



İş Değerlendirme Sürecinde Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri Üzerine Bir Uygulama

An Application On Multi-Criteria Decision-Making Techniques In The Job Evaluation Process

Ataberk Olcay¹, Muharrem Düğenci², Mümtaz İpek³, Medine Nur Türkoğlu Elitaş^{4*}

¹Karabük Demir Çelik Sanayi ve Ticaret A.Ş., 78170, Karabük, TÜRKİYE

²Endüstri Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Karabük Üniversitesi, 78050, Karabük, TÜRKİYE

³Endüstri Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Sakarya Üniversitesi, 54187, Sakarya, TÜRKİYE

⁴Elektronik ve Otomasyon Bölümü, Meslek Yüksekokulu, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, 11230, Bilecik, TÜRKİYE

Başvuru/Received: 29/06/2022

Kabul / Accepted: 08/10/2022

Çevrimiçi Basım / Published Online: 31/01/2023

Son Versiyon/Final Version: 31/01/2023

Öz

İş değerlendirme; işletmelerdeki performans değerlendirme ve ücret yönetimine girdi oluşturmak amacıyla işlerin maharet, sorumluluk, iş koşulları vb. gibi faktörler çerçevesinde değerlendirilerek biçimsel ve sistematik olarak karşılaştırılmasıdır. Bu çalışmada Demir Çelik Sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin çelik üretim müdürlüğü biriminde bulunan 48 adet mavi yaka işçilik pozisyonları değerlendirilmiştir. Öncelikle AHP yöntemi ile ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. Bunun sonucunda 48 adet mavi yaka işçilik pozisyonuna ait yakınlık katsayıları hesaplanarak sıralama elde edilmiştir. TOPSIS ve Bulanık TOPSIS sonucu ortaya çıkan işçilik pozisyonlarına ait puanlar, Ünite Amiri, Şef ve ilgili kısımdaki Formenin kararlarına göre puanlanan işçilik pozisyonlarının sıralaması ile karşılaştırılmıştır. Çalışmanın hedefi, o işe uygun çalışanların belirlenmesi ve çalışanların performanslarının değerlendirilerek proseste yapılabilecek olan iyileştirme çalışmalarının belirlenmesidir.

Anahtar Kelimeler

“İş değerlendirme, Bulanık analitik hiyerarşi prosesi, Bulanık TOPSIS yöntemi”

Abstract

Job evaluation is a formal and systematic comparison of works within the framework of factors such as skills, responsibilities, work conditions, etc. in order to provide input to performance evaluation and wage management in enterprises. In this study, 48 blue-collar worker positions in the steel production management unit of an enterprise operating in the Iron and Steel Industry were evaluated. Firstly, binary comparison matrices were created with AHP method. As a result, a ranking was obtained by calculating the proximity coefficients of 48 blue-collar worker positions. The scores of the labor positions resulting from TOPSIS and Fuzzy TOPSIS were compared with the ranking of the labor positions scored according to the decisions of the Unit Supervisor, the Chief and the Foreman in the relevant section. The aim of the study is to determine the employees who are suitable for that job and to determine the improvement works that can be done in the process by evaluating the performance of the employees.

Key Words

“Job evaluation, Fuzzy analytic hierarchy process, Fuzzy TOPSIS method”

1. Giriş

Günümüzde küreselleşme ile birlikte artan rekabet, işletmelerin süreçlerini iyi yönetmesini, yaptığı işleri detaylı bir şekilde analiz ederek verimli çalışmayı sağlamasını zorunlu kılmaktadır. Bu sebeple işletmedeki yöneticiler prosesi iyi tanımlaması, gerçekleştirilen işlerin önem düzeyini ve sırasını belirlemesi, her işe uygun olan personeli yerleştirerek o prosesteki iş gücünü etkin bir şekilde kullanımını gerekli kılmaktadır. Bu sayede verimlilik artarak, süreçlerin iyileşmesi sağlanmış olacaktır.

İş değerlendirme, bir kuruluştaki gerçekleştirilen işlerin birbiri arasındaki değer farklılıklarını tespit etme yöntemidir. Kurum içinde performans yönetim sistemi oluşturulması, iş süreçlerinin yeniden tasarımı, ücret sistematığının oluşturulması, organizasyonlarda yeniden yapılanma (reorganizasyon) vb. birçok insan kaynakları faaliyetlerinin gerçekleştirilmesine kaynak oluşturur. Prosesteki her bir işin, zorluğu ve kriterlerine bağlı olarak değeri de birbirinden farklıdır. İş değerlendirme ile işler arasındaki bu kriterler ele alınarak bir gruplama yapılması amaçlanır (Özdaban, 2012).

İş değerlendirme ile her bir işin değeri tespit edileceğinden, kuruluştaki çalışanlar arasında adil ücret dağılımı oluşturmak daha kolay olacaktır. İşe uygun nitelikteki personeli yerleştirme, kurum içerisinde personeli başka bir işe kaydırma, atama ve terfilerde girdi oluşturma vb. gibi olanaklar sağlayacaktır. Bu da çalışanların şirkete olan bağlılığını ve motivasyonunu yükselterek şirket içerisindeki verimliliği artıracaktır.

İş değerlendirme yapılırken sınıflandırma, puanlama, nokta faktör yöntemi vb. gibi birçok farklı metod kullanılabilir. Çalışma insan kaynağının çok yoğun olduğu bir işletmede gerçekleştirileceğinden bulanık yöntemlerin kullanılması amaçlanmıştır. Bu çalışmada işletmedeki çelik üretim prosesinde 48 adet mavi yaka işçilik pozisyonları için iş değerlendirme gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın konusu belirlenen prosesteki işçilik pozisyonlarının belirlenen yöntemlerle net bir şekilde değerlendirilmesidir. Çalışmanın amacı işletmedeki pozisyonların değerlendirilerek önceliklendirilmesi ve böylelikle işgücü veriminin artırılmasını sağlamaktır. Bu çalışma ile işgücünün optimize edilerek verim düzeyinin artırılması, pozisyonlar arası karmaşıklığın giderilerek üretim düzeyinin optimize edilmesinin sağlanması hedeflenmektedir. Çalışmanın yapılmasındaki ana motivasyon unsuru işçi ve iş pozisyonları çerçevesindeki belirtilen problemler çerçevesinde uygun yöntemler uygulanarak üretim kalitesinin artırılmasıdır.

Çalışmada iş değerlendirme yapılırken kullanılacak olan kriterler, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) tekniklerinden olan Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (BAHP) yöntemi ile ağırlıklandırılmıştır. Daha sonra elde edilen ağırlıklar kullanılarak ÇKKV tekniklerinden biri olan Bulanık TOPSIS yöntemi ile her bir işin katsayısı hesaplanmıştır. Bu çerçevede hesaplanan katsayılara göre prosesteki mevcut işler sıralanmış ve öncelikli işler tespit edilmiştir. Tespit edilen öncelikli işler prosesteki yöneticiler ile paylaşılarak iş süreçlerinde yapılabilecek iyileştirme çalışmalarına yönelik tavsiyeler verilmiştir. Çalışmanın amacı yapılan işlerin kendi aralarındaki göreceli değerlerini tanımlamak ve büyük organizasyonlar için sistematik ve tutarlı bir yaklaşım sağlamaktır.

2. Literatür Araştırması

İş değerlendirmesi ile ilgili yapılan çalışmalara literatürde sıkça rastlanmaktadır. Farklı metodlar kullanılarak gerçekleştirilen iş değerlendirme çalışmaları incelenmiştir.

Bu makalede, bulanık AHP' nin ikili karşılaştırma ölçeği için üçgen bulanık sayıların kullanımı ve ikili karşılaştırmanın sentetik kapsam değeri S_i için kapsam analizi yönteminin kullanımıyla bulanık AHP'yi ele almak için yeni bir yaklaşım tanıtılmaktadır. Bulanık sayıların karşılaştırılması ilkesini uygulayarak, yani $V(M1 \geq M2) = 1$ iff $m1 \geq m2$, $V(M2 \geq M1) = \text{hgt}(M1 \cap M2) = \mu_{M1}(d)$, ağırlık vektörleri belirli bir kriter altında her elemana göre $d(A_i) = \min V(S_i \geq S_k)$, $k = 1, 2, \dots, n$ ile temsil edilir; $k \neq i$. Bu karar süreci bir örnekle gösterilmiştir (D.-Y. Chang, 1996). Chang bir diğer çalışmasında ise kapsam analizi ve sentetik karar, optimizasyon teknikleri ve uygulamalarını ele almış ve analiz etmiştir (D. Y. Chang, 1992). Alkan çalışmasında, mobilya sektöründe yer alan bir şirkette 141 adet mavi yaka işin değerlendirmesini amaçlamıştır. Bu kapsamda Bulanık AHP ile bir iş değerlendirme sistemi tasarlanmıştır. Çalışmanın sonucunda 141 adet iş sıralanmıştır (Alkan, 2012). Küçük yaptığı çalışmada, altın zincir üreten Mioro A.Ş' de seçtiği bir proseste iş analizi gerçekleştirmiştir. Reorganizasyon süreci içerisindeki firmada bütün mavi yaka işler incelenmiştir. Çalışma sonucunda yeni organizasyon şeması ve yeni iş tanımları oluşturulmuştur (Küçük, 2007). Welbourne çalışmasında, ABD' deki bir devlet üniversitesinde Fakülte, araştırma görevlisi ve öğrenci işleri hariç kadro dışı personel pozisyonundaki işleri değerlendirmiştir. Çalışma sonucunda departmanların, şirketteki yeni pozisyonların sayısı ve pozisyon yükseltmeleri ile anlamlı ve pozitif bir şekilde ilişkili olduğu ortaya çıkmıştır (Welbourne & Trevor, 2000). Spyridakos vd. çalışmalarında, mevcut işlerin sıralanması ve önem düzeyine göre belirlenmesi için çok kriterli ayrıştırma-toplama yaklaşımı önermişlerdir. Çalışmalarının sonucunda kurumdaki ücretler, bordro stratejileri, iyileştirme çalışmaları vb. gibi faaliyetlerin gözden geçirilmesine karar vermişlerdir (Spyridakos vd., 2001). Sirbu vd. gerçekleştirmiş oldukları çalışmada iş değerlendirme ve analiz

yöntemlerinin örneklendirilmesi, bunun gerekliliğini ve uygulanabilirliğini yansıtmayı amaçlamışlardır. Çalışma ayrıca analiz yöntemlerinin uygulanması ve iş değerlendirmesinin bir örneğini sunmaktadır. İş istasyonlarının analizini yapmak için, belirli bir pozisyonun yöneticisi tarafından yürütülen bir ankete dayalı görüşme yöntemi kullanılmıştır. Ana sorumlulukları, atıfları ve analiz edilen iş istasyonuna ilişkin bazı açıklamaları tanımlayan "Gözlenen akış şeması etkinliği" adlı bir belge geliştirilmiştir (Sırbu & Pinte, 2014). Yu çalışmasında, değerlendirme sistemi tasarımının temel ilkesini tartışmıştır. Uygulamada Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi kullanılmıştır. Temel olarak yönetim ve değerlendirme, dikkatli bir şekilde düşünülmüş ve insanın içeriği, işlevi, öğeleri ve iç mantığı vb. kaynak değerlendirme; bu temelde insan kaynakları yönetimi ve araştırma nesnesi olarak değerlendirme, kuram birleştirmenin yöntemi benimsenmiştir (Yu, 2017). Kahya bildirisinde, personelin eğitim ve deneyimleri ile iş yerindeki gösterdiği performansının gelire ve iş değerlemeye etkisini tespit etmeyi amaçlamıştır. 4 faktör ve 14 alt faktör oluşturularak incelenmiştir. Çalışmada düz işçilik pozisyonları için kademe artışının a ise kalifiyeli işlerde 1,5 a, profesyonel işlerde ise 2,5 a olduğu öngörülmüştür. Performansı düşük bir çalışanın performans değeri % 10 iken, bu çalışan için iş değerlendirme puanının % 50 si kadar düşme, performansı çok iyi olan bir çalışanın performansı % 100 olup, bu çalışan için iş değerlendirme puanının %50 si kadar artma sağlanmalıdır sonucuna varılmıştır (Kahya & Türkoğlu, 2018). Das ve Diaz çalışmalarında nokta faktör analizi gerçekleştirmiştir. AHP ve Bulanık Mantık kullanılarak iş analizi gerçekleştirilmiştir. Kullanılacak olan faktörleri belirlemek için bilgisayar destekli program kurulmuştur (Das & Garcia-Diaz, 2001). Kayhan tarafından yapılan bu çalışmada, BOYTAŞ A.Ş firmasında performans değerlendirme konusu işlenmiştir. Bulanık AHP ile kriterler ağırlıklandırılmış olup performansı değerlendirilecek olan personelin sıralanması ve derecelendirilmesi içinde Bulanık TOPSIS kullanılmıştır. Çalışmada diğer departmanlara örnek teşkil edip referans olması amacıyla ilk önce İnsan Kaynakları departmanı ele alınmıştır (Kayhan, 2010). Göleç ve Kahya çalışmalarında, yetkinlik bazlı çalışan değerlendirme ve seçimi için bulanık bir model kurmuşlardır. Kurulan bulanık modelde organizasyon hedefleri ve stratejileri birbirleri ile tutarlı çıkmıştır. Model Matlab programında çözülmüştür. Çalışma sonucunda gelecekteki çalışmalarda kullanılan bulanık model yerine Choquet integralleri kullanılabileceği tavsiye edilmiştir (Golec & Kahya, 2007). Krishnamoorthi ve Mathew çalışmalarında iş değerlendirmenin önemi anlamak amacıyla iş analitiği yeteneği ve çoklu vaka kullanmışlardır. İş analitiği firmaların iş değerine nasıl katkıda bulunur sorusunun cevabını aramışlardır. Hedefleri ön analizler ve iş analitiği kullanarak iş değerlendirme oluşturmaktır. Bu kapsamda 2 kuruluşu incelemişlerdir. Uygulama sonucunda analitik kaynak modeli oluşturmuşlardır. Bu model ile analitik teknoloji varlıkları ve iş analizi yetenekleri kullanılarak örnek olay incelemesi üzerinde bir iş analizi ortaya çıkarmışlardır (Krishnamoorthi & Mathew, 2018). Gupta ve Chakraborty gerçekleştirmiş oldukları çalışmada, iş değerlendirme için bulanık matematiksel model gerçekleştirmişlerdir. Değerlendirmeye alınan işlerin dereceleri ve faktörleri sayısal olarak hesaplanmıştır. Ana kriter ve alt kriter Doğrusal programlama kullanılarak oluşturulan model çözümlenmiştir. Sonuç olarak önerilen bulanık modelin iş değerlendirmesini geliştirdiği, süreç ve karar verme aşamasında destek sağladığını gözlemlemişlerdir (S. Gupta & Chakraborty, 1998). Kuşakçı çalışmasında, Bulanık-AHP ve TOPSIS metotlarını kullanarak endüstriyel tip fan seçimi problemi için hibrit bir karar destek sistemi önerilmektedir. Önerilen model ile müşterinin taleplerine ve önceliklerine göre kriter ağırlıklarının Bulanık-AHP ile tespiti yapılmaktadır. Elde edilen kriter ağırlıkları kullanılarak TOPSIS yöntemi ile en iyi alternatifler sıralanmakta ve müşteriye sunulmaktadır (Kusakci, 2019). Sevinç ve Eren çalışmalarında, KOBİ'lerin öncelikli sorunlarına göre hangi destek modellerine başvurması gerektiği problemi ele alınmıştır. Konya ilinde 31 adet KOBİ ölçekli otomotiv yan sanayi ile ilgili firmanın ortak sorunları dikkate alınarak, hangi destek modellerine başvurabileceği çok ölçütlü karar verme yöntemleriyle belirlenmiştir. Burada Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ile kriterlerin ağırlıkları hesaplanmış, TOPSIS yöntemi ile KOSGEB desteklerinin sıralaması yapılmıştır (Sevinç & Tamer, 2019). Hayat vd. yumuşak setlere dayalı entegre bir Shannon entropisi ve TOPSIS geliştirmiştir. Tasarım konsept değerlendirmesinde müşterilerin kabul edilebilir ve tatmin edici seviye gereksinimleri dikkate alınmıştır (Hayat vd., 2020). Bu makale, entegre bir Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (FAHP) ve İdeal Çözüme Benzerliğe Göre Tercih Sıralaması için Bulanık Tekniği (FTOPSIS) kullanarak tedarikçileri değerlendirmeyi ve seçmeyi amaçlayan iki aşamalı bir model önermektedir. Kriter ağırlıklarını tahmin etmek için FAHP yöntemiyle değerlendirilen hem niceliksel hem de niteliksel olarak çeşitli değerlendirme kriterlerinden oluşan tam gelişmiş bir model, uzman değerlendirmesi yoluyla seçilen potansiyel tedarikçileri sıralamak için FTOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Önerilen model, satın alma sürecinin optimizasyonunda bir destek aracıdır ve optimum tedarikçi ile daha güçlü iş birliği geliştirerek ek tasarruflar gerçekleştirme imkânı sağlamaktadır (Chatterjee & Stević, 2019). Huseyinov ve Tabak çalışmalarında üç kriter ve 12 alt kriter olan kullanılabilirliğine göre üç bilgisayar cebir sistemini değerlendirmiştir. Ağırlıkları bulmak için geometrik ortalama formülü olan üçgen bulanık sayı kullanmışlardır. Çalışmanın temel amacı, kullanıcıların bilgisayar cebir sistemlerini (CAS) değerlendirmelerine yardımcı olmak için bulanık çok kriterli karar verme (FMCDM) modellerine dayalı sistematik bir metodoloji sunmaktır. Değerlendirme prosedürü için iki FMCDM modeli-Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (FAHP) ve İdeal Çözüme Benzerlik ile Sipariş Tercihi için Bulanık Teknik (FTOPSIS) önerilmektedir. FAHP, nitel değerlendirme kriterlerinin görece önem ağırlıklarını belirlemek için uygulanmıştır; FTOPSIS, CAS alternatiflerini sıralamak için uygulanmıştır. Resimli vaka çalışması, önerilen metodolojinin uygulanabilirliğini ve etkililiğini göstermektedir (Huseyinov & Tabak, 2020). Çetinyokuş ve Yertutan çalışmalarında, konusunda uzman kişilere yapılan anketlerden elde edilen verilere dayanarak Türkiye'de seçilen 5 alternatif il, Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinden (ÇKKV); düzeltilmiş AHP, TOPSIS, COPRAS ve ELECTRE uygulamaları ile kıyaslanmıştır (YERTUTAN & ÇETİNYOKUŞ, 2021).

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde ülkemizde sahadaki ve sektörlerdeki problemlerin çözümleri için kullanılan yöntemler sınırlı olarak ele alınmıştır. Bu sebeple çalışmamızın üretim alanında geniş bir alana sahip olan bir firmada belirlenen sorunlar çerçevesinde çok kriterli karar verme yöntemleri ile bunlara çözüm bulunması açısından literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Çalışmanın geçmiş çalışmalardan farkı daha önce bünyesinde benzer bir çalışma yapılmamış olan firmadaki problemlere çözüm aranarak Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemleri ile maximum düzeyde optimizasyonun sağlanmasıdır. Belirtilen yöntemler ile üretim alanındaki iş verimliliğinin artırılmasına yönelik katkı sağlayacağı hedeflenmiştir.

3. Materyal ve Yöntem

3.1. Çalışmanın Konusu

İş değerlendirme, işlerin resmi ve sistematik olarak karşılaştırılmasıdır. Her bir organizasyona özgü meslekler arasındaki ücret ve maaş hiyerarşisini belirlemektedir. Bu da kurum içerisindeki içsel eşitliği sağlayarak çalışanların bağlılıklarının ve motivasyonlarının artmasına olanak sağlamaktadır (Küçük, 2007). İş değerlendirme uygulamasının amacı yapılan işlerin kendi aralarındaki göreceli değerlerini tanımlamaya ve büyük organizasyonlar için sistematik ve tutarlı bir yaklaşım sağlamaktır (İskefiyeli, 2008).

İş değerlendirme yöntemlerini kalitatif ve kantitatif yöntemler olmak üzere 2 sınıfta incelemek mümkündür. Sayısal yöntemler (faktör karşılaştırma, faktör puan yöntemleri) daha uzun süreli çalışma planlı projelerde ve hacim olarak daha büyük işletmelerde kullanılmaktadır. İşletmeye olan maliyeti de sayısal olmayan yöntemlere göre (sıralama, sınıflandırma vs.) daha fazladır. Ayrıca sayısal yöntemler daha derin sonuçlar verebilirken sayısal olmayan yöntemler yüzeysel sonuçlar vermektedir. İşletmeler iş değerlendirme uygulama yöntemini seçerken bu kriterlere göre karar vermelidir.

3.2. Yöntem

Çalışmada çok kriterli karar verme metotları üzerine çalışılmıştır. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) birden çok disiplinden meydana gelen bir karar verme bilimidir. Karar verecek olan kişi birden çok alternatifin yer aldığı bir durumda en az iki kriter belirleyerek seçim yapar. Bu kriterler sayesinde alternatiflerin olumlu ve olumsuz yönlerini ele alıp yorumlayarak değerlendirme fırsatı bulunur (Erokutan, 2016). ÇKKV yöntemleri çoğunlukla sınıflama, seçim, sıralama konuları kapsamında uygulanmaktadır. Seçim problemlerinde ÇKKV yöntemlerini kullanmak alternatifler arasında karar vermekte zorlanılan durumlarda karar vericiye oldukça yardımcı olur ve en iyi alternatifi seçebilmesine olanak sağlar (Özcan vd., 2019). Çalışmada bu yöntemlerden AHP, TOPSIS, Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yaklaşımlarından faydalanılmıştır.

3.2.1. AHP

AHP karar verme aşamasında sayısal kriterler haricinde nitel kriterleri de analiz edip kullanır. Bu sayede karmaşık yapıları problemlerde daha hassas ve tutarlı kararlar alınmasına olanak sağlar. AHP uygulama aşamasında alternatifleri değerlendirirken ikili karşılaştırma matrislerini kullanır. Karşılaştırma matrisleri ile alternatif ve kriterler arasında önem sırası oluşturulur ve birbirleri arasındaki ilişki detaylı olarak incelenir. AHP' de üç ana adım vardır: karar hiyerarşisinin oluşturulması, öncelik ağırlıklarının hesaplanması ve tutarlılık doğrulamasıdır (Emrouznejad & Ho, 2017).

AHP yönteminin ilk olarak uygulama çalışmasının hedefi belirlenir. İlk adımda, karar verme problemi, birinci / üst seviyede hedef, ikinci seviyede öznitelik / kriter, sonraki seviyelerde alt kriterler ve son seviyede alternatifler olmak üzere birden fazla hiyerarşik seviyeye bölünmüştür (Mathew vd., 2020). Problem tanımlanıp ana kriterler ve bu kriterlere ilişkin alt kriterler belirlendikten sonra ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur (Denizhan vd., 2017). İkili karşılaştırma matrisi oluşturulduktan sonra normalizasyon işlemi yapılır (Özgel, 2016). Son adım olarak tutarlılık oranı hesaplanır ve gerçekleştirilen uygulamanın tutarlılığı tespit edilir (Alkan, 2012). Tüm bu aşamalar gerçekleştirildikten sonra karar vericinin değerlendirilen alternatifler arasından seçim yapması gerekmektedir. Alternatiflerin hesaplanan öncelik değerlerine göre karar verici alternatifler arasında sıralama yapar ve ona göre seçimi yapar (Değermenci, 2016).

3.2.2. TOPSIS

TOPSIS yöntemi en sık kullanılan ÇKKV yöntemlerindedir. Karar verici alternatifler arasından pozitif ideal noktaya en yakın olan alternatifi seçer. TOPSIS yöntemi "m" sayıda alternatif ve "n" sayıda kriteri olan ÇKKV problemlerinde m ile ifade edilen alternatiflerin n sayıdaki boyut üzerinde gösterilmesi şeklinde ifade edilmektedir (Arslan, 2010). TOPSIS yöntemi, alternatiflerin belirlenen kriterler açısından değerlendirilip analiz edilerek sıralanması sonucunda pozitif çözüme en yakın olan alternatifin seçilmesidir (Sümevra & Kazan, 2016). TOPSIS yöntemi uygulanırken kriterlerin ağırlıkları ve değerlerini nicel değişkenler oluşturmaktadır. Fayda kriterini maksimum, maliyet kriterinin ise minimum olmasının amaçlayan çözüm değerleri aynı zamanda TOPSIS yöntemindeki pozitif çözüm noktasına en yakın olan alternatifi ifade etmektedir.

Belirsizlik manipülasyonunda güçlü bir teknik olarak bulanık kümeler, belirsiz ortamlar altında bilgi gösterimi ve nicelemede yaygın olarak uygulanmıştır (Zhu vd., 2020). Temel olarak, bir bulanık küme, her bir elemanın kendi üyelik derecesi $\mu_S(x)$ olan bir grup elemandan oluşur. Geçmiş çalışmalarda, üçgen, yamuk ve Gauss dahil olmak üzere çeşitli üyelik işlevi türleri bulanık mantıkla birleştirilmiştir (Jais vd., 2019; Karimi vd., 2020). Basitleştirme ve kolay hesaplama nedeniyle, üçgen üyelik işlevi, gerçek uygulamalarda bulanık küme gösterimi için yaygın olarak kullanılmaktadır (Nguyen vd., 2019).

TOPSIS Yöntemi aşağıdaki adımları takip etmektedir;

Adım 1: Karar matrisinin oluşturulması; Bu adımda değerlendirmeye esas kriterler ve ağırlık katsayıları belirlenerek hesaplanır ve matris formatında ifade edilir.

Adım 2: Karar Matrisinin normalleştirilmesi; Bu adımda karşılaştırılabilir ölçek elde edilmek üzere, her kritere ait değerler o kriterlerin kareleri toplamının kareköküne bölünerek normalleştirilir.

Adım 3: Normalleştirilmiş Karar Matrisinin Ağırlıklandırılması; Bu adımda normalleştirilmiş karar matrisi belirlenen ağırlıklarla çarpılır.

Adım 4: Pozitif ve negatif ideal çözümlerin oluşturulması; Bu adımda pozitif ve negatif ideal değer setleri belirlenir.

Adım 5: Uzaklık değerlerinin hesaplanması; Pozitif ve negatif ideal seçenekler için ayrı ayrı Euclidean uzaklıkları hesaplanır.

Adım 6: Bu adımda ideal çözüme göre nispi yakınlık hesaplanır.

Adım 7: Hesaplanan yakınlık değerleri bu adımda büyükten küçüğe sıralanır. Yüksek yakınlık, sıralamada öncelik anlamına gelmektedir (Akyüz vd., 2011).

3.2.3. Bulanık mantık

Bulanık mantığın temeli karmaşık, belirsiz ve anlaşılması güç olan problemleri modelleyip çözümleyebilmektir (Sarucan & Baysal, 2018). Bulanık mantık klasik mantığa göre olaylara daha geniş perspektiften bakar. İnsanın fikirlerini de problemin içine dahil ederek nesnel görüşlerini dikkate alır. Bu sayede kesin olmayan durumlarda gerçekleştirilen problemlerde karar vermeyi kolaylaştırır (Kozarević & Puška, 2018).

3.2.3.1. Bulanık AHP

Kompleks problemlerin çözümünde sadece nicel değişkenlerin kullanılması yeterli olmamakla birlikte sorunun analiz edilmesi için gerekli hassasiyeti gösterememektedir. Bu sebeple bu çalışmada belirlenen faktör ve alt faktöre ait değerler üçgensel bulanık sayılara dönüştürülerek Bulanık AHP yöntemi kullanılmıştır. Karşılaştırma yapılırken kullanılacak olan üçgensel bulanık sayılar kullanılmıştır.

İkili karşılaştırma matrisinde i . kriterin j . kritere göre önem düzeyi $\{x_{ij}\}$ şeklinde ifade edilir. Kriterlerin birbirleri arasındaki önem düzeyleri birbirleri ile ilişkilidir. Örneğin; x_{ij} değeri 2 ise x_{ji} değeri 1/2 olarak ifade edilir. İkili karşılaştırma matrisi üzerinden köşegen matrisi olarak ifade edilen bileşenler ise her zaman 1 değerini alır (Sirisawat & Kiatcharoenpol, 2018).

Çalışmada Chang'ın mertebeye analizi yönteminden faydalanılmıştır. Bulanık AHP aşamasında en yaygın olarak kullanılan analiz yöntemlerinden biridir. Bu yöntemde ilk olarak nesne kümesi ve amaç kümesi olarak adlandırılan iki küme belirlenir. Daha sonra amaç kümesinde yer alan her bir eleman için mertebeye analizi yapılır (Ertuğrul & Karakaşoğlu, 2009). Nesne kümesi $x = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ ve amaç kümesi de $u = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$ şeklinde tanımlanır. Bu durumda üçgensel bulanık sayılarla oluşturulmuş ikili karşılaştırma matrisinin ağırlıkları Chang Mertebeye Analizi metodu ile hesaplanır.

3.2.3.2. Bulanık TOPSIS

TOPSIS yönteminde karar verici tarafından alternatiflere öncelik dereceleri verilir. Bulanık sayıların kullanılması karar vericinin işini kolaylaştırma ve öncelik derecelerini belirleme aşamasında oldukça önemlidir (H. Gupta, 2018). Amaç, Bulanık TOPSIS yönteminde fayda kriterlerini maksimum düzeye çıkarıp maliyet kriterlerini minimum seviyede tutarak pozitif ideal çözüme en yakın alternatifin seçilmesidir (Han & Trimi, 2018). Analizlerde kullanılan ölçütlerin skala değerleri aşağıda verilmiştir (Tablo 1)

Tablo 1. Önem Skala Değerleri ve Tanımları

Değer	Tanım	Açıklama
1	Eşit önemli	İki kriterinde aynı önem düzeyinde olması
3	Orta derecede önemli	İlk kriterin ikinci kritere göre az da olsa önemli olması
5	Kuvvetli derecede önemli	İlk kriterin ikinci kritere göre önem düzeyinin çok olması
7	Çok kuvvetli derecede önemli	İlk kriterin ikinci kritere nazaran şiddetli önemli olması
9	Kesin önemli	İlk kriterin ikinci kriter karşısında her anlamda (bütünsel bir şekilde önemli) önem düzeyinin üstün olması
2,4,6,8	Ara değerler	Ara önem düzeyleri

4. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışma entegre bir demir çelik üretim tesisinde uygulanmıştır. Çalışmada Türkiye Metal Sanayicileri Sendikası (MESS) tarafından geliştirip literatüre kazandırılan faktörler ve bu faktörlere ait alt faktörler kullanılmıştır. Türkiye’de metal sanayinde mavi yakalı işlerin değerlendirilmesinde kullanılmak üzere, MESS tarafından 1981 yılında “Metal Sanayii İş Gruplandırma Sistemi” hazırlanmış, 1996 yılında güncelleştirilmiştir. Sistemde, işler, maharet, sorumluluk, çaba ve iş koşulları olmak üzere 4 ana faktör grubunda yer alan 12 faktör aracılığıyla değerlendirilmekte olup, yaklaşık 400 işin iş değerlemesi (tanımı ve derece gerekçeleri ile birlikte) yer almaktadır (Kahya, 2006). Kriterlerin değerlendirilmesinde literatürdeki öne çıkan faktörler ele alınarak aynı zamanda üretim tesisindeki personellerin (yönetim kurulu üyeleri, insan kaynakları ve idari işler sorumlusu, hukukçu, mali işler sorumlusu, teknik hizmet ve yatırım sorumlusu, satış ve pazarlama müdürü departman sorumluları) görüşleri alınmıştır. Aşağıda ana faktörler ve alt faktörler için oluşturulan tablo verilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Ana Faktörler ve Alt Faktörler

Ana Faktörler	Alt Faktörler
Temel yetkinlikler	Eğitim düzeyi ve görev niteliği
	Deneyim
	Beceri
Sorumluluk	İnisiyatif ve çözüm bulma
	Makina ve teçhizat sorumluluğu
	Malzeme, ürün ve hizmet sorumluluğu
Çaba	Üretim sorumluluğu
	İsg sorumluluğu
	Bedensel çaba
Çalışma koşulları	Zihinsel çaba
	İşin doğurabileceği riskler ve tehlikeler
	İş ortamı koşulları

Belirlenen kriterler:

Eğitim Düzeyi ve Görev Niteliği: İşin gerektiği gibi yapılabilmesi için, temel iş bilgisi kapsamında resmi olarak ya da denkliği resmi olarak belirlenmiş bir eğitim düzeyinden mezuniyeti ifade eder. *Deneyim;* İşin yeterli biçimde yapılabilmesi için belirlenmiş temel iş bilgisi için gerekli eğitim düzeyinden sonra işin istenilen kalitede ve verimlilikte gerçekleşmesini, sorumlulukların tam bir şekilde yürütülmesi için aynı işte, benzerinde veya ilgili işlerde toplam çalışma süresini ifade eder. *Beceri;* Eğitim düzeyi ve deneyimden bağımsız olarak işin yeterli düzeyde yapılabilmesi için, kullanılan makina ve teçhizat ile üzerinde çalışılan madde ve mamüllerin kendine has özellikleri ile diğer özelliklerine bağlı olarak işin yapılması sırasında gösterilmesi gerekli olan bedensel ve zihinsel yetenekleri ifade eder. *İnisiyatif ve çözüm bulma:* İşin gerektirdiği; yeni yöntem ve politikaların gereklilik derecesini, belirsizliği, araştırıcılığı, çözüm buluculuğu, etkin karar vermeyi, muhakeme etme, görüş zekası ve mantık kullanılarak bağımsız hareket (inisiyatif kullanma) edebilme yeteneği ile yaratıcılığı ölçer. *Makina ve Teçhizat Sorumluluğu:* Başta işletme, bakım, onarım ve kontrol işleri olmak üzere tüm işlerin yapılmasında üzerinde çalışılan, kullanılan veya kontrol altında bulundurulanan makine ve teçhizatın hasara uğramaması için gerekli olan sorumluluğu ifade eder. *Malzeme Ürün ve Hizmet Sorumluluğu:* Üzerinde çalışılan hammaddenin israfını, yarı mamul ve üretilen ürünün kaybını veya hasara uğramasını önlemek sorumluluğu ile yapılan hataların sunucunda meydana gelebilecek malzeme, ürün, hizmet, zaman, iş kazası ile ilgili zarar ve kayıpları, işin istenilen kalitede yapılmasına olumsuz etkileri ve bunların önem derecesini ölçer. *Üretim Sorumluluğu:* Üretimle doğrudan ilgili üretim kapasitesinin, işlem veya makinaların standart hız ve tempolarının devam ettirilmesi sorumluluğunu ölçer. *İSG Sorumluluğu:* İşin gereği olarak, işin yapılacağı yerde veya civarında çalışanların veyahut yapılan işin sonucu itibarıyla diğer kimselerin zarar görmesine yol açmamak ve onları korumak için gösterilmesi gerekli dikkat ve özen ile muhtemel kazaların sonuçlarını ölçer. Faktörler belirlendikten sonra bu faktörlerin ağırlıklarını Bulanık AHP ile belirlemeden önce AHP yöntemi ile ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması gerekmektedir. İkili karşılaştırma matrisleri oluşturulurken uygulamanın yapıldığı prosesin amirinin görüşü ve fikirleri ele alınmıştır. Şirketin yapısı ve değerleri de göz önünde bulundurularak faktörler arasındaki önem düzeyleri belirlenmiştir. *Bedensel Çaba:* Normal

tempodaki bir çalışma ile işin gerektirdiği bedeni gayret ve yetenekleri, fiziksel dayanıklılığı değerlendirir. *Zihinsel Çaba*: İş için gerekli olan dikkat ve işin yapımında gerekli olan zihinsel konsantrasyonu ifade eder. *İşin Doğurabileceği Riskler ve Tehlikeler*: İşe geliş ve gidiş sırasındaki olası tehlikeler ve kazalar dışındaki bütün iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkatle uyulmasına rağmen işin yapısından kaynaklanan olağan riskleri, tehlikeleri, kazaları ve sağlık sonuçlarını ifade eder. *İş Ortamı Koşulları*: İşin tamamen yapıldığı veya bazı görevler için bulunulması gereken ortamın koşullarını ve bu ortamın çalışanı ne derece rahatsız ettiğini ölçer.

Temel yetkinlikler içerisinde yer alan Eğitim düzeyi ve görev niteliği, Deneyim, Beceri, İnisyatif ve çözüm bulma kriterleri işçilerin değerlendirmesine yönelik kriterlerdir. Bu kriterler işlerin değerlendirilmesinde bulanık sayılarla ikili karşılaştırma matrisleri oluşturularak kullanılmıştır. Bu unsurun ana faktörler içerisinde yer alma sebebi, işgücü verimliliği ve üretim kalitesinin artırılması gibi hedeflerin işçilerin belirlenen temel yetkinliklere de bağlı olmasıdır. Bu faktörlerin analize katılarak daha verimli sonuçlar elde edileceği öngörülmektedir.

4.1. AHP Yöntemi ile İkili Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması ve Tutarlılıklarının Ölçülmesi

Faktörleri belirledikten sonra bu faktörlerin ağırlıklarını Bulanık AHP ile belirlemeden önce AHP yöntemi ile ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması gerekmektedir. İkili karşılaştırma matrisleri oluşturulurken uygulamanın yapıldığı prosenin amirinin görüşü ve fikirleri ele alınmıştır. Şirketin yapısı ve değerleri de göz önünde bulundurularak faktörler arasındaki önem düzeyleri belirlenmiştir.

Tablo 3. Ana Faktörlere Ait İkili Karşılaştırma Matrisi

Ana faktörler	Temel yetkinlikler	Sorumluluk	Çaba	Çalışma koşulları
Temel yetkinlikler	1	3	5	4
Sorumluluk	1/3	1	3	3
Çaba	1/5	1/3	1	1/2
Çalışma koşulları	1/4	1/3	2	1

Ana faktörlere ilişkin oluşturulan karşılaştırma matrisinin Tutarlılık Oranı gerekli formüllere göre hesaplanarak 0,04 olarak bulunmuştur. Sonuç olarak tutarsızlık oranı 0,1 değerinden küçük olduğu için ana faktörlere ilişkin oluşturulan ikili karşılaştırma matrisinin tutarlı olduğu görülmektedir.

4.2. Bulanık AHP Yöntemiyle Faktörlerin Ağırlıklarının Belirlenmesi

AHP yöntemi ile ana faktörler ve bu ana faktörlere bağlı alt kriterler arasında oluşturulan tüm ikili karşılaştırma matrislerinin tutarlı olduğu görülmektedir. Şimdi bu ikili karşılaştırma matrisleri bulanık sayılarla yeniden oluşturularak ağırlıklandırılacak olup Bulanık TOPSIS aşamasına hazır hale getirilecektir.

4.2.1. İkili karşılaştırma matrisine karşılık gelen üçgensel bulanık sayıların tespiti

Oluşturulan ikili karşılaştırma matrisleri bulanık sayılar ile yeniden oluşturulduktan sonra ağırlıklandırma aşaması gerçekleştirilmiştir. Aşağıdaki tabloda ana faktörler için bulanık sayılarla oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi verilmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. Ana Faktörler İçin Bulanık Sayılarla Oluşturulan İkili Karşılaştırma Matrisi

Ana faktörler	Temel yetkinlikler	Sorumluluk	Çaba	Çalışma koşulları
Temel yetkinlikler	(1, 1, 1)	(2, 3, 4)	(4, 5, 6)	(3, 4, 5)
Sorumluluk	(1/4, 1/3, 1/2)	(1, 1, 1)	(2, 3, 4)	(2, 3, 4)
Çaba	(1/6, 1/5, 1/4)	(1/4, 1/3, 1/2)	(1, 1, 1)	(1/3, 1/2, 1/1)
Çalışma koşulları	(1/5, 1/4, 1/3)	(1/4, 1/3, 1/2)	(1, 2, 3)	(1, 1, 1)

Tablo 5. Temel Yetkinlikler Alt Kriterleri İçin Bulanık Sayılarla Oluşturulan İkili Karşılaştırma Matrisi

Temel yetkinlikler	Eğitim düzeyi ve görev niteliği	Deneyim	Beceri	İnisiyatif ve çözüm bulma
Eğitim düzeyi ve görev niteliği	(1, 1, 1)	(2, 3, 4)	(2, 3, 4)	(4, 5, 6)
Deneyim	(1/4, 1/3, 1/2)	(1, 1, 1)	(1/3, 1/2, 1/1)	(3, 4, 5)
Beceri	(1/4, 1/3, 1/2)	(1, 2, 3)	(1, 1, 1)	(3, 4, 5)
İnisiyatif ve çözüm bulma	(1/6, 1/5, 1/4)	(1/5, 1/4, 1/3)	(1/5, 1/4, 1/3)	(1, 1, 1)

Tablo 6. Sorumluluk Alt Kriterleri İçin Bulanık Sayılarla Oluşturulan İkili Karşılaştırma Matrisi

Sorumluluk	Makina ve teçhizat	Malzeme, ürün ve hizmet	Üretim	İsg
Makina ve teçhizat	(1, 1, 1)	(3, 4, 5)	(2, 3, 4)	(1/3, 1/2, 1/1)
Malzeme, ürün ve hizmet	(1/5, 1/4, 1/3)	(1, 1, 1)	(1/4, 1/3, 1/2)	(1/5, 1/4, 1/3)
Üretim	(1/4, 1/3, 1/2)	(2, 3, 4)	(1, 1, 1)	(1/4, 1/3, 1/2)
İsg	(1, 2, 3)	(3, 4, 5)	(2, 3, 4)	(1, 1, 1)

Tablo 7. Çaba Alt Kriterleri İçin Bulanık Sayılarla Oluşturulan İkili Karşılaştırma Matrisi

Çaba	Bedensel çaba	Zihinsel çaba
Bedensel çaba	(1, 1, 1)	(4, 5, 6)
Zihinsel çaba	(1/6, 1/5, 1/4)	(1, 1, 1)

Tablo 8. Çalışma Koşulları Alt Kriterleri İçin Bulanık Sayılarla Oluşturulan İkili Karşılaştırma Matrisi

Çalışma koşulları	İşin doğurabileceği riskler ve tehlikeler	İş ortamı koşulları
İşin doğurabileceği riskler ve tehlikeler	(1, 1, 1)	(1, 2, 3)
İş ortamı koşulları	(1/3, 1/2, 1/1)	(1, 1, 1)

4.2.2. Chang Yöntemi ile faktörlerin ağırlıklandırılması

AHP yöntemi ile ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulduktan sonra sayılar bulanık sayılara dönüştürülerek Chang'ın Mertebe Analizi yöntemi ile faktörler ve kriterler ağırlıklandırılmıştır. İlk olarak üçgensel bulanık sayılar ile ana faktörler için oluşturulmuş olan

karşılaştırma matrisi için Chang metodunun ilk aşamaları satır ve sütun toplama işlemleri yapılmıştır. Sonucunda oluşan tablo aşağıda Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. Ana Faktör Matrisi İçin Satır Ve Sütun Toplama İşlemleri

ANA FAKTÖRLER	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
Temel Yetkinlikler	10	13	16
Sorumluluk	5,25	7,33	9,5
Çaba	1,75	2,03	2,75
Çalışma Koşulları	2,45	3,58	4,83
Sütun Toplamı	19,45	25,94	33,08
1/Sütun Toplamı	0,05	0,04	0,03

Normalizasyon işlemi yapılarak ana faktörler için oluşturulan ikili karşılaştırma matrisinin ağırlıkları Tablo 10'da verilmiştir. Bölme işlemi $(l, m, u)^{-1} = (1/u, 1/m, 1/l)$ olacaktır.

Tablo 10. Normalizasyon İşlemi Sonrası Ana Faktörler İçin Ağırlıklar

ANA FAKTÖRLER	l	m	u
Temel Yetkinlikler	0,30229	0,50115	0,82262
Sorumluluk	0,1587	0,28257	0,48843
Çaba	0,0529	0,07825	0,14138
Çalışma Koşulları	0,07406	0,13801	0,24832

Ana faktörler için ağırlıklar hesaplandıktan sonra aynı işlemler her bir ana faktörün alt kriterleri içinde hesaplanmıştır. Son olarak ana faktör ağırlıklarının alt faktör ağırlıkları birbirleri ile çarpılarak entegre edilir.

4.2.3. TOPSIS yöntemi ile prosesteki işlerin değerlendirilmesi ve önem sırasının tespit edilmesi

Bulanık TOPSIS ile değerlendirme yapılmadan önce karşılaştırma yapabilmek adına ilk olarak TOPSIS yöntemi uygulanmıştır. İkili karşılaştırma matrisleri kullanılarak AHP yöntemi ile, ana faktörler ve alt kriterler için ağırlıklar tespit edilmiştir. Daha sonra TOPSIS yöntemi işlem adımları ile Karar Matrisi ve Ağırlıklı Karar Matrisi oluşturulmuştur. Bunun sonucunda da 48 adet işçilik pozisyonuna ait yakınlık katsayıları hesaplanarak bir sıralama elde edilmiştir. Bu sıralama aşağıda verilmiştir (Tablo 11).

Tablo 11. TOPSIS Sonucu İşçilik Pozisyonlarının Yakınlık Katsayıları

İş No.	Bağlı Bulunduğu Baş Mühendislik	İşçilik Pozisyonu	Sİ ⁺	Sİ ⁻	Yakınlık Katsayısı (C)
1	Konverter İşletme	Konverter Kumanda Operatörü Odası	0,00674	0,0597	0,89862
2	Konverter İşletme	Şarj Vinç Operatörü	0,00976	0,0595	0,85895
3	Mekanik Bakım	Mekanik Bakım İşçisi -I	0,01436	0,0531	0,78725
4	Elektrik ve Otomasyon Bakım	Elektrik Bakım İşçisi -I	0,01471	0,0525	0,78094
5	Elektrik ve Otomasyon Bakım	Otomasyon Bakım İşçisi -I	0,01471	0,0525	0,78094
6	Kireç Fabrikası	Kireç Kumanda Odası Operatörü -I	0,02041	0,0480	0,70174
7	Konverter İşletme	Konverter İşçisi -I	0,024	0,0490	0,67124
8	Konverter İşletme	Kompresör ve Pompa Operatörü	0,02424	0,0485	0,66658
9	Malzeme Temin ve Hurda Hazırlama	Hurda Hazırlama Vinç Operatörü	0,02552	0,0496	0,66016
10	Kükürt Giderme	Kükürt Giderme İşçisi -I	0,02572	0,0463	0,64283
11	Kireç Fabrikası	Kireç Kumanda Odası Operatörü -II	0,02723	0,0458	0,62689
12	Konverter İşletme	Lans İşçiliği -I	0,02688	0,0445	0,6235
13	Malzeme Temin ve Hurda Hazırlama	Hurda Eksperi	0,02532	0,0404	0,615
14	Konverter İşletme	Curuf Çekme Operatörü -I	0,02696	0,0406	0,60097
15	Kükürt Giderme	Torpedo Boşaltma İşçisi -I	0,02746	0,0397	0,59119
16	Elektrik ve Otomasyon Bakım	Otomasyon Bakım İşçisi -II	0,02998	0,0428	0,58804
17	Elektrik ve Otomasyon Bakım	Elektrik Bakım İşçisi -II	0,02998	0,0428	0,58804
18	Mekanik Bakım	Mekanik Bakım İşçisi -II	0,02998	0,0428	0,58804
19	Konverter İşletme	Malzeme Nakil Operatörü	0,02775	0,0393	0,58585
20	Kireç Fabrikası	Kömür Hazırlama İşçisi -I	0,03255	0,0417	0,56161
21	Elektrik ve Otomasyon Bakım	Elektrik Bakım İşçisi -III	0,03752	0,0390	0,50969
22	Mekanik Bakım	Mekanik Bakım İşçisi -III	0,03752	0,0390	0,50969
23	Elektrik ve Otomasyon Bakım	Otomasyon Bakım İşçisi -III	0,03752	0,0390	0,50969
24	Kireç Fabrikası	Kireç Fabrikası İşçisi -I	0,03308	0,0336	0,50407
25	Kireç Fabrikası	Mikronize Kireç İşçisi -I	0,03308	0,0336	0,50407
26	Konverter İşletme	Konverter İşçisi -II	0,03346	0,0330	0,49643
27	Malzeme Temin ve Hurda Hazırlama	Hurda Pres ve Balya Makinası Operatörü	0,03388	0,0331	0,49414
28	Kükürt Giderme	Torpedo Boşaltma İşçisi -II	0,03358	0,0327	0,49338
29	Konverter İşletme	Lans İşçiliği -II	0,03459	0,0319	0,47984

İş No.	Bağlı Bulunduğu Baş Mühendislik	İşçilik Pozisyonu	Sİ ⁺	Sİ ⁻	Yakınlık Katsayısı (C)
31	Konverter İşletme	Curuf Çekme Operatörü -II	0,03928	0,0261	0,39885
32	Kükürt Giderme	Kükürt Giderme İşçisi -II	0,04256	0,0211	0,33118
33	Kireç Fabrikası	Kireç Fabrikası İşçisi -II	0,04522	0,0203	0,30953
34	Kireç Fabrikası	Mikronize Kireç İşçisi -II	0,04522	0,0203	0,30953
35	Malzeme Temin ve Hurda Hazırlama	Hurda Kesicisi	0,04484	0,0178	0,28381
36	Malzeme Temin ve Hurda Hazırlama	Hurda Maniplasyon İşçisi	0,04455	0,0172	0,27899
37	Elektrik ve Otomasyon Bakım	Malzemeci (Bakım)	0,05291	0,0169	0,24208
38	Elektrik ve Otomasyon Bakım	Malzemeci (Bakım)	0,05291	0,0169	0,24208
39	Mekanik Bakım	Malzemeci (Bakım)	0,05291	0,0169	0,24208
40	Malzeme Temin ve Hurda Hazırlama	Malzemeci (İşletme)	0,05291	0,0169	0,24208
41	Konverter İşletme	Saha İşçisi -I	0,05298	0,0147	0,2168
42	Malzeme Temin ve Hurda Hazırlama	Saha İşçisi -I	0,05298	0,0147	0,2168
43	Kükürt Giderme	Kükürt Giderme İşçisi -III	0,0539	0,0139	0,20544
44	Kireç Fabrikası	Kömür Hazırlama İşçisi -II	0,05435	0,0138	0,20307
45	Kireç Fabrikası	Kömür Hazırlama İşçisi -III	0,05602	0,0127	0,18464
46	Konverter İşletme	Saha İşçisi -II	0,05602	0,0127	0,18464
47	Malzeme Temin ve Hurda Hazırlama	Saha İşçisi -II	0,05602	0,0127	0,18464
48	Konverter İşletme	Temizlik İşçisi	0,06239	0,0032	0,04888

TOPSIS yöntemi ile belirlenen işçilik pozisyonlarına ait sıralamalar yukarıdaki gibi elde edilmiştir. Yöneticiler bu sıralamayı işletmeleri için kullanabilirler. Böylelikle işletmelerindeki belirledikleri pozisyonlardaki sıra karmaşasının önüne geçilmiş olur. İşler doğru zamanda ve sırada ilerleyerek daha net pozisyonlar elde edilmiş olur. Bu da iş akışını doğrudan etkileyerek etkin zaman kullanımı sağlar ve üretimde istenen kalite maksimum seviyede sağlanmış olur.

4.2.4. Bulanık TOPSIS yöntemi ile prodesteki işlerin değerlendirilmesi ve önem sırasının tespit edilmesi

Bulanık AHP ve işçilik pozisyonlarının puanlamaları ile bulanık karar matrisi oluşturulduktan sonra çalışmanın devamında Bulanık TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Bulanık TOPSIS yöntemi ile her bir işçilik pozisyonunun önem derecesi bulunarak prodeste gerçekleştirilen öncelikli işler tespit edilmiştir.

Bu sayede prodeste gerçekleştirilen mavi yaka işlerin önem düzeyleri tespit edilmiş olup işletme için öncelik arz eden işler bulunmuştur. Bulunan tüm mavi yaka işçilik pozisyonlarının değerleri aşağıda verilmiştir (Tablo 12).

Tablo 12. Bulanık TOPSIS Sonucu İşçilik Pozisyonlarının Yakınlık Katsayıları

İş No.	Bağlı Başmühendislik	İşçilik Pozisyonu	D ⁺	D ⁻	Yakınlık Katsayısı (C)
1	Konverter İşletme	Konverter Kumanda Operatörü	0,0562	1,2540	0,9571
2	Konverter İşletme	Şarj Vinç Operatörü	0,0656	1,2445	0,9499

3	Mekanik Bakım	Mekanik Bakım İşçisi -I	0,1535	1,1569	0,8828
4	Elektrik ve Otomasyon Bakım	Elektrik Bakım İşçisi -I	0,1698	1,1407	0,8705
5	Elektrik ve Otomasyon Bakım	Otomasyon Bakım İşçisi -I	0,1698	1,1407	0,8705
6	Konverter İşletme	Konverter İşçisi -I	0,2452	1,0650	0,8129
7	Kireç Fabrikası	Kireç Kumanda Odası Operatörü -I	0,3017	1,0091	0,7698
8	Konverter İşletme	Kompresör ve Pompa Operatörü	0,3031	1,0073	0,7687
9	Kükürt Giderme	Kükürt Giderme İşçisi -I	0,3243	0,9864	0,7526
10	Konverter İşletme	Curuf Çekme Operatörü -I	0,3348	0,9754	0,7445
11	Kireç Fabrikası	Kireç Kumanda Odası Operatörü -II	0,3755	0,9352	0,7135
12	Malzeme Temin ve Hurda Hazırlama	Hurda Eksperi	0,3862	0,9242	0,7053
13	Kükürt Giderme	Torpedo Boşaltma İşçisi -I	0,3932	0,9173	0,7000
14	Malzeme Temin ve Hurda Hazırlama	Hurda Hazırlama Vinç Operatörü	0,3937	0,9167	0,6996
15	Konverter İşletme	Malzeme Nakil Operatörü	0,4175	0,8929	0,6814
16	Konverter İşletme	Lans İşçiliği -I	0,4320	0,8784	0,6703
17	Kireç Fabrikası	Kireç Fabrikası İşçisi -I	0,5317	0,7789	0,5943
18	Kireç Fabrikası	Mikronize Kireç İşçisi -I	0,5317	0,7789	0,5943
19	Elektrik ve Otomasyon Bakım	Elektrik Bakım İşçisi -II	0,5389	0,7714	0,5887
20	Mekanik Bakım	Mekanik Bakım İşçisi -II	0,5389	0,7714	0,5887
21	Elektrik ve Otomasyon Bakım	Otomasyon Bakım İşçisi -II	0,5389	0,7714	0,5887
22	Konverter İşletme	Konverter İşçisi -II	0,5478	0,7628	0,5820
23	Kükürt Giderme	Torpedo Boşaltma İşçisi -II	0,5628	0,7478	0,5706
24	Malzeme Temin ve Hurda Hazırlama	Hurda Pres ve Balya Makinası Operatörü	0,5877	0,7228	0,5515
25	Konverter İşletme	Lans İşçiliği -II	0,6051	0,7053	0,5383
26	Konverter İşletme	Curuf Çekme Operatörü -II	0,6141	0,6966	0,5315
27	Kireç Fabrikası	Kömür Hazırlama İşçisi -I	0,6336	0,6767	0,5164
28	Elektrik ve Otomasyon Bakım	Elektrik Bakım İşçisi -III	0,7107	0,5995	0,4576
29	Mekanik Bakım	Mekanik Bakım İşçisi -III	0,7107	0,5995	0,4576
30	Elektrik ve Otomasyon Bakım	Otomasyon Bakım İşçisi -III	0,7107	0,5995	0,4576
31	Kükürt Giderme	Kükürt Giderme İşçisi -II	0,8035	0,5068	0,3868
32	Konverter İşletme	Konverter İşçisi -III	0,8235	0,4867	0,3715
33	Kireç Fabrikası	Kireç Fabrikası İşçisi -II	0,8408	0,4696	0,3584
34	Kireç Fabrikası	Mikronize Kireç İşçisi -II	0,8408	0,4696	0,3584

35	Malzeme Temin ve Hurda Hazırlama	Hurda Kesicisi	0,8871	0,4232	0,3230
36	Malzeme Temin ve Hurda Hazırlama	Hurda Maniplasyon İşçisi	0,8901	0,4202	0,3207
37	Konverter İşletme	Saha İşçisi -I	1,0842	0,2259	0,1724
38	Malzeme Temin ve Hurda Hazırlama	Saha İşçisi -I	1,0842	0,2259	0,1724
39	Kireç Fabrikası	Kömür Hazırlama İşçisi -II	1,1080	0,2021	0,1543
40	Elektrik ve Otomasyon Bakım	Malzemeci (Bakım)	1,1346	0,1754	0,1339
41	Elektrik ve Otomasyon Bakım	Malzemeci (Bakım)	1,1346	0,1754	0,1339
42	Mekanik Bakım	Malzemeci (Bakım)	1,1346	0,1754	0,1339
43	Malzeme Temin ve Hurda Hazırlama	Malzemeci (İşletme)	1,1346	0,1754	0,1339
44	Kükürt Giderme	Kükürt Giderme İşçisi -III	1,1633	0,1468	0,1120
45	Kireç Fabrikası	Kömür Hazırlama İşçisi -III	1,2005	0,1095	0,0836
46	Konverter İşletme	Saha İşçisi -II	1,2005	0,1095	0,0836
47	Malzeme Temin ve Hurda Hazırlama	Saha İşçisi -II	1,2005	0,1095	0,0836
48	Konverter İşletme	Temizlik İşçisi	1,2898	0,0202	0,0154

Çalışmada uygulanan analizler sonucunda oluşan Bulanık TOPSIS verilerine göre proseste en yüksek puana sahip olan ilk 5 işçilik pozisyonu sırasıyla; Konverter Kumanda Odası Operatörü, Şarj Vinç Operatörü, Mekanik Bakım İşçisi-I, Elektrik Bakım İşçisi-I, Otomasyon Bakım İşçisi-I olarak bulunmuştur. Son sıralarda yer alan işçilik pozisyonları ise sırasıyla; Temizlik İşçisi, farklı Baş mühendisliklere bağlı olan Saha İşçisi-II pozisyonu, Kömür Hazırlama İşçisi-III ve Kükürt Giderme İşçisi-III olarak tespit edilmiştir. Belirlenen puanlamalara göre en üst sıralardaki işler ve en alt sıralarda yer alan işçilik pozisyonları incelendiğinde; yüksek puanlı işlerin, düşük puandaki işlere nazaran daha fazla deneyim, bilgi, eğitim, bedensel ve zihinsel çaba gerektiren işler olduğu ve daha zor çalışma şartlarına sahip olduğu gözlemlenmektedir. Bu doğrultuda bu işlerin proses için önemi çok daha büyüktür.

Bulanık TOPSIS yöntemi ile bulunan ilk 15 sıradaki işçilik pozisyonları ile Ünite Amiri, Şef ve ilgili kısımdaki Formenin görüş ve kararı doğrultusunda puanlanan işçilik pozisyonları karşılaştırıldığı zaman, Bulanık TOPSIS yönteminde; Kireç Kumanda Odası Operatörü-II işçiliğinin 12. sıradan 11. sıraya yükseldiği gözlemlenmiştir. Hurda Hazırlama Vinç Operatörü işçiliğinin de iki basamak yükselerek puan olarak 14. sıraya yükseldiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte Malzeme Nakil Operatörü işçiliğinin iki basamak gerileyerek 15. sırada yer aldığı ve Hurda Eksperi İşçiliğinin ise bir basamak gerileyerek 12. sırada yer aldığı gözlemlenmektedir. Bulanık TOPSIS yöntemi ile bulunan işçilik pozisyonları ile; TOPSIS yöntemi sonucu oluşan işçilik pozisyonları karşılaştırıldığı zaman ise, Bulanık TOPSIS yönteminde; Konverter İşçisi-I, Kükürt Giderme İşçisi-I ve Hurda Eksperi İşçiliklerinin bir basamak yükselerek sırasıyla; 6., 9. ve 12. sırada yer aldıkları görülmüştür. Cüruf Çekme Operatörü-I işçiliğinin 14. sıradan 10. sıraya, Hurda Eksperi İşçiliğinin ise 13. sıradan 12. sıraya yükseldiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte Lans İşçiliği-I işinin 12. sıradan 16. sıraya, Hurda Hazırlama Vinç Operatörü işçiliğinin ise 9. sıradan 14. Sıraya düştüğü tespit edilmiştir.

5. Sonuçlar

Bu çalışmada ilk olarak, iş değerlendirmede kullanılacak olan ana faktörler ve alt kriterler için Analitik Hiyerarşi Prosesi ile ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. AHP yöntemi ile, ana faktörler ve alt kriterler için ağırlıklar tespit edilmiştir. Bu ağırlıklar kullanılarak, TOPSIS yöntemi ile Karar Matrisi ve Ağırlıklı Karar Matrisi oluşturulmuştur. Bunun sonucunda da 48 adet işçilik pozisyonuna ait yakınlık katsayıları hesaplanarak sıralama elde edilmiştir. Daha sonra bu karşılaştırma matrisleri üçgensel bulanık sayılar ile yeniden oluşturularak, Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesinde en çok kullanılan tekniklerden olan Chang mertebeli analizi ile ana faktörlerin ve tüm alt kriterlerin ağırlıkları tespit edilmiştir. Her bir kriter için bulunan ağırlıklar Bulanık TOPSIS matrisine yerleştirilerek, proseste gerçekleştirilen 48 mavi yaka işçilik pozisyonlarının yakınlık katsayıları ve buna bağlı olarak da önem derecesi bulunmuştur. Çalışmanın çözümünde; pozitif ideal ve negatif ideal noktalara olan uzaklıkların tespit edilmesinde Vertex tekniği kullanılmıştır ve ilgili hesaplamalar Excel programı ile gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada hedef, sahada iş değerlendirme teknikleri uygulanarak değerlendirme sonucu ortaya çıkan işlerin önem düzeyleri ve sıralaması doğrultusunda, o işe uygun çalışanların belirlenmesidir. Ayrıca çalışanların performanslarının değerlendirilerek, proseste yapılabilecek olan iyileştirme çalışmalarının şirkete tavsiye olarak verilmesi de çalışmayı özgün ve önemli kılan noktalardan bir

tanesidir. Böylelikle çalışma sonucunda üretim sahasındaki belirlenen aksaklıklar giderilerek daha verimli bir çalışma ortamı sağlanmıştır. Ayrıca çalışma, işçiler ve sorumlu oldukları iş arasındaki çalışma uyumu artırılarak üretimde verimliliğin sağlanması gibi önemli getiriler sağlamaktadır. Bu bakımdan yapılan çalışma özgün ve uygulama alanı açısından verimli bir çalışma niteliğindedir.

Çalışmada bulanık yöntemlerin kullanılması objektifliği artırarak daha hassas sonuçlar elde edilmesini sağlamıştır. Bulanık AHP yönteminin Bulanık TOPSIS yöntemi ile entegre edilerek uygulanması iş değerlendirme sistematikliğini daha anlamlı kılmıştır.

Yapılan araştırmalar sonucu demir çelik sektöründe bu tür analiz çalışmalarının literatürde yeterli derecede yapılmadığı tespit edilmiştir. Demir çelik gibi çalışma koşullarının ağır olduğu bir üretim sahasında işçiler ve işlerin değerlendirilmesi noktasında yapılan çalışma ve uygulanan analizler önemli bir paya sahiptir. Bu bakımdan makale, literatüre önemli katkılar sağlayacak bir çalışma niteliğindedir.

Yapılan çalışmanın genel yararı belirtilen noktalarda literatüre katkı sağlaması ve işletmelerdeki hedeflenen üretim seviyesi ve kalitesinin sağlanmasına katkı sağlamasıdır. İşletmeye sağlayacağı faydalar ise işçi performansının artırılması, buna bağlı olarak ürün kalitesinin artırılması, üretim hızının iyileştirilmesi, optimal performans ölçümünün yapılarak işletme içi genel verimlilik düzeyinin artırılmasıdır.

Bundan sonraki çalışmalarda; önem derecesi tespit edilen işler çerçevesinde şirket bünyesinde yeni bir ücret sistematikliğini geliştirilebilir. Bulunan mavi yaka işçilik pozisyonlarının dereceleri; işe uygun personel verilmesi, iş süreçlerinin iyileştirilmesi şirket içerisinde personel rotasyonu, performans değerlendirme ve kariyer planlama vb. gibi şirket içerisinde yapılacak olan faaliyetlerde girdi olarak kullanılabilir.

Referanslar

Akyüz, Y., Bozdoğan, T., & Hantekin, E. (2011). TOPSİS Yöntemiyle Finansal Performansın Değerlendirilmesi ve Bir Uygulama. Afyon Kocatepe Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi, Cilt XIII, Sayı I, s. 74-92.

Alkan, A. (2012). İş Değerlendirme Sürecinde Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Bütünleşik Bulanık Topsis Uygulaması. *Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri*.

Arslan, M. (2010). *Bulanık TOPSİS metodu ile Türk Şeker Fabrikaları'nın performansının değerlendirilmesi* [PhD Thesis]. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Chang, D. Y. (1992). *Extent analysis and synthetic decision, optimization techniques and applications (Vol. 1, p. 352)*. Singapore: World Scientific.

Chang, D.-Y. (1996). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European journal of operational research*, 95(3), 649-655.

Chatterjee, P., & Stević, Ž. (2019). A two-phase fuzzy AHP-fuzzy TOPSIS model for supplier evaluation in manufacturing environment. *Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications*, 2(1), 72-90.

Das, B., & Garcia-Diaz, A. (2001). Factor selection guidelines for job evaluation: A computerized statistical procedure. *Computers & Industrial Engineering*, 40(3), 259-272.

Değermenci, A. (2016). *Bulanık ortamda çok kriterli karar verme teknikleri ile personel seçimi: Katılım bankacılığı sektöründe bir uygulama* [Master's Thesis]. İstanbul Ticaret Üniversitesi.

Denizhan, B., Yalçın, A. Y., & BERBER, Ş. (2017). Analitik hiyerarşi proses ve bulanık analitik hiyerarşi proses yöntemleri kullanılarak yeşil tedarikçi seçimi uygulaması. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(1), 63-78.

Emrouznejad, A., & Ho, W. (2017). Analytic hierarchy process and fuzzy set theory. *İçinde Fuzzy Analytic Hierarchy Process* (ss. 23-32). Chapman and Hall/CRC.

Erokutan, B. (2016). *Mavi yakalı personel seçiminde çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanılması ve bir uygulama* [Master's Thesis]. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Ertuğrul, İ., & Karakaşoğlu, N. (2009). Performance evaluation of Turkish cement firms with fuzzy analytic hierarchy process and TOPSIS methods. *Expert Systems with Applications*, 36(1), 702-715.

- Golec, A., & Kahya, E. (2007). A fuzzy model for competency-based employee evaluation and selection. *Computers & Industrial Engineering*, 52(1), 143-161.
- Gupta, H. (2018). Assessing organizations performance on the basis of GHRM practices using BWM and Fuzzy TOPSIS. *Journal of environmental management*, 226, 201-216.
- Gupta, S., & Chakraborty, M. (1998). Job evaluation in fuzzy environment. *Fuzzy sets and systems*, 100(1-3), 71-76.
- Han, H., & Trimi, S. (2018). A fuzzy TOPSIS method for performance evaluation of reverse logistics in social commerce platforms. *Expert Systems with Applications*, 103, 133-145.
- Hayat, K., Ali, M. I., Karaaslan, F., Cao, B.-Y., & Shah, M. H. (2020). Design concept evaluation using soft sets based on acceptable and satisfactory levels: An integrated TOPSIS and Shannon entropy. *Soft Computing*, 24(3), 2229-2263.
- Huseyinov, I., & Tabak, F. S. (2020). The evaluation of computer algebra systems using fuzzy multi-criteria decision-making models: Fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS. *International Journal of Software Innovation (IJSI)*, 8(1), 1-16.
- İskefiyeli, Ö. (2008). *İş değerlendirme ve ücret sistemleri ilişkisi üzerine yeni bir model* [Master's Thesis]. Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Jais, M. I., Sabapathy, T., Jusoh, M., Ahmad, R. B., Jamaluddin, M. H., Kamarudin, M. R., Ehkan, P., Loganathan, L. M., & Soh, P. J. (2019). A fuzzy-based Angle-of-Arrival estimation system (AES) using radiation pattern reconfigurable (RPR) antenna and modified Gaussian membership function. *IEEE Access*, 7, 145477-145488.
- Kahya, E. (2006). Metal iş kolunda bir işletme için iş değerlendirme sisteminin geliştirilmesi. *Endüstri Mühendisliği*, 17(4), 2-21.
- Kahya, E., & Türkoğlu, M. (2018). Personel değerlendirme sistemi için karar destek sistemi tasarımı. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(3), 937-960.
- Karimi, H., Sadeghi-Dastaki, M., & Javan, M. (2020). A fully fuzzy best-worst multi attribute decision making method with triangular fuzzy number: A case study of maintenance assessment in the hospitals. *Applied Soft Computing*, 86, 105882.
- Kayhan, G. (2010). İnsan kaynakları performans değerlendirilmesinde bulanık AHP/bulanık TOPSIS ile hibrit bir yapının oluşturulması ve bir uygulama, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. *Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri*.
- Kozarević, S., & Puška, A. (2018). Use of fuzzy logic for measuring practices and performances of supply chain. *Operations Research Perspectives*, 5, 150-160.
- Krishnamoorthi, S., & Mathew, S. K. (2018). Business analytics and business value: A comparative case study. *Information & Management*, 55(5), 643-666.
- Kusakci, A. O. (2019). Ürün seçimi için hibritlenmiş Fuzzy-AHP ve TOPSIS yöntemine dayalı bir karar destek sistemi. *International Journal of Engineering Research and Development*, 11(1), 99-108.
- Küçük, M. (2007). *Effects of job evaluation analysis on Company's productivity and a case study in manufacturing industry*.
- Mathew, M., Chakraborty, R. K., & Ryan, M. J. (2020). A novel approach integrating AHP and TOPSIS under spherical fuzzy sets for advanced manufacturing system selection. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 96, 103988.
- Nguyen, A.-T., Taniguchi, T., Eciolaza, L., Campos, V., Palhares, R., & Sugeno, M. (2019). Fuzzy control systems: Past, present and future. *IEEE Computational Intelligence Magazine*, 14(1), 56-68.
- Özcan, S. G., Yıldızbaşı, A., & Eraslan, E. (2019). İnşaat firmalarının İSG bağlamında bulanık grup karar verme yaklaşımı ile değerlendirilmesi. *Endüstri Mühendisliği*, 30(3), 204-219.
- Özdaban, İ. (2012). *İş Değerlendirme ve Personel Değerlendirme Üzerine Bir Bulanık Karar Modeli* [PhD Thesis]. Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Öznel, A. (2016). Çok kriterli karar verme yöntemi seçiminde yeni bir yaklaşım. *Yayımlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Anabilim Dalı. Ankara.*
- Sarucan, A., & Baysal, M. E. (2018). Türkiye için çok kriterli karar verme yöntemleri ile yenilenebilir enerji alternatiflerinin analizi analysis of renewable energy alternatives with the multi-criteria decision making methods for turkey Prof. Dr. Orhan Engin. *Journal of Social And Humanities Sciences Research (JSHSR)*, 5(23), 1223-1231.
- Sevinç, A., & Tamer, E. (2019). KOBİ'LER İÇİN KOSGEB Destek Modellerinin Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri İle Sıralanması. *International Journal of Engineering Research and Development*, 11(1), 409-425.
- Sîrbu, J., & Pintea, F. R. (2014). Analysis and evaluation of jobs–important elements in work organization. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 124, 59-68.
- Sirisawat, P., & Kiatcharoenpol, T. (2018). Fuzzy AHP-TOPSIS approaches to prioritizing solutions for reverse logistics barriers. *Computers & Industrial Engineering*, 117, 303-318.
- Spyridakos, A., Siskos, Y., Yannacopoulos, D., & Skouris, A. (2001). Multicriteria job evaluation for large organizations. *European Journal of Operational Research*, 130(2), 375-387.
- Sümevra, U., & Kazan, H. (2016). Çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP TOPSIS ve PROMETHEE karşılaştırılması: Gemi inşaada ana makine seçimi uygulaması. *Journal of Transportation and Logistics*, 1(1), 99-113.
- Welbourne, T. M., & Trevor, C. O. (2000). The roles of departmental and position power in job evaluation. *Academy of Management Journal*, 43(4), 761-771.
- Yertutan, D., & Çetinyokuş, T. (2021). Sürdürülebilir Konut Satın Alımının Çok Kriterli Karar Verme Metotlarıyla Değerlendirmesi ve Bir Uygulama. *International Journal of Engineering Research and Development*, 13(1), 32-54.
- Yu, S. (2017). Human resources management and evaluation system based on fuzzy analytic hierarchy process. *Journal of Interdisciplinary Mathematics*, 20(4), 951-964.
- Zhu, G.-N., Hu, J., & Ren, H. (2020). A fuzzy rough number-based AHP-TOPSIS for design concept evaluation under uncertain environments. *Applied Soft Computing*, 91, 106228.