 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: En önemli görülen kriterden başlanmak üzere sıralama yapılır.

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

Tablo 4. Ana Faktörlerin Karar Vericiler Tarafından Önem Sırasına Göre Sıralanması

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

	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 Kriterlerİ Bulanık SWARA Sonuçları,

	wjl'	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: Hesaplanan ağırlıklar bulanık yapıda olduğundan durulaştırma işlemi aşağıdaki Tablo 7'de gösterildiği gibidir.

Tablo 7. Ana Faktörlerin Durulaştırılmış Bulanık SWARA Ağırlıkları

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 öğrenim ve temel bilgiler, yapılan işin hangi derecede eğitim düzeyi gerektirdiğini ölçmek için kullanılır. Tablo 8'de ilgili dereceler gösterilmiştir.

Tablo 8. Öğrenim ve Temel Bilgiler Alt Faktörünün Dereceleri

Derece Tanımları	Faktör Dereceleri
İlköğretim mezunu yeterli olması	1
Lise mezunu	2
EML veya teknik lise mezunu veya işe özgü temel iş eğitimi	3
Yüksekokul mezunu	4
Lisans mezunu	5

Aynı mantıkla tüm alt faktörler bu şekilde derece tanımları yapılmış ve derecelendirilmiştir.

İş değerlendirme sürecinin en önemli aşamalarından biri olan faktör puanlarının faktör derecelerine eşit olarak dağıtılmasıdır.

Her bir alt faktör puanının faktör derecelerine dağıtılmasında Liberatore (1992) tarafından geliştirilen Tablo 9’da gösterilen beş noktalı değer skalasından yararlanılmıştır.

Tablo 9. Liberatore (1992) Tarafından Geliştirilen Beş Noktalı Değer Skalası İçin İkili Karşılaştırma Matrisi

	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 matrisindeki hesaplamalar sonucunda mükemmel için 0,513, iyi 0,261, orta 0,129, vasat 0,063 ve zayıf için 0,034 olarak önem ağırlıkları belirlenmiştir.

Dağdeviren ve Ark. (2004) çalışmasında da kullandığı üzere, alt faktör puanlarının faktör derecelerine dağıtılmasında, alt faktörün puanı en büyük derecenin puanı olarak kabul edilmiş ve diğer derecelerın puanları Liberatore (1992) skalası değerlerinin en büyük değere oranlanmasıyla bulunmuştur.

Bulanık SWARA sonucunda bulunan ağırlıklar yapılan bir işin en yüksek puanının 1000 olması varsayımı ile tüm ana faktör ve alt faktörlere dağıtılmıştır. Örneğin sorumluluk ana faktörünün AHP ağırlığı 0,227 iken bu faktöre verilen puan, 1000 toplam üzerinden 227 puan olarak belirlenmiştir. Maharet faktörüne verilen bu puanın alt faktörlere dağıtımını yine AHP ağırlıkları ile belirlenmiş, deneyim alt faktörünün puanı ($267 \times 0,239 = 64$) ifadesi ile belirlenmiş ve diğer alt faktörlerin puanları da benzer şekilde hesaplanmıştır.

Diğer alt faktör puanlarının faktör derecelerine dağıtılması da aynı mantık ile yapılmış ve elde edilen puan planı Tablo 10’da gösterilmiştir.

Tablo 10. Bulanık SWARA Faktör Derece Puan Tablosu

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

Değerlendirme sırasında, iş değerlendirmesi yapacak yetkililer önceden belirlenen gün ve saatlerde gerek üretim alanında gerekse ofiste beraber çalışarak işlerin faktör derece puanlarını belirlemişlerdir.

Tablo 11’de montaj operatörü için yapılan faktör derece puanlama tablosu verileri yer almaktadır. Aynı değerlendirmeler picking operatörü ve lehimleme kaynak operatörü için de yapılmıştır.

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

Ana Faktör/Alt Faktör	Puan	Faktör Puanları			Derece	
		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. 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

Değerlendirmeler sonucunda montaj operatörü 216 puan, picking operatörü 196, lehimleme kaynak operatörü ise 291 puan almıştır.

Bulanık SWARA yönteminden çıkan sonuçlara göre en önemli görev tanımı bakır borulara kaynak işlemi yapan lehimleme kaynak operatörü, sonrasında ürünü son hale getirmek için gerekli tüm birleştirme işini yapan montaj operatörü ve son sırada da montaj hatlarına gerekli ham madde/malzeme tedarikçisi yapan picking operatörü olarak çıkmıştır.

B. Aralık Değerli Sezgisel Bulanık AHP Yöntemi

Çok kriterli karar verme problemlerinde sıklıkla kullanılan AHP yönteminin geliştirilmiş versiyonu olan sezgisel bulanık AHP metodu, aralık değerler kullanılarak uygulanmıştır. Aralık değerli sayısal verilerin esnek şekilde karşılaştırma sağlaması ve literatürde aralık değerli sezgisel AHP uygulaması az sayıda olduğundan, bu yönetime karar verilmiştir.

Adım 1: Her karar verici için her bir alternatif çifti aralık değerli sezgisel tercihlerini sağlar ve aralık değerli sezgisel tercih ilişkisi olan $\tilde{R}=(\tilde{r}_{ij})_{n \times n}$ 'yi oluşturur. Tablo 12 ve 13'de KV1 için karşılaştırma matrisi gösterilmiştir. Diğer karar vericiler için de aynı şekilde karşılaştırmalar yapılmıştır.

Tablo 12. Kriterler Arası Sezgisel İlişki Matrisi

	C1	C2	C3	C4	C5
C1	[(0,5,0,5), [0,5,0,5)]	[(0,5,0,6), [0,25,0,4)]	[(0,55,0,65), [0,2,0,35)]	[(0,55,0,65), [0,2,0,35)]	[(0,5,0,6), [0,25,0,4)]
C2	[(0,25,0,4), [0,5,0,6)]	[(0,5,0,5), [0,5,0,5)]	[(0,55,0,65), [0,2,0,35)]	[(0,55,0,65), [0,2,0,35)]	[(0,55,0,65), [0,2,0,35)]
C3	[(0,2,0,35), [0,55,0,65)]	[(0,2,0,35), [0,55,0,65)]	[(0,5,0,5), [0,5,0,5)]	[(0,5,0,6), [0,25,0,4)]	[(0,5,0,6), [0,25,0,4)]
C4	[(0,2,0,35), [0,55,0,65)]	[(0,2,0,35), [0,55,0,65)]	[(0,25,0,4), [0,5,0,6)]	[(0,5,0,5), [0,5,0,5)]	[(0,55,0,65), [0,2,0,35)]
C5	[(0,25,0,4), [0,5,0,6)]	[(0,2,0,35), [0,55,0,65)]	[(0,25,0,4), [0,5,0,6)]	[(0,2,0,35), [0,55,0,65)]	[(0,5,0,5), [0,5,0,5)]

Tablo 13. Kriterlere Göre Alternatifler Arası Sezgisel İlişkileri

	KV1		
C11	GT1	GT2	GT3
GT1	[(0,5,0,5), [0,5,0,5)]	[(0,15,0,3), [0,6,0,7)]	[(0,15,0,3), [0,6,0,7)]
GT2	[(0,6,0,7), [0,15,0,3)]	[(0,5,0,5), [0,5,0,5)]	[(0,15,0,3), [0,6,0,7)]
GT3	[(0,6,0,7), [0,15,0,3)]	[(0,6,0,7), [0,15,0,3)]	[(0,5,0,5), [0,5,0,5)]

Adım 2: İkili karşılaştırma matrislerinin aralık değerli sezgisel bulanık ortalaması alınır.

Tablo 14. Kriterler Arası Aralık Değerli Sezgisel Bulanık Ortalama Matrisi

	C1	C2	C3	C4	C5
C1	[(0,5,0,5), [0,5,0,5)]	[(0,5,0,6), [0,25,0,4)]	[(0,59,0,69), [0,16,0,31)]	[(0,55,0,65), [0,2,0,35)]	[(0,5,0,6), [0,25,0,4)]
C2	[(0,25,0,4), [0,5,0,6)]	[(0,5,0,5), [0,5,0,5)]	[(0,57,0,67), [0,17,0,32)]	[(0,55,0,65), [0,2,0,35)]	[(0,55,0,65), [0,2,0,35)]
C3	[(0,51,0,31), [0,59,0,69)]	[(0,17,0,32), [0,57,0,67)]	[(0,5,0,5), [0,5,0,5)]	[(0,5,0,6), [0,25,0,4)]	[(0,34,0,48), [0,39,0,51)]
C4	[(0,2,0,35), [0,55,0,65)]	[(0,2,0,35), [0,55,0,65)]	[(0,25,0,4), [0,5,0,6)]	[(0,5,0,5), [0,5,0,5)]	[(0,55,0,65), [0,2,0,35)]
C5	[(0,25,0,4), [0,5,0,6)]	[(0,2,0,35), [0,55,0,65)]	[(0,39,0,51), [0,34,0,48)]	[(0,2,0,35), [0,55,0,65)]	[(0,5,0,5), [0,5,0,5)]

Tablo 15. Kriterlere Göre Aralık Değerli Sezgisel Bulanık Ortalama Matrisi

C11	KV1		
	GT1	GT2	GT3
GT1	([0,5,0,5], [0,5,0,5])	([0,15,0,3], [0,6,0,7])	([0,16,0,31], [0,59,0,69])
GT2	([0,6,0,7], [0,15,0,3])	([0,5,0,5], [0,5,0,5])	([0,19,0,31], [0,55,0,65])
GT3	([0,59,0,69], [0,16,0,31])	([0,55,0,65], [0,19,0,35])	([0,5,0,5], [0,5,0,5])

Adım 3: Karşılaştırma matrislerinin ağırlıklı ortalamalarının alınmasından sonra skor değerlendirme matrisleri ve aralıklı çarpımsal matris oluşturulur.

Tablo 16. Kriterler Arası Skor Değerlendirme Matrisi

C1	0	-0,35	-0,18	-0,45	-0,35
	0	-0,1	-0,28	-0,2	-0,1
C2	0,1	0	-0,5	-0,45	-0,45
	0,35	0	-0,25	-0,3	-0,2
C3	0,28	0,25	0	-0,35	-0,09
	0,53	0,5	0	-0,1	0,17
C4	0,2	0,2	0,1	0	-0,45
	0,45	0,45	0,45	0	-0,2
C5	0,1	0,2	-0,17	0,2	0
	0,35	0,45	0,09	0,45	0

Tablo 17. Kriterler Arası Aralıklı Çarpımsal Matris

C1	“-“	1,00	0,45	0,66	0,36	0,45
	“+”	1,00	0,79	0,52	0,63	0,79
C2	“-“	1,26	1,00	0,32	0,35	0,35
	“+”	2,24	1,00	0,56	0,50	0,63
C3	“-“	1,90	1,78	1,00	0,45	0,81
	“+”	3,39	3,16	1,00	0,79	1,48
C4	“-“	1,58	1,58	1,26	1,00	0,35
	“+”	2,82	2,82	2,82	1,00	0,63
C5	“-“	1,26	1,58	0,68	1,58	1,00
	“+”	2,24	2,82	1,23	2,82	1,00

Adım 4: Denklem (7) kullanılarak aralık çarpımsal matrisinin önceliklendirme vektörü aşağıdaki gibi bulunur.

Tablo 18. Kriterlerin Öncelik Vektörleri

KRİTER		\tilde{w}	
C1	Maharet	0,18	0,49
C2	Sorumluluk	0,17	0,44
C3	Çaba	0,10	0,26
C4	İş Koşulları	0,10	0,24
C5	Yerine K.-Yetiştirme	0,08	0,19

Adım 5: Denklem (8) kullanılarak ana kriterlerin olasılık dereceleri hesaplanır.

Tablo 19. Ana Kriterlerin Olasılık Dereceleri

P(C1>C2)	0,55	P(C3>C4)	0,53
P(C2>C1)	0,45	P(C4>C3)	0,47
P(C1>C3)	0,83	P(C1>C5)	0,98
P(C3>C1)	0,17	P(C5>C1)	0,02
P(C2>C3)	0,79	P(C2>C5)	0,95
P(C3>C2)	0,21	P(C5>C2)	0,05
P(C1>C4)	0,87	P(C3>C5)	0,67
P(C4>C1)	0,13	P(C5>C3)	0,33
P(C2>C4)	0,83	P(C4>C5)	0,64
P(C4>C2)	0,17	P(C5>C4)	0,36

Adım 6-7: Denklem (9) ve (10) kullanılarak alternatiflerin w_i ve w_i değerleri hesaplanır.

Tablo 20. Ana Kriterlerin Normalize Edilmiş Ağırlıkları

	C1	C2	C3	C4	C5	w_i	w_i
C1	0,50	0,55	0,83	0,87	0,98	0,55	0,14
C2	0,45	0,5	0,79	0,83	0,95	0,68	0,17
C3	0,17	0,21	0,50	0,53	0,67	0,72	0,18
C4	0,13	0,17	0,47	0,50	0,64	1,00	0,25
C5	0,02	0,05	0,33	0,36	0,50	1,05	0,26

Adım 8-9: Her bir görev tanımı için ağırlıklar hesaplanır ve aşağıdaki tablo oluşturulur. Alt kriterlerin ağırlıkları, ait olduğu ana kriterin ağırlığı ile çarpılarak bulunan nihai ağırlık ile işleme alınır. Denklem 11 kullanılarak sıralamalar aşağıdaki gibi oluşturulur.

Tablo 21. Görev Tanımlarının Öncelik Sıralaması

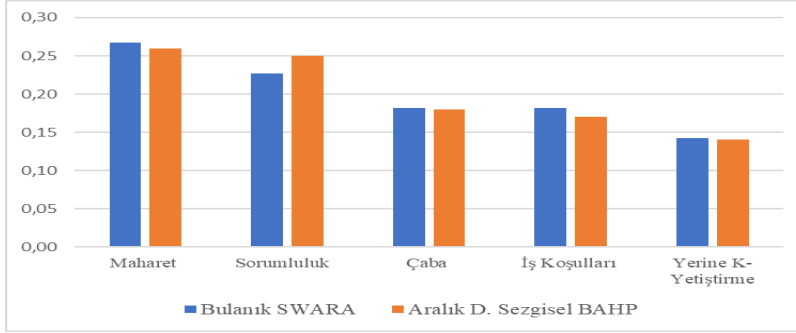
	Ağırlık	GT1	GT2	GT3
C11	0,09	0,38	0,17	0,45
C12	0,06	0,3	0,24	0,46
..
C21	0,05	0,35	0,19	0,47
..
C31	0,04	0,28	0,23	0,47
..
C51	0,11	0,38	0,17	0,45
Sıralama		0,34	0,20	0,47

Aralık Değerli Sezgisel Bulanık AHP yönteminden çıkan sonuçlara göre en önemli görev tanımı GT3 diye kısaltılmış olan lehimleme kaynak operatörü, sonrasında GT1 olarak kısaltılmış olan montaj operatörü ve son olarak da GT2 picking operatörü olarak çıkmıştır.

DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

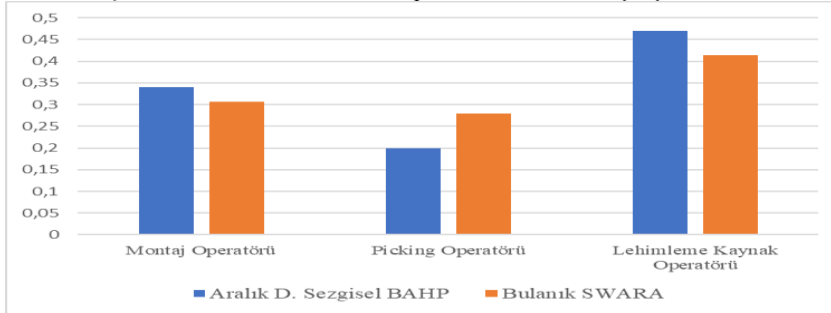
Bu çalışmada bir işletmedeki iş değerlendirme sürecine çok kriterli karar verme tekniklerinden olan ve bulanık mantık ile çözüm önerisi sunan Bulanık SWARA ve Aralık Değerli Sezgisel Bulanık AHP metodlarının karşılaştırmalı kullanımı gösterilmiştir. Çalışma sonucunda yeni kurulacak montaj hattında çalışacak 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 karşılaştırması Şekil 3’de gösterilmiştir.

Şekil 3. İş Değerleme Ana Faktörlerin Karşılaştırılması



Son olarak tüm ana ve alt kriterlerin 3 görev tanımı için değerlendirilmesi sonucu Şekil 4'deki gibidir. Aralık Değerli Sezgisel Bulanık AHP ve Bulanık SWARA yöntemlerinin her ikisinin sonucunda da önem ağırlığı en yüksek görev tanımı lehimleme kaynak operatörü olarak belirlenmiştir. Lehimleme kaynak operatörlerinin gerek yaptığı işteki yoğun dikkat sebebiyle, gerekse kaynak dumanına maruz kalan çalışma ortamları sebebiyle diğer görev tanımlarından daha yüksek bir puan almışlardır. Montaj operatörü ise vardiya boyunca ayakta çalışmak ve belirli bir hız gerektirmesinden dolayı iki yöntemde de puan sıralamasında ikinci sıraya yerleşmiştir. Picking operatörlüğü yapan çalışanlar da montaj hatlarına destek verici olarak hat besleme alanlarında çalıştıklarından daha az iş konsantrasyonu gerektirdiği ve çalışma hızlarının yüksek seviyede olmamasından dolayı üçüncü sıraya yerleşmektedirler.

Şekil 4. Görev Tanımlarının Toplam Puanlarının Karşılaştırılması



Dengeli ve yapılan işin gereğine uygun ücret karşılıklarının çalışanları dağıtılması kullanılan yöntemler birbirleri ile kıyas edilerek doğrulanmıştır. Her iki yöntemin de benzer sonuçlar elde etmesi, karar vericilerin karar verme noktasında tutarlı davrandıkları sonucunu ortaya çıkarmaktadır.

Bu çalışmanın en önemli çıktılarından birisi, işletmelerde en önemli ve en çok tartışılan sistemlerden biri olan ücret sistemi için; bu çalışmadan da görüleceği gibi çalışanın değil yapılan işin değerlendirildiği, karar vericilerin görüşlerinin alınıp ortak noktada buluşulması sistemin doğruluğuna olan güveni arttıran alternatif bir öneri getirebilmektir.

Ücret skalasına iş değerlendirme çalışması yapılan görev tanımlarının yerleştirilmesi, işletmenin belirleyeceği alt ve üst limitlere göre değişmektedir.

Ücret skalaları belirlendikten sonra görev tanımlarının aldıkları puanlara göre karşılık geldikleri skalalara yerleştirilerek, çalışandan bağımsız tamamen yapılan işin niteliklerinin değerlendirildiği adil ve doğru bir ücret sistemi kurulmuş olacaktır.

İş değerlendirme yönteminden çıkarılacak sonuçlar sadece ücret sisteminin kurgulanması ile sınırlı kalmamaktadır. Uygulama sırasında işletmede yapılan işler ayrıntılı olarak incelenme fırsatı bulunduğundan; 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.

Ayrıca, çalışmada Aralık Değerli Sezgisel Bulanık AHP ve Bulanık SWARA yöntemleri kullanıldığından, karar vermede yaşanabilecek belirsizlik ve bulanıklıkların önüne geçilmeye çalışılmıştır. Bulanık mantık, kesin olmayan ifadeleri matematiksel olarak formlere aktararak işlemlerin daha doğru yapılmasına imkan vermektedir. Karar vericiler dilsel ifadeleri kullanarak kararlarını daha esnek ve gerçeğe daha yakın şekilde belirtebilmiş ve en doğru sonuçlara ulaşmak hedeflenmiştir.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Makalenin tüm süreçlerinde Yönetim ve Ekonomi Dergisi'nin araştırma ve yayın etiği ilkelerine uygun olarak hareket edilmiştir.

Yazarların Makaleye Katkı Oranları

Makalenin tamamı Deniz ŞENGÜL tarafından kaleme alınmıştır.

1. yazar %50 oranında, 2. yazar %25 3. Yazar %25 oranında katkı sağlamıştır.

Çıkar Beyanı

Yazarın herhangi bir kişi ya da kuruluş ile çıkar çatışması yoktur.

Bu çalışmada herhangi bir potansiyel çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKÇA

- Atalay, K., 2000. Ücret, İş Değerlendirme ve Performans Değerlendirme İçin Bir Yazılım. İstanbul, 89s.
- Atanassov, K., (1986). Intuitionistic fuzzy sets, Fuzzy Sets and Systems, Vol. 20, pp. 87–96.
- Atanassov and G. Gargov. Elements of intuitionisticfuzzy logic. Fuzzy Sets and Systems,9(1):39–52, 1998.
- Başkaya, Zehra; (2011), Bulanık Doğrusal Programlama, Birinci Baskı, Bursa: Ekin Yayınevi.
- Baykal, Nazife Ve Timur Beyan; (2004), Bulanık Mantık İlke Ve Temelleri, Birinci Baskı, Ankara: Bıçaklar Kitabevi.
- Benligiray, Serap (2003), Ücret Yönetimi, Anadolu Üniversitesi İİBF Yayınları, Yayın No:178, Eskişehir.
- Chen, T. Y., Wang, H. P., & Lu, Y. Y. (2011). A multicriteria group decision-making approach based on interval-valued intuitionistic fuzzy sets: A comparative perspective. Expert Systems with Applications, 38(6), 7647-7658.
- Chen, Z., & Yang, W. (2012). A new multiple criteria decision making method based on intuitionistic fuzzy information. Expert Systems with Applications, 39(4), 4328-4334.
- Çınar, A , Uygun, Ö . (2019). Sezgisel Bulanık AHP Yöntemiyle Yeşil Tedarikçi Seçimi . Journal of Intelligent Systems: Theory and Applications , 2 (2) , 24-31 . DOI: 10.38016/jista.515881.

- 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.
- Düzgün, M , Marşap, P . (2018). Performans Değerlendirme Ve Ücret Uygulamalarına İlişkin Algının İş Tatmini Ve Örgütsel Bağlılığa Etkisi Bir Uygulama . *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* , 25 (3) , 787-810 . DOI: 10.18657/yonveek.440326.
- 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).
- Gemalmaz, O., Analitik İş Değerlendirme Puan Yöntemi, Ankara, MPM Yayınları, No: 318, 1995.
- Günden, Cihat Ve Bülent Miran; (2008), “Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanarak Çiftçi Kararlarının Analizi”, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 45(3), Ss. 195-204.
- Jin, F., Pei, L., Chen, H., & Zhou, L. (2014). Interval-valued intuitionistic fuzzy continuous weighted entropy and its application to multi-criteria fuzzy group decision making. *Knowledge-Based Systems*, 59, 132-141.
- Kahraman, C., Keshavarz Ghorabae, M., Zavadskas, E. K., Cevik Onar, S., Yazdani, M., & Oztaysi, B. (2017). Intuitionistic fuzzy EDAS method: an application to solid waste disposal site selection. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 25(1), 1-12.
- Kahya, E., 2002. İş Değerlemesi ve Ücret Sistemi. *Eskişehir*, 70s. (Yayımlanmamış)
- Katranç, A , Kundakçı, N . (2020). SWARA Temelli Bulanık COPRAS Yöntemi ile Soğuk Hava Deposu Seçimi . *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi* , 7 (1) , 63-80 . DOI: 10.17541/optimum.526134.
- Kerşulienne, V., Zavadskas, E. K., Turskis, Z. 2010. Selection of Rational Dispute Resolution Method by Applying New Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis (Swar). *Journal of Business Economics and Management*, 11(2), 243–258.
- 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.
- Kurt, M., İş Analizi ve Değerlendirme Ders Notları, Gazi Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 1993.
- MESS, Metal Sanayii İş Gruplandırma Sistemi, İstanbul, 1981.
- Liberatore, MatthewJ., Robert L. Nydick and Peter M. SANCHEZ (1992), “The Evaluation of Research Papers”, *Interfaces*, 1992, Vol. 22, No. 2, 92-100.
- Onar, S. C., Oztaysi, B., Otay, İ., & Kahraman, C. (2015). Multi-expert wind energy technology selection using interval-valued intuitionistic fuzzy sets. *Energy*, 90, 274-285.
- Öztürk, A., 2001. İş analizi ve Değerlendirme Tekniği Olan Faktör Puan Yöntemi İle Elektrik Sanayiinde Bir Ücret Modeli Geliştirme. Ankara, 201s.
- 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.
- 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.
- Tabar, M , Şişman, Y . (2020). Bulanık Mantık ile Arsa Değerleme Modelinin Oluşturulması . *Türkiye Arazi Yönetimi Dergisi*, 2(1),18-24. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/pub/tayod/issue/52937/656405>.
- Tong, X., & Yu, L. (2015). A novel MADM approach based on fuzzy cross entropy with interval-valued intuitionistic fuzzy sets. *Mathematical Problems in Engineering*, 2015.
- Zadeh, Lotfi A. (1965), “Fuzzy Sets.” *Information and Control*, 8, Pp. 338353.
- Zarbakhshnia N., Soleimani H., Ghaderi H. 2018. Sustainable third-party reverse logistics provider evaluation andselection using fuzzy SWARA and developed fuzzy COPRAS in thepresence of risk criteria *Applied Soft Computing* Vol.65, 307-319, doi: 10.1016/j.asoc.2018.01.023.

- Zhang, Y. J., Pei-Jun, M. A., Xiao-Hong, S. U., & ZHANG, C. P. (2012). Multi-attribute group decision making under interval-valued intuitionistic fuzzy environment. *Acta Automatica Sinica*, 38(2), 220-227.
- Zolfani, S. H. ve Sapauskas, J. 2013. New Application of SWARA Method in Prioritizing Sustainability Assessment Indicators of Energy System. *Engineering Economics*, 24(5), 408-414.
- Xu, Z. S., & Jian, C. H. E. N. (2007). Approach to group decision making based on interval-valued intuitionistic judgment matrices. *Systems Engineering-Theory & Practice*, 27(4), 126-133.
- Xu, Z. (2010). A method based on distance measure for interval-valued intuitionistic fuzzy group decision making. *Information sciences*, 180(1), 181-190.

SUMMARY

Wage is the most important factor that has had a direct impact on the economic development of countries, political policy stability and the welfare level of the people for centuries. The issue of wages, which has been keeping up to date for years, continues to be included in various scientific studies and discussions due to its complexity and increasing importance.

It is difficult to unite workers, businesses, unions and the state on a common denominator on such an important issue. For this reason, determining the wage system that will satisfy all sides is vital for businesses. Businesses use the job evaluation study, which uses objective approaches when determining wages. Job evaluation study classifies according to the importance of the job in order to distribute the wages to be paid to the worker in a balanced and fair manner. Job valuation is a technique that provides a fair and objective data basis to the wage system.

In order for the job valuation to be applied correctly, some sequential steps must be taken. At the beginning of these steps, the need for job valuation should be highlighted first. Then this process; planning and preliminary preparation, determining the purpose, conducting job analysis, performing job evaluation with the help of data obtained from job analysis, and finally establishing the job structure and wage structure that are the result of job evaluation.

The business values scale that emerges as a result of the job evaluations will form the basis for the establishment of a wage structure that leads to the presence of a sense of justice in the employees and on the other hand, it will be realized in a way to meet the demanded labor demand for all kinds of jobs at the relevant sector and country level. Thus, the productivity and loyalty of the organization will increase with the idea that the organization in which the worker works is acting fairly in wage management.

In this study, Analytical Hierarchy Process and SWARA methods were used in the job evaluation study. The method we call Analytical Hierarchy Process is a technique of decision making, where the weighted score of each of the criteria is calculated and can interpret correctly with binary comparison matrices. SWARA stands for “Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis” which is frequently used in determining criteria weights in multi-criteria decision making problems. The SWARA method gives decision makers an opportunity to choose their own priorities, taking into account current environmental and economic conditions. In

addition, expert evaluations determined as decision makers are more important in this method.

However, due to both the method used in the criteria evaluation and the numerical expressions used in the evaluation, it is difficult to reach the final correct decision. Considering human psychology and all internal and external factors, it is difficult to express all the evaluations made with clear numbers. Therefore, Analytical Hierarchy Process and SWARA methods have been put together by combining Fuzzy Logic. Since fuzzy logic is about uncertainty, it includes linguistic expressions in criterion scoring. All the variables that we can express linguistically rather than the numerical expressions to be given will enable us to reach the most accurate result with fuzzy logic. It is also known that it performs better than other types of intuitive fuzzy clusters to deal with uncertainty for the range intuitive fuzzy cluster. For this reason, AHP is modeled with Interval Valuable Intuitive Fuzzy cluster.

In order to carry out work evaluation work, Interval Valuable Intuitive Fuzzy AHP and Fuzzy SWARA methods will be used for 3 job descriptions that will work on the new assembly line.

After determining the wage scales, a fair and correct wage system will be established, where the qualifications of the work that is done independently from the employee are evaluated by placing them on the corresponding scales according to the scores they get.

Thus, the wage system, one of the most important and most discussed systems, can be created based on scientific data and methods. Taking the opinions of the decision-makers and meeting at the common point, which evaluates the work done, not the employee, increases the confidence in the accuracy of the system.